



คลังความรู้ในส่วนอุทกฯ
เอกสารเผยแพร่ในส่วนอุทกวิทยา

ระบบช่วยตัดสินใจปัญหากับทรัพยากรน้ำในลุ่มน้ำมูล
(พ.ศ. **2561**)

โดย
นายปกรณ์ สุตสุนทร

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ปัญหาอุทกภัยที่เกิดขึ้นใน จังหวัดนครราชสีมา ในปี พ.ศ. 2553 นับได้ว่ารุนแรงที่สุดในรอบ 50 ปี โดยมีสาเหตุมาจากร่องความกดอากาศต่ำกำลังแรงพัดผ่านพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ก่อให้เกิดความเสียหาย ในเขตเทศบาลในอำเภอปากช่อง อำเภอปักธงชัย อำเภอเมือง และอีกกว่า 10 อำเภอ ส่งผลให้พื้นที่เกษตรกรรม บ้านเรือนและทรัพย์สินของประชาชน บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคอง และลำพระเพลิง ได้รับความเสียหายรุนแรง โดยมีสาเหตุดังนี้

- 1) เกิดจากปริมาณน้ำฝนที่ตกหนักเป็นระยะเวลาติดต่อกันหลายวัน ประกอบกับในช่วงเวลา ก่อนที่จะเกิดฝนตกหนักนั้น สภาพพื้นที่ของกลุ่มน้ำทั้งสองมีความอิ่มตัวและชุ่มน้ำอยู่แล้วจึงทำให้เกิดปริมาณ น้ำไหลหลากมากกว่าปกติ
- 2) สภาพพื้นที่ลุ่มน้ำมีความลาดชันสูง ทำให้เกิดปริมาณน้ำไหลหลากเร็วเข้าท่วมพื้นที่ อำเภอปากช่องและอำเภอปักธงชัยค่อนข้างรุนแรง
- 3) ความสามารถในการระบายน้ำในลำน้ำธรรมชาติ เช่น ลำตะคอง ลำปริบูรณ์ ลำพระเพลิง และลำสำลาย มีอัตราการระบายน้ำไม่เพียงพอต่อการรองรับปริมาณน้ำหลาก
- 4) ไม่มีระบบป้องกันน้ำหลากก่อนที่จะไหลเข้าสู่เขตชุมชนเมือง

สภาพการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล แบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ อุทกภัยที่เกิด ในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนและลำน้ำสาขาต่างๆ และอุทกภัยที่เกิดในพื้นที่ราบลุ่ม การเกิดอุทกภัยในลักษณะแรก จะเกิดจากการที่ฝนตกหนักและน้ำป่าไหลหลากจากต้นน้ำลงมาจนลำน้ำสายหลักไม่สามารถระบายน้ำได้ทัน ประกอบกับมีสิ่งกีดขวางจากเส้นทางคมนาคมที่ขวางทางน้ำ และมีอาคารระบายน้ำไม่เพียงพอ ในอดีตที่ผ่านมา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520 ถึง พ.ศ. 2553 พบว่าเหตุการณ์น้ำท่วมรุนแรงมากเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2521 และ พ.ศ. 2545 และมีแนวโน้มจะเกิดขึ้นในระยะหลังๆ มากขึ้น และล่าสุดในปี พ.ศ. 2553 ก็ได้เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมขึ้นอีก โดยพื้นที่ประสบอุทกภัยและได้รับความเสียหายจากน้ำท่วมเป็นประจำนั้น ลักษณะน้ำท่วมของจังหวัดต่างๆ ที่อยู่ในบริเวณลุ่มน้ำมูลมีลักษณะการท่วมที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับสภาพทางภูมิศาสตร์ เช่น ในเขตจังหวัด นครราชสีมา พบว่า บริเวณที่น้ำท่วมเป็นบริเวณที่อยู่ริมแม่น้ำมูลทั้งสองฝั่งไล่มาจากท้ายอ่างเก็บน้ำลำตะคอง จนไปจบลำน้ำมูลที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติ โดยจะมีการเอ่อท่วมในบริเวณที่มีลำน้ำสาขาไหลมาบรรจบกับ ลำน้ำสายหลัก โดยถ้าน้ำมาพร้อมๆ กันมักจะระบายไม่ทัน ส่วนของจังหวัดสุรินทร์จะมีลักษณะการเกิด น้ำท่วมขังในบริเวณตัวเมือง เป็นน้ำท่วมขังระยะสั้น แต่มักจะเกิดขึ้นบ่อยๆ โดยเฉพาะในบริเวณตัวเมือง สำหรับจังหวัดศรีสะเกษ เกิดอุทกภัยเป็นประจำ เนื่องจากน้ำที่ระบายมาจากห้วยสำราญ ซึ่งถึงแม้ว่าจะมี อ่างเก็บน้ำขนาดกลางอยู่บ้างแล้วแต่ความจุเก็บกักก็ยังไม่เพียงพอ อีกทั้งสิ่งกีดขวางในลำห้วยสำราญและปริมาณ น้ำฝนในจังหวัดศรีสะเกษก็มีค่อนข้างมาก

1.2 วัตถุประสงค์

การศึกษาครั้งนี้มีความประสงค์ที่จะดำเนินการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เพื่อใช้ประกอบการวางแผนบรรเทาปัญหาอุทกภัย การแจ้งเตือนภัย และการเตรียมความพร้อมเพื่อรับสถานการณ์ ทั้งในฤดูฝนและในฤดูแล้งบริเวณพื้นที่เป้าหมาย ทั้งยังสามารถประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือ (Tools) ช่วยประกอบการตัดสินใจเพื่อบริหารจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากยิ่งขึ้นและสามารถใช้สำหรับการติดตามและเฝ้าระวังสถานการณ์น้ำ นำข้อมูลจากการติดตามตรวจวัดไปประกอบการคำนวณของแบบจำลอง และนำผลการตรวจวัดและผลการคำนวณมาใช้ประกอบการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่โครงการให้มีประสิทธิภาพ และทันต่อสถานการณ์

1.3 ขอบเขตการศึกษา

การศึกษานี้ได้พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ จากการประยุกต์ใช้แบบจำลองอุทกวิทยา และแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ ในการการบริหารจัดการน้ำท่าวมลุ่มน้ำมูลตอนบน ประกอบด้วยพื้นที่จังหวัด นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ และ ศรีสะเกษ

บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

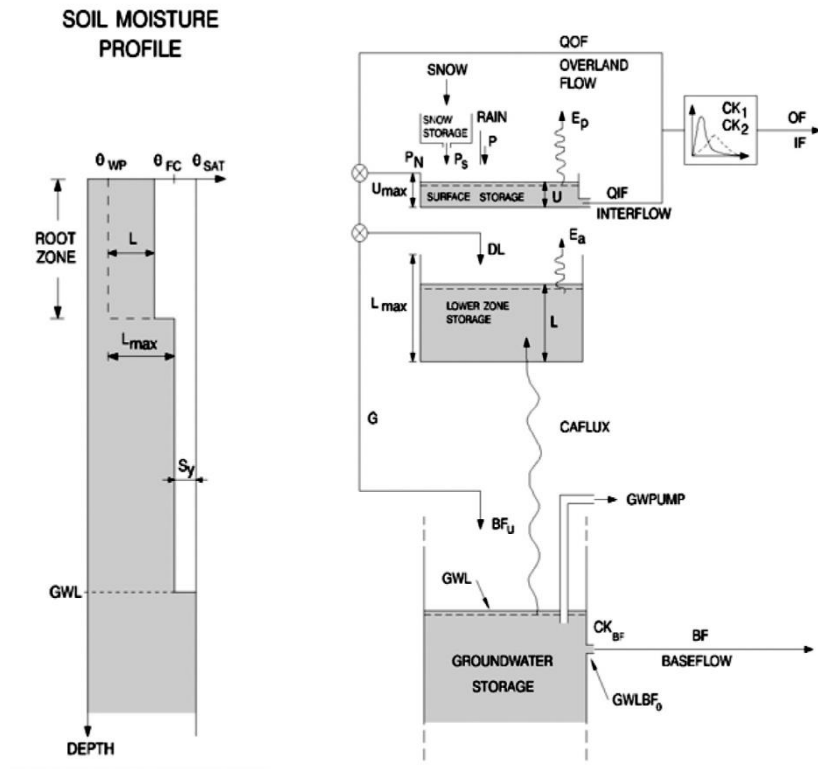
แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาเพื่อใช้ในระบบพยากรณ์น้ำ ประกอบไปด้วย 2 แบบจำลอง คือ แบบจำลองอุทกวิทยา หรือ แบบจำลองน้ำฝน - น้ำท่า และแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

2.1.1 แบบจำลองน้ำฝน - น้ำท่า (Rainfall-Runoff Model)

แบบจำลองน้ำฝน น้ำท่า หรือ NAM Model เป็นแบบจำลองใช้สำหรับคำนวณปริมาณน้ำท่า จากข้อมูลปริมาณน้ำฝน โดยฝนที่ตกที่สถานีวัดน้ำฝนต่างๆ จะถูกนำมาคำนวณเป็นฝนเฉลี่ยของกลุ่มน้ำย่อยต่างๆ โดยใช้แฟกเตอร์ถ่วงน้ำหนัก จากนั้นจึงจะคำนวณเป็นปริมาณน้ำท่าของกลุ่มน้ำย่อย โดยใช้พารามิเตอร์ที่ได้จากการปรับเทียบแบบจำลอง หลักการทำงานของแบบจำลอง NAM จะเลียนแบบลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำ โดยนำสมการทางคณิตศาสตร์มาใช้จำลองสภาพทางธรรมชาติ ในแบบจำลอง NAM จะแบ่งชั้นดินออกเป็น 4 ชั้น ได้แก่

- ชั้นที่ปกคลุมด้วยหิมะ (Snow Storage)
- ชั้นผิวดิน (Surface Storage)
- ชั้นรากพืช (Root Zone)
- ชั้นน้ำใต้ดิน (Groundwater Storage)

ความสัมพันธ์ของการไหลระหว่างชั้นดิน และการไหลออกจากกลุ่มน้ำจะถูกแทนด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างกันในแต่ละกลุ่มน้ำ ดังแสดงโครงสร้างของแบบจำลองในรูปที่ 2 - 1 แสดงลักษณะโครงสร้างของแบบจำลอง NAM และพารามิเตอร์ของกลุ่มน้ำดังแสดงในตารางที่ 2 - 1



รูปที่ 2 - 1 แสดงลักษณะโครงสร้างของแบบจำลอง NAM

ที่มา : DHI. (2014). A Modelling System for Rivers and Channels, Reference Manual.

ตารางที่ 2 - 1 ค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการปรับเทียบแบบจำลอง NedbØr AfstrØmning

ตัวแปร	คำจำกัดความ/คุณลักษณะ	ช่วงของค่า	ผลของการปรับค่าเพิ่มขึ้น
Umax	ปริมาณน้ำที่ตกค้างอยู่ตามใบไม้/ผิวดิน และแหล่งน้ำผิวดิน	10-20 มม.	<ul style="list-style-type: none"> - ปริมาณการไหลผิวดินลดลง - การคายน้ำและการระเหยมีค่าเพิ่มขึ้น - ปริมาณการซึมผิวดินมากขึ้น - การซึมลงสู่ดินชั้นล่างลดลง - (ทำให้ขนาดน้ำท่าเล็กลง ปริมาณน้ำท่าสะสมลดลง)
Lmax	ความสามารถในการเก็บกักน้ำในแหล่งน้ำชั้นล่าง (Root zone) <ul style="list-style-type: none"> - มีค่าน้อย สำหรับลุ่มน้ำที่เป็นดินทราย - มีค่ามาก สำหรับลุ่มน้ำที่เป็นดินเหนียว 	50-300 มม.	<ul style="list-style-type: none"> - ปริมาณการไหลผิวดินลดลง - การคายน้ำและการระเหยมีค่าเพิ่มขึ้น - การซึมลงสู่ดินชั้นล่างเพิ่มขึ้น - (ทำให้ขนาดน้ำท่าเล็กลง ปริมาณน้ำท่าสะสมลดลง)
CQOF	ค่าสัมประสิทธิ์การเกิดน้ำท่า <ul style="list-style-type: none"> - มีค่าน้อย สำหรับพื้นที่ราบลุ่ม และน้ำซึม ผ่านได้ง่าย - มีค่ามาก สำหรับพื้นที่ลาดชัน และน้ำซึม ผ่านได้ยาก 	0.00-1.00	<ul style="list-style-type: none"> - ปริมาณการไหลผิวดินสูงขึ้น - ปริมาณการซึมลดลง - (ทำให้อัตราการไหลสูงสุดมีค่ามากขึ้น และน้ำท่าสะสมเพิ่มขึ้น)
CKIF	กำหนดเวลาในการเกิดน้ำซึมผิวดิน (interflow)	500-1000 ชม.	(ทำให้อัตราการไหลสูงสุดมีค่ามากขึ้น และอัตราการไหลที่มีค่าน้อยมีค่าลดลง)
CK1,2	การเคลื่อนตัวของน้ำผิวดินและน้ำซึมผิวดิน ตามความลาดชันของกลุ่มน้ำ และตามลำน้ำมายังท้ายน้ำของกลุ่มน้ำ โดยทั่วไปกำหนดให้ CK1=CK2	3-48 ชม.	<ul style="list-style-type: none"> - ทำให้ช่วงเวลาของการเกิดน้ำผิวดินและน้ำซึมผิวดินยาวนานขึ้น - (ทำให้รูปร่างของกราฟน้ำท่ามีฐานกว้างขึ้น แต่ทำให้อัตราการไหลสูงสุดมีค่าลดลง)
TOF	ค่าสัมประสิทธิ์เริ่มต้นของการไหลผิวดิน <ul style="list-style-type: none"> - $L/L_{max} < TOF$ ไม่เกิดการไหล - $L/L_{max} \geq TOF$ เกิดการไหล เมื่อดินชุ่มน้ำ ($L/L_{max} = 1$) การปรับค่า TOF จะไม่มีผลต่อการเกิดการไหล	0.00-0.99	<ul style="list-style-type: none"> - ทำให้การเริ่มเกิดการไหลของน้ำผิวดินช้าลงในช่วงเริ่มต้นของฤดูน้ำหลาก - ทำให้การซึมลงสู่ดินชั้นล่าง ในช่วงเริ่มต้นของฤดูน้ำหลากมีค่าเพิ่มขึ้น - (ทำให้อัตราการไหลสูงสุดมีค่าลดลง และอัตราการไหลที่มีค่าน้อยมีค่าลดลง)
TIF	ค่าสัมประสิทธิ์เริ่มต้นของการไหลซึมผิวดิน <ul style="list-style-type: none"> - $L/L_{max} < TIF$ ไม่เกิดการไหล - $L/L_{max} \geq TIF$ เกิดการไหล เมื่อดินชุ่มน้ำ ($L/L_{max} = 1$) การปรับค่า TIF จะไม่มีผลต่อการเกิดการไหล	0.00-0.99	<ul style="list-style-type: none"> - ทำให้การเริ่มเกิดการไหลของน้ำซึมผิวดินช้าลงในช่วงเริ่มต้นของฤดูน้ำหลาก - ทำให้การซึมลงสู่ดินชั้นล่างและการไหลผิวดินมีค่ามากขึ้น - (ทำให้อัตราการไหลสูงสุดมีค่ามากขึ้น แต่อัตราการไหลในช่วงน้ำแล้งมีค่าลดลง)
TG	ค่าสัมประสิทธิ์เริ่มต้นของการไหลซึมผิวดิน <ul style="list-style-type: none"> - $L/L_{max} < TG$ ไม่เกิดการไหล - $L/L_{max} \geq TG$ เกิดการไหล เมื่อดินชุ่มน้ำ ($L/L_{max} = 1$) การปรับค่า TG จะไม่มีผลต่อการเกิดการไหล	0.00-0.99	<ul style="list-style-type: none"> - ทำให้การเริ่มเกิดการไหลของน้ำใต้ดินช้าลงในช่วงเริ่มต้นของฤดูน้ำหลาก - (ทำให้อัตราการไหลสูงสุดมีค่ามากขึ้น แต่อัตราการไหลในช่วงน้ำแล้งมีค่าลดลง)
CKBF	ความยาวนานในการเกิดการไหลของน้ำใต้ผิวดิน (baseflow)	500-5000 ชม.	(ทำให้อัตราการไหลสูงสุดมีค่าน้อยลง แต่อัตราการไหลในช่วงน้ำแล้งมีค่ามากขึ้น)

ที่มา : DHI. (2014). A Modelling System for Rivers and Channels, Reference Manual.

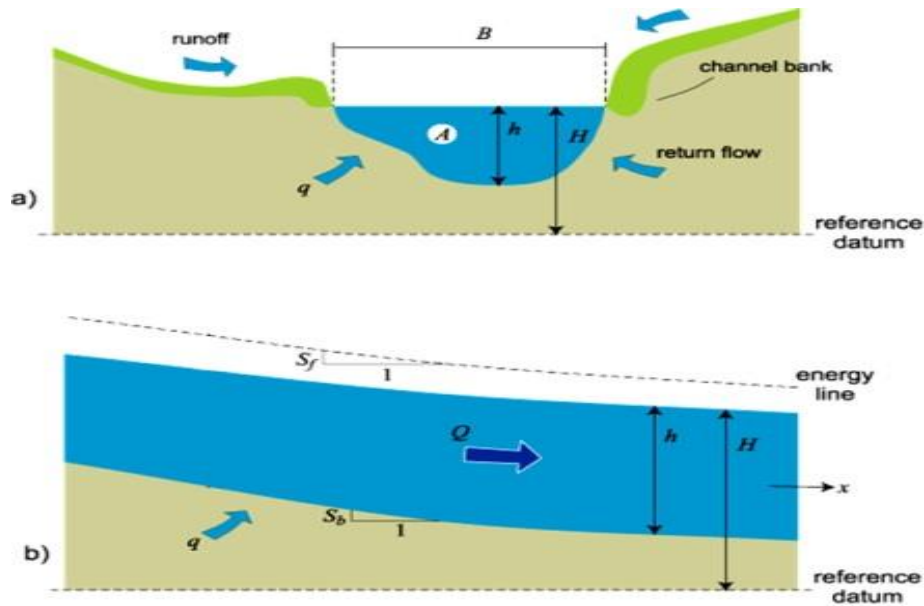
2.1.2 แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamics Model)

แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic Model) เป็นแบบจำลองที่ใช้คำนวณการไหลของน้ำต่อเนื่องจากน้ำท่าที่เกิดขึ้นจากลุ่มน้ำย่อย (ผลคำนวณจากแบบจำลองน้ำฝน - น้ำท่า) ซึ่งสามารถคำนวณการไหลของน้ำในลำน้ำ (Main Channel) และที่ราบลุ่มริมแม่น้ำ (Flood Plain) นอกจากนี้ยังสามารถคำนวณการไหลของน้ำในบริเวณปากแม่น้ำที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลหนุนได้

การประยุกต์ใช้แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic Model) จะต้องมีข้อมูลรูปตัดขวางลำน้ำ (Cross Sections) สภาพภูมิประเทศของร่องน้ำและที่ราบลุ่ม (Topography of River and Flood Plain) อาศัยสมการบังคับน้ำใช้สมการคำนวณการไหลในทิศทางเดียวของ Saint Venant Equation โดยอัตราการไหลและระดับน้ำในสมการอยู่ในรูปฟังก์ชันของเวลาและระยะทาง

สมมติฐานสมการคำนวณการไหลของ Saint Venant ดังแสดงในรูปที่ 2 - 2 มีดังนี้

- 1) น้ำมีลักษณะที่ไม่สามารถถูกกดอัดได้ (Incompressible) และเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous) แสดงว่าความหนาแน่นของน้ำไม่มีการเปลี่ยนแปลง
- 2) การไหลเป็นแบบหนึ่งมิติ (One Dimension Flow) โดยความลึก และความเร็วในการไหลเปลี่ยนแปลงในทิศทางตามยาวของลำน้ำ แสดงว่าความเร็วการไหลมีค่าคงที่ และผิวน้ำอยู่ในแนวระดับกับหน้าตัดใดๆ
- 3) ความลาดชันของท้องคลองมีค่าน้อยมาก ดังนั้นค่า Cosine ของมุมที่ทำกับแนวระดับจะมีค่าเข้าใกล้หนึ่ง
- 4) การเปลี่ยนแปลงหน้าตัดตามยาวของลำน้ำไม่มากนัก
- 5) ทิศทางการไหลในทุกๆ จุด จะมีทิศทางขนานกับท้องลำน้ำ แสดงว่าความเร่งในแนวตั้งจะไม่ถูกนำมาพิจารณา



รูปที่ 2 - 2 แสดงหลักการคำนวณของแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic Model)

ที่มา : DHI. (2014). A Modelling System for Rivers and Channels, Reference Manual.

2.2 การคำนวณปริมาณน้ำผ่านประตูระบายน้ำ

สมการคำนวณอัตราการไหลผ่านบานระบาย มีดังนี้

$$Q = C_d L G_o \sqrt{2gY_1} \quad \text{สมการที่ 1}$$

$$C_d = \frac{C_c}{\sqrt{1 + C_c \left(\frac{G_o}{Y_1} \right)}} \quad \text{สมการที่ 2}$$

เมื่อ Q = ปริมาณน้ำไหลผ่านบานระบาย, ลบ.ม. ต่อ วินาที

C_d = สัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผ่านบานระบาย

C_c = สัมประสิทธิ์การปิดตัวของหน้าตัดการไหลของน้ำ

G_o หรือ W = ระยะเปิดบาน, เมตร

g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก = 9.81 เมตร ต่อ วินาที²

L = ความกว้างของบานประตู, เมตร

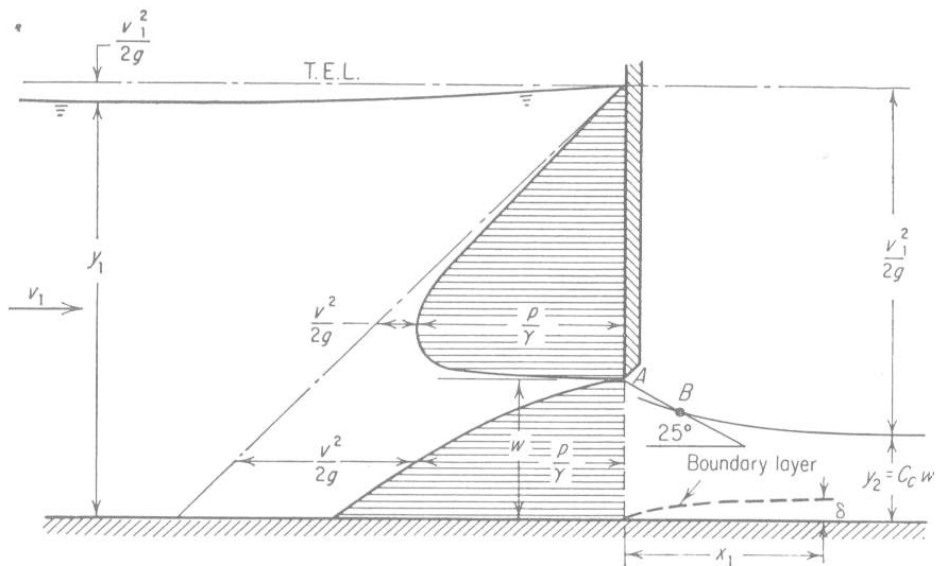
Y_1 = ความลึกของน้ำด้านเหนือน้ำของบานประตู, เมตร

2.2.1 บานระบายชนิดบานตรง (Vertical lift gate or Sluice gate)

จากการศึกษาของ United State Bureau of Reclamation (USBR) การคำนวณการไหลของบานระบายชนิดบานตรงกรณีเปิดบานบางส่วน แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ การไหลลอดผ่านบานตรงแบบอิสระ (Free flow) และการไหลลอดผ่านบานแบบท่วม (Submerged flow) ลักษณะการไหลของน้ำผ่านบานระบายตรงมีทิศทางตั้งฉากกับทิศทางการไหลที่ตำแหน่งช่องเปิดของบานตรง ขอบล่างของบานประตูกับธรณีรองรับบานเป็นแนวตำแหน่งหน้าตัดแนวตั้งแนวเดียวกันตลอด (วรารุช วุฒินิชย์. (2534). การออกแบบอาคารบังคับน้ำ (Design of Water Control Structure) . ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.)

(1) การคำนวณอัตราการไหลผ่านบานตรงแบบอิสระ (Free flow)

การไหลแบบอิสระเมื่อระดับน้ำท้ายประตูมีระดับไม่สูงกว่าระดับท้องบานระบายที่ยกขึ้นเป็นการไหลของน้ำแบบอิสระที่ไม่อยู่ภายใต้การถูกบังคับหรือต้านทานของการไหลของน้ำท้ายบานระบาย ดังแสดงในรูปที่ 2 - 3 สภาวะการไหลของน้ำด้านท้ายบานเป็นการไหลแบบ Supercritical ($Fr > 1$) และท้ายบานไม่ถูกท่วมเนื่องจาก Backwater curve จากสมการที่ 1 ในทางปฏิบัติใช้ค่าสัมประสิทธิ์การบีบตัวของหน้าตัดการไหลของน้ำ $C_c = 0.61$

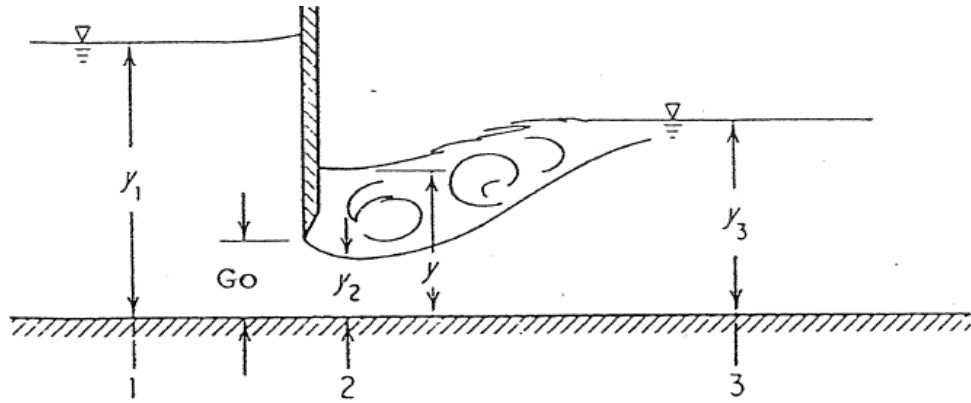


รูปที่ 2 - 3 การไหลผ่านบานตรงแบบอิสระ

ที่มา : US. Bureau of Reclamation. (1977). Design Standard No.7, Valves, Gates and Steel Conduits.

(2) การคำนวณอัตราการไหลผ่านบานตรงแบบท่วมท้ายบาน (Submerged flow)

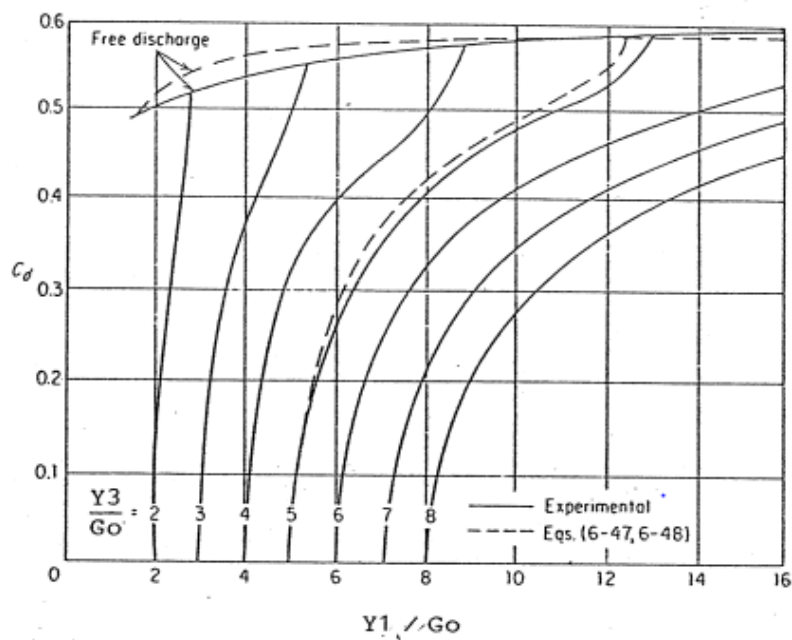
การไหลของน้ำลอดใต้บานประตูจะเป็นแบบท่วมท้ายบานก็ต่อเมื่อความลึกของน้ำด้านท้ายบานประตู (y_3) มีค่ามากกว่า Conjugate depth ของ y_2 ซึ่งจะเกิดขึ้นในกรณีที่มีอาคารชลศาสตร์ด้านท้ายน้ำหรือช่วงน้ำท่วม ทำให้ระดับน้ำด้านท้ายมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำ (C_d) ดังแสดงในรูปที่ 2 - 4



รูปที่ 2 - 4 การไหลผ่านบานตรงแบบท่วมท้ายบาน

ที่มา : US. Bureau of Reclamation. (1977). Design Standard No.7, Valves, Gates and Steel Conduits.

Henry ได้ศึกษาทดลองการไหลผ่านบานระบายแบบบานตรง ได้ผลการทดลองสรุปค่าสัมประสิทธิ์การไหล (C_d) ซึ่งแปรผันตามค่า Y_1/G_0 แสดงในรูปที่ 2 - 5 โดยเส้นกราฟ Free flow เป็นกราฟเส้นแนวนอน เส้นบนมีค่าระหว่าง 0.5 - 0.6 และเส้นกราฟแนวเฉียงเป็นของกรณีการไหลแบบ Submerged flow



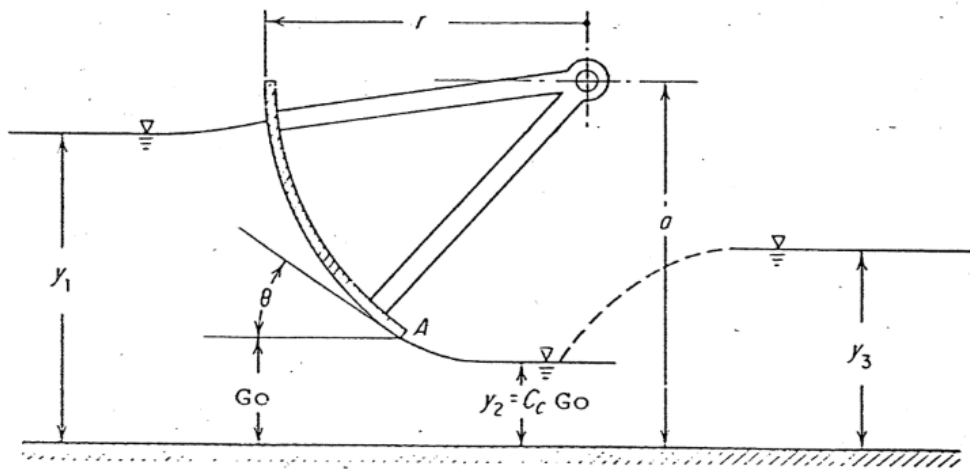
รูปที่ 2 - 5 สัมประสิทธิ์การไหลของน้ำลอดใต้บานประตูแบบบานตรง

ที่มา : Henry, H.R. (1950). A study of flow from a submerged sluice gate. M.S. Thesis. Department of Mechanics and Hydraulics, Iowa City IA: State University Iowa.

2.2.2 บานระบายชนิดบานโค้ง (Radial or Tainter gate)

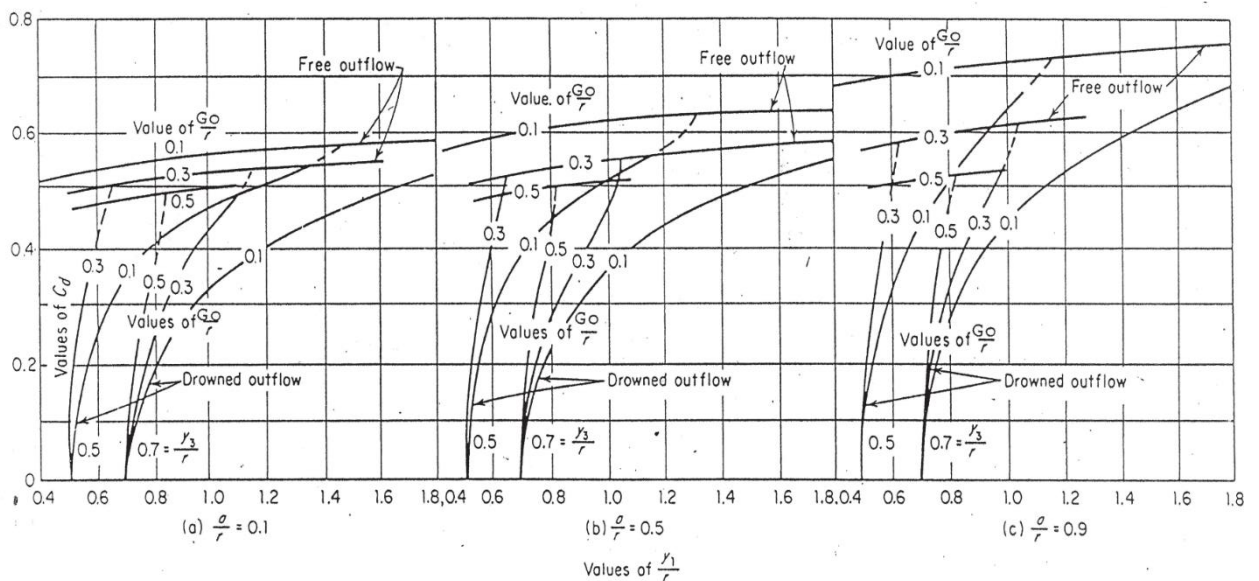
ปริมาณน้ำไหลผ่านบานระบายชนิดบานโค้งนั้น ใช้หลักการวิเคราะห์การไหลผ่าน Orifice ขนาดใหญ่เช่นเดียวกับกรณีบานตรง แต่จะมีความแตกต่างกันที่บานกรณีบานโค้งเมื่อยกบานขึ้น ส่วนขอบล่างของบานจะเคลื่อนตัวเป็นส่วนโค้งของวงกลมไม่อยู่ในแนวตั้งแนวเดียวกับจุดตรึงรองรับบานแบบประตูบานตรง ขอบล่างจะทำมุม θ กับกรณีประตู หรืออาจกล่าวได้ว่าช่องเปิดของบานโค้งนั้นจะเอียงเป็นมุม θ ดังแสดงในรูปที่ 2 - 6

จากการศึกษาของ Toch (1995) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผ่านบานระบาย (C_d) จะแปรผันกับค่า $Y_1 G_o a$ และ r ดังแสดงในรูปที่ 2 - 7 ของกรณีการไหลแบบอิสระ (Free flow หรือ Free outflow) และกรณีการไหลแบบท่วมท้ายบาน (Submerged flow หรือ Drowned outflow)



รูปที่ 2 - 6 การไหลผ่านบานโค้งแบบอิสระ

ที่มา : US. Bureau of Reclamation. (1977). Design Standard No.7, Valves, Gates and Steel Conduits..



รูปที่ 2 - 7 สัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผ่านบานระบายแบบบานโค้ง (C_d)

ที่มา : Toch, A. (1955). Discharge characteristics of Tainter gates. Transaction, American Society of Civil Engineers, Volume 120, 290.

ค่าสัมประสิทธิ์การบีบตัวของหน้าตัดการไหลของน้ำ (C_c) ของการไหลผ่านบานโค้งจะมีค่ามากกว่ากรณีการไหลผ่านบานตรง สมการสำหรับประมาณค่า C_c แสดงดังสมการที่ 3 ซึ่งสมการมีค่าคลาดเคลื่อนของผลการคำนวณ $\pm 5\%$ เมื่อ $\theta < 90^\circ$ เมื่อ θ คือ มุมที่ห้องบานประตูกระทำกับแนวราบ หน่วยเป็น องศา

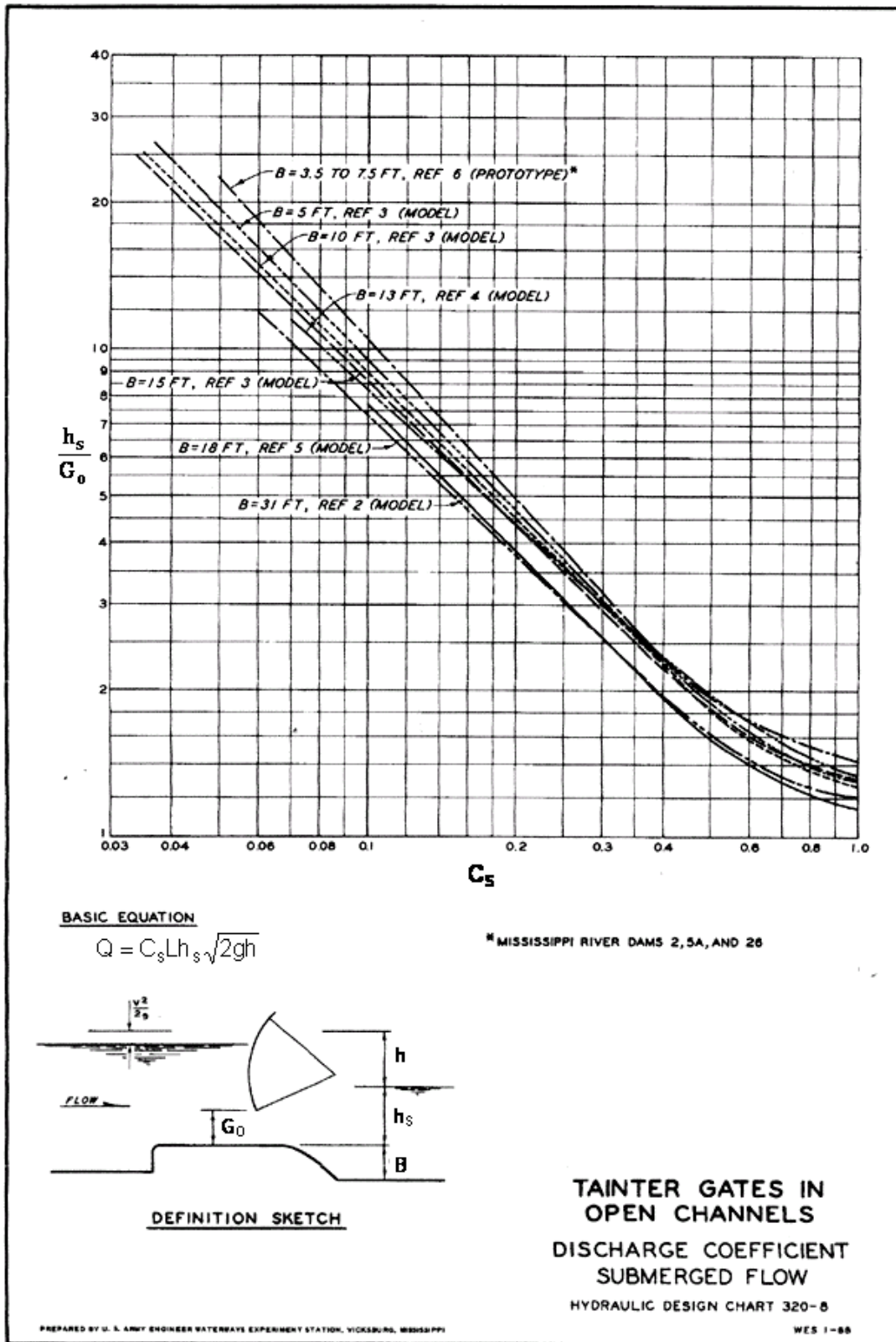
$$C_c = 1 - 0.75 \left(\frac{\theta}{90} \right) + 0.36 \left(\frac{\theta}{90} \right)^2 \quad \text{สมการที่ 3}$$

กรณีการไหลผ่านประตูระบายบานโค้งแบบท่อมท้ายบาน US Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station ได้พัฒนาสูตรสำหรับใช้คำนวณอัตราการไหลผ่านบานระบาย โดยดัดแปลงจากสูตรของ Standard Orifices (สมการที่ 1) ดังนี้

$$Q = C_s L h_s \sqrt{2gh} \quad \text{สมการที่ 4}$$

- เมื่อ Q = ปริมาณน้ำไหลผ่านบานระบาย, ลบ.ม. ต่อ วินาที
 C_s = สัมประสิทธิ์การไหลลอดใต้บานแบบท่อมท้ายบาน
 L = ความกว้างของบานประตู, เมตร
 g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก = 9.81 เมตร ต่อ วินาที²
 h_s = ผลต่างของระดับน้ำด้านท้ายน้ำและระดับธรณีประตู, เมตร
 h = ผลต่างของเฮดทั้งหมดระหว่างเหนือน้ำและท้ายน้ำ ซึ่งรวมถึงเฮดความเร็วของน้ำที่ไหลเข้าสู่บานด้วย, เมตร

ค่า C_s มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับค่า h_s/G_o ดังแสดงในรูปที่ 2 - 8 โดยเลือกเส้นกราฟตามระยะผลต่างของระดับธรณีประตูกับระดับพื้นท้ายน้ำ (B)



รูปที่ 2 - 8 สัมประสิทธิ์การไหลลอดใต้บานแบบทวมท้ายบาน

ที่มา : USACE. (1977). Hydraulic Design Criteria (Vol.2). Vicksburg, MS: U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station.

