

การบรรเทาอุทกภัยในชุมชนเมืองด้วยการผันน้ำออกสู่แก้มลิง
: กรณีศึกษาเทศบาลนครนครราชสีมา



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2559

**FLOOD MITIGATION IN URBAN AREA USING BY-PASS
CHANNEL TO A MONKEY CREEK: CASE STUDY OF
NAKHON RATCHASIMA MUNICIPALITY**



Korakot Lerdchaipong

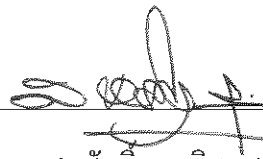
**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Engineering in Civil Engineering
Suranaree University of Technology**

Academic Year 2016

การบรรเทาอุทกภัยในชุมชนเมืองด้วยการผันน้ำออกสู่แก้มลิง: กรณีศึกษาเทศบาลนคร
นครราชสีมา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



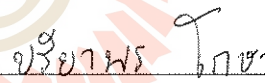
(ศ. ดร. สุขสันต์ หอพิบูลสุข)

ประธานกรรมการ



(รศ. ดร. ลีชัย ไชติชชางกูร)

กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)



(ผศ. ดร. ปรีชาพร โภชา)

กรรมการ



(ศ. ดร. สันติ แม่นศิริ)

รักษาการแทนรองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ
และพัฒนาความเป็นสากล



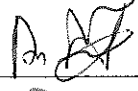

(รศ. ร.อ. ดร. กนดรรพ์ ชำนิประศาสน์)

คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

กรรกด เลิศชัยพงศ์ : การบรรเทาอุทกภัยในชุมชนเมืองด้วยการผันน้ำออกสู่แก้มลิง:
กรณีศึกษาเทศบาลนครราชสีมา (FLOOD MITIGATION IN URBAN AREA USING
BY-PASS CHANNEL TO A MONKEY CREEK: CASE STUDY OF NAKHON
RATCHASIMA MUNICIPALITY) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย
โชติขรูยางกูร, 129 หน้า

ในปี พ.ศ. 2553 จังหวัดนครราชสีมาเกิดน้ำท่วมครั้งใหญ่ ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายต่อเศรษฐกิจ และความเป็นอยู่ของประชากรเป็นอย่างมาก โดยมีสาเหตุจากสภาวะที่ฝนตกหนัก และเป็นเวลานาน งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ บรรเทาปัญหาอุทกภัยในชุมชนเมืองบริเวณเทศบาลนครราชสีมา สำนักงานชลประทานที่ 8 จังหวัดนครราชสีมา กรมชลประทาน ได้ดำเนินการโครงการผันน้ำท่วมไปสู่แก้มลิงบึงพุดซาเพื่อชะลอน้ำ และทำให้น้ำท่วมผ่านเขตเมืองน้อยลง แต่ยังไม่ได้มีการประเมินผลของโครงการ การศึกษานี้จึงเป็นการใช้แบบจำลอง HEC-RAS จำลองเหตุการณ์อุทกภัยในปี 2553 เปรียบเทียบผลทางชลศาสตร์ระหว่างกรณียังไม่มีการผันน้ำกับกรณีมีการผันน้ำ ผลการวิเคราะห์จากแบบจำลอง HEC-RAS พบว่า การผันน้ำสู่แก้มลิงบึงพุดซา สามารถช่วยบรรเทาปัญหาอุทกภัยในชุมชนเมือง เทศบาลนครราชสีมา โดยสามารถช่วยทำให้อัตราการไหลสูงสุดลดลงจาก 104.64 ลูกบาศก์เมตร/วินาที เหลือ 79.74 ลูกบาศก์เมตร/วินาที และลดระดับน้ำสูงสุดจากระดับ +178.78(ม.รทก.) เหลือเพียง +177.29(ม.รทก.) ทำให้น้ำไม่ล้นตลิ่งที่สถานีวัดน้ำท่า M164

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา 2559

ลายมือชื่อนักศึกษา 
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 

KORAKOT LERDCHAIPONG : FLOOD MITIGATION IN URBAN AREA
USING BY-PASS CHANNEL TO A MONKEY CREEK: CASE STUDY OF
NAKHON RATCHASIMA MUNICIPALITY. THESIS ADVISOR : ASSOC.
PROF. CHATCHAI JOTHISTYANGKON, Ph.D., 129 PP.

MAXIMUM FLOOD LEVEL/HEC-RAS/LAM TAKLONG RIVER BASIN

In the year 2553, Nakhon Ratchasima city has faced with maximum flood inundation because of heavy rains. To mitigate flood problem in municipality area of Nakorn Rachasima, Regional Irrigation Office 8 Nakorn Rachasima province Royal Irrigation Department implemented bypass channel project by diverting excess flood water to Bueng Putsa monkey cheek. So for, the effectiveness of this project to reduce flood water flowing though the municipality is not assessed. The abjective of this study is to work on hydraulic comparision between with and without bypass channel by using HEC-RAS model and 2013 input flood. Simulated results show that the case of with bypass channel to Bueng Putsa monkey cheek is able to mitigate flooding impact in municipality area of Nakorn Rachasima by decreasing peak discharge from $104.64 \text{ m}^3/\text{s}$ to $79.74 \text{ m}^3/\text{s}$ and reducing maximum flood level from $+178.78(\text{m. MSL})$ to $+177.29 (\text{m. MSL})$ with no overbank flow at M164.


School of Civil Engineering

Academic Year 2016

Student's Signature



Advisor's Signature



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ทั้งด้านวิชาการ และด้านการดำเนินงานวิจัย จากบุคคลและกลุ่มบุคคลต่างๆ ได้แก่

ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันต์ หอพิบูลสุข ประธานกรรมการ อาจารย์ประจำสาขาวิชา วิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจทานเนื้อหา วิทยานิพนธ์จนเสร็จสิ้นสมบูรณ์

รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย โชติษฐียงกูร กรรมการ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ ให้โอกาสทางการศึกษา ให้คำแนะนำปรึกษา ช่วยแก้ปัญหา และให้กำลังใจผู้วิจัยมาโดยตลอด รวมทั้งช่วยตรวจทาน และแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรีชาพร โภษะ กรรมการ อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่กรุณาให้คำปรึกษาด้านวิชาการ ให้คำแนะนำและตรวจทาน เนื้อหาวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ความสำเร็จของวิทยานิพนธ์นี้ได้รับการสนับสนุนและความช่วยเหลือด้านข้อมูลคำแนะนำ จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีจาก กรมชลประทาน กรมพัฒนาที่ดิน กรมอุตุนิยมิทยา ศูนย์อุทกวิทยา และบริหารน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา ลำตะคอง สังกัดสำนักชลประทานที่ 8 และกรมชลประทาน

ขอขอบคุณเพื่อน พี่ น้อง ทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือในการจัดทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้แก่บิดาและมารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และ ถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ผู้วิจัยตลอดมา จนทำให้ประสบความสำเร็จในชีวิต

กรกต เลิศชัยพงศ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 พื้นที่ศึกษา	3
2.1.1 ตำแหน่งและที่ตั้ง	3
2.1.2 ลักษณะภูมิประเทศ	4
2.1.3 สภาพภูมิอากาศ	5
2.1.4 ลักษณะทางอุทกวิทยา	6
2.2 ศึกษาสภาพอุทกภัยในพื้นที่ประเทศไทย	8
2.3 สาเหตุการเกิดอุทกภัยพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา	10
2.3.1 สาเหตุจากธรรมชาติ	10
2.3.2 สาเหตุจากการกระทำของมนุษย์	10
2.4 ศึกษาแนวทางแก้ไขปัญหาและบรรเทาอุทกภัย	12
2.5 แนวทางแก้ไขปัญหาและบรรเทาอุทกภัยลุ่มน้ำลำตะคอง	13

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.6 การไหลในทางน้ำเปิด.....	14
2.7 สมการเซนต์-วีแนนต์ (Saint-Venant Equations).....	15
2.7.1 สมการต่อเนื่อง (continuity equation).....	16
2.7.2 สมการโมเมนตัม (mometum equation).....	17
2.8 แบบจำลอง HEC-RAS.....	18
2.8.1 การคำนวณโปรไฟล์ผิวน้ำของการไหลแบบคงที่ (Steady Flow).....	19
2.8.2 การคำนวณการไหลของน้ำแบบไม่คงที่ตามเวลา (Unsteady Flow).....	22
2.8.3 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง HEC-RAS.....	24
2.8.4 สัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิง (Manning roughness coefficient).....	25
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	29
3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	43
3.1 รวบรวมข้อมูล.....	43
3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	44
3.2.1 ข้อมูลทางกายภาพของกลุ่มน้ำ.....	44
3.2.2 ข้อมูลปริมาณน้ำท่าและระดับน้ำรายวัน.....	47
3.2.3 ข้อมูลอาคารชลศาสตร์.....	48
3.3 การจำลองข้อมูลด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์.....	52
3.3.1 การนำเข้าข้อมูลแบบจำลอง (Input Data).....	53
3.3.2 การสอบเทียบข้อมูลแบบจำลอง (Model Calibration).....	55
3.3.3 การตรวจพิสูจน์แบบจำลอง (Model Validation).....	57
3.3.4 ทดสอบแบบจำลองเหตุการณ์อุทกภัย ปี พ.ศ.2553 กรณีศึกษา.....	59
4 ผลการศึกษา.....	62
4.1 ผลจากการสอบเทียบแบบจำลอง(Model Calibration).....	62
4.2 ผลการผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง (Model Validation).....	71
4.3 ผลการจำลองตามแนวทางการศึกษาที่กำหนด.....	75

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3.1 การจำลองเหตุการณ์อุทกภัย พ.ศ. 2553 กรณีที่ 1 ก่อนใช้มาตรการคลองผันน้ำ.....	75
4.3.2 การจำลองเหตุการณ์อุทกภัย พ.ศ. 2553 กรณีที่ 2 หลังใช้มาตรการคลองผันน้ำ.....	80
5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	85
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	85
5.1.1 ผลการสอบเทียบแบบจำลอง HEC-RAS.....	85
5.1.2 ผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง HEC-RAS.....	86
5.1.3 ผลการจำลองสภาพเหตุการณ์ตามแนวทางการศึกษาที่กำหนด.....	86
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	87
รายการอ้างอิง.....	88
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. ข้อมูลอุทกวิทยาลุ่มน้ำลำตะคอง.....	91
ภาคผนวก ข. รูปตัดตามขวาง (Cross Section) ของลำน้ำ.....	101
ภาคผนวก ค. ผลการคำนวณปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง.....	111
ภาคผนวก ง. บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่.....	122
ประวัติผู้เขียน.....	129

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	สัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Manning's n..... 26
3.1	ข้อมูลที่รวบรวมจากหน่วยงานต่างๆ..... 43
3.2	ข้อมูลหน้าตัดลำน้ำที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูล..... 46
3.3	รายละเอียดสถานีวัดน้ำท่าที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูล..... 49
3.4	รายละเอียดอาคารชลศาสตร์ที่ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล..... 50
3.5	ข้อมูลตัวแปรในการวิเคราะห์ของสถานีวัดน้ำท่า..... 56
3.6	คาบการเกิดซ้ำของปริมาณน้ำท่าสูงสุดรายปี ณ สถานีวัดน้ำท่าในกลุ่มน้ำลำตะคอง..... 56
3.7	ข้อมูลขนาดหน้าตัดคลองผันน้ำสูงแก้มลิงบึงพุดซา..... 59
4.1	ข้อมูลปริมาณน้ำท่าสูงสุดรายปี ณ สถานีวัดน้ำท่าภายในลุ่มน้ำศึกษา..... 63
4.2	ตัวแปรการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการไหลสูงสุดรายปี..... 63
4.3	อัตราการไหล ณ คาบการเกิดซ้ำต่าง ๆ ของสถานีวัดน้ำท่า..... 63
4.4	การปรับค่า Manning's n ในแบบจำลอง HEC-RAS..... 64
4.5	ผลการสอบเทียบแบบจำลอง ณ สถานีวัด M177..... 67
4.6	ผลการสอบเทียบแบบจำลอง ณ สถานีวัด M191..... 68
4.7	ผลการสอบเทียบแบบจำลอง ณ สถานีวัด M164..... 70
4.8	ผลการสอบเทียบจากการปรับค่า Manning's n ครั้งที่ 4..... 71
4.9	ผลการตรวจพิสูจน์ค่าระดับน้ำที่ได้จากการวัดจริงกับค่าระดับน้ำจากแบบจำลอง..... 72
4.10	ผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลองข้อมูลปริมาณน้ำรายวัน ณ วันที่ 10 ตุลาคม 2550 ถึงวันที่ 14 พฤศจิกายน 2550..... 74
4.11	ผลการจำลองค่าระดับน้ำที่ได้จากการวัดจริงกับค่าระดับน้ำจากแบบจำลอง ณ วันที่ 10 ตุลาคม 2553 ถึงวันที่ 14 พฤศจิกายน 2553..... 75
4.12	ผลการจำลองค่าระดับน้ำที่จากแบบจำลองกรณีที่ 2..... 82

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหา

อุทกภัย เป็นภัยพิบัติทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นจากน้ำท่วมอันเกิดจากสภาวะที่น้ำไหล เอ่อล้น ฝั่งแม่น้ำ ลำธาร หรือทางน้ำ เข้าท่วมพื้นที่ ซึ่งโดยปกติแล้วไม่ได้อยู่ใต้อ่างน้ำ หรือเกิดจากการสะสมน้ำบนพื้นที่ซึ่งระบายน้ำออกได้ไม่ทัน ทำให้พื้นที่นั้นเกิดภาวะน้ำท่วม ซึ่งมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ ลักษณะน้ำท่วมขัง/น้ำล้นตลิ่ง และลักษณะน้ำท่วมฉับพลัน ซึ่งกลุ่มน้ำลำตะคองในเขตพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา ประสบปัญหาทั้ง 2 ลักษณะ เนื่องจากเป็นพื้นที่ราบลุ่มในช่วงกลางและท้ายน้ำส่งผลให้เมื่อมีน้ำไหลปริมาณมากเกินความจุของลำน้ำ เกิดการล้นตลิ่งอย่างฉับพลัน และท่วมขังในบริเวณพื้นที่ราบลุ่มบริเวณกว้าง

กลุ่มน้ำลำตะคองเป็นกลุ่มน้ำสาขาหนึ่งของกลุ่มน้ำมูลที่ประสบปัญหาอุทกภัยและภัยแล้งซ้ำซาก โดยเฉพาะเขตจังหวัดนครราชสีมา พบว่าในอดีตที่ผ่านมาเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมรุนแรงเกิดขึ้นใน พ.ศ.2521 2539 2545 2550 2553 และ พ.ศ.2556 โดยเฉพาะในเดือนตุลาคม 2553 ที่ผ่านมา เกิดอุทกภัยครั้งใหญ่จากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ทำให้เกิดร่องความกดอากาศต่ำพาดผ่านภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นสาเหตุทำให้เกิดฝนตกหนักในเขตจังหวัดนครราชสีมา ภายในกลุ่มน้ำลำตะคองมีปริมาณน้ำในลำน้ำหลักปริมาณมากกว่าปกติ ส่งผลให้มีปริมาณน้ำไหลสูงในช่วงลำน้ำที่ไหลผ่านจากอำเภอปากช่อง ซึ่งมีความลาดชันลำน้ำค่อนข้างมาก ไหลลงสู่เขื่อนลำตะคองอย่างรวดเร็ว และเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำภายในเขื่อนมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณการกักเก็บอย่างรวดเร็ว ทำให้เมื่อระบายน้ำออกจากเขื่อนลำตะคองมีปริมาณน้ำในลำน้ำสายหลักปริมาณมาก ไหลลงสู่พื้นที่ราบลุ่มของกลุ่มน้ำในตอนกลางและตอนล่างมีความลาดชันน้อยจนถึงค่อนข้างราบ ได้แก่ อำเภอสีคิ้ว อำเภอสูงเนิน อำเภอขามทะเลสอ อำเภอเมืองนครราชสีมา ไปจนถึงอำเภอเฉลิมพระเกียรติ ส่งผลกระทบให้เกิดปริมาณน้ำเอ่อล้นลำน้ำจนเกิดน้ำท่วมรุนแรงต่อบ้านเรือนประชาชน ระบบการสัญจร และพื้นที่เกษตรกรรม สร้างความเสียหายทางเศรษฐกิจและสังคมต่อประชาชนในพื้นที่อย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเขตพื้นที่อำเภอเมืองนครราชสีมา อำเภอปักธงชัย

จากเหตุการณ์อุทกภัยปี 2553 สำนักชลประทานที่ 8 ได้มีดำเนินการตามแผนงานยุทธศาสตร์การแก้ไขปัญหาเพื่อบรรเทาภัยน้ำท่วมในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้มาตรการ

ก่อสร้างระบบผันน้ำออกนอกพื้นที่เศรษฐกิจเมือง ด้วยอาคารแบ่งน้ำละมหม้อ ซึ่งตั้งอยู่บริเวณทางแยกระหว่างลำตะคอง-ลำบริบูรณ์ เพื่อแบ่งปริมาณน้ำจากเขื่อนลำตะคอง ออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งเข้าสู่ตัวเมืองเทศบาลนครนครราชสีมาและอีกส่วนหนึ่งผันออกสู่บึงพุดซาพื้นที่แก้มลิง ขนาดพื้นที่ 2,500 ไร่ ความจุ 5 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังนั้น เพื่อยืนยันว่า แนวทางการแก้ปัญหาสามารถแก้ปัญหาอย่างได้ผล มีความเหมาะสมสำหรับการบรรเทาผลกระทบจากปัญหาน้ำท่วมได้ทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคม งานวิจัยนี้ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลก่อนและหลังจากการใช้มาตรการผันน้ำ ว่าสภาพการไหลหลากในลำน้ำเป็นเช่นไร สามารถช่วยบรรเทาปัญหาอุทกภัยที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ ในการศึกษาจะใช้แบบจำลอง HEC-RAS เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ผล

1.2 วัตถุประสงค์

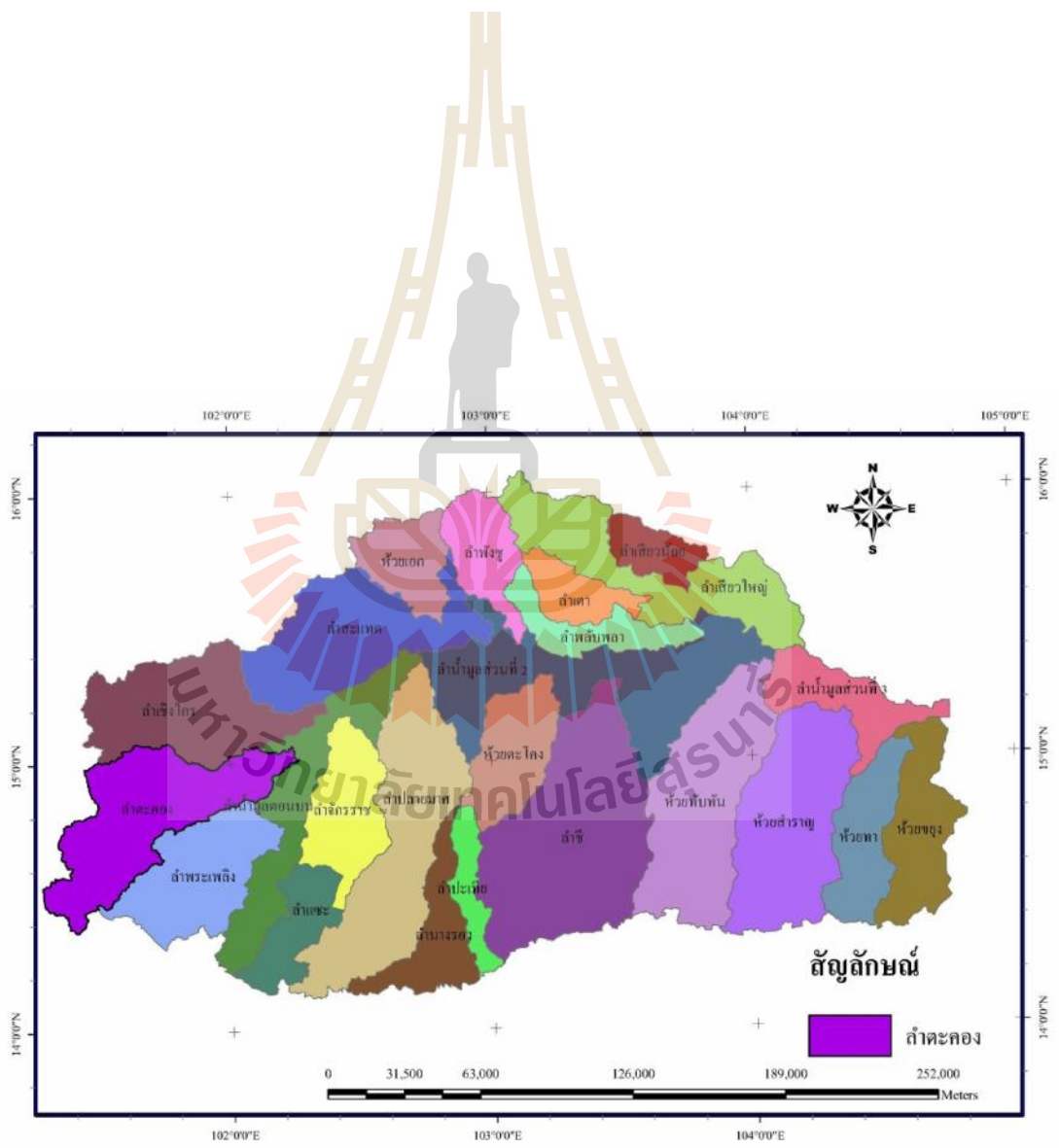
- 1.2.1 เพื่อศึกษาสภาพการไหลในลำน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคองตอนล่าง เมื่อไหลผ่านตัวเมืองนครราชสีมา โดยการใช้แบบจำลอง HEC-RAS
- 1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลความสัมพันธของระดับและอัตราการไหลในลำน้ำ ก่อนและหลังการใช้มาตรการผันน้ำที่ไหลผ่านชุมชนเมืองไปยังพื้นที่แก้มลิงบึงพุดซา เพื่อบรรเทาปัญหาอุทกภัยมีประสิทธิภาพหรือไม่อย่างไร

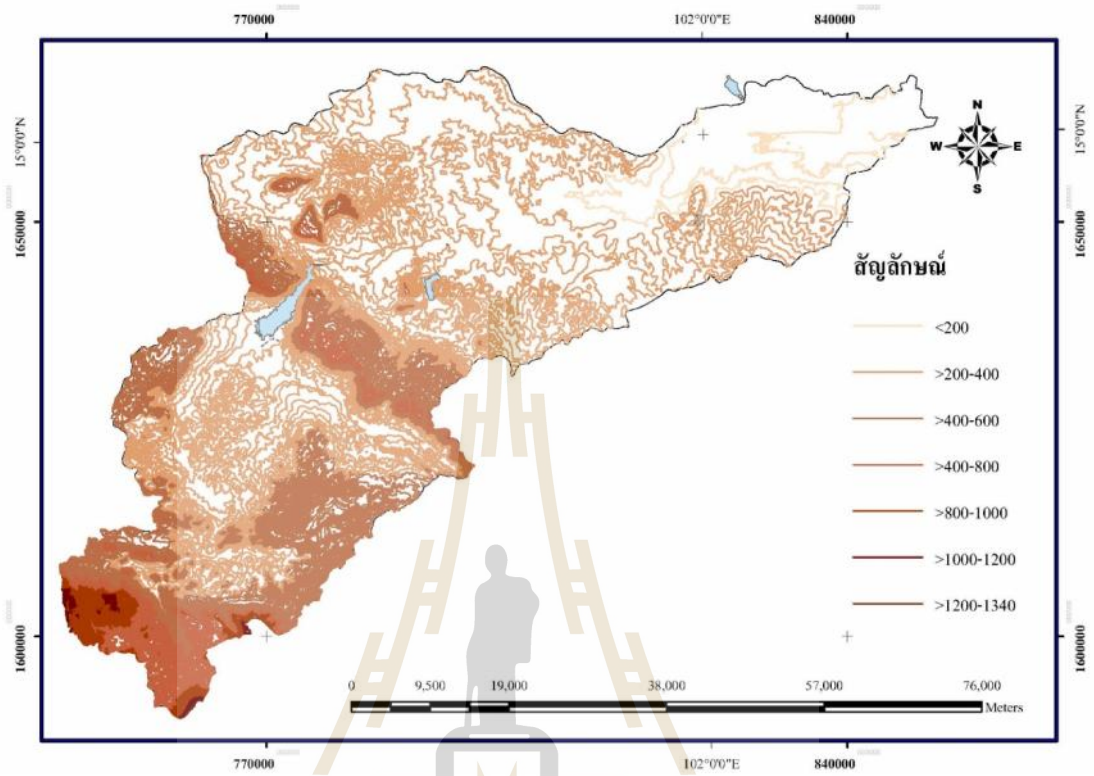
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

- 1.3.1 พื้นที่ศึกษา คือ พื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคองตอนล่าง ตั้งแต่ท้ายเขื่อนลำตะคองจนถึงอำเภอเมืองนครราชสีมา
- 1.3.2 ข้อมูลรูปตัดลำน้ำที่ทำการสำรวจในปี พ.ศ.2553 ถึง พ.ศ.2555
- 1.3.3 ช่วงของข้อมูลระดับน้ำรายวัน และอัตราการไหลรายวันที่สถานีวัดน้ำท่า ช่วงปีน้ำ พ.ศ.2550 และ 2553
- 1.3.4 แผนที่แบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model, DEM) มีความละเอียดของกริดที่ 5x5 เมตร จากกรมพัฒนาที่ดิน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 สภาพการไหลของน้ำจากแบบจำลอง HEC-RAS
- 1.4.2 สามารถนำแบบจำลอง HEC-RAS ไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่ลุ่มน้ำอื่นได้





มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โดยทั่วไปเฉลี่ยแล้วประมาณได้ว่ากว่าร้อยละ 80 ของฝนที่ตกในภูมิภาคนี้ เป็นผลสืบเนื่องมาจากอิทธิพลของลมมรสุมนี้

ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ โดยช่วงปลายเดือนกันยายน หย่อมความกดอากาศสูงทางซีกโลกใต้เริ่มลดต่ำลง ในขณะที่ทางซีกโลกเหนือเริ่มสูงขึ้น อากาศหนาวเย็นทางซีกโลกเหนือเริ่มเคลื่อนตัวต่ำลงมาทางใต้ ทำให้เกิดลมมรสุมที่เรียกว่า ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ลมมรสุมนี้จะพัดพาเอาความแห้งแล้ง และหนาวเย็นมาสู่ภาคพื้นทวีป ทำให้ปริมาณฝนในประเทศไทยเริ่มลดลง โดยเริ่มจากบริเวณภาคเหนือของประเทศ และเมื่อเข้าสู่เดือนพฤศจิกายน ลมมรสุมนี้จะทำให้ปราศจากฝนในที่สุด คงเหลือแต่ความหนาวเย็นและแห้งแล้งเข้ามาแทนที่

ฤดูร้อน เริ่มจากกลางเดือนกุมภาพันธ์จนถึงกลางเดือนพฤษภาคม สภาพอากาศโดยทั่วไปจะเต็มไปด้วยความแห้งแล้งที่ปราศจากฝน อากาศร้อนอันเนื่องมาจากการขาดฝนเป็นระยะเวลานาน ทำให้พื้นที่ถูกปกคลุมไปด้วยความแห้งแล้งและอุณหภูมิสูงขึ้น ช่วงเวลานี้จึงนับได้ว่าเป็นช่วงเวลาแห่งความแห้งแล้งโดยแท้จริง

2.1.4 ลักษณะทางอุทกวิทยา

สภาพฝนในพื้นที่เทศบาลนครของนครราชสีมา เกิดจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ โดยจะเริ่มตกจากปลายเดือนเมษายน ระยะเวลาหนึ่งและทิ้งช่วงในเดือนมิถุนายนหรือเดือนกรกฎาคม จนเดือนกันยายนและตุลาคมจะมีฝนชุกมาก เนื่องจากช่วงเดือนกันยายน-ตุลาคม มักจะมีพายุดีเปรสชันพัดผ่านเข้ามา ท่องเปลว กองจันทร์ และสุเทพ น้อยไพโรจน์ (2553) รายงานสถิติข้อมูลฝนรายปี 30 ปี(พ.ศ.2523-2552) ของลุ่มน้ำลำตะคอง พบว่ามีปริมาณฝนตกรายปีระหว่าง 711.9-1397.7 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยฝนรายปี 1,057.0 มิลลิเมตร และในเดือนกันยายนจะมีฝนตกมากที่สุดเฉลี่ย 234.8 มิลลิเมตร/เดือน

สภาพน้ำท่า บริเวณเทศบาลนครนครราชสีมา มีสถานีที่ใช้ในการเฝ้าระวังและติดตาม ตรวจสอบวัดละมุนที่กข้อมูลระดับน้ำ ปริมาณน้ำในลำตะคอง คือสถานี M.164 ซึ่งตั้งอยู่ใกล้โรงพยาบาลเซนต์แมรี อยู่ในช่วงตอนล่างของกลุ่มน้ำลำตะคอง ดังรูปที่ 2.4 มีพื้นที่รับน้ำฝน 3,012 ตารางกิโลเมตร และมีศักยภาพในการรองรับอัตราการไหลสูงสุดในลำน้ำได้ประมาณ 45 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที โดยมีลักษณะหน้าตัดขวางลำน้ำ (Cross section) ดังรูปที่ 2.5

2.2 ศึกษาสภาพอุทกภัยในพื้นที่ประเทศไทย

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (2553) ระบุสาเหตุของอุทกภัยในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2553 เกิดจากอิทธิพลของร่องความกดอากาศที่พัดผ่านภาคใต้ตอนบน ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงใต้ ทำให้ประเทศไทยมีฝนตกชุกหนาแน่นและมีฝนตกหนักถึงหนักมาก หลายพื้นที่เกิดน้ำป่าไหลหลาก น้ำท่วมเฉียบพลันในพื้นที่ท้ายน้ำ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเขตเศรษฐกิจและชุมชนเมือง จากร่องมรสุมดังกล่าวเกิดปรากฏการณ์ลานีญาในพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงใต้เร็วกว่าปกติ ส่งผลให้มีปริมาณฝนตกชุกติดต่อกันหลายวัน โดยฝนเฉลี่ยมากกว่า 100 มิลลิเมตรต่อวัน ทำให้อ่างเก็บน้ำหลายแห่งมีปริมาณน้ำเกินระดับกักเก็บ โดยเฉพาะเขื่อนลำพระเพลิง เขื่อนลำตะคอง และเขื่อนป่าสัก ทำให้หน่วยงานผู้รับผิดชอบทำการเร่งระบายน้ำออกจากเขื่อนจนส่งผลให้เขตเศรษฐกิจและชุมชนเมืองประสบปัญหาอุทกภัยฉับพลัน ส่วนสาเหตุการเกิดอุทกภัยภาคใต้ ใน พ.ศ. 2553 เกิดจากพายุดีเปรสชันบริเวณอ่าวไทยตอนล่าง เคลื่อนตัวผ่าน ทำให้เกิดฝนตกชุก น้ำท่วมเฉียบพลัน น้ำป่าไหลหลาก วาตภัยและคลื่นมรสุม ทั้งสองฝั่ง ทั้งยังประสบกับพายุไซโคลนกำลังลมแรง 50 กิโลเมตร สภาพน้ำท่วมในพื้นที่ต่างๆ โดยสรุปดังนี้

สมบัติ ชื่นชุกกลิ่น (2549) กลุ่มน้ำป่าสัก มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาเพชรบูรณ์จังหวัดเลย พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ที่จังหวัดเพชรบูรณ์ มีลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำแบบแอ่งกระทะ มีเทือกเพชรบูรณ์ล้อมรอบ 2 ด้าน และมีแม่น้ำป่าสักไหลตรงกลางจากทิศเหนือลงสู่ทิศใต้ ด้วยลักษณะภูมิประเทศที่กล่าวมา ส่งผลให้เมื่อมีฝนตกหนักไหลบ่าจากเทือกเขาลงสู่แม่น้ำอย่างรวดเร็ว จึงเกิดน้ำท่วมฉับพลันและดินโคลนถล่มในพื้นที่เชิงเขา ทำให้เกิดอุทกภัยรุนแรง

ชาญยุทธ ยุงมณีรัตน์ และคณะ (2556) กลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา มีลักษณะเป็นแอ่งกระทะ บริเวณตอนล่างของกลุ่มน้ำก่อนไหลออกทะเลสาบสงขลา และมีคลองอู่ตะเภาไหลผ่านตัวเมืองหาดใหญ่ ประกอบกับปัจจุบันอำเภอหาดใหญ่มีเศรษฐกิจที่เติบโตอย่างรวดเร็ว มีการขยายเมืองและชุมชนขึ้นใหม่กลางเมือง และอำเภอหาดใหญ่เป็นที่ราบกว้าง มีลักษณะเป็นแอ่งกระทะมีแนวภูเขาล้อมรอบ ดังนั้นเมื่อมีฝนตกต่อเนื่องหลายวันจึงเป็นสาเหตุให้เกิดการท่วมขังในตัวเมืองหาดใหญ่

อรุณรัตน์ จันทร์เรียบและณัฐ มาแจ้ง (2557) กรุงเทพมหานครฝั่งตะวันออกมีการขยายตัวด้านการลงทุนทางพาณิชย์กรรมและอุตสาหกรรมเติบโตอย่างรวดเร็วเกินกว่าการวางผังเมืองและระบบระบายน้ำจะรับได้ ทั้งยังเกิดปัญหาแผ่นดินทรุด ส่งผลให้เกิดปัญหาอุทกภัยอย่างรุนแรง เนื่องจากกรุงเทพมหานครตั้งอยู่ในเขตมรสุม นอกจากฝนที่ได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ โดยเฉลี่ยปริมาณฝนทั้งปีประมาณ 1,400 มิลลิเมตร ประกอบกับฝนจากพายุโซนร้อนและดีเปรสชัน ส่งผลให้น้ำท่าทางด้านเหนือมีมากกว่าความสามารถในการลำเลียงระบายน้ำสู่แม่น้ำ

เจ้าพระยาไต้โดยไม่ล้นตลิ่งประมาณ 2,000-3,000 ลบ.ม./วินาที และจากสาเหตุที่ปริมาณน้ำเหนือมีปริมาณมากสัมพันธ์กับน้ำทะเลหนุนสูง ในเดือนตุลาคม – พฤศจิกายนเป็นเหตุให้ระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาสูงกว่าปกติมากและด้วยพื้นที่กรุงเทพฯ เดิมเป็นพื้นที่ราบต่ำอยู่แล้วทรุดตัวลงมากกว่าเดิม จึงทำให้เมื่อเกิดน้ำท่วมขังยากที่จะระบายออกได้

พงศ์นิตย์ พลีสินธิ และจิระวัฒน์ กณะสุด (2557) กลุ่มน้ำชีตอนบน ประกอบไปด้วยเทือกเขาสูง ทางทิศตะวันออกและทิศเหนือคือเทือกเขาภูพาน ทิศตะวันตกคือเทือกเขาแดงพญาเย็น ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำชีและแม่น้ำสาขาที่สำคัญหลายสาย ส่วนพื้นที่ตอนกลางเป็นที่ราบถึงลูกคลื่นลอนและมีเนินเล็กน้อยทางตอนใต้ของกลุ่มน้ำ ลำน้ำสายหลัก คือ แม่น้ำชี มีต้นกำเนิดมาจากยอดเขาในแนวเทือกเขาเพชรบูรณ์ ในเขตอำเภอเกษตรสมบูรณ์ จังหวัดชัยภูมิ ไหลลงมาทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ผ่านอำเภอจัตุรัส และอำเภอเมืองชัยภูมิ แล้วไหลย้อนขึ้นไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือผ่านอำเภอกอนสวรรค์ จังหวัดชัยภูมิ อำเภอมัธยจาศิริ อำเภอเมืองขอนแก่น และวกลงมาทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ในเดือนตุลาคม 2553 จากสภาพการตื้นเขิน และสภาพแม่น้ำแคบลง ส่งผลให้สภาพการไหลของน้ำไม่สะดวก เทศบาลเมืองชัยภูมิประสบปัญหาอุทกภัยขั้นรุนแรง สาเหตุจากสภาพอากาศเกิดห่อหมกความกดอากาศต่ำ ทำให้เกิดฝนตกหนักในบริเวณเทือกเขาภูหยวก และเทือกเขาภูดี ทำให้ปริมาณน้ำท่าในเขื่อนลำปะทาวเกินความสามารถการเก็บกักของเขื่อน ระบายน้ำออกทางระบายน้ำล้นสูงลำปะทาวเข้าสู่เขตเทศบาลเมืองนครชัยภูมิ ประกอบกับฝนตกหนัก ณ เทือกเขาภูเขียวและเทือกเขาสูงติดต่อกันหลายวัน ทำให้ปริมาณน้ำในแม่น้ำชียกระดับขึ้นอย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดปัญหาน้ำท่วมเขตเทศบาลนครชัยภูมิเป็นเวลาหลายวัน

จิรัฐวัฒน์ เมืองแพน และสนธิ วงษา (2557) กลุ่มน้ำเลย มีแม่น้ำเลยเป็นแม่น้ำสายหลัก มีต้นน้ำอยู่บนยอดภูหลวงไหลไปทางทิศเหนือผ่านเข้าสู่สูงแม่น้ำโขง ณ อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย เนื่องจากในวันที่ 31 สิงหาคม 2554 – 6 กันยายน 2554 มีฝนตกหนักหลายวัน ณ ต้นน้ำวัดปริมาณน้ำฝนได้ 240 มิลลิเมตร ทำให้ระดับในแม่น้ำเลยมีระดับสูงขึ้นอย่างรวดเร็วจนล้นตลิ่ง โดยเข้าท่วมตัวเมืองลึก 0.5 – 2.0 เมตร ตั้งแต่วันที่ 2-9 กันยายน 2554 ก่อให้เกิดความเสียหายต่อเขตชุมชนจำนวน 11 หมู่บ้าน 11,358 ครัวเรือน

ทองเปลว กองจันทร์ และสุเทพ น้อยไพโรจน์ (2553) สภาพกลุ่มน้ำลำตะคองช่วงตอนกลางและตอนล่างมีความชันน้อยถึงค่อนข้างราบ จึงส่งผลให้พื้นที่ลำตะคองตอนกลางและตอนล่างตั้งแต่อำเภอสีคิ้ว อำเภอสูงเนิน อำเภอขามทะเลสออำเภอเมืองนครราชสีมา จนถึงอำเภอเฉลิมพระเกียรติ ประสบปัญหาอุทกภัยนับตั้งแต่มีการสร้างเขื่อนลำตะคองแล้วเสร็จจนถึง พ.ศ. 2553 รวม 39 ปี เกิดปัญหาอุทกภัยขนาดใหญ่ที่ทำให้เกิดผลกระทบเสียหายต่อทรัพย์สินและชีวิตในปี พ.ศ. 2525, 2526, 2535, 2539, 2543 และ 2550 จากปีที่ประสบเหตุการณ์ที่กล่าวมานับว่า พ.ศ.