2.3 การวัดปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำชลประทานและการสอบเทียบอาคารชลประทาน

กรมชลประทานได้จัดทำคู่มือการวัดปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำชลประทานและการสอบเทียบอาคารชลประทาน (กรมชลประทาน, 2554) เพื่อใช้ตรวจสอบการคำนวณอัตราการไหลผ่านอาคารชลประทาน การสอบเทียบ (Calibration) อาคารชลประทานเป็นการหาค่าสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำ (Discharge Coefficient) ผ่านอาคารชลประทาน เพื่อใช้สำหรับคำนวณอัตราการไหลผ่านอาคารชลประทานนั้นๆ เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลผ่านบานระบายกับระดับน้ำด้านเหนือ - ท้ายน้ำ ระยะการเปิดบานประตูระบายน้ำ และสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำผ่านอาคาร โดยใช้หลักการทางคณิตศาสตร์คำนวณจากสูตรมาตรฐานสำหรับการคำนวณปริมาณน้ำ

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนรวบรวมข้อมูลและการเตรียมงาน

1.1 รวบรวมและศึกษาข้อมูลรายละเอียด เช่น ข้อมูลรูปตัดขวางลำน้ำ ข้อมูลด้านชลศาสตร์ของอาคาร ค่าระดับต่างๆ ของอาคาร เป็นต้น

1.2 จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการวัดความเร็วกระแส น้ำ และเครื่องวัดความเร็ว กระแส น้ำที่มีการตรวจสอบปรับเทียบพร้อมใช้งาน

1.3 ตรวจสอบความถูกต้องของระดับต่างๆ ของอาคาร เช่น ระดับธรณีประตู ระดับน้ำใช้ การเต็มที (FSL) เป็นต้น และตรวจสอบแผ่นระดับน้ำทั้งแบบแนวตั้งให้ตั้งตรงอยู่ในแนวตั้ง หรือแผ่นระดับน้ำแบบเอียงตามความลาดชันของคลอง (ขึ้นอยู่กับชนิดของแผ่นระดับน้ำ) ให้ตั้งอยู่ในระดับที่ถูกต้องทั้งด้านเหนือ น้ำและท้ายน้ำ

1.4 ปรับตั้งค่าศูนย์ของบาน โดยการปรับระยะเปิดบานให้อ่านได้ค่าศูนย์ในขณะที่บานนั้น ปิดลงและน้ำไม่สามารถไหลผ่านอาคารได้

1.5 พิจารณาเลือกสถานที่ที่จะทำการวัดความเร็วกระแส น้ำ โดยบริเวณดังกล่าวจะต้องมี ระยะห่างเพียงพอจากอาคารชลประทานที่ต้องการสอบเทียบ และควรเลือกทางน้ำที่ตรง น้ำไหลราบเรียบ ปราศจากการไหลแบบปั่นป่วน ไม่ได้รับอิทธิพลจาก Back water effect และจะต้องไม่มีสิ่งกีดขวางการไหล ของน้ำ

2. ขั้นตอนการวัดปริมาณน้ำและสอบเทียบอาคาร

2.1 สำรวจรูปตัดทางน้ำที่จะทำการวัด

2.2 แบ่งหน้าตัดของทางน้ำออกเป็นช่วงๆ วัดความลึกของน้ำในแนวตั้งแต่ละแนว และหา ความลึกตามระยะต่างๆ ของความลึกผิวน้ำ ตามเกณฑ์การวัด

2.3 บันทึกข้อมูลอาคาร จำนวนบานที่เปิด, ลักษณะช่องระบาย (ท่อกลม/เหลี่ยม หรือ ประตู) จำนวนช่อง/แถว ทั้งหมดขนาดช่อง (กว้าง - สูง, หรือเส้นผ่าศูนย์กลาง)ระดับธรณีประตู

2.4 บันทึกข้อมูลระดับน้ำด้านเหนือน้ำ, ระดับน้ำด้านท้ายน้ำ, ความต่างของระดับน้ำและ ระยะเปิดบาน

2.5 ใช้เครื่องมือวัดกระแส น้ำ วัดความเร็วของกระแส น้ำในแนวตั้งของหน้าตัด โดยวัดความเร็วของกระแส น้ำในระดับความลึกต่างๆ ตามเกณฑ์การวัด

2.6 ปรับการเปิดบานที่ระยะต่างๆ เพื่อให้ได้ปริมาณน้ำที่ทดสอบหลายๆ ค่า

3. การคำนวณปริมาณน้ำ และหาสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำ

3.1 คำนวณหาความเร็วเฉลี่ย

3.2 คำนวณหาพื้นที่หน้าตัดของแต่ละหน้าตัดย่อย

3.3 หาอัตราการไหลทั้งหมดโดยรวมอัตราการไหลของทุกหน้าตัดย่อย

3.4 นำค่าอัตราการไหลที่คำนวณได้ในหน้าตัด ไปคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การไหล

3.5 นำสัมประสิทธิ์การไหลของน้ำ (C_s) ที่คำนวณได้จากการวัดความเร็วกระแส น้ำแต่ละครั้ง ไปหาความสัมพันธ์กับค่า h_s/G_0 ที่ได้มาพล็อตกราฟ log-log จะได้สมการความสัมพันธ์ระหว่าง C_s และ h_s/G_0

3.6 นำสมการความสัมพันธ์ระหว่าง C_s และ h_s/G_0 มาคำนวณและจัดทำตารางแสดงปริมาณน้ำไหลผ่านอาคารที่ระยะเปิดบานต่าง ๆ

4. วิเคราะห์ผลและสรุปรายงาน

2.4 ดัชนีฝนมาตรฐานและการประยุกต์ใช้

ค่าดัชนีปริมาณฝนมาตรฐาน (SPI) เป็นดัชนีความแห้งแล้งทางอุตุนิยมวิทยาที่นิยมใช้วิธีหนึ่ง เนื่องจากมีวิธีคำนวณง่ายโดยคำนวณจากข้อมูลปริมาณน้ำฝน ค่าดัชนีปริมาณฝนมาตรฐาน (SPI) คิดค้นโดยนักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกา McKee, Doesken และ Kleist ในปี ค.ศ. 1993 ดัชนี SPI สามารถใช้อธิบายปริมาณน้ำฝนที่ขาดดุลและส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำในธรรมชาติต่างๆ ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว เช่น ปริมาณน้ำบาดาล น้ำในอ่างเก็บน้ำ รวมถึงปริมาณน้ำในชั้นดิน ซึ่งมีความสัมพันธ์กันกับปริมาณฝนสะสมแต่ละช่วงเวลาแตกต่างกัน

ข้อดีของค่าดัชนี SPI คือสามารถประยุกต์โดยคำนวณปริมาณฝนสะสมได้หลายช่วงเวลาตามความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติต่างๆ ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละลุ่มน้ำ McKee et al. (1993) เสนอการใช้ดัชนี SPI-1 (คำนวณจากฝนสะสม 1 เดือน) สำหรับการติดตามปริมาณน้ำในชั้นดินซึ่งมีผลต่อการขาดแคลนน้ำของพืช การใช้ดัชนี SPI-3 (คำนวณจากฝนสะสม 3 เดือน) สำหรับการติดตามสถานการณ์ภัยแล้งในช่วงเวลาเพาะปลูก การใช้ดัชนี SPI-6 (คำนวณจากฝนสะสม 6 เดือน) สำหรับการติดตามผลกระทบในช่วงฤดูฝนที่ปริมาณฝนนั้นมีผลต่อปริมาณน้ำในแม่น้ำหรืออ่างเก็บน้ำซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศ การใช้ดัชนี SPI-9 (คำนวณจากฝนสะสม 9 เดือน) สำหรับการติดตามผลกระทบในระยะกลางถึงระยะยาวที่เกิดภัยแล้งส่งผลต่อการใช้น้ำประเภทอื่นๆ นอกเหนือจากการเกษตร การใช้ดัชนี SPI-12 และ SPI-24 (คำนวณจากฝนสะสม 12 เดือน และ 24 เดือน) สำหรับการติดตามผลกระทบในระยะยาวที่เกิดภัยแล้งส่งผลต่อระดับน้ำบาดาล

การประยุกต์ใช้ค่าดัชนี SPI เป็นวิธีที่สามารถนำมาใช้ได้ง่าย เหมาะสำหรับการนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับข้อมูลตรวจวัดฝนอัตโนมัติเพื่อติดตามสถานการณ์ภัยแล้งและการเตือนภัยในระดับลุ่มน้ำพัฒนา วิจิตรพงษ์สกุล และคณะ (2559) เปรียบเทียบการใช้ดัชนีน้ำฝนมาตรฐานช่วงเวลา 12 เดือน (SPI-12) และ ดัชนีความแห้งแล้งทางอุตุนิยมวิทยา (D) กับผลการวิเคราะห์ความแห้งแล้งของกรมทรัพยากรน้ำ ในพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรัง ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการใช้ดัชนี SPI มีความสอดคล้องมากกว่าดัชนี D สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ภัยแล้งในพื้นที่ระดับลุ่มน้ำได้เพื่อลดผลกระทบจากภัยแล้ง

Tingsanchali และ Piriyawong. (2018) เสนอการประเมินความเสี่ยงภัยแล้งในพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีโครงการชลประทาน โดยความเสี่ยงภัยแล้งประกอบไปด้วยภัย (Hazard) ความล่อแหลม (exposure) และความเปราะบาง (vulnerability) ปริมาณน้ำฝนคือตัวแปรหนึ่งของภัยจากธรรมชาติ ซึ่งประยุกต์ใช้ ค่าดัชนี SPI-3 มาอธิบายผลของปริมาณฝนที่ขาดดุลในระยะสั้นมีผลต่อปริมาณน้ำในชั้นดิน เพื่อความเสี่ยงภัยแล้งเชิงพื้นที่ของภาคการเกษตรในลุ่มน้ำมูลบน-ลำแซะ จังหวัดนครราชสีมา จากหลักการที่นำเสนอในผลการศึกษาสามารถนำไปประยุกต์ใช้ติดตามความเสี่ยงภัยแล้ง ใช้ประกอบการตัดสินใจใน การลำดับความความเสี่ยง เพื่อกำหนดนโยบายสำหรับการลดผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นในพื้นที่โครงการชลประทานและในระดับลุ่มน้ำได้

บทที่ 3 พื้นที่ศึกษา การรวบรวมข้อมูลและวิธีการศึกษา

3.1 ระบบลุ่มน้ำมูล

แม่น้ำมูลในเขตจังหวัดนครราชสีมาจากด้านท้ายเขื่อนมูลบนได้ไหลรวมกับลำพระเพลิงก่อนจะไหลผ่านตัวเมืองนครราชสีมาถึงสถานี M.2A ซึ่งมีระยะทางประมาณ 70.4 กิโลเมตร สภาพลำน้ำมีขนาดเล็ก มีความกว้างประมาณ 50 เมตร และลึกประมาณ 5.2 เมตร แต่มีความลาดชันสูงประมาณ 1:3,360 และมีความสามารถในการระบายน้ำที่สถานี M.2A ที่ 166.0 ลูกบาศก์เมตร/วินาที หลังจากนั้นแม่น้ำมูลจะไหลบรรจบกับลำตะคอง จะไหลผ่านฝายยางบ้านส้มไปบรรจบกับลำเชียงไกรและลำจักรราช หลังจากนั้นจะไหลผ่านเขื่อนระบายน้ำพิมายและประตูระบายน้ำชุมพวง ไปรวมกับลำปลายมาศ และผ่านฝายยางบ้านเขว้าและฝายกุดชุมแสงก่อนจะไหลเข้าเขตอำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์ ซึ่งเป็นที่ตั้งของสถานี M.6A โดยมีความกว้างของลำน้ำประมาณ 100 เมตร ลึก 8.8 เมตร และมีความสามารถในการระบายน้ำ 330.0 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ความลาดชันของแม่น้ำมูลระหว่างสถานี M.2A ถึงสถานี M.6A ซึ่งมีระยะทาง 387.6 กิโลเมตร มีค่าเฉลี่ยประมาณ 1:9,690

หลังจากแม่น้ำมูลไหลผ่านอำเภอสตึกแล้วจะไหลรวมกับลำชีก่อนจะไหลผ่านฝายยางบ้านตะลุง และไหลเข้าเขตอำเภอนำทม จังหวัดสุรินทร์ ซึ่งเป็นที่ตั้งของสถานี M.4 โดยมีความกว้างของลำน้ำประมาณ 100 เมตร ลึก 9.5 เมตร โดยมีความสามารถในการระบายน้ำ 571.0 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ความลาดชันของแม่น้ำมูลระหว่างสถานี M.6A ถึงสถานี M.4 ซึ่งมีระยะทาง 86 กิโลเมตร มีค่าลดลงจากลำน้ำในช่วงเหนือน้ำโดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 1:12,285 หลังจากนั้นแม่น้ำมูลจะไหลรวมกับห้วยทับทันและไหลผ่านฝายราชสีไศลเข้าสู่เขตอำเภอราชสีไศล จังหวัดศรีสะเกษ ที่สถานี M.5 มีความกว้างลำน้ำประมาณ 170 เมตร ลึก 8.7 เมตร และมีความสามารถในการระบายน้ำ 1,002 ลูกบาศก์เมตร/วินาที แต่ค่าความลาดชันของแม่น้ำมูลระหว่างสถานี M.4 ถึงสถานี M.5 ซึ่งมีระยะทาง 112 กิโลเมตร มีค่าลดลงจากลำน้ำมูลในช่วงเหนือน้ำโดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 1:14,000

แม่น้ำมูลตอนล่างหลังจากไหลผ่านอำเภอราชสีไศลจะไหลรวมกับห้วยสำราญและห้วยขยุง และผ่านฝายห้วยนา หลังจากนั้นจะไหลรวมกับแม่น้ำชีเข้าสู่เขตอำเภอเมืองอุบลราชธานีซึ่งเป็นที่ตั้งของสถานี M.7 โดยมีความกว้างลำน้ำประมาณ 420 เมตร ลึก 5.5 เมตร และมีความสามารถในการระบายน้ำ 2,360 ลูกบาศก์เมตร/วินาที แต่ค่าความลาดชันของแม่น้ำมูลระหว่างสถานี M.5 ถึงสถานี M.7 ซึ่งมีระยะทาง 132 กิโลเมตร ลดลงจากลำน้ำมูล ในช่วงเหนือน้ำโดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 1:16,500 หลังจากไหลผ่านอำเภอเมืองอุบลราชธานี แม่น้ำมูลจะไหลผ่านอำเภอบึงมูลมังหารและเขื่อนปากมูลก่อนจะไหลลงแม่น้ำโขงที่อำเภอโขงเจียม รวมความยาวลำน้ำทั้งหมด 930 กิโลเมตร

การจัดทำแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมการไหลของน้ำหลาก โดยวิเคราะห์ระดับน้ำและปริมาณน้ำที่ตำแหน่งต่างๆของแม่น้ำที่ต้องการพิจารณา สามารถรับข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่วิเคราะห์จากแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า ได้โดยตรง ระบบโครงข่ายลำน้ำที่พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล ประกอบด้วยลุ่มน้ำลำตะคอง ลุ่มน้ำที่มีอิทธิพลต่อจังหวัดนครราชสีมา และลุ่มน้ำที่มีอิทธิพลต่อจังหวัดบุรีรัมย์ สุรินทร์ และศรีสะเกษ ดังแสดงในรูปที่ 3 - 1 และดังแสดงในรูปที่ 3 - 2

3.2 การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

การรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย ข้อมูลอุตุวิทยามหาวิทยาลัยและอุทกวิทยา ได้แก่ ข้อมูลปริมาณฝนที่สถานีวัดน้ำฝนที่มีการรายงานข้อมูลฝนรายวัน ข้อมูลอัตราการไหลและระดับน้ำที่สถานีวัดน้ำท่า ข้อมูลการระบายน้ำออกจากเขื่อน และข้อมูลทางกายภาพทั่วไป ได้แก่ ข้อมูลรูปตัดลำน้ำ ขนาดและมิติต่างๆ ของอาคารควบคุมน้ำ มีรายละเอียดของข้อมูลดังต่อไปนี้

3.2.1 ข้อมูลอุตุวิทยามหาวิทยาลัย

ข้อมูลอุตุวิทยามหาวิทยาลัย เพื่อนำเข้าในแบบจำลองประกอบด้วย ข้อมูลฝนที่สถานีวัดน้ำฝนดัชนีข้อมูลอัตราการระเหย รายละเอียดมีดังนี้

1) สถานีวัดน้ำฝนที่มีการบันทึกข้อมูลรายวัน จากกรมอุตุวิทยามหาวิทยาลัย มีจำนวนทั้งสิ้น 87 สถานี ดังแสดงในรูปที่ 3 - 3

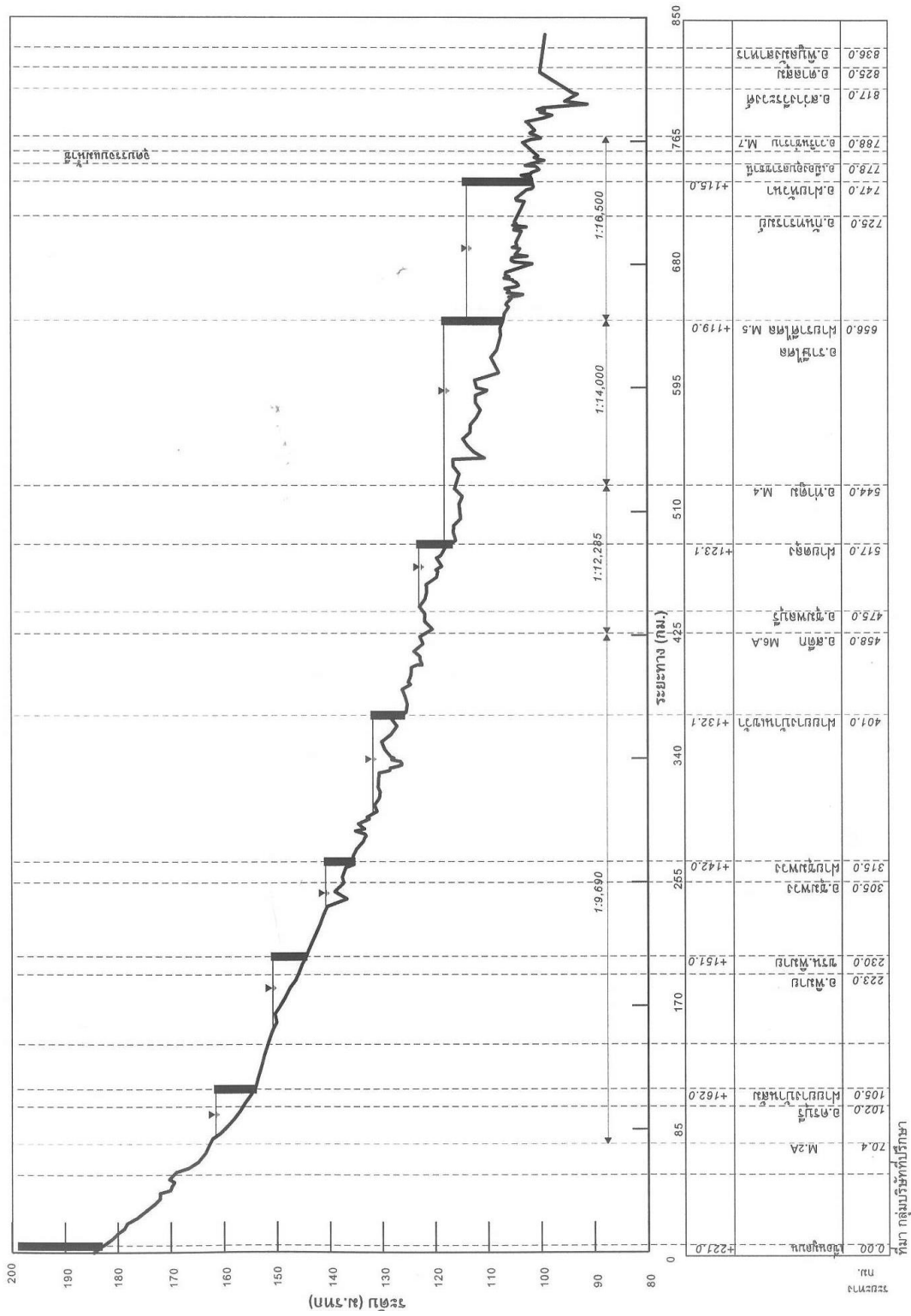
2) สถานีวัดการระเหย ในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำมูล จำนวน 16 สถานี ดังแสดงในรูปที่ 3 - 4

เนื่องจากข้อมูลน้ำฝนรายวันจากกรมอุตุวิทยามหาวิทยาลัย ตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2546 ถึง 31 มีนาคม พ.ศ. 2554 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่จะใช้ในแบบจำลองน้ำฝน - น้ำท่า (NAM Model) มีข้อมูลบางส่วนขาดหายไป จึงมีความจำเป็นต้องประมาณค่าของข้อมูลน้ำฝนรายวันดังกล่าวเพื่อให้ข้อมูลครบถ้วน การศึกษานี้จึงเลือกใช้วิธีสัดส่วนปกติ (Normal Ratio Method) ในการประมาณค่า

การคัดเลือกสถานีฝนข้างเคียงได้ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อหาสถานีที่ใกล้เคียงกับสถานีน้ำฝนที่ขาดหายไป โดยใช้เมนู Selection คำสั่ง Select By Location โดยระบุ target layers เป็นตำแหน่งสถานีฝนและ Source layer เป็นสถานีฝนเช่นเดียวกันในส่วน Spatial Selection Method ให้ระบุเป็น “target layer feature are with a distinct of source layer feature” จากนั้นกำหนดระยะทางที่ต้องการ

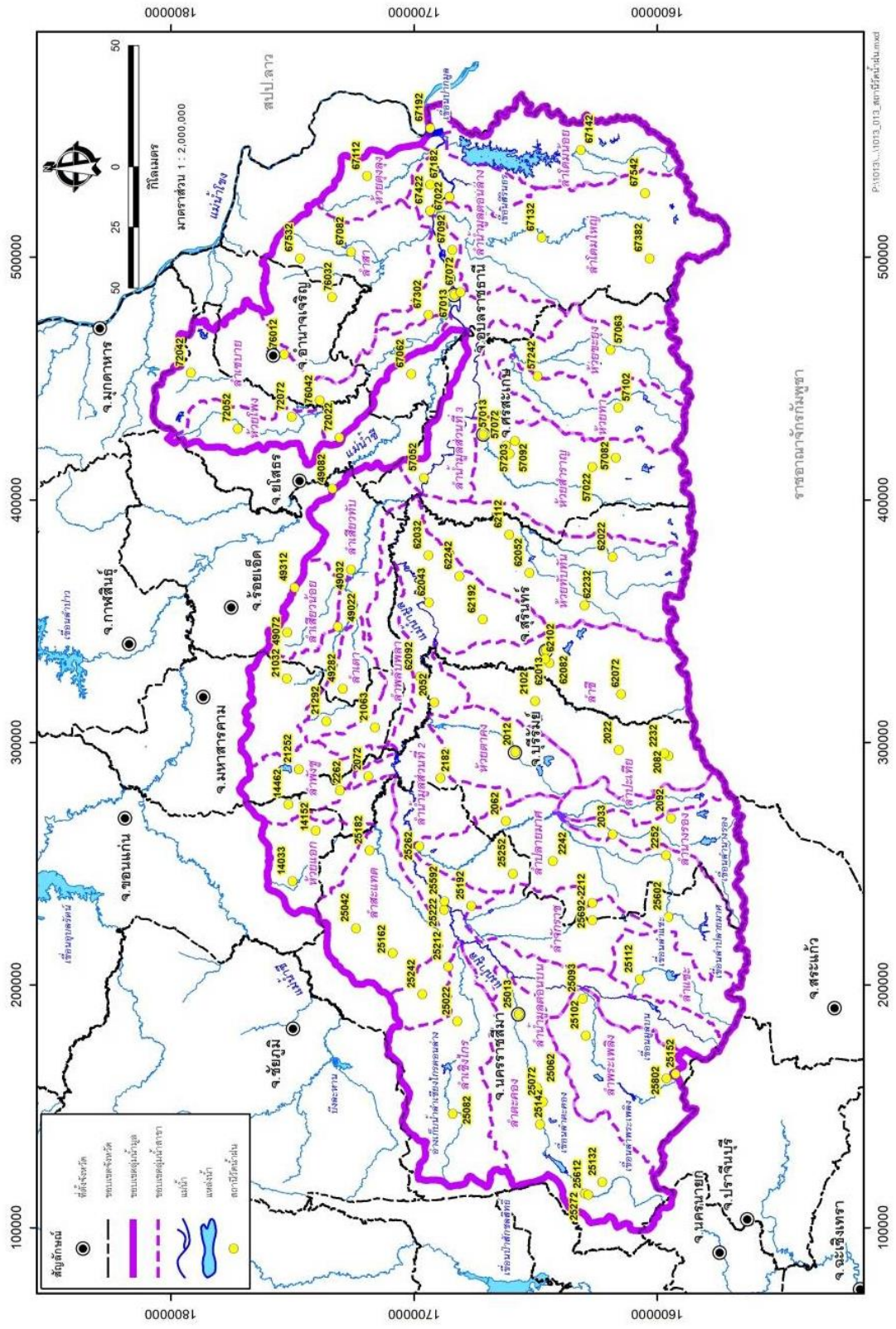
3.2.2 ข้อมูลอุทกวิทยา

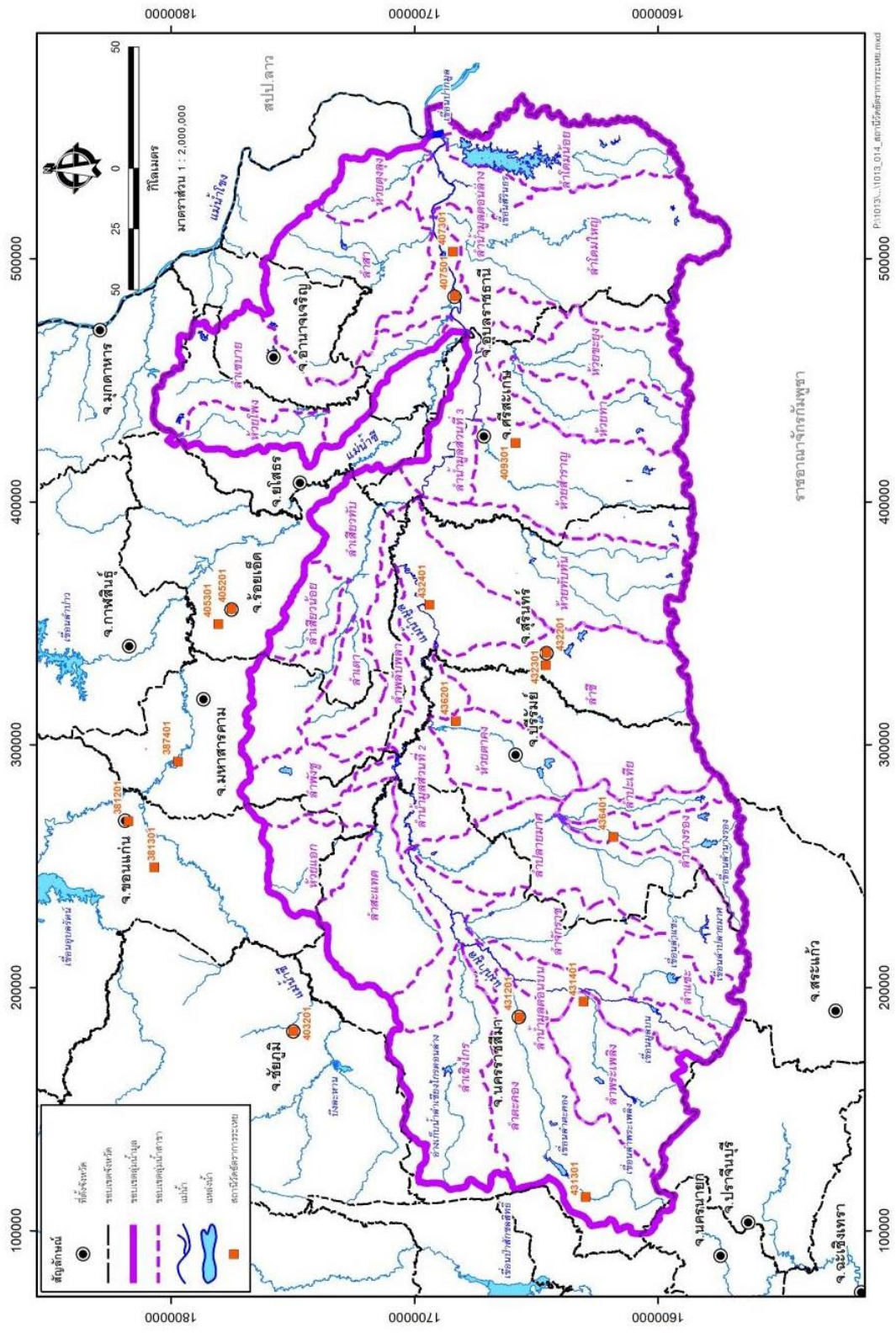
ข้อมูลอัตราการไหลและระดับน้ำของสถานีวัดน้ำท่าในพื้นที่โครงการ จำนวน 31 สถานี จากศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ดังแสดงในตารางที่ 3 - 1 และรูปที่ 3 - 3 เป็นข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลองน้ำฝน - น้ำท่า (Rainfall-Runoff) และแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamics) ในการพัฒนาแบบจำลองจะเลือกใช้ข้อมูลในปีน้ำปานกลางในการเปรียบเทียบ และนำไปตรวจพิสูจน์ด้วยข้อมูลปีที่มีปริมาณน้ำมาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับช่วงข้อมูลที่มีของแต่ละสถานีวัดน้ำท่า



รูปที่ 3 - 2 รูปตัดตามยาวของแม่ข่าย

ที่มา : กรมชลประทาน. (2556). โครงการศึกษาวางระบบและติดตั้งระบบโทรมาตรเพื่อพยากรณ์น้ำท่วม จังหวัดนครราชสีมา (มูล).





รูปที่ 3 - 4 สถานีวัดอัตราการกระจายน้ำดื่ม

ที่มา : กรมชลประทาน. (2556). โครงการศึกษาวางแผนและติดตั้งระบบโทรมาตรเพื่อพยากรณ์น้ำและเตือนภัยน้ำท่วม จังหวัดนครราชสีมา (มูลนิธิ).

ตารางที่ 3 - 1 สถานีวัดน้ำฝน

ลำดับ	รหัสสถานี	อำเภอ	จังหวัด	ตำแหน่ง (องศา-ลิปดา-ฟิลิปดา)		ฝนรายปีเฉลี่ย
				ละติจูด	ลองจิจูด	
1.	02012	อ.เมืองบุรีรัมย์	บุรีรัมย์	14-59-32	103-06-29	1244.84
2.	02022	อ.ประโคนชัย	บุรีรัมย์	14-36-27	103-07-06	1363.49
3.	02033	อ.นางรอง	บุรีรัมย์	14-37-39	102-47-48	1187.22
4.	02052	อ.สตึก	บุรีรัมย์	15-17-40	103-17-45	1156.53
5.	02062	อ.ลำปลายมาศ	บุรีรัมย์	15-01-26	102-50-33	1214.77
6.	02082	นิคมสร้างตนเอง บ้านกรวด	บุรีรัมย์	14-25-20	103-05-56	1340.46
7.	02092	อ.ละหานทราย	บุรีรัมย์	14-24-40	102-51-38	1220.15
8.	02102	อ.กระสัง	บุรีรัมย์	14-55-11	103-18-15	1203.94
9.	02212	อ.หนองกี่	บุรีรัมย์	14-42-00	102-32-00	1125.19
10.	02232	อ.บ้านกรวด	บุรีรัมย์	14-26-14	103-06-27	1285.00
11.	02242	อ.หนองหงส์	บุรีรัมย์	14-50-55	102-41-29	1097.66
12.	02252	อ.ปะคำ	บุรีรัมย์	14-25-38	102-43-09	1092.96
13.	05062	อ.คอนสวรรค์	นครราชสีมา	14-55-50	102-17-02	1079.13
14.	05072	สถานีทดลองและขยายพันธุ์อ้อยชัยภูมิ	นครราชสีมา	15-15-00	102-01-01	1045.12
15.	14033	อ.พล	ขอนแก่น	15-48-52	102-36-12	995.93
16.	21063	อ.พยัคฆภูมิพิสัย	มหาสารคาม	15-30-50	103-11-54	1347.88
17.	21252	อ.นาเชือก	มหาสารคาม	15-47-44	103-02-05	1214.59
18.	21292	อ.นาดี	มหาสารคาม	15-41-44	103-13-13	1199.94
19.	25013	อ.เมืองนครราชสีมา	นครราชสีมา	14-58-10	102-06-13	1086.29
20.	25042	อ.บัวใหญ่	นครราชสีมา	15-34-35	102-25-32	1017.30
21.	25062	อ.สูงเนิน	นครราชสีมา	14-53-50	101-49-30	840.39
22.	25072	อ.สีคิ้ว	นครราชสีมา	14-52-28	101-46-10	893.99
23.	25082	อ.ด่านขุนทด	นครราชสีมา	15-12-28	101-43-10	909.24
24.	25093	อ.โชคชัย	นครราชสีมา	14-43-50	102-10-00	1065.43
25.	25102	อ.ปักธงชัย	นครราชสีมา	14-43-06	102-01-32	917.17
26.	25112	อ.ครบุรี	นครราชสีมา	14-31-12	102-14-36	839.57
27.	25132	สถานีพืชอาหารสัตว์ ปากช่อง (M.89)	นครราชสีมา	14-39-00	101-28-00	1252.10
28.	25142	สถานีทดลองพืชไร่ บ้านใหม่สำโรง อ.สีคิ้ว	นครราชสีมา	14-53-00	101-41-00	1009.86
29.	25152	โรงเรียนบ้านศาลเจ้าพ่อ อ.ปักธงชัย	นครราชสีมา	14-23-00	101-53-00	1176.72
30.	25182	อ.ประทาย	นครราชสีมา	15-31-46	102-43-31	1094.03
31.	25192	นิคมสร้างตนเอง พิมาย	นครราชสีมา	15-09-00	102-31-00	1012.61
32.	25222	สถานีทดลองข้าว พิมาย	นครราชสีมา	15-15-00	102-30-00	1041.64
33.	25242	อ.ขามสะแกแสง	นครราชสีมา	15-19-40	102-10-31	950.30
34.	25252	อ.ห้วยแถลง	นครราชสีมา	14-59-45	102-38-31	1090.82
35.	25272	อากาศเกษตร ปากช่อง	นครราชสีมา	14-42-48	101-25-16	1132.60
36.	25592	โรงเรียนบ้านท่าหลวง อ.พิมาย	นครราชสีมา	15-15-00	102-32-00	939.16

ตารางที่ 3 - 1 สถานีวัดน้ำฝน (ต่อ)

ลำดับ	รหัสสถานี	อำเภอ	จังหวัด	ตำแหน่ง (องศา-ลิปดา-ฟิลิปดา)		ฝนรายปีเฉลี่ย
				ละติจูด	ลองจิจูด	
37.	25602	อ.เสิงสาง	นครราชสีมา	14-25-00	102-29-00	1014.33
38.	25612	สำนักงานเกษตร อ.ปากช่อง	นครราชสีมา	14-42-00	101-25-00	966.53
39.	25692	อ.หนองบุญนาก	นครราชสีมา	14-42-00	102-28-00	1066.82
40.	25702	อ.แก้งสนามนาง	นครราชสีมา	15-47-27	102-18-40	947.39
41.	25802	อ.วังน้ำเขียว	นครราชสีมา	14-25-00	101-52-00	1308.67
42.	49032	อ.สุวรรณภูมิ	ร้อยเอ็ด	15-36-28	103-48-14	1299.86
43.	49312	อ.เมืองสรวง	ร้อยเอ็ด	15-49-00	103-44-00	1101.27
44.	57013	อ.เมืองศรีสะเกษ	ศรีสะเกษ	15-07-03	104-19-31	1508.81
45.	57022	อ.ขุขันธ์	ศรีสะเกษ	14-42-42	104-12-08	1427.85
46.	57052	อ.ราชันไศล	ศรีสะเกษ	15-20-19	104-09-26	1427.81
47.	57063	อ.กันทรลักษ์	ศรีสะเกษ	14-38-43	104-39-01	1532.32
48.	57072	สถานีทดลองไหม (ขยายพันธุ์พืช) ศรีสะเกษ	ศรีสะเกษ	15-02-00	104-17-00	1405.79
49.	57082	นิคมสร้างตนเอง ปรีอใหญ่ อ.ขุขันธ์	ศรีสะเกษ	14-37-28	104-14-14	1383.45
50.	57092	นิคมสร้างตนเอง ห้วยคล้า อ.กันทรลักษ์	ศรีสะเกษ	15-01-12	104-15-05	1384.96
51.	57102	อ.ขุนหาญ	ศรีสะเกษ	14-36-59	104-25-43	1279.79
52.	57203	อากาศเกษตร ศรีสะเกษ	ศรีสะเกษ	15-00-00	104-18-00	1458.22
53.	57242	อ.น้ำเกลี้ยง	ศรีสะเกษ	14-55-00	104-33-00	1363.03
54.	62013	อ.เมืองสุรินทร์	สุรินทร์	14-52-51	103-29-56	1432.55
55.	62022	อ.สังขะ	สุรินทร์	14-38-07	103-51-26	1244.22
56.	62043	อ.ท่าตูม	สุรินทร์	15-19-04	103-40-43	1399.09
57.	62052	อ.ศรีขรภูมิ	สุรินทร์	14-56-42	103-47-41	1316.46
58.	62072	นิคมสร้างตนเอง ปราสาท	สุรินทร์	14-36-00	103-20-00	1371.98
59.	62092	อ.ชุมพลบุรี	สุรินทร์	15-20-55	103-23-40	1336.88
60.	62112	อ.สำโรงทาบ	สุรินทร์	15-01-14	103-56-28	1177.14
61.	62192	อ.จอมพระ	สุรินทร์	15-06-56	103-36-56	1393.04
62.	62232	อ.ลำดวน	สุรินทร์	14-44-16	103-40-19	1255.28
63.	62242	อ.สนม	สุรินทร์	15-12-16	103-46-52	1199.78
64.	64042	นิคมสร้างตนเองคำสร้อย	มุกดาหาร	16-22-00	104-32-60	1641.78
65.	67013	อ.เมืองอุบลราชธานี	อุบลราชธานี	15-13-35	104-51-42	1593.20
66.	67022	อ.พิบูลมังสาหาร	อุบลราชธานี	15-14-39	105-14-11	1798.03
67.	67062	อ.เขื่องใน	อุบลราชธานี	15-23-13	104-33-21	1405.29
68.	67082	อ.ตระการพิพิธผล	อุบลราชธานี	15-36-39	105-01-33	1729.02
69.	67092	อากาศเกษตร อุบลราชธานี	อุบลราชธานี	15-14-00	105-02-00	1608.90
70.	67112	อ.ศรีเมืองใหม่	อุบลราชธานี	15-33-00	105-19-00	1826.02

ตารางที่ 3 - 1 สถานีวัดน้ำฝน (ต่อ)

ลำดับ	รหัสสถานี	อำเภอ	จังหวัด	ตำแหน่ง (องศา-ลิปดา-ฟิลิปดา)		ฝนรายปีเฉลี่ย
				ละติจูด	ลองจิจูด	
71.	67132	อ.เดชอุดม	อุบลราชธานี	14-54-06	105-04-47	1552.55
72.	67142	อ.บุญศรี	อุบลราชธานี	14-45-22	105-24-56	1875.43
73.	67192	อ.โขงเจียม	อุบลราชธานี	15-18-58	105-30-03	1824.19
74.	67302	สถานีรักษาพันธุ์สัตว์ อ.เมือง	อุบลราชธานี	15-19-20	104-47-00	1433.67
75.	67382	อ.น้ำยืน	อุบลราชธานี	14-30-00	105-00-00	1499.88
76.	67422	อ.ตาลชุม	อุบลราชธานี	15-19-00	105-11-00	1494.36
77.	67532	อ.กุดข้าวปุ้น	อุบลราชธานี	15-48-00	105-00-00	1663.10
78.	67542	อ.นาจะหลวย	อุบลราชธานี	14-31-00	105-15-00	1652.06
79.	72012	อ.เมือง ยโสธร	ยโสธร	15-47-38	104-08-38	1299.56
80.	72032	อ.มหาชนะชัย	ยโสธร	15-31-50	104-14-49	1430.33
81.	72022	อ.คำเขื่อนแก้ว	ยโสธร	15-39-07	104-18-41	1459.28
82.	72042	อ.เลิงนกทา	ยโสธร	16-12-22	104-33-32	1809.19
83.	72052	อ.กุดชุม	ยโสธร	16-01-51	104-20-40	1479.65
84.	72072	อ.ป่าติ้ว	ยโสธร	15-49-50	104-23-27	1343.05
85.	76012	อ.เมืองอำนาจเจริญ	อำนาจเจริญ	15-51-28	104-37-53	1461.02
86.	76032	อ.พนา	อำนาจเจริญ	15-40-52	104-51-02	1394.45
87.	76042	อ.หัวตะพาน	อำนาจเจริญ	15-43-35	104-27-18	1284.00

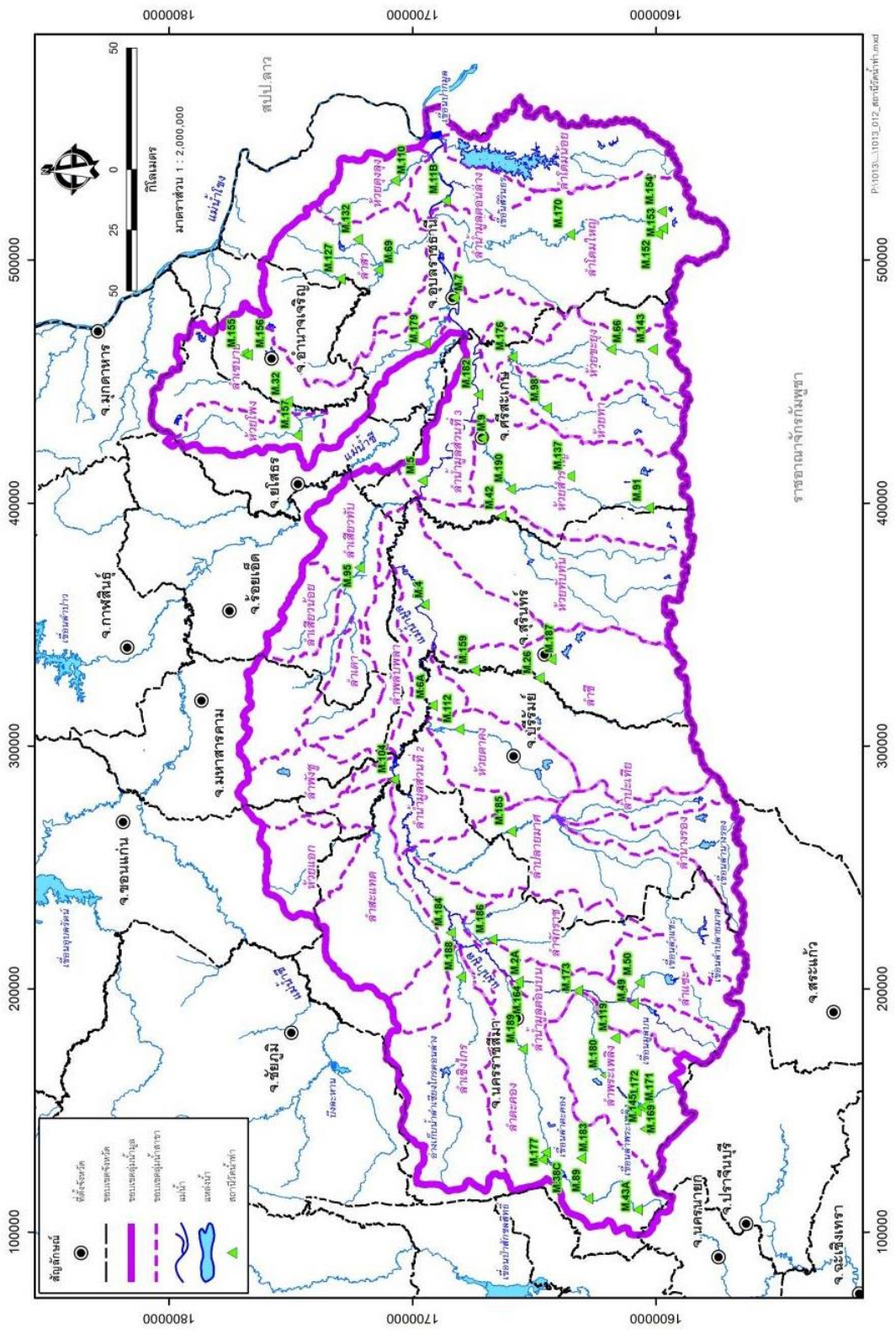
ตารางที่ 3 - 2 สถานีวัดอัตราการระเหย

ลำดับที่	รหัสสถานี	ชื่อสถานี
1.	381201	ขอนแก่น
2.	381301	สภษ. ท่าพระ จ.ขอนแก่น
3.	387401	โกสุมพิสัย จ.มหาสารคาม
4.	403201	ชัยภูมิ
5.	405201	ร้อยเอ็ด
6.	405301	สภษ. ร้อยเอ็ด
7.	407301	สภษ. อุบลราชธานี
8.	407501	อุบลราชธานี
9.	409301	สภษ. ศรีสะเกษ
10.	431201	นครราชสีมา
11.	431301	สภษ. ปากช่อง จ.นครราชสีมา
12.	431401	โชคชัย จ.นครราชสีมา
13.	432201	สุรินทร์
14.	432301	สภษ. สุรินทร์
15.	432401	ท่าตูม จ.สุรินทร์
16.	436201	บุรีรัมย์
17.	436401	นางรอง จ.บุรีรัมย์

ตารางที่ 3 - 3 สถานีวัดน้ำท่า

ลำดับ ที่	รหัสลุ่ม น้ำ	ชื่อลุ่มน้ำ	สถานีเปรียบเทียบ		ช่วงข้อมูล
			รหัส	ชื่อสถานี	
1	0502	ลำมูลบน	M.184	แม่น้ำมูลที่พิมาย	2551-2555
			M.173	แม่น้ำมูลที่โชคชัย	2551-2555
			M.2	แม่น้ำมูลที่บ้านด่านตะกา	2520-2539
			M.2A		2543-2555
2	0503	ลำแซะ	M.50	ลำแซะที่นครบุรี	2520-2524, 2542-2547, 2549-2550, 2552
3	0504	ลำพระเพลิง	M.119	ลำเชียงสาที่บ้านโคกสะแกราช	2543, 2545-2555
			M.180	ลำพระเพลิงที่ปักธงชัย	2546-2555
			M.171	ลำพระเพลิงที่วังน้ำเขียว	2552-2555
			M.145	ลำพระเพลิงที่บ้านวังตะเคียนทอง	2533-2555
4	0505	ลำตะคอง	M.89	ลำตะคองที่สถานเสาวภา	2514-2555
			M.164	ลำตะคองที่เมืองนครราชสีมา	2550-2555
			M.183	ห้วยหินลับที่ปากช่อง	2550-2555
5	0506	ลำเชียงไกร	M.188	ลำเชียงไกรที่โนนสูง	2551-2555
6	0507	ลำจักราช	M.186	ลำจักราชที่บ้านโนนคอย	2551-2555
7	0508	ลำนางรอง	M.185	ลำปลายมาศที่บ้านไผ่น้อย	2551-2555
8	0509	ลำปะเทีย			
9	0510	ลำปลายมาศ			
10	0511	ลำน้ำมูลส่วนที่ 2	M.104	แม่น้ำมูลที่คูเมือง	2551-2555
			M.6A	แม่น้ำมูลที่บ้านสตึก	2508-2555
			M.4	แม่น้ำมูลที่ท่าตูม	2552-2555
11	0515	ลำตะโคก	M.112	ห้วยตะโคกที่บ้านโคกใหญ่	2526-2530, 2541-2555
12	0516	ลำชี	M.26	ลำชีที่บ้านลำชี	2520-2555
			M.187	ห้วยเสนงที่เมืองสุรินทร์	2552-2555
			M.159	น้ำชีที่บ้านหลุมดิน	2541, 2543-2555
13	0518	ลำเตา	M.95	ลำเสียวใหญ่ที่บ้านกู่	2521-2532, 2548, 2550-2555
14	0519	ลำเสียน้อย			
15	0520	ลำเสียวใหญ่			
16	0521	ห้วยทับทัน	M.42	ห้วยทับทันที่บ้านห้วยทับทัน	2516-2540, 2543-2555
17	0522	ลำน้ำมูลส่วนที่ 3	M.5	แม่น้ำมูลที่ราชสีลา	2498-2555
			M.182	แม่น้ำมูลที่กัณฑ์ธรรมย์	2551-2555
18	0523	ห้วยสำราญ	M.9	ห้วยสำราญที่เมืองศรีสะเกษ	2497-2524, 2530-2555
			M.190	ห้วยสำราญที่อุทุมพรพิสัย	2551-2555
19	0524	ห้วยทา	M.98	ห้วยทาที่บ้านอะลา	2522-2548, 2550-2555
20	0525	ห้วยขยุง	M.66	ห้วยขยุงที่บ้านน้ำอ้อม	2509-2555
			M.176	ห้วยขยุงที่กัณฑ์ธรรมย์	2546-2555

หมายเหตุ : ชื่อลุ่มน้ำสาขาอ้างอิงจากศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน



รูปที่ 3 - 5 สถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำมูล

ที่มา : กรมชลประทาน. (2556). โครงการศึกษาทางระบบและติดตั้งระบบโทรมาตรเพื่อพยากรณ์น้ำและเตือนภัยน้ำท่วม จังหวัดนครราชสีมา (มด).