2539 เป็นปีที่หนักที่สุดและมีปริมาณน้ำสูงถึง 132 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ใน พ.ศ.2550 ประสบเหตุการณ์เกิดหอย่อมความกดอากาศต่ำพาดผ่านพื้นที่ทำให้ 10-14 ตุลาคม พ.ศ.2554 เกิดฝนตกหนักในพื้นที่ของกลุ่มน้ำลำตะคองตอนบน จนเกิดสภาวะน้ำท่วมขังในพื้นที่กลุ่มน้ำตอนล่างติดต่อกันหลายวัน พ.ศ. 2553

2.3 สาเหตุการเกิดอุทกภัยพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา

การเกิดอุทกภัยหรือน้ำท่วมในพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วยสาเหตุสำคัญ 2 สาเหตุ ได้แก่ สาเหตุจากธรรมชาติ และสาเหตุจากการกระทำของมนุษย์

2.3.1 สาเหตุจากธรรมชาติ

- สาเหตุจากน้ำเหนือหลาก ด้วยลักษณะภูมิประเทศของกลุ่มน้ำมีลักษณะเป็นพื้นที่ลาดชันนับจากท้ายเขื่อนลำตะคองอำเภอสีคิ้วเข้าสู่พื้นที่ชุมชนเมืองเขตเทศบาลนครราชสีมา ซึ่งเป็นพื้นที่ราบกว้าง ซึ่งมีเขื่อนลำตะคองตั้งอยู่ด้านเหนือของกลุ่มน้ำ และมีลำน้ำลำตะคองเป็นลำน้ำหลัก เส้นทางกรไหลของน้ำไหลผ่านหุบเขา ชายเขา และที่มีความลาดสูงชัน และที่ราบแคบๆริมลำน้ำสองฝั่งของลำตะคอง เมื่อมีการระบายน้ำที่เกินระดับกักเก็บของเขื่อนปริมาณมากจากทางด้านเหนือ น้ำ จะส่งผลให้เกิดการไหลหลากสู่พื้นที่ราบลุ่มต่ำของชุมชนเมืองได้อย่างรวดเร็ว

- สาเหตุจากพายุพัดผ่านทำให้เกิดฝนตกหนักรุนแรง จากลักษณะภูมิอากาศของกลุ่มน้ำศึกษาเป็นพื้นที่หนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้หรือทิศใต้ที่ทำให้มีฝนตกชุกและอากาศชุ่มชื้น ซึ่งในบางครั้งมีความรุนแรงจนเกิดอุทกภัย ประกอบกับพื้นที่ด้านท้ายน้ำ เขตเทศบาลนครราชสีมาเป็นที่ราบลุ่มบริเวณกว้าง ทำให้การระบายน้ำออกไปอย่างล่าช้า เช่น เหตุการณ์อุทกภัยใน พ.ศ.2553 ที่ผ่านมา ซึ่งสาเหตุนี้เป็นสาเหตุที่คาดการณ์ได้ไม่แน่นอน เพราะเกิดจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ

2.3.2 สาเหตุจากการกระทำของมนุษย์

- การขยายตัวของชุมชนเมือง ในทางอุทกวิทยา การขยายตัวของชุมชนเมืองมีผลต่อการซึมผ่านได้ของน้ำลดลง และเกิดกระบวนการไหลที่ผิวดิน และการเป็นน้ำท่าเร็วขึ้น โดยมีอัตราการไหลที่เร็วขึ้นเช่นกัน นอกจากนี้ยังสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทิศทางการไหลของน้ำ และส่งผลต่อการระบายน้ำอีกด้วย

- สภาพคลองการไหลของน้ำจากสิ่งกีดขวางทางน้ำ จากสภาพภูมิอากาศ สามารถบอกได้ว่าจังหวัดนครราชสีมา ในช่วงเดือนกันยายน-เดือนตุลาคมจะประสบปัญหาน้ำท่วม แต่ช่วงระหว่างเดือนมีนาคม-เดือนกรกฎาคมจะประสบปัญหาภัยแล้ง ดังนั้น ได้มีการจัดการน้ำด้วยการสร้างประตูประบายน้ำเพื่อชะลอน้ำในลำตะคองเพื่อสำรองไว้ใช้ในฤดูแล้ง แต่ในทางกลับกัน

เมื่อมีปริมาณน้ำไหลมาก ส่งผลให้เป็นที่กีดขวางทางน้ำทำให้ความสามารถในการระบายน้ำลดลง โดยลุ่มน้ำลำตะคองมีประตูลำน้ำ จำนวน 13 สถานี ดังนี้

1. เขื่อนลำตะคอง ตำบลคลองไผ่ อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา
2. ประตูระบายน้ำมะเกลือใหม่ ตำบลมะเกลือใหม่ อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา
3. ประตูระบายน้ำกุดหิน ตำบลโคราช อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา
4. ประตูระบายน้ำมะขามเต่า ตำบลบ้านใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา
5. ประตูระบายน้ำคนชุม ตำบลคนชุม อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา
6. ประตูระบายน้ำช้อยงาม ตำบลหัวทะเล อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา
7. ประตูระบายน้ำกันผม ตำบลพระพุทธร อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมา
8. ประตูระบายน้ำโคกแฝก ตำบลขามทะเลสอ อำเภอขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา
9. ประตูระบายน้ำบ้านทุ่ง ตำบลสีมัม อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา
10. ประตูระบายน้ำโพธิ์เตี้ย ตำบลปรุใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา
11. ประตูระบายน้ำนาตม ตำบลหนองกระทุ่ม อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา
12. ประตูระบายน้ำจอหอ ตำบลจอหอ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา
13. อาคารแบ่งน้ำตะลุมหม้อ ตำบลโคกกรวด อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

เมื่อพิจารณาดำเนินการของประตูระบายน้ำจะเห็นได้ว่า ประตูระบายน้ำถูกสร้างขึ้นในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมาจำนวนถึง 8 แห่ง เป็นประตูระบายน้ำที่สามารถใช้ควบคุมปริมาณน้ำ จำนวน 7 แห่ง และเป็นอาคารแบ่งน้ำเพื่อควบคุมทิศทางและปริมาณการไหลของน้ำได้จำนวน 1 แห่ง จากจำนวนของประตูระบายน้ำและอาคารแบ่งน้ำ หากไม่มีการบริหารจัดการน้ำเปิด-ปิดประตูระบายน้ำที่ดีอาจเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดอุทกภัย จากสาเหตุของการเอ่อล้นตลิ่งของน้ำในลำตะคองได้

สัญญา พูนผล (2551) ปี พ.ศ.2550 จังหวัดนครราชสีมา เกิดอุทกภัยครั้งใหญ่ โดยเมื่อวันที่ 1-10 ตุลาคม พ.ศ.2550 ได้รับอิทธิพลจากพายุโซนร้อนซังสารพัดผ่าน ทำให้ฝนตกหนักครอบคลุมทั้งจังหวัดนครราชสีมา ในเกณฑ์ปานกลางถึงหนักต่อเนื่อง 10 วัน ส่งผลให้พื้นที่อำเภอเมืองนครราชสีมาประสบปัญหาน้ำท่วมระดับน้ำลึก 0.5-1.0 เมตร รวมระยะเวลาท่วม 10 วัน และระดับน้ำสูงสุดในวันที่ 10 ตุลาคม พ.ศ.2550 สร้างความเสียหาย ทั้งหมด 27 อำเภอ 142 ตำบล 258 หมู่บ้าน ประชาชนเดือดร้อน 99,012 คน รวมมูลค่าความเสียหาย 212,287,800 บาท

ทองเปลว กองจันทร์ และสุเทพ น้อยไพโรจน์ (2553) ปัญหาและสาเหตุหลักของการเกิดอุทกภัยจังหวัดนครราชสีมา ใน พ.ศ.2553 สามารถชี้แจงได้ดังนี้

1. เกิดจากปริมาณฝนตกหนักติดต่อกันหลายวัน ซึ่งปริมาณฝนวันที่ 14-16 ตุลาคม พ.ศ. 2553 มีค่าเท่ากับ 200 มิลลิเมตร สูงกว่าปริมาณฝนทั้งเดือนของเดือนตุลาคมซึ่งมีค่าเท่ากับ 154.6 มิลลิเมตร ประกอบกับที่ฝนตกติดต่อกันหลายวันทำให้ดินอิ่มตัวและชุ่มน้ำ

2. สภาพภูมิประเทศพื้นที่ลำตะคองตอนบนมีความสูงชันทำให้เกิดปริมาณน้ำไหลหลากเร็วเข้าท่วมพื้นที่อำเภอปากช่องค่อนข้างรุนแรงก่อนที่จะมีปริมาณน้ำไหลลงเขื่อนลำตะคอง และระบายลงสู่ลำตะคองตอนล่างเข้าพื้นที่เมืองนครราชสีมา ซึ่งเป็นที่ราบลุ่มและมีความลาดชันน้อย

3. ความสามารถในการระบายน้ำจากพื้นที่ด้านเหนือน้ำไปสู่อ่างเก็บน้ำผ่านตัวเมืองและชุมชนไม่เพียงพอที่จะรองรับปริมาณน้ำหลาก เนื่องจากมีการสร้างสิ่งกีดขวางทางน้ำทั้งลำตะคองและลำบริบูรณ์เป็นจำนวนมาก และมีการพัฒนาของเมืองและชุมชนอย่างต่อเนื่องทำให้มีการบุกรุกพื้นที่สาธารณะประโยชน์ของลำน้ำ ทำให้ประสิทธิภาพการระบายน้ำของลำตะคองตอนล่างและลำบริบูรณ์ลดลง

4. ระบบกักเก็บน้ำและชะลอน้ำหลากในลุ่มน้ำก่อนที่จะไหลเข้าสู่เมืองและชุมชนไม่เพียงพอ พบว่า มีปริมาณน้ำบางส่วนเอ่อล้นจากการระบายน้ำของอ่างเก็บน้ำซับประดู่ และอ่างเก็บน้ำบ้านห้วยยาง เข้าสู่เขตเทศบาลนครราชสีมา ตลอดจนปริมาณน้ำจาก Side Flow ไม่สามารถควบคุมได้

5. เนื่องจากเกิดอุทกภัย ณ อำเภอปักธงชัย ก่อนหน้า 1 สัปดาห์ ได้ไหลลงสู่แม่น้ำมูล ส่งผลให้ระดับน้ำของแม่น้ำมูลสูงกว่าระดับน้ำลำตะคอง ณ จุดบรรจบเฉลี่ย 0.30 เมตร และมีค่าสูงสุดถึง 0.60 เมตร ทำให้การระบายน้ำออกของลำตะคองล่าช้าและระบายได้ปริมาณน้อยมาก

2.4 ศึกษาแนวทางแก้ไขปัญหาและบรรเทาอุทกภัย

สมบัติ ชื่นชูกลิ่น (2549) ได้ศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหามลพิษในพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยการจำลองคลองผันน้ำอ้อมพื้นที่ชุมชนเมือง จากการสังเคราะห์เส้นทางผันน้ำจากการแปลภาพถ่ายระยะไกล และจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลดาวเทียมรายละเอียดสูง เพื่อกำหนดทิศทางการไหลหลาก และวางแนวคลองผันน้ำ โดยใช้แบบจำลอง HEC-RAS ในการศึกษา ผลการศึกษาหากกลุ่มน้ำป่าสักมีคลองผันน้ำขนาด 50 ลูกบาศก์เมตร/วินาที จะช่วยลดระดับน้ำในพื้นที่ชุมชนลงได้ 1.23, 0.98 และ 0.49 เมตร โดยวันที่ถูกน้ำท่วมขังจะลดลงจากเดิม 18, 8 และ 30 วัน เป็น 0, 0 และ 17 วัน เมื่อเทียบกับข้อมูลน้ำท่วมในปี พ.ศ.2540 (รอบการเกิดซ้ำ 4.5 ปี), พ.ศ.2544 (รอบการเกิดซ้ำ 5.4 ปี) และพ.ศ.2545 (รอบการเกิดซ้ำ 15.3 ปี)

ชาญยุทธ ชูมณีนรัตน์ และคณะ (2556) ใช้แนวทางการปรับปรุงคลองระบายสายที่ 1 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้สามารถระบายน้ำได้มากขึ้น โดยการใช้แบบจำลอง MIKE11 จำลองสภาพการไหลในคลอง และกำหนดแนวทางแก้ไขปัญหาโดยการปรับปรุง เป็น 3 กรณี โดยพบว่า การปรับปรุงคลองเดิมตามกรณีที่ 3 ปรับปรุงคลองเดิมเป็นคลองลาด (กม.14+460 ถึง กม.0+000) ปรับปรุงลาดคอนกรีตรูปสี่เหลี่ยมคางหมูเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด สามารถระบายน้ำได้ถึง 1,200 ลูกบาศก์เมตร/วินาที น้ำไม่ล้นตลิ่ง

อรุณรัตน์ จันทร์เรียบและณัฐ มาแจ้ง (2557) ใช้แนวทางการศึกษาประสิทธิภาพของสถานีสูบน้ำและคลองระบายน้ำที่มีในพื้นที่ด้านตะวันออกของกรุงเทพมหานคร โดยเลือกใช้แบบจำลอง HEC-RAS จำลองค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Manning's n) ให้แก่คลองในระบบระบายน้ำแบบปทุมธานีด้านตะวันออกของกรุงเทพมหานคร ซึ่งใช้ชุดข้อมูลปริมาณน้ำเหตุการณ์อุทกภัยปี พ.ศ. 2554 ในวันที่ 6 – 20 ตุลาคม พ.ศ.2554 จำนวน 6 สถานี จากการศึกษาความแตกต่างของระดับน้ำเฉลี่ย 0.00-0.20 เมตร และประสิทธิภาพของสถานีสูบน้ำริมแม่น้ำเจ้าพระยาที่ใช้ระบายออกมีค่าตั้งแต่ 35% ถึง 80% หรือเฉลี่ยอยู่ที่ 60%

พงศ์นิตย์ พลีสินธิ และจิระวัฒน์ กณะสุด (2557) ใช้แนวทางการผันน้ำเพื่อบรรเทาปัญหาอุทกภัยเขตเทศบาลเมืองนครชัยภูมิ โดยการใช้แบบจำลอง MIKE11 จำลองการผันน้ำอ้อมเมืองชัยภูมิไปทางทิศตะวันออกด้วยเหตุการณ์อุทกภัยปี พ.ศ.2553 พบว่า การผันน้ำจะทำให้ระดับน้ำในห้วยเสียวที่ กม. +5.00 ลดระดับน้ำลงจาก +183.439 ม.รทก. เป็น +182.537 ม.รทก. ทำให้ระดับน้ำไม่ล้นตลิ่งซึ่งเป็นการลดความสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จิรัฐวัฒน์ เมืองแพน และสนธิ วงษา (2557) ใช้การสร้างอ่างเก็บน้ำเพื่อลดขนาน้ำหลากสูงสุด กรณีศึกษาลุ่มน้ำเลย ด้วยแบบจำลอง Nay2D Flood จำลองเหตุการณ์อุทกภัยปี พ.ศ.2545 ของจังหวัดเลย พบว่า การสร้างอ่างเก็บน้ำ 4 แห่ง ตามแผนพัฒนาลุ่มน้ำเลย สามารถลดระดับน้ำท่วมเมืองเลยได้ 0.50 เมตร และจำลองการขุดลอกคลองเดิมให้มีระดับต่ำลงจากระดับเดิมลง 3.00 เมตร ควบคู่กับการสร้างอ่างเก็บน้ำ 4 แห่ง พบว่า สามารถลดระดับน้ำท่วมเมืองเลยลงได้ 1.00 เมตร

2.5 แนวทางแก้ไขปัญหและบรรเทาอุทกภัยลุ่มน้ำลำตะคอง

จากเหตุการณ์อุทกภัยในปี พ.ศ.2553 ส่งผลกระทบร้ายแรงและสร้างปัญหาให้แก่จังหวัดนครราชสีมาทั้งด้านเศรษฐกิจ ด้านเกษตรกรรม ด้านอุตสาหกรรม และความเป็นอยู่ของประชาชน โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำตะคอง สำนักชลประทานที่ 8 ได้มีมาตรการแนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนเมืองนครราชสีมา รายละเอียดจาก www.lamtakong.com ดังนี้

1. โครงการก่อสร้างอาคารแบ่งน้ำละมหม้อ ตำบลโคกกรวด อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา เป็นอาคาร ปตร. ขนาด 6.00 x 3.00 เมตร จำนวน 6 ช่อง เพื่อบริหารจัดการน้ำที่ไหลจากท้ายเขื่อนลำตะคอง แยกไปลำบริบูรณ์ จำนวน 5 ช่อง และส่วนที่เหลือไปลำตะคอง จำนวน 1 ช่อง วงเงินค่าก่อสร้างประมาณ 80 ล้านบาท ระยะเวลาดำเนินการก่อสร้าง 2 ปี (พ.ศ.2554-2555) ปัจจุบันแล้วเสร็จแล้ว

2. โครงการก่อสร้างระบบผันน้ำจากเขื่อนระบายน้ำโคกแฝก อำเภอขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา โดยผันจากลำบริบูรณ์(ท้ายอาคารแบ่งน้ำละมหม้อ) โดยการก่อสร้างเป็นคลองระบายน้ำพร้อมอาคารประกอบและคลองส่งน้ำฯ (ในเขตชลประทาน) ระยะทางประมาณ 14.10 กิโลเมตร ไปพิก่น้ำบริเวณโครงการแก้มลิงบึงพุดซา งบประมาณค่าก่อสร้างประมาณ 120 ล้านบาท ระยะเวลาดำเนินการ 2 ปี (พ.ศ.2554-2555) ปัจจุบันแล้วเสร็จแล้ว

3. โครงการขุดลอกแก้มลิงบึงพุดซา (ระยะที่3) ตำบลพลกรัง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ให้มีความจุประมาณ 5.20 ล้านลูกบาศก์เมตร วงเงินค่าก่อสร้าง 30 ล้านบาท ระยะเวลาดำเนินการ 1 ปี (พ.ศ.2556) ปัจจุบันแล้วเสร็จแล้ว

4. โครงการข่อยขุดลอกแก้มลิง และก่อสร้างอ่างเก็บน้ำ ในพื้นที่ที่ประสบภัยน้ำท่วม จำนวน 4 แห่งประกอบด้วย

- โครงการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำหนองตะลุมปุ๊ก ตำบลโพธิ์กลาง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา งบประมาณ 25 ล้านบาท

- โครงการแก้มลิงหนองพลวง ตำบลโพธิ์กลาง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา งบประมาณ 15 ล้านบาท

- โครงการแก้มลิงค่ายสุรธรรมพิทักษ์ ตำบลโพธิ์กลาง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา งบประมาณ 10 ล้านบาท

- โครงการแก้มลิงขุนนิคมบรรณสาร ตำบลหนองน้ำใส อำเภอสีคิ้ว จังหวัด นครราชสีมา ค่าก่อสร้าง 20 ล้านบาท ระยะเวลาก่อสร้าง 1 ปี

2.6 การไหลในทางน้ำเปิด

Chow (1959) การไหลของน้ำแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ การไหลในท่อ และการไหลในทางน้ำเปิด (open channel flow) และการไหลในท่อ (pipe flow) กล่าวคือ การไหลในทางน้ำเปิด การไหลของน้ำที่มีส่วนบนหรือผิวน้ำสัมผัสกับอากาศ (free surface) ทำให้ความดันบรรยากาศ (atmospheric pressure) มีผลต่อการไหลเป็นอย่างมาก แต่การไหลในท่อ เป็นการไหลที่น้ำจะไม่

สัมผัสอากาศ ทำให้ความดันบรรยากาศไม่มีผลต่อการไหล จะมีเพียงความดันที่อยู่ในท่อมีผลต่อการไหลของน้ำเท่านั้น

ศุภภัทร สายรัตนอินทร์ (2553) การไหลในทางน้ำเปิด มีแรง 2 ประเภท ที่มีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์การไหล ได้แก่ แรงโน้มถ่วงของโลก และแรงเสียดทาน กล่าวคือ การไหลของน้ำจากที่สูงลงที่ต่ำเกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลก และการไหลของน้ำผ่านพื้นผิวต่าง ๆ จะเกิดแรงเสียดทานระหว่างพื้นผิวกับน้ำที่ไหลผ่าน

French (1985) การไหลในทางน้ำเปิด สามารถจำแนกได้ตามลักษณะการไหล ขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของความลึกการไหล (y) คือ เวลา (t) และระยะทาง (x) โดยสามารถจำแนกได้ดังนี้

- จำแนกการไหลโดยเวลาเป็นเกณฑ์ สามารถจำแนกได้ 2 ลักษณะ ได้แก่

1. การไหลแบบคงที่ตามเวลา (steady flow) กล่าวคือ ความลึกของการไหลไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา ($\frac{\partial y}{\partial t} = 0$)

2. การไหลแบบไม่คงที่ตามเวลา (unsteady flow) กล่าวคือ ความลึกของการไหลมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา ($\frac{\partial y}{\partial t} \neq 0$)

- การจำแนกการไหลโดยใช้ระยะทางเป็นเกณฑ์ สามารถจำแนกได้ 2 ลักษณะ ได้แก่

1. การไหลแบบสม่ำเสมอ (uniform flow) กล่าวคือ ความลึกของการไหลไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามระยะทาง ($\frac{\partial y}{\partial x} = 0$)

2. การไหลแบบไม่สม่ำเสมอ (non-uniform flow) กล่าวคือ ความลึกของการไหลมีการเปลี่ยนแปลงตามระยะทาง ($\frac{\partial y}{\partial x} \neq 0$)

2.7 สมการเซนต์-เวแนนต์ (Saint-Venant Equations)

Chow, V.T., et al (1988) การไหลของน้ำผ่านดินหรือลำน้ำ เป็นกระบวนการของการกระจายตัวของน้ำไปตามเส้นทางของลำน้ำ เนื่องจากอัตราการไหล ความเร็ว และความลึกของการไหล มีการเปลี่ยนแปลงตลอดทั้งลำน้ำนั้น เมื่อต้องการประมาณค่าอัตราการไหล หรือระดับน้ำ ณ ตำแหน่งใด ๆ ในระบบลำน้ำนั้น ทำได้โดยการจำลองการกระจายตัวของน้ำไปตามลำน้ำ (distributed flow routing model) โดยจำลองบนพื้นฐานของสมการ Saint-Venant Equations สามารถคำนวณอัตราการไหลและระดับน้ำได้ในรูปของฟังก์ชันที่ขึ้นอยู่กับระยะทางและเวลา (space and time) ในปี 1871 สมการเซนต์-เวแนนต์ถูกพัฒนาจากการรวมตัวกันของสมการต่อเนื่อง (continuity equation) และสมการโมเมนตัม (momentum equation) รายละเอียดดังนี้

2.7.1 สมการต่อเนื่อง (continuity equation)

มีหลักการว่า มวลสุทธิที่ไหลออกจากปริมาตรควบคุม ต้องเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงของมวลภายในปริมาตรควบคุมนั้น ดังสมการที่ 2.1

$$0 = \frac{d}{dt} \iiint_{C.V.} \rho dV + \iint_{C.S.} \rho v \cdot dA \quad (2.1)$$

เมื่อพิจารณาจากพจน์ด้านขวาของสมการ (2.1) โดยที่ C.V. คือ ปริมาตรควบคุม (Control volume) จะได้ว่าการเปลี่ยนแปลงภายในปริมาตรก็เก็บ (change in storage)

$$= \frac{\partial A}{\partial t} \Delta x \quad (2.2)$$

เมื่อพิจารณาจากพจน์ด้านขวาของสมการ (2.1) โดยที่ C.S. คือ พื้นผิวควบคุม (Control surface) จะได้ว่า

$$\text{ปริมาณการไหลเข้า} = Q + q\Delta x \quad (2.3)$$

$$\text{ปริมาณการไหลออก} = Q + \frac{\partial Q}{\partial x} \Delta x \quad (2.4)$$

แทนค่าสมการที่ (2.2), (2.3) และ (2.4) ลงในสมการที่ (2.1) จะได้

$$\frac{\partial A}{\partial t} \Delta x - (Q + q\Delta x) + (Q + \frac{\partial Q}{\partial x} \Delta x) = 0 \quad (2.5)$$

จัดรูปสมการ (2.5) ใหม่จะได้

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

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q = 0 \quad (2.6)$$

โดยที่	Q	=	อัตราการไหลของน้ำ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)
	q	=	อัตราการไหลจากด้านข้าง (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)
	A	=	พื้นที่หน้าตัดของการไหล (ตารางเมตร)
	V	=	ปริมาตร (ลูกบาศก์เมตร)
	v	=	ความเร็ว (เมตร/วินาที)

ρ	=	ความหนาแน่น (กิโลกรัม/ตารางเมตร)
x	=	ระยะทาง (เมตร)
t	=	เวลา (วินาที)

2.7.2 สมการโมเมนตัม (momentum equation)

มีหลักการว่า ผลรวมของแรงลัพธ์เท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงของโมเมนตัมภายในปริมาตรควบคุม บวกกับปริมาณการไหลออกสุทธิของโมเมนตัมภายในพื้นที่ผิวควบคุมตั้งสมการ (2.7)

$$\Sigma F = \frac{d}{dt} \iiint_{C.V.} \rho v dV + \iint_{C.S.} v \cdot dA \quad (2.7)$$

เมื่อพิจารณาจากพจน์ด้านขวาของสมการ (2.7) โดยที่ C.V. คือ ปริมาตรควบคุม (Control volume) จะได้ว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของโมเมนตัมภายในปริมาตรควบคุมโดยมี

$$\text{ความหนาแน่นคงที่ } \rho = \frac{\partial}{\partial t} \rho Q = \rho \frac{\partial Q}{\partial t} \Delta x \quad (2.8)$$

พิจารณาจากพจน์ด้านขวาของสมการ (2.7) โดยที่ C.S. คือ พื้นที่ผิวควบคุม (Control surface) จะได้ว่า ปริมาณการไหลออกสุทธิของโมเมนตัมภายในพื้นที่ผิวควบคุม C.S. โดยมีความหนาแน่น (ρ)

$$\text{อัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมที่ไหลเข้า} = \rho Q v = \rho Q^2 / A \quad (2.9)$$

$$\text{อัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมที่ไหลออก} = \rho Q^2 / A + \rho \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) \Delta x \quad (2.10)$$

พิจารณาพจน์ด้านขวาของสมการ (2.7) แรงลัพธ์ที่ได้เกิดจากแรงโน้มถ่วง แรงเสียดทานและแรงดันดังนี้

$$\text{แรงโน้มถ่วง (gravity force)} = \rho g A \sin(\theta) \Delta x = \rho g A S_0 \Delta x \quad (2.11)$$

$$\text{แรงเสียดทาน (friction force)} = \rho g A S_f \Delta x \quad (2.12)$$

$$\text{แรงเสียดดัน (Pressure force)} = \rho g A \frac{\partial y}{\partial x} \Delta x \quad (2.13)$$

แทนค่าสมการ (2.8) (2.9) (2.10) (2.11) (2.12) และ (2.13) ลงในสมการ (2.7)

$$\rho g A S_0 \Delta x - \rho g A S_f \Delta x - \rho g A \frac{\partial y}{\partial x} \Delta x = \rho \frac{\partial Q}{\partial t} \Delta x - (\rho Q^2 / A) + (\rho Q^2 / A) + \rho \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) \Delta x \quad (2.14)$$

จัดรูปสมการ (2.14) ใหม่ได้

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

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + \frac{\partial Q}{\partial t} + gA \left(\frac{\partial y}{\partial x} - S_0 + S_f \right) = 0 \quad (2.15)$$

โดยที่	Q	=	อัตราการไหลของน้ำ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)
	A	=	พื้นที่หน้าตัดของการไหล (ตารางเมตร)
	V	=	ปริมาตร (ลูกบาศก์เมตร)
	v	=	ความเร็ว (เมตร/วินาที)
	ρ	=	ความหนาแน่น (กิโลกรัม/ตารางเมตร)
	y	=	ความลึกของการไหล (เมตร)
	g	=	ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (เมตร/วินาที ²)
	S_0	=	ความลาดชันของพื้นที่ท้องน้ำ
	S_f	=	ความลาดชันของความฝืด
	x	=	ระยะทาง (เมตร)
	t	=	เวลา (วินาที)

Baltas (1988) สมการ Saint-Venant Equation เป็นสมการที่ได้จากการรวมตัวกันของสมการต่อเนื่องและสมการโมเมนตัม เกิดเป็นระบบสมการที่สามารถอธิบายการไหลแบบไม่คงที่ตามเวลาในลำน้ำ (unsteady flow) ซึ่งเป็นสมการ partial differential equation แบบ hyperbolic ที่จำเป็นต้องมีเงื่อนไขเริ่มต้น (initial condition) และเงื่อนไขขอบเขต (boundary condition) ในการแก้ระบบสมการ

2.8 แบบจำลอง HEC-RAS

แบบจำลอง HEC-RAS เป็นแบบจำลอง Free software เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Hydraulics Engineering Center US Army Corps of Engineer ใช้วิเคราะห์งานด้านชลศาสตร์ในหนึ่งมิติ (one-dimensional) และ 2 มิติ (two-dimensional) HEC-RAS เป็นแบบจำลองที่พัฒนามาจากแบบจำลอง HEC-2 ที่เขียนด้วยภาษาฟอร์แทรน สามารถคำนวณการเปลี่ยนแปลงระดับพื้นผิวน้ำระหว่างรูปตัดได้ และสามารถจำลองการไหลได้ทั้งการไหลแบบได้วิกฤต (subcritical depth) และเหนือวิกฤต (supercritical depth) และยังรวมผลของระดับพื้นผิวน้ำ (water surface level) เนื่องจากสิ่งกีดขวางการไหลของน้ำ เช่น สะพาน ฝาย และอาคาร ชลศาสตร์ เป็นต้น ถูกพัฒนามาจนปัจจุบันมีความสามารถในการวิเคราะห์ได้ 4 รูปแบบ ได้แก่ การคำนวณการไหลแบบคงที่ตามเวลา

(steady flow) การคำนวณการไหลหลากแบบไม่คงที่ตามเวลา (unsteady flow) การคำนวณการเคลื่อนที่ของตะกอน และการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

2.8.1 การคำนวณโปรไฟล์ผิวหน้าของการไหลแบบคงที่ (steady flow)

ปรีวัตร น้ำค้าง (2549) การคำนวณหาค่าระดับน้ำตามระดับน้ำตามยาว (Water Surface Profile) ของการไหลแบบไม่ผันแปรตามเวลา (steady flow) สามารถคำนวณจากหน้าตัดหนึ่งไปยังอีกหน้าตัดหนึ่งโดยใช้สมการพลังงาน (energy equation) ดังรูปที่ 2.6 ด้วยวิธีการทำซ้ำที่เรียกว่า Standard Step Method ซึ่งสมการพลังงานสามารถเขียนได้ดังสมการ (2.16)

$$Y_2 + Z_2 + \frac{a_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{a_1 V_1^2}{2g} + h_e \quad (2.16)$$

โดยที่

Y	=	ความลึกที่หน้าตัดที่พิจารณา
Z	=	ระดับของท้องน้ำที่หน้าตัดที่พิจารณา
V	=	ความเร็วการไหลของน้ำเฉลี่ย
a	=	สัมประสิทธิ์น้ำหนักของความเร็ว
g	=	ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก
h _e	=	พลังงานความสูญเสียหัวน้ำ (energy head loss)

พลังงานความสูญเสียหัวน้ำระหว่างสองหน้าตัดประกอบไปด้วยการสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทาน และการสูญเสียเนื่องจากการบีบ และการขยายของหน้าตัด ดังนั้น สมการสำหรับการคำนวณพลังงาน ความสูญเสียของหัวน้ำสามารถคำนวณได้ดังสมการ (2.17)

$$h_e = L\bar{S}_f + C \left| \frac{a_2 V_2^2}{2g} - \frac{a_1 V_1^2}{2g} \right| \quad (2.17)$$

โดย

L	=	น้ำหนักของการไหลในช่วงที่พิจารณา (Discharge Weighted Reach Length)
\bar{S}_f	=	ความลาดชันของแรงเสียดทานระหว่างสองหน้าตัด
C	=	สัมประสิทธิ์การสูญเสียเนื่องจากการขยายหรือการบีบแคบของทางน้ำ L

สามารถคำนวณได้ตามสมการ (2.18)

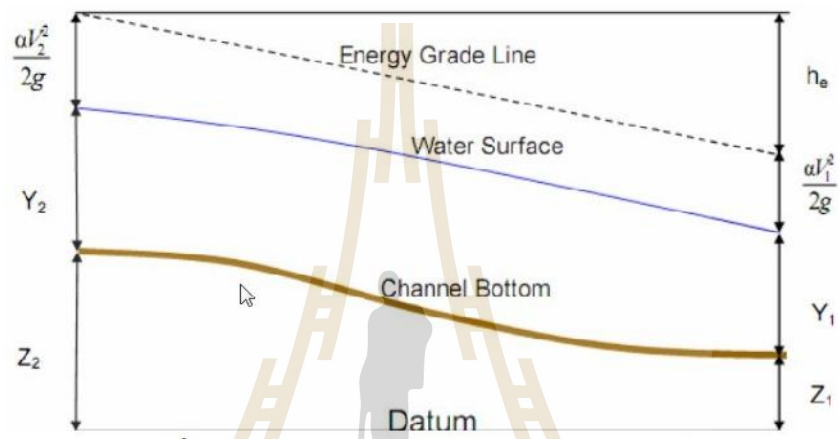
$$\frac{\bar{Q}_{lob} + L_{ch}\bar{Q}_{ch} + L_{rob}\bar{Q}_{rob}}{\bar{Q}_{lob} + \bar{Q}_{ch} + \bar{Q}_{rob}}$$

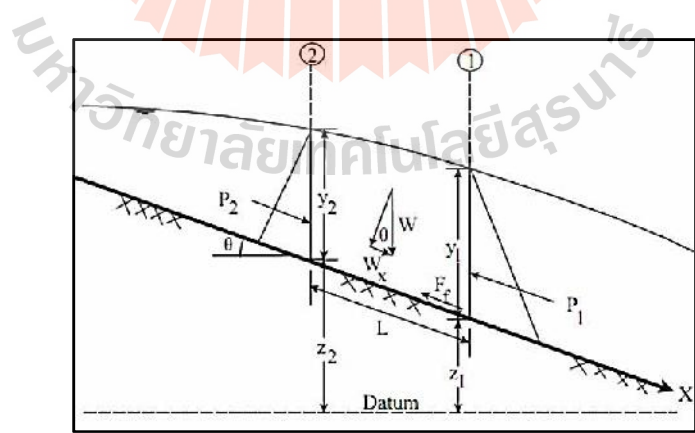
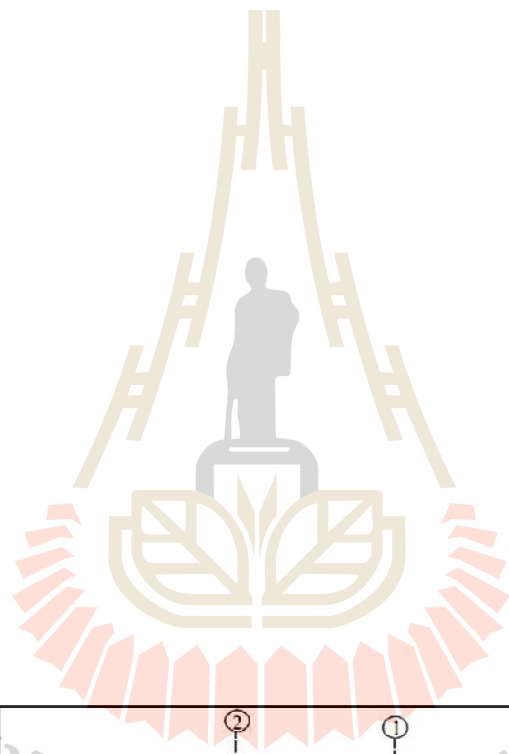
โดยที่ L_{lob}, L_{ch}, L_{rob}

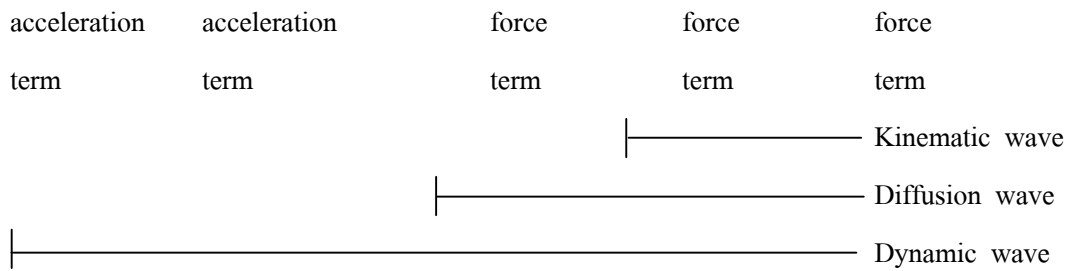
หลัก และสั้นที่ติดตั้ง

$\bar{Q}_{lob}, \bar{Q}_{ch}, \bar{Q}_{rob}$ คือ อี

ในค่าน้ำหลักและที่



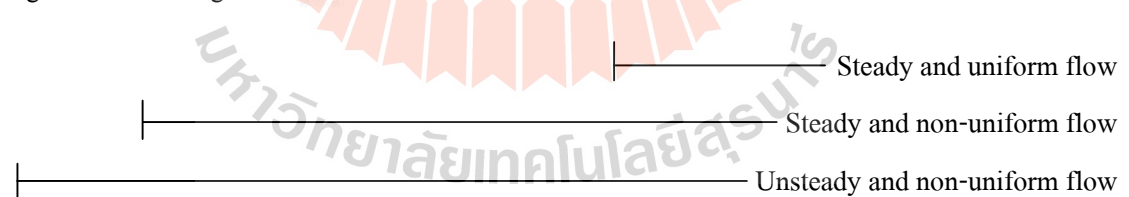




จากสมการ (2.23) สมการ kinematic wave เนื่องจากละทิ้งพจน์ local acceleration convective acceleration และ pressure force ส่งผลให้แบบจำลองนี้ใช้สมการโมเมนตัมที่ค่า $S_0 = S_f$ ซึ่งแปลว่า แรงอันเนื่องมาจากแรงเสียดทาน (friction force) มีค่าเท่ากับแรงอันเนื่องมาจากแรงโน้มถ่วงของโลก (gravity force) สมการ diffusion wave ละทิ้งพจน์ local acceleration และ convective acceleration และ dynamic wave ใช้ผลรวมทุกพจน์ในสมการโมเมนตัมคำนวณ

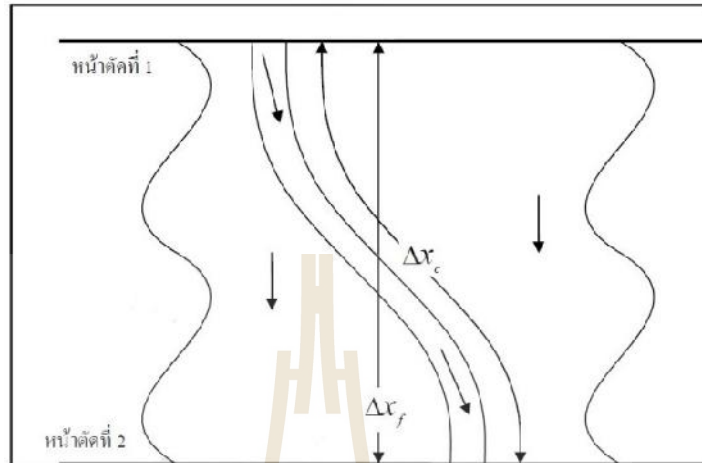
สมการโมเมนตัมสามารถเขียนในรูปแบบของการไหลแบบ steady หรือ unsteady และ uniform หรือ non-uniform ดังแสดงสมการ (2.24) สำหรับสมการต่อเนื่องนั้นเมื่อพจน์ $\frac{\partial A}{\partial t} = 0$ เป็นการไหลแบบ steady flow และหากการไหลด้านข้าง q เป็นศูนย์แสดงว่าเป็นการไหลแบบ uniform flow

$$-\frac{1}{gA} \frac{\partial Q}{\partial t} - \frac{1}{gA} \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) - \frac{\partial y}{\partial x} + S_0 = S_f \tag{2.24}$$



2.8.3 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง HEC-RAS

รูปที่ 2.8 อธิบายถึงลักษณะของปฏิสัมพันธ์ในสองมิติระหว่างการไหลในทางน้ำหลักและที่ราบน้ำท่วมถึง (floodplain) เมื่อน้ำในลำน้ำท่วมสูงขึ้นจนเกินระดับของตลิ่ง ส่งผลให้น้ำที่เอ่อล้นไหลออกจากลำน้ำไปทางด้านข้างขยายตัวเข้าท่วมพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงและไหลเข้าพื้นที่แก้มลิง (storage area) ขณะที่ความลึกของการไหลเพิ่มขึ้น พื้นที่ราบน้ำท่วมถึงจะสั้นกว่าระยะทางในการไหลของทางน้ำหลักมาก และเมื่อความลึกของการไหลลดลง น้ำจากพื้นที่นอก



$$\begin{aligned}\phi &= \text{สัมประสิทธิ์การไหลรวม} = K_c / (K_c - K_f) \\ K_c &= \text{สัมประสิทธิ์การไหลในทางน้ำหลัก} \\ K_f &= \text{สัมประสิทธิ์การไหลในที่ราบน้ำท่วมถึง (floodplain)}\end{aligned}$$

Brunner (2002) จากสมมติฐานนี้สามารถรวมสมการการไหลในหนึ่งมิติ ทั้งทางน้ำหลัก และที่ราบน้ำท่วมถึงเป็นสมการเดียวดังสมการ (2.26) ถึง (2.27)

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial(\phi Q)}{\partial x_c} + \frac{\partial[(1-\phi)Q]}{\partial x_f} = 0 \quad (2.26)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial\left(\frac{\phi^2 Q^2}{A_c}\right)}{\partial x_c} + \frac{\partial\left[\frac{(1-\phi)^2 Q^2}{A_f}\right]}{\partial x_f} + gA_c \left[\frac{\partial z}{\partial x_c} + S_{fc}\right] + gA_f \left[\frac{\partial z}{\partial x_f} + S_{ff}\right] = 0 \quad (2.27)$$

แทนค่า c เป็นตัวแทนของลำน้ำหลัก และ f ตัวแทนของ flood plain โดยสมการเหล่านี้จะ ถูกประมาณค่าด้วยวิธี implicit finite differences และแก้ค่าด้วยวิธี Newton-Raphson iteration technique

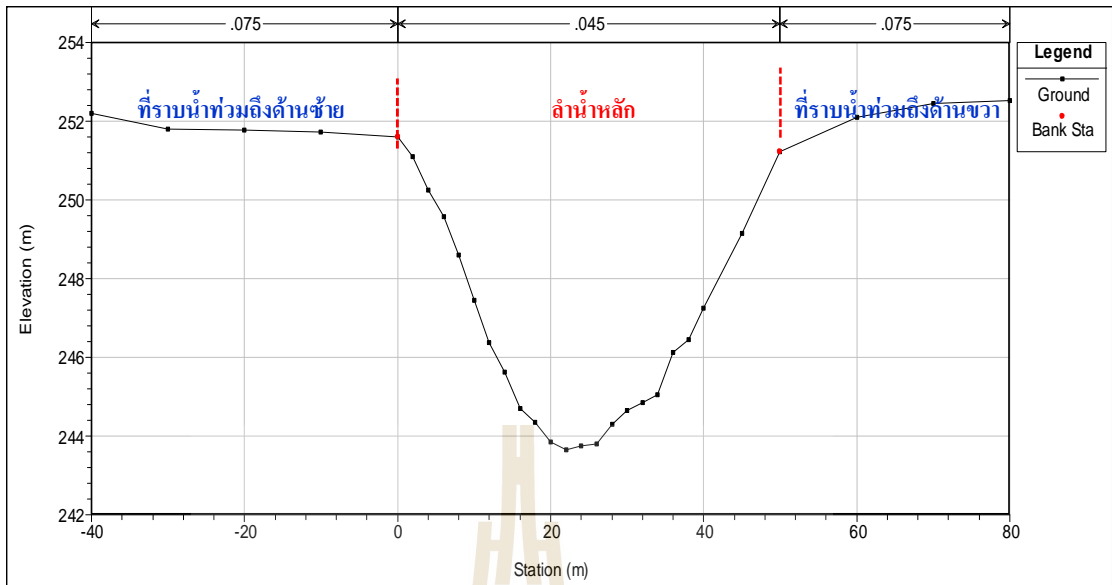
2.8.4 สัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิง (Manning roughness coefficient)

Chow VT (1988) การคำนวณปริมาณการไหลของน้ำในแบบจำลอง HEC-RAS สัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Manning's n) มีผลต่อการไหลของน้ำในลำน้ำและที่ราบน้ำท่วม ในส่วนของค่าความลาดชันเนื่องจากแรงเสียดทาน (friction slope) S_f ดังสมการ (2.28)

$$S_f = \frac{Q|Q|n^2}{R^{4/3}A^2} \quad (2.28)$$

โดย	S_f	=	ความลาดชันเนื่องจากแรงเสียดทาน (friction slope)
	Q	=	อัตราการไหล (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)
	n	=	สัมประสิทธิ์ขรุขระ (Manning's n) เลือกใช้ดังตารางที่ 2.1
	R	=	รัศมีชลศาสตร์ (เมตร)
	A	=	พื้นที่หน้าตัดของการไหล (ตารางเมตร)

ในแบบจำลอง HEC-RAS การนำเข้าข้อมูลสัมประสิทธิ์ความขรุขระของหน้าตัดที่พิจารณา โดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ลำน้ำหลัก พื้นที่น้ำท่วมด้านซ้าย และพื้นที่น้ำท่วมด้านขวา ดังรูปที่ 2.9



ตารางที่ 2.1 สัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Manning's n

Type of Channel and Description	Minimum	Normal	Maximum
Natural streams - minor streams (top width at floodstage < 100 ft)			
1. Main Channels			
a. clean, straight, full stage, no rifts or deep pools	0.025	0.03	0.033
b. same as above, but more stones and weeds	0.03	0.035	0.04
c. clean, winding, some pools and shoals	0.033	0.04	0.045
d. same as above, but some weeds and stones	0.035	0.045	0.05
e. same as above, lower stages, more ineffective slopes and sections	0.04	0.048	0.055
f. same as "d" with more stones	0.045	0.05	0.06
g. sluggish reaches, weedy, deep pools	0.05	0.07	0.08
h. very weedy reaches, deep pools, or floodways with heavy stand of timber and underbrush	0.075	0.1	0.15
2. Mountain streams, no vegetation in channel, banks usually steep, trees and brush along banks			
a. bottom: gravels, cobbles, and few boulders	0.03	0.04	0.05
b. bottom: cobbles with large boulders	0.04	0.05	0.07
3. Floodplains			
a. Pasture, no brush			
1. short grass	0.025	0.03	0.035
2. high grass	0.03	0.035	0.05

Type of Channel and Description	Minimum	Normal	Maximum
b. Cultivated areas			
1. no crop	0.02	0.03	0.04
2. mature row crops	0.025	0.035	0.045
3. mature field crops	0.03	0.04	0.05
c. Brush			
1. scattered brush, heavy weeds	0.035	0.05	0.07
2. light brush and trees, in winter	0.035	0.05	0.06
3. light brush and trees, in summer	0.04	0.06	0.08
4. medium to dense brush, in winter	0.045	0.07	0.11
5. medium to dense brush, in summer	0.07	0.1	0.16
d. Trees			
1. dense willows, summer, straight	0.11	0.15	0.2
2. cleared land with tree stumps, no sprouts	0.03	0.04	0.05
3. same as above, but with heavy growth of	0.05	0.06	0.08
4. heavy stand of timber, a few down trees, undergrowth, flood stage below branches	0.08	0.1	0.12
5. same as 4. with flood stage	0.1	0.12	0.16
4. Excavated or Dredged Channels			
a. Earth, straight, and uniform			
1. clean, recently completed	0.016	0.018	0.02
2. clean, after weathering	0.018	0.022	0.025
3. gravel, uniform section, clean	0.022	0.025	0.03
4. with short grass, few weeds	0.022	0.027	0.033
b. Earth winding and sluggish			
1. no vegetation	0.023	0.025	0.03
2. grass, some weeds	0.025	0.03	0.033
3. dense weeds or aquatic plants in deep	0.03	0.035	0.04
4. earth bottom and rubble sides	0.028	0.03	0.035
5. stony bottom and weedy banks	0.025	0.035	0.04
6. cobble bottom and clean sides	0.03	0.04	0.05
c. Dragline-excavated or dredged			
1. no vegetation	0.025	0.028	0.033
2. light brush on banks	0.035	0.05	0.06
Type of Channel and Description	Minimum	Normal	Maximum
d. Rock cuts			
1. smooth and uniform	0.025	0.035	0.04
2. jagged and irregular	0.035	0.04	0.05

Type of Channel and Description	Minimum	Normal	Maximum
e. Channels not maintained, weeds and brush uncut			
1. dense weeds, high as flow depth	0.05	0.08	0.12
2. clean bottom, brush on sides	0.04	0.05	0.08
3. same as above, highest stage of flow	0.045	0.07	0.11
4. dense brush, high stage	0.08	0.1	0.14
5. Lined or Constructed Channels			
a. Cement			
1. neat surface	0.01	0.011	0.013
2. mortar	0.011	0.013	0.015
b. Wood			
1. planed, untreated	0.01	0.012	0.014
2. planed, creosoted	0.011	0.012	0.015
3. unplaned	0.011	0.013	0.015
4. plank with battens	0.012	0.015	0.018
5. lined with roofing paper	0.01	0.014	0.017
c. Concrete			
1. trowel finish	0.011	0.013	0.015
2. float finish	0.013	0.015	0.016
3. finished, with gravel on bottom	0.015	0.017	0.02
4. unfinished	0.014	0.017	0.02
5. gunite, good section	0.016	0.019	0.023
6. gunite, wavy section	0.018	0.022	0.025
7. on good excavated rock	0.017	0.02	
8. on irregular excavated rock	0.022	0.027	
d. Concrete bottom float finish with sides of:			
1. dressed stone in mortar	0.015	0.017	0.02
2. random stone in mortar	0.017	0.02	0.024
3. cement rubble masonry, plastered	0.016	0.02	0.024
4. cement rubble masonry	0.02	0.025	0.03
5. dry rubble or riprap	0.02	0.03	0.035
e. Gravel bottom with sides of:			
1. formed concrete	0.017	0.02	0.025
2. random stone mortar	0.02	0.023	0.026
3. dry rubble or riprap	0.023	0.033	0.036
f. Brick			
1. glazed	0.011	0.013	0.015
2. in cement mortar	0.012	0.015	0.018

Type of Channel and Description	Minimum	Normal	Maximum
g. Masonry			
1. cemented rubble	0.017	0.025	0.03
2. dry rubble	0.023	0.032	0.035
h. Dressed ashlar/stone paving	0.013	0.015	0.017
i. Asphalt			
1. smooth	0.013	0.013	
2. rough	0.016	0.016	
j. Vegetal lining	0.03		0.5

ที่มา : Chow VT (1959)

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาโดยใช้แบบจำลองด้านชลศาสตร์ ซึ่งปัจจุบันมีให้เลือกใช้งานหลากหลายโปรแกรม ทั้งแบบไม่มีค่าใช้จ่าย โปรแกรมที่สามารถใช้ได้ฟรี และมีค่าใช้จ่ายโดยต้องซื้อโปรแกรมถึงจะสามารถใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ เพื่อให้ทราบถึงความแตกต่างของแบบจำลอง HEC-RAS และแบบจำลองชลศาสตร์ต่างๆ จึงได้ศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ดังนี้

สัจชัย พูนผล (2551) ได้ทำการศึกษาสภาพปัญหาน้ำท่วมของจังหวัดนครราชสีมา เมื่อ พ.ศ.2550 เพื่อวิเคราะห์แนวทางในการแก้ไขปัญหาน้ำท่วม โดยแบ่งออกเป็น 3 กรณี คือ (ก) การขุดลอกคลองส่งน้ำสายใหม่ (ข) การปรับปรุงคลองสายหลักให้มีประสิทธิภาพ และกรณี (ค) การขุดลอกคลองส่งน้ำสายใหม่กับการปรับคลองสายหลักให้มีประสิทธิภาพ การศึกษาได้แบ่งพื้นที่ศึกษาในรูปของ Grid ดังรูปที่ 2.10 พิจารณาเป็นกริดต่อกริด ในการศึกษาได้ใช้แบบจำลองน้ำท่วม Diffusion Hydrodynamic Model (DHM) ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ใช้หลักการความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ 1 และ 2 มิติ โดยมีสมการ การไหลต่อเนื่องและสมการโมเมนตัมเป็นสมการพื้นฐานในการศึกษาทั้ง 3 กรณีจะวิเคราะห์พื้นที่โดยเลือกหน่วยกริดพื้นที่ตัวแทนออกมา 5 หน่วย ดังตารางที่ 2.2 เพื่อพิจารณาค่าระดับน้ำของแต่ละกรณี และเลือกใช้หน่วยที่ 80 และ 85 ในการเปรียบเทียบแบบจำลอง

ตารางที่ 2.2 หน่วยพื้นที่และชื่อสถานที่ตัวแทนพื้นที่ศึกษา

หน่วยที่	ชื่อสถานที่
58	บ้านตะคองเก่า
80	บ้านต่างตา
82	บ้านหนองหญ้างาม
85	โรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา
132	บ้านวังหิน

ที่มา : สัญชัย พูนผล (2551)

กรณี ก. การขุดลอกคลองสายใหม่

ในการศึกษาจำลองการขุดลอกคลองสายใหม่ ขนาดกว้าง 40 เมตร ลึก 9 เมตร ความลาดชันท้องน้ำ 1:4000 โดยเริ่มจากบ้านตะคองเก่า ไปยังทิศเหนือบ้านขาด ตำบลพุทรา อำเภอเมืองนครราชสีมาเพื่อระบายน้ำสู่ลำเชียงไกร และไหลลงสู่แม่น้ำมูลตามลำดับ รวมระยะทาง 11 กิโลเมตร มีพื้นที่โครงการ 275 ไร่ ประมาณค่าชดเชย 300,000 บาท/ไร่ งบประมาณเวนคืนที่ดินประมาณ 82.50 ล้านบาท และมีปริมาตรดินขุดลอกส่งน้ำสายใหม่ 3.96 ล้านลูกบาศก์เมตร ค่าใช้จ่ายในการขุดลอกประมาณ 65 บาท/ลูกบาศก์เมตร ใช้เงินงบประมาณในการขุดลอกคลองสายใหม่ 257.40 ล้านบาท รวมงบประมาณทั้งหมดของกรณีนี้ 339.9 ล้านบาท ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ค่าระดับน้ำแล้วสามารถทำให้ความสูงของน้ำท่วมลดลงจากกรณีปี พ.ศ. 2550 ได้ 0.60 เมตรและสามารถระบายน้ำของหน่วยพื้นที่ย่อยที่พิจารณาได้เร็วกว่าวิธี ข.

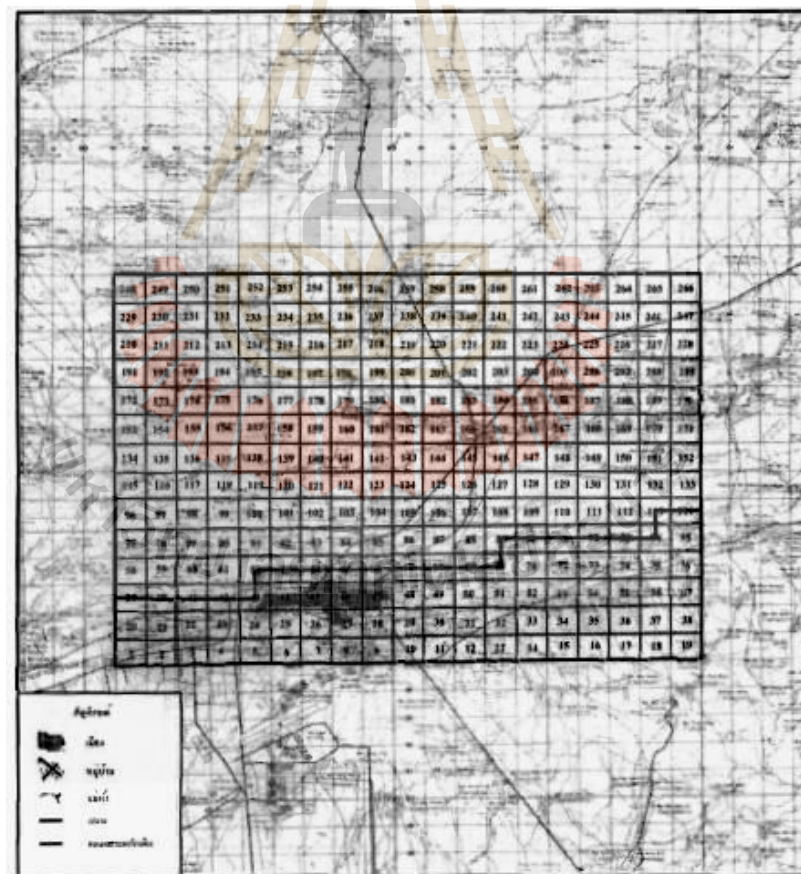
กรณี ข. การปรับปรุงคลองสายหลักให้มีประสิทธิภาพ

ในการศึกษาจำลองการขยายหน้าตัดคลองเดิมจาก 40 เมตร เป็น 55 เมตร และเพิ่มความลาดชันท้องน้ำเป็น 1:1000 รวมระยะทาง 22 กิโลเมตร โดยมีปริมาตรดินขุดลอกขยายความกว้าง 3.30 ล้านลูกบาศก์เมตร ค่าใช้จ่ายในการขุดลอกประมาณ 65 บาท/ลูกบาศก์เมตร ใช้เงินงบประมาณในการขุดลอกคลองสายหลักให้มีประสิทธิภาพ 214.50 ล้านบาท ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ค่าระดับน้ำแล้วสามารถทำให้ความสูงของน้ำท่วมลดลงจากกรณี พ.ศ. 2550 ได้เพียง 0.148 เมตร ซึ่งถือว่าระบายน้ำของหน่วยพื้นที่ย่อยที่พิจารณาได้เร็วกว่าเดิมเท่านั้น

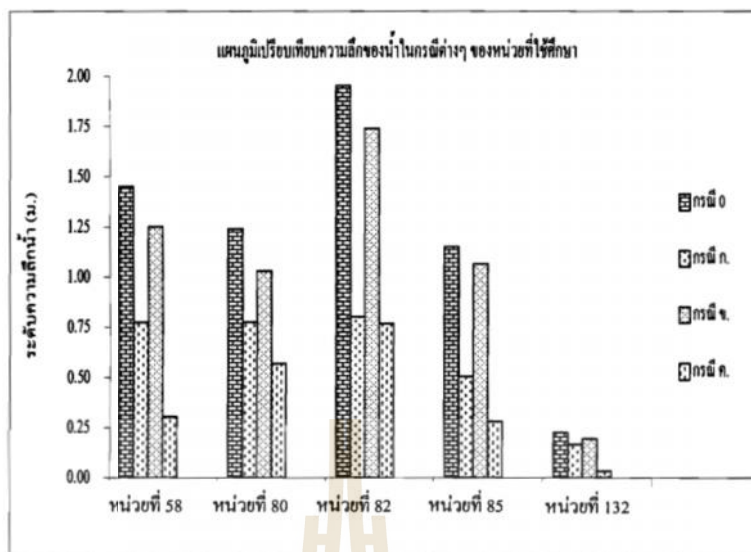
กรณี ค. การขุดลอกคลองสายใหม่กับการปรับปรุงคลองสายหลักให้มีประสิทธิภาพ

ในการศึกษาจำลองการขุดลอกคลองสายใหม่ ขนาดกว้าง 40 เมตร ลึก 9 เมตร ความลาดชันท้องน้ำ 1:4000 โดยเริ่มจากบ้านตะคองเก่า ไปยังทิศเหนือบ้านขาด ตำบลพุทรา อำเภอเมืองนครราชสีมาเพื่อระบายน้ำสู่ลำเชียงไกร และไหลลงสู่แม่น้ำมูลตามลำดับ รวมระยะทาง 11

กิโลเมตร มีพื้นที่โครงการ 275 ไร่ ประมาณค่าชดเชย 300,000 บาท/ไร่ งบประมาณเวนคืนที่ดิน ประมาณ 82.50 ล้านบาท และมีปริมาตรดินขุดคลองส่งน้ำสายใหม่ 3.96 ล้าน ลบ.ม. ค่าใช้จ่ายในการขุดลอกประมาณ 65 บาท/ลูกบาศก์เมตร ใช้เงินงบประมาณในการขุดลอกคลองสายใหม่ 257.40 ล้านบาท รวมงบประมาณขุดลอกคลองสายใหม่ทั้งหมดของ 339.9 ล้านบาท และจำลองการขยายหน้าตัดคลองเดิมจาก 40 เมตร เป็น 55 เมตร และเพิ่มความลาดชันท้องน้ำเป็น 1:1000 รวมระยะทาง 22 กิโลเมตร โดยมีปริมาตรดินขุดคลองขยายความกว้าง 3.30 ล้านลูกบาศก์เมตร ค่าใช้จ่ายในการขุดลอกประมาณ 65 บาท/ลูกบาศก์เมตร ใช้เงินงบประมาณในการขุดลอกคลองสายหลักให้มีประสิทธิภาพ 214.50 ล้านบาท รวมการขุดลอกคลองสายใหม่และการปรับปรุงคลองสายหลักเป็นเงินทั้งสิ้น 554.4 ล้านบาท ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ค่าระดับน้ำแล้วสามารถทำให้ความสูงของน้ำท่วมลดลงจากกรณี พ.ศ. 2550 ได้ถึง 0.813 เมตร และสามารถระบายน้ำของหน่วยพื้นที่ย่อยที่พิจารณาได้เร็วกว่าวิธี ก. และข.



รูปที่ 2.10 การแบ่งพื้นที่ศึกษา อำเภอเมืองนครราชสีมา ที่มา : ศัญชัย พูนผล (2551)



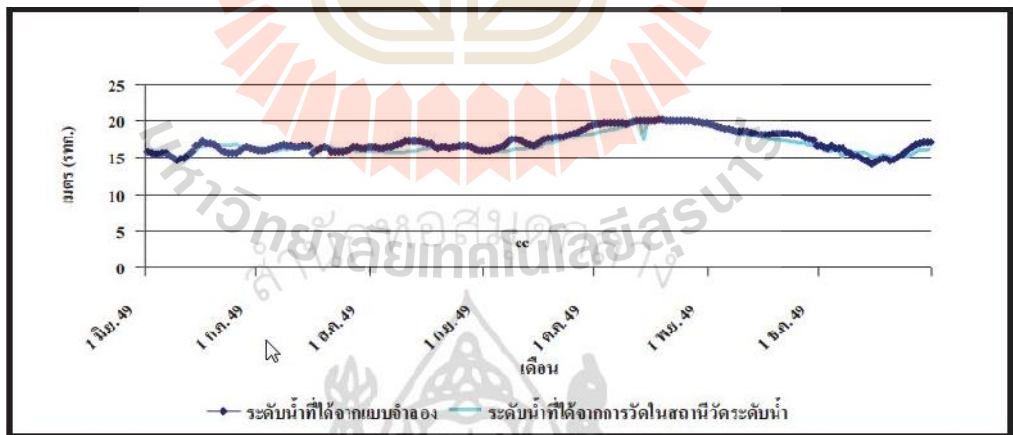
รูปที่ 2.11 แผนภูมิเปรียบเทียบความลึกของน้ำในกรณีต่าง ๆ ของหน่วยที่ใช้ศึกษา
ที่มา : สัจชัย พูนผล (2551)

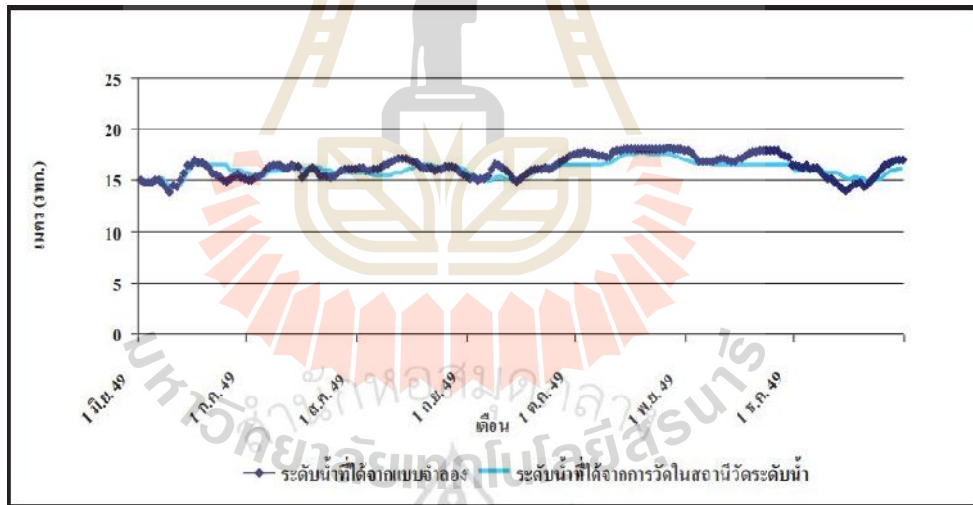
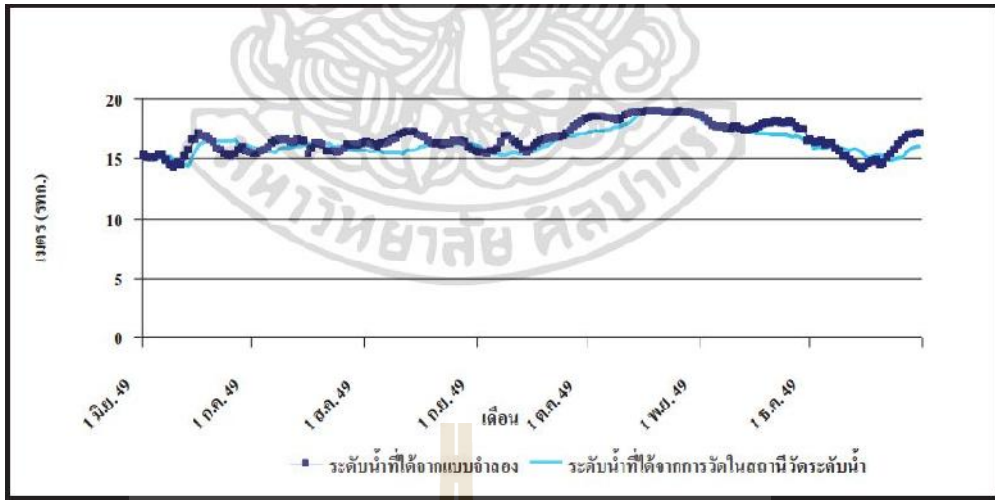
จากรูปที่ 2.11 แสดงผลการเปรียบเทียบกรณีศึกษา ทั้ง 3 กรณี ซึ่งสามารถสรุปผลได้ว่า กรณี ค เป็นกรณีที่สามารบรรเทาปัญหาจากเหตุการณ์อุทกภัยใน พ.ศ.2550 ได้ดีที่สุด แต่ใช้งบประมาณการก่อสร้างและปรับปรุงคลองระบายน้ำสูงกว่ากรณีอื่น ๆ

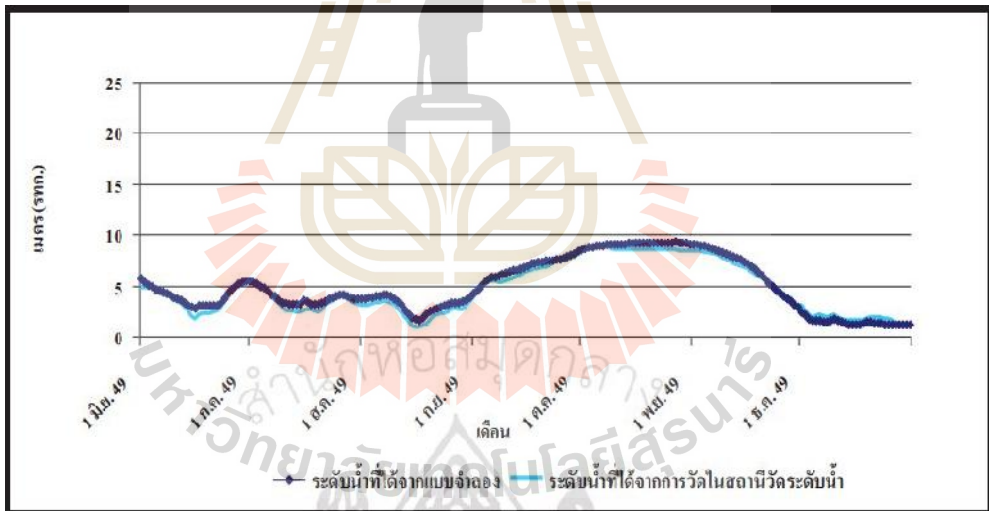
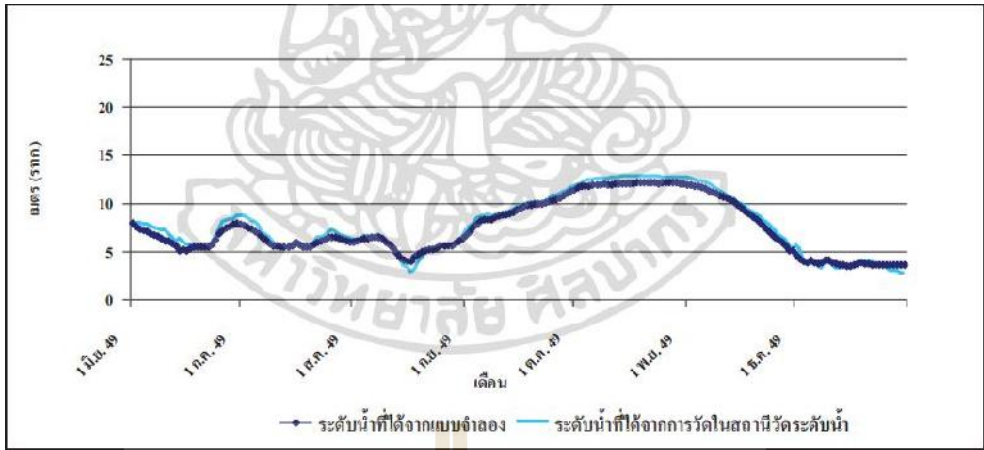
ปริวัตร น้ำค้าง (2549) เป็นงานวิจัยที่ใช้แบบจำลอง HEC-RAS Version 3.1.3 ในการวิเคราะห์พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในแม่น้ำแม่กลอง ในการจัดการระบบส่งน้ำเพื่อการเพาะปลูกในฤดูกาลต่าง ๆ เนื่องจากในลุ่มน้ำแม่กลองมีการเพาะปลูกนอกฤดูกาล โดยการควบคุมอัตราการส่งน้ำด้วยเขื่อนแม่กลอง ในการศึกษานี้แบ่งการศึกษาเป็น 2 กรณี คือ กรณีสภาพปัจจุบันและสภาพอนาคต

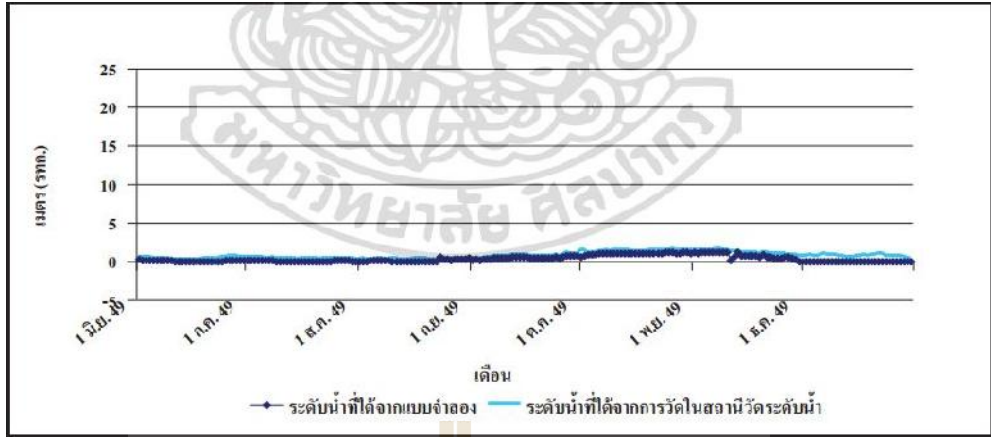
ผลการศึกษารณีสภาพปัจจุบัน สรุปได้ว่า อัตราการไหลของน้ำมีผลโดยตรงต่อระดับความสูงของน้ำในแม่น้ำแม่กลอง โดยระดับน้ำจะสูงขึ้นเมื่ออัตราการไหลเพิ่มขึ้น และลดระดับลงเมื่อระดับน้ำลดลง ในช่วงที่หน้าตัดการไหลเท่าเดิม ดังนั้น แสดงว่าอัตราการไหลและค่าระดับน้ำแปรผันโดยตรงซึ่งกันและกัน และเมื่อตรวจสอบกับค่าที่วัดได้จริงในสนามในช่วงเวลาต่าง ๆ พบว่า มีความสอดคล้องกันสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลอง HEC-RAS มีความน่าเชื่อถือในการวิเคราะห์พฤติกรรมการไหลของแม่น้ำแม่กลอง

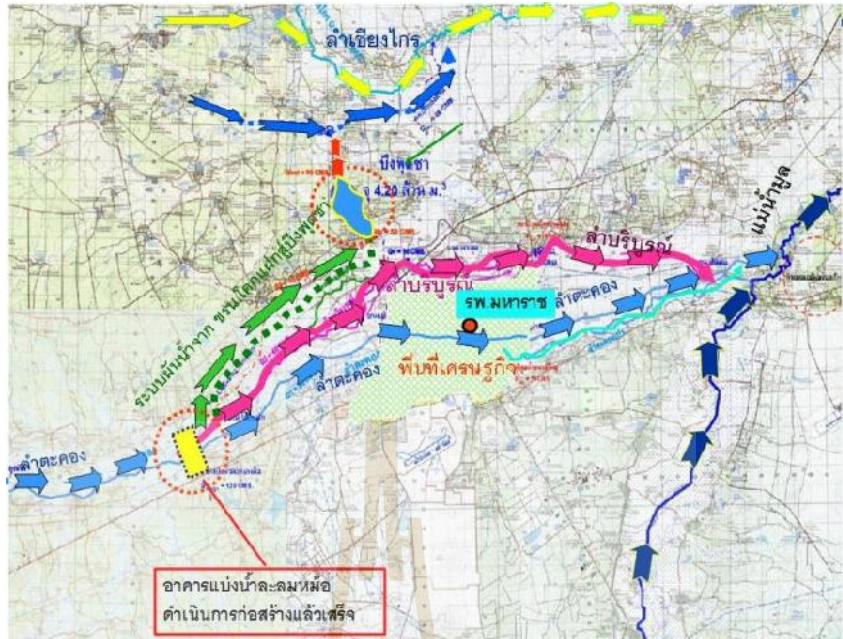
ผลการศึกษารณีสภาพอนาคต เพื่อจำลองสถานการณ์ขาดแคลนน้ำ โดยเลือกใช้อัตราการไหลที่ 25.73 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ซึ่งเป็นค่าที่น้อยที่สุดในรอบปีของลุ่มน้ำแม่กลอง ผลการวิเคราะห์ของแบบจำลอง HEC-RAS พบว่า มีตำแหน่งวิกฤติของลำน้ำ ที่หน้าตัดที่ 4 อำเภออัมพวา



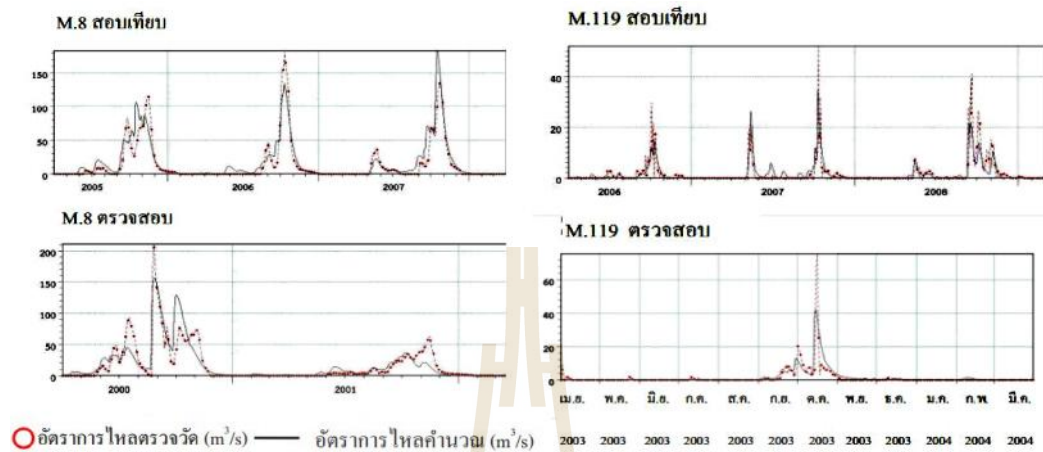








ให้การจำลองความสัมพันธ์ทางสถิติของการคำนวณปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง mike11 เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลที่วัดได้จริงออกมาไม่ค่อยดีนัก ดังรูปที่ 2.19



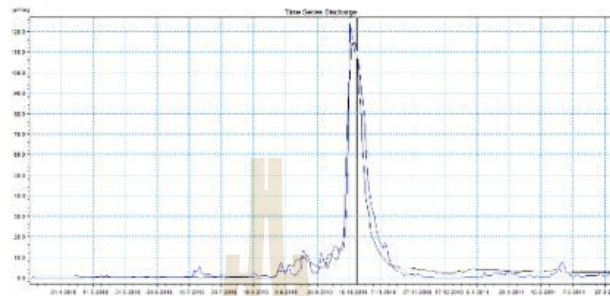
รูปที่ 2.19 กราฟแสดงการเปรียบเทียบแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า
ที่มา : วีระยา มิ่งเมือง และจิระวัฒน์ กณะสุด (2556)

ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองสภาพการไหล ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของท้องน้ำ (Manning's n) เท่ากับ 0.035 และผลการตรวจสอบแบบจำลอง MIKE11 โดยการใช้ค่าพารามิเตอร์จากการสอบเทียบ และทดสอบคำนวณเปรียบเทียบกับข้อมูลระดับน้ำที่วัดได้จริง ณ สถานี M.164 โดยได้ผลการเปรียบเทียบดังรูปที่ 2.20