3.2.3 ข้อมูลการบริหารจัดการอาคารบังคับน้ำ

แหล่งน้ำขนาดใหญ่ที่สำคัญในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล มีลักษณะเป็นเขื่อนฝายและประตูระบายน้ำ ปิดกั้นลำน้ำตามธรรมชาติเกือบกัก เพื่อการชลประทานและการอุปโภคบริโภค พร้อมทั้งแบ่งให้ใช้ประโยชน์ ด้านการผลิตกระแสไฟฟ้า ดังแสดงอาคารบังคับน้ำในลุ่มน้ำมูล มีดังต่อไปนี้

1. เขื่อนมูลบน เป็นเขื่อนดินปิดกั้นแม่น้ำมูลบริเวณอำเภอบึงสามพัน จังหวัดนครราชสีมา มีพื้นที่ลุ่มน้ำเหนือเขื่อน 454 ตารางกิโลเมตร เป็นอ่างเก็บน้ำเพื่อการชลประทาน ตัวเขื่อนก่อสร้างระหว่างปี พ.ศ. 2523 - พ.ศ. 2532 มีระดับเก็บกักปกติเท่ากับ 221 เมตร (ร.ท.ก.) ระดับเก็บกักต่ำสุด 208 เมตร (ร.ท.ก.) มีความจุอ่างใช้งาน 134 ล้านลูกบาศก์เมตร ส่งน้ำให้กับพื้นที่ชลประทานได้ 41,400 ไร่

2. เขื่อนลำแะ เป็นเขื่อนดินที่ปิดกั้นลำแะ ซึ่งเป็นลำน้ำสาขาของแม่น้ำมูลที่ตำบลโคกกระชาย อำเภอบึงสามพัน จังหวัดนครราชสีมา มีพื้นที่ลุ่มน้ำเหนือเขื่อนประมาณ 601 ตารางกิโลเมตร ตัวเขื่อนก่อสร้างระหว่างปี พ.ศ. 2523 - พ.ศ. 2540 เป็นอ่างเก็บน้ำเพื่อการชลประทาน มีระดับเก็บกักน้ำที่ 227 เมตร (ร.ท.ก.) มีความจุอ่างใช้งาน 268 ล้านลูกบาศก์เมตร สามารถส่งน้ำให้พื้นที่ชลประทานได้ 94,000 ไร่

3. เขื่อนลำพระเพลิง เป็นเขื่อนดินปิดกั้นลำพระเพลิง ซึ่งเป็นลำน้ำสาขาของแม่น้ำมูลที่บริเวณตำบลตะขบ อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา พื้นที่ลุ่มน้ำ 807 ตารางกิโลเมตร ตัวเขื่อนก่อสร้างแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2513 เก็บกักน้ำเพื่อการชลประทาน มีระดับเก็บกักปกติ 263 เมตร (ร.ท.ก.) ระดับเก็บกักต่ำสุด 240 เมตร (ร.ท.ก.) มีความจุอ่างใช้งานได้ 106.30 ล้านลูกบาศก์เมตร ส่งน้ำให้พื้นที่เพาะปลูกประมาณ 63,100 ไร่ และมีอ่างเก็บน้ำลำสำลายซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำพระเพลิง ตั้งอยู่ในตำบลตะขบ อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา เป็นโครงการอ่างเก็บน้ำสามารถเก็บกักน้ำได้ประมาณ 38 ล้านลูกบาศก์เมตร ส่งน้ำให้พื้นที่เพาะปลูกประมาณ 15,000 ไร่ และก่อสร้างแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2527

4. เขื่อนลำตะคอง เป็นเขื่อนดินที่ปิดกั้นลำตะคอง ซึ่งเป็นลำน้ำสาขาของแม่น้ำมูลที่ตำบลลาดบัวขาว อำเภอสี่คิ้ว จังหวัดนครราชสีมา เป็นโครงการอ่างเก็บน้ำเอนกประสงค์ ก่อสร้างแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2512 มีพื้นที่รับน้ำ 1,430 ตารางกิโลเมตร ระดับเก็บกักปกติ 277 เมตร (ร.ท.ก.) ระดับเก็บกักต่ำสุด 261 เมตร (ร.ท.ก.) มีความจุอ่างเก็บน้ำทั้งหมด 323 ล้านลูกบาศก์เมตร ความจุอ่างเก็บน้ำใช้การ 314.49 ล้านลูกบาศก์เมตร ส่งน้ำให้พื้นที่ชลประทานประมาณ 123,125 ไร่ นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งน้ำดิบเพื่อผลิตประปาให้แก่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา และเป็นอ่างเก็บน้ำตอนล่างเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้าแบบสูบกกลับของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ขนาดกำลัง 225 เมกะวัตต์

5. เขื่อนลำปลายมาศ เป็นเขื่อนดินปิดกั้นลำปลายมาศ บริเวณบ้านราษฎร์สามัคคี ตำบลโนนสมบูรณ์ อำเภอเสิงสาง จังหวัดนครราชสีมา มีพื้นที่รับน้ำเหนือเขื่อน 98 ตารางกิโลเมตร เขื่อนดินสูง 32 เมตร ยาว 1,100 เมตร ระดับสันเขื่อน 262.5 เมตร (ร.ท.ก.) ระดับเก็บกักปกติ 256.5 เมตร (ร.ท.ก.) ปริมาตรเก็บกักใช้ ส่งน้ำเข้าคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้ายและฝั่งขวา พื้นที่โครงการ 36,250 ไร่ พื้นที่ส่งน้ำ 26,000 ไร่ นอกจากนี้ได้ทำการก่อสร้างฝายทดน้ำประจำด้านท้ายน้ำของที่ตั้งเขื่อนประมาณ 28 กิโลเมตร เป็นฝายคอนกรีตเสริมเหล็กสูง 4 เมตร ยาว 180 เมตร เพื่อยกระดับน้ำเข้าคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้าย

และฝั่งขวา คิดเป็นพื้นที่โครงการ 89,375 ไร่ พื้นที่ส่งน้ำ 40,000 ไร่ รวมพื้นที่ส่งน้ำของเขื่อนลำปลายมาศ ทั้งหมด 66,000 ไร่

6. เขื่อนลำนางรอง เป็นส่วนหนึ่งของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำนางรอง ตั้งอยู่ตำบล โนนดินแดงกิ่งอำเภอโนนดินแดง จังหวัดบุรีรัมย์ พื้นที่รับน้ำฝน 450 ตารางกิโลเมตร เป็นเขื่อนดินสูง 23 เมตร ยาว 1,500 เมตร ระดับสันเขื่อน 244 เมตร (ร.ท.ก.) ระดับเก็บกักปกติ 240 เมตร (ร.ท.ก.) ระดับเก็บกัก ต่ำสุด 229 เมตร (ร.ท.ก.) ปริมาตรเก็บกักใช้การ 117.40 ล้านลูกบาศก์เมตร อาคารประตูละบายน้ำ ปากคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้ายและฝั่งขวาความจุสูงสุด 4 และ 10 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ตามลำดับพื้นที่ ชลประทานรวม 68,400 ไร่ ตัวเขื่อนก่อสร้างแล้วเสร็จปี พ.ศ. 2525 ส่วนระบบส่งน้ำก่อสร้างแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2534

7. เขื่อนพิมาย เป็นเขื่อนทดน้ำ - ระบายน้ำปิดกั้นลำน้ำมูลที่ตำบลในเมือง อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา ทำการก่อสร้างแล้วเสร็จระหว่างปี พ.ศ. 2482 - พ.ศ. 2596 มีระดับเก็บกักเหนือสันฝาย 151.00 เมตร (ร.ท.ก.) ส่งน้ำเข้าพื้นที่ชลประทานโดยแรงโน้มถ่วงฝั่งซ้ายของแม่น้ำมูล ประมาณ 153,000 ไร่ ในฤดูฝนสามารถเพาะปลูกได้เต็มโครงการ

8. เขื่อนชุมพวง เป็นประตูละบายน้ำปิดกั้นลำน้ำมูลที่บริเวณบ้านสุกร อำเภอชุมพวง จังหวัดนครราชสีมา ก่อสร้างแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2541 ลักษณะประตูละบายน้ำบานโค้ง มีพื้นที่รับน้ำฝน 13,915 ตารางกิโลเมตร ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยหน้าประตูละบายน้ำปีละ 1,487 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาตร เก็บกักน้ำหน้าฝาย 4.10 ล้านลูกบาศก์เมตร ที่ระดับเก็บกัก 142 เมตร (ร.ท.ก.) พื้นที่รับประโยชน์ 10,5400 ไร่

9. ฝายบ้านเขว้า เป็นฝายยางปิดกั้นลำน้ำมูลที่บริเวณบ้านเขว้า ตำบลปะเคียบ อำเภอคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ก่อสร้างแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2533 โรงสูบล้ำแล้วเสร็จปี พ.ศ. 2543 เป็นฝายยางตั้งอยู่บนฐาน คอนกรีตเสริมเหล็ก ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยไหลเข้าหน้าฝายปีละ 26,383 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาตรเก็บกักน้ำ หน้าฝาย 7.80 ล้านลูกบาศก์เมตร ที่ระดับเก็บกัก 132.1 เมตร (ร.ท.ก.) มีพื้นที่ได้รับประโยชน์ 12,910 ไร่

10. ฝายตะลุง เป็นฝายยางปิดกั้นลำน้ำมูลที่บริเวณบ้านตะลุง อำเภอชุมพลบุรี จังหวัดสุรินทร์ ก่อสร้างแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2533 เป็นฝายยางตั้งอยู่บนฐานคอนกรีตเสริมเหล็ก มีพื้นที่รับน้ำฝน 33,700 ตารางกิโลเมตร ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยไหลเข้าหน้าฝายปีละ 3,828 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาตรเก็บกักหน้าฝาย 14.6 ล้านลูกบาศก์เมตร ที่ระดับเก็บกัก 123.1 เมตร (ร.ท.ก.) มีพื้นที่รับประโยชน์ 11,295 ไร่

11. เขื่อนราชสีไศล เป็นประตูละบายน้ำปิดกั้นลำน้ำมูลที่ตำบลบัวทุ่ง อำเภอราชสีไศล จังหวัด ศรีสะเกษ ก่อสร้างแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2536 เป็นประตูละบายน้ำบานโค้ง มีพื้นที่รับน้ำฝน 44,275 ตารางกิโลเมตร ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยไหลเข้าหน้าฝายปีละ 3,254 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาตรเก็บกักหน้าฝาย 75 ล้านลูกบาศก์เมตรที่ระดับเก็บกัก 119.0 เมตร (ร.ท.ก.) พื้นที่รับประโยชน์ระยะแรก 34,420 ไร่

12. ฝายห้วยนา เป็นฝายปิดกั้นลำน้ำมูลที่บ้านกอก อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ ก่อสร้างแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2544 เป็นฝายคอนกรีตเสริมเหล็ก ชนิดบานประตูละบายบานโค้ง มีพื้นที่ รับน้ำฝน 53,184 ตารางกิโลเมตร ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยหน้าฝายปีละ 9,195 ล้านลูกบาศก์เมตร ที่ระดับเก็บกัก 115.6 เมตร (ร.ท.ก.) มีพื้นที่รับประโยชน์ระยะแรก 77,000 ไร่

13. เขื่อนปากมูล ดำเนินการก่อสร้างโดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้า การชลประทาน การประมง การท่องเที่ยว และการกระจายรายได้ให้แก่ราษฎร และชุมชนในบริเวณนั้น ตั้งอยู่บนแม่น้ำมูลที่บ้านหัวเขว อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดอุดรราชธานี ดำเนินการก่อสร้างเมื่อเดือนมิถุนายน ปี พ.ศ. 2533 ใช้เวลาก่อสร้างประมาณ 4 ปีครึ่ง ตัวเขื่อนเป็นคอนกรีตบดอัดแน่นสูง 17 เมตร ตัวเขื่อนยาว 300 เมตร ระดับสันเขื่อน 111.00 เมตร (ร.ท.ก.) พื้นที่รับน้ำเหนือเขื่อน 117,000 ตารางกิโลเมตร ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี 24,000 ล้านลูกบาศก์เมตร ความจุลำนน้ำ 225 ล้านลูกบาศก์เมตร มีกำลังการผลิตติดตั้ง $4 \times 34,000$ กิโลวัตต์ พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อปี 280 กิโลวัตต์ชั่วโมง พื้นที่รับประโยชน์ 205,000 ไร่

14. ฝ่ายยางบ้านตุม เป็นฝ่ายยางปิดกั้นแม่น้ำมูล มีระดับสันฝาย +170 เมตร (ร.ท.ก.)

15. ฝ่ายยางบ้านหนองยาง เป็นฝ่ายยางปิดกั้นแม่น้ำมูล มีระดับสันฝาย +165.5 เมตร (ร.ท.ก.)

16. ฝ่ายยางบ้านขามใต้ เป็นฝ่ายยางปิดกั้นแม่น้ำมูลที่ตำบลดงใหญ่ อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดนครราชสีมา มีพื้นที่รับน้ำเหนือจุดตั้งหัวงานประมาณ 13,564 ตารางกิโลเมตร มีระดับสันฝายคอนกรีต +143.5 เมตร (ร.ท.ก.) และระดับเก็บกักเมื่อฝ่ายยางพองตัว +146.0 เมตร (ร.ท.ก.)

17. ฝ่ายยางนางโท เป็นฝ่ายยางปิดกั้นแม่น้ำมูลที่บ้านพุทซา ตำบลเมืองยาง อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดนครราชสีมา มีระดับสันฝายคอนกรีต +133.00 เมตร (ร.ท.ก.) และระดับเก็บกักเมื่อฝ่ายยางพองตัว +135.00 เมตร (ร.ท.ก.)

ในส่วนลุ่มน้ำลำตะคอง มีเขื่อนระบายน้ำและฝายที่สำคัญ กั้นขวางลำตะคองและลำบริบูรณ์ อยู่ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา ได้แก่

1. เขื่อนระบายน้ำมะเกลือใหม่ เป็นเขื่อนระบายน้ำลำตะคองที่ตำบลมะเกลือใหม่ อำเภอสูงเนิน มีลักษณะเป็นประตูระบายน้ำบานโค้ง จำนวน 5 บาน ขนาด 4.5×1.75 ม. โดยมีระดับเก็บกัก +219.50 เมตร (ร.ท.ก.)

2. เขื่อนระบายน้ำกุดหิน เป็นเขื่อนระบายน้ำบานตรง จำนวน 5 บานมีขนาด 4.5×1.75 เมตร โดยมีระดับเก็บกัก +208.40 เมตร (ร.ท.ก.) ปิดกั้นลำตะคองที่ตำบลโคราช อำเภอสูงเนิน

3. เขื่อนระบายน้ำมะขามแต่ม่า ตั้งอยู่ที่ตำบลบ้านใหม่ อำเภอเมืองนครราชสีมา มีลักษณะเป็นประตูระบายน้ำ 4 บาน ขนาด 4×3 เมตร ปิดกั้นลำตะคอง โดยมีระดับเก็บกัก +188.7 เมตร (ร.ท.ก.)

4. เขื่อนระบายน้ำคนชุม ปิดกั้นลำตะคอง มีลักษณะเป็นประตูระบายน้ำ จำนวน 3 บาน ขนาด 4×5.2 เมตร ที่ตำบลในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา ระดับเก็บกักที่ +182.0 เมตร (ร.ท.ก.)

5. เขื่อนระบายน้ำช้อยงาม อยู่ที่ตำบลหัวทะเล อำเภอเมืองนครราชสีมา เป็นประตูระบายน้ำบานโค้ง ขนาด 4×4 เมตร จำนวน 3 บาน ปิดกั้นลำตะคอง มีระดับเก็บกัก +174.20 เมตร (ร.ท.ก.)

6. เขื่อนระบายน้ำโคกแฝก เป็นประตูระบายน้ำที่ตำบลขามทะเลสอ อำเภอขามทะเลสอ ขวางลำบริบูรณ์ มีลักษณะเป็นประตูระบายน้ำบานตรง จำนวน 2 บาน ขนาด 4×4.3 เมตร มีระดับเก็บกัก +192.80 เมตร (ร.ท.ก.)

7. เชื้อนระบายน้ำบ้านทุ่ง เป็นประตูลระบายน้ำบานตรง จำนวน 3 บาน ขนาด 4 x 4.3 เมตร ปิดกัน ลำบริบูรณ์ที่ตำบลสี่มุมอำเภอเมืองนครราชสีมา มีระดับเก็บกัก +186.3 เมตร (ร.ท.ก.)
8. เชื้อนระบายน้ำโพธิ์เตี้ย ตั้งอยู่ที่ตำบลปรุใหญ่ อำเภอเมืองนครราชสีมา ในลำบริบูรณ์ มีลักษณะเป็นประตูลระบายน้ำบานตรง ขนาด 4 x 3 เมตร จำนวน 3 บาน มีระดับเก็บกัก +182.50 เมตร (ร.ท.ก.)
9. เชื้อนระบายน้ำนาตม มีลักษณะเป็นประตูลระบายน้ำบ้านโค้ง ขนาด 4 x 1.8 เมตร จำนวน 3 บาน ขวางลำบริบูรณ์ที่ ตำบลหนองกระทุ่ม อำเภอเมืองนครราชสีมา
10. เชื้อนระบายน้ำจอหอ เป็นประตูลระบายน้ำ ขนาด 4 x 1.8 เมตร จำนวน 3 บาน ขวางลำบริบูรณ์ที่ตำบลจอหออำเภอเมืองนครราชสีมา มีระดับเก็บกัก +173.40 เมตร (ร.ท.ก.)
11. เชื้อนระบายน้ำกันผม เชื้อนระบายน้ำหลังจุดบรรจบลำตะคองกับลำบริบูรณ์ที่ตำบลท่าช้าง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ มีลักษณะเป็นประตูลระบายน้ำบานตรง ขนาด 2.5 x 4 เมตร จำนวน 5 บาน
12. ฝ่ายอัญญาค์ เป็นฝ่ายขวางลำตะคอง เพื่อเก็บกักน้ำจากในการผลิตน้ำประปา
13. อาคารแบ่งน้ำละลมห้อม ตำบลโคกกรวด อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา เป็นอาคารประตูลระบายน้ำ ขนาด 6.00 x 3.00 เมตร จำนวน 6 ช่อง เพื่อบริหารจัดการน้ำที่ไหลจากท้ายเขื่อนลำตะคอง แยกไปลำบริบูรณ์ จำนวน 5 ช่อง และส่วนที่เหลือไปลำตะคอง จำนวน 1 ช่อง ทำหน้าที่ควบคุมการระบายน้ำในลำตะคองในช่วงฤดูน้ำหลากให้อยู่ในเกณฑ์ที่ควบคุมไม่ให้เกิดผลกระทบน้ำท่วมในพื้นที่เศรษฐกิจและควบคุมปริมาณน้ำที่ต้องจัดสรรให้กับกิจกรรมต่าง ๆ ในพื้นที่ลำตะคองตอนล่าง โดยอัตราการระบายน้ำ สูงสุด 355 ลูกบาศก์เมตร/วินาที โดยสามารถระบายน้ำลงลำบริบูรณ์สูงสุด 315 ลูกบาศก์เมตร/วินาที และลำตะคอง 40 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ซึ่งจะไหลผ่านเขตเศรษฐกิจของจังหวัดนครราชสีมา
14. ฝ่ายอัญญาค์ เป็นอาคารทน้ำเพื่อกักเก็บน้ำไว้ใช้ผลิตน้ำประปาเพื่อการอุปโภคบริโภค ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา อาคารประกอบด้วยฝ่ายและประตูลระบายน้ำล้น ปิดกันลำตะคองที่โรงกรองน้ำ อัญญาค์ อำเภอเมืองนครราชสีมา

ทำการรวบรวมข้อมูลระดับน้ำเหนือน้ำ ท้ายน้ำ เชื้อนระบายน้ำ ประตูลระบายน้ำ และฝ่าย ในรูปแบบอนุกรมเวลารายวัน รวมไปถึงปริมาณน้ำผ่านอาคารบังคับน้ำ เพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าในแบบจำลอง

3.2.4 ข้อมูลการสำรวจรูปตัดขวางลำน้ำ

จากการรวบรวมข้อมูลรูปตัดลำน้ำของแม่น้ำมูลจากกรมชลประทาน และการสำรวจรูปตัดลำน้ำ แม่น้ำมูล ในการศึกษาที่ กม. 160+000 ถึง 520+000 ของแม่น้ำมูลในตำแหน่งพิกัดระบบ Universal transverse Mercator โชน 47 (861557, 1670897) ถึง (1001881, 1700938) ดังแสดงในตารางที่ 3 - 4 และแสดงในรูปที่ 3 - 6 โดยที่รูปตัดขวางลำน้ำดังกล่าวจะเป็นข้อมูลนำเข้าแบบจำลองอุทกพลศาสตร์

ตารางที่ 3 - 4 ข้อมูลรูปตัดขวางลำน้ำในกลุ่มน้ำมูล

ลำดับ	แม่น้ำ/ลำน้ำ	พิกัด				ระยะทาง (กม.)	จำนวน	ระยะห่าง (กม.)
		จุดเริ่มต้น		จุดสิ้นสุด				
		X	Y	X	Y			
1	ลำมูลบน	839720	1603431	846426	1650210	108	217	0.5
2	มูล							
	ช่วงที่ 1	848430	1657226	1046825	1703482	565	108	5.0
	ช่วงที่ 2	1053681	1702582	1171722	1695662	183	123	1.0
	สำรวจในการศึกษานี้	861557	1670897	1001881	1700938	360	360	1.0
	ช่วงที่ 3	1124338	1689480	1134861	1692547	12	61	0.2
3	ลำพระเพลิง							
	- ลำพระเพลิง	806078	1615340	844900	1631888	91	50	2
	- ลำปัก	817646	1627140	925954	1630491	11	9	2
	- ลำสำลาย	809585	1624166	940774	1627271	55	32	2
	- ลำซอ	825248	1631246	835157	1628952	12	7	2
4	ลำตะคอง							
	ช่วงที่ 1	775668	1644940	821385	1655101	96	480	0.2
	ช่วงที่ 2	821600	1654950	851135	1662075	49	10	5.0
5	ลำบริบูรณ์	818567	1653626	840575	1663498	38	191	0.2
6	ลำเชียงไกร	822900	1676078	863056	1681567	81	20	2.5
7	ลำปลายมาศ	909804	1663359	901874	1702607	96	19	5.0
8	ลำเสียวใหญ่	1017311	1727495	1043583	1710115	72	15	5.0
9	ห้วยทับทัน	1039410	1669212	1046185	1703333	82	17	5.0
10	ลำชี	971372	1649198	983515	1695564	100	19	5.0
11	ห้วยสำราญ							
	ช่วงที่ 1	1068956	1676295	1079133	1682868	26	27	1.0
	ช่วงที่ 2	1069731	1677708	1074609	1679774	12	61	0.2

หมายเหตุ ค่าพิกัด WGS 1984 UTM Zone 47N

3.3 วิธีการศึกษา

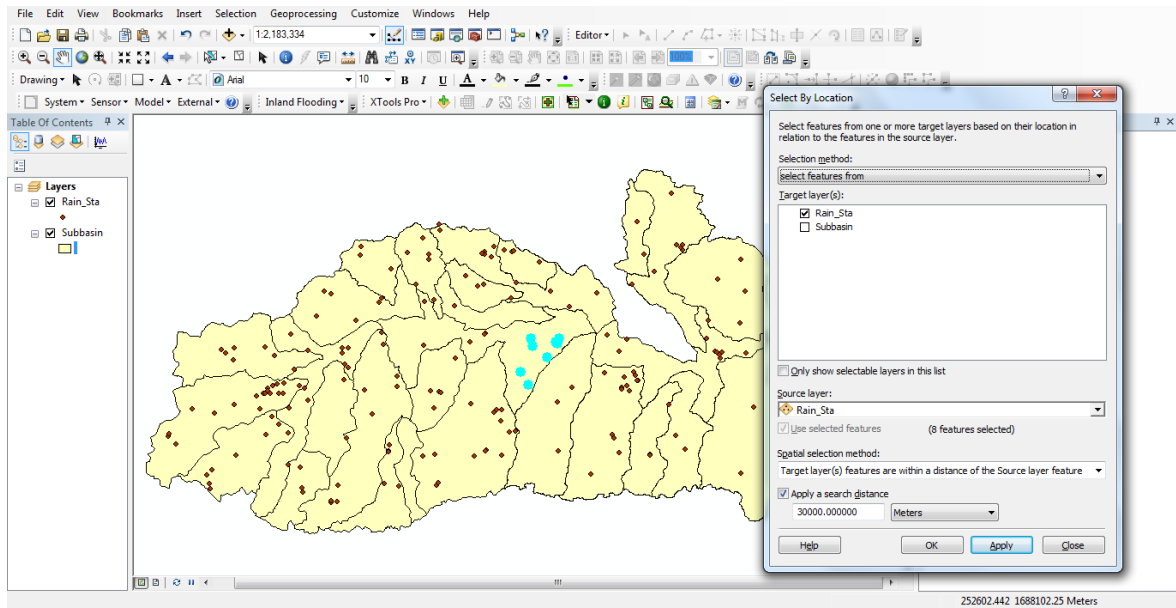
3.3.1 การประมาณค่าของข้อมูลน้ำฝนรายวันที่ขาดหาย

เนื่องจากข้อมูลน้ำฝนรายวันจากกรมอุตุนิยมวิทยา ตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2546 ถึง 31 มีนาคม พ.ศ. 2554 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่จะใช้ในแบบจำลองน้ำฝน - น้ำท่า (NAM Model) มีข้อมูลบางส่วนขาดหายไป จึงมีความจำเป็นต้องประมาณค่าของข้อมูลน้ำฝนรายวันดังกล่าวเพื่อให้ข้อมูลครบถ้วน การศึกษานี้จึงเลือกใช้วิธีสัดส่วนปกติ (Normal Ratio Method) ในการประมาณค่าข้อมูลที่ขาดหายไป

$$P_x = \frac{1}{3} \left[\frac{N_x}{N_1} P_1 + \frac{N_x}{N_2} P_2 + \frac{N_x}{N_3} P_3 \right]$$

X	คือ	สถานีที่มีข้อมูลไม่สมบูรณ์
P_x	คือ	ปริมาณน้ำฝนที่ไม่สมบูรณ์ของสถานี x
N_x	คือ	ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนรายปีของสถานีที่ข้อมูลหายไป
N_1, N_2, N_3	คือ	ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนรายปีของสถานีที่ 1, 2 และ 3 ที่เลือกเป็นสถานีตรวจ
P_1, P_2, P_3	คือ	ปริมาณน้ำฝนที่ตรวจวัดได้ที่สถานี 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ในช่วงเวลาเดียวกันที่สถานีมีข้อมูลไม่สมบูรณ์ หายไป

การคัดเลือกสถานีฝนข้างเคียงได้ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อหาสถานีที่ใกล้เคียงกับสถานีน้ำฝนที่ขาดหายไป โดยใช้เมนู Selection คำสั่ง Select By Location โดยระบุ target layers เป็นตำแหน่งสถานีฝนและ Source layer เป็นสถานีฝนเช่นเดียวกันในส่วน Spatial Selection Method ให้ระบุเป็น “target layer feature are with a distinct of source layer feature” จากนั้นกำหนดระยะทางที่ต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 3 - 7 เพื่อคัดเลือกสถานีที่ 1, 2 และ 3



รูปที่ 3 - 7 การคัดเลือกสถานีฝนข้างเคียงโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

3.3.2 การหาค่าฝนเฉลี่ยลุ่มน้ำ

ใช้วิธีรูปเหลี่ยมธีเอสเซน (Thiessen Polygon) หาสถานีที่มีอิทธิพลต่อลุ่มน้ำย่อยแต่ละลุ่มน้ำ
 ดังแสดงในรูปที่ 3 - 8

3.3.3 การพัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลอง

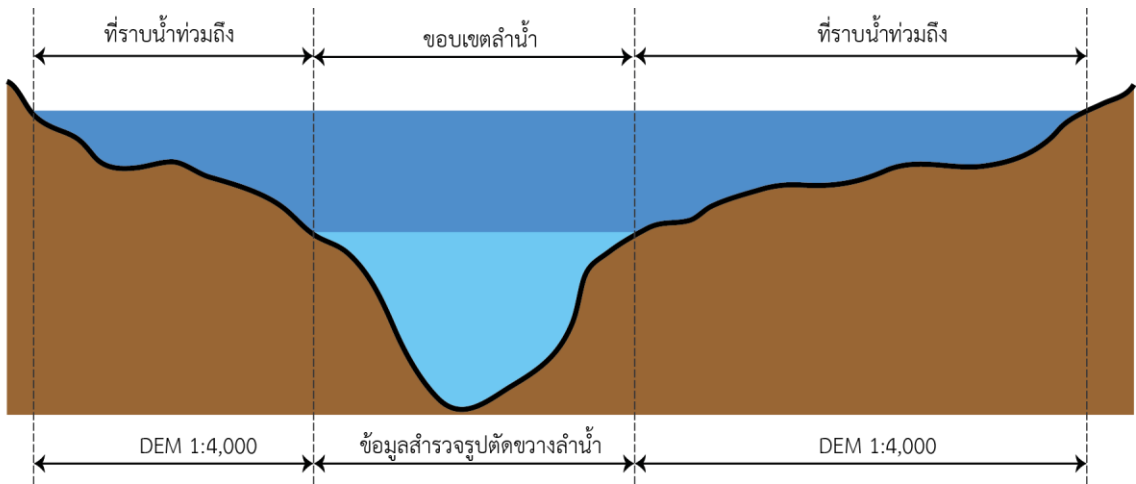
การพัฒนาแบบจำลอง มีขั้นตอนประกอบด้วย

- 1) การนำเข้าข้อมูลด้านกายภาพของพื้นที่ได้แก่ ข้อมูลรูปตัดลำนํ้า ข้อมูลถนน คลองส่งนํ้า สะพาน และข้อมูลระดับของพื้นที่ ข้อมูลด้านอุตุอุตุนิยมวิทยาของพื้นที่ ข้อมูลด้านคุณภาพนํ้า รวมทั้งกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ตามที่ควรจะเป็นตามทฤษฎี เช่น ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิง เป็นต้น
- 2) การปรับเทียบแบบจำลอง (Calibration) มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยแบบจำลอง เช่น ค่าระดับนํ้าท่วมมีความถูกต้องหรือใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุดซึ่งการปรับเทียบนี้จะเป็นการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับค่าที่ตรวจวัดได้ในสนาม
- 3) การสอบทานแบบจำลอง (Validation) เปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ และผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง ถ้าไม่ตรงกันและแตกต่างกันมากก็สามารถปรับแก้ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ในแบบจำลองได้

3.3.4 การจัดทำแผนที่นํ้าท่วม

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดทำแผนที่นํ้าท่วม โดยใช้ข้อมูลพื้นที่นํ้าท่วมในกลุ่มนํ้ามูล จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) (Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization, GISTDA) และแบบจำลองระดับความสูงเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model, DEM) ของมาตราส่วน 1:4,000 ของกรมพัฒนาที่ดินในการกำหนดขอบเขตพื้นที่นํ้าท่วมถึง

เนื่องจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ MIKE 11 เป็นแบบจำลองการคำนวณระดับนํ้าและอัตราการไหลแบบ 1 มิติ ผลลัพธ์ที่ได้เป็นค่าระดับนํ้า 1 มิติในแต่ละรูปตัดขวางลำนํ้าดังแสดงในรูปที่ 3 - 9 ทั้งนี้ ในการจัดทำแผนที่นํ้าท่วมเมื่อระดับนํ้าล้นตลิ่ง โดยทำการขยายแนวรูปตัดขวางในแต่ละรูปตัดของแบบจำลองไปถึงที่ราบนํ้าท่วมถึง (Flood Plain) และใช้ข้อมูล DEM เพื่อกำหนดระดับความสูงต่ำของพื้นที่ในการต่อขยาย ดังแสดงในรูปที่ 3 - 10 ส่วนขอบเขตที่ราบนํ้าท่วมถึงนั้นได้กำหนดขึ้นจากการนำชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ แผนที่นํ้าท่วมจากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิศาสตร์ (องค์การมหาชน) (GISTDA) ของปี พ.ศ. 2548 - พ.ศ. 2553 มาซ้อนทับ เพื่อกำหนดขอบเขตของที่ราบนํ้าท่วมถึงของกลุ่มนํ้ามูล ดังแสดงในรูปที่ 3 - 11



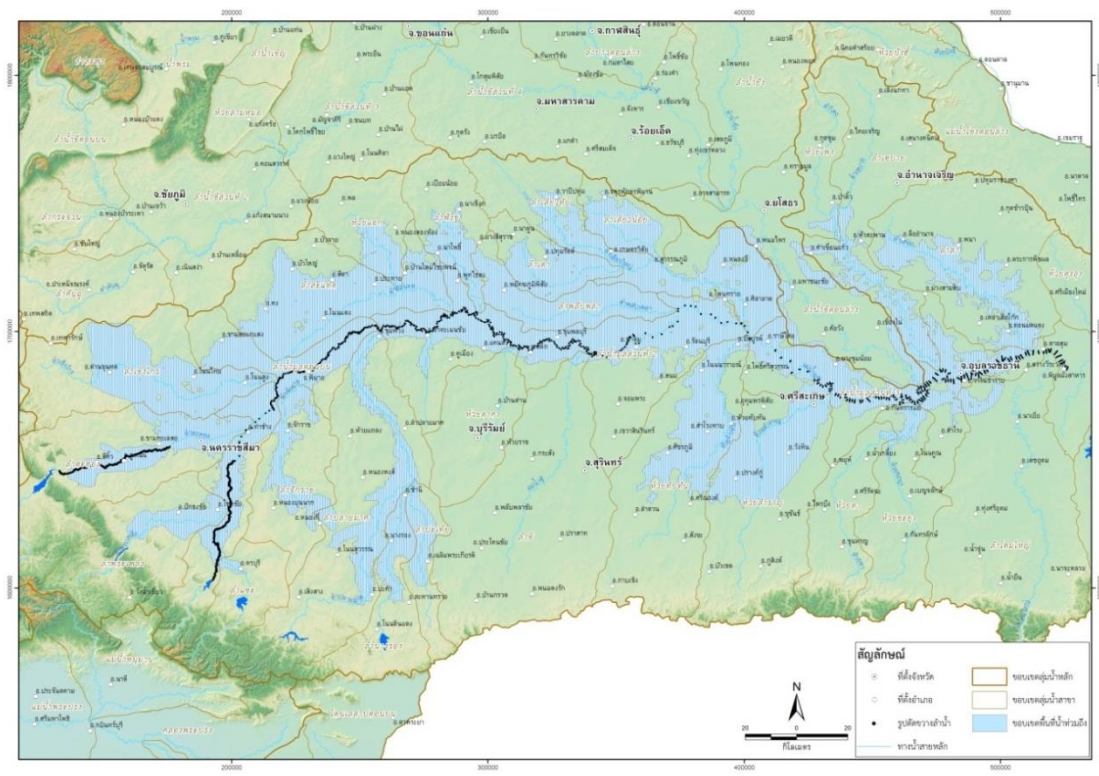
รูปที่ 3 - 9 ขอบเขตลำน้ำและการต่อขยายรูปตัดขวางไปถึงที่ราบน้ำท่วมถึง



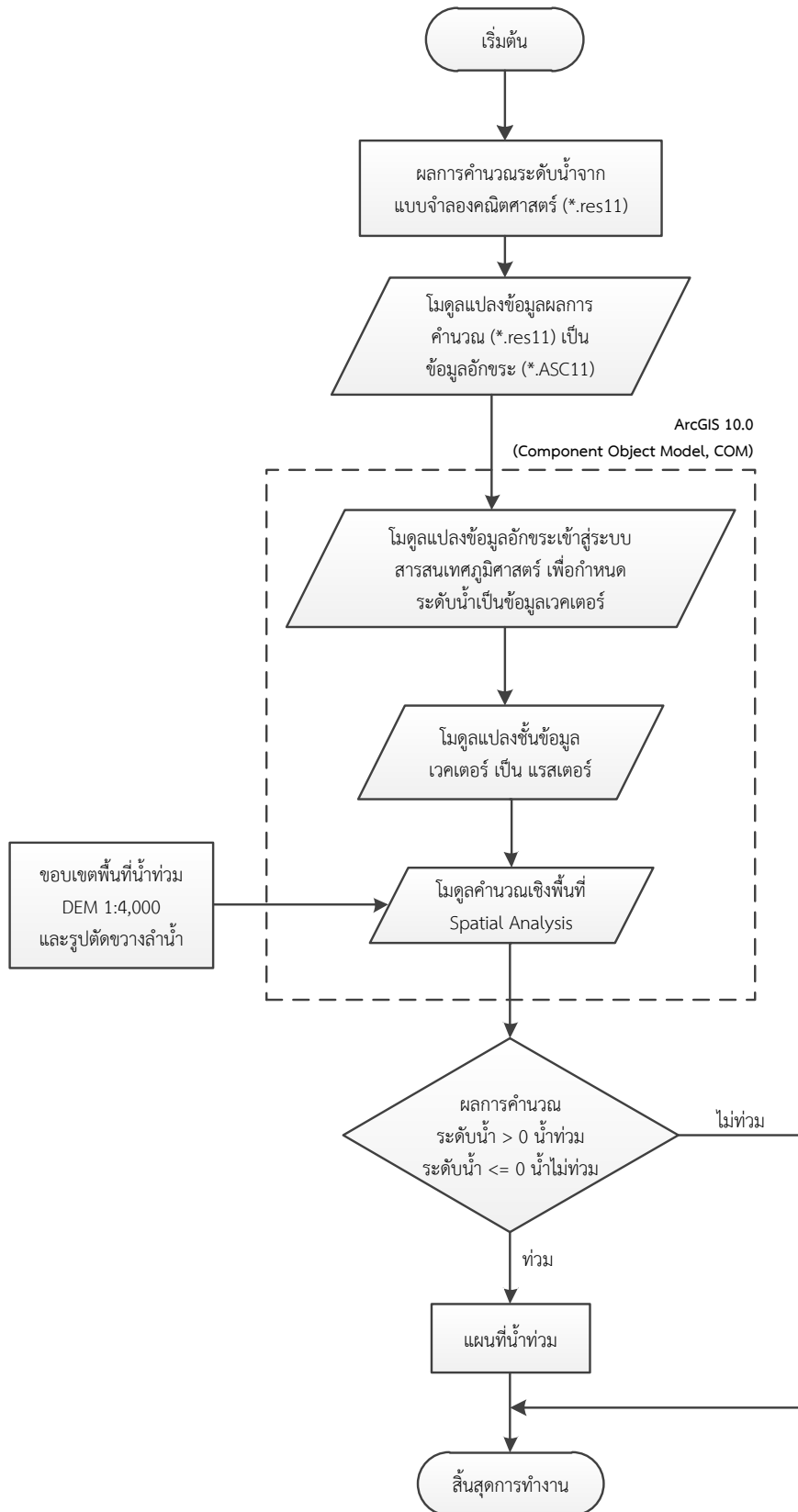
รูปที่ 3 - 10 การต่อขยายปีกรูปตัดขวางลำน้ำด้วยข้อมูล DEM เพื่อคำนวณแผนที่น้ำท่วม

การจัดทำแผนที่น้ำท่วมด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้น มีวิธีโดยการนำผลการคำนวณระดับน้ำ (อ้างอิงระดับน้ำทะเลปานกลาง) ของแบบจำลองคณิตศาสตร์ ในแต่ละรูปตัดขวางนำเข้าไปในชั้นข้อมูล การต่อขยายของที่ราบน้ำท่วมถึง จากนั้นมาซ้อนทับกับข้อมูลระดับความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model, DEM) มาตรฐาน 1:4,000 เพื่อกำหนดขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม และทำการประมวลผลด้วยฟังก์ชันการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial Analysis) ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS 10.0 จัดทำเป็นแผนที่น้ำท่วม

การพัฒนาการจัดทำแผนที่น้ำท่วมแบบ Real time ได้พัฒนาโดยใช้การพัฒนาโปรแกรมแบบ Object Oriented Programming (OOP) โดยการใช้ Net framework พัฒนาโดยการอ้างอิง Component Object Model (COM) ของ ArcGIS 10.0 เพื่อพัฒนาโปรแกรมคำนวณแผนที่น้ำท่วมแบบอัตโนมัติ โดยมีขั้นตอนการทำงานดังแสดงในรูปที่ 3 - 11



รูปที่ 3 - 11 ขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมถึงของกลุ่มน้ำมูล



รูปที่ 3 - 12 ขั้นตอนการจัดทำแผนที่น้ำท่วมด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

3.3.5 การพัฒนาระบบช่วยตัดสินใจ (Decision Support System, DSS)

การพัฒนาระบบช่วยตัดสินใจ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) การออกแบบระบบ DSS ที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากข้อมูลตรวจวัดและผลการคำนวณของแบบจำลอง เพื่อแนะนำแนวทางการบริหารจัดการน้ำหรือให้ข้อมูลเปรียบเทียบที่เป็นประโยชน์ต่อการบริหารจัดการน้ำในกรณีต่างๆ โดยประกอบด้วย

(1.1) การวิเคราะห์เกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำในฤดูฝน เช่น การประมาณความสามารถในการรองรับของลำน้ำช่วงน้ำหลากเพื่อประเมินขีดความสามารถในการรองรับการผันน้ำจากลุ่มน้ำอื่นๆ เข้าสู่พื้นที่โครงการ และแนะนำการบริหารจัดการน้ำหลากให้กับเจ้าหน้าที่

(1.2) การวิเคราะห์เกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำในช่วงฤดูแล้ง โดยการแนะนำการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำหรือเขื่อนหรือฝายในช่วงฤดูแล้ง และแนะนำบริหารจัดการน้ำแล้งให้กับเจ้าหน้าที่

(1.3) การเตือนภัยและการแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำ

2) ทดสอบระบบ DSS โดยการนำไปใช้และสอบถามเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบ เพื่อให้ตรงตามลักษณะการบริหารจัดการน้ำในแต่ละพื้นที่

3) เชื่อมต่อระบบ DSS ที่พัฒนาขึ้นให้ทำงานร่วมกับระบบต่างๆ ทั้งในส่วนของแบบจำลองระบบฐานข้อมูล และระบบอื่นๆ อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 4 การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นนั้น เป็นการจำลองสภาพทางธรรมชาติของกลุ่มน้ำให้อยู่ในรูปแบบของสมการทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาคำนวณและแปรผลลัพธ์ให้อยู่ในรูปของค่าตัวแปรทางชลศาสตร์ที่มีการแปรเปลี่ยนตามเวลาต่างๆ เช่น ระดับน้ำ อัตราการไหล และความเร็วการไหล เป็นต้น ทั้งนี้ แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการพยากรณ์น้ำของกลุ่มน้ำจะประกอบด้วย 2 ประเภทหลัก ดังนี้

1) แบบจำลองทางอุทกวิทยา (แบบจำลองน้ำฝน - น้ำท่า) แบบจำลองที่ใช้สำหรับปรับเปลี่ยนปริมาณฝนเป็นปริมาณน้ำท่า ซึ่งแบบจำลองทางอุทกวิทยาที่นำมาใช้สำหรับการคาดการณ์และเตือนภัยจะต้องเป็นแบบจำลองที่จำลองการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของการเปลี่ยนน้ำฝนเป็นน้ำท่าได้อย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี หรือตลอดฤดูกาลโดยมีแนวความคิดทางอุทกวิทยาที่เปลี่ยนข้อมูลปริมาณฝนและอัตราการระเหยให้เป็นปริมาณน้ำท่า ณ จุดออก (Outlet) ของพื้นที่ระบายน้ำ ขั้นตอนการพิจารณาจะประกอบไปด้วย น้ำท่าผิวดินและน้ำใต้ดิน

2) แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ แบบจำลองที่ใช้สำหรับการจำลองสภาพทางน้ำรวมอาคารชลศาสตร์ต่างๆ การเดินทางของน้ำหลากสภาพการไหลล้นตลิ่งและสภาพการท่วมของพื้นที่น้ำท่วม ซึ่งจะต้องมีการจำลองให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งมีการทดสอบและปรับแก้ค่าพารามิเตอร์และตัวแปรต่างๆ ให้เหมาะสม ทั้งนี้ถ้าข้อมูลทางกายภาพของทางน้ำหรือการไหลหากมีการเปลี่ยนแปลง ข้อมูลดังกล่าวจะต้องถูกนำมาปรับแก้ไขในแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ด้วย

5.1 การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับสถานีโทรมาตร

การประยุกต์แบบจำลองกับสถานีโทรมาตรได้ทำการแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยในแบบจำลองคณิตศาสตร์ประกอบด้วย พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยตามตำแหน่งที่ตั้งสถานีโทรมาตร จำนวนทั้งหมด 51 ลุ่มน้ำย่อย จากนั้นได้จัดทำรูปเหลี่ยม Thiessen ของสถานีโทรมาตรตรวจวัดปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยต่างๆ เพื่อคำนวณปริมาณฝนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำจากข้อมูลฝนของสถานีโทรมาตรทั้ง 28 สถานี และคำนวณปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลองน้ำฝน - น้ำท่า จากนั้นนำไปคำนวณในแบบจำลองอุทกพลศาสตร์เพื่อหาระดับน้ำและอัตราการไหล ดังแสดงตำแหน่งสถานีโทรมาตรในระบบลุ่มน้ำมูลและรูปหลายเหลี่ยม Thiessen ของสถานีโทรมาตร ดังแสดงในรูปที่ 4 - 1 ถึง รูปที่ 4 - 3 โดยมีค่าถ่วงน้ำหนักในแต่ละพื้นที่ ดังแสดงในตารางที่ 4 - 1 และค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองน้ำฝน - น้ำท่าใน ดังแสดงในตารางที่ 4 - 2

ตารางที่ 4 - 1 ค่าถ่วงน้ำหนักธีเอสเซนสถานีน้้าฝนโทรมาตรของแต่ละลุ่มน้้าย่อย

รหัสลุ่มน้้า สาขา	ชื่อลุ่มน้้า สาขา	ลำดับ	รหัสใน แบบจำลอง	พื้นที่ (ตร.กม.)	สถานีโทรมาตร ตรวจวัดฝน	ค่าถ่วง น้้าหนัก
5.02	ลำน้้ามูล ตอนบน	1	CAUP_LMB1	459	TM.50	0.862
					TM.180	0.068
					TM.145	0.070
		2	CADN_LMB1	810	TM.50	0.265
					TM.180	0.005
					TM.173	0.411
					Tหนองตะลุมปู่ก	0.277
		3	CADN_LMB2	975	Tสะพานบ้านหัน	0.042
					TM.164	0.037
					Tหนองตะลุมปู่ก	0.030
					TM.186	0.261
					Tหลุมข้าว	0.094
Tปตร.น้้าเค็ม	0.188					
Tขรน.พิมาย	0.194					
Tโคกตอง	0.196					
5.03	ลำแจะ	4	CAUP_LS1	645	TM.50	1.000
		5	CADN_LS1	432	TM.50	1.000
		6	CADN_LS2	125	TM.50	1.000
5.04	ลำพระเพลิง	7	CAUP_LPP1	337	TM.145	0.969
					Tขนงพระ	0.031
		8	CAUP_LPP2	82	TM.145	1.000
		9	CAUP_LPP4	405	TM.180	0.155
					TM.145	0.845
		10	CADN_LPP1	159	TM.180	1.000
		11	CADN_LPP2	903	Tขรน.มะเกลือใหม่	0.033
					TM.180	0.399
TM.177	0.010					
TM.173	0.125					
TM.145	0.002					
Tหนองตะลุมปู่ก	0.021					
Tสะพานบ้านหัน	0.411					

ตารางที่ 4 - 1 ค่าถ่วงน้ำหนักธีเอสเสนสถานีน้ําฝนโทรมาตรของแต่ละลุ่มน้ําย่อย (ต่อ)

รหัสลุ่มน้ํา สาขา	ชื่อลุ่มน้ํา สาขา	ลำดับ	รหัสใน แบบจำลอง	พื้นที่ (ตร.กม.)	สถานีโทรมาตร ตรวจวัดฝน	ค่าถ่วง น้ําหนัก
5.04	ลําพระเพลิง	12	CADN_LPP3	335	TM.50	0.036
					TM.180	0.907
					TM.145	0.048
					Tสะพานบ้านหัน	0.008
		13	CADN_LPP4	74	Tสะพานบ้านหัน	1.000
5.05	ลําตะคอง	14	CAUP_LTK1	752	TM.145	0.045
					Tขนงพระ	0.955
		15	CAUP_LTK2	410	TM.177	0.367
					Tขนงพระ	0.633
		16	CAUP_LTK3	219	TM.180	0.026
					TM.177	0.292
					TM.145	0.395
					Tขนงพระ	0.287
		17	CADN_LTK1	1689	Tขรน.มะเกลือใหม่	0.421
					TM.177	0.261
					TM.164	0.095
					Tหนองตะลุมปุ๊ก	0.005
					Tสะพานบ้านหัน	0.063
					Tซ้บกระจาย	0.156
		18	CADN_LTK2	244	TM.164	0.382
Tหนองตะลุมปุ๊ก	0.618					
19	CADN_LTK3	365	Tขรน.มะเกลือใหม่	0.235		
			TM.164	0.691		
			Tหนองตะลุมปุ๊ก	0.027		
			TM.186	0.048		
5.06	ลําเชียงไกร	20	CAUP_LCK1	1383	Tบึงปรือ	0.447
					TM.164	0.069
					Tซ้บกระจาย	0.483

ตารางที่ 4 - 1 ค่าถ่วงน้ำหนักธีเอสเซนสถานีน้้าฝนโทรมาตรของแต่ละลุ่มน้้าย่อย (ต่อ)

รหัสลุ่มน้้า สาขา	ชื่อลุ่มน้้า สาขา	ลำดับ	รหัสใน แบบจำลอง	พื้นที่ (ตร.กม.)	สถานีโทรมาตร ตรวจวัดฝน	ค่าถ่วง น้้าหนัก
5.06	ล้าเชียงไกร	21	CADN_LCK1	1163	Tขรน.มะเกลือใหม่	0.052
					Tบึงปรือ	0.002
					TM.164	0.582
					Tซ้บกระจาย	0.109
					Tหลุมซ้าว	0.088
					T25162	0.167
		22	CADN_LCK2	176	TM.164	0.308
					Tหลุมซ้าว	0.692
5.07	ล้าจักราช	23	CAUP_LCR1	1307	TM.185	0.013
					TM.50	0.187
					TM.173	0.431
					Tหนองตะลุมปุ๊ก	0.004
					TM.186	0.366
		24	CADN_LCR1	339	TM.185	0.001
					TM.186	0.875
					Tปตร.น้้าเค้ม	0.124
5.08	ล้านางรอง	25	CAUP_LNR1	1333	TM.185	0.293
					TM.50	0.707
5.09	ล้าปะเทีย	26	CAUP_LPT1	690	TM.185	0.917
					TM.50	0.083
5.10	ล้าปลายมาศ	27	CAUP_LPM1	2993	TM.185	0.389
					TM.50	0.588
					TM.173	0.015
					TM.186	0.008
		28	CADN_LPM1	1001	TM.185	0.498
					TM.186	0.024
					Tปตร.น้้าเค้ม	0.117
					Tขรน.พิมาย	0.000
					Tโคกตอง	0.361

ตารางที่ 4 - 1 ค่าถ่วงน้ำหนักธีเอสเซนสถานีน้้าฝนโทรมาตรของแต่ละลุ่มน้้าย่อย (ต่อ)

รหัสลุ่มน้้า สาขา	ชื่อลุ่มน้้า สาขา	ลำดับ	รหัสใน แบบจำลอง	พื้นที่ (ตร.กม.)	สถานีโทรมาตร ตรวจวัดฝน	ค่าถ่วง น้้าหนัก
5.11	ลำน้้ามูลส่วน ที่ 2	29	CADN_MUN2	900	TM.185	0.296
					TM.174	0.325
					Tโคกตอง	0.379
		30	CADN_MUN3	1313	TM.185	0.007
					TM.4	0.042
					TM.174	0.170
					Tโคกตอง	0.009
					TM.6A	0.761
		31	CADN_MUN4	1025	Tฝักไหม	0.353
					TM.4	0.592
					TM.6A	0.054
		32	CADN_MUN5	904	TM.5	0.152
TM.4	0.848					
5.12	ห้วยแอก	33	CAUP_HA1	1167	TM.174	0.467
5.13	ลำสะเทต	34	CAUP_LK1	553	T25162	0.077
					Tปตร.ลำพังชู	0.455
					TM.164	0.002
					Tหลุมข้าว	0.617
		35	CAUP_LST1	457	T25162	0.381
					Tหลุมข้าว	0.264
					Tขน.พิมาย	0.241
					Tโคกตอง	0.024
		36	CAUP_LST2	930	T25162	0.470
					Tขน.พิมาย	0.008
					Tโคกตอง	0.005
					T25162	0.987
37	CADN_LST1	1208	TM.174	0.614		
			Tโคกตอง	0.139		
			T25162	0.183		
			Tปตร.ลำพังชู	0.064		

ตารางที่ 4 - 1 ค่าถ่วงน้ำหนักธีเอสเซนสถานีน้ำฝนโทรมาตรของแต่ละลุ่มน้ำย่อย (ต่อ)

รหัสลุ่มน้ำสาขา	ชื่อลุ่มน้ำสาขา	ลำดับ	รหัสในแบบจำลอง	พื้นที่ (ตร.กม.)	สถานีโทรมาตรตรวจวัดฝน	ค่าถ่วงน้ำหนัก
5.14	ลำพั้งชู	38	CAUP_LPC1	1176	TM.174	0.029
					TM.6A	0.014
					Tปตร.ลำพั้งชู	0.957
5.15	ลำตะโคง	39	CAUP_HTK1	1536	TM.185	0.577
					TM.6A	0.423
5.16	ลำชี	40	CAUP_LC1	4610	TM.185	0.409
					Tผักไหม	0.410
		41	CADN_LC1	260	TM.6A	1.000
5.17	ลำพลับปลา	42	CAUP_LPA1	1100	TM.4	0.335
					TM.6A	0.491
					Tปตร.ลำพั้งชู	0.173
5.20	ลำเสียวใหญ่	43	CAUP_LSY1	4386	TM.5	0.156
					TM.4	0.384
					TM.6A	0.110
					Tปตร.ลำพั้งชู	0.350
5.21	ห้วยทับทัน	44	CAUP_HTT1	2804	Tผักไหม	0.916
					TM.42	0.084
		45	CADN_HTT1	802	Tผักไหม	0.022
					TM.5	0.206
5.22	ลำน้ำมูลส่วนที่ 3	46	CADN_MUN6	1289	Tสบห้วยเหนือ+	0.189
					TM.5	0.785
					TM.42	0.021
					Tใต้ฝายห้วยชะยุ้ง	0.006
					5.23	ห้วยสำราญ
Tสบห้วยเหนือ+	0.704					
TM.42	0.035					
5.23	ห้วยสำราญ	48	CADN_HSR1	1294	Tสบห้วยเหนือ+	0.732
					TM.5	0.057
					TM.42	0.211
5.24	ห้วยทา	49	CAUP_HT1	1485	Tสบห้วยเหนือ+	0.254
					Tใต้ฝายห้วยชะยุ้ง	0.746
5.25	ห้วยชะยุ้ง	50	CAUP_HKY1	570	Tใต้ฝายห้วยชะยุ้ง	1.000
		51	CADN_HKY1	1293	Tใต้ฝายห้วยชะยุ้ง	1.000

ตารางที่ 4 - 2 ค่าพารามิเตอร์แบบจำลองน้ำฝน - น้ำท่า

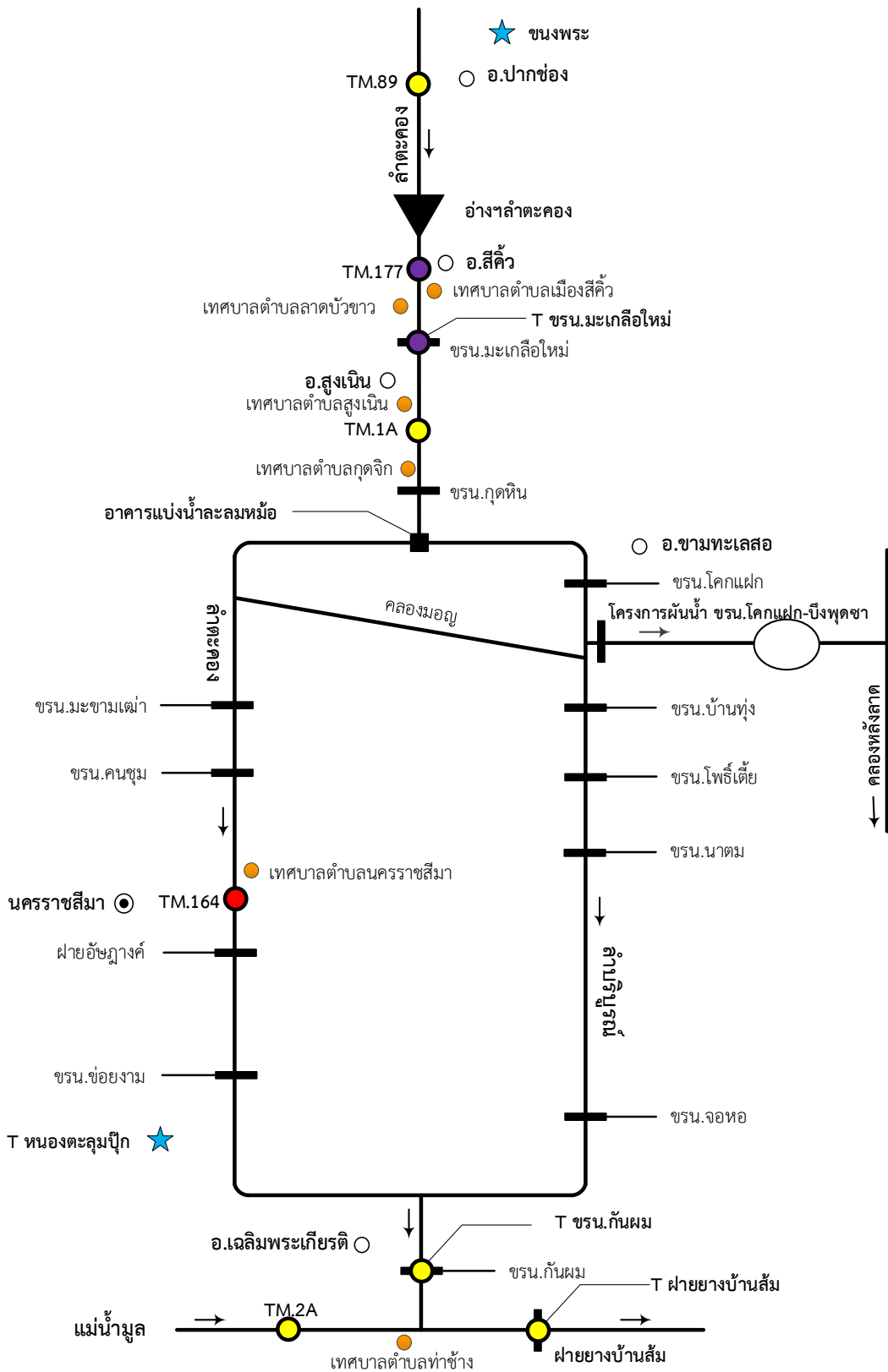
ลำดับ	ลำน้ำสาขา	ลุ่มน้ำย่อย	พื้นที่	Umax	Lmax	CQOF	CKIF	CK1,2	TOF	TIF	TG	CKBF	Cqlow	Cklow
5.02	ลำน้ำมูลตอนบน	CAUP_LK1	553	20.10	212.00	0.86	861.10	46.60	0.86	0.20	0.59	3391.00	61.50	24866.70
		CAUP_LMB1	459	5.00	50.00	0.51	200.10	40.70	0.30	0.30	0.30	2340.00	2.87	2301.91
		CADN_LMB1	810	18.84	116.73	0.69	252.30	40.09	0.76	0.02	0.00	1338.00	30.68	20013.90
		CADN_LMB2	975	13.10	280.00	0.83	280.50	110.00	0.90	0.30	0.40	1000.00	70.10	20171.60
		CADN_MUN4	1025	13.10	280.00	0.83	280.50	110.00	0.90	0.30	0.40	1000.00	70.10	20171.60
		CADN_MUN5	904	13.10	280.00	0.83	280.50	110.00	0.90	0.30	0.40	1000.00	70.10	20171.60
5.03	ลำแจะ	CAUP_LS1	645	5.00	50.00	0.51	200.10	40.70	0.30	0.30	0.30	2340.00	2.87	2301.91
		CADN_LS1	432	13.60	211.00	0.66	593.80	16.20	0.98	0.47	0.31	3947.00	58.90	26889.50
		CADN_LS2	125	5.00	50.00	0.51	200.10	40.70	0.30	0.30	0.30	2340.00	2.87	2301.91
5.04	ลำพระเพลิง	CAUP_LPP1	337	18.80	121.00	0.99	972.30	21.10	0.88	0.95	0.77	3550.00	99.70	290347.00
		CAUP_LPP2	82	12.98	128.26	0.81	750.00	42.65	0.05	0.55	0.57	2921.00	91.21	24349.70
		CAUP_LPP4	405	12.98	128.26	0.81	750.00	42.65	0.05	0.55	0.57	2921.00	91.21	24349.70
		CADN_LPP1	159	45.10	281.00	0.62	11.72	41.50	0.25	0.22	0.28	3774.00	56.90	15992.70
		CADN_LPP2	903	18.84	116.73	0.69	252.30	40.09	0.76	0.02	0.00	1338.00	30.68	20013.90
		CADN_LPP3	335	18.20	135.00	0.64	100.20	38.40	0.78	0.40	0.10	478.10	59.60	64239.90
		CADN_LPP4	74	39.30	177.00	0.78	13.55	42.90	0.30	0.15	0.50	3961.00	36.00	47926.40
5.05	ลำตะคอง	CAUP_LTK1	752	5.09	51.00	0.43	182.50	22.70	0.62	0.08	0.00	2974.00	1.80	314214.00
		CAUP_LTK2	410	10.00	144.00	0.73	839.40	37.70	0.92	0.99	0.70	2568.00	100.00	29966.00
		CAUP_LTK3	219	10.00	144.00	0.73	839.40	37.70	0.92	0.99	0.70	2568.00	100.00	29966.00
		CADN_LTK1	105	62.10	146.00	0.70	442.70	14.40	0.10	0.88	0.67	2983.00	86.10	171.48
		CADN_LTK2	244	14.26	208.53	0.67	106.90	36.89	0.79	0.34	0.67	2784.00	56.06	10830.83
		CADN_LTK3	365	14.26	208.53	0.67	106.90	36.89	0.79	0.34	0.67	2784.00	56.06	10830.83
		CADN_LTK4	1584	14.26	208.53	0.67	106.90	36.89	0.79	0.34	0.67	2784.00	56.06	10830.83

ตารางที่ 4 - 2 ค่าพารามิเตอร์แบบจำลองน้ำฝน - น้ำท่า (ต่อ)

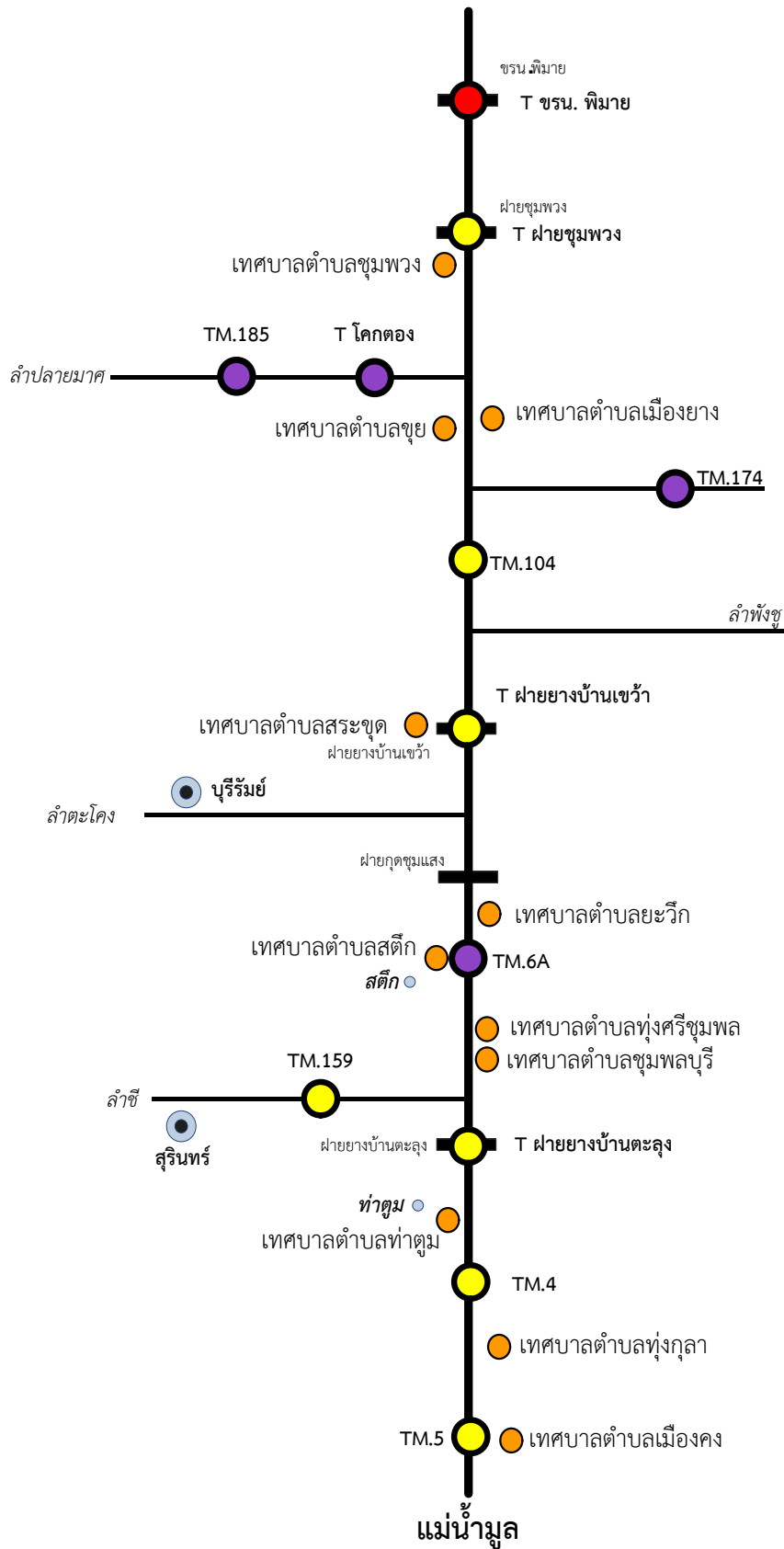
ลำดับ	ลำน้ำสาขา	ลุ่มน้ำย่อย	พื้นที่	Umax	Lmax	CQOF	CKIF	CK1,2	TOF	TIF	TG	CKBF	Cqlow	Cklow
5.06	ลำเชียงไกร	CAUP_LCK1	1383	20.10	212.00	0.86	861.10	46.60	0.86	0.20	0.59	3391.00	61.50	24866.70
		CADN_LCK1	1163	20.10	212.00	0.86	861.10	46.60	0.86	0.20	0.59	3391.00	61.50	24866.70
		CADN_LCK2	176	20.10	212.00	0.86	861.10	46.60	0.86	0.20	0.59	3391.00	61.50	24866.70
5.07	ลำจักราช	CAUP_LCR1	1307	49.90	179.00	0.23	248.80	27.60	0.99	0.29	0.85	2501.00	100.00	29959.90
		CADN_LCR1	339	17.50	169.00	0.66	242.00	57.80	0.98	0.53	0.90	1098.00	19.50	6786.54
5.08	ลำนางรอง	CAUP_LNR1	1333	29.80	102.00	0.99	214.90	69.90	0.91	0.37	0.31	1003.00	1.28	16583.00
5.09	ลำปะเทีย	CAUP_LPT1	690	29.80	102.00	0.99	214.90	69.90	0.91	0.37	0.31	1003.00	1.28	16583.00
5.10	ลำปลายมาศ	CAUP_LPM1	5016	79.90	162.00	1.00	111.90	68.20	0.68	0.48	0.34	864.00	1.82	12377.90
		CADN_LPM1	1001	29.80	102.00	0.99	214.90	69.90	0.91	0.37	0.31	1003.00	1.28	16583.00
5.11	ลำน้ำมูลส่วนที่ 2	CADN_MUN2	900	13.10	280.00	0.83	280.50	110.00	0.90	0.30	0.40	1000.00	70.10	20171.60
		CADN_MUN3	1313	13.10	280.00	0.83	280.50	110.00	0.90	0.30	0.40	1000.00	70.10	20171.60
5.12	ห้วยแอก	CAUP_HA1	1167	22.90	262.00	0.42	288.90	86.10	0.89	0.88	0.85	1008.00	29.10	20167.10
5.13	ลำสะเทต	CAUP_LST1	457	22.90	262.00	0.42	288.90	86.10	0.89	0.88	0.85	1008.00	29.10	20167.10
		CAUP_LST2	930	22.90	262.00	0.42	288.90	86.10	0.89	0.88	0.85	1008.00	29.10	20167.10
		CADN_LST1	4315	43.50	283.00	0.62	787.10	98.50	0.93	0.71	0.04	2461.00	94.30	23353.10
5.14	ลำพังชู	CAUP_LPC1	1176	22.90	262.00	0.42	288.90	86.10	0.89	0.88	0.85	1008.00	29.10	20167.10
5.15	ลำตะโค่ง	CAUP_HTK1	1536	25.10	281.00	0.74	259.20	49.20	0.79	0.34	0.47	444.50	2.00	25229.80
5.16	ลำชี	CAUP_LC1	4610	87.10	333.00	0.13	10.42	97.70	0.23	0.00	0.93	468.20	70.10	5128.98
		CADN_LC1	260	10.72	101.56	0.69	463.00	46.08	0.74	0.65	0.13	1464.00	85.55	1102.28
5.17	ลำพลับพลา	CAUP_LPA1	1100	22.90	262.00	0.42	288.90	86.10	0.89	0.88	0.85	1008.00	29.10	20167.10
5.20	ลำเสียวใหญ่	CAUP_LSY1	4386	22.90	262.00	0.42	288.90	86.10	0.89	0.88	0.85	1008.00	29.10	20167.10
5.21	ห้วยทับทัน	CAUP_HTT1	2804	53.90	400.00	0.40	99.98	100.00	0.84	0.10	0.00	1078.00	40.80	29983.20
		CADN_HTT1	802	33.80	158.00	0.78	65.57	69.00	0.93	0.88	0.23	507.80	4.26	19514.10

ตารางที่ 4 - 2 ค่าพารามิเตอร์แบบจำลองน้ำฝน - น้ำท่า (ต่อ)

ลำดับ	ลำน้ำสาขา	ลุ่มน้ำย่อย	พื้นที่	Umax	Lmax	CQOF	CKIF	CK1,2	TOF	TIF	TG	CKBF	Cqlow	Cklow
5.22	ลำน้ำมูลส่วนที่ 3	CADN MUN6	1289	13.10	280.00	0.83	280.50	110.00	0.90	0.30	0.40	1000.00	70.10	20171.60
5.23	ห้วยสำราญ	CAUP_HSR1	2181	50.00	118.00	0.80	109.20	74.90	0.83	0.16	0.00	1000.00	10.00	1000.00
		CADN_HSR1	1294	18.53	124.48	0.84	331.30	45.24	0.95	0.83	0.31	1294.00	47.40	1078.47
5.24	ห้วยทา	CAUP_HT1	1845	28.90	229.00	0.22	208.30	79.40	0.37	0.82	0.90	1006.00	6.82	4755.85
5.25	ห้วยขยุง	CAUP_HKY1	570	28.10	142.00	0.65	144.20	44.20	0.47	0.45	0.24	110.40	76.70	20633.80
		CADN_HKY1	1293	7.42	102.34	0.83	41.18	69.64	0.90	0.72	0.35	1041.00	2.89	3259.28



รูปที่ 4 - 2 โครงข่ายกลุ่มน้ำลำตะคองในแบบจำลองอุทกพลศาสตร์



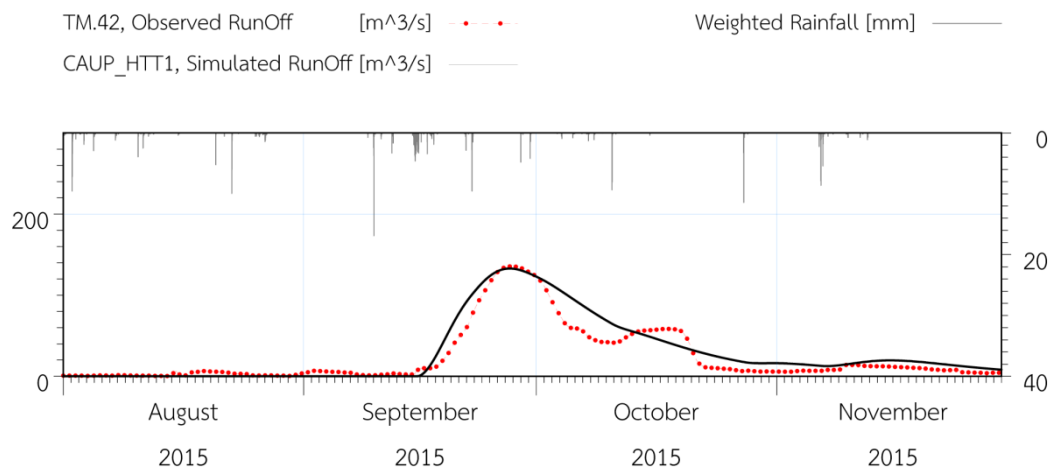
รูปที่ 4 - 3 โครงข่ายแม่ น้ำมูล ในแบบจำลองอุทกพลศาสตร์

4.2 ผลการปรับแต่งแบบจำลอง

การคาดการณ์สถานการณ์น้ำเพื่อให้มีความสอดคล้องและแม่นยำนั้น นอกจากการตรวจวัด ข้อมูลอุทก - อุทกด้วยระบบโทรมาตรที่มีความถูกต้องแล้ว ปริมาณฝนคาดการณ์และแผนบริหารจัดการน้ำ เป็นสิ่งสำคัญในการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าล่วงหน้า อย่างไรก็ตามการปรับเทียบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมเป็นอีกปัจจัยที่เพิ่มประสิทธิภาพในการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าให้ใกล้เคียง และแม่นยำอีกด้วย

4.2.1 ผลการปรับเทียบแบบจำลองน้ำฝน - น้ำท่า (Rainfall-Runoff model)

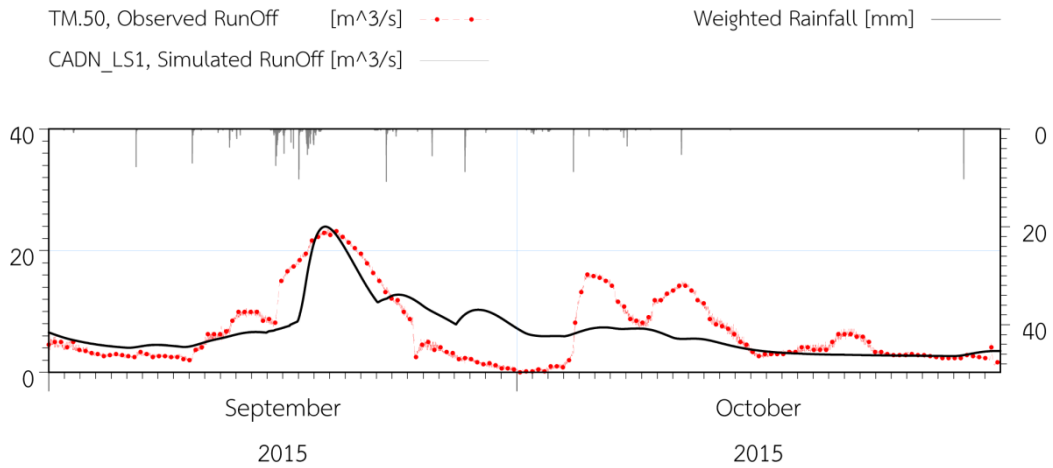
การศึกษาในครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลตรวจจุด - อุทกวิทยาของสถานีสนามปรับเทียบแบบจำลอง น้ำฝน - น้ำท่า ในพื้นที่ต้นน้ำ ทั้งหมด 12 กลุ่มน้ำ ดังแสดงค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการปรับเทียบดังแสดงใน ตารางที่ 4 - 3 และ แสดงผลการปรับเทียบแบบจำลองน้ำฝน - น้ำท่า ดังแสดงในรูปที่ 4 - 4 ถึง รูปที่ 4 - 15



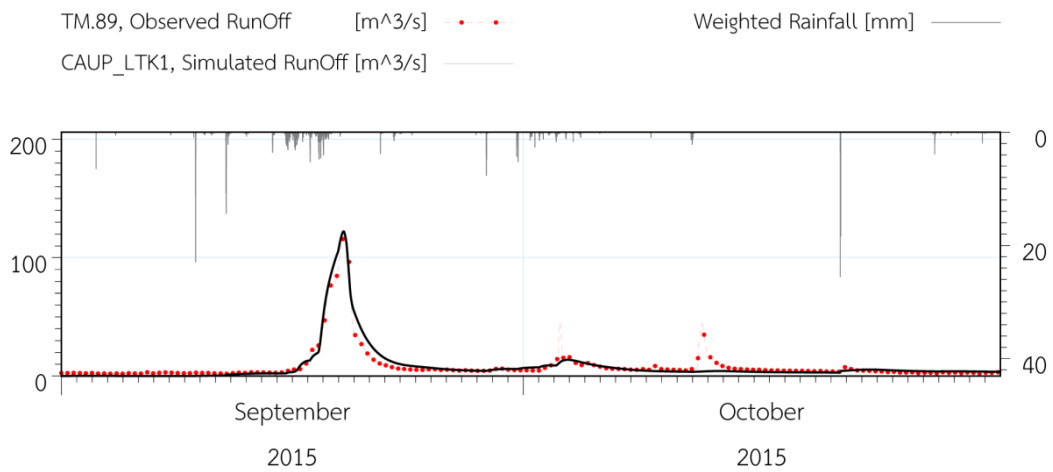
รูปที่ 4 - 4 ผลการปรับเทียบแบบจำลองกลุ่มน้ำ CAUP_HTT1 สถานี TM.42

ตารางที่ 4 - 3 สรุปค่าพารามิเตอร์จากการเปรียบเทียบแบบจำลองน้ำฝน - น้ำท่า

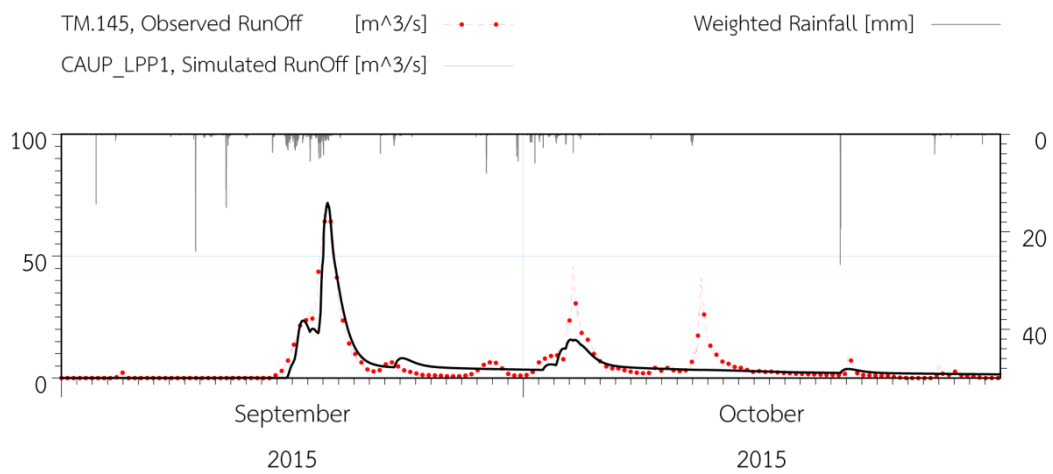
ลำดับ	สถานีเปรียบเทียบ	ลุ่มน้ำ	พารามิเตอร์										
			Um	Lm	CQOF	CKIF	CK1,2	TOF	TIF	TG	CKBF	Cqlow	Cklow
1	TM.42	CAUP_HTT1	87.8	190	0.67	28.9	175.0	0.789	0.122	0.576	679.3	35.2	248745
2	TM.50	CADN_LS1	14.0	181	0.67	189.9	33.5	0.866	0.448	0.300	1496	99.8	16517
3	TM.89	CAUP_LTK1	16.5	131	0.88	625.7	23.0	0.595	0.000	0.000	1235	66.4	3E+09
4	TM.145	CAUP_LPP1	62.2	146	0.45	75.2	12.2	0.010	0.639	0.064	1199	9.0	38330
5	TM.159	CAUP_LC1	186.0	171	0.96	318.9	63.0	0.502	0.118	0.917	3053	2.4	188919
6	TM.177	CADN_LTK1	16.8	125	0.80	423.8	6.0	0.792	0.492	0.230	1845	21.7	13375
7	TM.185	CAUP_NR_PT_PM	102	410	0.765	95.06	74.4	0.95	0.888	0.37	7033	89.8	2E+06
8	TM.186	CAUP_LCR1	58.5	202	0.847	1119	14.7	0.73	0.332	0.25	1988	3.13	6E+08
9	T สบห้วยเหนือ	CAUP_HSR1	80	485	0.778	461.9	150	0.83	0.326	0.04	5884	51.4	24546
10	T ได้ฝายห้วยขยุง	CAUP_HKY1	47	117	0.919	731.3	41.4	0.28	0.774	0.64	2175	55.8	16799
11	T สะพานบ้านหัน	CADN_LPP4	50.5	212	0.783	14.11	37.9	0.26	0.086	0.98	1297	62.1	310199
12	T หลุมข้าว	CAUP_LK1	10.2	276	0.574	721.4	27.1	0.88	0.348	0.34	2094	49.5	11953



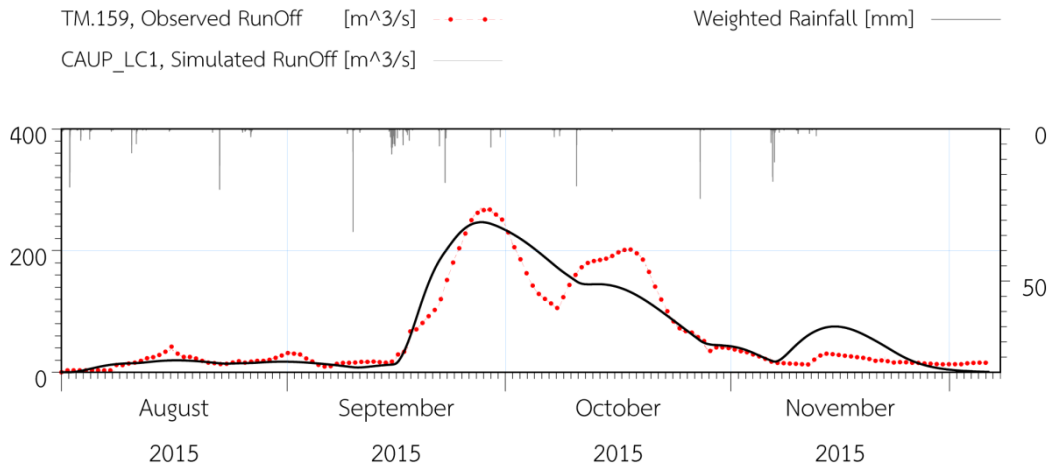
รูปที่ 4 - 5 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองลุ่มน้ำ CADN_LS1 สถานี TM.50



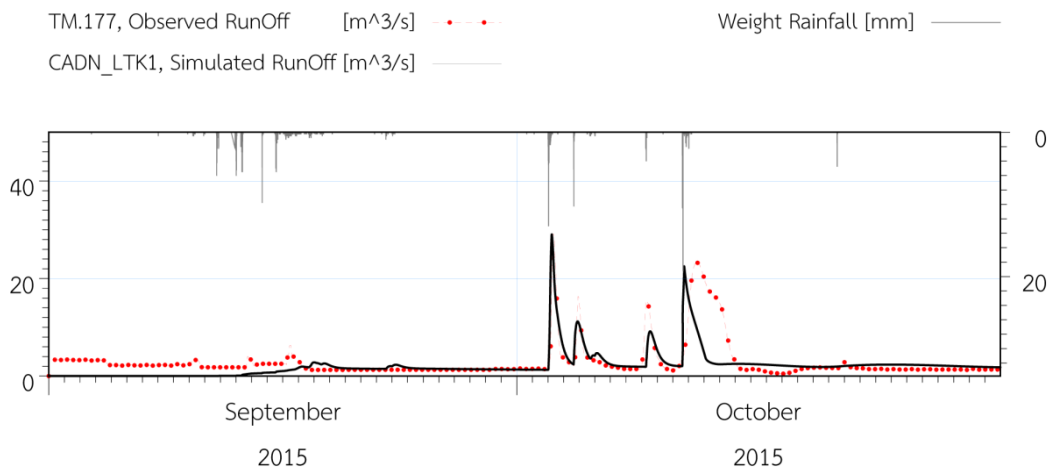
รูปที่ 4 - 6 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองลุ่มน้ำ CAUP_LTK1 สถานี TM.89



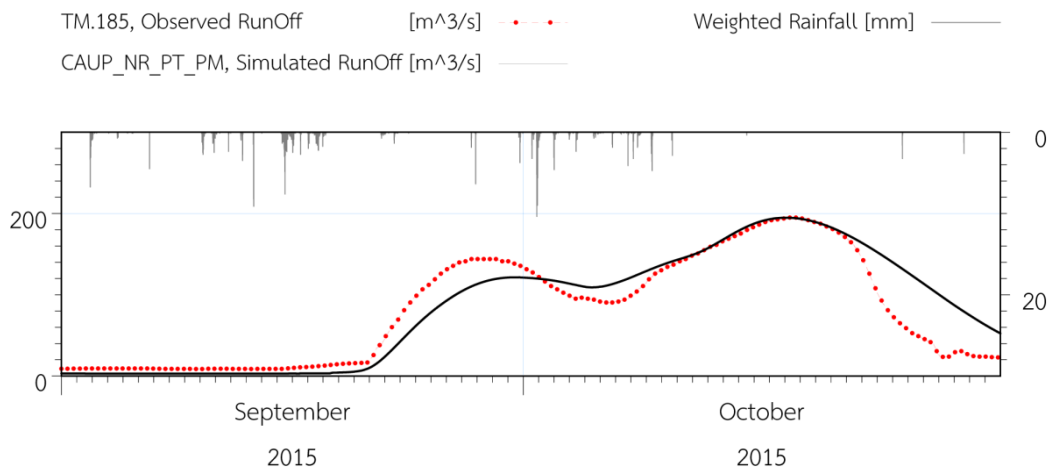
รูปที่ 4 - 7 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองลุ่มน้ำ CAUP_LPP1 สถานี TM.145



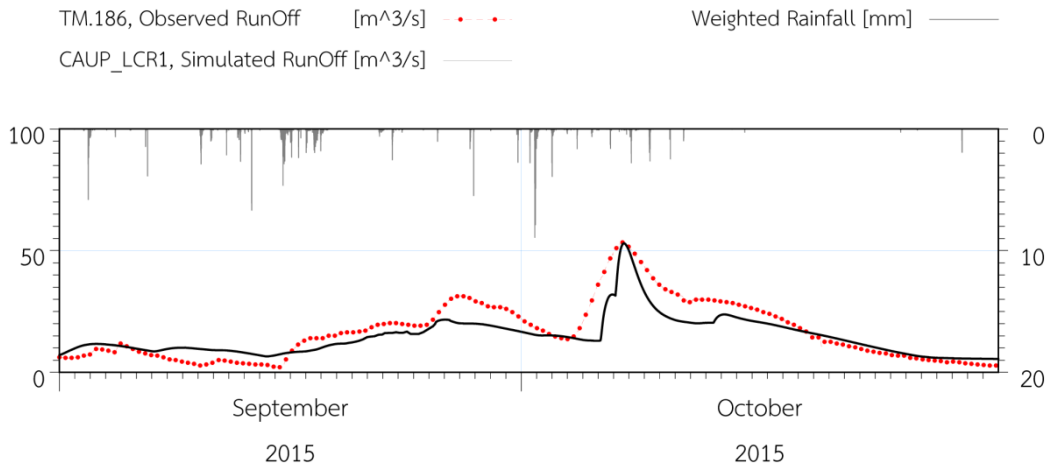
รูปที่ 4 - 8 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองลุ่มน้ำ CAUP_LC1 สถานี TM.159



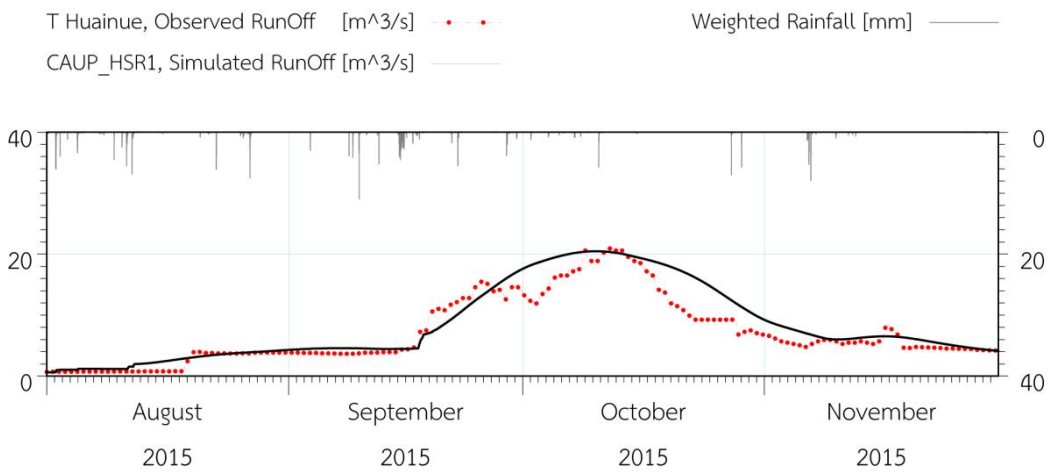
รูปที่ 4 - 9 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองลุ่มน้ำ CADN_LTK1 สถานี TM.177



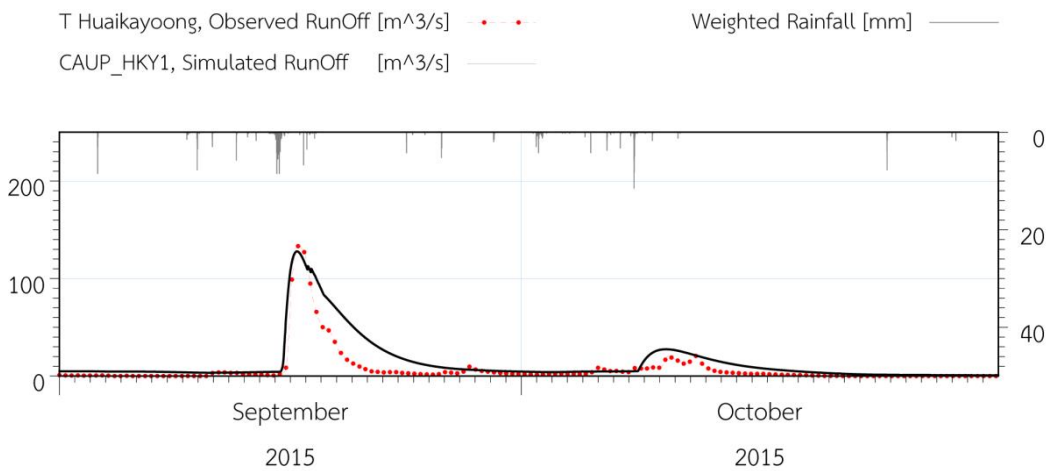
รูปที่ 4 - 10 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองลุ่มน้ำ CAUP_NR_PT_PM สถานี TM.185



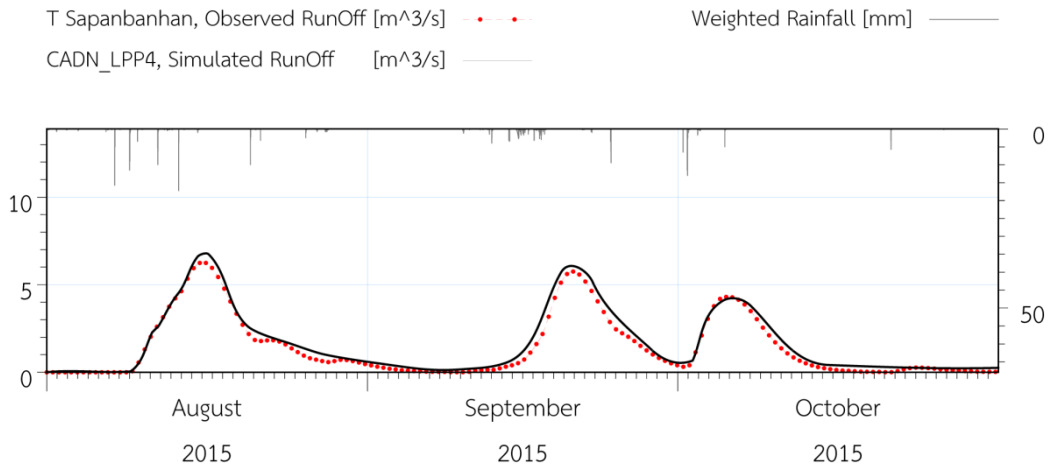
รูปที่ 4 - 11 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองลุ่มน้ำ CAUP_LCR1 สถานี TM.186



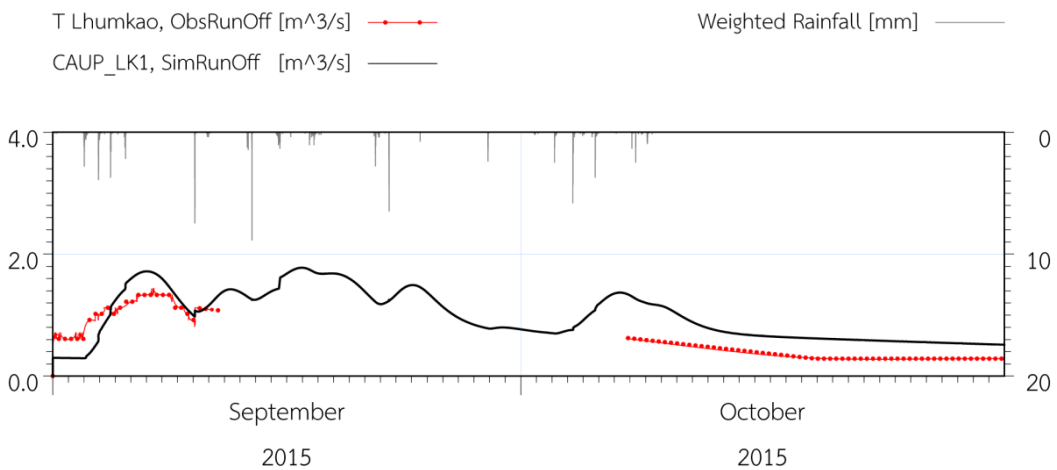
รูปที่ 4 - 12 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองลุ่มน้ำ CAUP_HSR1 สถานี T สบห้วยเหนือ



รูปที่ 4 - 13 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองลุ่มน้ำ CAUP_HKY1 สถานี T ใต้ฝายห้วยขยุง



รูปที่ 4 - 14 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองลุ่มน้ำ CADN_LPP4 สถานี T สะพานบ้านหัน



รูปที่ 4 - 15 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองลุ่มน้ำ CAUP_LK1 สถานี T หลุมข้าว

จากผลการเปรียบเทียบแบบจำลองน้ำฝน - น้ำท่า โดยใช้ข้อมูลตรวจวัดราย 15 นาที จากสถานีสนาม ได้ผลคำนวณปริมาณน้ำท่าสอดคล้องกับข้อมูลตรวจวัด ในส่วนสถานี T หลุมข้าว นั้น เกิดไฟฟ้าลัดวงจรเป็นเหตุให้เกิดเพลิงไหม้ ก่อความเสียหายในช่วงเดือนกันยายน อย่างไรก็ตามผลการคำนวณปริมาณน้ำท่าในช่วงเดือนตุลาคมนั้นสอดคล้องกับข้อมูลตรวจวัด ดังแสดงรายละเอียดค่าคลาดเคลื่อนจากการคำนวณ ดังแสดงในตารางที่ 4 - 4

ตารางที่ 4 - 4 สรุปค่าคลาดเคลื่อนจากการคำนวณด้วยแบบจำลองน้ำฝน - น้ำท่า

ลำดับ	สถานี	อัตราการไหลสูงสุด (ลบ.ม./วิ)				ค่าคลาดเคลื่อน	
		ตรวจวัด	วันที่ เวลา	คำนวณ	วันที่ เวลา	ร้อยละ	เวลา (ชม.: นาที)
1	TM.42	135.72	27/09/15 18:30	132.86	27/09/15 14:30	2.11	4:00
2	TM.50	23.48	18/09/15 19:00	23.93	18/09/15 17:30	1.93	1:30
3	TM.89	118.60	19/09/15 10:15	122.19	19/09/15 08:00	3.02	2:15
4	TM.145	67.01	18/09/15 06:45	66.17	18/09/15 07:00	1.25	0:15
5	TM.159	270.18	27/09/15 15:00	246.70	27/09/15 17:00	8.69	2:00
6	TM.177	29.13	03/10/15 8:15	29.04	03/10/15 6:00	0.30	2:15
7	TM.185	195.97	18/10/15 08:15	194.81	18/10/15 02:45	0.59	5:30
8	TM.186	53.35	07/10/15 12:00	52.97	07/10/15 16:15	0.70	4:15
9	T สบห้วยเหนือ	20.92	08/10/15 20:00	18.85	08/10/15 14:15	9.89	5:45
10	T ใต้ฝายห้วยขยุง	133.64	16/09/15 12:45	127.78	16/09/15 10:30	4.39	2:15
11	T สะพานบ้านหัน	6.28	16/08/15 04:00	6.75	16/08/15 06:15	7.43	2:15
12	T หลุมข้าว	-	-	-	-	-	-

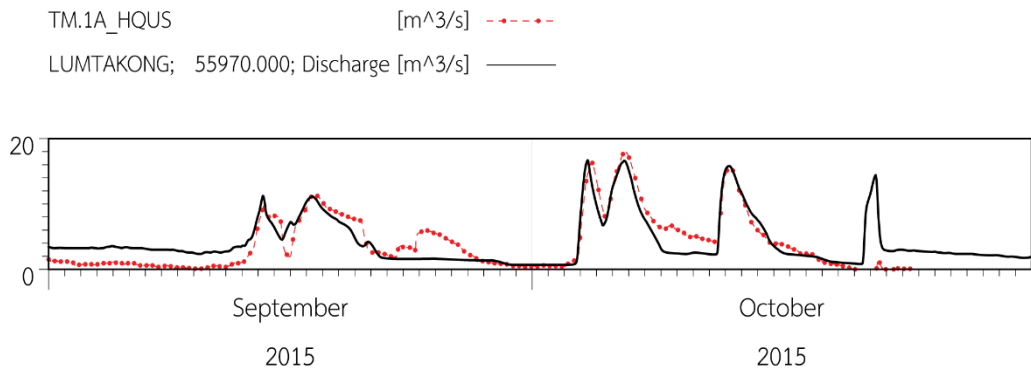
ที่มา : กรมชลประทาน. (2556). โครงการศึกษาวางระบบและติดตั้งระบบโทรมาตรเพื่อพยากรณ์น้ำและเตือนภัยน้ำท่วม จังหวัดนครราชสีมา (มุล).