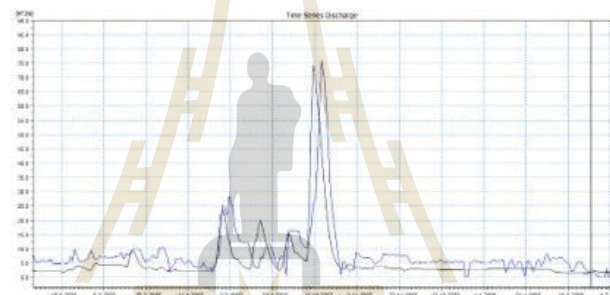
ในส่วนของการประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE 11 ในเบื้องต้นนี้ได้พิจารณา ระหว่างเดือนกันยายนถึง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2553 นามาเป็นกรณีศึกษาปัจจุบัน และนำรูปแบบในการบรรเทาน้ำท่วมที่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยการพิจารณาถึงค่าอัตราการไหลที่เปลี่ยนไป ความสัมพันธ์ของอัตราการไหลในลำบริบูรณ์ และลำตะคองในแต่ละกรณีศึกษา เพื่อใช้เป็นข้อมูลช่วยในการตัดสินใจบริหารจัดการน้ำท่วม ดังแสดงในรูปที่ 2.21 ถึง รูปที่ 2.24 ผลจากการศึกษาทำให้ปริมาณน้ำที่สถานี M.164 เมืองนครราชสีมาและระยะเวลาที่น้ำท่วมในตัวเมืองนครราชสีมาเปลี่ยนแปลงไปดัง ตารางที่ 2.3 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าจากกรณีศึกษาทั้ง 5 กรณี ในกรณีที่ไม่นำเนินถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นในลำบริบูรณ์ โดยการเปิดบานประตูระบาย น้ำล้นลมห้อมฝั่งลำบริบูรณ์ทั้งหมด และปิดบานประตูระบายฝั่งลำตะคอง หรือเปิดให้น้อยที่สุด อย่างกรณีศึกษาที่ 1 เปิดบาน 0.20

เมตร จะสามารถช่วยบรรเทาอุทกภัยในเขตชุมชนเมืองได้จริง โดยจะลดเวลาการขังตัวของน้ำในเมืองได้ 55% ของเวลาขังตัวในเมืองจากเหตุการณ์อุทกภัย พ.ศ.2553

สอบเทียบ สถานี M.164



ตรวจสอบ สถานี M.164

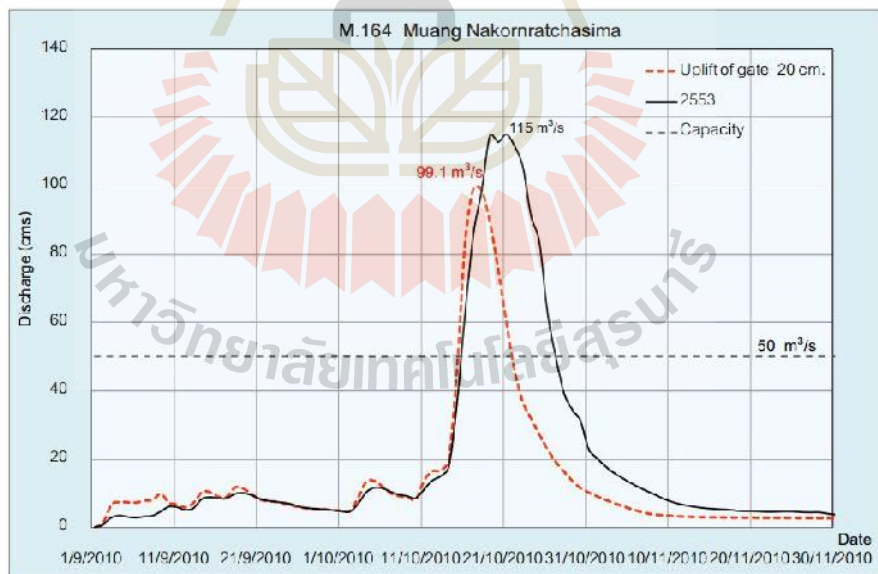
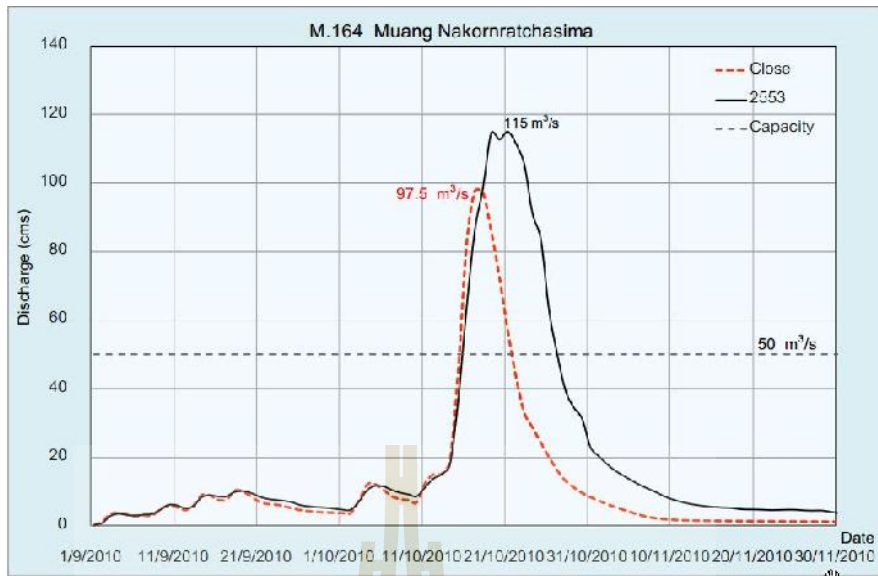


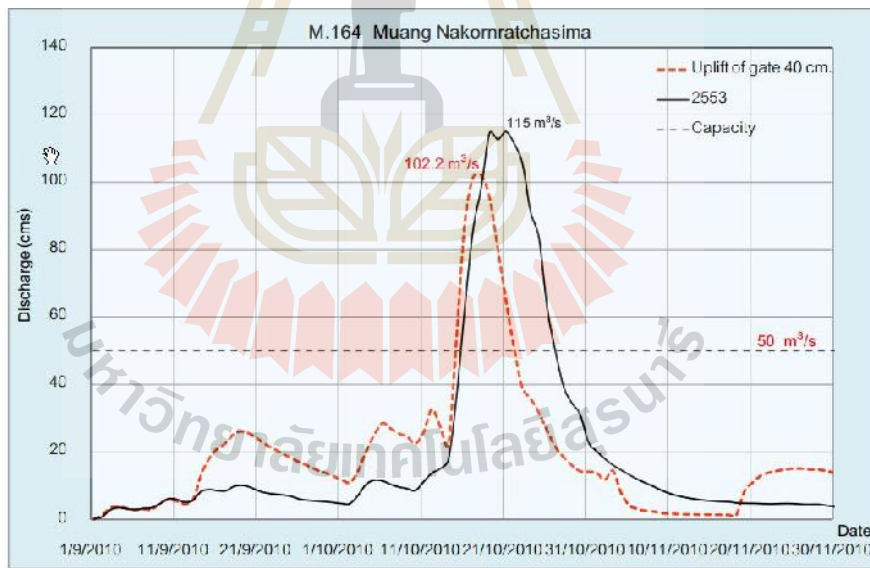
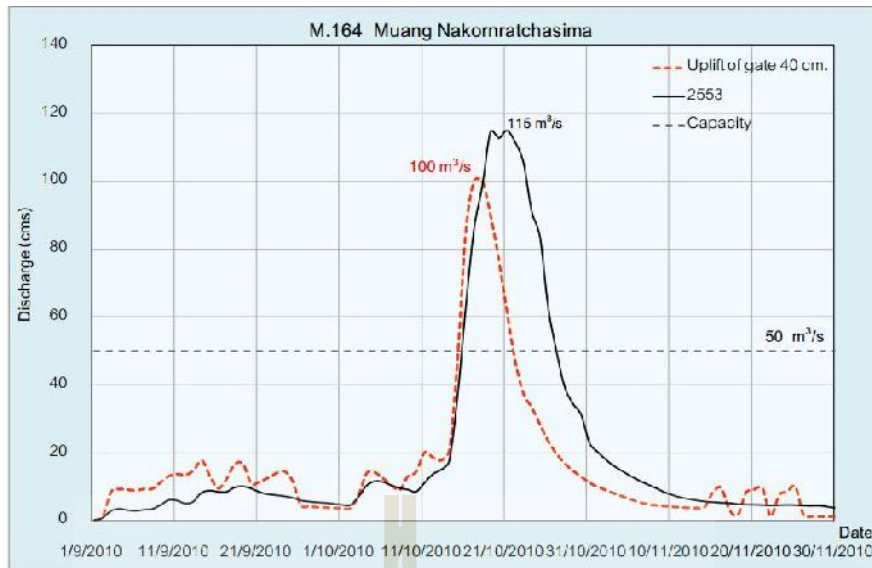
— อัตราการไหลตรวจวัด (m^3/s) — อัตราการไหลคำนวณ (m^3/s)

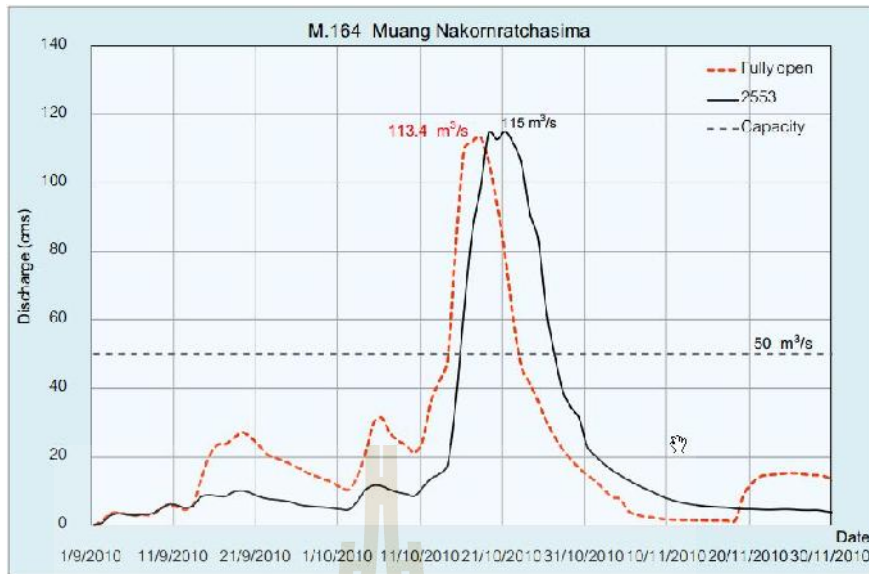
รูปที่ 2.20 กราฟแสดงการสอบเทียบแบบจำลองสภาพการไหล และการตรวจสอบแบบสภาพการไหล
ที่มา : วีระชา มิ่งเมือง และจิระวัฒน์ กณะสุต (2556)

ตารางที่ 2.3 ผลการศึกษาประสิทธิภาพในการบรรเทาอุทกภัยด้วยแบบจำลอง MIKE11

กรณีศึกษา	ปริมาณน้ำที่เกิดความจุลน้ำ	ระยะเวลาน้ำขึ้นตลิ่ง	ประสิทธิภาพในการบรรเทาอุทกภัย	
	ที่สถานี M.164 (ล้านลบ.ม.)	ในตัวเมือง (วัน)	ปริมาณน้ำ (ล้านลบ.ม.)	ระยะเวลาน้ำท่วม (วัน)
ปี 2553	94.457	12	-	-
กรณีที่ 1	42.519	6	55.0%	50%
กรณีที่ 2	43.794	6	53.6%	50%
กรณีที่ 3	44.367	6	53.0%	50%
กรณีที่ 4	55.105	8	41.7%	33%
กรณีที่ 5	65.338	9	30.8%	25%







มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 การรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาได้รวบรวมจากหน่วยงานต่างๆ ทั้งข้อมูลทางกายภาพ และข้อมูลปริมาณน้ำท่า โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลที่รวบรวมจากหน่วยงานต่าง ๆ

ลำดับ	รายการข้อมูล	แหล่งข้อมูล	ปี
1	แผนที่แบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model, DEM) เป็นฐานข้อมูลที่บอกถึงลักษณะสูงต่ำของพื้นผิว โดยข้อมูล DEM สามารถประยุกต์ใช้ในการกำหนดขอบเขตเส้นสันปันน้ำ และยังสามารถนำมาสร้างข้อมูลหน้าตัดขวางลำน้ำเพิ่มเติมจากที่มีอยู่เดิม เพื่อให้ข้อมูลนำเข้า Geometric data ซึ่งต้องการข้อมูลที่ละเอียดพอ	โครงการวิจัยการศึกษาผลกระทบของภูมิอากาศและการใช้ที่ดินที่มีต่อปริมาณน้ำท่าด้วยภาพถ่ายดาวเทียมธีออส (ปรียาพร, 2555)	-
2	เส้นแนวลำน้ำ ข้อมูลเส้นแนวลำน้ำจะถูกนำมาใช้ตรวจสอบความถูกต้องและเพิ่มความละเอียดให้กับหน้าตัดภายในเส้นลำน้ำที่ได้จากข้อมูล DEM พร้อมทั้งใช้ในการสร้างแนวเส้นลำน้ำในแบบจำลอง Geometric data	โครงการวิจัยการศึกษาผลกระทบของภูมิอากาศและการใช้ที่ดินที่มีต่อปริมาณน้ำท่าด้วยภาพถ่ายดาวเทียมธีออส (ปรียาพร, 2555)	-
3	ข้อมูลรูปตัดลำน้ำ เป็นข้อมูลที่ได้จากการเก็บสำรวจโดยศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำตะคอง	ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำตะคอง	2552-2556

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลที่รวบรวมจากหน่วยงานต่าง ๆ (ต่อ)

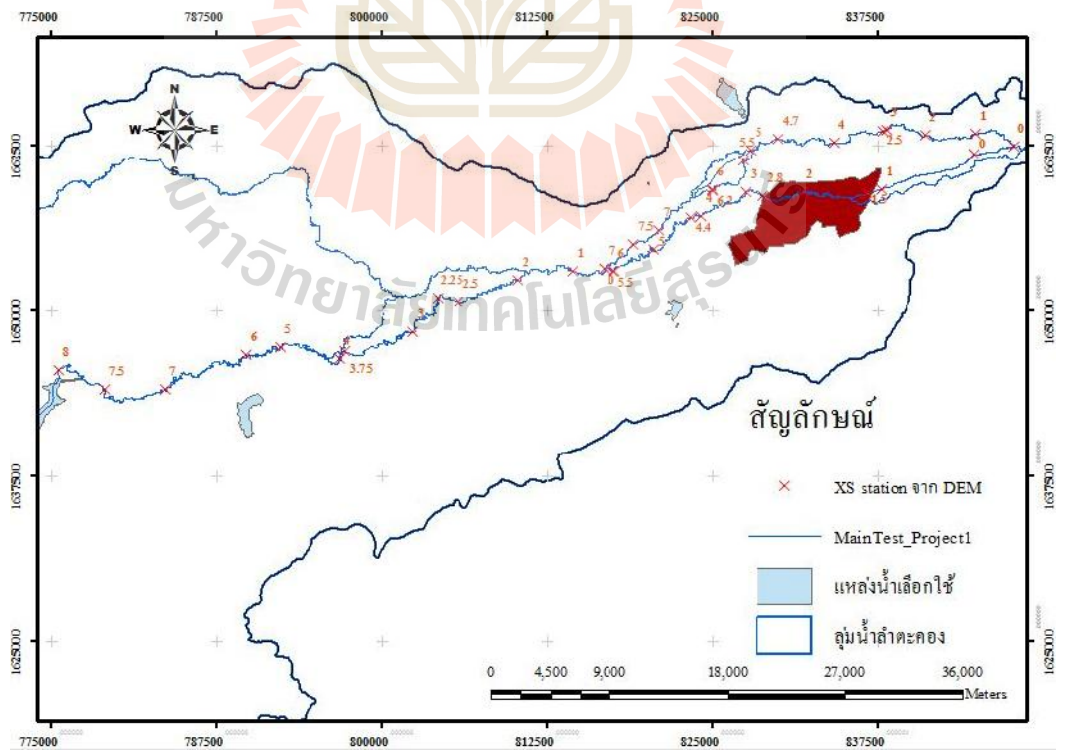
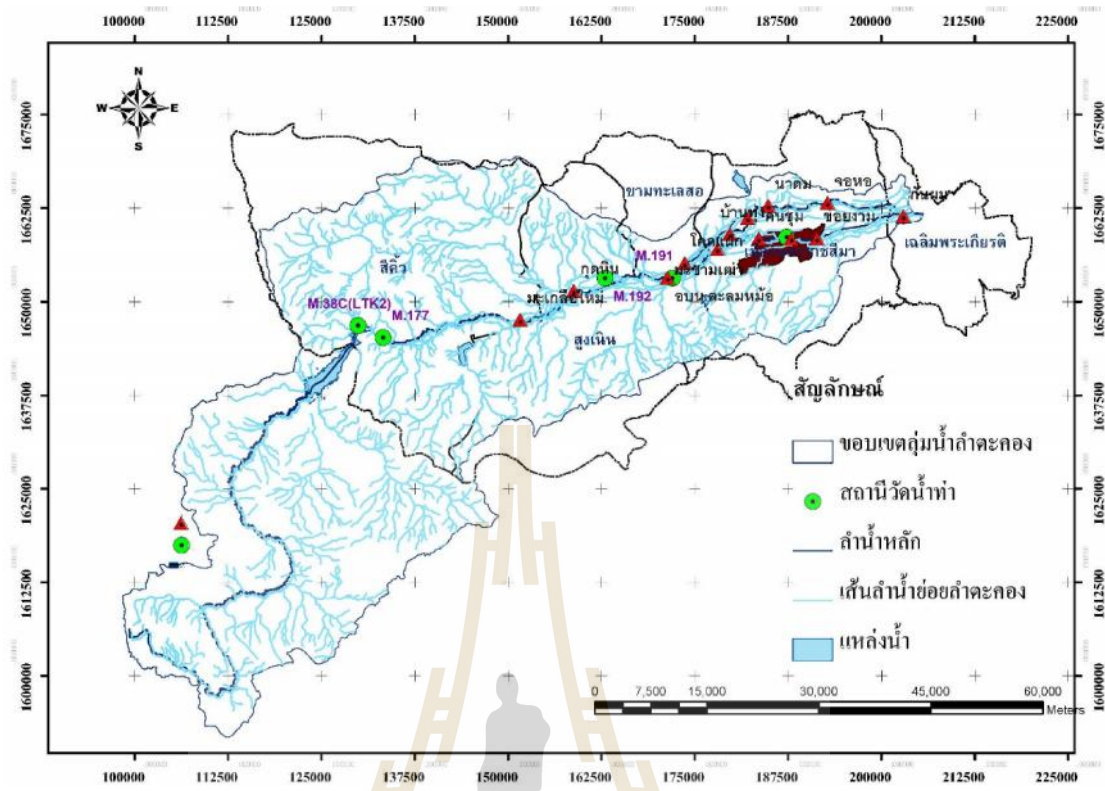
ลำดับ	รายการข้อมูล	แหล่งข้อมูล	ปี
4	ข้อมูลน้ำท่า จากสถานีวัดน้ำท่า ภายในพื้นที่ลุ่มน้ำเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบแบบจำลอง และถูกนำมาใช้ในการกำหนดเงื่อนไขขอบเขตในแบบจำลอง	กรมชลประทาน	2525-2555
5	ข้อมูลอาคารชลศาสตร์ ขนาดประตูระบายน้ำ/เขื่อนระบายน้ำ ข้อมูลการเปิด-ปิด และระดับของการยกบานประตูระบายน้ำ พร้อมข้อมูลอัตราการไหลผ่านประตูระบายน้ำ	โครงการบำรุงรักษาและ ส่งน้ำลำตะคอง สำนักชลประทานที่ 8	2551-2555

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.2.1 ข้อมูลทางกายภาพของลุ่มน้ำ

1) ข้อมูลลำน้ำหลักภายในลุ่มน้ำลำตะคอง แสดงดังรูปที่ 3.1 ที่ดำเนินการศึกษาได้เลือกใช้ข้อมูลจาก Shape file พิจารณาจากข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ และสถานีวัดน้ำท่า ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคอง จากการพิจารณาเลือกใช้ข้อมูลท้ายเขื่อนลำตะคอง โดยมีสถานีวัดน้ำท่า M38C เป็นด้านเหนือน้ำ และแบ่งออกเป็น 2 ลำน้ำหลัก ได้แก่ ฝั่งลำตะคอง นับตั้งแต่ท้ายเขื่อนลำตะคอง M38C จนถึงประตูระบายน้ำช้อยงาม และฝั่งลำบริบูรณ์นับตั้งแต่แยกโลกกรวด (ปัจจุบันเป็นที่ตั้งอาคารแบ่งน้ำละมหม้อ) จนถึงประตูระบายน้ำจอหอ

2) ข้อมูลรูปตัดลำน้ำ ที่ได้ทำการสำรวจโดยกรมชลประทานที่สถานีวัดน้ำท่า จำนวน 5 รูปตัดใน พ.ศ. 2552 ถึง พ.ศ. 2556 โดยทำการเลือกรูปตัดลำน้ำใน พ.ศ. 2553 และเลือกใช้ข้อมูลที่ได้จากการอ่านค่าจากข้อมูล DEM ที่มีความละเอียด 5.00 เมตร โดยมีระยะห่างโดยประมาณ 5-10 กิโลเมตร จำนวน 26 รูปตัด และจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลจากขนาดและมิติของประตูระบายน้ำจำนวน 11 หน้าตัด ทั้งนี้ตำแหน่งหน้าตัดลำน้ำแสดงดังในรูปที่ 3.2 และในตารางที่ 3.2



ตารางที่ 3.2 ข้อมูลหน้าตัดลำน้ำที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูล

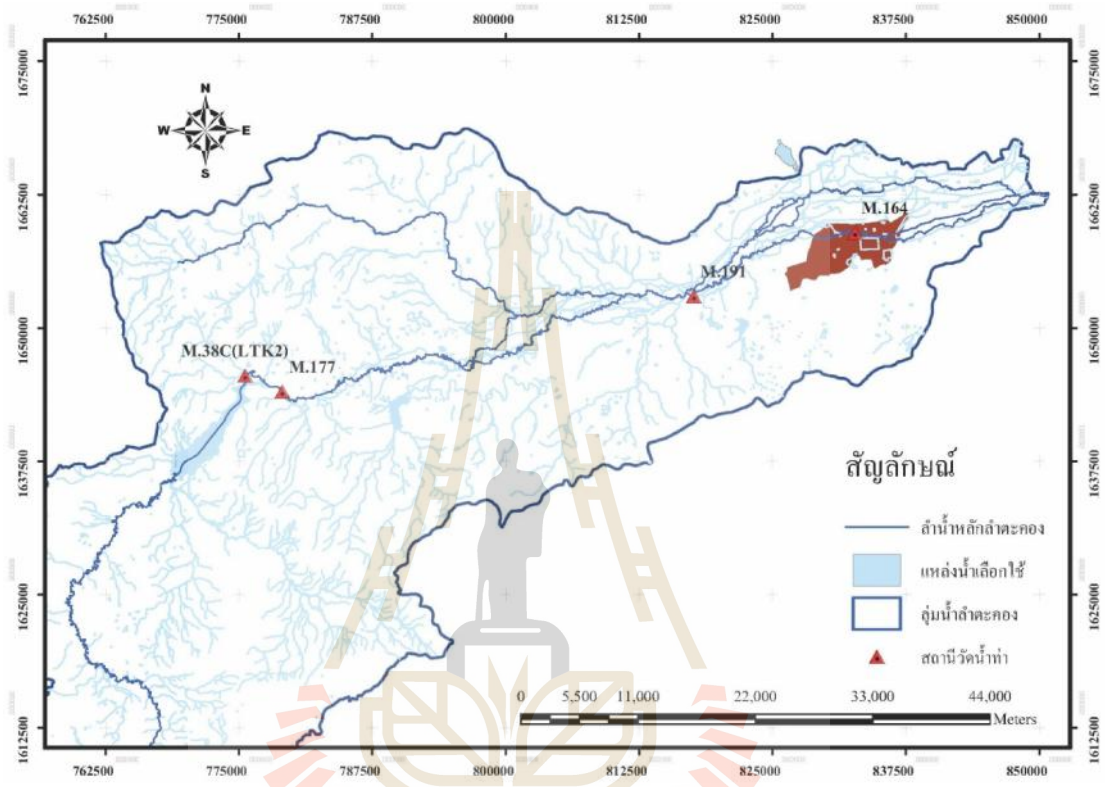
ลำ ค้ำ	ชื่อตำแหน่ง	รหัสสถานี ใน แบบจำลอง	ลำน้ำ	ระยะห่าง (เมตร)	พิกัด	
					E	N
1	P0	8	ลำตะคอง1	0.00	775566.1	1645538.8
2	P188	7.5	ลำตะคอง1	6,054.52	779033.7	1644045.1
3	P500	7	ลำตะคอง1	7,305.13	783632.7	1644055.4
4	P1250	6	ลำตะคอง1	13,439.09	789720.6	1646670.1
5	P1500	5	ลำตะคอง1	5,359.01	792288.4	1647275.3
6	P1750	4	ลำตะคอง1	9,581.70	796797.3	1646398.4
7	ปตร.มะเกลือ ใหม่	3.75	ลำตะคอง1	1,662.71	797215.6	1646913.2
8	P2000	3	ลำตะคอง1	8,628.14	802367.4	1648401.0
9	ปตร.กุดหิน	2.25	ลำตะคอง1	6,482.96	804197.9	1650976.8
10	P2500	2	ลำตะคอง1	2,312.53	810288.1	1652347.5
11	P2700	1	ลำตะคอง1	16,374.37	814430.0	1653039.9
12	P2793	0	ลำตะคอง1	4,135.46	816814.9	1653168.5
13	P2795	7	ลำตะคอง2	0.00	816834.2	1653166.5
14	M191	6	ลำตะคอง2	461.33	817551.7	1652977.0
15	P3043	5.5	ลำตะคอง2	441.99	817571.2	1653001.9
16	P3292	5	ลำตะคอง2	7,415.43	820626.8	1654613.8
17	ปตร.มะขามเต่า	4.4	ลำตะคอง2	6,371.63	823380.1	1657032.9
18	P3542	4	ลำตะคอง2	1,974.84	824154.6	1657124.3
19	P3792	3	ลำตะคอง2	6,168.57	827500.2	1658963.9
20	ปตร.คนชุม	2.8	ลำตะคอง2	215.00	828828.1	1658635.9
21	P4041	2	ลำตะคอง2	8,399.08	831784.9	1658995.9
22	ปตร.ข่อยงาม	1.5	ลำตะคอง2	3,820.52	836643.7	1658844.4

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลหน้าตัดลำน้ำที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูล (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อตำแหน่ง	รหัสสถานี ใน แบบจำลอง	ลำน้ำ	ระยะห่าง (เมตร)	พิกัด	
					E	N
23	P4291	1	ลำตะคอง2	2,950.00	837821.4	1659191.2
24	P4438	0	ลำตะคอง2	8,106.54	847730.2	1662439.8
25	P4440	8	ลำบริบูรณ์1	0.00	844838.0	1661823.4
26	ปตร. โลก แฝก	7.5	ลำบริบูรณ์1	3,700.36	819032.2	1655009.0
27	P4689	7	ลำบริบูรณ์1	3,465.74	820966.0	1656037.5
28	ปตร.บ้านทุ่ง	6.2	ลำบริบูรณ์1	6,184.20	824991.8	1659088.5
29	P4939	6	ลำบริบูรณ์1	1,259.28	825044.8	1659113.8
30	ปตร. โพธิ์เตี้ย	5.5	ลำบริบูรณ์1	3,414.53	827265.4	1661332.6
31	P5189	5	ลำบริบูรณ์1	2,855.38	827922.0	1662137.8
32	ปตร.นาตม	4.7	ลำบริบูรณ์1	1,683.60	830008.5	1663026.4
33	P5439	4	ลำบริบูรณ์1	3,956.46	834194.2	1662672.6
34	P5689	3	ลำบริบูรณ์1	4,872.89	838130.7	1663700.3
35	ปตร.จอหอ	2.5	ลำบริบูรณ์1	2,074.28	837858.9	1663594.6
36	P5939	2	ลำบริบูรณ์1	3,265.35	841125.0	1663274.3
37	P6189	1	ลำบริบูรณ์1	4,598.37	844923.7	1663388.2
38	P6439	0	ลำบริบูรณ์1	5,261.06	847730.2	1662439.8

3.2.2 ข้อมูลปริมาณน้ำท่าและระดับน้ำรายวัน

1) ข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลรายวัน ที่สถานีวัดน้ำท่าจำนวน 4 สถานี ได้แก่ สถานีวัดน้ำท่า M38C, M177, M191 และ M164 ในช่วงวันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2552 ถึง วันที่ 31 มีนาคม พ.ศ. 2556



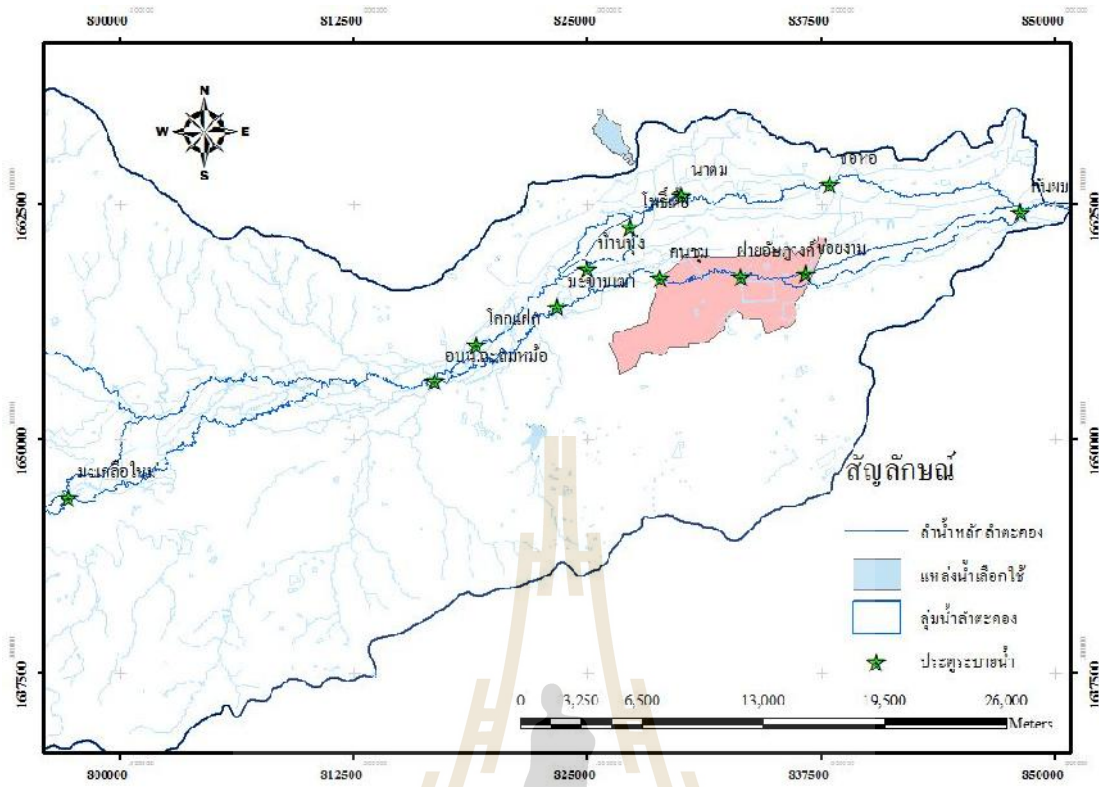
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดสถานีวัดน้ำท่าที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูล

ลำดับที่	รหัสสถานี	ลำน้ำ	หมู่บ้าน	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	ที่ตั้ง		ช่วงของข้อมูล ปริมาณน้ำท่า รายวัน(พ.ศ.)	จำนวนปี ข้อมูลน้ำ
							E	N		
1.	M.38c	ลำตะคอง	คลองไผ่	คลองไผ่	สีคิ้ว	นครราชสีมา	775647	1644991	2525-2556	21
2.	M.177	ลำตะคอง	โนนสว่าง	ลาดบัวขาว	สีคิ้ว	นครราชสีมา	781580	1643421	2545-2556	11
3.	M.191	ลำตะคอง	โคกกรวด	โคกกรวด	เมือง	นครราชสีมา	817539	1653111	2552-2556	5
4.	M.164	ลำตะคอง	โรงเรียนอัสสัมชัญ	ในเมือง	เมือง	นครราชสีมา	832832	1658893	2545-2556	11

ตารางที่ 3.4 รายละเอียดอาคารชลศาสตร์ในพื้นที่ศึกษา

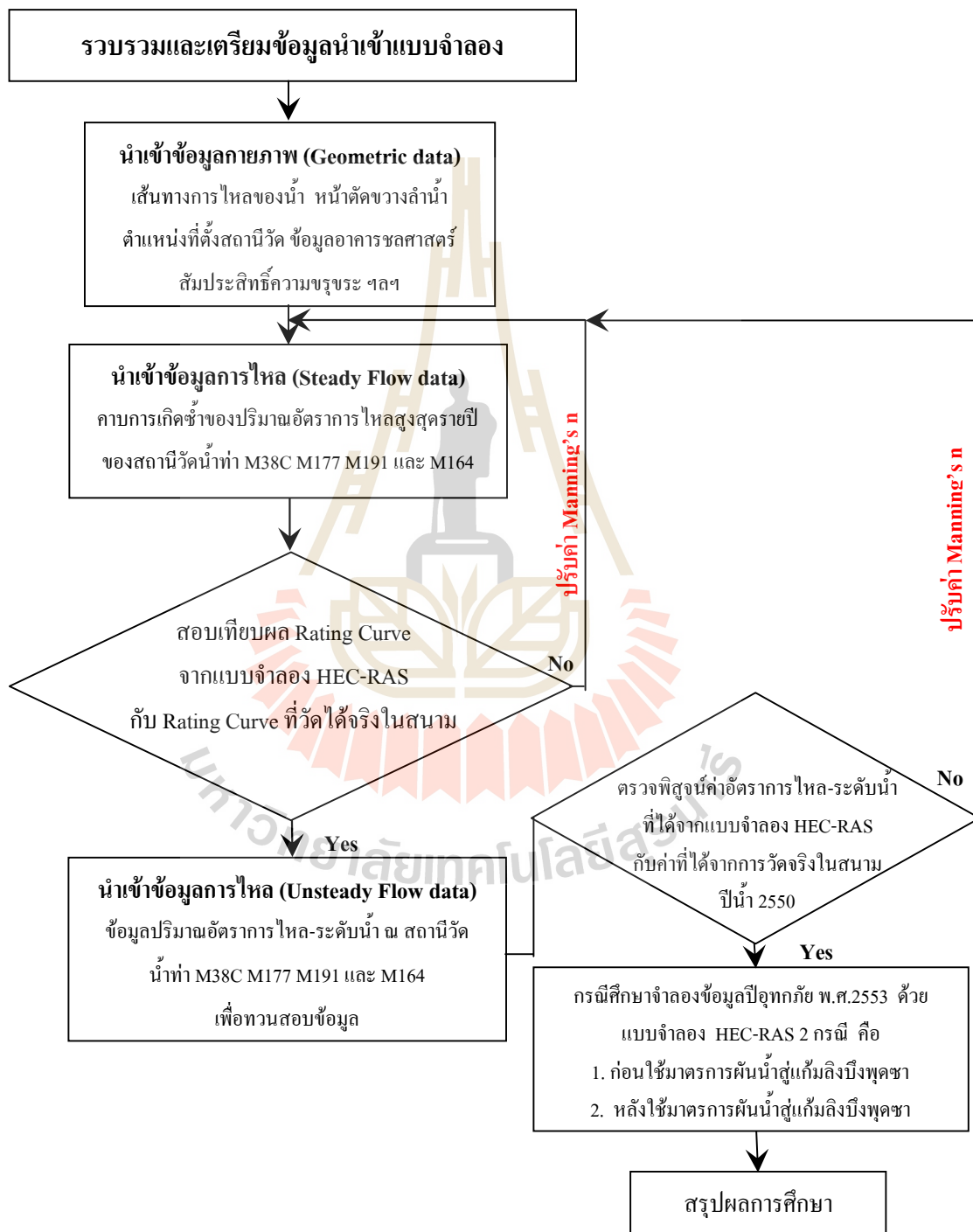
ลำดับที่	โครงการ	ที่ตั้ง				พิกัด		ลำน้ำ	ขนาดบานระบาย			ระดับ (ม.รทก.)	
		หมู่บ้าน	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	E	N		กว้าง (ม.)	สูง (ม.)	จำนวนบาน	ธรณี	เก็บกัก
1	ปตร.มะเกลือใหม่	-	มะเกลือใหม่	สูงเนิน	นครราชสีมา	797212	1646879	ลำตะคอง	4.5	1.75	5	217.75	219.5
2	ปตร.กุดหิน	กุดหิน	โคราช	สูงเนิน	นครราชสีมา	804230	1650921	ลำตะคอง	4.5	1.75	5	206.7	208.4
3	ปตร.ละลมหม้อ	-	โป่งแดง	ขามทะเลสอ	นครราชสีมา	816829	1653123	ลำตะคอง	6	3	6	191.74	194.44
4	ปตร.โคกแฝก	หนองขุ่น	ขามทะเลสอ	ขามทะเลสอ	นครราชสีมา	818735	1654774	ลำปริงบุรี	4	6.5	2	188.5	192.8
5	ปตร.มะขามเต่า	มะขามเต่า	บ้านใหม่	เมือง	นครราชสีมา	823389	1657054	ลำตะคอง	4	3	4	185.5	188.7
6	ปตร.บ้านทุ่ง	ทุ่งกระโดน	สีมูม	เมือง	นครราชสีมา	824823	1659091	ลำปริงบุรี	4	4	3	181.8	186.3
7	ปตร.โพธิ์เตี้ย	คนชุม	ปรุใหญ่	เมือง	นครราชสีมา	827300	1660187	ลำปริงบุรี	4	3	3	179.5	182.5
8	ปตร.คนชุม	คนชุม	ปรุใหญ่	เมือง	นครราชสีมา	828564	1658830	ลำตะคอง	4	5.2	3	176.8	182
9	ปตร.นาตม	นาตม	หนองกระทุ่ม	เมือง	นครราชสีมา	830029	1663028	ลำปริงบุรี	4	3	3	177.5	179.7
10	ปตร.ข่อยงาม	ข่อยงาม	หัวทะเล	เมือง	นครราชสีมา	836673	1658858	ลำตะคอง	4	4	3	171	174.2
11	ปตร.จอหอ	จอหอ	จอหอ	เมือง	นครราชสีมา	837741	1663587	ลำปริงบุรี	4	1.8	3	171.4	173.4
12	ปตร.กันผม	กันผม	พระพุทธ	เฉลิมพระเกียรติ	นครราชสีมา	847802	1662436	ลำตะคอง	2.5	4	5	163	167.3



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.3 การจำลองข้อมูลด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์

ในการศึกษานี้ ได้ใช้แบบจำลอง HEC-RAS จำลองสภาพการไหลของน้ำในลำน้ำ หรือเรียกว่าการจำลองการไหลแบบหนึ่งมิติ (one-dimension) ซึ่งมีแผนการดำเนินงานและขั้นตอนการศึกษา แสดงดังรูปที่ 3.5