4.2.2 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamics Model)

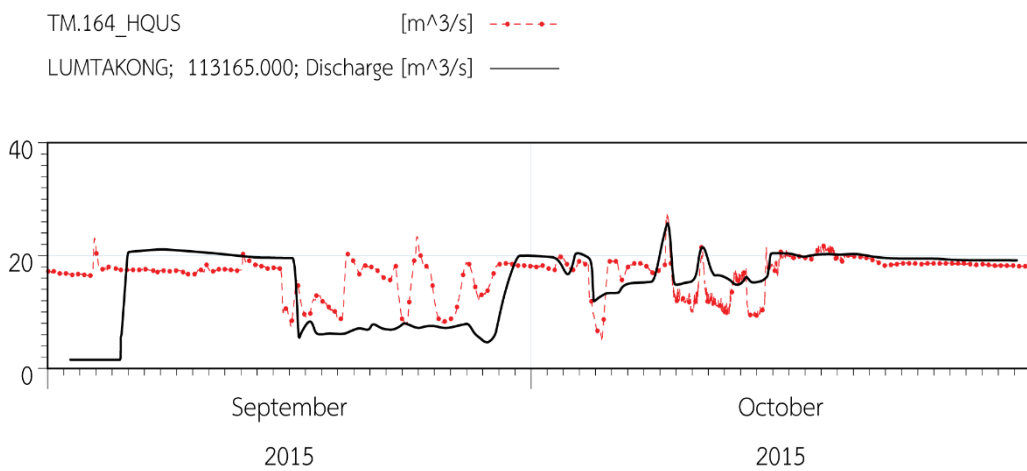
การศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินการปรับค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่งเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ รวมไปถึงใช้ข้อมูลบริหารจัดการน้ำ (การระบายน้ำ การเปิด - ปิด ประตูระบายน้ำ รวมถึงการสูบน้ำ) ของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาและโครงการชลประทานในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล ปรับแต่งแบบจำลองด้วยข้อมูลตรวจวัดราย 15 นาที ได้ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ ดังแสดงค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่งที่ได้จากการเปรียบเทียบของแต่ละลำน้ำหรือแม่น้ำดังแสดงในตารางที่ 4 - 5 และแสดงผลการคำนวณดังแสดงใน รูปที่ 4 - 16 ถึง รูปที่ 4 - 31

ตารางที่ 4 - 5 สรุปค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่งจากการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์

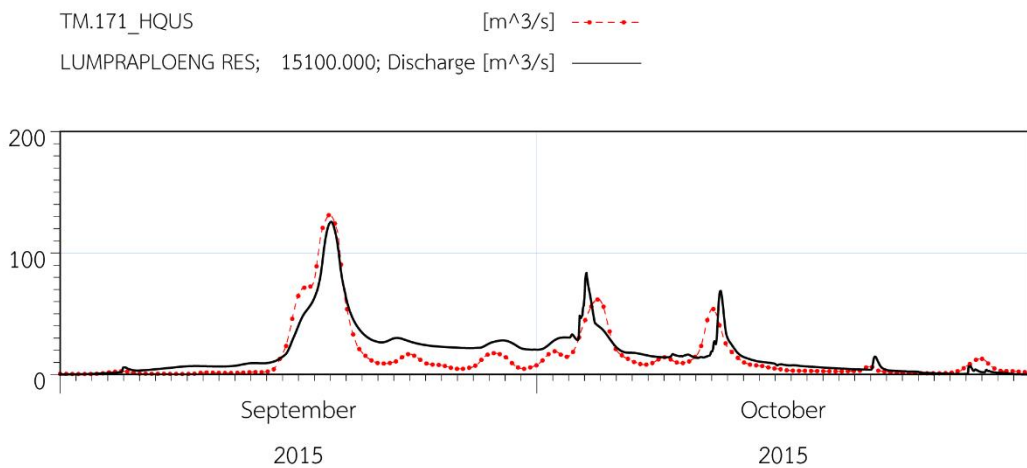
ลำดับ	สถานีเปรียบเทียบ	แม่น้ำ/ลำน้ำสาขา	ระยะทาง (กม.)		ค่าสัมประสิทธิ์ ความขรุขระของแมนนิ่ง
			จาก	ถึง	
1	TM.164	ลำตะคอง	0	136925	0.023
2	TM.180	ลำพระเพลิง	0	92310	0.020
3	TM.50	ลำแซะ	0	37450	0.035
4	TM.174	ลำสะเทต	0	172500	0.050
5	TM.186	ลำจักราช	0	40470	0.020
6	T ปตร.ลำน้ำเค็ม	ลำน้ำเค็ม	0	54600	0.035
7	T โคกตอง	ลำปลายมาศ	0	98600	0.040
8	TM.159	ลำชี	59600	93268	0.030
9	TM.9	ห้วยสำราญ	-70000	25380	0.025
10	TM.176	ห้วยชะยุ้ง	0	75300	0.050
11	TM.42	ห้วยทับทัน	1500	83400	0.020
12	TM.173	แม่น้ำมูล	0	63900	0.050
	TM.2A	แม่น้ำมูล	63900	114064	0.045
	TM.104	แม่น้ำมูล	114064	363700	0.020
	TM.6A	แม่น้ำมูล	363700	443710	0.020
	TM.4	แม่น้ำมูล	443710	546900	0.020
	TM.5	แม่น้ำมูล	546900	698600	0.030



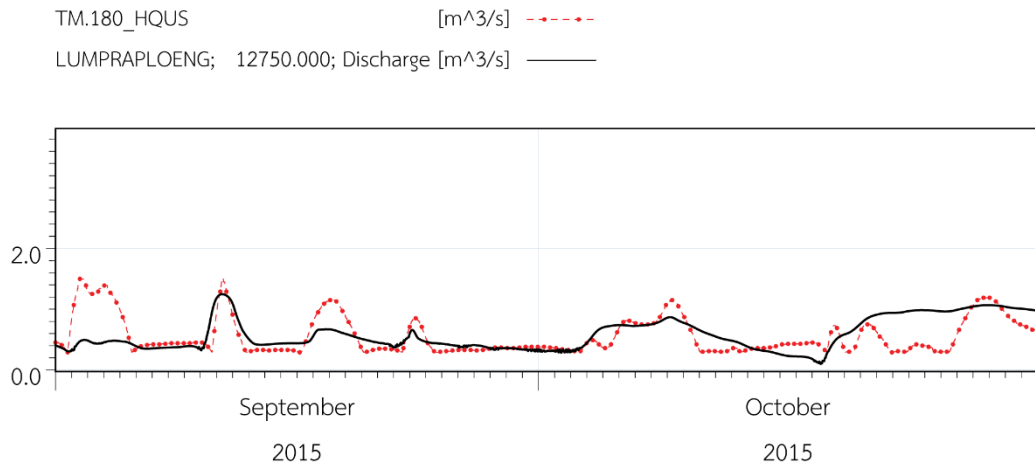
รูปที่ 4 - 16 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ที่สถานี TM.1A



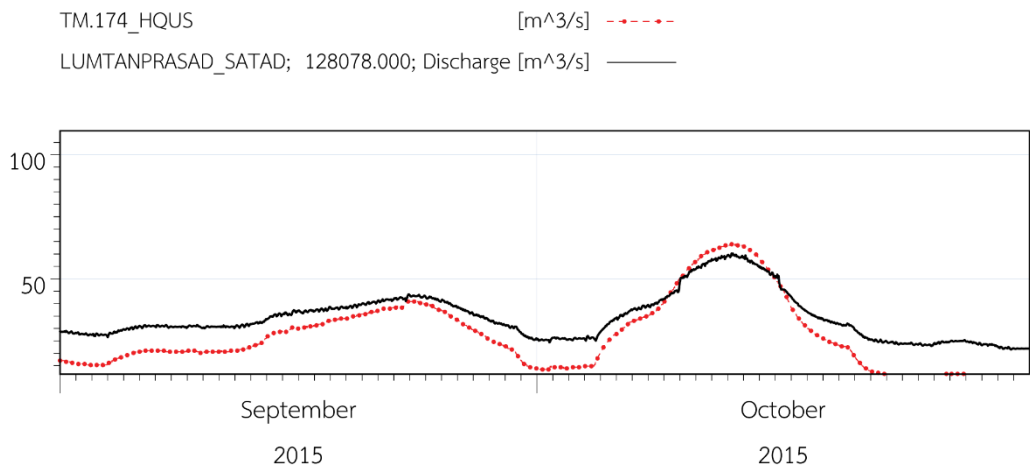
รูปที่ 4 - 17 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ที่สถานี TM.164



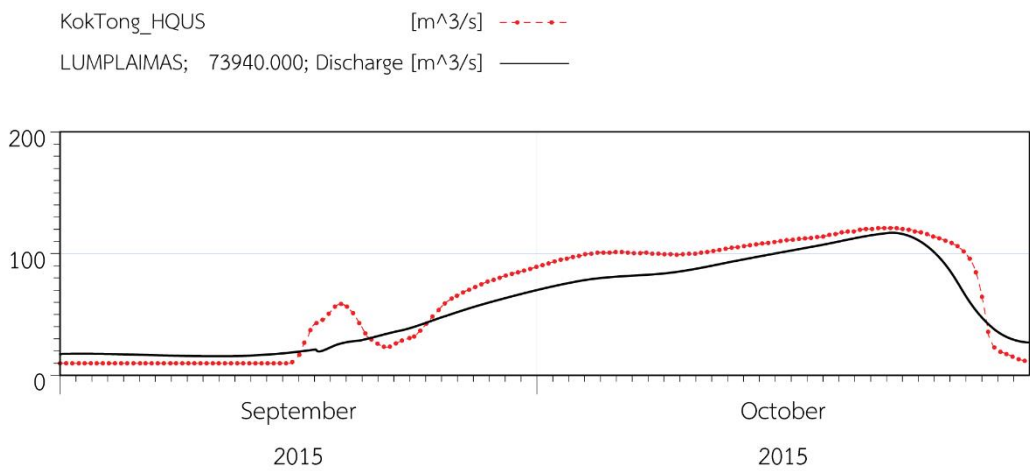
รูปที่ 4 - 18 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ที่สถานี TM.171



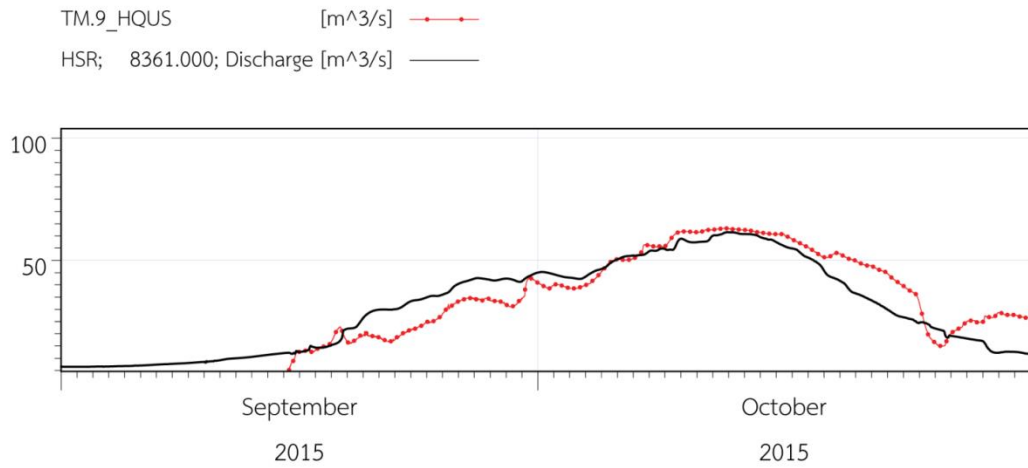
รูปที่ 4 - 19 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ที่สถานี TM.180



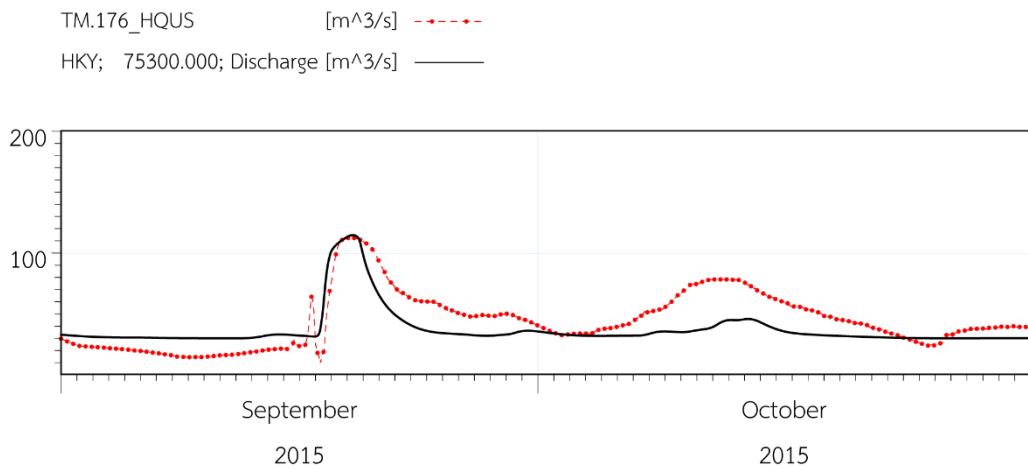
รูปที่ 4 - 20 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ที่สถานี TM.174



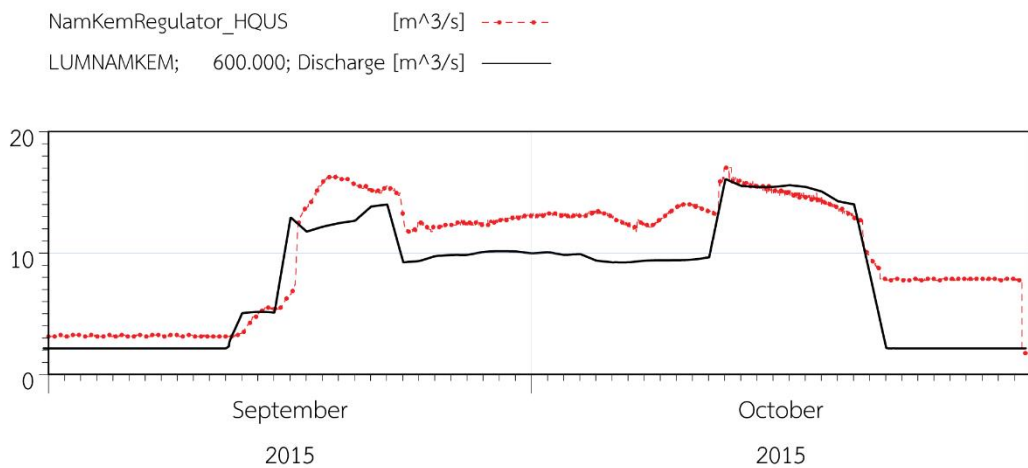
รูปที่ 4 - 21 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ที่สถานี T โคกตอง



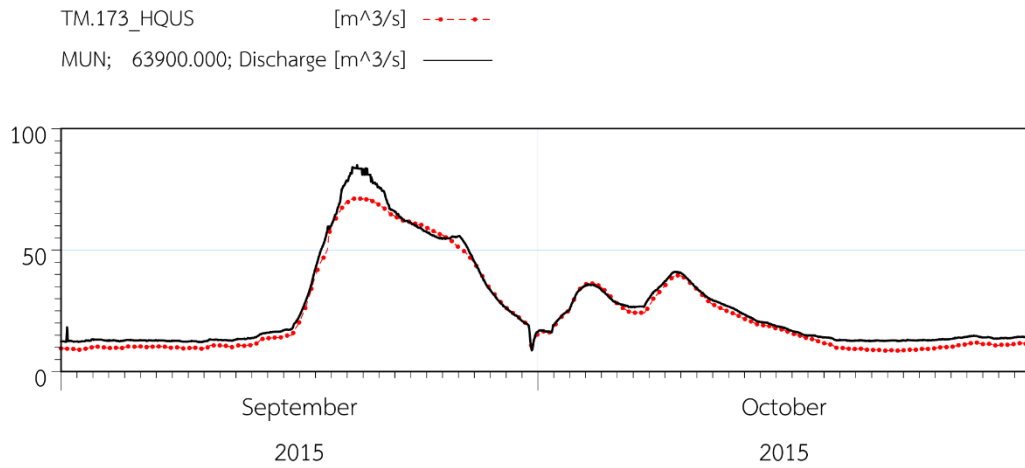
รูปที่ 4 - 22 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ที่สถานี TM.9



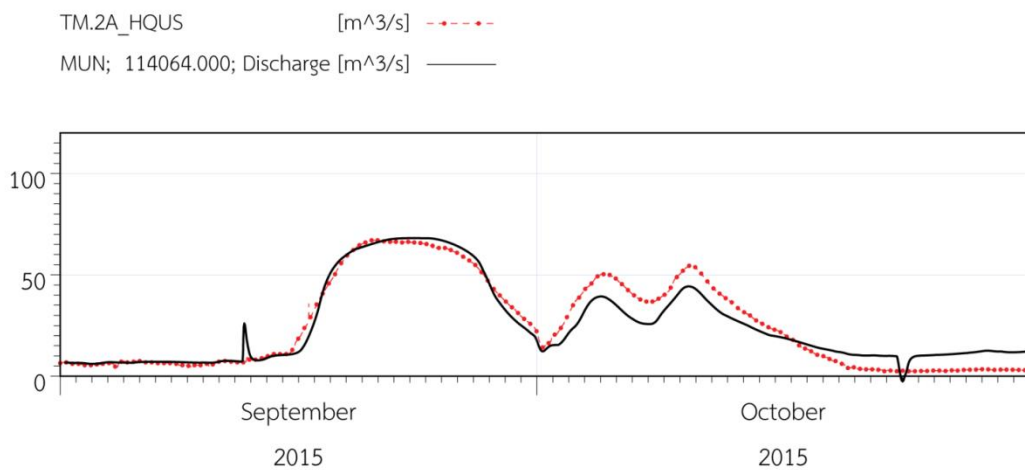
รูปที่ 4 - 23 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ที่สถานี TM.176



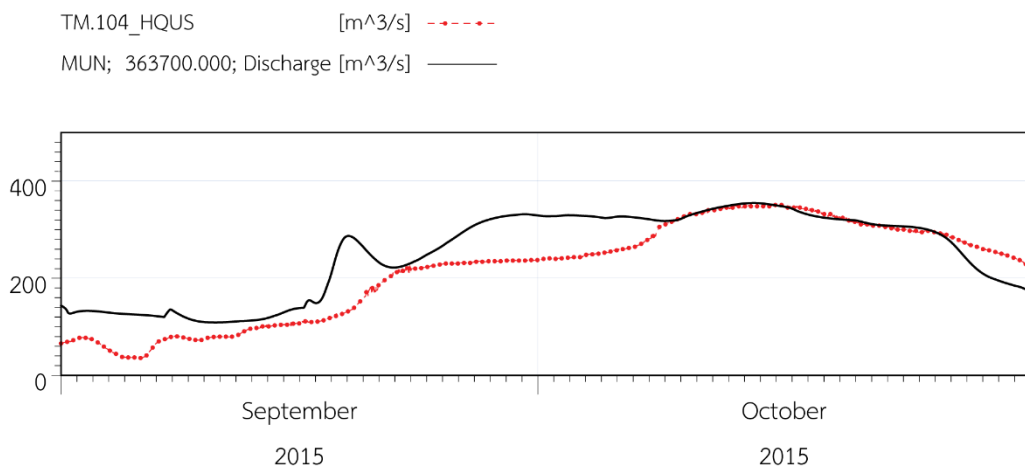
รูปที่ 4 - 24 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ที่สถานี T ประตุระบายน้ำลำน้ำเค็ม



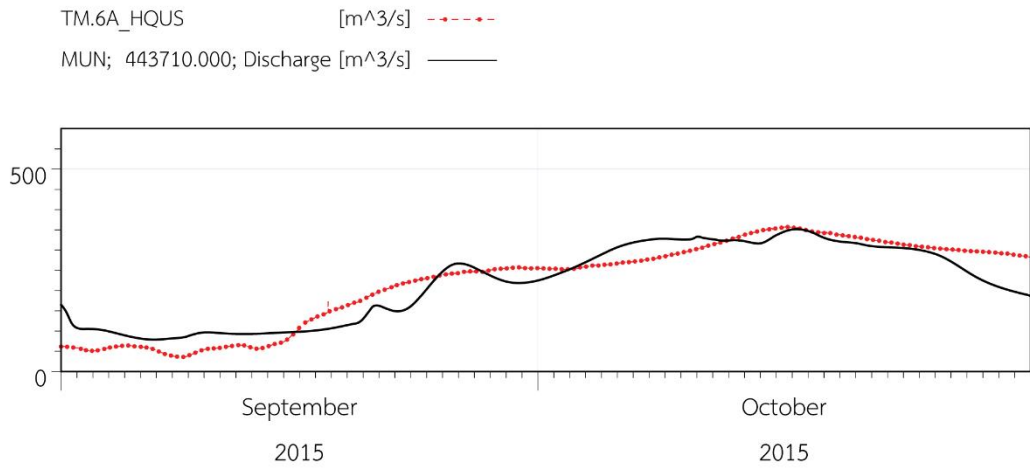
รูปที่ 4 - 25 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ที่สถานี TM.173



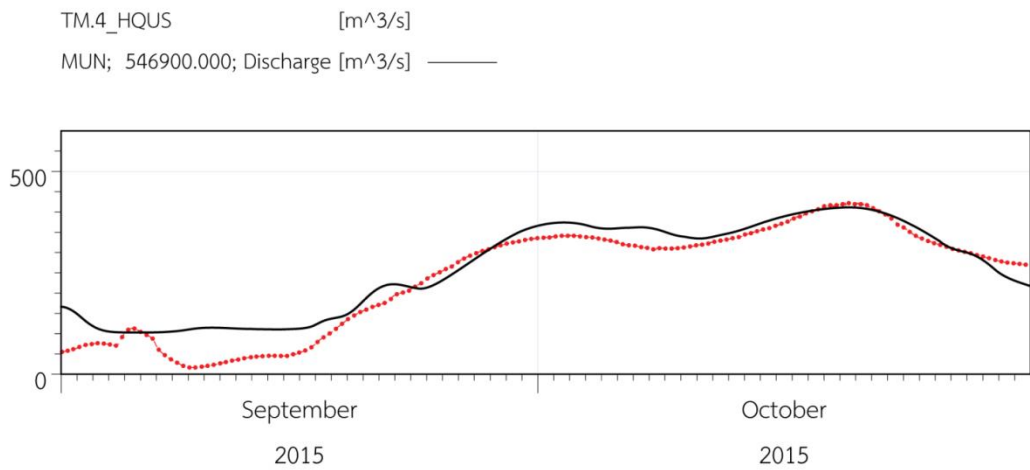
รูปที่ 4 - 26 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ที่สถานี TM.2A



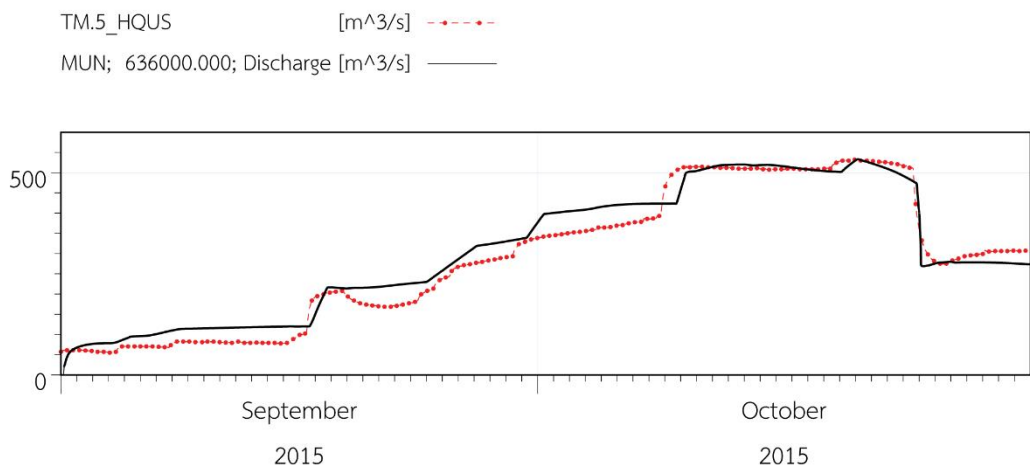
รูปที่ 4 - 27 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ที่สถานี TM.104



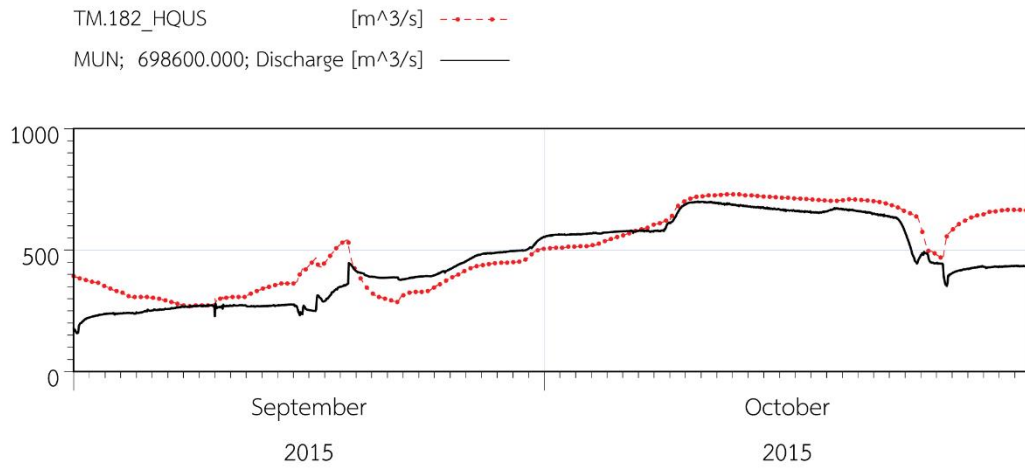
รูปที่ 4 - 28 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ที่สถานี TM.6A



รูปที่ 4 - 29 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ที่สถานี TM.4



รูปที่ 4 - 30 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ที่สถานี TM.5



รูปที่ 4 - 31 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ที่สถานี TM.182

จากผลการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์พบว่า ผลการคำนวณปริมาณน้ำมีความสอดคล้องกับข้อมูลตรวจวัด ในส่วนสถานี T ประตูระบายน้ำลำสะเทตนั้นมีการปิดประตูระบายน้ำของประตูระบายน้ำลำสะเทต จึงทำให้ปริมาณน้ำและระดับน้ำไม่เปลี่ยนแปลง และที่สถานี TM.164 ได้รับอิทธิพลจากเขื่อนระบายน้ำคอนชุมและฝายอัมภางค์ ซึ่งอยู่ด้านเหนือน้ำและทำให้น้ำตามลำดับ ดังแสดงรายละเอียดค่าคลาดเคลื่อนจากการคำนวณดังแสดงในตารางที่ 4 - 6

ตารางที่ 4 - 6 สรุปค่าตลาดเคลื่อนจากการคำนวณด้วยแบบจำลองอุทกพลศาสตร์

ลำดับ	สถานี	อัตราการไหลสูงสุด (ลบ.ม./วิ)				ค่าตลาดเคลื่อน	
		ตรวจวัด	วันที่ เวลา	คำนวณ	วันที่ เวลา	ร้อยละ	เวลา (ชม.:นาที)
1	TM.1A	17.90	06/10/15 17:15	16.25	06/10/15 18:45	9.22	1:30
2	TM.164	27.60	09/10/15 11:45	25.36	09/10/15 12:15	8.12	0:30
3	TM.171	131.09	17/09/15 21:45	122.51	18/09/15 01:15	6.55	3:30
4	TM.180	1.50	11/09/15 9:30	1.39	11/09/15 9:00	7.33	0:30
5	T ปตร.ลำสะเทต	-	-	-	-	-	-
6	TM.174	63.90	13/10/15 4:15	57.64	13/10/15 6:45	9.80	2:30
7	T โคกตอง	121.63	22/10/15 17:45	114.63	22/10/15 22:45	5.76	5:00
8	TM.9	63.07	12/10/15 12:30	60.78	12/10/15 14:30	3.63	2:00
9	TM.176	112.26	18/09/15 23:45	114.31	19/09/15 00:30	1.83	0:45
10	T ปตร.ลำน้ำเค็ม	17.02	12/10/15 23:15	15.8	12/10/15 23:00	7.17	0:15
11	TM.173	71.51	19/09/15 12:30	85.60	19/09/15 13:00	19.70	0:30
12	TM.2A	67.05	20/09/15 13:45	60.40	20/09/15 11:15	9.92	2:30
13	TM.104	353.77	15/10/15 08:30	348.59	15/10/15 05:45	1.46	2:45
14	TM.6A	357.12	16/10/15 11:30	346.31	16/10/15 16:45	3.03	5:15
15	TM.4	421.90	20/10/15 15:45	415.65	20/10/15 18:15	1.48	2:30
16	TM.5	532.10	20/10/15 19:30	521.47	20/10/15 14:15	2.00	5:15
17	TM.182	731.93	12/10/15 14:45	710.12	12/10/15 10:30	2.98	4:15

4.2.3 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamics Model) คำนวณปริมาณน้ำผ่าน ฝายและประตูระบายน้ำ

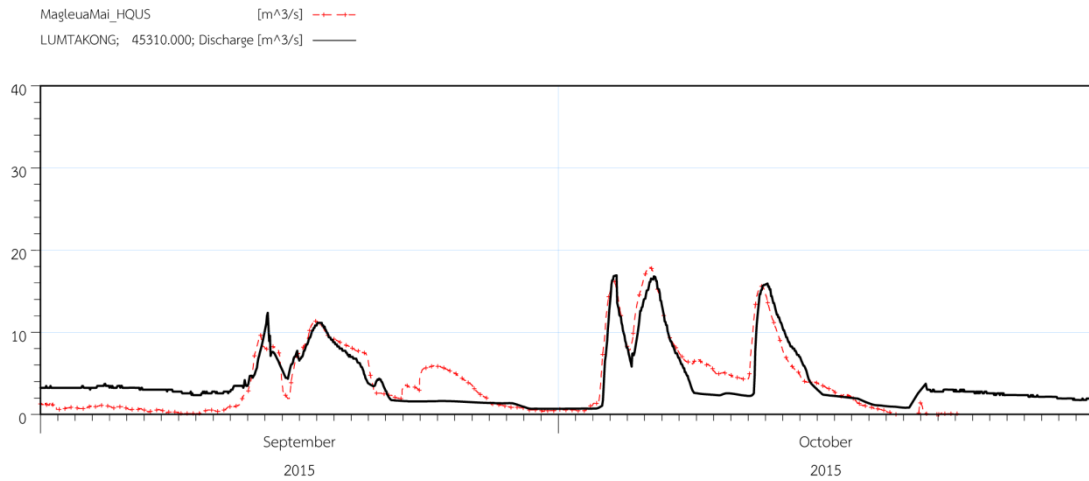
การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้ดำเนินการปรับค่าพารามิเตอร์ของอาคารชลศาสตร์ในแบบจำลองทางอุทกพลศาสตร์ที่มีสถานีโทรมาตรติดตั้งทั้ง 7 สถานี โดยใช้ข้อมูลบริหารจัดการน้ำ (การระบายน้ำ การเปิด - ปิดประตูระบายน้ำ รวมถึงการสูบน้ำ) ของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาและโครงการชลประทานในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล ปรับแต่งแบบจำลองด้วยข้อมูลตรวจวัดราย 15 นาที โดยทำการเปรียบเทียบผลการคำนวณด้วยแบบจำลองกับการคำนวณด้วยค่าสัมประสิทธิ์อัตราไหลจากงานสำรวจในการศึกษาค้นคว้าของโครงการฯ ดังแสดงค่าพารามิเตอร์ของอาคารชลศาสตร์ในแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ที่ได้จากการเปรียบเทียบดังแสดงในตารางที่ 4 - 7 ค่าคลาดเคลื่อนจากการคำนวณดังแสดงในตารางที่ 4 - 8 และแสดงผลการคำนวณดังแสดงในรูปที่ 4 - 32 ถึง รูปที่ 4 - 38

ตารางที่ 4 - 7 ข้อมูลนำเข้าอาคารชลศาสตร์ในแบบจำลองอุทกพลศาสตร์

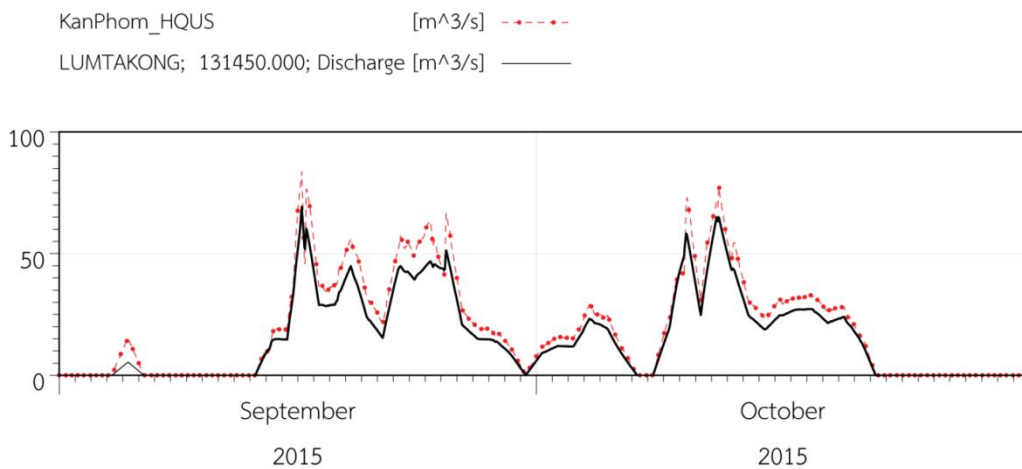
ลำดับ	สถานีเปรียบเทียบ	แม่น้ำ/ลำน้ำสาขา	ค่าพารามิเตอร์			
			ประเภทอาคารระบายน้ำ	จำนวนประตู	ความกว้างประตู	ระดับธรณีประตู
1	T ขรน.มะเกลือใหม่	ลำตะคอง	Radial Gate	5	5	218
2	T ขรน.กันผม	ลำตะคอง	Sluice, Formula	5	3	163
3	T ขรน.พิมาย	มูล	Sluice, Formula	6	6	146
4	T ขรน.ชุมพวง	มูล	Radial Gate	3	6	138
5	T ฝายยางบ้านส้ม	มูล	Overflow	1	70	160
6	T ฝายยางบ้านเขว้า	มูล	Overflow	1	53	128
7	T ฝายยางบ้านตะลุง	มูล	Overflow	1	63	119

ตารางที่ 4 - 8 สรุปค่าคลาดเคลื่อนจากการคำนวณปริมาณน้ำผ่านประตูระบายน้ำและฝายด้วยแบบจำลองอุทกพลศาสตร์

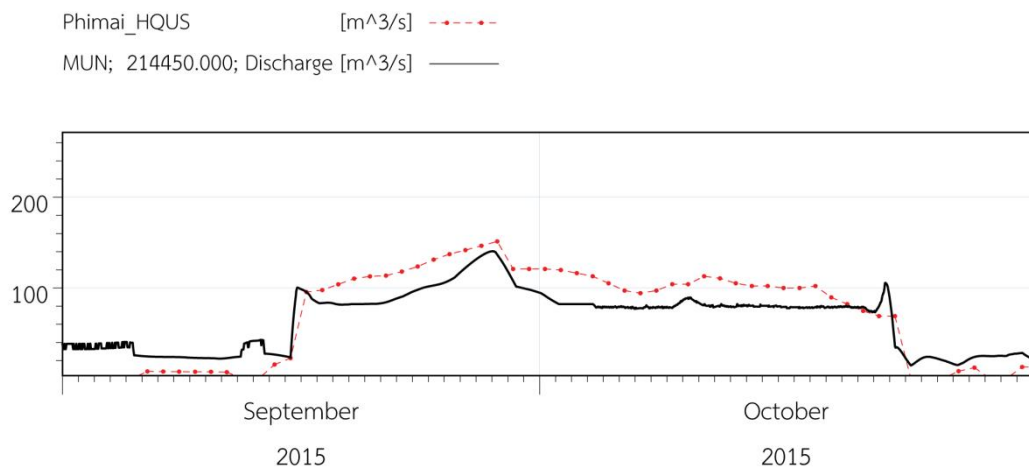
ลำดับ	สถานี	อัตราการไหลสูงสุด (ลบ.ม./วิ)				ค่าคลาดเคลื่อน	
		ตรวจวัด	วันที่ เวลา	คำนวณ	วันที่ เวลา	ร้อยละ	เวลา (ชม.:นาที)
1	T ขรน.มะเกลือใหม่	17.90	06/10/15 17:15	16.71	06/10/15 17:15	6.65	0:00
2	T ขรน.กันผม	83.68	16/09/15 06:00	75.92	16/09/15 06:00	9.28	0:00
3	T ขรน.พิมาย	151.32	28/09/15 08:00	138.52	28/09/15 08:00	8.46	0:00
4	T ขรน.ชุมพวง	124.11	21/09/15 08:00	118.74	21/09/15 08:00	4.33	0:00
5	T ฝายยางบ้านส้ม	216.84	25/09/15 15:00	196.63	25/09/15 15:00	9.32	0:00
6	T ฝายยางบ้านเขว้า	330.82	14/10/15 10:00	301.68	14/10/15 10:00	8.81	0:00
7	T ฝายยางบ้านตะลุง	517.87	19/10/15 07:00	467.21	19/10/15 07:00	9.78	0:00



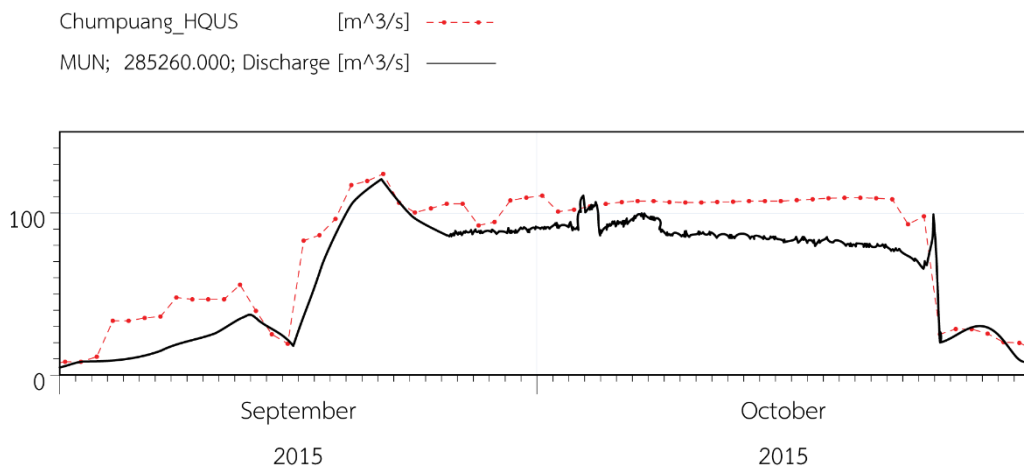
รูปที่ 4 - 32 ผลการเปรียบเทียบ สถานี T เขื่อนระบายน้ำมะเกลือใหม่



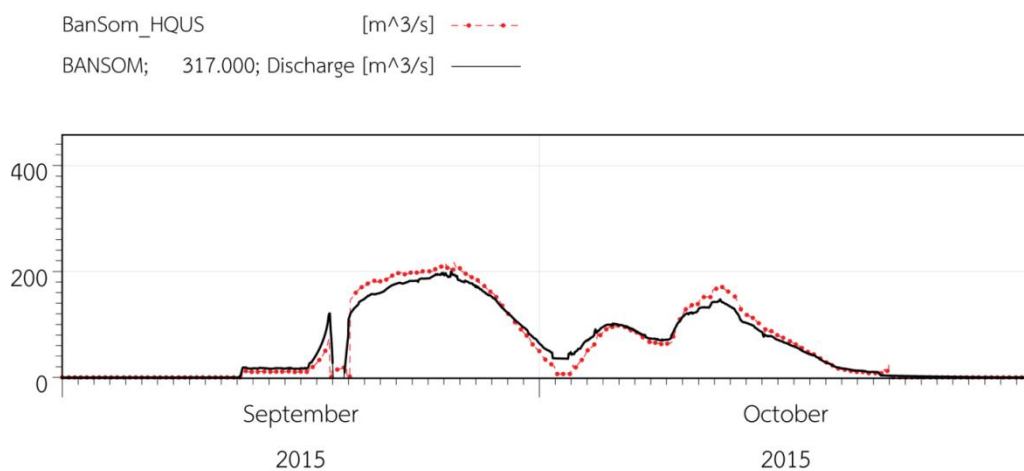
รูปที่ 4 - 33 ผลการเปรียบเทียบ สถานี T เขื่อนระบายน้ำกันผม



รูปที่ 4 - 34 ผลการเปรียบเทียบ สถานี T เขื่อนระบายน้ำพิมาย



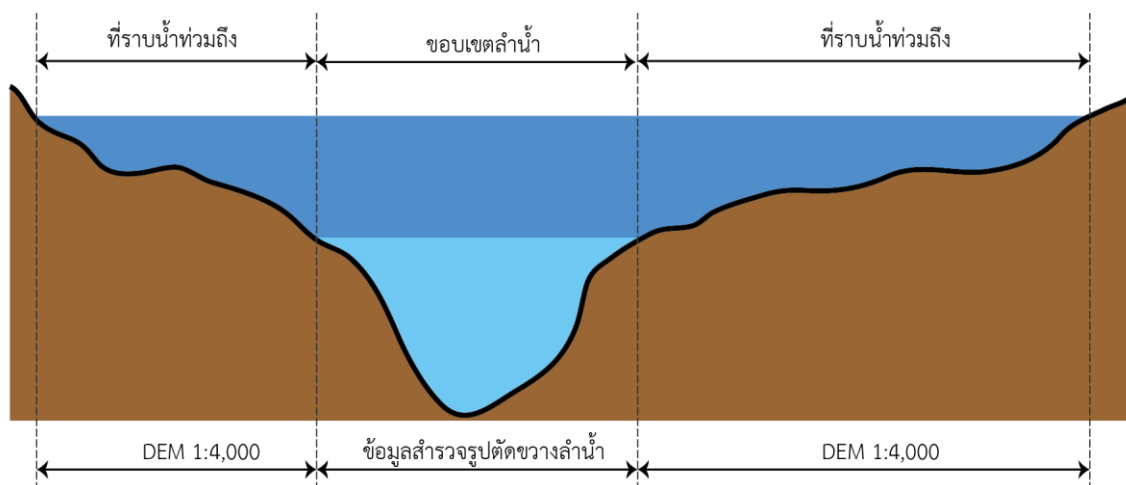
รูปที่ 4 - 35 ผลการเปรียบเทียบ สถานี T เขื่อนระบายน้ำชุมพวง



รูปที่ 4 - 36 ผลการเปรียบเทียบ สถานี T ฝ่ายยางบ้านส้ม

4.3 การจัดทำแผนที่น้ำท่วม

เนื่องจากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ MIKE 11 เป็นแบบจำลองการคำนวณระดับน้ำและอัตราการไหลแบบ 1 มิติ ผลลัพธ์ที่ได้เป็นค่าระดับน้ำ 1 มิติในแต่ละรูปตัดขวางลำน้ำ ทั้งนี้ ในการจัดทำแผนที่น้ำท่วมเมื่อระดับน้ำล้นตลิ่ง ได้ทำการขยายแนวรูปตัดขวางในแต่ละรูปตัดของแบบจำลองไปถึงที่ราบน้ำท่วมถึง (Flood Plain) และใช้ข้อมูล DEM แบบจำลองระดับความสูงเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model, DEM) มาตรฐาน 1:4,000 เพื่อกำหนดระดับความสูงต่ำของพื้นที่ในการต่อขยาย และได้ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการจัดทำแผนที่น้ำท่วม ดังแสดงในรูปที่ 4 - 39



รูปที่ 4 - 39 ขอบเขตลำน้ำและการต่อขยายรูปตัดขวางไปถึงที่ราบน้ำท่วมถึง

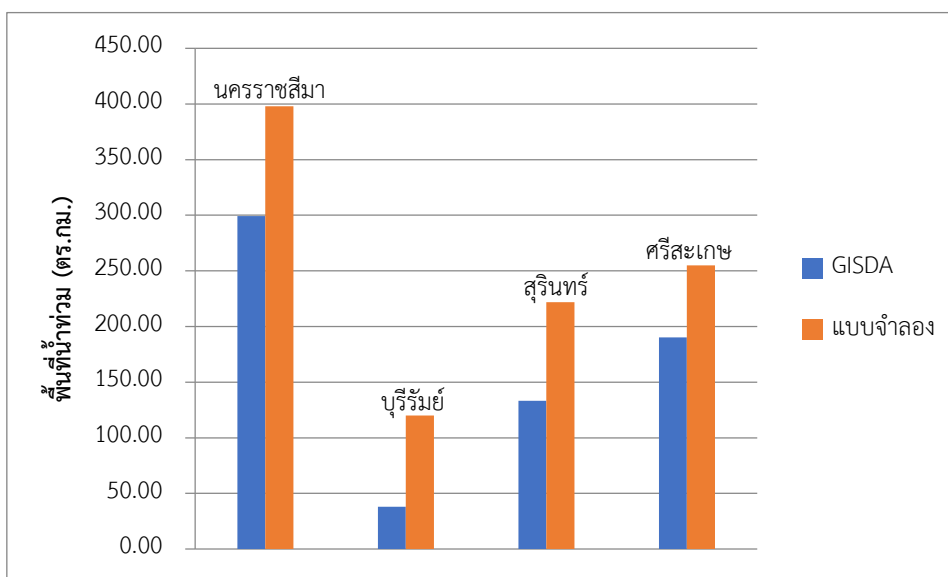
ที่มา : กรมชลประทาน. (2556). โครงการศึกษาวางระบบและติดตั้งระบบโทรมาตรเพื่อพยากรณ์น้ำและเตือนภัยน้ำท่วม จังหวัดนครราชสีมา (มุล).

โดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะทำการซ้อนทับ (Over Lay) ข้อมูล DEM กับชั้นข้อมูลระดับน้ำที่ได้จากการคำนวณและใช้ Spatial Analyst tool คำนวณด้วยฟังก์ชัน Map Algebra ในแต่ละ Cell ของ DEM และข้อมูลระดับน้ำด้วยสมการ $Depth = DEM - Water Level$ ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นความลึกน้ำในแต่ละ Cell ในกรณีที่ความสูงของ DEM มากกว่าระดับน้ำท่วมจะไม่แสดงผลใน Cell นั้นๆ

Flood inundation map เป็นการแสดงแผนที่น้ำท่วมในแต่ละวันของช่วงพายุการณ์ ซึ่งเป็นการคำนวณแผนที่น้ำท่วมด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ดังแสดงในรูปที่ 4 - 40 และ ดังแสดงในตารางที่ 4 - 9 โดยเปรียบเทียบผลการคำนวณพื้นที่น้ำท่วมที่ได้จากภาพถ่ายทางดาวเทียม และผลการคำนวณ ดังแสดงในรูปที่ 4 - 41

ตารางที่ 4 - 9 พื้นที่น้ำท่วมจากการคำนวณโดยแบบจำลองคณิตศาสตร์

ลำดับที่	อำเภอ	พื้นที่น้ำท่วม (ตร.กม.)
จ.นครราชสีมา		
1	อ.เมืองนครราชสีมา	49.69
2	อ.จักราช	11.32
3	อ.โชคชัย	22.53
4	อ.โนนสูง	27.37
5	อ.พิมาย	191.20
6	อ.ชุมพวง	84.94
7	อ.สูงเนิน	2.27
8	อ.ขามทะเลสอ	1.53
9	อ.เมืองยาง	68.67
10	อ.ลำทะเมนชัย	19.87
11	อ.เฉลิมพระเกียรติ	0.02
รวมพื้นที่น้ำท่วม		479.41
จ.บุรีรัมย์		
1	อ.คูเมือง	60.98
2	อ.พุทไธสง	40.47
3	อ.สตึก	85.18
4	อ.แคนดง	69.30
รวมพื้นที่น้ำท่วม		255.94
จ.สุรินทร์		
1	อ.ชุมพลบุรี	170.19
2	อ.ท่าตูม	157.60
3	อ.รัตนบุรี	153.98
รวมพื้นที่น้ำท่วม		481.78
จ.ศรีสะเกษ		
1	อ.เมืองศรีสะเกษ	40.25
2	อ.ยางชุมน้อย	16.27
3	อ.กันทรารมย์	2.34
4	อ.ราชีไศล	76.91
5	อ.อุทุมพรพิสัย	6.47
6	อ.บึงบูรพ์	0.78
รวมพื้นที่น้ำท่วม		143.02



รูปที่ 4 - 41 ผลการเปรียบเทียบพื้นที่น้ำท่วมจากภาพถ่ายทางดาวเทียมและผลการคำนวณ

จาก รูปที่ 4 - 41 ผลการเปรียบเทียบพื้นที่น้ำท่วมจากภาพถ่ายทางดาวเทียมและผลการคำนวณ มีพื้นที่น้ำท่วมแตกต่างกันเนื่องจาก

- (1) แผนที่น้ำท่วมจาก GISDA ไม่ได้บันทึกภาพในรอบวงโคจรของดาวเทียมในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล ในจังหวัดต่างๆ ในวันที่ 8 ตุลาคม พ.ศ. 2556 ดังแสดงในตารางที่ 4 - 10
- (2) ความละเอียด (Resolution) ของภาพถ่ายทางดาวเทียมมีคุณภาพดีน้อยกว่า เมื่อเทียบกับคุณภาพข้อมูลแบบจำลองระดับความสูงเชิงตัวเลข (DEM) ที่มีมาตราส่วน 1:4,000

ตารางที่ 4 - 10 พื้นที่ลุ่มน้ำมูลที่ภาพถ่ายทางดาวเทียมไม่ได้บันทึกภาพในรอบวงโคจรของดาวเทียม

ลำดับที่	จังหวัด	อำเภอ
1	นครราชสีมา	อ.ชุมพวง
		อ.เมืองยาง
		อ.ลำทะเมนชัย
2	บุรีรัมย์	อ.พุทไธสง
		อ.คูเมือง
		อ.แคนดง
		อ.สตึก
3	สุรินทร์	อ.ท่าตูม

บทที่ 5 การพัฒนาระบบช่วยตัดสินใจ

นอกเหนือจากงานพัฒนาแบบจำลองเพื่อพยากรณ์น้ำแล้ว การศึกษาเกี่ยวกับวิธีการบริหารจัดการน้ำและเกณฑ์การเตือนภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำมูลมีความสำคัญในการใช้ระบบโทรมาตรเช่นกัน เพื่อให้สามารถใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการด้านน้ำท่วมของพื้นที่ลุ่มน้ำมูลได้อย่างเหมาะสม ในการศึกษานี้ได้ดำเนินการศึกษาระบบช่วยตัดสินใจ 3 ส่วน ได้แก่

1. ระบบช่วยตัดสินใจการบริหารจัดการน้ำ
2. ระบบช่วยตัดสินใจสำหรับภัยแล้ง
3. ระบบช่วยตัดสินใจเตือนภัยคุณภาพน้ำ

5.1 ระบบช่วยตัดสินใจการบริหารจัดการน้ำ

การจัดทำเหตุการณ์จำลองการบริหารจัดการน้ำ เป็นการจำลองสถานการณ์การเปิดปิดประตูระบายน้ำ เพื่อคำนวณผลกระทบของพื้นที่เหนือ/ท้ายประตูระบายน้ำ ซึ่งการจำลองเหตุการณ์ดังกล่าวเป็นการสนับสนุนการตัดสินใจเมื่อเกิดน้ำหลากจากพื้นที่ต้นน้ำของประตูระบายน้ำ เพื่อลดผลกระทบที่เกิดขึ้นของพื้นที่เหนือ/ท้ายประตูระบายน้ำ และคำนวณปริมาณน้ำที่ระบายออกไม่ให้เกิดผลกระทบที่รุนแรงด้านท้ายน้ำ จากการศึกษาครั้งนี้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่โครงการชลประทานมาจัดทำเหตุการณ์จำลองเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำช่วงน้ำหลาก ดังแสดงในรูปที่ 5 - 1



รูปที่ 5 - 1 แนวทางการบริหารจัดการน้ำ

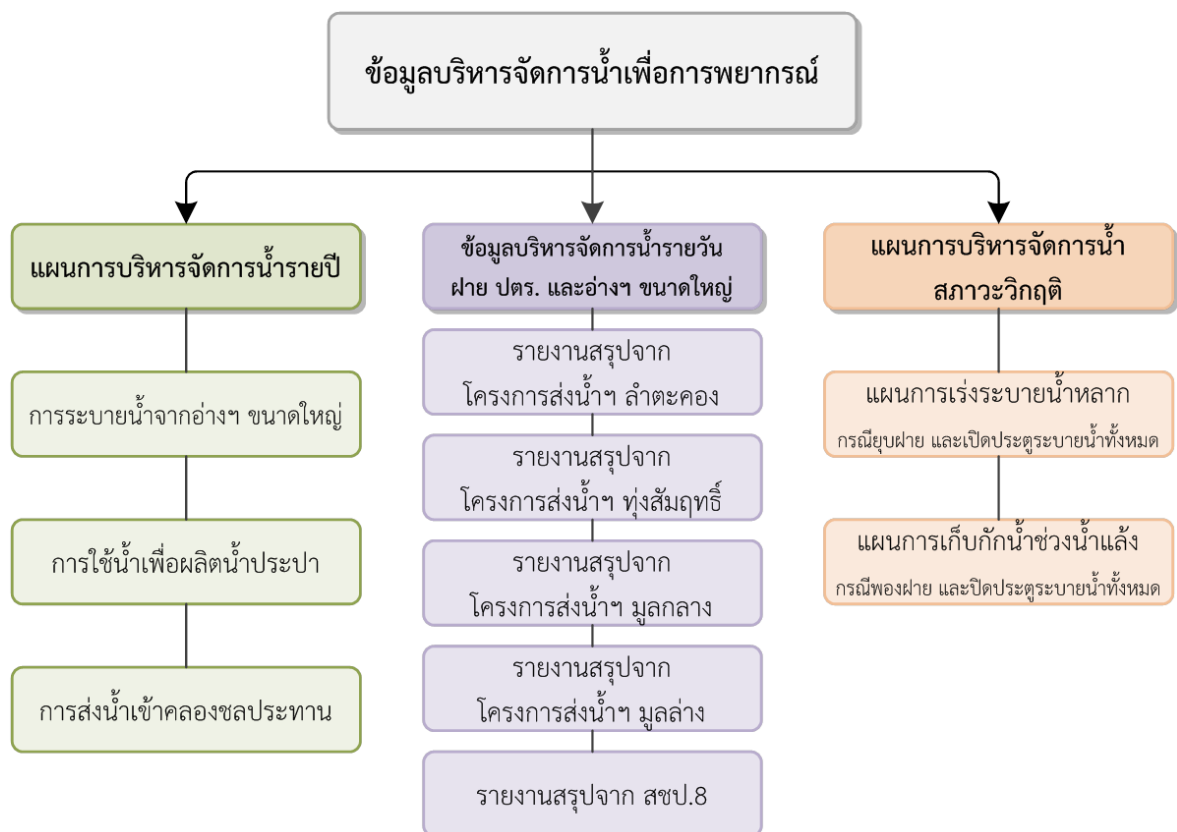
ที่มา : กรมชลประทาน. (2556). โครงการศึกษาวางระบบและติดตั้งระบบโทรมาตรเพื่อพยากรณ์น้ำและเตือนภัยน้ำท่วม จังหวัดนครราชสีมา (มูล).

ข้อมูลบริหารจัดการน้ำที่เป็นองค์ประกอบของระบบช่วยตัดสินใจ ดังแสดงในรูปที่ 5 - 2 ประกอบด้วย

ก. แผนการบริหารจัดการน้ำรายปี เป็นชุดข้อมูลแผนการระบายน้ำ/ส่งน้ำ ล่วงหน้า โดยข้อมูลอาจเป็นแผนรายเดือนหรือรายปี เพื่อสามารถคาดการณ์สถานการณ์น้ำในอนาคตได้

ข. ข้อมูลบริหารจัดการน้ำรายวัน เป็นข้อมูลบริหารจัดการน้ำที่ดำเนินการจริง เช่น การเปิด - ปิดบานระบายจากโครงการชลประทานจังหวัด/โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาในพื้นที่โครงการรายวัน ข้อมูลชุดนี้จะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อความถูกต้องแม่นยำของการคาดการณ์

ค. แผนการบริหารจัดการน้ำสภาวะวิกฤติ จะเป็นแผนบริหารจัดการน้ำ เช่น กรณียุบฝายวางและเปิดประตูระบายน้ำ เพื่อเร่งระบายน้ำออกจากพื้นที่ เพื่อคาดการณ์สถานการณ์น้ำที่เกิดขึ้นและช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ การบริหารจัดการน้ำหลากเพื่อให้มีผลกระทบน้อยที่สุด



รูปที่ 5 - 2 แผนผังแสดงรายละเอียดและที่มาของข้อมูลช่วยตัดสินใจการบริหารจัดการน้ำ

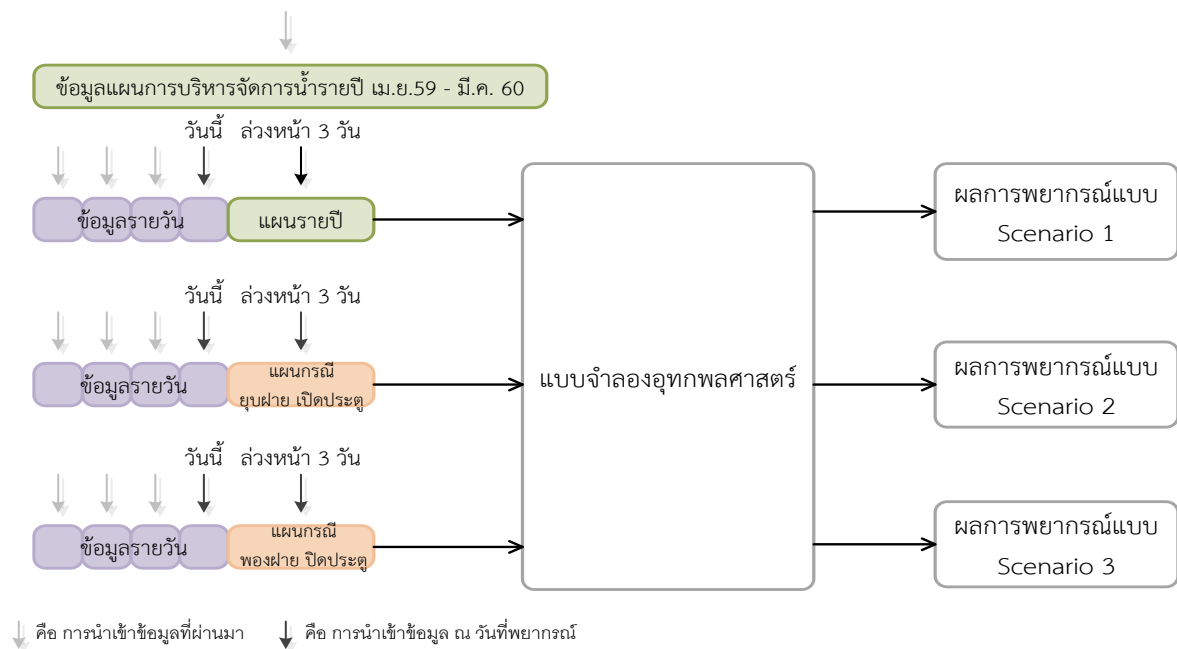
การศึกษานี้ได้กำหนดแนวทางการบริหารจัดการน้ำ 3 ทางเลือก ดังแสดงในรูปที่ 5 - 3 ได้แก่

ก. Scenario 1 จะเป็นแนวทางการบริหารจัดการน้ำโดยใช้ข้อมูลแผนรายปีเป็นข้อมูลล่วงหน้าในการพยากรณ์ ร่วมกับข้อมูลการบริหารจริงที่ผ่านมา ซึ่งการพยากรณ์แบบ Scenario 1 จะคำนวณทุกวัน เป็นพื้นฐานของการพยากรณ์

ข. Scenario 2 เป็นการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลการบริหารจัดการน้ำจริงที่ผ่านมา และในช่วงพยากรณ์นั้นจะเป็นข้อมูลการเปิดประตูระบายน้ำและการยุบตัวของฝายอย่าง

ค. Scenario 3 เป็นการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลการบริหารจัดการน้ำจริงที่ผ่านมา และในช่วงพยากรณ์นั้นจะเป็นข้อมูลการปิดประตูระบายน้ำและการพองตัวของฝายอย่าง

ทั้งนี้ ข้อมูลบริหารจัดการน้ำในช่วงคาดการณ์สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามรูปแบบที่เหมาะสมตามแนวทางการบริหารจัดการน้ำในแต่ละพื้นที่



รูปที่ 5 - 3 แผนผังแสดงการนำเข้าข้อมูลเพื่อการพยากรณ์ของทางเลือกทั้ง 3 ทางเลือก

การคาดการณ์น้ำท่วมโดยใช้สถานีโทรมาตรที่อยู่ด้านเหนือน้ำเป็นสถานีเพื่อเตือนภัยล่วงหน้า และใช้สถานีโทรมาตร ณ พื้นที่ชุมชนเป็นสถานีเฝ้าระวังระดับน้ำ ถ้าระหว่างทางมีอาคารบังคับน้ำ เช่น ประตูระบายน้ำ เขื่อนระบายน้ำ หรือฝาย จะต้องจำลองทางเลือกในการเปิด - ปิด บานระบายของอาคารบังคับน้ำ เพื่อการควบคุมน้ำ หนองน้ำ หรือฝันน้ำเลี้ยงชุมชนเมือง เพื่อแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถใช้ในการพยากรณ์เตือนภัยน้ำท่วม และใช้เป็นระบบช่วยตัดสินใจ (DSS) ในการบริหารจัดการน้ำท่วมได้

พื้นที่ชุมชนที่นำมาจำลองสถานการณ์น้ำและการเตือนภัย ประกอบด้วย

- อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา
- อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา
- อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ

5.1.1 พื้นที่เมืองนครราชสีมา

พื้นที่ตัวเมืองนครราชสีมาอยู่ในลุ่มน้ำลำตะคอง ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ประสบปัญหาด้านอุทกภัยจากปริมาณน้ำหลากจากพื้นที่ท้ายน้ำของอ่างเก็บน้ำลำตะคอง โดยลำตะคองจะรับน้ำจากการระบายของอ่างเก็บน้ำลำตะคองที่ อำเภอสีคิ้ว ไหลผ่าน อำเภอสูงเนิน จากนั้นแยกไปลำบริบูรณ์ แล้วไหลขนานกับลำตะคองผ่าน อำเภอเมืองนครราชสีมา โดยมีพื้นที่ที่สำคัญริมลำตะคอง ได้แก่ พื้นที่ชุมชนเมืองของเทศบาลตำบลสูงเนิน เทศบาลตำบลโคกกรวด เทศบาลนครนครราชสีมา โรงพยาบาลเซ็นต์เมรี่ และ โรงพยาบาลมหาราช ความจุลำน้ำของลำตะคองที่ตัวเมืองนครราชสีมา มีความจุ ประมาณ 50 ลูกบาศก์เมตร/วินาที และมีสิ่งปลูกสร้างการรุกรานน้ำเป็นอุปสรรคในการระบายน้ำเป็นอย่างมาก ในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดสถานีโทรมาตรเพื่อเตือนภัยน้ำคือ สถานี TM.1A ที่ อำเภอสูงเนิน ซึ่งตั้งอยู่ด้านเหนือน้ำทาง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา เป็นระยะทาง 57 กิโลเมตร จะเตือนภัยสถานการณ์น้ำก่อนเข้าตัวเมืองนครราชสีมา โดยระดับตลิ่งซ้าย - ขวา ของสถานี TM.1A มีค่า +210.819 เมตร (ร.ท.ก.) และ +210.521 เมตร (ร.ท.ก.) ตามลำดับ และ TM.164 ที่ อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา จะเป็นสถานีโทรมาตรติดตามฝายระวางในเขตเทศบาลนครราชสีมา โดยระดับตลิ่งซ้าย - ขวา มีค่า +178.391 เมตร (ร.ท.ก.) และ +177.326 เมตร (ร.ท.ก.) ตามลำดับ รูปตัดขวางที่สถานีดังกล่าวแสดงในรูปที่ 5 - 4 และ รูปที่ 5 - 5

ในลำตะคองมีอาคารบังคับน้ำจากด้านเหนือน้ำไปท้ายน้ำ จำนวน 5 แห่ง ประกอบด้วย เขื่อนระบายน้ำมะเกลือใหม่ เขื่อนระบายน้ำกุดหิน อาคารแบ่งน้ำละลมหม้อ (แบ่งน้ำไปลำบริบูรณ์) เขื่อนระบายน้ำมะขามเฒ่า เขื่อนระบายน้ำคนชุม หลังจากนั้นน้ำก็จะไหลผ่าน อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา ตำแหน่งสถานีโทรมาตรและอาคารบังคับน้ำแสดงในรูปที่ 5 - 6

ทางสำนักชลประทานที่ 8 มีแผนบรรเทาน้ำท่วม อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้อาคารแบ่งน้ำละลมหม้อ ฝันน้ำเข้าสู่ลำบริบูรณ์ และใช้เขื่อนระบายน้ำโคกแฝกในลำบริบูรณ์ ฝันน้ำเข้าคลองฝันน้ำที่มีความยาว 14.1 กิโลเมตร นำน้ำไปยังพื้นที่แก้มลิงบึงพุฒา จากนั้นจะมีคลองฝันน้ำจากบึงพุฒา (สามารถระบายได้สูงสุด 32.573 ลูกบาศก์เมตร/วินาที) ไปลงลำเชียงไกร โดยแผนบรรเทาน้ำท่วมนี้จะช่วยลดปริมาณน้ำในลำตะคองที่ไหลผ่าน อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา จึงทำให้บรรเทาปัญหาน้ำท่วมตัวเมืองนครราชสีมาได้

การจำลองสถานการณ์น้ำในลุ่มน้ำลำตะคองและลำบริบูรณ์ ได้กำหนดทางเลือกในการควบคุมอาคารบังคับน้ำ เพื่อวิเคราะห์ระบบช่วยตัดสินใจ (DSS) เป็น 3 กรณี คือ

กรณีที่ 1 เปิดบานอาคารบังคับน้ำในลำตะคองและลำบริบูรณ์ทั้งหมด ให้น้ำท่วมระบายไปตามธรรมชาติ

กรณีที่ 2 ควบคุมการเปิด - ปิดบานระบายอาคารบังคับน้ำในลำตะคอง จำนวน 5 แห่ง คือ เขื่อนระบายน้ำมะเกลือใหม่ เขื่อนระบายน้ำกุดหิน อาคารแบ่งน้ำละลมหม้อ เขื่อนระบายน้ำมะขามเฒ่า และเขื่อนระบายน้ำคนชุม โดยไม่ให้ระดับน้ำที่สถานี TM.164 ล้นตลิ่งที่ อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา

กรณีที่ 3 ใช้อาคารแบ่งน้ำละมหม้อ ผันน้ำจากลำตะคองไปลำบริบูรณ์ และใช้ระบบผันน้ำจากเขื่อนระบายน้ำโคกแฝก สู่บึงพุดซา ผันน้ำจากลำบริบูรณ์ไปบึงพุดซาและลำเชียงไกร (ผันน้ำอ้อมเมืองนครราชสีมา)

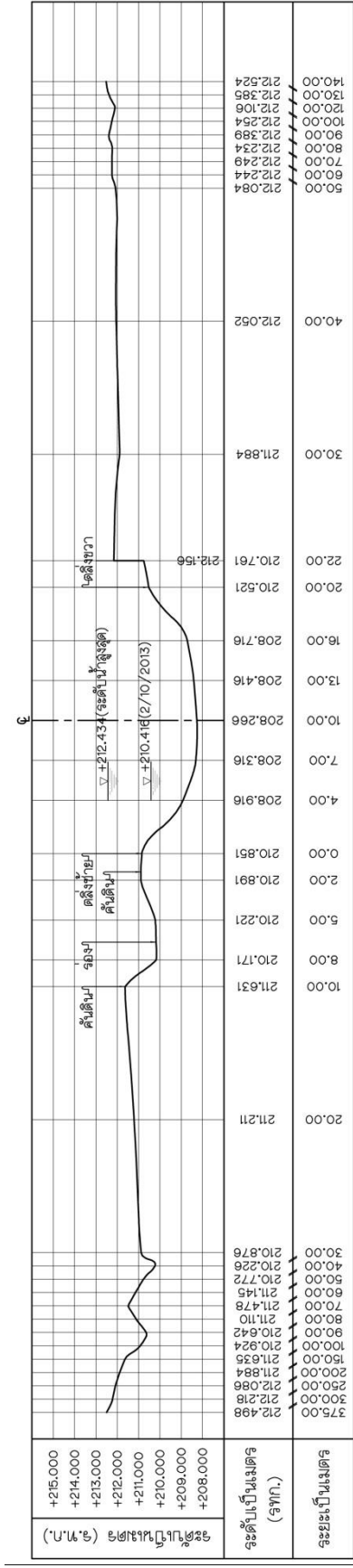
การจำลองสถานการณ์ของแต่ละกรณี พบว่า ในช่วงวันที่ 18 - 19 ตุลาคม 2556 มีปริมาณฝนตกหนักอย่างต่อเนื่องทำย เขื่อนระบายน้ำคนชุม ซึ่งปริมาณน้ำท่าจากฝนที่ตกไม่ผ่านการควบคุมของเขื่อนระบายน้ำคนชุม ทำให้ระดับน้ำในลำตะคองสูงขึ้น จึงส่งผลให้น้ำล้นตลิ่งในวันที่ 19 ตุลาคม 2556 ผลของการจำลอง ทั้ง 3 สถานการณ์ ดังแสดงในรูปที่ 5 - 7

กรณีที่ 1 เปิดบานทั้งหมด ไม่มีการควบคุมอาคารบังคับน้ำในลำตะคองและลำบริบูรณ์ ปริมาณน้ำหลากจะไหลเข้าลำตะคองและลำบริบูรณ์ ระดับน้ำที่สถานี TM.164 ล้นตลิ่ง อำเภอเมืองนครราชสีมา โดยระดับตลิ่งอยู่ที่ +178.00 เมตร (ร.ท.ก.) ระดับน้ำท่วมที่ +178.50 เมตร (ร.ท.ก.) (50 ซม. จากตลิ่งซ้าย) ณ วันที่ 18 ตุลาคม ดังแสดงแผนที่น้ำท่วมในรูปที่ 5 - 8

กรณีที่ 2 ควบคุมการเปิด - ปิดบานระบาย จำนวน 5 แห่ง ในลำตะคอง โดยควบคุมระดับน้ำไม่ให้ล้นตลิ่งที่สถานี TM.164 อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา สามารถควบคุมการไหลของน้ำไม่ให้ล้นตลิ่ง อำเภอเมืองนครราชสีมาได้ แต่จะทำให้ น้ำในลำบริบูรณ์สูงขึ้น การควบคุมบานระบาย 5 แห่ง โดยการปิดบานชะลอน้ำ ซึ่งจะทำให้น้ำท่วมบริเวณด้านเหนือน้ำของอาคารควบคุมน้ำทั้ง 5 แห่ง ซึ่งไม่ใช่พื้นที่เศรษฐกิจ ทำให้เกิดความเสียหายต่อภาพรวมน้อยกว่าการที่น้ำล้นตลิ่งที่ตัวเมืองนครราชสีมาและชะลอน้ำไม่ให้ล้นตลิ่งได้ประมาณ 1 - 2 วัน ดังแสดงแผนที่น้ำท่วมในรูปที่ 5 - 9

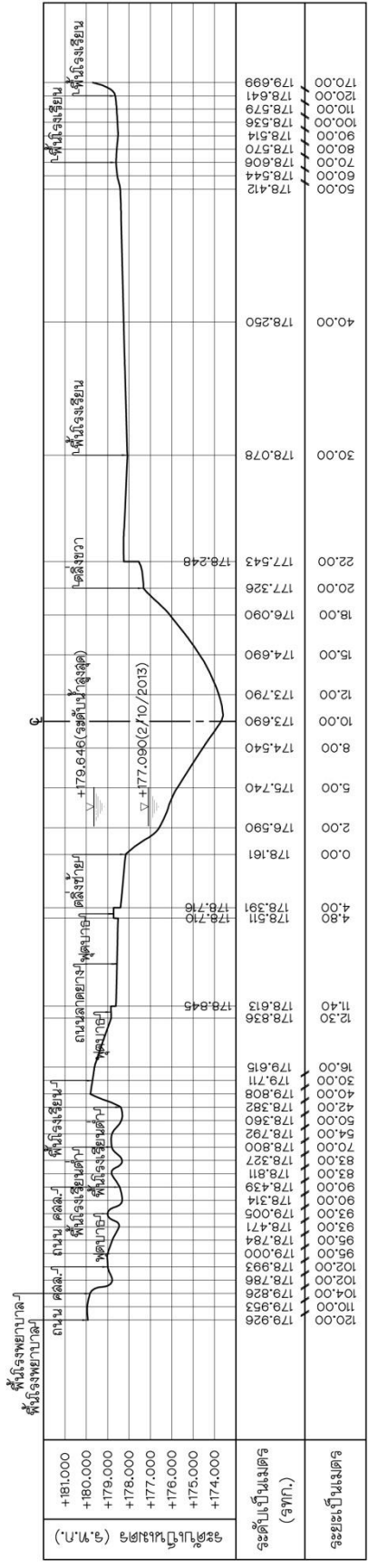
กรณีที่ 3 ผันน้ำอ้อมเมืองนครราชสีมา จะควบคุมระดับน้ำในลำตะคองไม่ให้ล้นตลิ่งที่สถานีโทรมาตร TM.164 อำเภอเมืองนครราชสีมา เหมือนกับกรณีที่ 2 แต่น้ำจะไหลไปที่บึงพุดซาและลำเชียงไกร ซึ่งไม่ใช่พื้นที่เศรษฐกิจ ทำให้ลดปริมาณน้ำในพื้นที่ 2 ผังลำน้ำของลำบริบูรณ์ ดังแสดงแผนที่น้ำท่วมในรูปที่ 5 - 10

ในการจำลองสถานการณ์ในแต่ละกรณีสามารถสรุปพื้นที่น้ำท่วมตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยแสดงการบริหารจัดการน้ำในกรณีที่ 3 สามารถลดพื้นที่น้ำท่วมได้มากกว่ากรณีที่ 1 และกรณีที่ 2



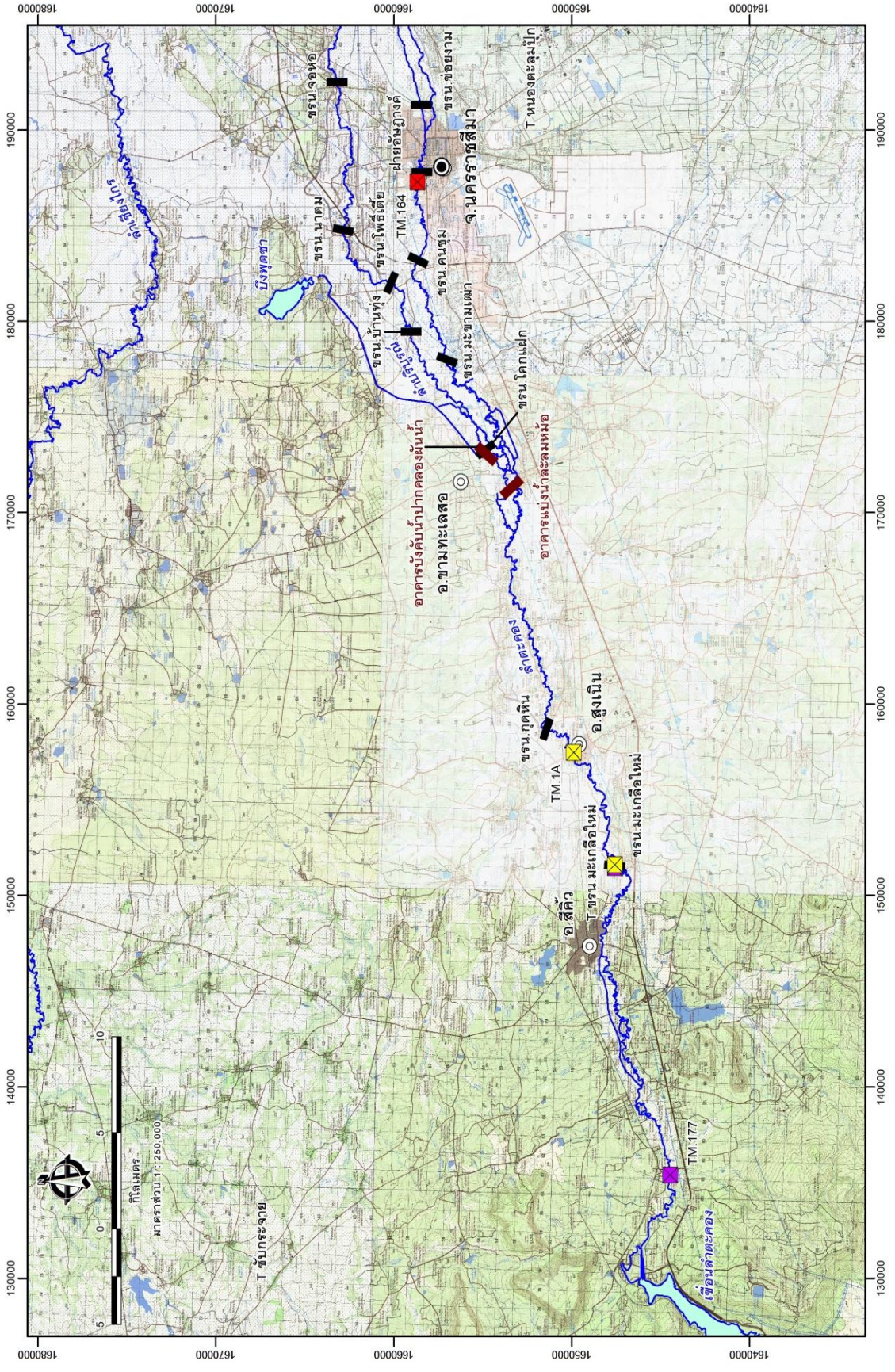
รูปตัดที่ TM.1A

รูปที่ 5 - 4 รูปตัดขวางลำน้ำลำตะคองที่สถานีโทรมาตร TM.1A



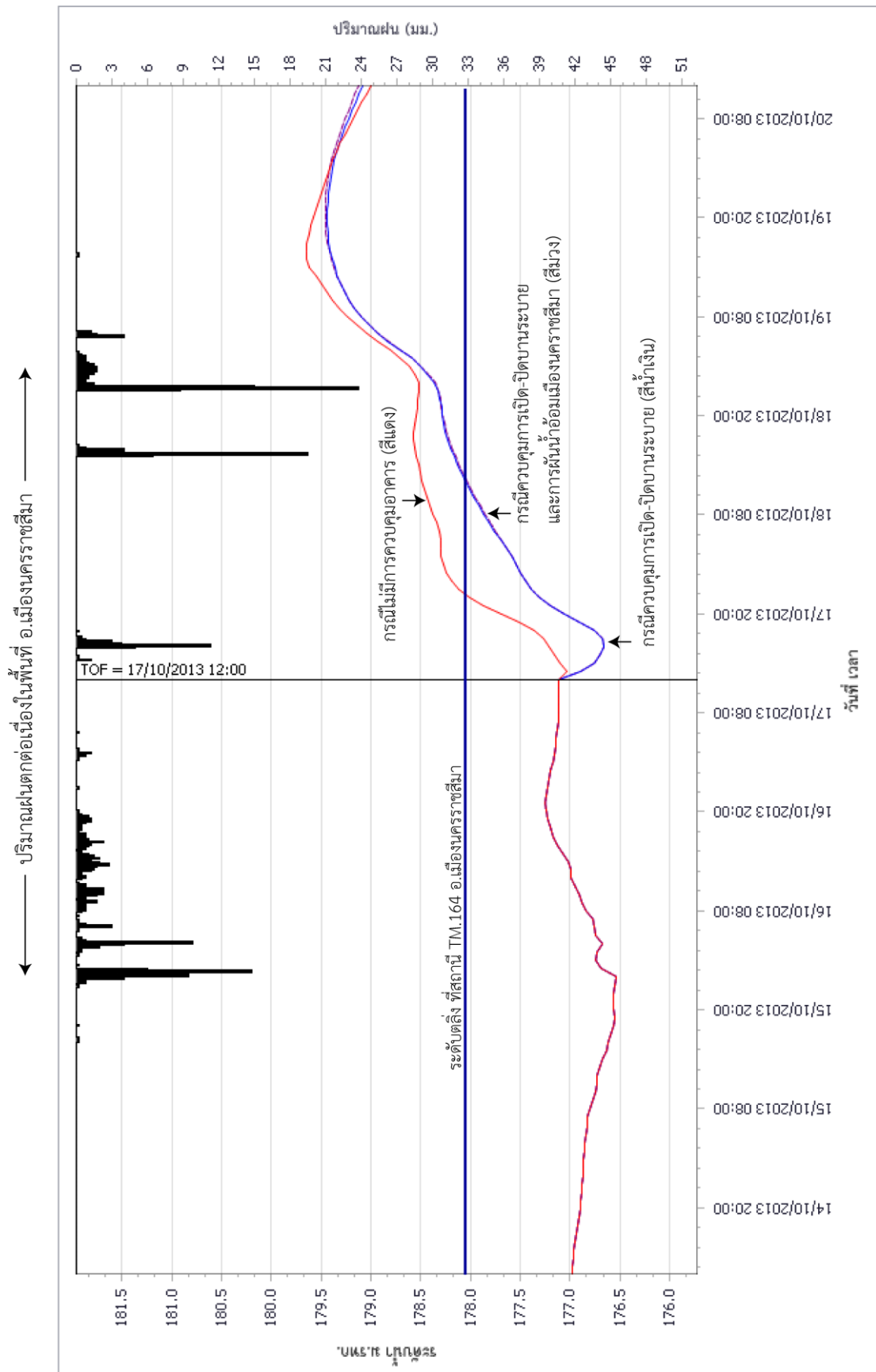
รูปตัดที่ TM.164

รูปที่ 5 - 5 รูปตัดขวางลำน้ำลำตะคองที่สถานีโทรมาตร TM.164 อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา

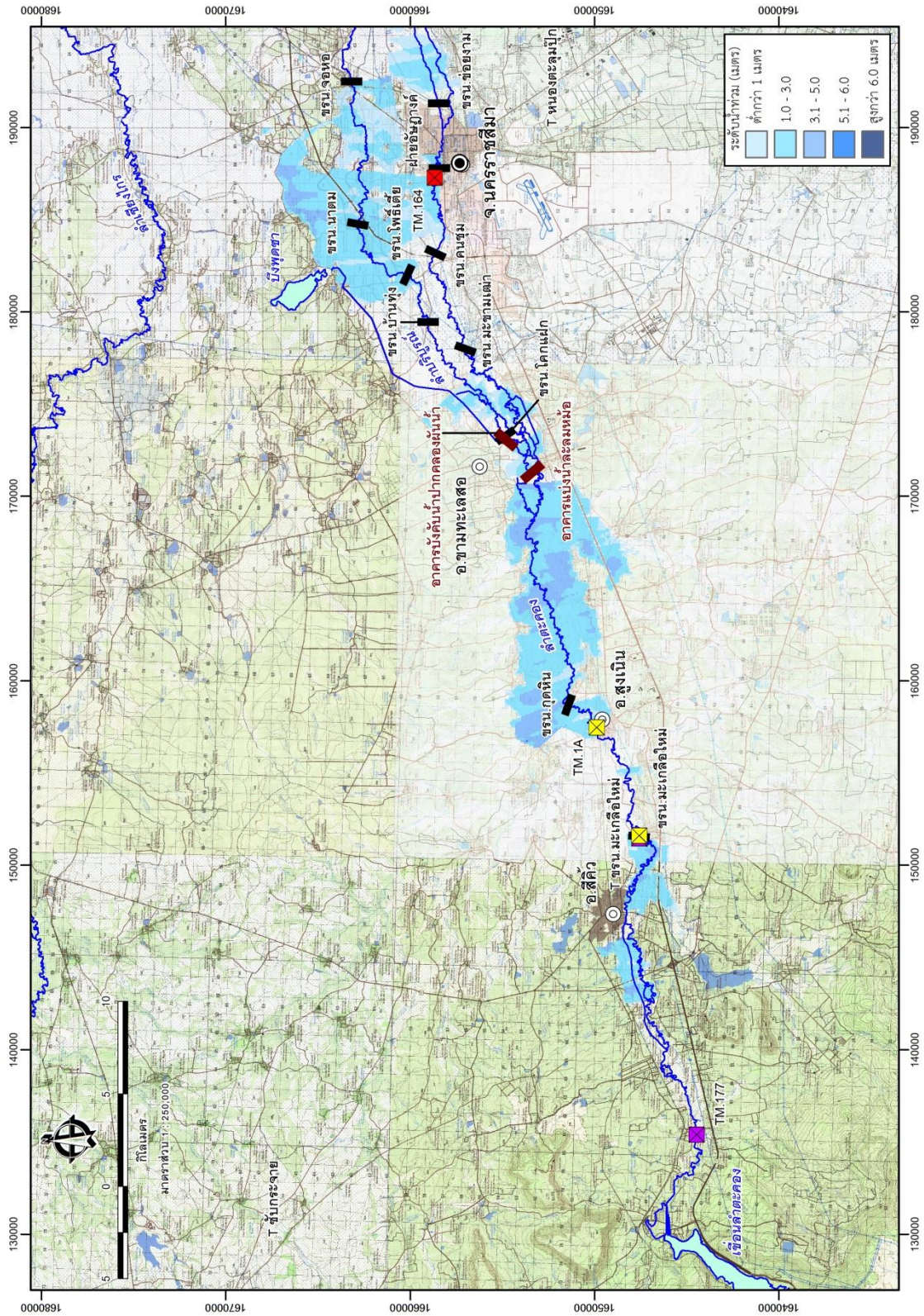


รูปที่ 5 - 6 สถานีโทรมาตรและอาคารบังคับน้ำในลุ่มน้ำลำตะคอง

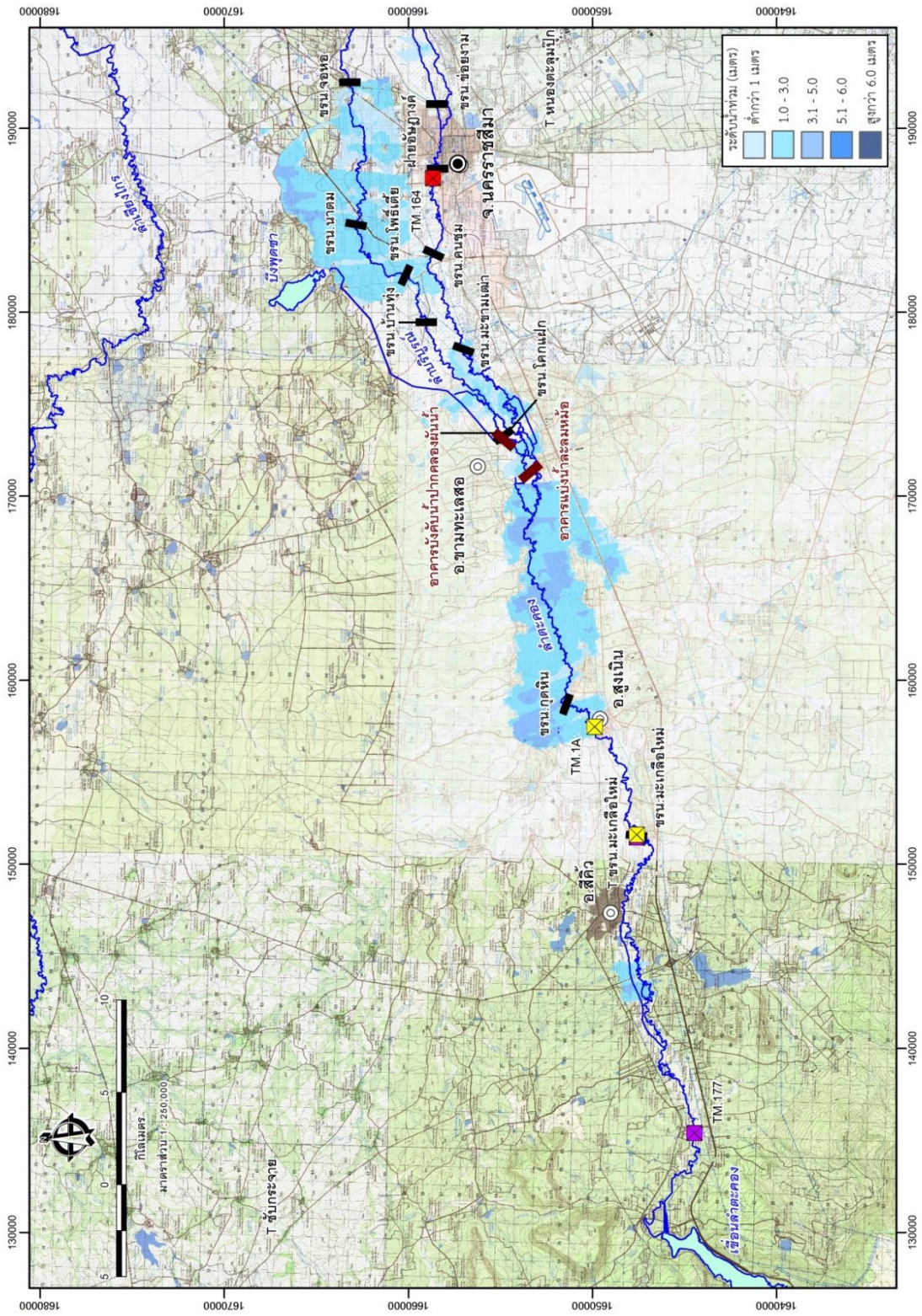
ที่มา : กรมชลประทาน. (2556). โครงการศึกษาทางระบบและติดตั้งระบบโทรมาตรเพื่อพยากรณ์น้ำและเตือนภัยน้ำท่วม จังหวัดนครราชสีมา (ม.ล.).