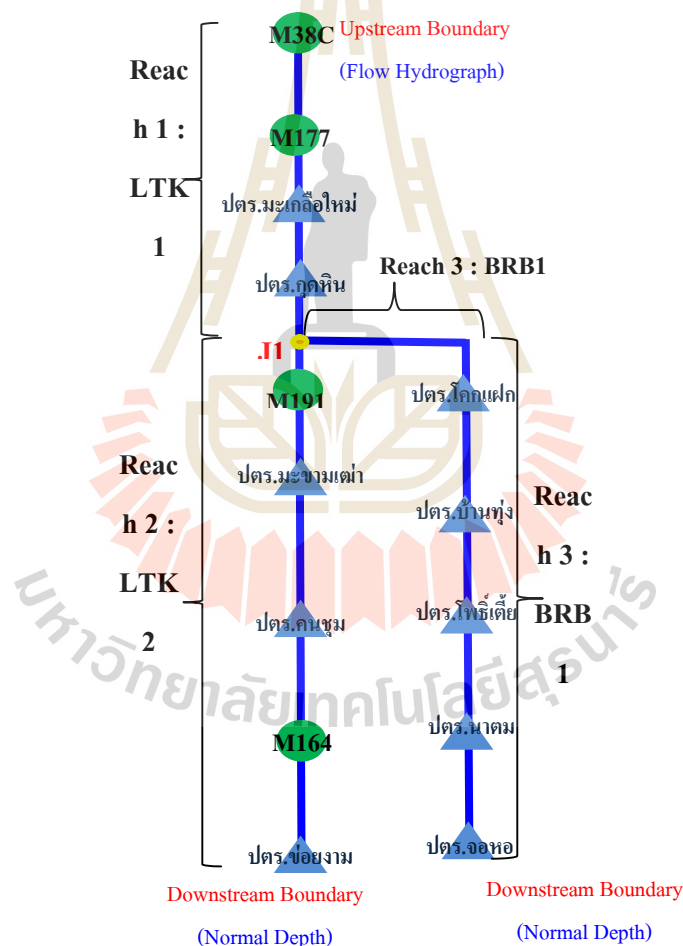
รูปที่ 3.5 แผนภูมิขั้นตอนของแบบจำลอง HEC-RAS

3.3.1 การนำเข้าข้อมูลแบบจำลอง (Input Data)

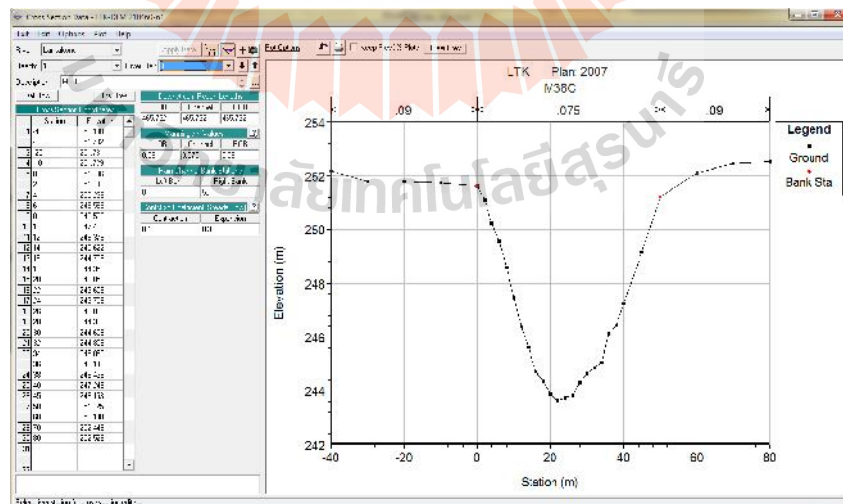
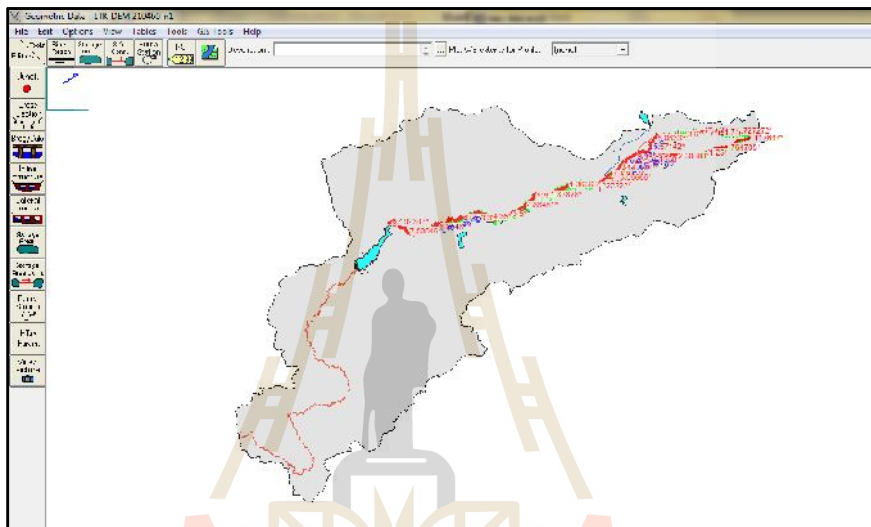
การจำลองข้อมูล HEC-RAS มีข้อมูลนำเข้า 2 ส่วนหลัก รายละเอียดดังนี้

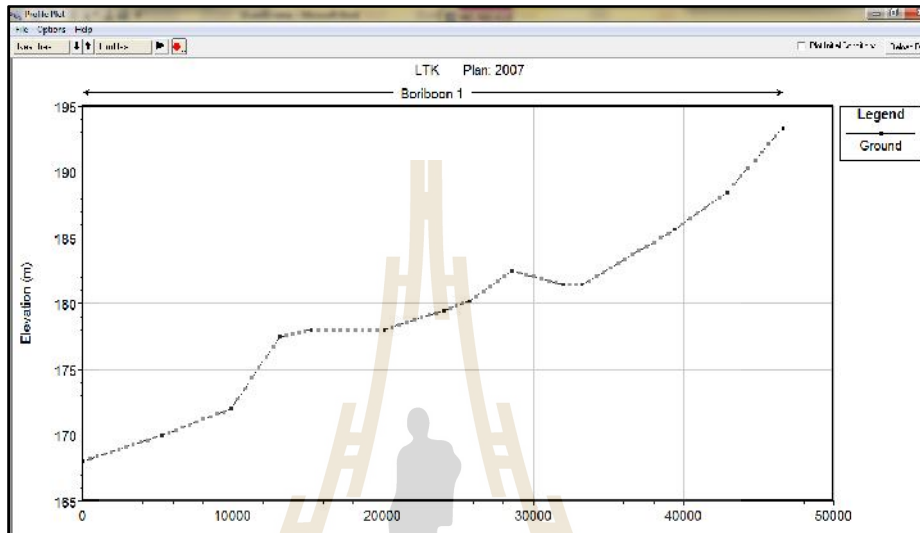
- ข้อมูลทางกายภาพ (geometric data)

ข้อมูลเส้นทางการไหลของน้ำ หน้าตัดขวางลำน้ำ ลำดับการไหลของลำน้ำ ระยะห่างระหว่างหน้าตัด ตลอดจนสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับการไหลหลากในลำน้ำ เช่น สัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Manning's n) สัมประสิทธิ์การคอดตัว (contraction) สัมประสิทธิ์การขยายตัว (expansion) เป็นต้น ข้อมูลอาคารชลศาสตร์ ซึ่งข้อมูล geometric data ถือเป็นข้อมูลหลักที่ใช้ในการจำลอง โดยการศึกษานี้ได้วิเคราะห์ลำดับและทิศทางการไหลของน้ำตามเส้นลำน้ำหลักของกลุ่มน้ำลำตะคองตอนล่าง เพื่อนำเข้าข้อมูลส่วนนี้แสดงดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ลำดับและทิศทางการไหลของน้ำตามเส้นลำน้ำหลักของกลุ่มน้ำลำตะคองตอนล่าง กรณีศึกษาก่อนมีเส้นทางผันน้ำสู่บึงพุดซา





มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ขอยกมาเป็นข้อมูลระดับน้ำที่วัดได้จากสนามด้านท้ายน้ำฝั่งลำตะคอง และใช้ข้อมูลระดับน้ำที่วัดได้จากสนาม ณ ประตูระบายน้ำจอหอเป็นข้อมูลด้านท้ายน้ำฝั่งบริบูรณ์

3.3.2 การสอบเทียบข้อมูลแบบจำลอง (Model Calibration)

จากรูปที่ 3.5 การนำเข้าข้อมูลส่วนนี้ เป็นการนำเข้าข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปี ณ สถานีวัดน้ำท่า 4 สถานี ได้แก่ M38C M177 M191 และ M164 โดยนำข้อมูลสถิติของปริมาณน้ำสูงสุดรายปีของแต่ละสถานีวัดน้ำท่ามาวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์แบบแจกแจงด้วยวิธีแจกแจงของกัมเบล ซึ่งสามารถสรุปค่าตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์หาค่าอัตราการไหลสูงสุด ณ คาบเกิดซ้ำใดๆ ดังตารางที่ 3.4 และสามารถคำนวณค่าอัตราการไหลสูงสุด ณ คาบเกิดซ้ำปริมาณน้ำสูงสุดรายปี ณ 1.25 2 5 10 20 50 100 200 และ 500 ได้ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.4 ตัวแปรค่าสหสัมพันธ์แบบแจกแจงของปริมาณน้ำท่าสูงสุดรายปีด้วยวิธีแจกแจง ของกัมเบล

ค่าตัวแปรทางสถิติ	M38C	M177	M191	M164
จำนวนของข้อมูล	39.00	12.00	3.00	6.00
ค่าเฉลี่ย	41.05	40.89	28.41	57.06
ส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย	1439.30	545.87	337.75	1531.46
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	37.94	23.36	18.38	39.13

ตารางที่ 3.5 คาบการเกิดซ้ำของปริมาณน้ำท่าสูงสุดรายปี ณ สถานีวัดน้ำท่าในกลุ่มน้ำลำตะคอง ด้วยวิธี Gumbel distribution

สถานีวัดน้ำท่า	คาบการเกิดซ้ำของปริมาณน้ำท่าสูงสุดรายปี (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)								
	1.25	2.00	5.00	10.00	20.00	50.00	100.00	200.00	500.00
M38C	7.11	35.17	72.92	97.92	121.90	152.93	176.19	199.36	229.93
M177	17.62	37.64	64.57	82.40	99.51	121.65	138.24	154.77	176.57
M191	2.58	26.64	59.01	80.44	101.00	127.61	147.55	167.42	193.63
M164	12.97	52.27	105.16	140.17	173.75	217.22	249.80	282.26	325.08

เพื่อการตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของแบบจำลอง และเพื่อให้มีความสอดคล้องของผลการศึกษา ด้วยการเปรียบเทียบค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายวันที่ได้จากแบบจำลอง และค่าปริมาณ

น้ำท่าเฉลี่ยรายวันที่ได้จากสถานีตรวจวัด โดยใช้ค่าทางสถิติมาพิจารณา ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination, R^2) ค่า Nash-Sutcliffe coefficient of efficiency (NSE) และค่าสมดุลของน้ำท่าสะสม (Water balance, WBL) ดังสมการที่ 3.1, 3.2 และสมการที่ 3.3

1. สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination, R^2) มีสมการดังนี้

$$R^2 = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^N (Q_{obs,i} - \bar{Q}_{obs}) * (Q_{sim,i} - \bar{Q}_{sim})}{\left[\sum_{i=1}^N (Q_{obs,i} - \bar{Q}_{obs})^2 * \sum_{i=1}^N (Q_{sim,i} - \bar{Q}_{sim})^2 \right]^{0.5}} \right\} \quad (3.1)$$

2. Nash-Sutcliffe coefficient of efficiency (NSE) มีสมการดังนี้

$$NSE = 1.0 - \frac{\sum_{i=1}^N (Q_{obs,i} - Q_{sim,i})^2}{\sum_{i=1}^N (Q_{obs,i} - \bar{Q}_{obs})^2} \quad (3.2)$$

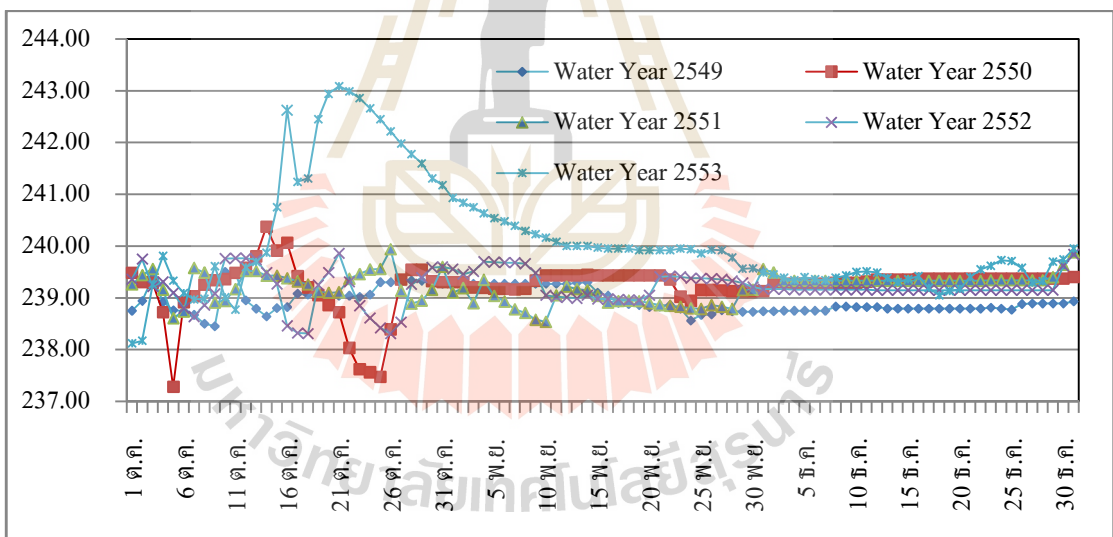
3. Root Mean Square Error (RMSE) มีสมการดังนี้

$$RMSE = \left[\frac{\sum_{i=1}^N Q_{obs,i} - \sum_{i=1}^N Q_{sim,i}}{N} \right]^{1/2} \quad (3.3)$$

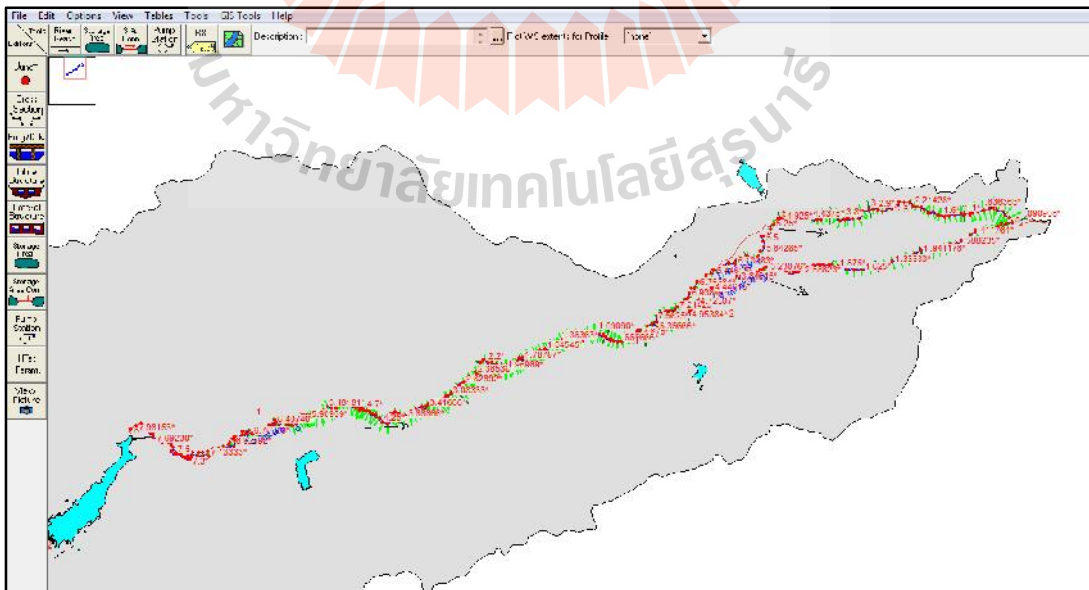
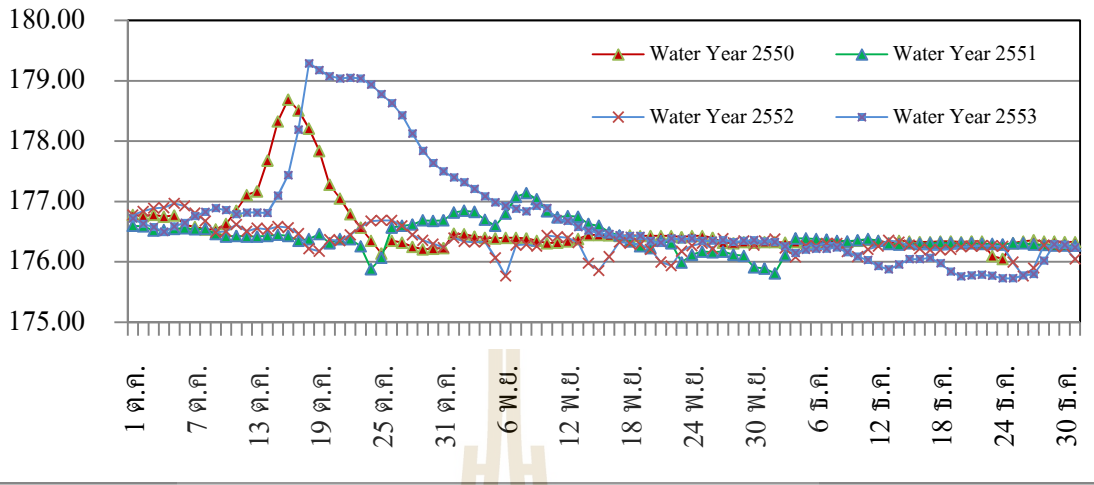
เมื่อ	$Q_{obs,i}$	คือ	ค่าปริมาณน้ำท่าตรวจวัดจริงที่เวลาใดๆ
	$Q_{sim,i}$	คือ	ค่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองที่เวลาใดๆ
	\bar{Q}_{obs}	คือ	ค่าปริมาณน้ำท่าตรวจวัดเฉลี่ยที่เวลาใดๆ
	\bar{Q}_{sim}	คือ	ค่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองเฉลี่ยที่เวลาใดๆ
	N	คือ	จำนวนข้อมูลน้ำท่าที่พิจารณาความคลาดเคลื่อน

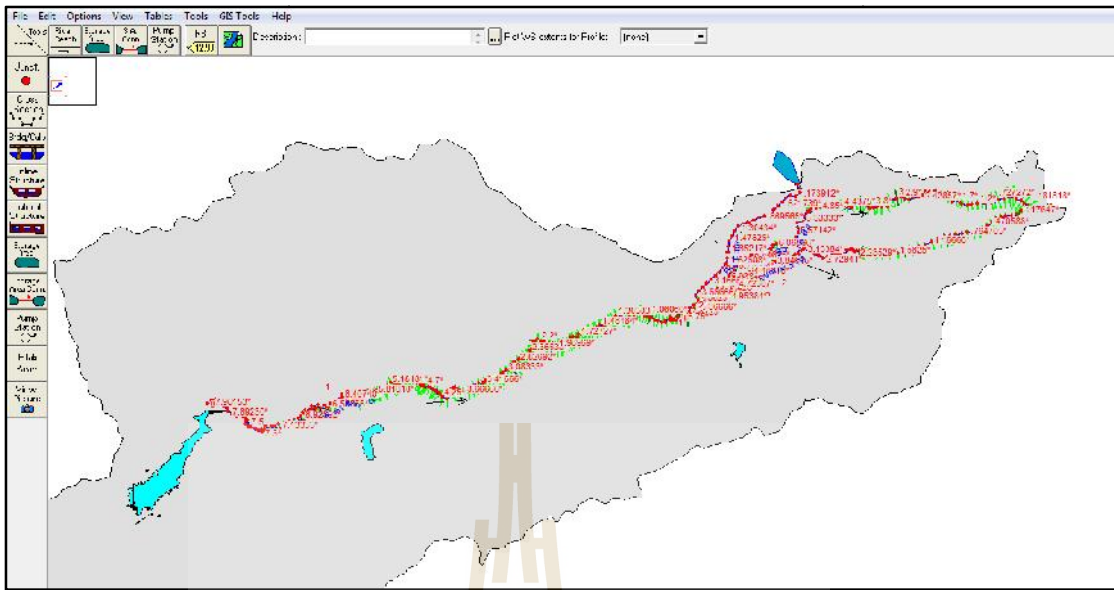
ในการสอบเทียบแบบจำลอง ค่า R^2 และ NSE ควรมีค่าเข้าใกล้ 1 ซึ่งหมายความว่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด และจากแบบจำลอง มีความสัมพันธ์แบบปฏิภาคตรงกัน แต่ถ้าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด และจากแบบจำลอง มีความสัมพันธ์แบบปฏิภาคผกผัน ในส่วนของค่า RSME มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด และจากแบบจำลอง มีความสัมพันธ์แบบปฏิภาคตรงกัน แต่ถ้าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด และจากการคำนวณ มีความสัมพันธ์แบบปฏิภาคผกผัน เมื่อพิจารณาแล้วว่าไม่อยู่ในเกณฑ์รับได้ ให้ดำเนินการปรับค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Manning's n) ณ สถานีที่หน้าตัดขวางลำน้ำที่พิจารณา

3.3.3 การตรวจพิสูจน์แบบจำลอง (Model Validation)

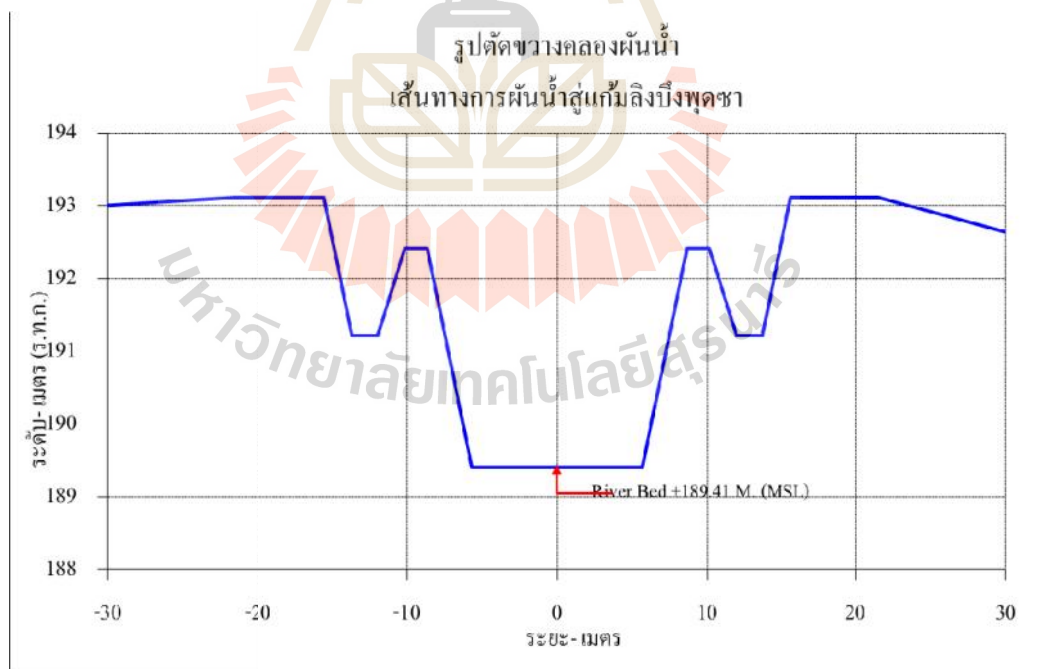


ค่าระดับน้ำรายวัน ณ สถานีวัดน้ำท่า M164





รูปที่ 3.13 แบบจำลองกรณีศึกษาหลังใช้มาตรการผันน้ำสู่แก้มลิงบึงพุดซา



รูปที่ 3.14 หน้าตัดขวางของคลองผันน้ำสู่แก้มลิงบึงพุดซา

ตารางที่ 3.6 ข้อมูลขนาดหน้าตัดคลองผันน้ำสูงแก้มลิงบึงพุดซา

ข้อมูลเส้นทางการผันน้ำสูงแก้มลิงบึงพุดซา							
กม. 0+000		กม. 3+000		กม. 3+900		กม. 12+000	
ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ	ระยะ	ระดับ
-80	192.90	-80	191.51	-80	191.3	-80	183
-60	192.99	-60	191.51	-60	191.3	-60	183
-40	192.88	-40	191.51	-40	191.3	-40	183
-21.55	193.11	-21.55	192.01	-21.55	191.8	-21.55	183.5
-15.55	193.11	-15.55	192.01	-15.55	191.8	-15.55	183.5
-13.65	191.21	-13.65	190.11	-13.65	189.9	-13.65	181.6
-11.95	191.21	-11.95	190.11	-11.95	189.9	-11.95	181.6
-10.15	192.41	-10.15	191.31	-10.15	191.1	-10.15	182.8
-8.65	192.41	-8.65	191.31	-8.65	191.1	-8.65	182.8
-5.65	189.41	-5.65	188.31	-5.65	188.1	-5.65	179.8
0	189.41	0	188.31	0	188.1	0	179.8
5.65	189.41	5.65	188.31	5.65	188.1	5.65	179.8
8.65	192.41	8.65	191.31	8.65	191.1	8.65	182.8
10.15	192.41	10.15	191.31	10.15	191.1	10.15	182.8
11.95	191.21	11.95	190.11	11.95	189.9	11.95	181.6
13.65	191.21	13.65	190.11	13.65	189.9	13.65	181.6
15.55	193.11	15.55	192.01	15.55	191.8	15.55	183.5
21.55	193.11	21.55	192.01	21.55	191.8	21.55	183.5
40	192.07	40	191.51	40	191.3	40	183
60	191.33	60	191.51	60	191.3	60	183
80	191.41	80	191.51	80	191.3	80	183

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 ผลการสอบเทียบแบบจำลอง (Model Calibration)

การศึกษานี้เป็นการจำลองการไหลในลำน้ำลำตะคองด้วยแบบจำลองทางด้านชลศาสตร์ HEC-RAS ในการสอบเทียบค่าครั้งนี้เลือกใช้การจำลองรูปแบบ steady flow ด้วยข้อมูลอัตราการไหลสูงสุดรายปี ณ สถานีวัดน้ำท่า 4 สถานี ได้แก่ M38C M177 M191 และ M164 นำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติสามารถสรุปข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์มีปริมาณข้อมูลที่นำมาใช้ รายละเอียดดังตารางที่ 4.1 และมีค่าตัวแปรทางสถิติดังตารางที่ 4.2 ได้ค่าอัตราการไหล ณ คาบการเกิดซ้ำของปริมาณน้ำสูงสุดรายปี 1.25 2 5 10 20 50 100 200 และ 500 ปี ดังตารางที่ 4.3 และแสดงผลค่าระดับน้ำตามแนวยาวของลำน้ำ ณ คาบการเกิดซ้ำของปริมาณน้ำสูงสุดรายปีต่างๆ ดังรูปที่ 4.1 ถึง รูปที่ 4.3

ในการศึกษานี้ เลือกใช้การปรับค่า Manning's n ณ หน้าตัดขวางของลำน้ำหลัก และทุ่งน้ำท่วมถึง (floodplain) เพื่อเปรียบเทียบกับความสัมพันธ์ของค่าระดับน้ำและอัตราการไหล (rating curve) ของสถานีวัดน้ำท่า ซึ่งค่า manning's n เป็นตัวแปรสำคัญของความสามารถในการไหลในลำน้ำ ทำการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลองกับค่าระดับน้ำที่วัดได้จริง ซึ่งมีผลสอบเทียบค่า manning's n ของเส้น Lamtakong1 กม.0+000 นับจากสถานีวัดน้ำท่า M38C (ท้ายเขื่อนลำตะคอง) ถึง กม.81+801.340 บริเวณจุดแยกระหว่างเส้น Lamtakong 2 กับ เส้น Boriboon มีค่า manning's n ของลำน้ำหลัก อยู่ที่ 0.035-0.055 และ manning's n ของ floodplain ซ้ายและขวา อยู่ที่ 0.060-0.075 และเส้นลำตะคอง 2 กม.81+820.680 จนถึง กม.128+126.260 ด้านเหนือประตูระบายน้ำของงาม มีค่า manning's n ของลำน้ำหลัก อยู่ที่ 0.055-0.090 และ manning's n ของ floodplain ซ้ายและขวา อยู่ที่ 0.075-0.150 ส่วนลำบริบูรณ์ มีค่า manning's n ของลำน้ำหลัก อยู่ที่ 0.035-0.045 และ manning's n ของ floodplain ซ้ายและขวา อยู่ที่ 0.055-0.065 ดังตารางที่ 4.4 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.8056 ถึง 0.9999 ค่า NSE มีค่าอยู่ระหว่าง 0.5823 ถึง 0.8929 และค่า RSME มีค่าอยู่ระหว่าง 0.0313 ถึง 0.4949 และได้กราฟแสดงความสัมพันธ์ของการสอบเทียบ ณ สถานีวัดน้ำท่า M177 M191 และ M164 ดังตารางที่ 4.5 ถึง 4.7 และกราฟแสดงค่าความแตกต่างของการปรับค่าตัวแปร ดังรูปที่ 4.4 ถึง 4.8

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลปริมาณน้ำท่าสูงสุดรายปี ณ สถานีวัดน้ำท่าภายในลุ่มน้ำศึกษา

ที่	รหัสสถานี	ปริมาณน้ำท่ารายวัน (ปี)	ช่วงของข้อมูลปริมาณ น้ำท่ารายวัน(พ.ศ.)	จำนวนข้อมูลปริมาณ น้ำท่ารายปีสูงสุด(ปี)
1	M38C	21	2525 - 2556	39
2	M177	11	2545 - 2556	12
3	M191	5	2552 - 2556	3
4	M164	11	2545 - 2556	6

ตารางที่ 4.2 ตัวแปรการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการไหลสูงสุดรายปี

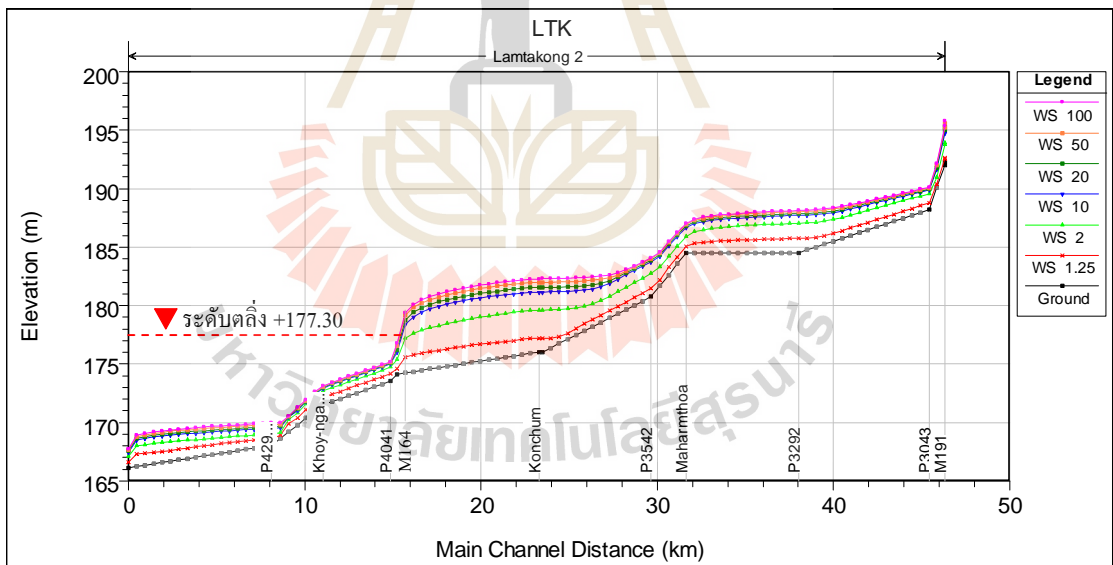
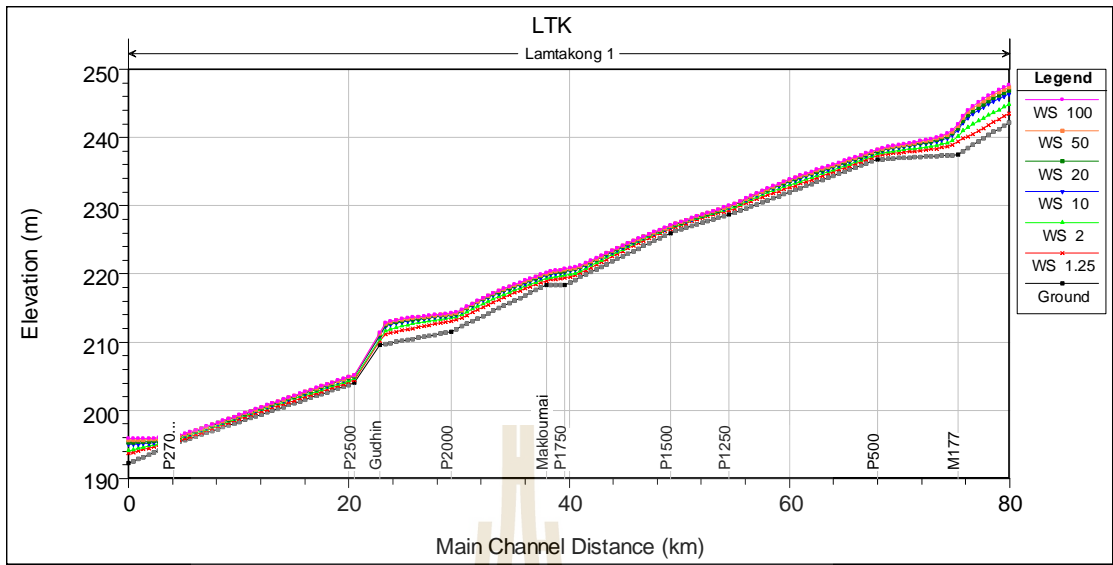
ค่าตัวแปรทางสถิติด้วยวิธี กัมเบล	M38C	M177	M191	M164
จำนวนของข้อมูล, n	39.00	12.00	3.00	6.00
ค่าเฉลี่ย, \bar{x}	41.05	40.89	28.41	57.06
ส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย, S.D.	1439.30	545.87	337.75	1531.46
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	37.94	23.36	18.38	39.13

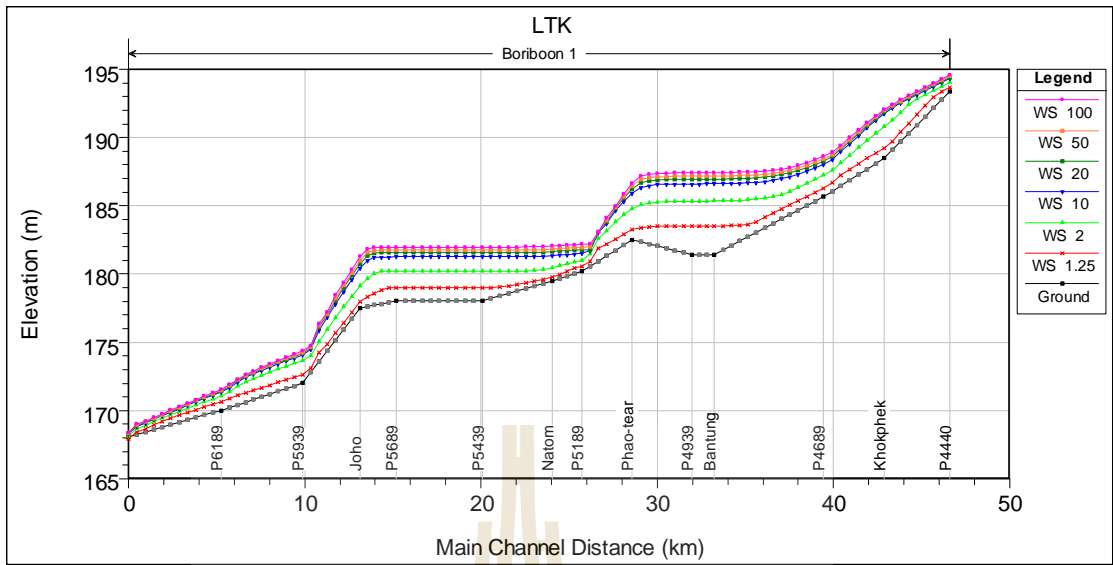
ตารางที่ 4.3 อัตราการไหล ณ คาบการเกิดซ้ำต่าง ๆ ของสถานีวัดน้ำท่า

สถานีวัดน้ำท่า	คาบการเกิดซ้ำของปริมาณน้ำท่าสูงสุดรายปี (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)								
	1.25	2.00	5.00	10.00	20.00	50.00	100.00	200.00	500.00
M38C	7.11	35.17	72.92	97.92	121.90	152.93	176.19	199.36	229.93
M177	17.62	37.64	64.57	82.40	99.51	121.65	138.24	154.77	176.57
M191	2.58	26.64	59.01	80.44	101.00	127.61	147.55	167.42	193.63
M164	12.97	52.27	105.16	140.17	173.75	217.22	249.80	282.26	325.08

ตารางที่ 4.4 การปรับค่า Manning's n ในแบบจำลอง HEC-RAS

ที่	River	Reach	Station	ปรับครั้งที่ 1			ปรับครั้งที่ 2			ปรับครั้งที่ 3			ปรับครั้งที่ 4		
				n #1	n #2	n #3	n #1	n #2	n #3	n #1	n #2	n #3	n #1	n #2	n #3
1	Boriboon	1	8	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.06	0.035	0.060
2	Boriboon	1	7.5	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.06	0.035	0.060
3	Boriboon	1	7	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.06	0.035	0.060
4	Boriboon	1	6.2	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.06	0.035	0.060
5	Boriboon	1	6	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.06	0.035	0.060
6	Boriboon	1	5.5	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.06	0.035	0.060
7	Boriboon	1	5	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.06	0.035	0.060
8	Boriboon	1	4.7	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.06	0.035	0.060
9	Boriboon	1	4	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.06	0.035	0.060
10	Boriboon	1	3	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.06	0.035	0.060
11	Boriboon	1	2.5	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.06	0.035	0.060
12	Boriboon	1	2	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.06	0.035	0.060
13	Boriboon	1	1	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.06	0.035	0.060
14	Boriboon	1	0	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.06	0.035	0.060
15	Lamtakong	1	8	0.060	0.030	0.060	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.06	0.03	0.060
16	Lamtakong	1	7.5	0.092	0.075	0.092	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.092	0.075	0.092
17	Lamtakong	1	7	0.092	0.075	0.092	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.092	0.075	0.092
18	Lamtakong	1	6	0.092	0.075	0.092	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.092	0.075	0.092
19	Lamtakong	1	5	0.092	0.075	0.092	0.092	0.075	0.092	0.060	0.035	0.060	0.092	0.075	0.092
20	Lamtakong	1	4	0.092	0.075	0.092	0.092	0.075	0.092	0.060	0.035	0.060	0.092	0.075	0.092
21	Lamtakong	1	3.7	0.075	0.045	0.075	0.075	0.045	0.075	0.060	0.035	0.060	0.06	0.035	0.060
22	Lamtakong	1	3	0.075	0.045	0.075	0.075	0.045	0.075	0.060	0.035	0.060	0.06	0.035	0.060
23	Lamtakong	1	2.2	0.075	0.045	0.075	0.075	0.045	0.075	0.060	0.035	0.060	0.06	0.035	0.060
24	Lamtakong	1	2	0.075	0.045	0.075	0.075	0.045	0.075	0.060	0.035	0.060	0.06	0.035	0.060
25	Lamtakong	1	1	0.075	0.045	0.075	0.075	0.045	0.075	0.060	0.035	0.060	0.06	0.035	0.060
26	Lamtakong	1	0	0.075	0.045	0.075	0.060	0.035	0.060	0.075	0.055	0.075	0.06	0.035	0.060
27	Lamtakong	2	7	0.075	0.045	0.075	0.060	0.035	0.060	0.075	0.055	0.075	0.06	0.035	0.060
28	Lamtakong	2	6	0.075	0.045	0.075	0.060	0.035	0.060	0.075	0.055	0.075	0.06	0.035	0.060
29	Lamtakong	2	5.5	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.075	0.055	0.075	0.06	0.035	0.060
30	Lamtakong	2	5	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.075	0.055	0.075	0.06	0.035	0.060
31	Lamtakong	2	4.4	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.06	0.035	0.060
32	Lamtakong	2	4	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.060	0.035	0.060	0.06	0.035	0.060
33	Lamtakong	2	3	0.060	0.035	0.060	0.150	0.075	0.150	0.150	0.075	0.150	0.06	0.035	0.060
34	Lamtakong	2	2.8	0.060	0.035	0.060	0.150	0.075	0.150	0.150	0.075	0.150	0.06	0.035	0.060
35	Lamtakong	2	2.2	0.110	0.090	0.110	0.150	0.075	0.150	0.150	0.075	0.150	0.06	0.035	0.060
36	Lamtakong	2	2	0.110	0.090	0.110	0.150	0.075	0.150	0.150	0.075	0.150	0.06	0.035	0.060
37	Lamtakong	2	1.5	0.110	0.090	0.110	0.150	0.075	0.150	0.150	0.075	0.150	0.06	0.035	0.060
38	Lamtakong	2	1	0.110	0.090	0.110	0.110	0.090	0.110	0.110	0.090	0.110	0.06	0.035	0.060
39	Lamtakong	2	0	0.110	0.090	0.110	0.110	0.090	0.110	0.110	0.090	0.110	0.06	0.035	0.060