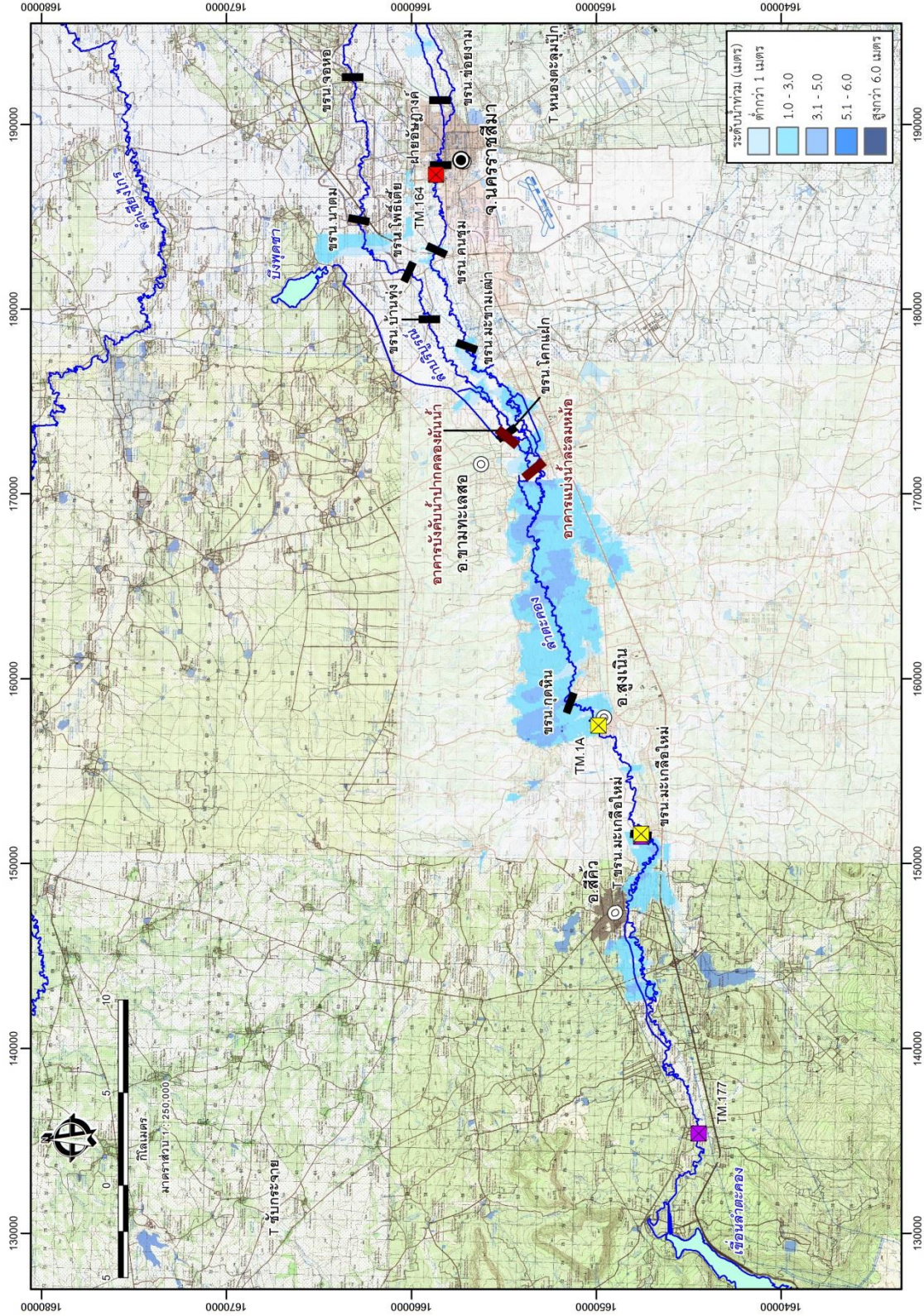
รูปที่ 5 - 7 การจำลองสถานการณ์จัดการน้ำบริเวณ อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา



รูปที่ 5 - 8 แผนที่น้ำท่วม กรณีไม่มีการควบคุมอาคาร ณ วันที่ 18 ตุลาคม พ.ศ. 2556



รูปที่ 5 - 9 แผนที่น้ำท่วม กรณีปิดบานระบาย ณ วันที่ 18 ตุลาคม พ.ศ. 2556



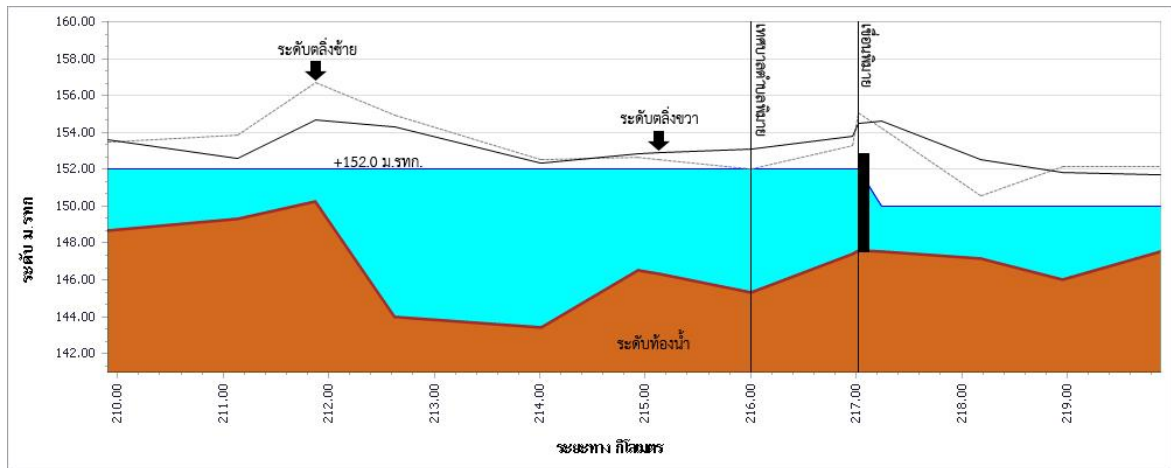
รูปที่ 5 - 10 แผนที่น้ำท่วม กรณีฝนน้ำท่วมเมืองนครราชสีมา ณ วันที่ 18 ตุลาคม พ.ศ. 2556

5.1.2 พื้นที่อำเภอพิมาย

เขื่อนพิมายเป็นประตูลอยน้ำปิดกั้นแม่น้ำมูลที่ อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา โดยจะรับน้ำจากแม่น้ำมูลที่รวมกับลำเชียงไกร และรับน้ำจากลำจักรราช ตามลำดับ ประตูลอยน้ำที่เขื่อนพิมายเป็นแบบบานตรง 6 บาน มีความกว้างและสูงเท่ากับ 6 เมตร และ 5 เมตร ตามลำดับ มีระดับเก็บกัก +152.00 เมตร (ร.ท.ก.) โดยมีอัตราการไหลผ่านประตูลอยน้ำเขื่อนพิมาย เท่ากับ 720 ลูกบาศก์เมตร/วินาที มี ประตูลอยน้ำปากคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้ายซึ่งเป็นคลองส่งน้ำเพื่อการชลประทานในพื้นที่ชลประทานทุ่งสัมฤทธิ์ ปริมาณน้ำไหลผ่านประตูลอยน้ำปากคลองสูงสุดเท่ากับ 27 ลูกบาศก์เมตร/วินาที และในลำจักรราชก่อนบรรจบแม่น้ำมูลมี ประตูลอยน้ำลำน้ำเค็ม ที่ผันจากลำจักรราชลงลำน้ำเค็มไหลขนานกับแม่น้ำมูลเพื่อการชลประทานในพื้นที่ฝั่งขวาของแม่น้ำมูล พื้นที่อำเภอพิมายประสบปัญหาอุทกภัยบ่อยครั้งเนื่องจากมีสภาพภูมิประเทศเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำรับน้ำหลากจากแม่น้ำมูลและลำจักรราช สถานที่เฝ้าระวัง ได้แก่ พื้นที่ชุมชนเมือง อำเภอพิมาย เทศบาลตำบลพิมาย และปราสาทหินพิมายโบราณสถานที่สำคัญของจังหวัดนครราชสีมา

ในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดสถานีโทรมาตรเพื่อเตือนภัยน้ำท่วม ได้แก่ สถานีโทรมาตร T ฝ่ายยางบ้านส้ม แม่น้ำมูลที่ ตำบลท่าช้าง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ อยู่เหนือน้ำท่า อำเภอพิมาย เป็นระยะทาง 82.63 กิโลเมตร และ TM. 186 ลำจักรราชที่ อำเภอจักราช อยู่เหนือน้ำ อำเภอพิมาย เป็นระยะทาง 40.45 กิโลเมตร รวมไปถึงได้ใช้ข้อมูลโทรมาตรขนาดเล็กของศูนย์อุทกวิทยา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน M.188 ลำเชียงไกร อำเภอโนนสูง อยู่เหนือน้ำท่า อำเภอพิมาย 57.2 กิโลเมตร เป็นสถานีเตือนภัยสถานการณ์น้ำ ในส่วนของสถานี T เขื่อนระบายน้ำพิมาย จะเป็นสถานีติดตามเฝ้าระวังระดับน้ำในเขตเทศบาลตำบลพิมาย โดยรูปตัดลำน้ำ หน้าเขื่อนพิมายมีระดับตลิ่งซ้าย - ขวา เป็น +154.248 เมตร (ร.ท.ก.) และ +152.033 เมตร (ร.ท.ก.) ตามลำดับ และรูปตัดลำน้ำบริเวณเทศบาลตำบลพิมายมีระดับตลิ่งซ้าย - ขวาเป็น +151.822 และ +153.693 ตามลำดับ ดังนั้นถ้าระดับน้ำที่สถานี T เขื่อนระบายน้ำพิมาย (เหนือน้ำ) เกินระดับ +152.00 เมตร (ร.ท.ก.) น้ำจะล้นตลิ่งท่วมพื้นที่ชุมชนในเทศบาลเมืองพิมาย ดังแสดงในรูปที่ 5 - 11 ถึงรูปที่ 5 - 13 อีกทั้งแสดงตำแหน่งสถานีโทรมาตรและโครงข่ายลำน้ำดังแสดงในรูปที่ 5 - 14

ตามสภาพการไหลของน้ำบริเวณอำเภอพิมาย น้ำจากลำจักรราชจะไหลลงบรรจบกับแม่น้ำมูลที่บริเวณตัวอำเภอพิมาย จากนั้นจะไหลไปที่ เขื่อนระบายน้ำพิมาย การลดระดับน้ำท่วมที่ อำเภอพิมายสามารถทำได้ 2 แนวทาง คือ การระบายน้ำในลำจักรราชเข้าสู่ลำน้ำเค็มก่อนถึงตัวอำเภอพิมาย (หรือเป็นการผันน้ำไม่ให้เข้ามาทางตัวอำเภอพิมาย) กับการเร่งระบายน้ำผ่าน เขื่อนระบายน้ำพิมาย ซึ่งอยู่ที่ท้ายน้ำของตัวอำเภอพิมาย การเร่งระบายน้ำผ่าน เขื่อนระบายน้ำพิมาย ลงท้ายน้ำร่วมกับการระบายน้ำที่หน้า เขื่อนระบายน้ำพิมาย เข้าคลองสายใหญ่ฝั่งซ้าย (LMC) และ ประตูลอยน้ำลำน้ำเค็มก็จะช่วยให้ระดับน้ำบริเวณตัวอำเภอพิมายลดลงได้



รูปที่ 5 - 11 รูปตัดตามยาวลำน้ำมูล ช่วง อำเภอพิมาย ถึง เชื้อนพิมาย

การจำลองสถานการณ์จัดการน้ำของบริเวณ อำเภอพิมาย ของสถานการณ์น้ำ ปี พ.ศ. 2556 เมื่อระดับน้ำสูงขึ้นใกล้ระดับ +152.00 เมตร (ร.ท.ก.) ซึ่งเป็นระดับเตือนภัยของ อำเภอพิมาย ได้จัดทำเป็นระบบช่วยตัดสินใจ 2 กรณี คือ

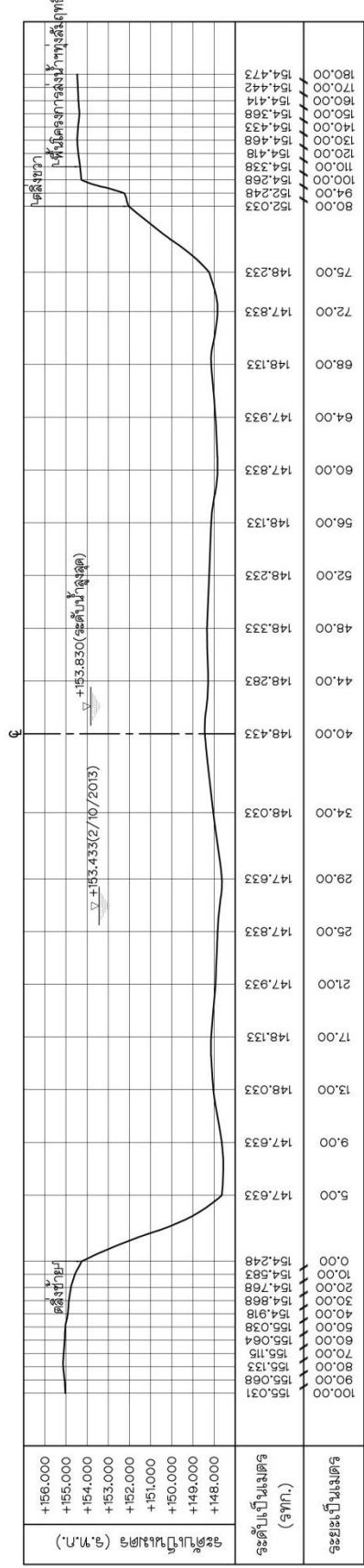
กรณีที่ 1 - เปิดบานระบายน้ำที่ เชื้อนระบายน้ำพิมาย ทั้งหมด

กรณีที่ 2 - เปิดบานระบายน้ำที่ เชื้อนระบายน้ำพิมาย ทั้งหมดร่วมกับการผันน้ำเข้าคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้าย (LMC) และการระบายน้ำจากลำจักราชลงสู่ ปตร.ลำน้ำเค็ม เพื่อตัดยอดน้ำเข้าสู่ อำเภอพิมาย

การจำลองสถานการณ์แต่ละกรณีให้ผลการคำนวณระดับน้ำดังแสดงในรูปที่ 5 - 15 โดยเส้นสีแดงแสดงระดับน้ำกรณีที่ 1 และเส้นสีน้ำเงินแสดงระดับน้ำในกรณีที่ 2

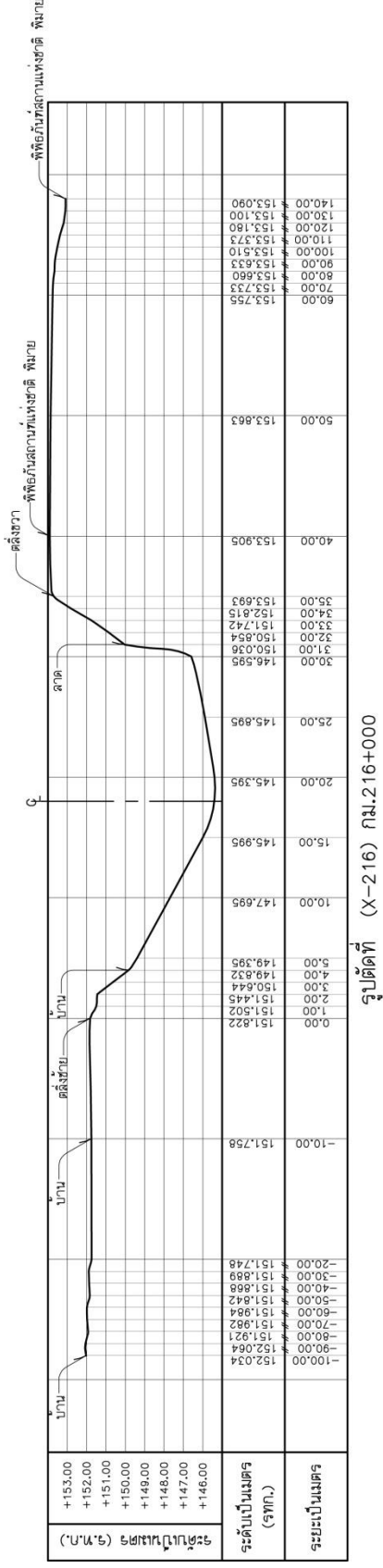
กรณีที่ 1 เปิดบานระบายทั้งหมด ปริมาณน้ำหลากจะไหลผ่าน เชื้อนระบายน้ำพิมาย จนทำให้ระดับน้ำที่เทศบาลตำบลพิมายอยู่ที่ +152.95 เมตร (ร.ท.ก.) ซึ่งท่วมบริเวณพื้นที่เทศบาลสูง 90 เซนติเมตร ณ วันที่ 23 กันยายน พ.ศ. 2556 ดังแสดงแผนที่น้ำท่วมในรูปที่ 5 - 16 โดยมีสาเหตุจากปริมาณน้ำที่มากกว่าอัตราการระบาย

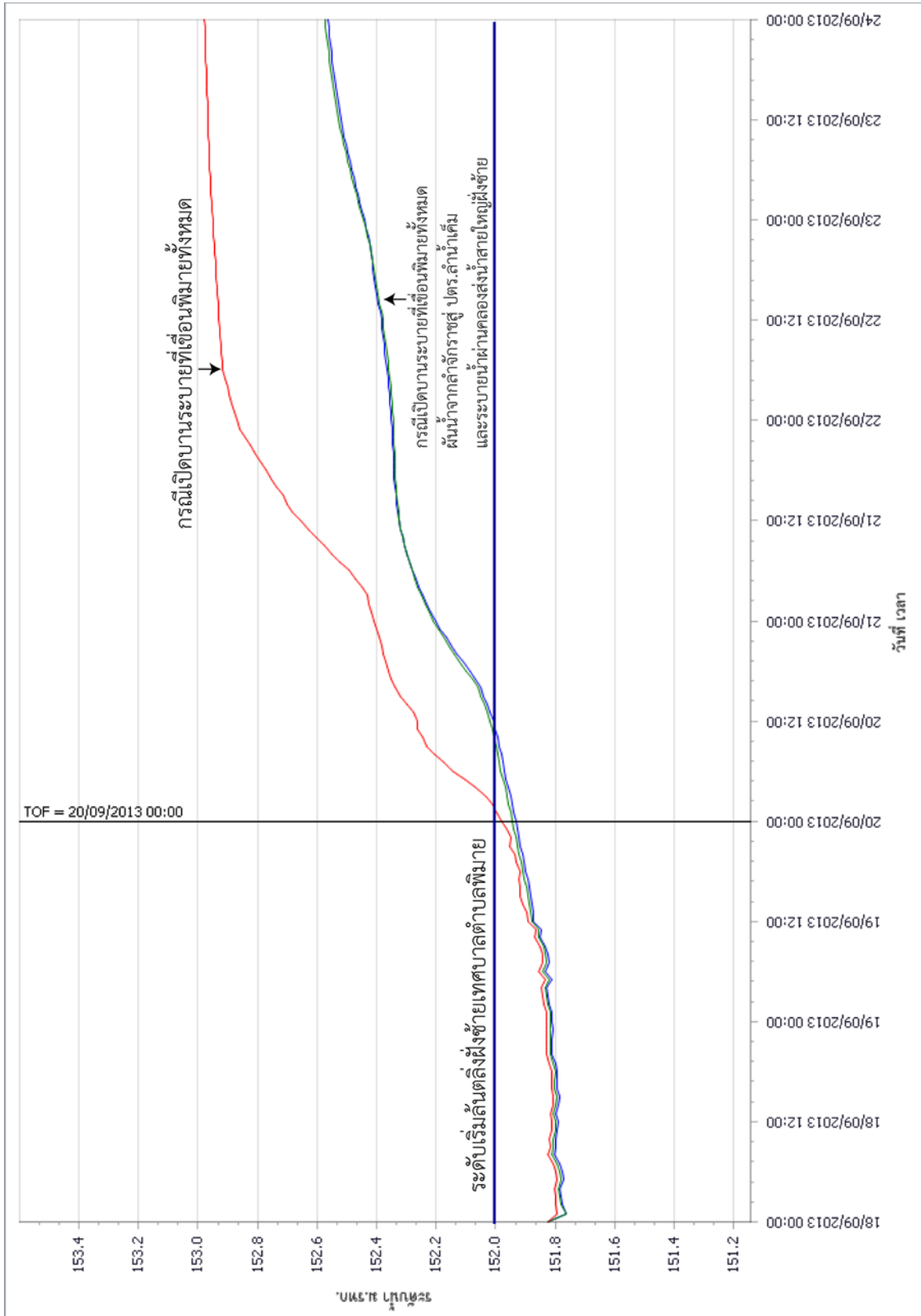
กรณีที่ 2 เปิดบานระบายทั้งหมดและผันน้ำเข้าคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้าย (LMC) และระบายน้ำจากลำจักราชเข้า ประตูระบายน้ำลำน้ำเค็ม ผลการคำนวณแสดงให้เห็นว่าสามารถระบายน้ำได้เพิ่มมากขึ้น โดยระดับน้ำจะลดลงมากกว่าในกรณีที่ 1 โดยอยู่ที่ระดับประมาณ +152.41 เมตร (ร.ท.ก.) หรือน้ำไปท่วมพื้นที่เทศบาลประมาณ 40 เซนติเมตร ณ วันที่ 23 กันยายน พ.ศ. 2556 ดังแสดงแผนที่น้ำท่วมในรูปที่ 5 - 17



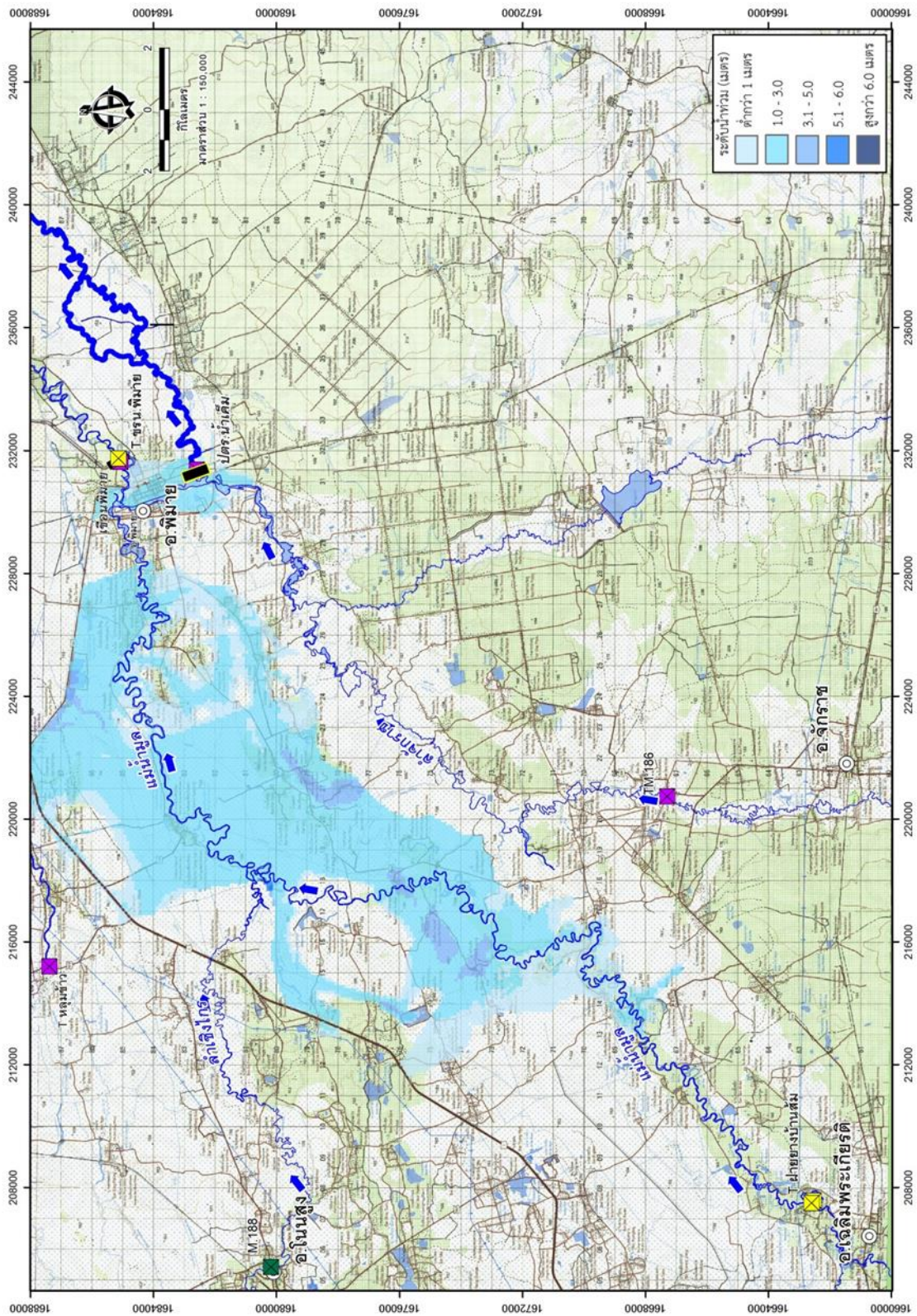
รูปตัดที่ T ขรณ. พิมมาย (U/S)

รูปที่ 5 - 12 รูปตัดขวางลำน้ำมูลมีทรมาตร T เชื้อนระบายน้ำพิมมาย (เหนือน้ำ)





รูปที่ 5 - 15 ระดับน้ำการจำลองสถานการณ์น้ำบริเวณหน้าเขื่อนพิมาย



รูปที่ 5 - 16 แผนที่น้ำท่วมเขตเทศบาลตำบลพิมาย เมื่อเปิดบานประตูระบายทั้งหมด ณ วันที่ 22 กันยายน พ.ศ. 2556

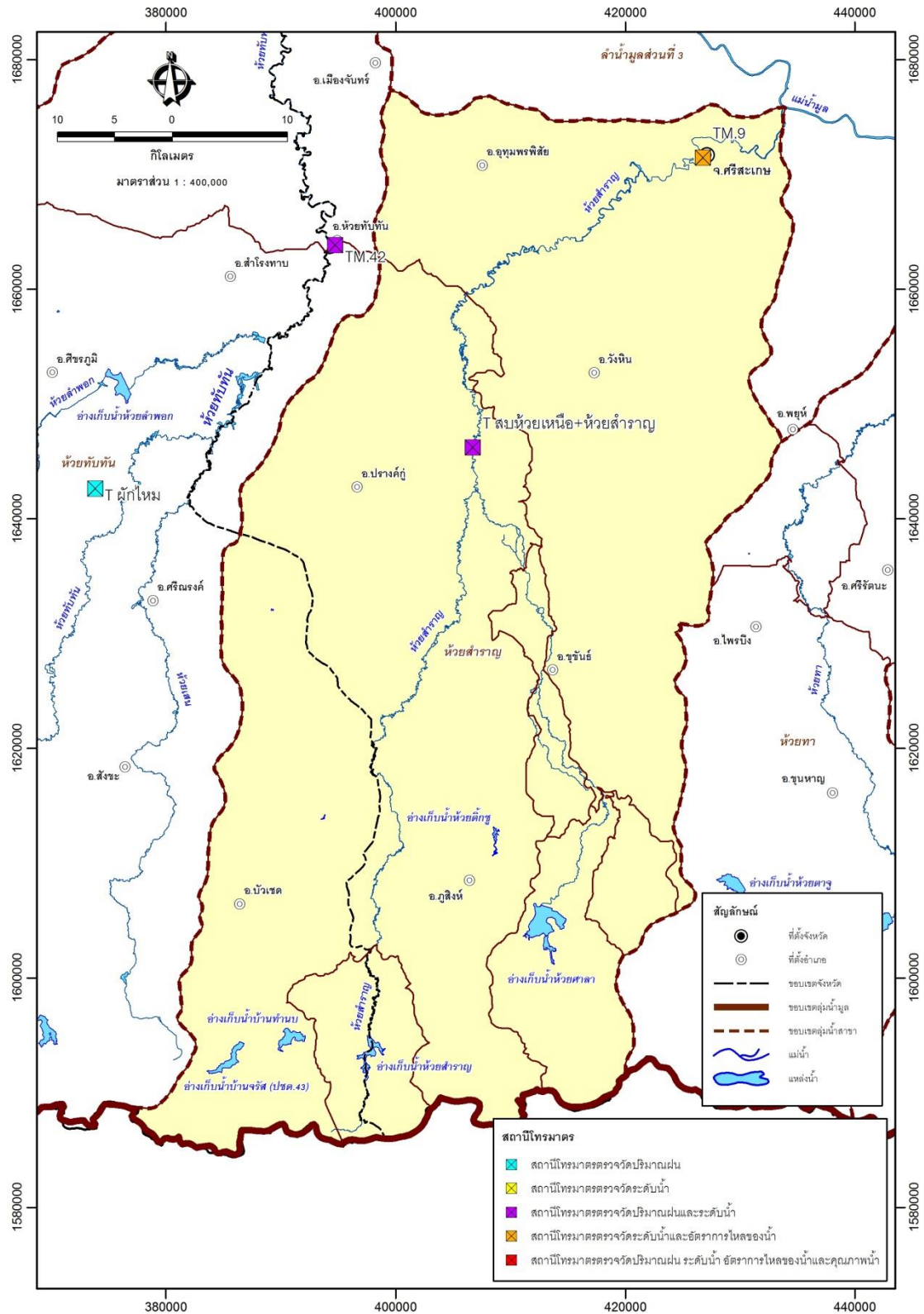
5.1.3 พื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ

จังหวัดศรีสะเกษอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสำราญ มีพื้นที่รับน้ำ 3,549.12 ตารางกิโลเมตร มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาพนมดงรัก ไหลมาบรรจบด้านขวาของแม่น้ำมูล ที่ตำบลน้ำคำ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษเป็นระยะทาง 201.4 กิโลเมตร เมื่อเกิดฝนตกหนักต่อเนื่องในเขตพื้นที่ห้วยสำราญ จะทำให้ระดับน้ำและปริมาณน้ำในห้วยสำราญสูงขึ้นจนล้นตลิ่งและไหลเข้าสู่พื้นที่ลุ่มต่ำ ริมฝั่งห้วยสำราญ รวมไปถึงการเอ่อหนุนของปริมาณน้ำในแม่น้ำมูล ส่งผลให้ปริมาณน้ำจากลำห้วยสำราญไหลลงแม่น้ำมูลได้ช้ากว่าปกติ สร้างความเดือนร้อน เสียหายในพื้นที่อำเภอเมืองศรีสะเกษ ในการศึกษาคั้งนี้ได้ติดตั้งสถานีโทรมาตร 2 สถานีในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสำราญ ได้แก่ T สบห้วยเหนือ และ TM.9 โดยที่สถานี T สบห้วยเหนือ เป็นสถานีเตือนภัยสถานการณ์น้ำก่อนเข้าตัวเมืองศรีสะเกษ ส่วนสถานี TM.9 จะเป็นสถานีติดตามเผื่อระวังระดับน้ำในเขตเทศบาลเมืองศรีสะเกษ และเทศบาลตำบลน้ำคำ จังหวัดศรีสะเกษ ดังแสดงตำแหน่งสถานีโทรมาตรในรูปที่ 5 - 18

ในพื้นที่ห้วยสำราญมีข้อจำกัดในการบริหารจัดการน้ำเพื่อชะลอปริมาณน้ำหลากหรือตัดยอดน้ำเข้าสู่ตัวเมืองได้ เนื่องจากความขัดแย้งของเกษตรกรพื้นที่น้ำลุ่ม (ต่ำ) และนาที่ดอน (สูง) ที่อยู่บริเวณริมพื้นที่ซ้ายขวาของลำห้วยสำราญ จากความแตกต่างของลักษณะภูมิประเทศดังกล่าว จึงมีปัญหาในการบริหารจัดการน้ำของฝ่ายตึกา ทำนบท่าสังข์ และฝายหนองเหล็ก (ตารางที่ 5 - 1 รายละเอียดประตูระบายน้ำในลำห้วยสำราญ) ในการยกหรือเปิดบานระบายน้ำเพื่อชะลอหรือพร่องน้ำในลำห้วยสำราญ แต่ในฤดูฝนเมื่อระดับน้ำสูงขึ้นจนล้นตลิ่งเกษตรกรในพื้นที่จะร่วมมือช่วยกันยกหรือเปิดบานระบายน้ำดังกล่าวทันที เพื่อแก้ไขปัญหาน้ำล้นตลิ่งของพื้นที่เกษตรกร แต่ผลจากการเปิดบานระบายน้ำดังกล่าวได้ส่งผลกระทบต่อพื้นที่ท้ายน้ำ ดังนั้น จึงใช้การเดินทางของน้ำหลากจากสถานีโทรมาตร T สบห้วยเหนือ ในการเตือนภัย สถานีโทรมาตร TM.9 เขตเทศบาลเมืองศรีสะเกษ มีระดับตลิ่งซ้าย - ขวา เป็น +118.757 เมตร (ร.ท.ก.) และ +115.966 เมตร (ร.ท.ก.) ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 5 - 19 โดยระยะทางจาก T สบห้วยเหนือห้วยสำราญ ถึง TM.9 มีระยะทาง ประมาณ 77 กิโลเมตร และแสดงระยะเวลาการเดินทางของน้ำดังแสดงในรูปที่ 5 - 20

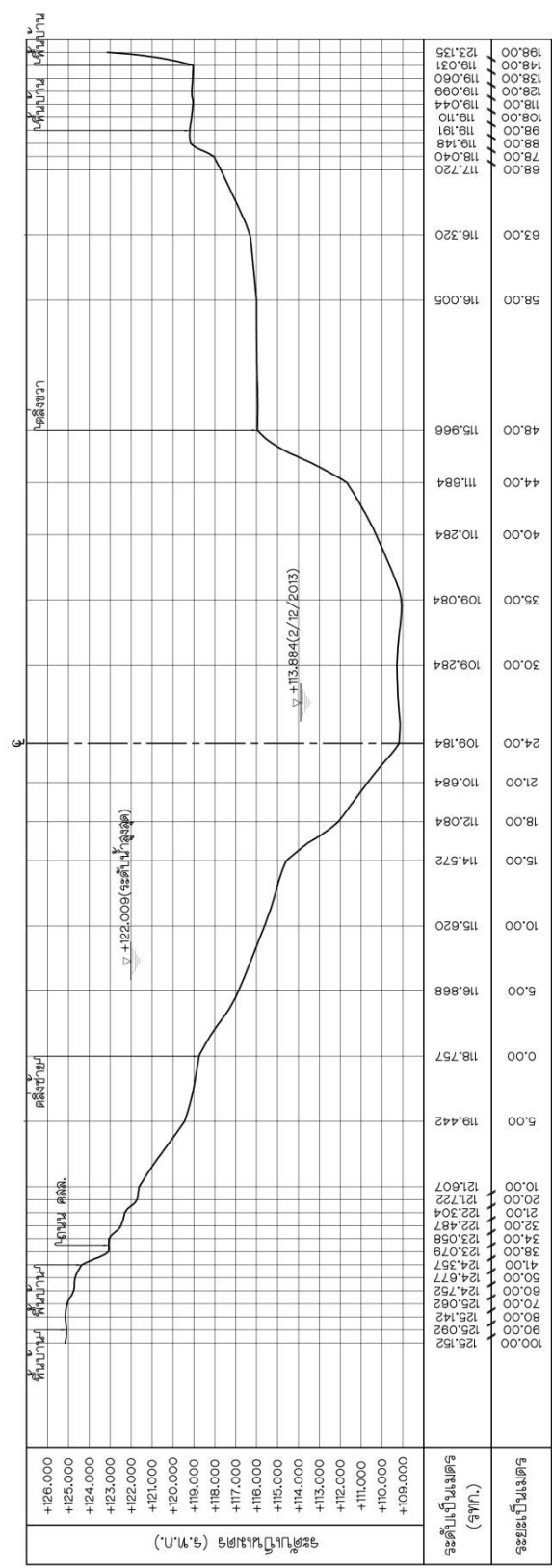
ตารางที่ 5 - 1 รายละเอียดประตูระบายน้ำในลำห้วยสำราญ

ลำดับที่	ชื่อ	พิกัด		อำเภอ จังหวัด	ลักษณะ
		X	Y		
1	ฝายตึกา	407260	1649532	อ.วังหิน จ.ศรีสะเกษ	ประตูระบายน้ำบานโค้ง (Radial Gate) 6 ช่อง 4 x 2 ม. (กว้าง x สูง)
2	ทำนบท่าสังข์	405917	1655224	อ.วังหิน จ.ศรีสะเกษ	ประตูระบายน้ำบานโค้ง (Radial Gate) 10 ช่อง 2 x 2 ม. (กว้าง x สูง)
3	ฝายบ้านหนองเหล็ก	408104	1660553	อ.อุทุมพรพิสัย จ.ศรีสะเกษ	ประตูระบายน้ำบานโค้ง (Radial Gate) 10 ช่อง 4 x 2 ม. (กว้าง x สูง)



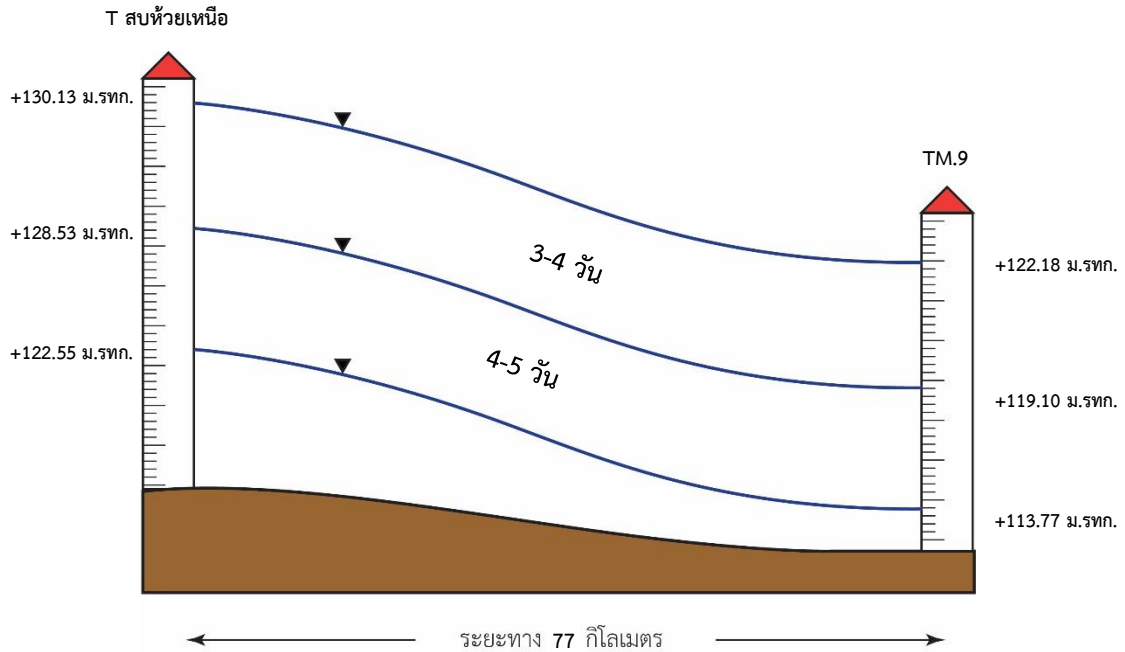
รูปที่ 5 - 18 แสดงตำแหน่งสถานีโทรมาตรในลุ่มน้ำห้วยสำราญ

ที่มา : กรมชลประทาน. (2556). โครงการศึกษาวางระบบและติดตั้งระบบโทรมาตรเพื่อพยากรณ์น้ำและเตือนภัยน้ำท่วม จังหวัดนครราชสีมา (มุล).



รูปตัดที่ TM.9

รูปที่ 5 - 19 แสดงรูปตัดขวางลำน้ำห้วยสำราญที่สถานีโทรมาตร TM.9



หมายเหตุ ไม่มีการบริหารจัดการน้ำของห้วยสำราญ

รูปที่ 5 - 20 การเดินทางของน้ำจากสถานีโทรมาตร T สบห้วยเหนือ ถึง TM.9

จากการวิเคราะห์การเดินทางของน้ำหลากในกรณีที่ไม่มีการบริหารจัดการอาคารบังคับน้ำในห้วยสำราญและไม่มีฝนตกเพิ่มเติมในลุ่มน้ำ พบว่า ระยะเวลาการเดินทางของน้ำขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำหลากจากพื้นที่ต้นน้ำ โดยแบ่งออกเป็น 2 ช่วง ดังต่อไปนี้

1) ระดับน้ำที่ T สบห้วยเหนือ อยู่ที่ +122.55 เมตร (ร.ท.ก.) ถึง +128.53 เมตร (ร.ท.ก.) ใช้ระยะเวลาในการเดินทางของน้ำประมาณ 4-5 วัน โดยจะทำให้ระดับน้ำที่ TM.9 อยู่ที่ระดับ +113.77 เมตร (ร.ท.ก.) ถึง +119.10 เมตร (ร.ท.ก.)

2) ระดับน้ำที่ T สบห้วยเหนือ อยู่ที่ +128.53 เมตร (ร.ท.ก.) ถึง +130.13 เมตร (ร.ท.ก.) ใช้ระยะเวลาในการเดินทางของน้ำประมาณ 3-4 วัน โดยจะทำให้ระดับน้ำที่ TM.9 อยู่ที่ +119.10 เมตร (ร.ท.ก.) ถึง +122.18 เมตร (ร.ท.ก.)

ดังนั้น การเตือนภัยพื้นที่ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ โดยใช้สถานี T สบห้วยเหนือ ควรเฝ้าระวังเมื่อระดับน้ำอยู่ที่ +122.55 เมตร (ร.ท.ก.) ถึง +128.53 เมตร (ร.ท.ก.) เพื่อให้มีระยะเวลาที่เพียงพอในการวางแผนเตือนภัยเฝ้าระวังในพื้นที่ชุมชน ทั้งนี้ระยะเวลาดังกล่าวเป็นเพียงการจำลองระบบช่วยการตัดสินใจเบื้องต้น เพื่อความแม่นยำและถูกต้องมากยิ่งขึ้นสามารถวิเคราะห์ได้จากผลการพยากรณ์ของแบบจำลองน้ำทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วเสร็จกับข้อมูลโทรมาตร

5.2 ระบบช่วยตัดสินใจสำหรับภัยแล้ง

ภัยแล้งเป็นภัยธรรมชาติอันเกิดจากปริมาณฝนตกน้อยกว่าค่าปกติ เมื่อเกิดเหตุการณ์ต่อเนื่องเป็นฤดูกาลทำให้ปริมาณฝนตกน้อยกว่าความต้องการน้ำเพื่ออุปโภคบริโภค รวมถึงขาดแคลนน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติ การติดตามสถานการณ์ภัยแล้งจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เพียงพอกับความต้องการใช้ การศึกษาระบบช่วยตัดสินใจสำหรับภัยแล้งจึงแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ดัชนีที่ใช้เพื่อติดตามสถานการณ์ และข้อมูลสนับสนุนเพื่อการจัดการน้ำเมื่อเกิดภัยแล้ง ค่าดัชนีภัยแล้งที่ใช้กันอย่างแพร่หลายคือ ดัชนีปริมาณฝนมาตรฐาน (Standardized Precipitation Index: SPI) โดย McKee, Doesken และ Kleist เป็นผู้คิดค้นขึ้นในปี 1993 (พ.ศ. 2536) ซึ่งดัชนีดังกล่าวสามารถคำนวณตามหลักสถิติได้ง่ายและแสดงความรุนแรงของสภาพฝนได้ชัดเจน ดังนั้นการศึกษาระบบช่วยตัดสินใจสำหรับภัยแล้ง SPI ในระบบช่วยตัดสินใจสำหรับภัยแล้งเพื่อติดตามสถานการณ์ภัยแล้งในลุ่มน้ำมูลโดยการวิเคราะห์จากฝนตรวจวัดจากสถานีโทรมาตรทั้ง 28 สถานีของโครงการฯ

เมื่อผลค่าดัชนี SPI - 3 แสดงให้เห็นถึงสัญญาณของภัยแล้ง เราจำเป็นต้องเตรียมรับมือกับปัญหาการจัดสรรน้ำให้เพียงพอกับความต้องการใช้น้ำในด้านต่างๆ ดังนั้นจึงมีการวิเคราะห์จัดทำโค้งสัมพันธ์ระดับน้ำกับปริมาตรน้ำ (Elevation - Volume Curve) เก็บกักหน้าฝายและเขื่อนระบายน้ำ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจสำหรับพื้นที่โครงการชลประทานที่มีสถานีโทรมาตรตรวจวัดระดับน้ำหน้าฝาย หรือเขื่อนระบายน้ำ ทั้ง 7 สถานี

5.2.1 ดัชนีปริมาณฝนมาตรฐาน (Standardized Precipitation Index: SPI)

ค่าดัชนีปริมาณฝนมาตรฐาน (SPI) เป็นมาตรฐานของความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจากสมมติฐานว่าข้อมูลปริมาณฝนมีการกระจายตามปกติ โดยค่าดัชนีปริมาณน้ำฝนสามารถคำนวณได้จากผลต่างของปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานีดัชนีกับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (Long - term Seasonal Mean) ของทุกสถานีหารด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (McKee et al, 1993) โดยช่วงข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ฝนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานนั้น WMO แนะนำให้ใช้ช่วงข้อมูลอย่างน้อย 30 ปี ซึ่งในปัจจุบันการศึกษาส่วนใหญ่เลือกใช้ช่วงข้อมูลอ้างอิง (Reference Time-line) ปี 1981 - 2010 (พ.ศ. 2524 - 2553) และเปรียบเทียบกับข้อมูลปัจจุบัน

จากหลักการคำนวณค่าดัชนี SPI สามารถจำแนกสภาพฝนได้จากระดับชุ่มชื้นมากถึงแห้งแล้งมาก โดยเมื่อค่าดัชนี SPI มากกว่าศูนย์ แสดงถึงสภาพปริมาณฝนสะสมมากกว่าค่าเฉลี่ยหรือเรียกได้ว่ามีความชุ่มชื้นนั่นเอง ในทางตรงกันข้ามค่าดัชนี SPI ที่น้อยกว่าศูนย์หมายถึงสภาพปริมาณฝนสะสมน้อยกว่าค่าเฉลี่ยหรือที่เรียกว่าสภาพฝนแล้ง ดังแสดงรายละเอียดการจำแนกระดับความรุนแรงในตารางที่ 5 - 2

ข้อดีของค่าดัชนี SPI คือ สามารถประยุกต์ใช้คำนวณปริมาณฝนสะสมได้หลายช่วงเวลาตามความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติต่างๆ ในการติดตามสถานการณ์ภัยแล้งของโครงการฯ นั้นได้เลือกใช้ค่าดัชนี SPI-3 (ฝนสะสม 3 เดือน) ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมกับการติดตามสภาพน้ำเพื่อการเพาะปลูกและครอบคลุมช่วงฤดูฝนในพื้นที่โครงการอีกด้วย

ตารางที่ 5 - 2 การจำแนกระดับความแห้งแล้งโดยค่าดัชนี SPI

ค่าดัชนี SPI	ความหมาย	คาบการเกิดซ้ำ (Return Period)	สัญลักษณ์บนแผนที่ SPI
มากกว่า 2.00	ชุ่มชื้นมาก	50	
1.50 ถึง 1.99	ชุ่มชื้น	20	
1.00 ถึง 1.49	ชุ่มชื้นปานกลาง	10	
0.00 ถึง 0.99	ชุ่มชื้นเล็กน้อย	3	
-0.99 ถึง 0.00	แล้งเล็กน้อย	3	
-1.00 ถึง -1.49	แล้งปานกลาง	10	
-1.50 ถึง -1.99	แล้งรุนแรง	20	
-2.00 และน้อยกว่า	แล้งรุนแรงมาก	50	

ที่มา : ดัดแปลงจาก Standardized Precipitation Index User Guide (WMO, 2012)

5.2.2 การรวบรวมข้อมูลและขั้นตอนการศึกษา

การรวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ค่าดัชนี SPI ประกอบไปด้วยปริมาณฝนของสถานีกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งใกล้เคียงกับสถานีโทรมาตรตรวจวัดฝนครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำมูล ทั้งหมด 23 สถานี ตั้งแต่ 1 มกราคม พ.ศ. 2524 - 31 ธันวาคม พ.ศ. 2553 เพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิง จากนั้นนำข้อมูลฝนสะสม 3 เดือน ที่เป็นข้อมูลตรวจวัดจากสถานีโทรมาตรของโครงการฯ มาคำนวณค่าดัชนี SPI - 3 (รายละเอียดข้อมูล สถานีฝนดังแสดงในตารางที่ 5 - 3 ถึง ตารางที่ 5 - 5) และนำค่าดัชนี SPI ที่คำนวณได้ของแต่ละสถานีมาแสดงผลตามพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ดังแสดงลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปที่ 5 - 21 และผลการวิเคราะห์แผนที่แสดงภัยแล้งประจำเดือนตุลาคม (ฝนสะสม 1 ส.ค. - 31 ต.ค. พ.ศ. 2558) ของลุ่มน้ำมูลดังแสดงในรูปที่ 5 - 22 โดยสมการที่ใช้ในการคำนวณมีดังนี้

$$SPI = \frac{X_t - \bar{X}_{jk}}{\sigma}$$

เมื่อ X_{ik} = ข้อมูลตรวจวัดฝนสะสม 3 เดือนที่สถานีโทรมาตร i ณ เดือน k (มิลลิเมตร)

\bar{X}_{jk} = ข้อมูลฝนสะสม 3 เดือนเฉลี่ย ของสถานีอุตุฯ (ที่ใกล้เคียงสถานีโทรมาตร i) สถานี j ณ เดือน k ช่วงปี พ.ศ.2524-พ.ศ. 2553 (มิลลิเมตร)

σ = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{t=2}^N (X_t - \bar{X}_{jk})^2}{N}}$$

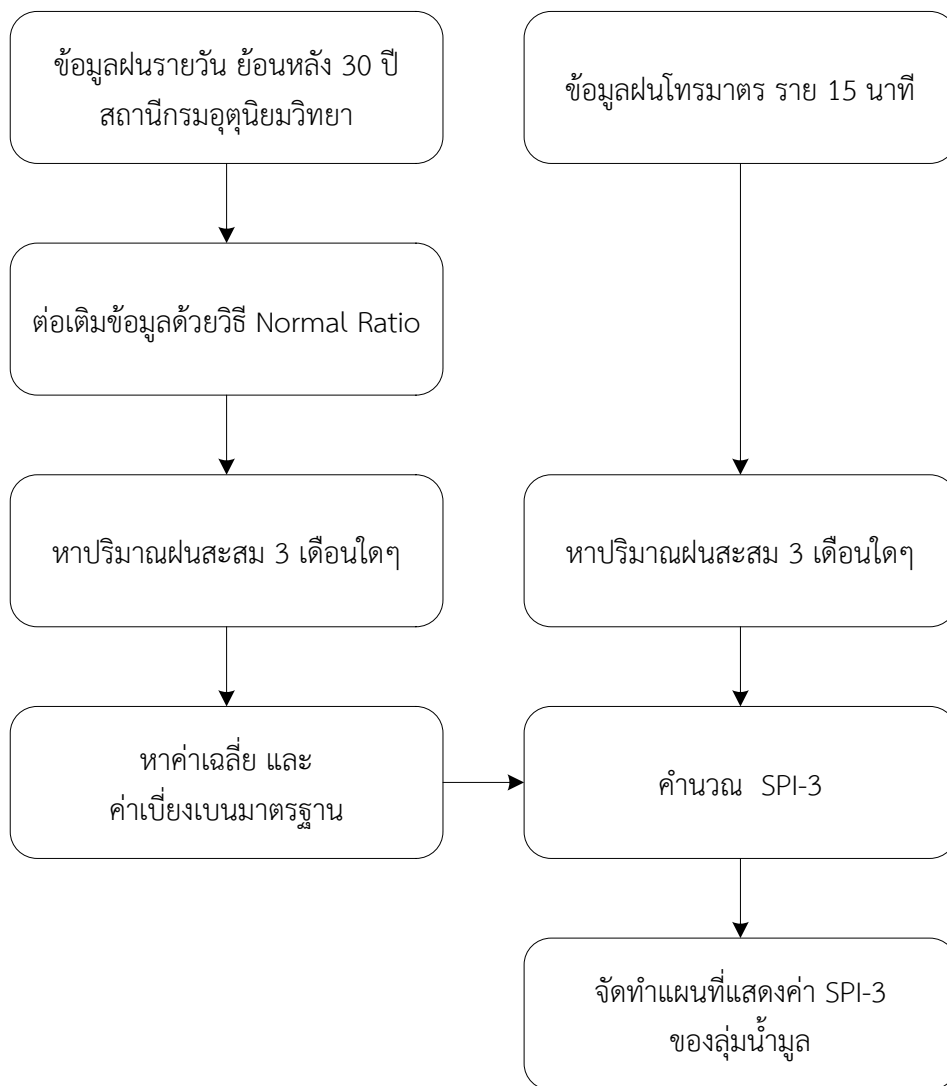
เมื่อ N = จำนวนชุดข้อมูลซึ่งเท่ากับ 30 ปี

X_t = ข้อมูลฝนสะสม 3 เดือน ของสถานีอุตุฯ สถานี j ณ เดือน k (มิลลิเมตร)

\bar{X}_{jk} = ข้อมูลฝนสะสม 3 เดือนเฉลี่ย ของสถานีอุตุฯ สถานี j ณ เดือน k (มิลลิเมตร)

ตารางที่ 5 - 3 รายละเอียดข้อมูลสถานีวิจัยที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนี SPI

ลำดับ ที่	สถานี ฝนโทรมาตร	สถานี ฝนกรมอุตุนิยมวิทยา	อำเภอ	จังหวัด
1	T หนองตะลุมปุ๊ก	25013	อ.เมืองนครราชสีมา	นครราชสีมา
2	TM.164	25013	อ.เมืองนครราชสีมา	นครราชสีมา
3	T ขรณ.มะเกลือใหม่	25072	อ.สีคิ้ว	นครราชสีมา
4	T ขนงพระ	25132	สถานีพืชอาหารสัตว์ ปากช่อง	นครราชสีมา
5	TM.177	25142	สถานีทดลองพืชไร่ บ้านใหม่สำโรง อ.สีคิ้ว	นครราชสีมา
6	T ชับกระจาย	25142	สถานีทดลองพืชไร่ บ้านใหม่สำโรง อ.สีคิ้ว	นครราชสีมา
7	T บึงปรือ	25082	อ.ด่านขุนทด	นครราชสีมา
8	TM.50	25112	อ.ครบุรี	นครราชสีมา
9	TM.186	25192	นิคมสร้างตนเอง อ.พิมาย	นครราชสีมา
10	T โคนทอง	25592	โรงเรียนบ้านท่าหลวง อ.พิมาย	นครราชสีมา
11	TM.180	25102	อ.ปักธงชัย	นครราชสีมา
12	T สะพานบ้านหัน	25102	อ.ปักธงชัย	นครราชสีมา
13	TM.145	25802	อ.วังน้ำเขียว	นครราชสีมา
14	T25162	25042	อ.บัวใหญ่	นครราชสีมา
15	TM.174	25182	อ.ประทาย	นครราชสีมา
16	TM.173	25093	อ.โชคชัย	นครราชสีมา
17	T หลุมข้าว	25222	สถานีทดลองข้าว อ.พิมาย	นครราชสีมา
18	T ขรณ.พิมาย	25222	สถานีทดลองข้าว อ.พิมาย	นครราชสีมา
19	T ปตร.น้ำเค็ม	25222	สถานีทดลองข้าว อ.พิมาย	นครราชสีมา
20	TM.6A	2052	อ.สตึก	บุรีรัมย์
21	TM.185	2062	อ.ลำปลายมาศ	บุรีรัมย์
22	T ปตร.ลำพังชู	21252	อ.นาเชือก	มหาสารคาม
23	TM.5	57052	อ.ราษีไศล	ศรีสะเกษ
24	T ใต้ฝายห้วยชะยุ้ง	57063	อ.กันทรลักษ์	ศรีสะเกษ
25	TM.42	62112	อ.สำโรงทาบ	ศรีสะเกษ
26	T สบห้วยเหนือ	57092	นิคมสร้างตนเอง ห้วยคล้า อ.กันทรลักษ์	ศรีสะเกษ
27	TM.4	62043	อ.ท่าตูม	สุรินทร์
28	T ผักไหม	62052	อ.ศรีขรภูมิ	สุรินทร์



รูปที่ 5 - 21 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลฝนและจัดทำแผนที่แสดงค่าดัชนี SPI3

ตารางที่ 5 - 4 ข้อมูลฝนสะสม 3 เดือนเฉลี่ย ของสถานีตรวจวัดฝน กรมอุตุนิยมวิทยา (มิลลิเมตร)

ลำดับที่	ชื่อสถานีสนาม	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	T หนองตะลุมปุ๊ก	34.5	26.9	61.9	123.6	261.6	329.2	379.6	384.3	507.0	532.6	395.7	171.2
2	TM.164	34.5	26.9	61.9	123.6	261.6	329.2	379.6	384.3	507.0	532.6	395.7	171.2
3	T ขรน.มะเกลือใหม่	33.4	18.5	55.6	142.2	269.4	306.7	289.6	268.8	386.3	478.8	386.2	194.3
4	T ขนงพระ	51.5	41.3	112.3	227.9	393.4	438.4	436.1	412.7	583.7	675.9	543.4	260.2
5	TM.177	50.2	31.0	67.7	148.6	286.5	317.5	301.4	281.1	421.4	526.6	426.9	219.0
6	T ชับกระจาย	50.2	31.0	67.7	148.6	286.5	317.5	301.4	281.1	421.4	526.6	426.9	219.0
7	T ปึงปรือ	32.5	24.3	65.5	144.8	264.9	296.8	304.7	271.0	387.6	420.1	341.4	151.2
8	TM.50	38.9	19.7	64.3	131.6	220.4	253.3	258.3	269.5	370.8	418.2	336.2	157.5
9	TM.186	29.1	29.0	59.3	116.0	231.1	315.3	390.0	419.9	522.6	516.5	369.8	153.4
10	T โคกทอง	23.2	29.0	64.3	127.7	251.5	325.3	418.2	405.2	476.3	428.1	311.6	130.5
11	TM.180	26.2	15.1	35.4	104.7	221.4	284.5	311.1	308.7	425.9	465.8	361.7	161.3
12	T สะพานบ้านหัน	26.2	15.1	35.4	104.7	221.4	284.5	311.1	308.7	425.9	465.8	361.7	161.3
13	TM.145	47.8	39.0	92.5	162.0	305.9	353.1	384.5	356.5	510.5	576.5	469.2	213.5
14	T25162	27.0	30.2	71.6	140.8	238.7	332.6	383.1	420.5	490.5	474.3	334.6	129.7
15	TM.174	28.3	28.6	63.6	129.6	262.4	373.4	450.8	468.6	536.4	481.7	329.7	116.1
16	TM.173	37.7	22.5	56.2	133.5	267.7	337.5	373.2	378.9	482.8	530.1	404.8	196.8
17	T หลุมข้าว	27.3	28.0	70.2	141.6	288.3	360.1	437.1	423.7	504.7	478.3	343.8	148.5
18	T ขรน.พิมาย	27.3	28.0	70.2	141.6	288.3	360.1	437.1	423.7	504.7	478.3	343.8	148.5
19	T ปตร.น้ำเค็ม	27.3	28.0	70.2	141.6	288.3	360.1	437.1	423.7	504.7	478.3	343.8	148.5
20	TM.6A	28.6	19.5	46.0	107.9	246.7	370.8	476.3	500.0	585.3	527.4	372.6	137.2

ตารางที่ 5 - 4 ข้อมูลฝนสะสม 3 เดือนเฉลี่ย ของสถานีตรวจวัดฝน กรมอุตุนิยมวิทยา (มิลลิเมตร) (ต่อ)

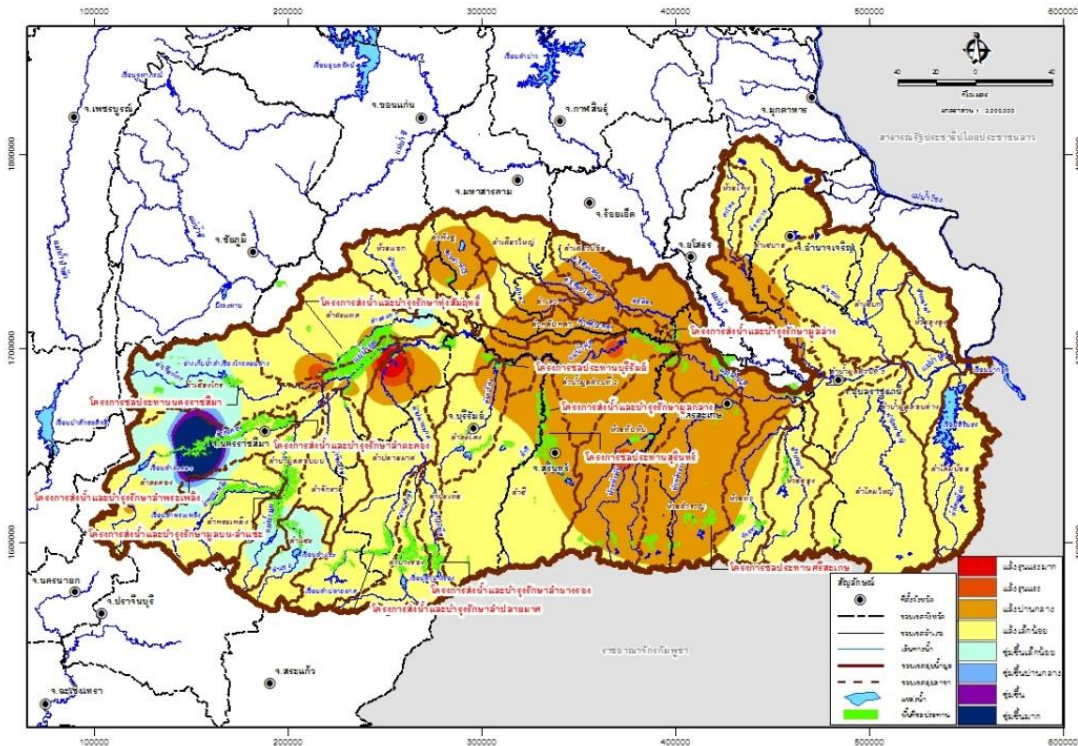
ลำดับที่	ชื่อสถานีสนาม	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
21	TM.185	57.2	23.8	61.5	128.7	287.1	418.4	520.2	553.4	648.4	598.6	439.3	174.5
22	T ปตร.ลำปางชู	30.0	17.8	49.0	111.9	254.7	385.0	468.5	522.3	635.8	622.9	437.6	162.6
23	TM.5	27.2	11.7	46.5	126.7	313.4	492.0	645.7	697.4	759.2	630.1	405.7	131.8
24	T ใต้ฝายห้วยชะยุ่ง	49.6	10.7	48.2	145.5	322.6	487.4	614.7	704.4	798.2	745.2	515.0	219.5
25	TM.42	28.1	14.8	49.7	110.9	261.8	383.8	506.7	573.8	622.5	533.5	328.3	122.3
26	T สบห้วยเหนือ	28.8	17.3	44.3	117.8	274.6	454.4	582.3	680.3	721.7	642.0	398.3	149.5
27	TM.4	28.0	22.4	65.4	146.9	303.2	465.1	597.4	654.3	711.9	621.0	413.1	150.4
28	T ผักไหม	31.2	18.5	54.2	132.0	305.8	441.5	579.7	612.6	684.8	570.1	376.0	131.7

ตารางที่ 5 - 5 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนสะสม 3 เดือน ในแต่ละเดือน ของสถานีฝนกรมอุตุนิยมวิทยา

ลำดับที่	ชื่อสถานีสนาม	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	T หนองตะลุมปุ๊ก	34.1	31.1	38.0	67.0	97.9	102.3	105.0	107.8	142.4	139.2	144.1	79.3
2	TM.164	34.1	31.1	38.0	67.0	97.9	102.3	105.0	107.8	142.4	139.2	144.1	79.3
3	T ขรณ.มะเกลือใหม่	31.7	19.6	47.7	81.2	105.2	107.2	103.8	142.2	154.2	221.1	174.9	126.8
4	T ขนงพระ	63.6	38.1	82.9	127.4	142.6	176.9	193.3	198.6	232.5	265.3	222.6	136.0
5	TM.177	35.7	31.1	58.1	80.7	101.6	97.4	93.1	114.3	106.6	155.7	128.6	105.9
6	T ซับกระจาย	35.7	31.1	58.1	80.7	101.6	97.4	93.1	114.3	106.6	155.7	128.6	105.9
7	T บึงปรือ	29.0	24.4	42.8	72.5	98.9	99.4	93.1	89.5	108.4	122.4	122.9	70.3
8	TM.50	34.9	24.4	36.4	64.7	73.4	70.1	91.9	114.0	109.8	118.9	105.3	70.2
9	TM.186	31.6	28.1	41.6	52.3	79.9	92.5	94.5	117.8	125.9	147.8	131.5	78.0

ตารางที่ 5 - 5 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนสะสม 3 เดือน ในแต่ละเดือน ของสถานีฝนกรมอุตุนิยมวิทยา (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อสถานีสนาม	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
10	T โคกตอง	33.2	35.2	63.6	95.1	126.8	140.8	153.5	149.5	140.9	150.5	126.3	89.2
11	TM.180	27.2	24.2	28.1	74.8	92.1	104.2	109.4	105.0	120.3	145.1	113.0	84.7
12	T สะพานบ้านหัน	27.2	24.2	28.1	74.8	92.1	104.2	109.4	105.0	120.3	145.1	113.0	84.7
13	TM.145	53.3	46.9	93.5	108.6	152.9	172.5	141.4	120.2	132.2	138.5	146.1	89.7
14	T25162	27.7	40.6	51.7	91.8	101.0	131.0	121.1	134.0	162.8	178.3	138.8	70.6
15	TM.174	45.3	53.9	64.1	70.8	107.0	117.3	112.9	98.6	116.2	126.9	117.6	84.8
16	TM.173	31.0	24.9	37.2	71.2	88.8	92.8	82.9	101.9	115.6	136.1	120.2	85.7
17	T หลุมข้าว	26.3	29.3	34.4	65.7	82.6	114.5	115.8	125.7	113.3	129.5	104.4	85.3
18	T ขรน.พิมาย	26.3	29.3	34.4	65.7	82.6	114.5	115.8	125.7	113.3	129.5	104.4	85.3
19	T ปตร.น้ำเค็ม	26.3	29.3	34.4	65.7	82.6	114.5	115.8	125.7	113.3	129.5	104.4	85.3
20	TM.6A	30.6	27.9	48.3	65.5	119.4	153.4	144.9	135.5	151.9	159.2	146.5	80.7
21	TM.185	58.4	27.8	52.3	90.4	145.7	161.1	148.6	168.6	155.2	157.5	164.6	81.6
22	T ปตร.ลำพอง	33.2	27.9	48.3	73.0	103.6	132.9	122.1	144.4	226.7	290.2	242.4	124.7
23	TM.5	31.5	15.5	37.2	78.4	122.9	172.0	211.9	184.6	200.8	193.3	161.8	81.0
24	T ใต้ฝายห้วยชะยุ้ง	63.4	13.6	34.9	68.5	117.8	126.9	161.3	134.8	158.9	187.7	180.4	103.2
25	TM.42	32.5	19.4	42.2	69.9	128.2	134.4	147.1	217.8	200.7	218.5	132.6	80.6
26	T สบห้วยเหนือ	30.0	21.9	31.6	54.0	103.2	122.7	143.1	171.9	157.3	186.2	159.4	79.2
27	TM.4	30.6	30.2	57.9	81.4	103.6	115.9	160.4	165.9	161.3	158.6	130.5	80.1
28	T ผักไหม	31.2	26.8	46.9	87.3	115.4	134.5	157.6	157.8	148.0	154.3	143.5	71.2



รูปที่ 5 - 22 แผนที่แสดงภัยแล้งประจำเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558
(ฝนสะสม 1 ส.ค. - 31 ต.ค. พ.ศ. 2558)

5.3 ระบบช่วยตัดสินใจการเตือนภัยคุณภาพน้ำ

5.3.1 เกณฑ์การเตือนคุณภาพน้ำ

เกณฑ์การเตือนด้านคุณภาพน้ำ อ้างอิงตามประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่อง กำหนดประเภทของแหล่งน้ำ ในแม่น้ำพอง แม่น้ำชี แม่น้ำมูล และลำตะคอง (ประกาศใน ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 116 ตอนที่ 53 ง ลงวันที่ 6 กรกฎาคม 2542) ซึ่งได้กำหนดประเภทของแหล่งน้ำในแม่น้ำมูล และลำตะคอง ดังแสดงในตารางที่ 5 - 6 และแสดงมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 5 - 7 ส่วนค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity, EC) จะใช้เกณฑ์คุณภาพน้ำเพื่อการเพาะปลูก จากเกณฑ์ข้อกำหนดมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางน้ำจากการเพาะปลูก โดยสำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ ดังนั้นค่าเกณฑ์การเตือนคุณภาพน้ำที่สถานีโทรมาตร T เชื้อนพิมาย และ TM.164 สรุปลงได้ดังแสดงในตารางที่ 5 - 8

ตารางที่ 5 - 6 ประเภทของแหล่งน้ำในแม่น้ำมูล และลำตะคอง

แม่น้ำ	เขตควบคุมมาตรฐานคุณภาพน้ำ (กิโลเมตร จากปากแม่น้ำ)	ประเภทคุณภาพของแหล่งน้ำ
1. แม่น้ำมูล	ตั้งแต่จุดบรรจบระหว่างแม่น้ำมูลกับแม่น้ำโขง บริเวณบ้านท่าแพ ตำบลโขงเจียม อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี (กม.ที่ 0) จนถึง สะพานบ้านโนนเพชร ตำบลท่าเยี่ยม อำเภอโขงเจียม จังหวัดนครราชสีมา (กม.ที่ 787)	3
2. ลำตะคอง	ช่วงที่ 1 ตั้งแต่จุดบรรจบระหว่างลำตะคอง กับแม่น้ำมูล บริเวณ ตำบลพะเนา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา (กม.ที่ 0) จนถึงลำตะคอง บริเวณฝายคนชุม บ้านคนชุม ตำบลพรุใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา (กม. ที่ 24)	4
	ช่วงที่ 2 ตั้งแต่บริเวณฝายคนชุม บ้านคนชุม ตำบลพรุใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา (กม.ที่24) จนถึงลำตะคองบริเวณบ้านบุกระเจ็ด ตำบลขงพระ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา (กม.ที่ 180)	3

ตารางที่ 5 - 7 มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทต่างๆ

ดัชนีคุณภาพน้ำ ^{1/}	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุด ^{2/} ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์	
		ประเภท 3	ประเภท 4
1.อุณหภูมิ (Temperature)	องศาเซลเซียส	๓'	๓'
2.ความเป็นกรดและด่าง (pH)	-	5-9	5-9
7.ออกซิเจนละลาย (DO) ^{2/}	มิลลิกรัมต่อลิตร	4	2

หมายเหตุ: 1/ กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

2/ ค่า DO เป็นเกณฑ์มาตรฐานต่ำสุด

๓' อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติเกิน 3 องศาเซลเซียส

ที่มา: ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 111 ตอนที่ 16 ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537

ตารางที่ 5 - 8 เกณฑ์การเตือนคุณภาพน้ำที่สถานีโทรมาตร T เชื้อนพิมาย และ TM.164

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	เกณฑ์ปกติ	เกณฑ์เตือนภัย
สถานี T เชื้อนพิมาย			
1.อุณหภูมิ (Temperature)	°C	ไม่ควรสูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติเกิน 3 องศาเซลเซียส	
2.ความเป็นกรดและด่าง (pH)	-	5-9	น้อยกว่า 5 หรือ มากกว่า 9
7.ออกซิเจนละลาย (DO)	mg/l	มากกว่า หรือ เท่ากับ 4	น้อยกว่า 4
4.การนำไฟฟ้า (EC)	ms/cm	น้อยกว่า หรือ เท่ากับ 1250	มากกว่า 1250
สถานี TM.164			
1.อุณหภูมิ (Temperature)	°C	ไม่ควรสูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติเกิน 3 องศาเซลเซียส	
2.ความเป็นกรดและด่าง (pH)	-	5-9	น้อยกว่า 5 หรือ มากกว่า 9
7.ออกซิเจนละลาย (DO)	mg/l	มากกว่า หรือ เท่ากับ 2	น้อยกว่า 2
4.การนำไฟฟ้า (EC)	ms/cm	น้อยกว่า หรือ เท่ากับ 1250	มากกว่า 1250

5.3.2 ระบบช่วยตัดสินใจสำหรับคุณภาพน้ำ

1. เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำ

ประเมินสถานการณ์การเกิดมลพิษทางน้ำโดยเปรียบเทียบค่าออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen) กับค่ามาตรฐานจากกรมควบคุมมลพิษ

2. การคำนวณปริมาณน้ำที่เพียงพอสำหรับปรับสภาพน้ำเสีย

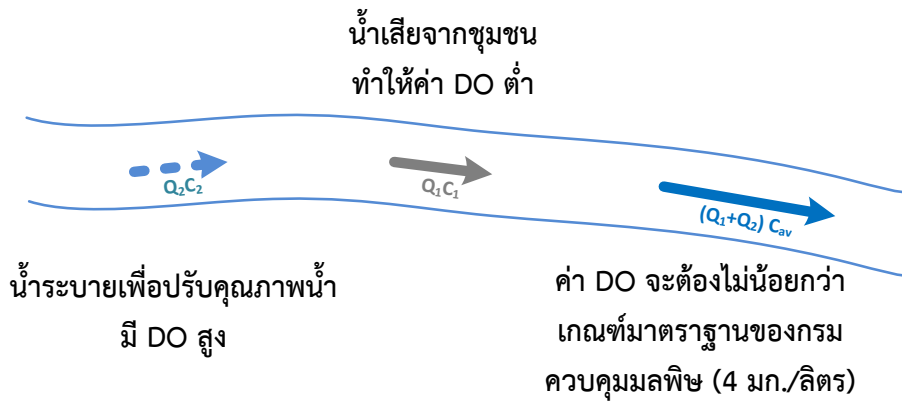
สาเหตุการเกิดมลพิษทางน้ำหรือน้ำเน่าเสียในแหล่งน้ำธรรมชาติ มาจากการปล่อยน้ำทิ้งจากชุมชน โครงการฯ จึงวางแผนให้มีการติดตั้งสถานีโทรมาตรเพื่อติดตามสถานการณ์คุณภาพน้ำในแม่น้ำ ทั้งนี้เพื่อการวางแผนบรรเทาผลพิษที่อาจจะเกิดขึ้นจากการปล่อยน้ำเสียของชุมชนเมื่อน้ำในแม่น้ำมีปริมาณน้อย จึงได้ศึกษาและจัดทำระบบช่วยตัดสินใจโดยวิธีการคำนวณปริมาณน้ำที่เพียงพอสำหรับปรับสภาพน้ำเสีย ซึ่งเป็นการปรับปรุงคุณภาพน้ำเบื้องต้นเมื่อเกิดสภาวะดังกล่าว

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ หรือ ดีโอ (Dissolved Oxygen: DO) เป็นปัจจัยที่นับว่ามีความสำคัญมากที่สุดในการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ถ้าหากมี DO ในปริมาณน้อยเกินไปสัตว์น้ำหรือปลาบางชนิด จะไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ โดยปกติออกซิเจนที่ละลายในน้ำได้มาจากบรรยากาศและกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะแปรผกผันกับอุณหภูมิ และความเข้มข้นของแร่ธาตุที่ละลายในน้ำ ถ้าหากอุณหภูมิและความเข้มข้นของแร่ธาตุในน้ำสูง จะทำให้ออกซิเจนจะละลายในน้ำได้น้อยลง น้ำในธรรมชาติทั่วไปปกติจะมีค่า DO ประมาณ 5 - 7 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าค่าดีโอต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดว่าน้ำในแหล่งนั้นเน่าเสีย ปริมาณ DO ในน้ำขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ปริมาณ DO มากเมื่ออุณหภูมิต่ำลง ดังแสดงสภาพการละลายได้ของ DO ในหน่วย มิลลิกรัม/ลิตร ในน้ำที่อุณหภูมิต่างๆ ที่ความดันบรรยากาศ = 760 mm Hg และค่าความเค็ม = 0.0 ppt ดังแสดงในตารางที่ 5 - 9 หลักการและตัวอย่างการคำนวณปริมาณน้ำที่เพียงพอสำหรับปรับสภาพน้ำเสียดังแสดงใน รูปที่ 5 - 23 ถึง รูปที่ 5 - 24

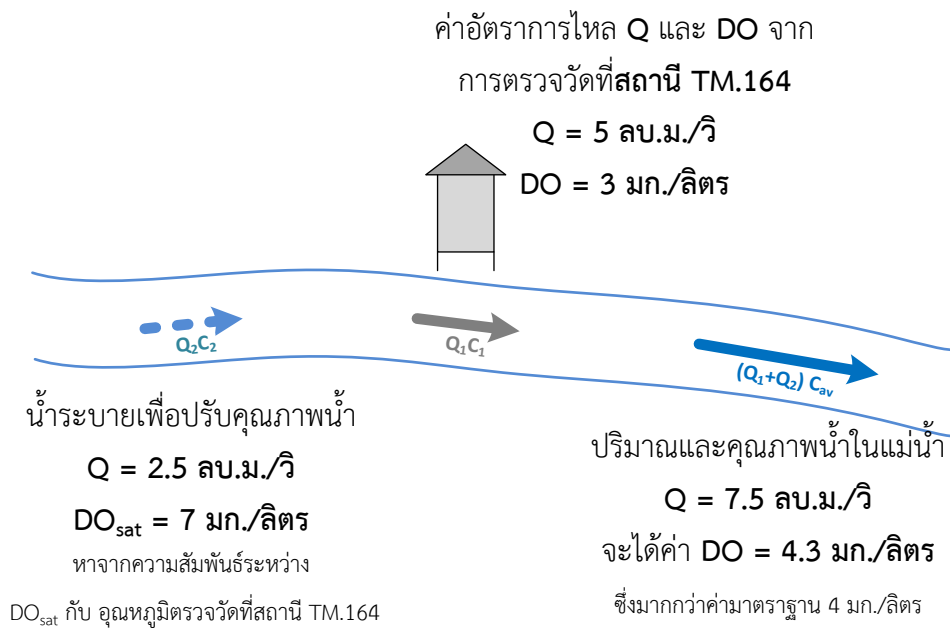
ตารางที่ 5 - 9 สภาพการละลายได้ DO ในหน่วย มิลลิกรัม/ลิตร ในน้ำที่อุณหภูมิต่างๆ

อุณหภูมิ (°C)	DO (มก./ลิตร)	อุณหภูมิ (°C)	DO (มก./ลิตร)	อุณหภูมิ (°C)	DO (มก./ลิตร)	อุณหภูมิ (°C)	DO (มก./ลิตร)	อุณหภูมิ (°C)	DO (มก./ลิตร)	อุณหภูมิ (°C)	DO (มก./ลิตร)
0	14.602	7	12.127	14	10.294	21	8.989	28	7.808	35	6.935
1	14.198	8	11.832	15	10.072	22	8.726	29	7.671	36	6.824
2	13.813	9	11.549	16	9.858	23	8.560	30	7.539	37	6.716
3	13.445	10	11.277	17	9.651	24	8.400	31	7.411	38	6.612
4	13.094	11	11.016	18	9.453	25	8.244	32	7.287	39	6.509
5	12.757	12	10.766	19	9.261	26	8.094	33	7.166	40	6.410
6	12.436	13	10.525	20	9.077	27	7.949	34	7.049	-	-

ที่มา : Report of the working group on terminology, format and units of measurement as related to flow-through and recirculation system (EIFAC, 1986)



รูปที่ 5 - 23 หลักการคำนวณปริมาณน้ำที่เพียงพอสำหรับปรับสภาพน้ำเสีย



รูปที่ 5 - 24 ตัวอย่างการคำนวณปริมาณน้ำที่เพียงพอสำหรับปรับสภาพน้ำเสีย

บทที่ 6 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการศึกษา

การแจ้งเตือนอุทกภัยล่วงหน้าเป็นมาตรการสำคัญเพื่อลดความเสียหายจากน้ำท่วม การแจ้งเตือนอุทกภัยนั้นเป็นการระบุถึงช่วงเวลาการเกิดและความรุนแรงของอุทกภัยที่จะเกิดขึ้น โดยการแจ้งเตือนนั้นจะเป็นการคาดการณ์สถานการณ์น้ำหลากด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์วิเคราะห์การไหลของน้ำร่วมกับข้อมูลตรวจวัดอัตโนมัติ ทำให้สามารถคาดการณ์สถานการณ์น้ำท่วมล่วงหน้าได้อย่างแม่นยำ ผลจากการคำนวณนี้จะนำมาพิจารณาระดับความรุนแรงเพื่อเตือนภัยในพื้นที่เสี่ยงภัย รวมไปถึงการวางแผนจัดการน้ำเพื่อลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนในพื้นที่น้ำท่วมได้

ปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้ข้อมูลอุตุ - อุทกวิทยาที่ตรวจวัดแบบอัตโนมัติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการคาดการณ์สถานการณ์น้ำประมวลผลด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จัดทำเป็นระบบเพื่อการคาดการณ์และแสดงผลสถานการณ์น้ำ เพื่อให้เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการป้องกันและบรรเทาภัยในฤดูน้ำหลากได้ โดยประยุกต์การจำลองสถานการณ์แผนการบริการจัดการน้ำกรณีต่าง ๆ โดยการควบคุมของอาคารบังคับน้ำต่าง ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำ เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำในช่วงอุทกภัย

ผลการปฏิบัติงานนี้ เป็นการประยุกต์ผลการศึกษาของโครงการศึกษาวางระบบและติดตั้งระบบโทรมาตรเพื่อพยากรณ์น้ำและเตือนภัยน้ำท่วม จังหวัดนครราชสีมา (มูล) ซึ่งเป็นโครงการวางระบบโทรมาตรตรวจวัดข้อมูลอุตุ - อุทกวิทยาแบบอัตโนมัติ ครอบคลุมลุ่มน้ำมูลตอนบน รวมพื้นที่ 4 จังหวัด คือ นครราชสีมา สุรินทร์ บุรีรัมย์ และศรีสะเกษ ระบบถูกนำมาใช้ในการพยากรณ์น้ำด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งมีการพัฒนาระบบช่วยตัดสินใจเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในประมวลผลทางเลือกแนวทางการบริหารจัดการน้ำ

ระบบช่วยตัดสินใจปัญหาภัยกับทรัพยากรน้ำในลุ่มน้ำมูล แบ่งออกเป็นการจัดการอุทกภัย การติดตามภัยแล้ง และการติดตามคุณภาพน้ำ ระบบช่วยตัดสินใจในการจัดการอุทกภัยเป็นการจำลองสถานการณ์การบริการจัดการน้ำกรณีต่าง ๆ ผ่านการควบคุมของอาคารควบคุมน้ำต่าง ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำ เพื่อคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยจากทางเลือกการควบคุมอาคารบังคับน้ำในแต่ละทางเลือก ระบบจะแสดงผลเปรียบเทียบผลการคำนวณระดับน้ำและขอบเขตน้ำท่วม เพื่อสนับสนุนการวางแผนป้องกันหรือบรรเทาผลกระทบจากน้ำหลากได้ ระบบช่วยตัดสินใจที่ใช้ติดตามสภาพภัยแล้งเป็นระบบติดตามสถานะแล้งเนื่องจากฝน ระบบจะประมวลผลข้อมูลตรวจวัดฝนสะสมและแสดงเป็นค่าดัชนีฝนแล้ง (SPI) เชิงพื้นที่ทั้งลุ่มน้ำมูล ส่วนระบบติดตามคุณภาพน้ำที่ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดใน แม่น้ำลำตะคอง ที่อำเภอเมือง และแม่น้ำมูล ที่อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา เป็นการตรวจสอบคุณภาพน้ำให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำของกรมควบคุมมลพิษ โดยระบบจะประมวลผลจากข้อมูลตรวจวัดและคำนวณปริมาณน้ำระบายเพื่อปรับสภาพน้ำเสียเมื่อผลการตรวจวัดต่ำกว่าค่ามาตรฐาน

6.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาของโครงการดังกล่าว การพัฒนาแบบจำลองอุทกวิทยาและแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ เพื่อการบริหารจัดการน้ำท่าวมลุ่มน้ำมูลตอนบน สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์และคาดการณ์น้ำหลาก โดยใช้ข้อมูลตรวจวัดของระบบโทรมาตรลุ่มน้ำมูลตอนบน ผลของการศึกษานี้ นอกเหนือจากจะเป็นประโยชน์ของโครงการโดยตรงต่อประชาชนในพื้นที่ลุ่มน้ำมูลแล้ว ยังสามารถนำหลักการมาประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบโทรมาตรในลุ่มน้ำต่าง ๆ ของ กรมชลประทานได้

เอกสารอ้างอิง

DHI. (2014). A Modelling System for Rivers and Channels, Reference Manual.

Henry, H.R. (1950). A study of flow from a submerged sluice gate. M.S. Thesis. Department of Mechanics and Hydraulics, Iowa City IA: State University Iowa.

Toch, A. (1955). Discharge characteristics of Tainter gates. Transaction, American Society of Civil Engineers, Volume 120, 290.

USACE. (1977). Hydraulic Design Criteria (Vol.2). Vicksburg, MS: U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station.

US. Bureau of Reclamation. (1977). Design Standard No.7, Valves, Gates and Steel Conduits.

กรมชลประทาน. (2554). คู่มือการปฏิบัติงาน (Work Manual) เล่มที่ 14/16 การวัดปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำชลประทานและการสอบเทียบอาคาร.

กรมชลประทาน. (2556). โครงการศึกษาวางระบบและติดตั้งระบบโทรมาตรเพื่อพยากรณ์น้ำและเตือนภัยน้ำท่วม จังหวัดนครราชสีมา (มุล).

วรารุช วุฒินิชย์. (2534). การออกแบบอาคารบังคับน้ำ (Design of Water Control Structure) . ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

พัฒนา วิจิตรพงษ์สกุล และคณะ. (2559). การวิเคราะห์ระดับความแห้งแล้งทางอุตุนิมวิทยาในพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรังด้วยดัชนีฝนมาตรฐาน และดัชนีความแห้งแล้งทางอุตุนิมวิทยา. Naresuan University Journal: Science and Technology 2016; 24(3), pp.123-135.

T. Tingsanchali and T. Piriawong. (2018). Drought Risk Assessment of Irrigation Project Areas in a River Basin, Eng. J., vol. 22, no. 1, pp. 279-287, Jan. 2018.