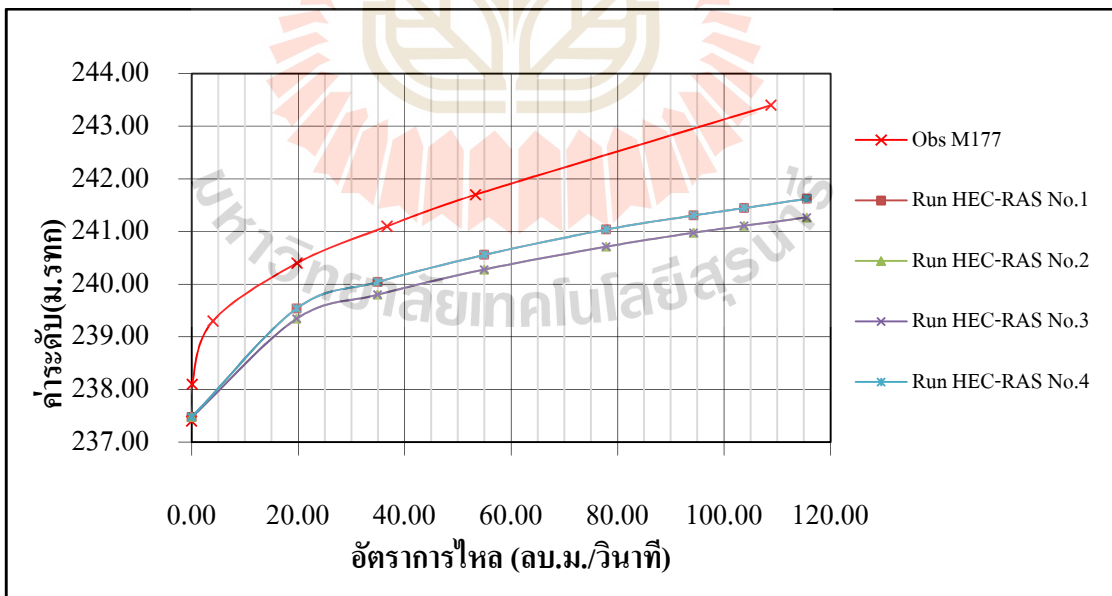


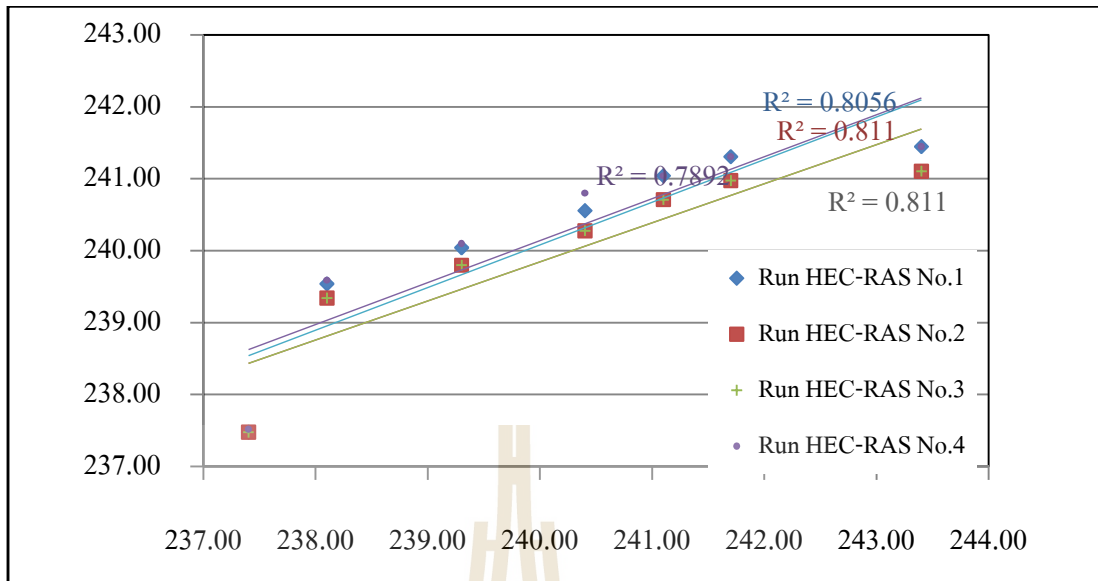
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ค่าระดับที่วัดได้จริง ณ

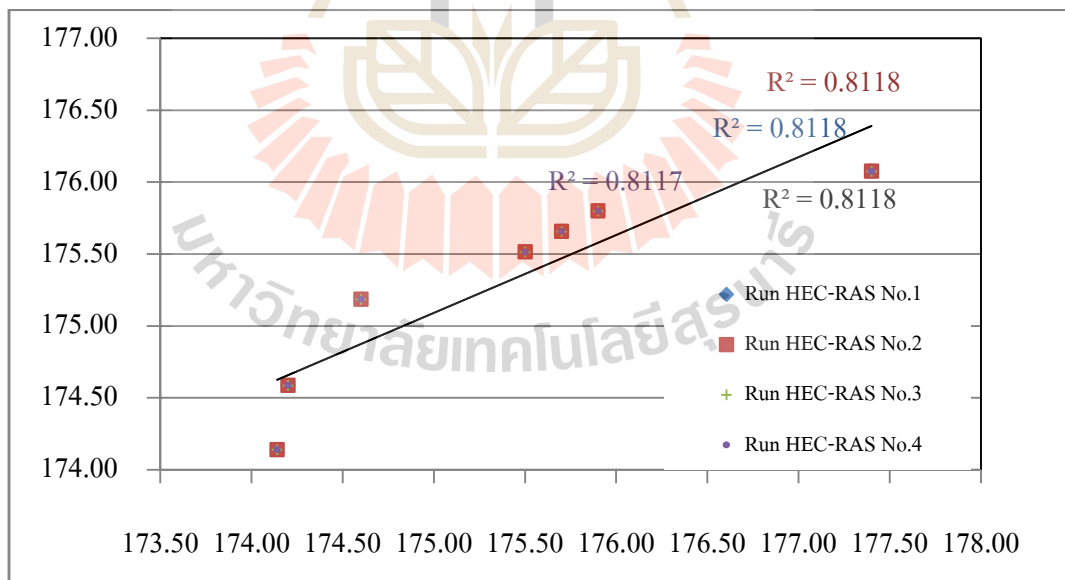
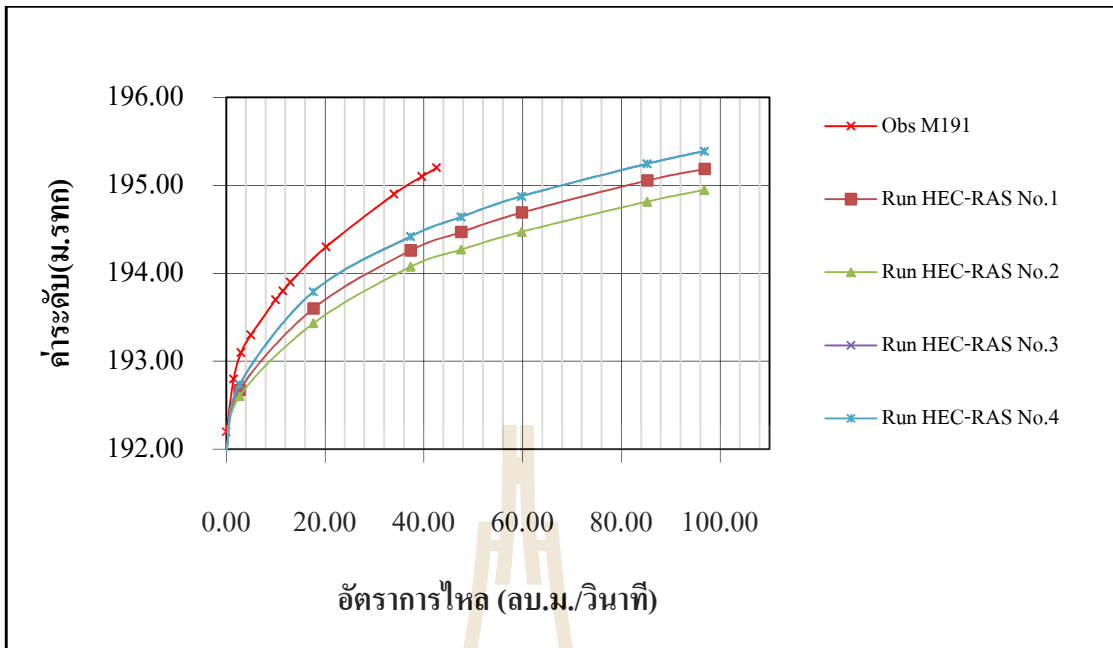
ค่าระดับที่ได้จากแบบจำลอง HEC-RAS

สถานีวัด M177	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
237.40	237.4740	237.4740	237.4740	237.4740
238.10	239.5383	239.3415	239.3415	239.5383
239.30	240.0417	239.7989	239.7989	240.0417
240.40	240.5575	240.2777	240.2777	240.5575
241.10	241.0406	240.7107	240.7107	241.0406
241.70	241.3068	240.9761	240.9761	241.3068
243.40	241.4479	241.1065	241.1065	241.4479
R ² (เข้าใกล้ 1)	0.8056	0.8110	0.8110	0.8056
NSE(เข้าใกล้ 1)	0.9999	0.5823	0.5823	0.9999
RSME(เข้าใกล้ 0)	0.0313	0.4949	0.4949	0.0313





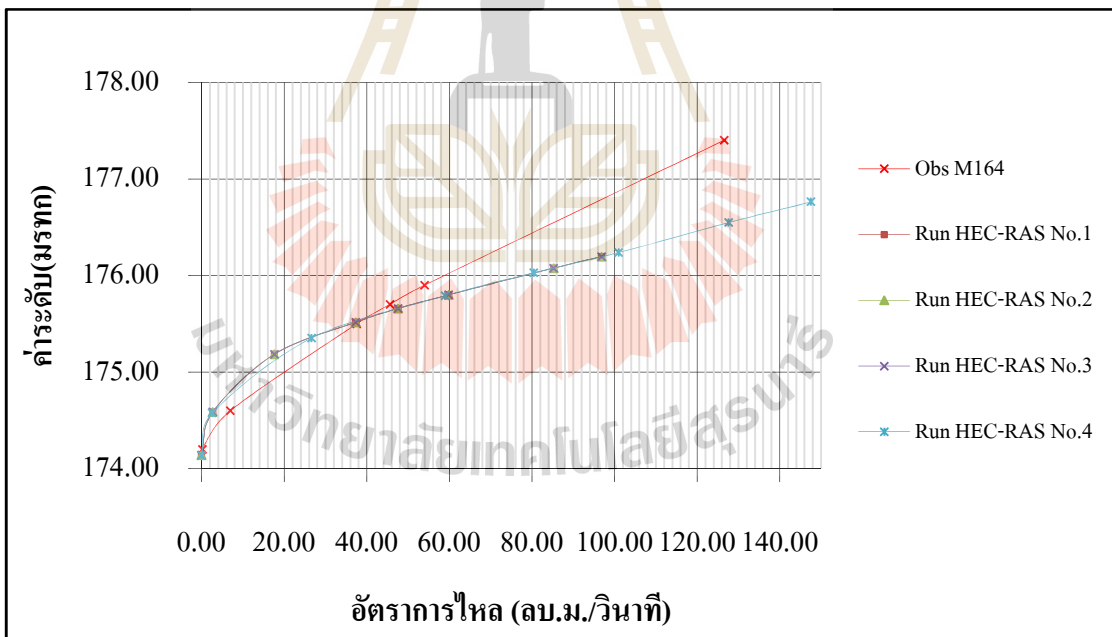
ค่าระดับที่วัดได้จริง ณ สถานีวัด M191	ค่าระดับที่ได้จากแบบจำลอง HEC-RAS			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
192.2	191.9801	191.9801	191.9801	191.9801
192.95	192.6723	192.6021	192.7343	192.7343
194.15	193.5993	193.4305	193.7909	193.7909
195.05	194.2594	194.0735	194.4184	194.4173
195.5	194.4682	194.2676	194.64	194.64
R ² (เข้าใจ 1)	0.9951	0.9964	0.9916	0.9916
NSE(เข้าใจ 1)	0.8124	0.8211	0.8043	0.8043
RSME(เข้าใจ 0)	0.0312	0.4949	0.4949	0.0312

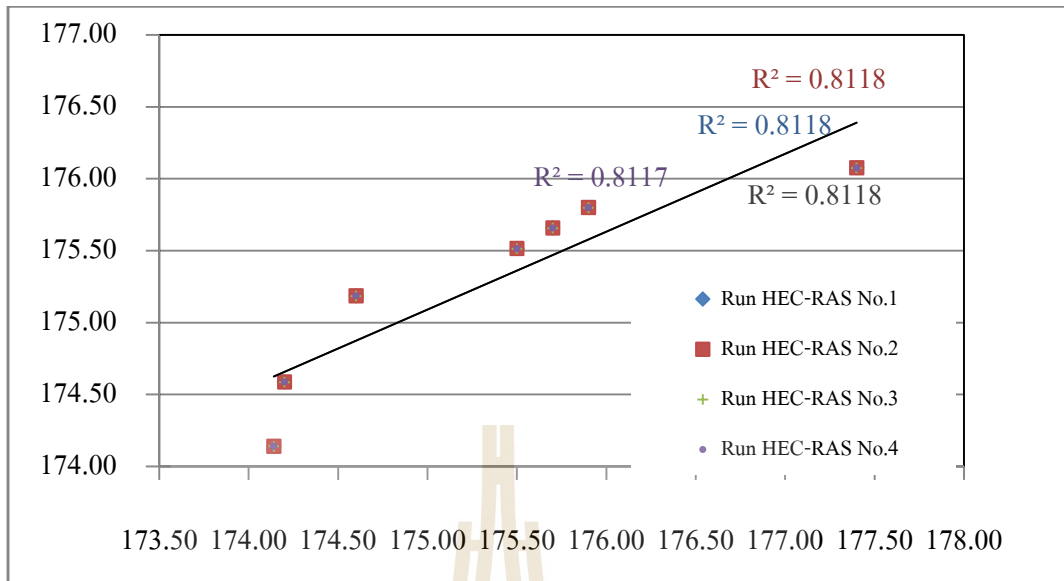


ค่าระดับที่วัดได้จริง ณ สถานีวัด M164

ค่าระดับที่ได้จากแบบจำลอง HEC-RAS

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
174.14	174.1399	174.1399	174.1399	174.1399
174.20	174.5868	174.5868	174.5868	174.5868
174.60	175.1855	175.1855	175.1855	175.1855
175.50	175.5147	175.5147	175.5147	175.5147
175.70	175.6576	175.6576	175.6576	175.6576
175.90	175.7991	175.7991	175.7991	175.7991
177.40	176.0758	176.0758	176.0758	176.0756
R^2 (เข้าใกล้ 1)	0.8118	0.8117	0.8117	0.8118
NSE(เข้าใกล้ 1)	0.8929	0.8929	0.8929	0.8928
RSME(เข้าใกล้ 0)	0.2620	0.2620	0.2620	0.2621





การสอบเทียบ

สถานี	Correlation Coefficient, R^2	Nash-Sutcliffe coefficient of efficiency, NSE	Root Squared Mean Error, RSME
M.177	0.8056	0.9999	0.0313
M191	0.9916	0.8043	0.0312
M.164	0.8118	0.8928	0.2621

แบบจำลอง R^2 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.825-0.897 NSE มีค่าอยู่ระหว่าง 0.877 – 0.972 และ RSME มีค่าอยู่ระหว่าง 0.017 – 0.409 ดังตารางที่ 4.10 และสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างได้ ดังรูปที่ 4.11 ถึง 4.12

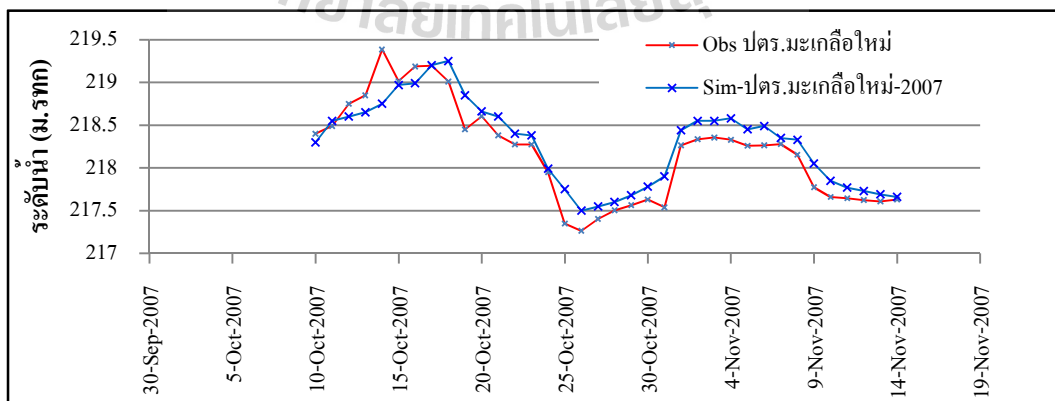
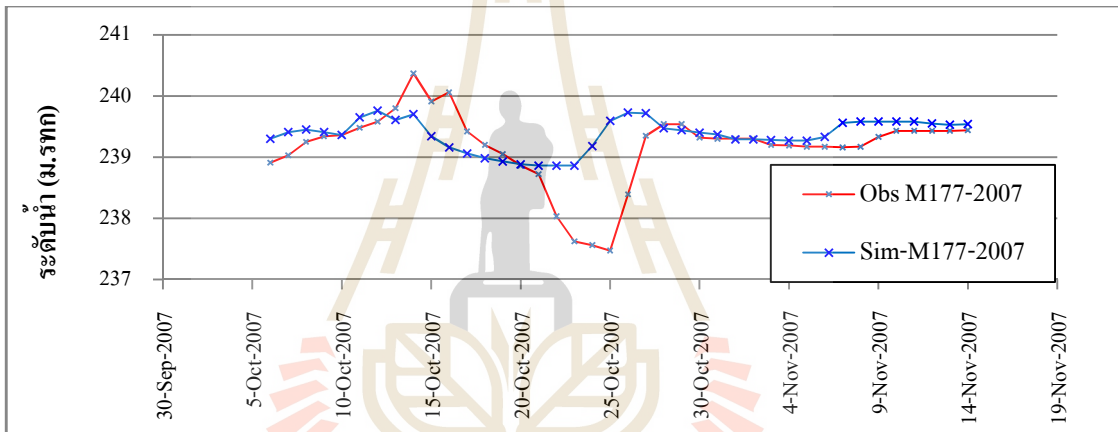
ตารางที่ 4.9 ผลการตรวจพิสูจน์ค่าระดับน้ำที่ได้จากการวัดจริงกับค่าระดับน้ำจากแบบจำลอง

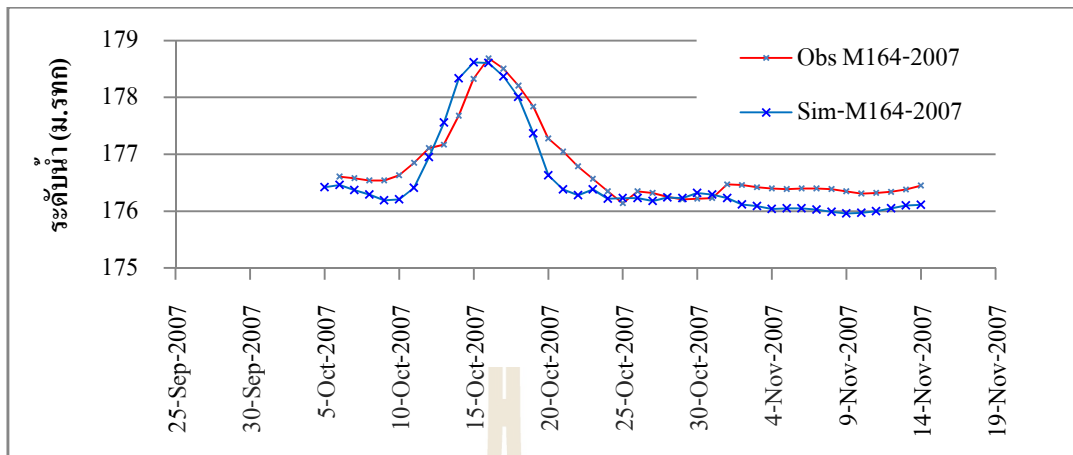
วันที่	Obs-M177	Sim-M177	Obs-ปตร. มะเกลือ ใหม่	Sim-ปตร. มะเกลือ ใหม่	Obs-M164	Sim-M164
10 ต.ค. 50	245.55	218.25	218.4	218.25	176.63	176.21
11 ต.ค. 50	245.51	218.5	218.49	218.5	176.85	176.41
12 ต.ค. 50	245.45	218.55	218.75	218.55	177.11	176.95
13 ต.ค. 50	245.8	218.6	218.85	218.6	177.17	177.56
14 ต.ค. 50	245.91	218.7	219.385	218.7	177.68	178.34
15 ต.ค. 50	245.72	218.92	219.015	218.92	178.33	178.62
16 ต.ค. 50	245.85	218.94	219.185	218.94	178.69	178.61
17 ต.ค. 50	245.4	219.15	219.195	219.15	178.51	178.37
18 ต.ค. 50	245.22	219.2	219.01	219.2	178.21	178.01
19 ต.ค. 50	245.13	218.8	218.45	218.8	177.84	177.37
20 ต.ค. 50	245.06	218.61	218.605	218.61	177.28	176.63
21 ต.ค. 50	245.01	218.55	218.38	218.55	177.05	176.38
22 ต.ค. 50	244.93	218.35	218.275	218.35	176.79	176.28
23 ต.ค. 50	244.92	218.33	218.275	218.33	176.57	176.38
24 ต.ค. 50	244.92	217.94	217.95	217.94	176.35	176.22
25 ต.ค. 50	244.91	217.7	217.35	217.7	176.14	176.23
26 ต.ค. 50	245.3	217.45	217.265	217.45	176.35	176.23
27 ต.ค. 50	245.74	217.5	217.405	217.5	176.32	176.18
28 ต.ค. 50	245.88	217.55	217.505	217.55	176.25	176.24
29 ต.ค. 50	245.86	217.63	217.565	217.63	176.21	176.23

วันที่	Obs-M177	Sim-M177	Obs-ปตร. มะเกลือ ใหม่	Sim-ปตร. มะเกลือ ใหม่	Obs-M164	Sim-M164
30 ต.ค. 50	245.55	217.73	217.63	217.73	176.22	176.32
31 ต.ค. 50	245.54	217.85	217.54	217.85	176.23	176.29
1 พ.ย. 50	245.50	218.39	218.265	218.39	176.47	176.23
2 พ.ย. 50	245.47	218.5	218.335	218.50	176.46	176.12
3 พ.ย. 50	245.38	218.50	218.355	218.50	176.42	176.09
4 พ.ย. 50	245.38	218.53	218.33	218.53	176.4	176.04
5 พ.ย. 50	245.37	218.40	218.26	218.4	176.39	176.05
6 พ.ย. 50	245.36	218.44	218.26	218.44	176.40	176.05
7 พ.ย. 50	245.36	218.30	218.28	218.3	176.40	176.03
8 พ.ย. 50	245.43	218.28	218.155	218.28	176.39	175.99
9 พ.ย. 50	245.70	218.00	217.775	218.00	176.35	175.96
10 พ.ย. 50	245.70	217.80	217.66	217.80	176.31	175.97
11 พ.ย. 50	245.70	217.72	217.645	217.72	176.32	176.00
12 พ.ย. 50	245.70	217.68	217.625	217.68	176.34	176.05
13 พ.ย. 50	245.70	217.64	217.61	217.64	176.38	176.10
14 พ.ย. 50	245.67	217.61	217.63	217.61	176.45	176.11

การสอบเทียบ

สถานี	ช่วงเวลา	Correlation Coefficient, R^2	Nash-Sutcliffe coefficient of efficiency, NSE	Root Squared Mean Error, RSME
M.177	2550	0.825	0.987	0.409
ปตร.มะเกลือใหม่	2550	0.897	0.877	0.017
M.164	2550	0.873	0.972	0.035

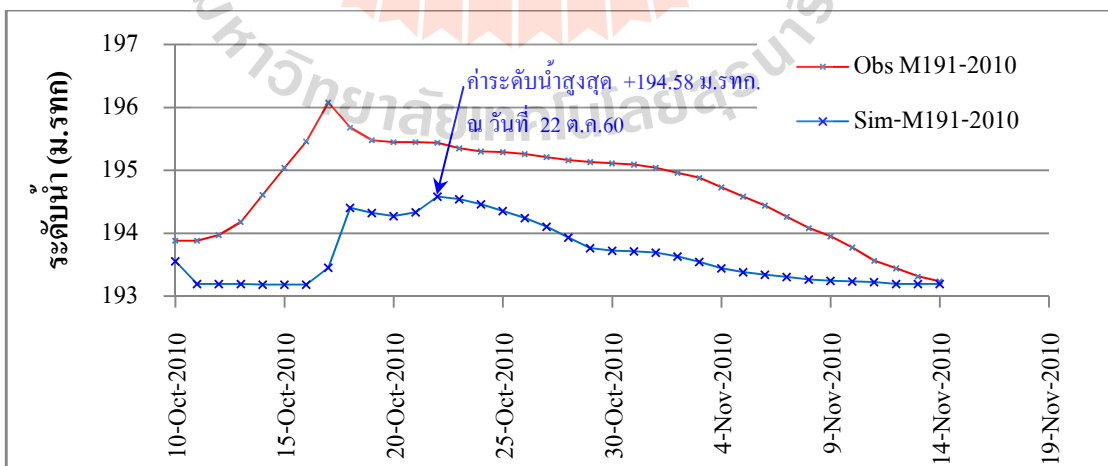
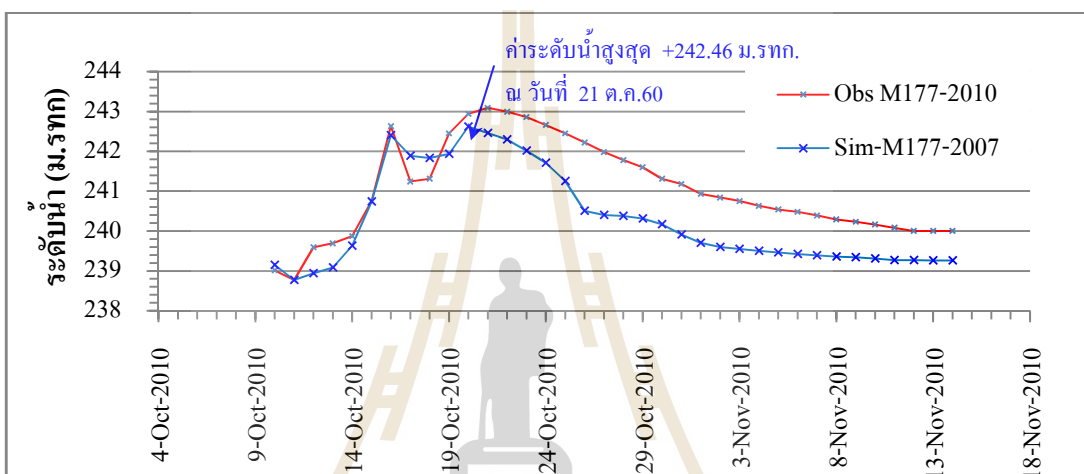


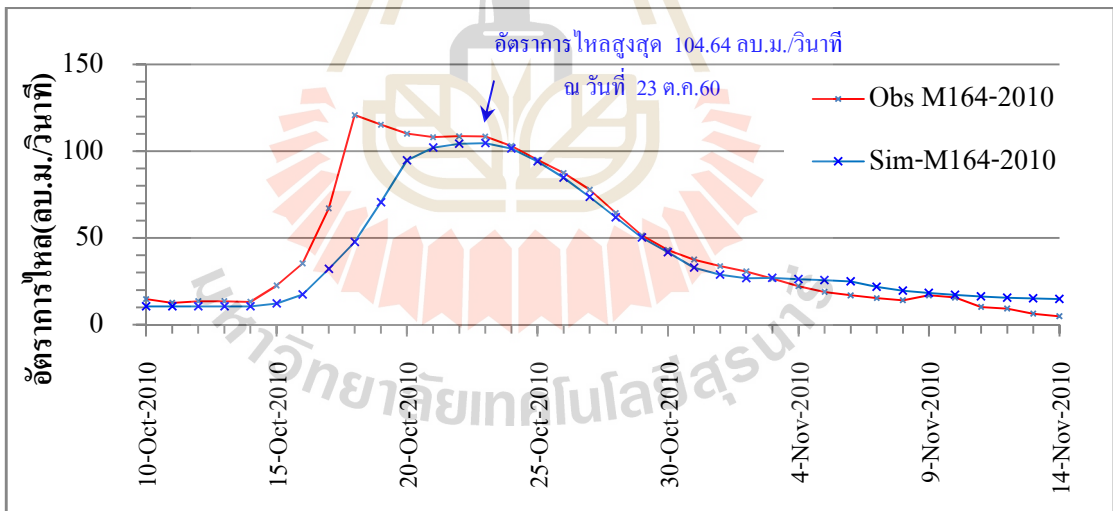
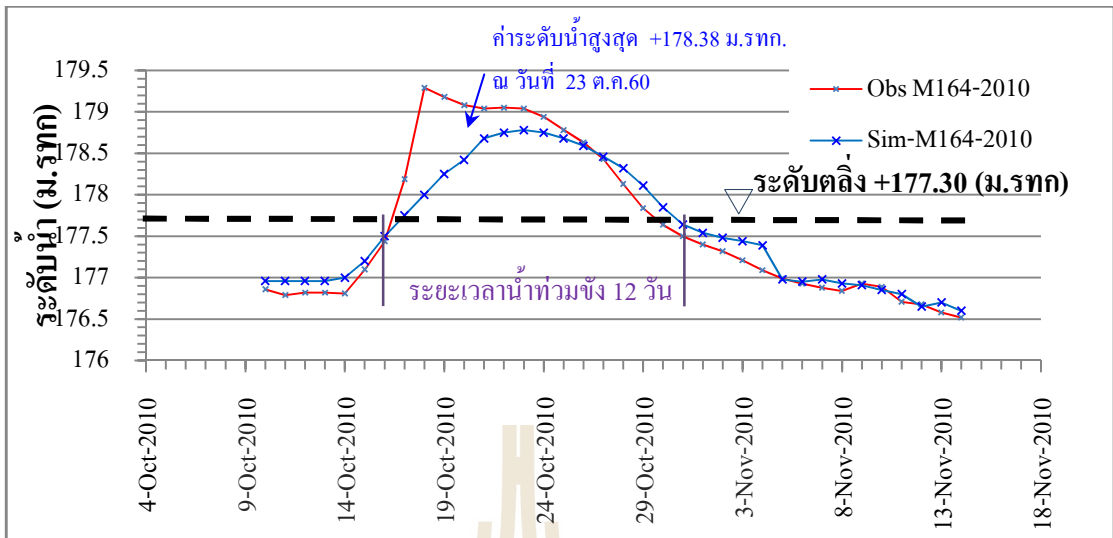


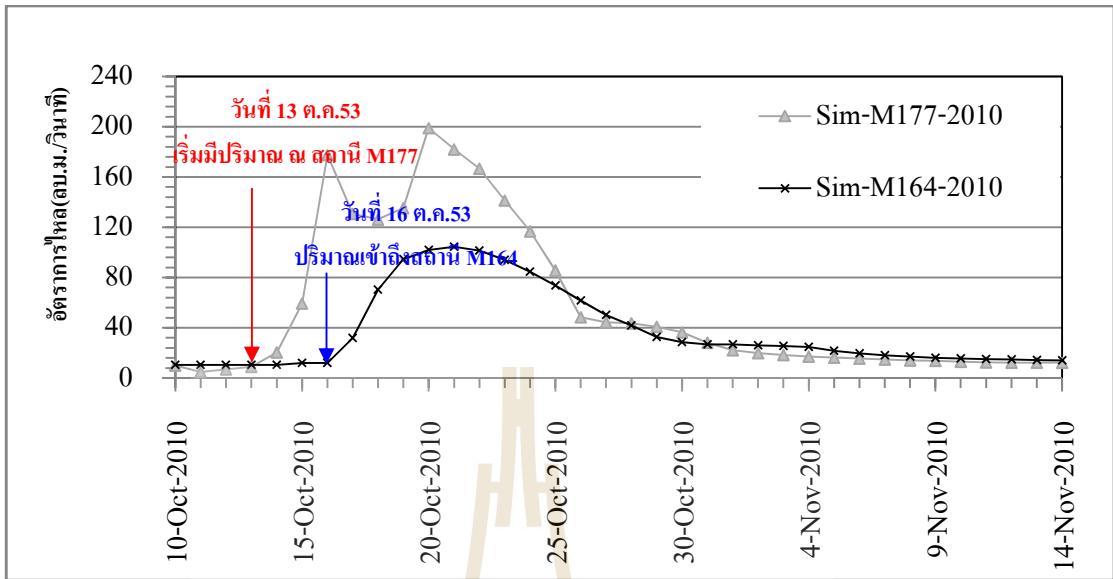
วันที่	Obs-M177	Sim-M177	Obs-M191	Sim-M191	Obs-M164	Wssim
10 ต.ค. 53	239.01	239.15	193.88	193.55	176.86	176.55
11 ต.ค. 53	238.77	238.77	193.88	193.19	176.79	176.56
12 ต.ค. 53	239.59	238.94	193.97	193.19	176.82	176.56
13 ต.ค. 53	239.69	239.08	194.18	193.19	176.82	176.57
14 ต.ค. 53	239.87	239.63	194.61	193.18	176.81	176.57
15 ต.ค. 53	240.75	240.74	195.04	193.18	177.1	176.56

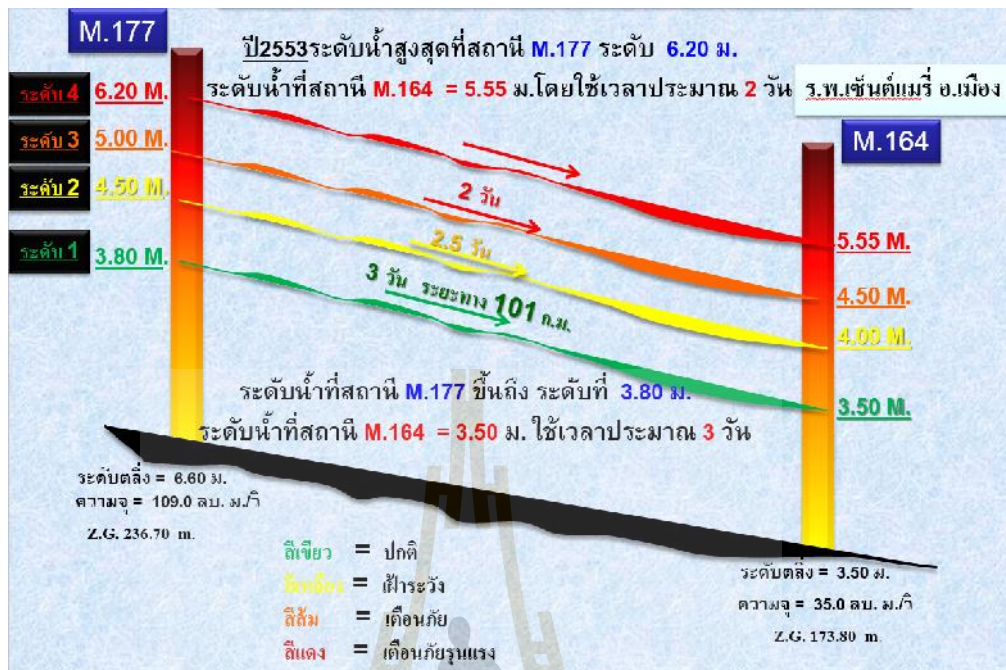
วันที่	Obs-M177	Sim-M177	Obs-M191	Sim-M191	Obs-M164	Wssim
16 ต.ค. 53	242.63	242.4	195.46	193.18	177.44	176.56
17 ต.ค. 53	241.24	241.89	196.08	193.45	178.19	176.56
18 ต.ค. 53	241.31	241.83	195.68	194.4	179.29	176.56
19 ต.ค. 53	242.45	241.94	195.48	194.32	179.18	176.56
20 ต.ค. 53	242.94	242.62	195.45	194.27	179.08	176.56
21 ต.ค. 53	243.09	242.46	195.45	194.33	179.04	176.56
22 ต.ค. 53	242.99	242.3	195.44	194.58	179.05	176.56
23 ต.ค. 53	242.86	242.02	195.35	194.54	179.04	176.6
24 ต.ค. 53	242.66	241.71	195.3	194.46	178.94	176.8
25 ต.ค. 53	242.45	241.25	195.29	194.35	178.78	177.1
26 ต.ค. 53	242.22	240.51	195.26	194.24	178.63	177.35
27 ต.ค. 53	241.98	240.4	195.21	194.1	178.43	177.6
28 ต.ค. 53	241.78	240.38	195.16	193.93	178.13	177.85
29 ต.ค. 53	241.6	240.31	195.13	193.76	177.84	178.02
30 ต.ค. 53	241.31	240.17	195.11	193.72	177.64	178.28
31 ต.ค. 53	241.18	239.91	195.09	193.71	177.5	178.35
1 พ.ย. 53	240.93	239.7	195.04	193.69	177.4	178.38
2 พ.ย. 53	240.84	239.6	194.96	193.63	177.32	178.35
3 พ.ย. 53	240.75	239.55	194.88	193.54	177.21	178.28
4 พ.ย. 53	240.63	239.5	194.73	193.44	177.09	178.19
5 พ.ย. 53	240.54	239.46	194.58	193.38	176.99	178.06
6 พ.ย. 53	240.48	239.42	194.44	193.34	176.93	177.92
7 พ.ย. 53	240.39	239.39	194.26	193.3	176.88	177.71
8 พ.ย. 53	240.29	239.36	194.08	193.26	176.84	177.45
9 พ.ย. 53	240.23	239.34	193.95	193.24	176.93	177.24
10 พ.ย. 53	240.16	239.31	193.77	193.23	176.89	177.14

วันที่	Obs-M177	Sim-M177	Obs-M191	Sim-M191	Obs-M164	Wssim
11 พ.ย. 53	240.08	239.27	193.56	193.22	176.71	177.08
12 พ.ย. 53	240	239.27	193.44	193.19	176.68	177.04
13 พ.ย. 53	240	239.26	193.31	193.19	176.58	176.99
14 พ.ย. 53	240	239.26	193.23	193.19	176.52	176.98



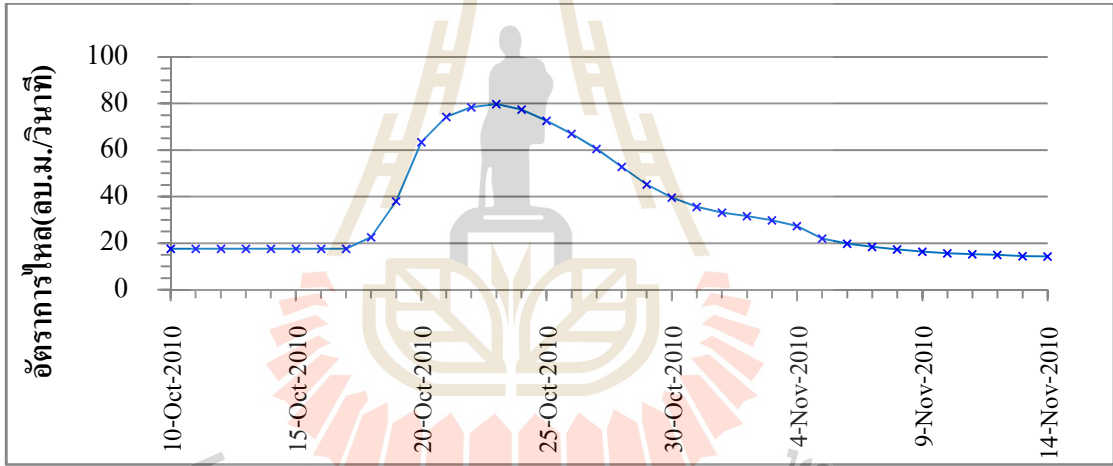
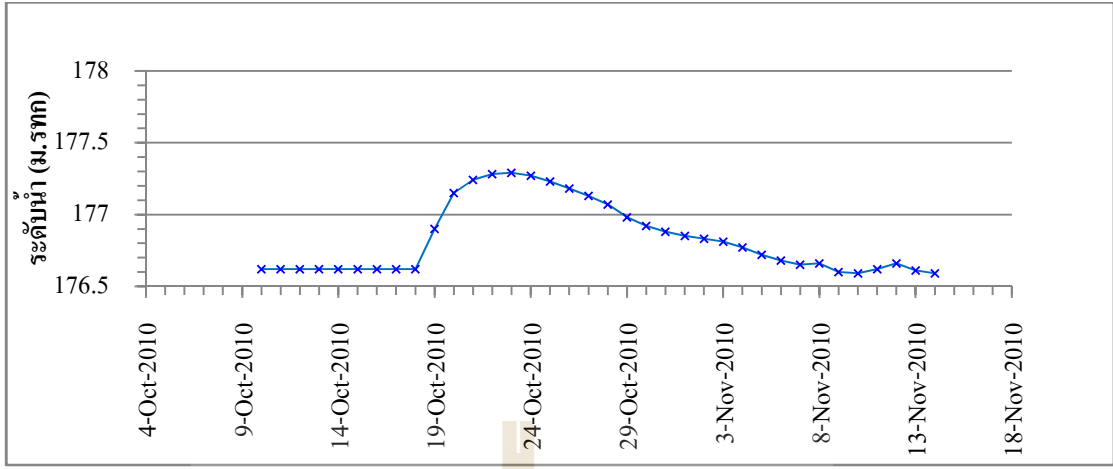






ตารางที่ 4.12 ผลการจำลองค่าระดับน้ำที่จากแบบจำลองกรณีที่ 2

วันที่	สถานีวัดน้ำท่า M164		วันที่	สถานีวัดน้ำท่า M164	
	ค่าระดับน้ำ (ม.รทก.)	อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)		ค่าระดับน้ำ (ม.รทก.)	อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)
10 ต.ค. 53	176.62	17.53	28 ต.ค. 53	177.07	52.76
11 ต.ค. 53	176.62	17.53	29 ต.ค. 53	176.98	45.26
12 ต.ค. 53	176.62	17.53	30 ต.ค. 53	176.92	39.62
13 ต.ค. 53	176.62	17.53	31 ต.ค. 53	176.88	35.56
14 ต.ค. 53	176.62	17.53	1 พ.ย. 53	176.85	33.09
15 ต.ค. 53	176.62	17.53	2 พ.ย. 53	176.83	31.62
16 ต.ค. 53	176.62	17.53	3 พ.ย. 53	176.81	29.75
17 ต.ค. 53	176.62	17.53	4 พ.ย. 53	176.77	27.29
18 ต.ค. 53	176.62	22.5	5 พ.ย. 53	176.72	21.92
19 ต.ค. 53	176.9	37.99	6 พ.ย. 53	176.68	19.71
20 ต.ค. 53	177.15	63.41	7 พ.ย. 53	176.65	18.34
21 ต.ค. 53	177.24	74.29	8 พ.ย. 53	176.66	17.24
22 ต.ค. 53	177.28	78.3	9 พ.ย. 53	176.6	16.28
23 ต.ค. 53	177.29	79.74	10 พ.ย. 53	176.59	15.58
24 ต.ค. 53	177.27	77.34	11 พ.ย. 53	176.62	15.24
25 ต.ค. 53	177.23	72.61	12 พ.ย. 53	176.66	14.9
26 ต.ค. 53	177.18	66.91	13 พ.ย. 53	176.61	14.39
27 ต.ค. 53	177.13	60.48	14 พ.ย. 53	176.59	14.26



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการจำลองสภาพการไหลของน้ำของเหตุการณ์น้ำท่วมเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ด้วยแบบจำลอง HEC-RAS ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคองเป็นพื้นที่ที่ประสบปัญหาอุทกภัยน้ำท่วมขังอยู่บ่อยครั้ง อันเกิดจากสภาวะที่น้ำไหลเอ่อล้นตลิ่ง แบบจำลอง HEC-RAS เป็นจำลองที่ใช้ข้อมูลหน้าตัดลำน้ำนำเข้าไปในแบบจำลองสภาพการไหลในลำน้ำซึ่งรวมถึงทุ่งน้ำท่วมถึง ซึ่งจากข้อมูลหน้าตัดของการศึกษานี้ไม่เพียงพอจึงอาศัยการนำเข้าข้อมูลความสูงเชิงตัวเลข DEM ของลุ่มน้ำลำตะคองหาขนาดและมิติของหน้าตัดขวางลำน้ำในส่วนของคุณลักษณะเส้นลำน้ำลำตะคองที่มีระห่างเกิน 10 กิโลเมตร และทำการต่อข้อมูลทุ่งน้ำท่วมเพื่อการจำลองการขยายตัวของน้ำท่วม แล้วทำการเชื่อมโยงนำเข้าข้อมูลหน้าตัดขวางเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูล geometric data ในการนำมาวิเคราะห์ค่าระดับน้ำ และอัตราการไหล ทั้งแบบ steady flow และ unsteady flow ในแบบจำลอง HEC-RAS ซึ่งสามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

5.1.1 ผลการสอบเทียบแบบจำลอง

ในการประยุกต์ใช้แบบจำลอง HEC-RAS เป็นการแบบจำลองสภาพการไหลในลำน้ำ สอบเทียบแบบจำลองจากการปรับค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของท้องน้ำ Manning's n ณ หน้าตัดขวางของลำน้ำหลัก และทุ่งน้ำท่วมถึง (floodplain) ของสถานีวัดน้ำท่า โดยเปรียบเทียบกับความสัมพันธ์ของค่าระดับน้ำและอัตราการไหล (Rating Curve) ของสถานีวัดน้ำท่า จำนวน 3 สถานี ได้แก่ สถานีวัดน้ำท่า M177 M191 และ M164 ด้วยการจำลองข้อมูลแบบการไหลคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ซึ่งใช้ข้อมูลทางสถิติของข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปี มาวิเคราะห์คาบการเกิดซ้ำ ด้วยวิธีการแจกแจงของกัมเบล และเลือกใช้ข้อมูลอัตราการไหลสูงสุดรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำที่ 1.25 2 5 10 20 50 100 200 และ 500 ปี ได้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.8056 ถึง 0.9999 ค่า NSE มีค่าอยู่ระหว่าง 0.5823 ถึง 0.8929 และค่า RSME มีค่าอยู่ระหว่าง 0.0313 ถึง 0.4

การพิจารณาผลการจำลองตามแนวยาวของลำน้ำ Lamtakong2 เพื่อการเฝ้าระวังและเตือนภัยน้ำท่วมของเขตเทศบาลนครราชสีมาจากผลการจำลองนี้ พบว่า ณ คาบการเกิดซ้ำ 2 ปี เป็นคาบเกิดซ้ำที่เหมาะสมกับการเฝ้าระวังและเตือนภัยในพื้นที่ศึกษามากที่สุด ซึ่งมีผลการจำลอง

ณ สถานีวัด M177 ที่อัตราการไหล 37.67 ลูกบาศก์เมตร/วินาที มีค่าระดับน้ำอยู่ที่ +241.00 เมตร (รทก.) และณ สถานีวัด M164 ที่อัตราการไหล 52.27 ลูกบาศก์เมตร/วินาที มีค่าระดับน้ำอยู่ที่ +177.35 เมตร(รทก.) ซึ่งสูงกว่าระดับตลิ่ง +177.30 เมตร(รทก.) 5 เซนติเมตร

5.1.2 ผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง

จากการสอบเทียบพิสูจน์แบบจำลองด้วยการจำลองสภาพพฤติกรรมการไหลในลำน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ และอัตราการไหลตลอดเวลา (unsteady flow) โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำ ณ วันที่ 10 ตุลาคม 2553 ถึงวันที่ 14 พฤศจิกายน 2553 และทำการตรวจพิสูจน์ค่าระดับน้ำ และอัตราการไหล จำนวน 4 สถานี ได้แก่ สถานีวัดน้ำท่า M177 ปตร.มะเกลือใหม่ และ M164 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ผลการตรวจพิสูจน์พบว่า แบบจำลอง R^2 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.825-0.897 NSE มีค่าอยู่ระหว่าง 0.877 – 0.972 และ RSME มีค่าอยู่ระหว่าง 0.017 – 0.409

5.1.3 ผลการจำลองสภาพเหตุการณ์ตามแนวทางการศึกษาที่กำหนด

ผลที่ได้จากแบบจำลองสภาพการไหลในลำน้ำด้วยเหตุการณ์น้ำท่วมปี พ.ศ.2553 ตั้งแต่วันที่ 10 ตุลาคม 2553 ถึงวันที่ 14 พฤศจิกายน 2553 ซึ่งจำลองสภาพการไหลในลำน้ำออกเป็น 2 กรณี ได้ผลการศึกษาดังนี้

กรณีที่ 1 กรณีจำลองเหตุการณ์น้ำท่วม ก่อนใช้มาตรการคลองผันน้ำสู่แก้มลิงบึงพุดซา โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าตั้งแต่วันที่ 10 ตุลาคม 2553 ถึงวันที่ 14 พฤศจิกายน 2553 ผลที่ได้คือมีค่าระดับน้ำสูงสุด ณ สถานีวัดน้ำท่า M177 อยู่ที่ +242.42 ม.รทก. ในวันที่ 21 ตุลาคม 2553 ค่าระดับน้ำสูงสุด ณ สถานีวัดน้ำท่า M191 อยู่ที่ +194.58 ม.รทก. ในวันที่ 22 ตุลาคม 2553 และ ค่าระดับน้ำสูงสุด ณ สถานีวัดน้ำท่า M164 อยู่ที่ +178.78 ม.รทก. ในวันที่ 23 ตุลาคม 2553 อัตราการไหลสูงสุด 104.64 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที พบว่าสูงกว่าตลิ่งของสถานี M164 เท่ากับ 1.48 เมตร เมื่อรวมสูงของระดับน้ำจากท้องคลอง มีค่าเท่ากับ 4.68 เมตร และเมื่อพิจารณาการเคลื่อนตัวของปริมาณน้ำจากสถานี M177 ถึง M164 พบว่า แบบจำลองสามารถจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำสอดคล้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง

กรณีที่ 2 กรณีจำลองเหตุการณ์น้ำท่วม หลังใช้มาตรการคลองผันน้ำสู่แก้มลิงบึงพุดซา โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าตั้งแต่วันที่ 10 ตุลาคม 2553 ถึงวันที่ 14 พฤศจิกายน 2553 และจำลองคลองผันน้ำ ณ ทางแยกหน้าประตูระบายน้ำโคกแฝก ผลที่ได้คือ ณ สถานีวัดน้ำท่า M164 มีค่าระดับน้ำอยู่ที่ +177.29 ม.รทก. ในวันที่ 23 ตุลาคม 2553 อัตราการไหลสูงสุด 79.74 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และระดับน้ำต่ำกว่าตลิ่งของสถานี M164 เท่ากับ 0.01 เมตร ซึ่งถือว่าไม่เกิดการท่วมขังบนที่ราบสองฝั่ง และเมื่อพิจารณาการเคลื่อนตัวของปริมาณน้ำจากสถานี M177 ถึง M164 พบว่า

แบบจำลองเมื่อเพิ่มระบบการผันน้ำการเคลื่อนตัวของน้ำในลำน้ำหลักสามารถลดอัตราการไหลสูงสุดในลำน้ำหลักของลำตะคองได้จริง

จากการศึกษาแนวทางการบรรเทาอุทกภัยออกนอกเขตเทศบาลนครนครราชสีมา จากการศึกษาพบว่า ค่าระดับน้ำสูงสุดกรณีที่ 2 สามารถลดระดับน้ำท่วมสูงสุดจาก +177.78 ม.รทก. เหลือเพียง +177.29 ม.รทก. หรือลดลง 1.49 เมตร และสามารถลดอัตราการไหลจาก 104.64 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เหลือเพียง 79.74 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที หรือลดลง 24.90 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ดังนั้นจึงสามารถอธิบายได้ว่า แนวทางในการใช้คลองผันน้ำออกนอกเขตเทศบาลนครนครราชสีมา สามารถบรรเทาปัญหาอุทกภัยเขตเทศบาลนครนครราชสีมาได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ข้อมูลอุทกวิทยา เป็นข้อมูลนำเข้าส่วนในการจำลองสภาพการไหลในลำน้ำไม่เพียงพอ ทำให้การจำลองสภาพการไหลในลำน้ำด้วยแบบจำลอง HEC-RAS มีผลไม่สอดคล้องกับค่าที่ได้จากการวัด เนื่องจากลำน้ำในกลุ่มน้ำลำตะคองมีการบริหารจัดการประตูละบายน้ำเป็นจำนวนมาก ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้จำลองผลจากการบริหารจัดการน้ำด้วยประตูละบายน้ำเข้าไปในแบบจำลอง

2. ข้อมูลทางกายภาพ ข้อมูลนำเข้าซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานไม่เพียงพอ ได้แก่ ข้อมูลหน้าตัดลำน้ำ ในช่วงที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่า และข้อมูลผังลำบริบูรณ์ทำให้การจำลองข้อมูลบางส่วนต้องนำเข้าจากการสร้างขึ้นจากข้อมูล DEM และใช้ข้อมูลขนาด-มิติของประตูละบายน้ำสร้างเป็นหน้าตัดขวางของลำน้ำ ณ ตำแหน่งของประตูละบายน้ำแทน

3. ในการจำลองสภาพการไหลลำน้ำของระบบลุ่มน้ำศึกษา เนื่องจากสภาพจริงการไหลในลุ่มน้ำจะมีการไหลแยก และไหลมารวมกัน ณ อำเภอเฉลิมพระเกียรติ ซึ่งได้จำลองและพบปัญหาในการไหลรวมกันของลำน้ำ ทำให้ไม่สามารถจำลองสภาพการไหลของลำน้ำแบบเต็มระบบได้และไม่นำมาพิจารณาในส่วนนี้

4. การจำลองสภาพการไหลด้วยแบบจำลอง HEC-RAS ในการศึกษาไม่ได้รวมการจำลองสภาพสิ่งกีดขวาง เช่น สิ่งปลูกสร้างที่เป็น อาคาร ถนน และแนวกำแพงกันน้ำ รวมถึงค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระที่ใช้เป็นตัวแทนของพื้นที่ทุ่งน้ำท่วมยังคงเป็นค่าเฉลี่ยทำให้ไม่สอดคล้องกับความเป็นจริงในพื้นที่ศึกษา

รายการอ้างอิง

- โครงการบำรุงรักษาและส่งน้ำลำตะคอง. **ผังแสดงระบบในกลุ่มน้ำลำตะคอง**
<http://www.lamtakong.com>
- จूरรัตน์ เคนเหมาะ และปัทมาวดี ไชยภักดี ,2555. การศึกษาแบบจำลองน้ำท่วมเทศบาลนคร
ขอนแก่น โดยใช้โปรแกรม FLO-2D. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น,2555,AE12-07,52 หน้า
- ชาญยุทธ ชุมณรัตน์ ,วรรณดี ไทยสยาม และสุวัฒนา จิตตลดากร ,2556. การศึกษาแนวทางการ
เพิ่มประสิทธิภาพคลองระบายน้ำสายที่ 1 โครงการบรรเทาอุทกภัย อำเภอลำทะเมนชัย. การ
ประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 18 (8-10 พฤษภาคม 2556) WRE033,77-82
ทองเปลว กองจันทร์ และ สุเทพ น้อยไพโรจน์, 2553. อุทกภัยในเทศบาลนครนครราชสีมา ระหว่าง
วันที่ 14-16 ตุลาคม 2553. กรมชลประทาน , 1-18.
- บัญชา ขวัญยืน และชัยวัฒน์ ภูวกรกุลชัย ,2546. การเปรียบเทียบแบบจำลอง HEC-HMS
และแบบจำลอง TOP เพื่อทำนายน้ำท่าในกลุ่มแม่น้ำลำภาชี. วิทยาสารกำแพงแสน ปี 1
ฉบับที่ 1,2003,49-55.
- ปรีวีตร น้ำค้าง,2549. การวิเคราะห์การไหลของแม่น้ำแม่กลองโดยใช้โปรแกรม HEC-RAS
ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- วีระยา มิ่งเมือง และดร.จิระวัฒน์ กณะสุด, 2555. การศึกษาแนวทางบรรเทาอุทกภัย กรณีศึกษากลุ่ม
น้ำมูลตอนบนในเขตจังหวัดนครราชสีมาด้วยแบบจำลอง Mike 11. การประชุมวิชาการ
แห่งชาติมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9 ,1699-1705
- วีระยา มิ่งเมือง และดร.จิระวัฒน์ กณะสุด,2556. การศึกษาระบบช่วยตัดสินใจในการบริหารจัดการ
น้ำท่วม(พื้นที่ศึกษาจังหวัดนครราชสีมา). การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับ
บัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 14, PMP18 , 416-425
- ศรินทร์ทิพย์ แทนธานี ,2547. การประยุกต์ใช้โปรแกรม ARCVIEW,HEC-GEORAS และ HEC-
RAS ในการจำลองพื้นที่น้ำท่วม. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร,2547

รายการอ้างอิง (ต่อ)

- สมจิต อำนาจศาล 2551. การหาความสัมพันธ์ของระดับน้ำและปริมาณน้ำในลำน้ำวังโดยใช้แบบจำลอง HEC-RAS (พ.ศ.2551) ศูนย์องค์ความรู้กลางกรมชลประทาน 2551,กรมชลประทาน, 1-59
- สมบัติ ชื่นชูกลิ่น ,2549. แบบจำลองวิเคราะห์การไหลหลากของแม่น้ำกับการวางแผนคลองผันน้ำเพื่อลดอุทกภัย กรณีศึกษาแม่น้ำป่าสัก จังหวัดเพชรบูรณ์. วิศวกรรมสาร มหาวิทยาลัยนเรศวร, Vol.1, 2006, 9-18.
- ลัญชัย พูนผล ,2551. การศึกษาการป้องกันน้ำท่วมจังหวัดนครราชสีมา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี,2551,87 หน้า.
- สุดาร์ตน์ ภิรมย์ ,2554. การจำลองสภาพน้ำท่วมด้วยแบบจำลอง HEC-RAS และระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อบรรเทาอุทกภัยในแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่างโดยใช้แก้มลิง. ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร,2554 ,82 หน้า
- สุรินทรา แก้วละมุล และวิเชียร ปลื้มกมล ,2555. การตรวจสอบข้อมูล DEM ของลุ่มน้ำห้วยสายบาตรโดยโปรแกรม HEC-GeoRAS . การประชุมวิชาการวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยครั้งที่ 13, SWE04 ,713-719.
- หฤทัย มาศโค้ง และ นิตร์ชัย โชติธัญยกุล,2556. การทำแผนที่น้ำท่วมสำหรับเทศบาลนครนครราชสีมา การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 18, 8-10 พฤษภาคม 2556 WRE040,116-122
- เอกพล นิมพงษ์ ,2552. โครงการศึกษาการสร้างแบบจำลองเตือนภัยน้ำท่วมด้วย Hec-Ras และ Hec-GeoRas จากข้อมูล DEM ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ บริเวณลุ่มน้ำบางสะพาน จ.ประจวบคีรีขันธ์. ทีมจัดการความรู้ สำนักชลประทานที่ 14 ,โครงการประชุมเชิงปฏิบัติการ องค์ความรู้ตามยุทธศาสตร์การป้องกันและบรรเทาอุทกภัย.
- อรุณรัตน์ จันทร์เรียบ และณัฐ มาแจ้ง ,2556. การจำลองระบบระบายน้ำปทุมภูมิในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของกรุงเทพมหานคร ด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ HEC-RAS โดยใช้เหตุการณ์น้ำท่วมปี 2554. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 14, PMP17 , 407-415

รายการอ้างอิง (ต่อ)

- Chow, V.T., Maidment, D. and Mays, L.W. 1988. **Applied hydrology**. McGraw-Hill, New York.
- Chow, V.T. 1959. **Open-channel hydraulics**. McGraw-Hill, New York.
- Fread, D.L. and Lewis, J.M. 1998. NWS FLDWAV model. **Hydrologic Research Laboratory**. Office of Hydrology ,National Weather Service(NWS),NOAA.
- US Army Corp of Engineers,2011. **HEC-GeoRAS GIS Tool for Support of HEC-RAS using ArcGIS** , User's Manual Version 4.3.93,244 page.
- US Army Corp of Engineers,2010. **HEC-RAS River Analysis System** , User's Manual Version 4.1,766 page.
- US Army Corp of Engineers,2010. **HEC-RAS** , River Analysis System Application Guide Version 4.1,351 page.
- US Army Corp of Engineers,2010. **HEC-RAS River Analysis System** , Hydraulics Reference Manual Version 4.1,411 page.



ภาคผนวก ก

ข้อมูลอุทกวิทยาลุ่มน้ำลำตะคอง

ตารางที่ ก-1 ตรวจสอบข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปี (พ.ศ.2505 – พ.ศ.2530)

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	ปีที่มีการเก็บสำรวจข้อมูล (พ.ศ.)																									
			2505	2506	2507	2508	2509	2510	2511	2512	2513	2514	2515	2516	2517	2518	2519	2520	2521	2522	2523	2524	2525	2526	2527	2528	2529	2530
1	M38C	ต.คลองไผ่ อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา																										
2	M177	ต.โนนสว่าง อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา	ยังไม่มีการสำรวจข้อมูล																									
3	M191	ต.โคกกรวด อ.เมือง จ.นครราชสีมา	ยังไม่มีการสำรวจข้อมูล																									
4	M164	ลำตะคอง อ.เมือง จ.นครราชสีมา	ยังไม่มีการสำรวจข้อมูล																									

หมายเหตุ : / มีข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปี - ไม่มีข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปี

ตารางที่ ก-2 ตรวจสอบข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปี (พ.ศ.2531 – พ.ศ.2556)

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	ปีที่มีการเก็บสำรวจข้อมูล (พ.ศ.)																	รวม (ปี)										
			2531	2532	2533	2534	2535	2536	2537	2538	2539	2540	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547		2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	
1	M38C	ต.คลองไผ่ อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา																												39
2	M177	ต.โนนสว่าง อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา	ยังไม่มีการสำรวจข้อมูล																										12	
3	M191	ต.โคกกรวด อ.เมือง จ.นครราชสีมา	ยังไม่มีการสำรวจข้อมูล																										3	
4	M164	ลำตะคอง อ.เมือง จ.นครราชสีมา	ยังไม่มีการสำรวจข้อมูล																										6	

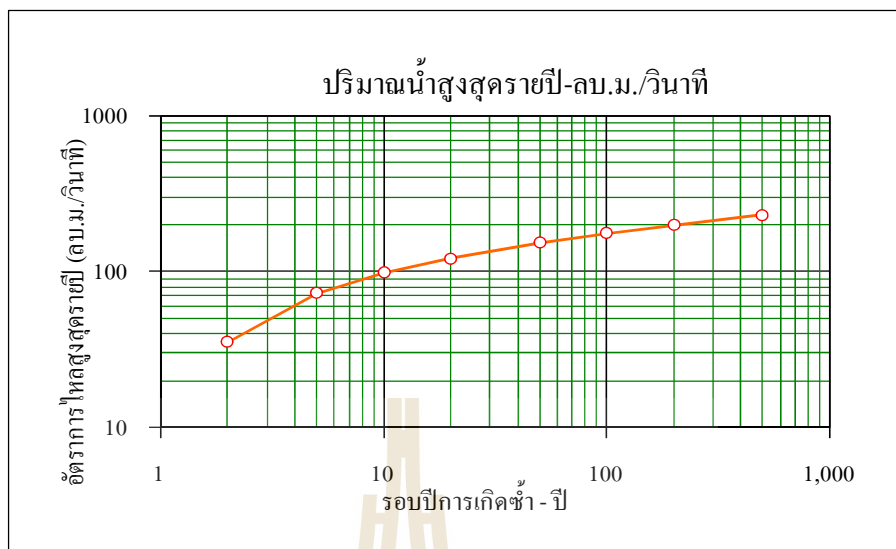
หมายเหตุ : / มีข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปี - ไม่มีข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดรายปี

ตารางที่ ก-3 ค่าตัวแปรจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่ใช้คำนวณค่าอัตราการไหลสูงสุดรายปีของสถานีวัดน้ำท่า ณ คาบปีเกิดซ้ำ ด้วยวิธี Gumbel distribution

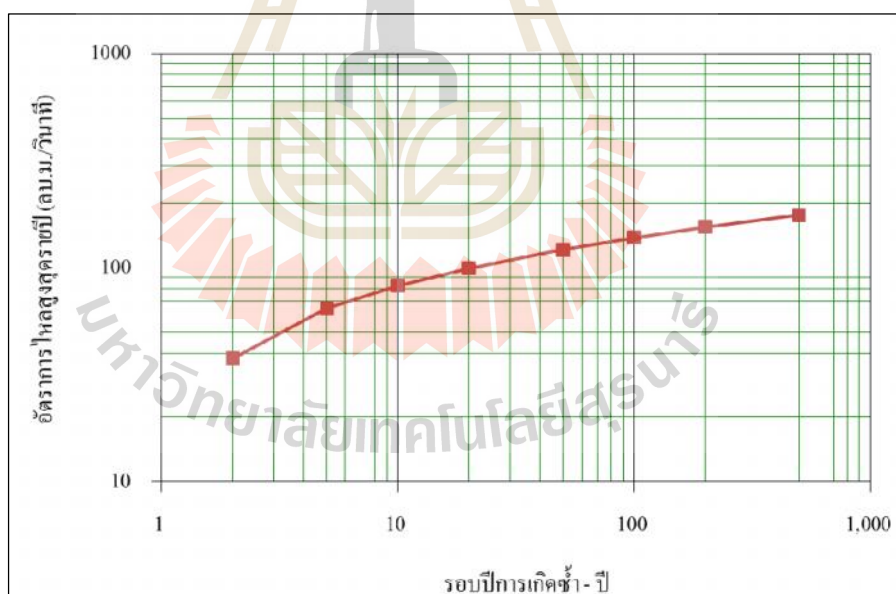
ค่าตัวแปรทางสถิติด้วยวิธี กัมเบล	M38C	M177	M191	M164
	จำนวนของข้อมูล, n	39.00	12.00	3.00
ค่าเฉลี่ย, \bar{x}	41.05	40.89	28.41	57.06
ส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย, S.D.	1,439.30	545.87	337.75	1,531.46
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	37.94	23.36	18.38	39.13

ตารางที่ ก-4 ค่าอัตราการไหลสูงสุดรายปีของสถานีวัดน้ำท่า ณ คาบปีเกิดซ้ำ ด้วยวิธี Gumbel distribution

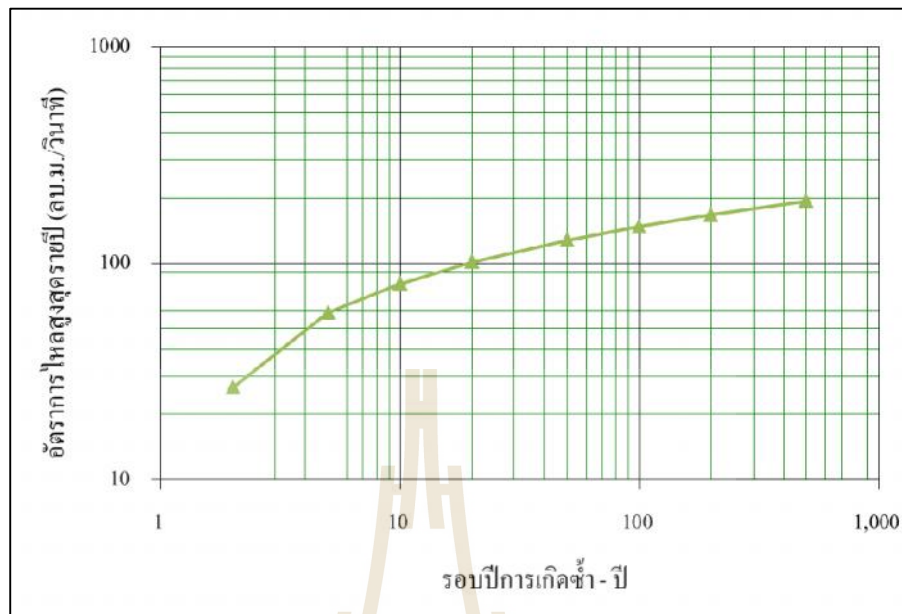
สถานีวัดน้ำท่า	ค่าอัตราการไหลสูงสุดรายปี ณ คาบการเกิดซ้ำ (ปี)								
	1.25	2	5	10	20	50	100	200	500
M38C	7.11	35.17	72.92	97.92	121.90	152.93	176.19	199.36	229.93
M177	17.62	37.64	64.57	82.40	99.51	121.65	138.24	154.77	176.57
M191	2.58	26.64	59.01	80.44	101.00	127.61	147.55	167.42	193.63
M164	12.97	52.27	105.16	140.17	173.75	217.22	249.80	282.26	325.08



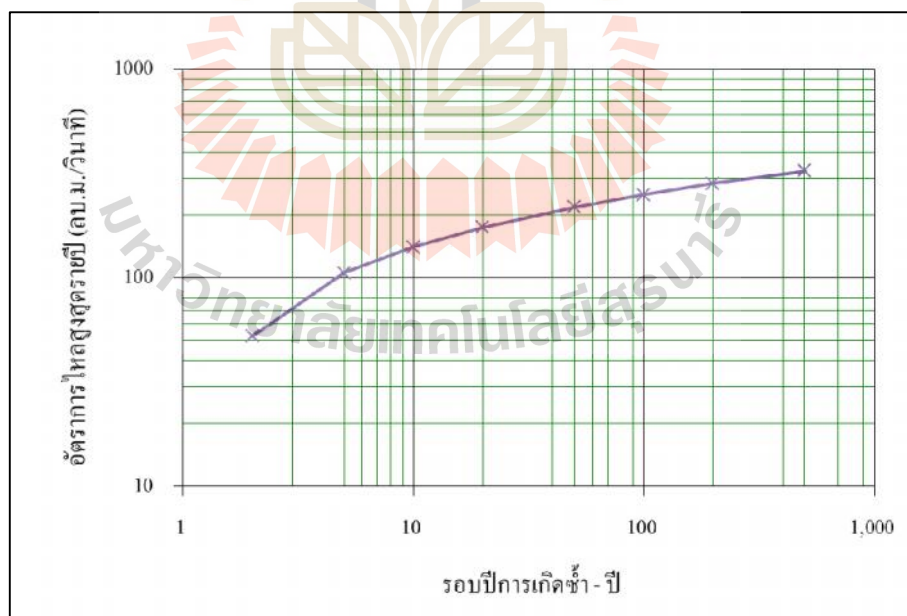
รูปที่ ก-1 ค่าอัตราการไหลสูงสุดรายปี ณ รอบปีการเกิดซ้ำ ด้วยวิธี Gumbel distribution ของสถานีวัดน้ำท่า M38C ต.คลองไผ่ อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา



รูปที่ ก-2 ค่าอัตราการไหลสูงสุดรายปี ณ รอบปีการเกิดซ้ำ ด้วยวิธี Gumbel distribution ของสถานีวัดน้ำท่า M177 ต.โนนสว่าง อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา



รูปที่ ก-3 ค่าอัตราการไหลสูงสุดรายปี ณ รอบปีการเกิดซ้ำ ด้วยวิธี Gumbel distribution ของสถานีวัดน้ำท่า M191 ต.โคกกรวด อ.เมืองจ.นครราชสีมา

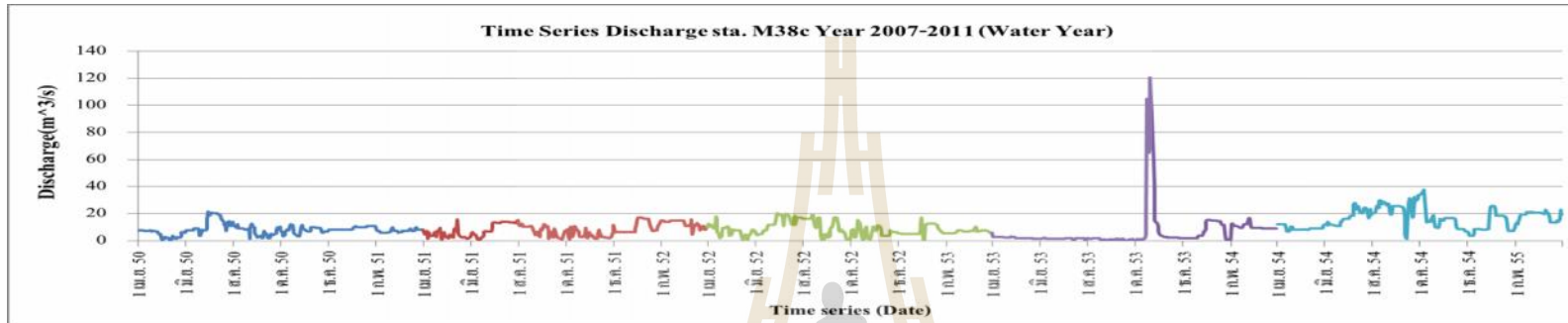


รูปที่ ก-4 ค่าอัตราการไหลสูงสุดรายปี ณ รอบปีการเกิดซ้ำ ด้วยวิธี Gumbel distribution ของสถานีวัดน้ำท่า M164 ต.ในเมือง อ.เมือง จ.นครราชสีมา

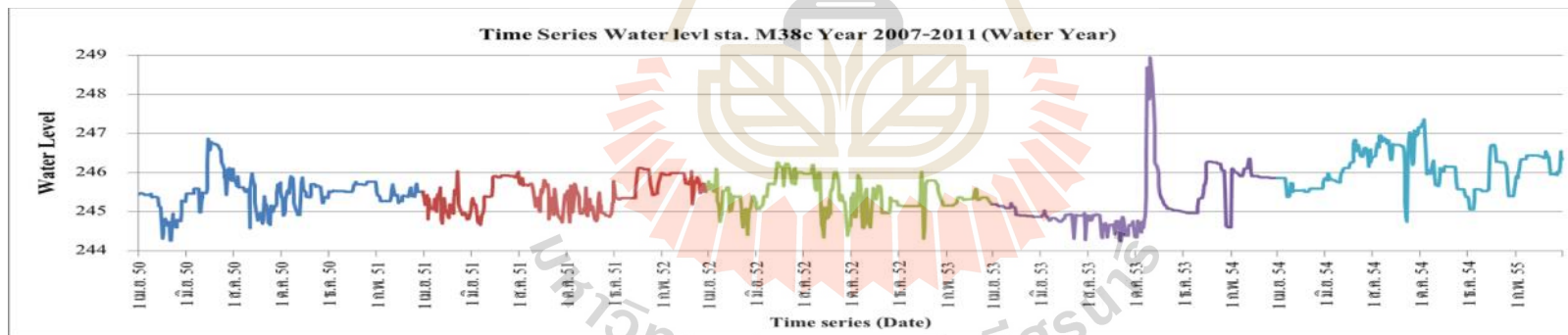
ตารางที่ ก-5 ตรวจสอบข้อมูลระดับน้ำ และอัตราการไหลของสถานีวัดน้ำท่าในกลุ่มน้ำลำตะคอง

ลำดับ	สถานีวัดน้ำท่า	พ.ศ.	ปีที่มีการเก็บสำรวจข้อมูล (พ.ศ.)				
			2554	2553	2552	2551	2550
1	M.38c	อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)	√	√	√	√	√
		ระดับน้ำ (เมตร)	√	√	√	√	√
2	M.177	อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)	√	√	√	√	√
		ระดับน้ำ (เมตร)	√	√	√	√	√
3	M.191	อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)	√	-	-	-	-
		ระดับน้ำ (เมตร)	√	√	√	-	-
4	M.164	อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)	√	√	√	√	√
		ระดับน้ำ (เมตร)	√	√	√	√	√

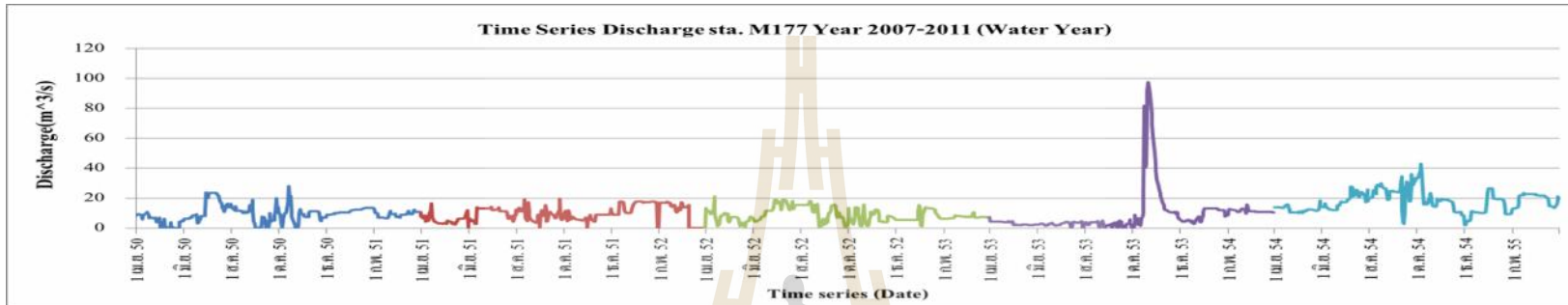
หมายเหตุ : √ มีข้อมูลสำรวจปริมาณน้ำท่า - ไม่มีข้อมูลสำรวจปริมาณน้ำท่า



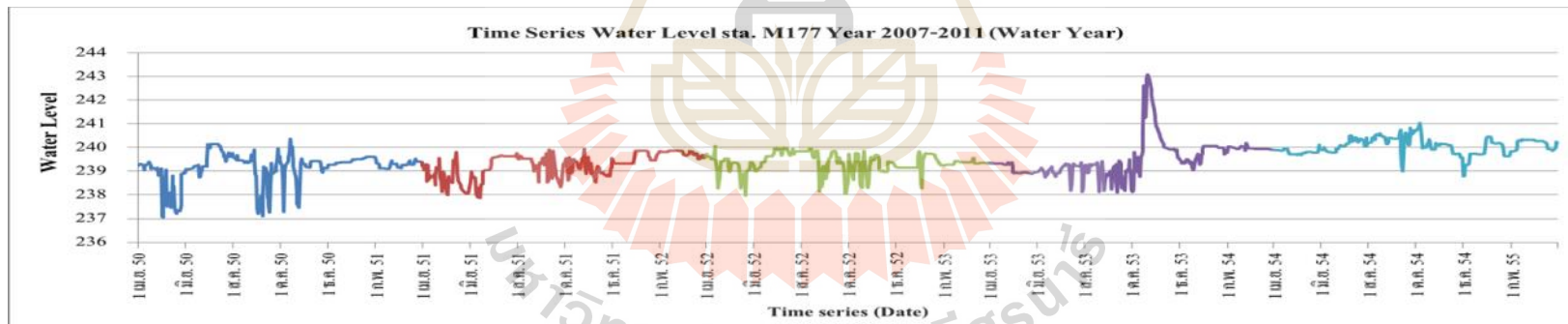
รูปที่ ก-5 กราฟอัตราการไหลรายรายวัน ณ สถานี M.38c ต.คลองไผ่ อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา



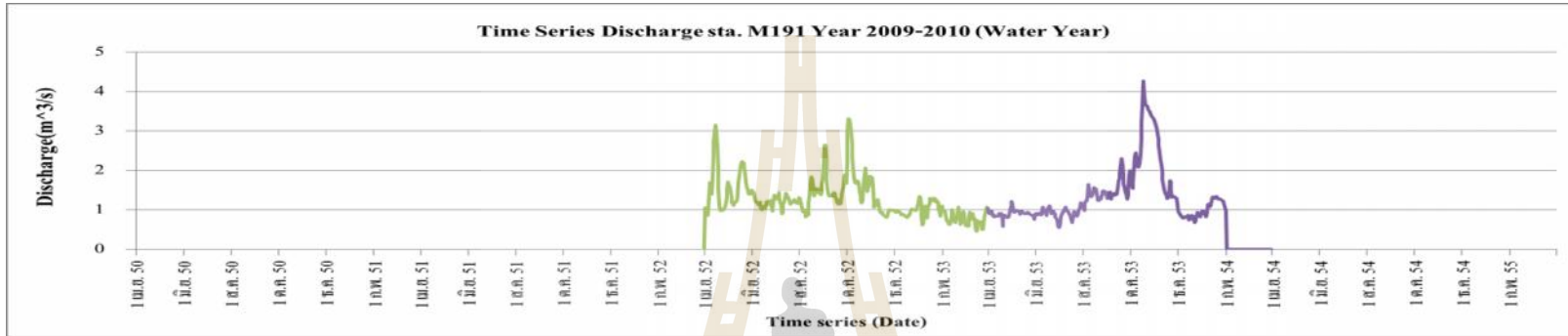
รูปที่ ก-6 กราฟระดับน้ำรายปี ณ สถานี M.38c ต.คลองไผ่ อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา



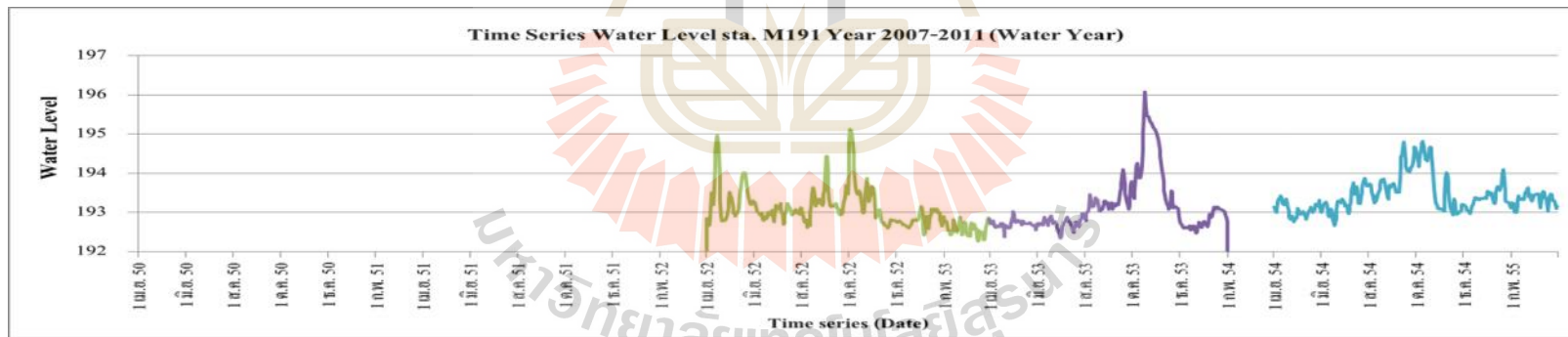
รูปที่ ก-7 กราฟอัตราการไหลรายปี ณ สถานี M.177 ต.โนนสว่าง อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา



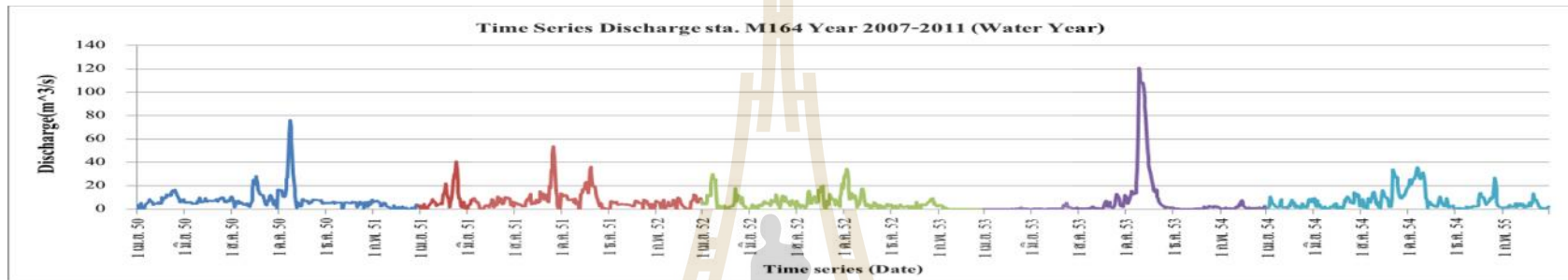
รูปที่ ก-8 กราฟระดับน้ำรายปี ณ สถานี M.177 ต.โนนสว่าง อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา



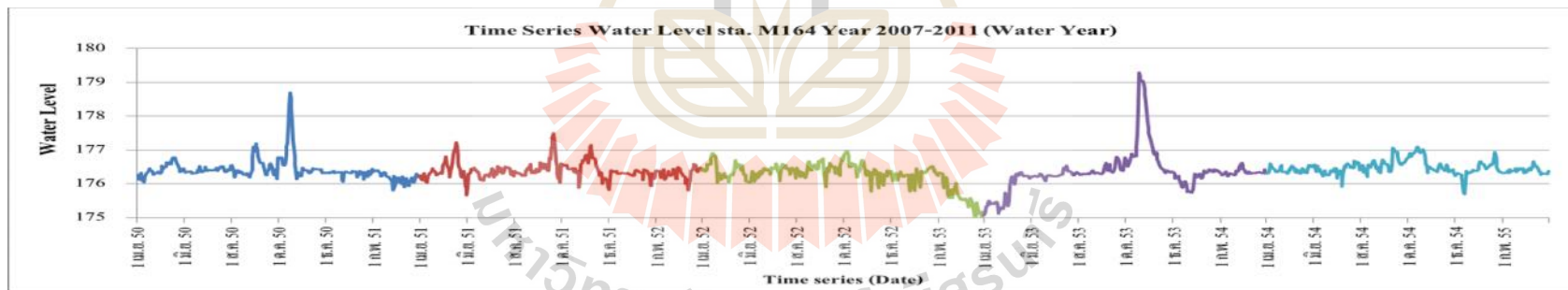
รูปที่ ก-9 กราฟอัตราการไหลรายวัน ณ สถานี M.191 ต.โคกกรวด อ.เมือง จ.นครราชสีมา



รูปที่ ก-10 กราฟระดับน้ำรายวัน ณ สถานี M.191 ต.โคกกรวด อ.เมือง จ.นครราชสีมา

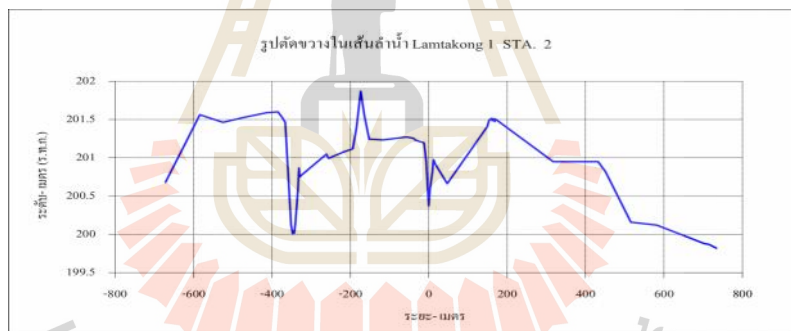
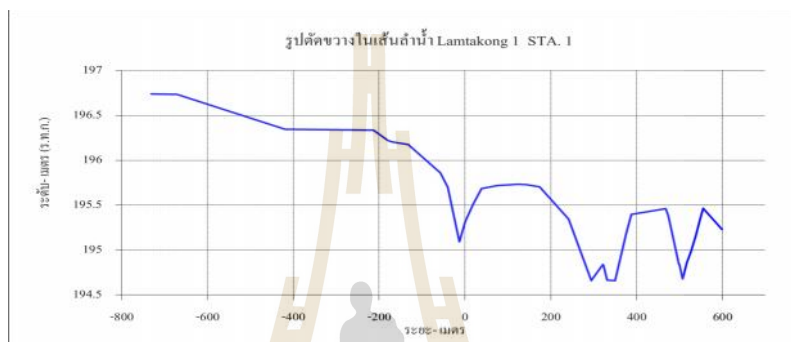


รูปที่ ก-11 กราฟอัตราการไหลรายปี ณ สถานี M.164 ต.ในเมือง อ.เมือง จ.นครราชสีมา

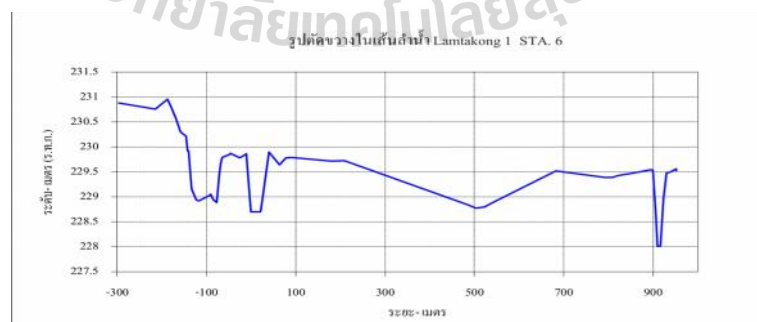
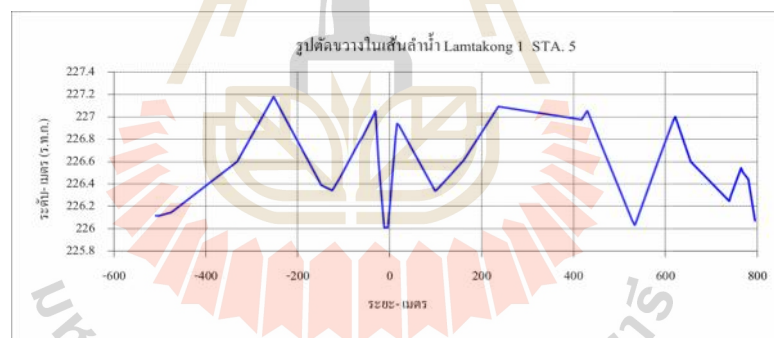
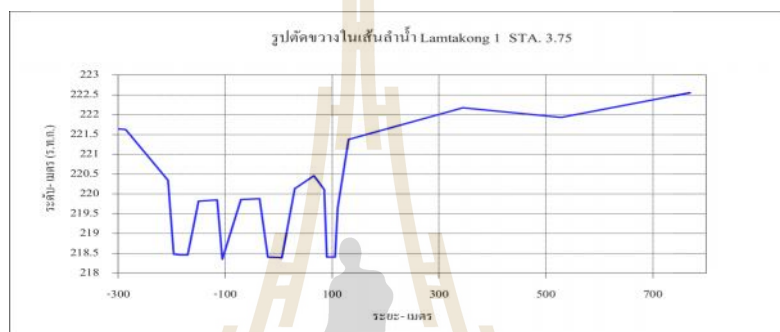


รูปที่ ก-12 กราฟระดับน้ำรายปี ณ สถานี M.164 ต.ในเมือง อ.เมือง จ.นครราชสีมา

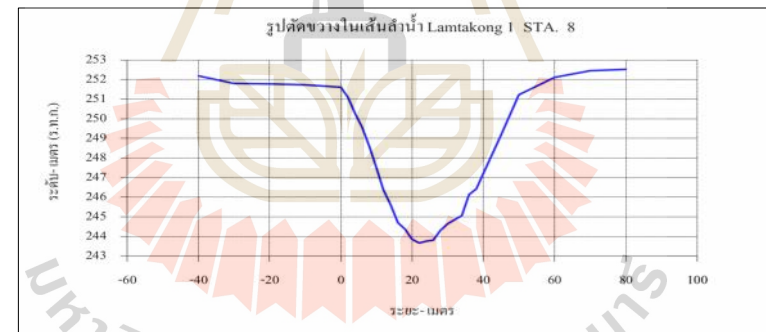
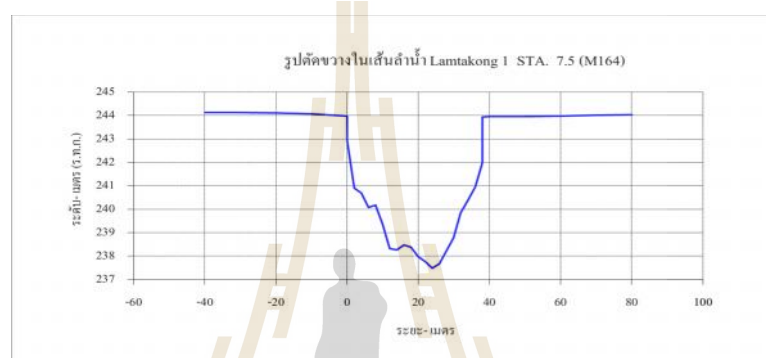
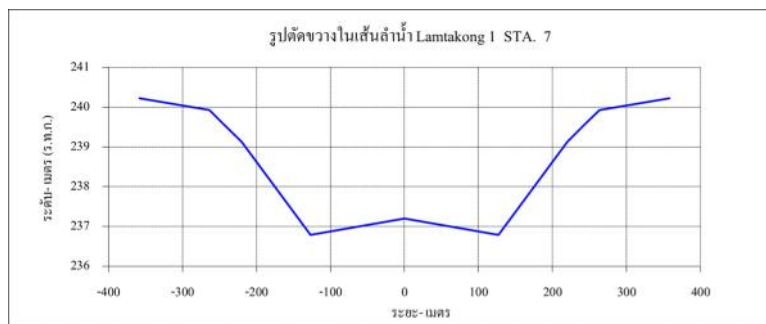




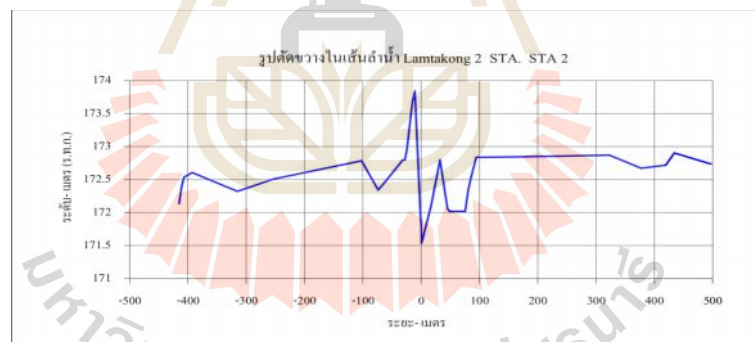
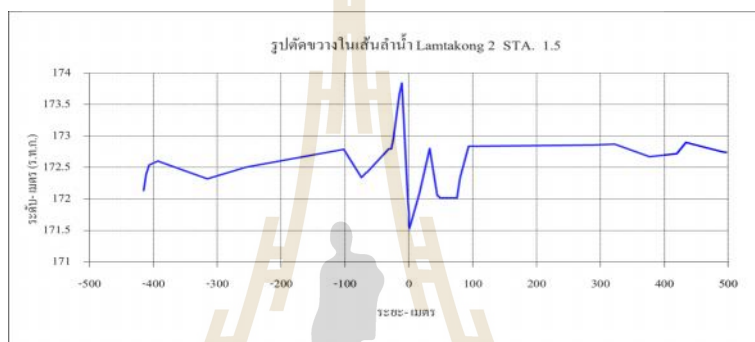
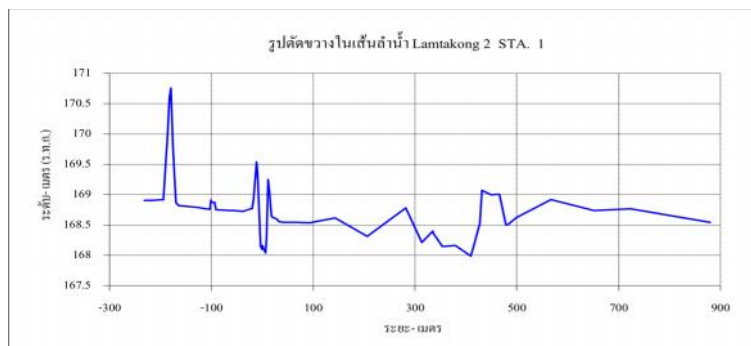
รูปที่ ข-1 รูปตัดตามขวาง (Cross Section) ของลำตะคอง



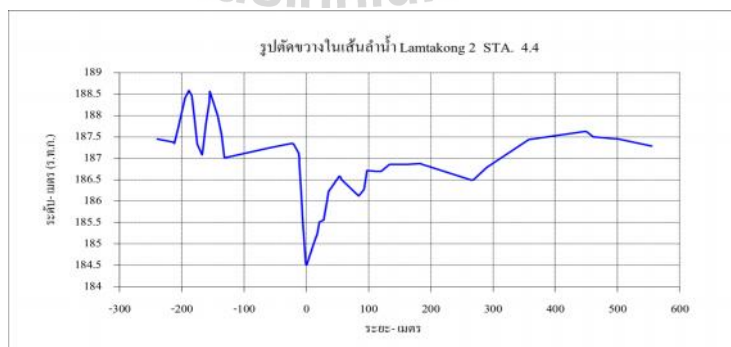
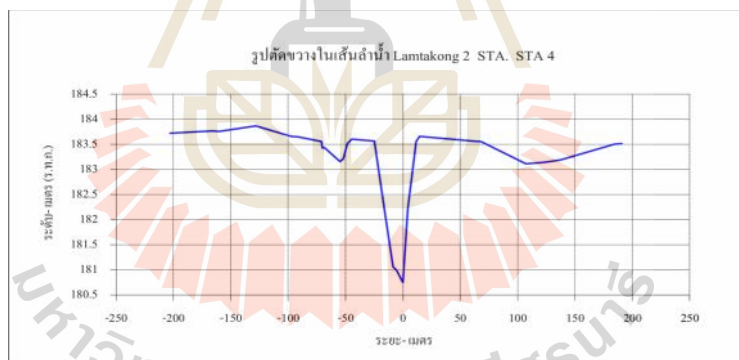
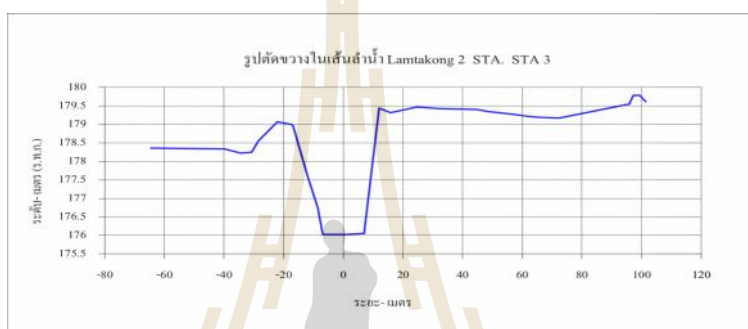
รูปที่ ข-1 รูปตัดตามขวาง (Cross Section) ของลำตะคอง (ต่อ)



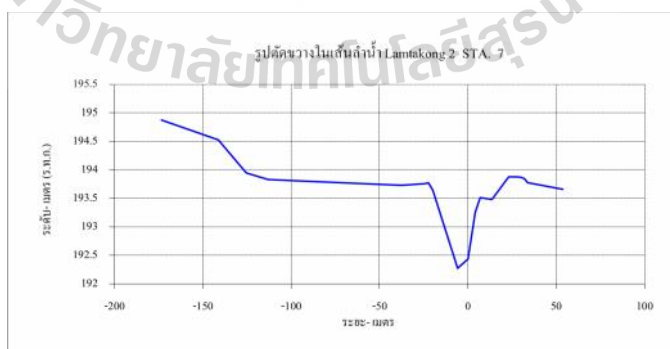
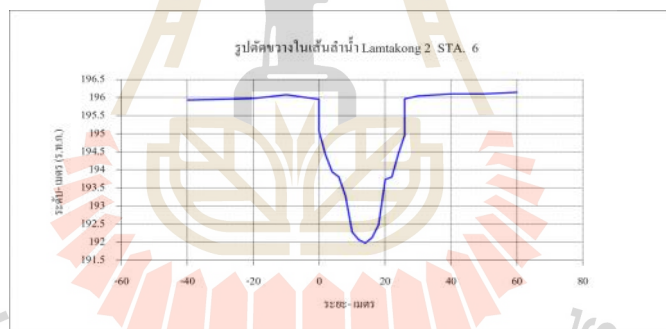
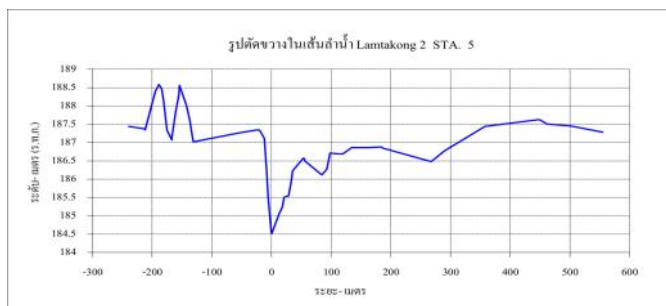
รูปที่ ข-1 รูปตัดตามขวาง (Cross Section) ของลำตะคอง (ต่อ)



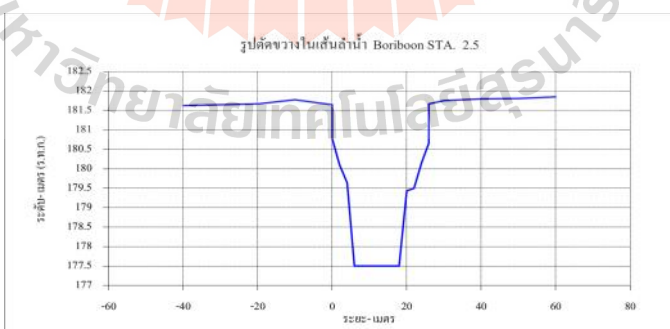
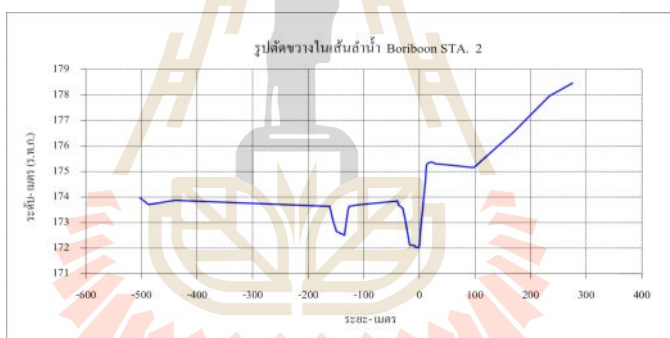
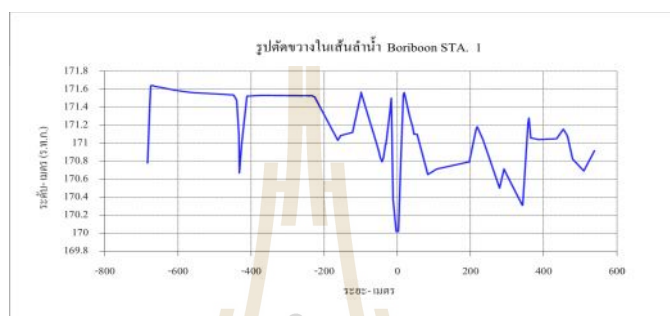
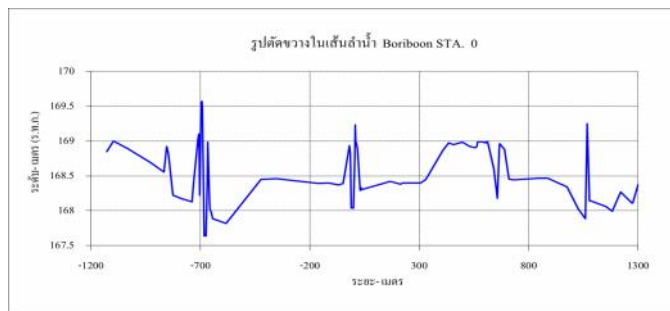
รูปที่ ข-1 รูปตัดตามขวาง (Cross Section) ของลำตะคอง (ต่อ)



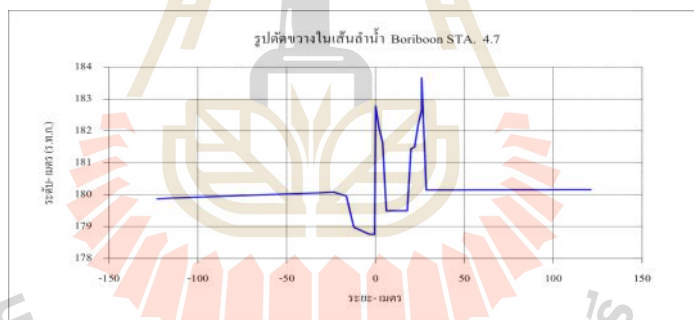
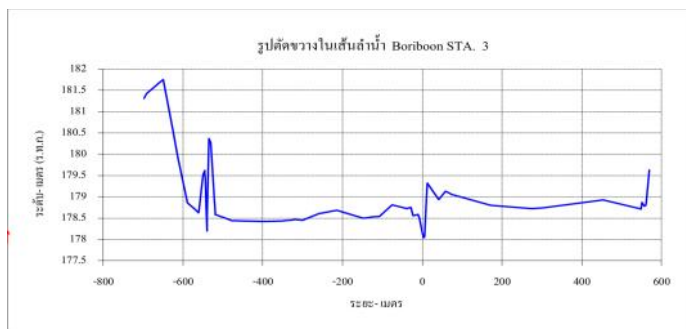
รูปที่ ข-1 รูปตัดตามขวาง (Cross Section) ของลำตะคอง (ต่อ)



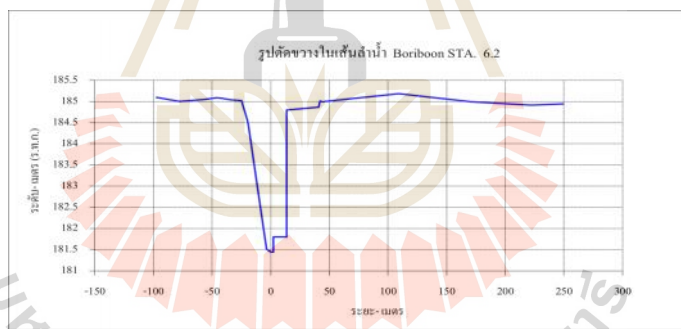
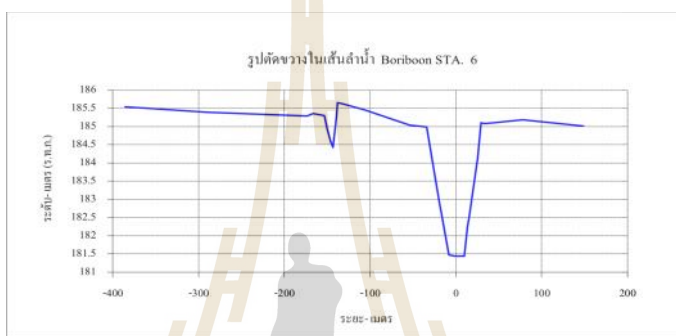
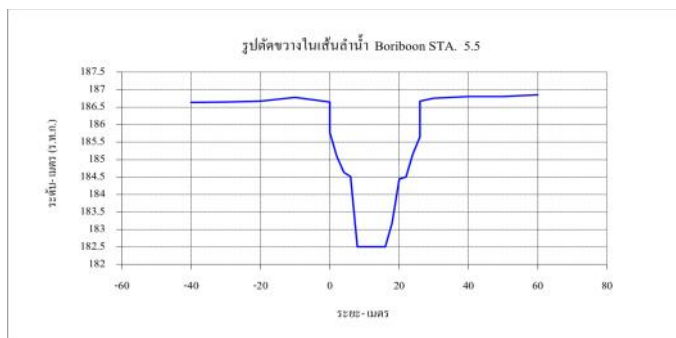
รูปที่ ข-1 รูปตัดตามขวาง (Cross Section) ของลำตะคอง (ต่อ)



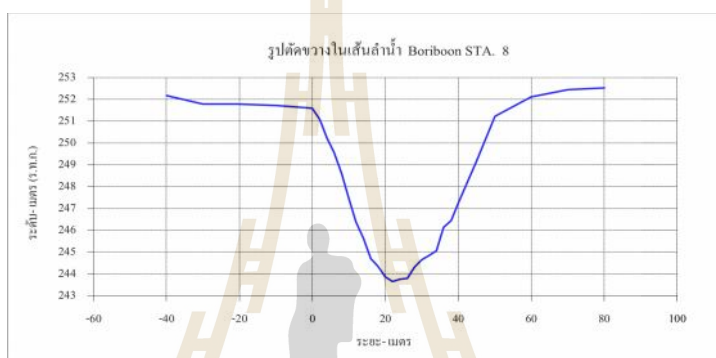
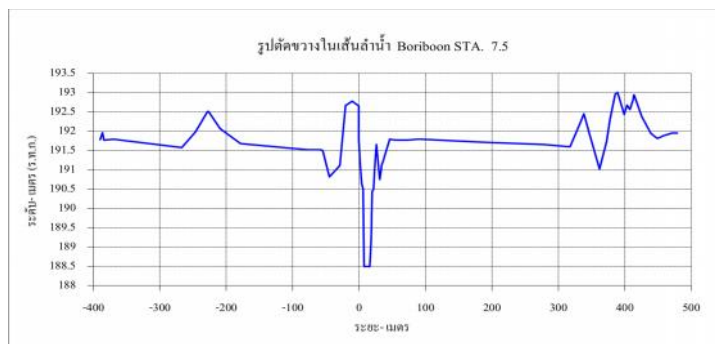
รูปที่ ข-2 รูปตัดตามขวาง (Cross Section) ของลำบริบูรณ์



รูปที่ ข-2 รูปตัดตามขวาง (Cross Section) ของลำบริบูรณ์ (ต่อ)



รูปที่ ข-2 รูปตัดตามขวาง (Cross Section) ของลำบริบูรณ์ (ต่อ)



รูปที่ ข-2 รูปตัดตามขวาง (Cross Section) ของลำบริบูรณ์ (ต่อ)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



ภาคผนวก ค

ผลการคำนวณปริมาณน้ำท่าในลำน้ำ
ที่ได้จากแบบจำลอง HEC-RAS

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ค-1 ผลการคำนวณปริมาณน้ำทำในแต่ละเส้นลำน้ำ ของการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง

River: Lamtakong Reach: 1 RS: 7.5 (M38c)				River: Lamtakong Reach: 1 RS: 3.75 (ปตร.มะเกลือใหม่)				River: Lamtakong Reach: 2 RS: 2.2 (M164)			
No.	Date	Stage INST-VAL METERS	Flow INST-VAL M3/S	No.	Date	Stage INST-VAL METERS	Flow INST-VAL M3/S	No.	Date	Stage INST-VAL METERS	Flow INST-VAL M3/S
1	10Oct2007 0600	238.88	8.06	1	10Oct2007 0600	218.97	8.03	1	10Oct2007 0600	176.21	7.95
2	11Oct2007 0600	239.3	17.03	2	11Oct2007 0600	218.98	8.1	2	11Oct2007 0600	176.41	11.76
3	12Oct2007 0600	239.41	19.84	3	12Oct2007 0600	219.31	18.51	3	12Oct2007 0600	176.95	13.36
4	13Oct2007 0600	239.45	20.71	4	13Oct2007 0600	219.55	28.78	4	13Oct2007 0600	177.56	12.46
5	14Oct2007 0600	239.41	19.84	5	14Oct2007 0600	219.54	28.48	5	14Oct2007 0600	178.34	15.29
6	15Oct2007 0600	239.36	18.39	6	15Oct2007 0600	219.51	26.82	6	15Oct2007 0600	178.62	22.65
7	16Oct2007 0600	239.65	26.99	7	16Oct2007 0600	219.45	24.46	7	16Oct2007 0600	178.61	26.2
8	17Oct2007 0600	239.76	30.55	8	17Oct2007 0600	219.25	16.38	8	17Oct2007 0600	178.37	26.22
9	18Oct2007 0600	239.61	25.64	9	18Oct2007 0600	219.15	13.05	9	18Oct2007 0600	178.01	26.09
10	19Oct2007 0600	239.7	28.79	10	19Oct2007 0600	219.09	11.21	10	19Oct2007 0600	177.37	22.45
11	20Oct2007 0600	239.34	17.81	11	20Oct2007 0600	219.04	9.9	11	20Oct2007 0600	176.63	16.83
12	21Oct2007 0600	239.16	13.37	12	21Oct2007 0600	219.01	9.02	12	21Oct2007 0600	176.38	14.79
13	22Oct2007 0600	239.06	11.39	13	22Oct2007 0600	218.98	8.13	13	22Oct2007 0600	176.28	14.19
14	23Oct2007 0600	238.98	9.93	14	23Oct2007 0600	218.96	7.8	14	23Oct2007 0600	176.38	14.25
15	24Oct2007 0600	238.93	9.03	15	24Oct2007 0600	218.96	7.76	15	24Oct2007 0600	176.22	14.17
16	25Oct2007 0600	238.88	7.99	16	25Oct2007 0600	218.97	7.84	16	25Oct2007 0600	176.23	14.14
17	26Oct2007 0600	238.86	7.77	17	26Oct2007 0600	219.26	16.95	17	26Oct2007 0600	176.23	14.19
18	27Oct2007 0600	238.86	7.76	18	27Oct2007 0600	219.52	27.31	18	27Oct2007 0600	176.18	14.12
19	28Oct2007 0600	238.86	7.64	19	28Oct2007 0600	219.57	29.6	19	28Oct2007 0600	176.24	16.89
20	29Oct2007 0600	239.18	14.14	20	29Oct2007 0600	219.49	25.93	20	29Oct2007 0600	176.23	22.57
21	30Oct2007 0600	239.59	25.12	21	30Oct2007 0600	219.37	20.8	21	30Oct2007 0600	176.32	25.36
22	31Oct2007 0600	239.73	29.64	22	31Oct2007 0600	219.35	20.22	22	31Oct2007 0600	176.29	25.62
23	01Nov2007 0600	239.72	29.33	23	01Nov2007 0600	219.33	19.32	23	01Nov2007 0600	176.23	23.46
24	02Nov2007 0600	239.47	21.25	24	02Nov2007 0600	219.3	18.2	24	02Nov2007 0600	176.12	22.12
25	03Nov2007 0600	239.44	20.53	25	03Nov2007 0600	219.25	16.63	25	03Nov2007 0600	176.09	21.48
26	04Nov2007 0600	239.4	19.59	26	04Nov2007 0600	219.25	16.5	26	04Nov2007 0600	176.04	20.77
27	05Nov2007 0600	239.37	18.84	27	05Nov2007 0600	219.24	16.26	27	05Nov2007 0600	176.05	19.54
28	06Nov2007 0600	239.29	16.71	28	06Nov2007 0600	219.24	16.07	28	06Nov2007 0600	176.05	18.98
29	07Nov2007 0600	239.29	16.56	29	07Nov2007 0600	219.25	16.48	29	07Nov2007 0600	176.03	18.78
30	08Nov2007 0600	239.28	16.33	30	08Nov2007 0600	219.34	19.81	30	08Nov2007 0600	175.99	18.6
31	09Nov2007 0600	239.27	16.08	31	09Nov2007 0600	219.46	24.61	31	09Nov2007 0600	175.96	18.74
32	10Nov2007 0600	239.27	16.06	32	10Nov2007 0600	219.46	24.74	32	10Nov2007 0600	175.97	20.12
33	11Nov2007 0600	239.33	17.68	33	11Nov2007 0600	219.46	24.74	33	11Nov2007 0600	176	22.78
34	12Nov2007 0600	239.56	24.26	34	12Nov2007 0600	219.46	24.74	34	12Nov2007 0600	176.05	23.82

ตารางที่ ค-1 ผลการคำนวณปริมาณน้ำทำในแต่ละเส้นลำน้ำ ของการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง(ต่อ)

River: Lamtakong Reach: 1 RS: 7.5 (M38c)				River: Lamtakong Reach: 1 RS: 3.75 (ปตร.มะเกลือใหม่)				River: Lamtakong Reach: 2 RS: 2.2 (M164)			
No.	Date	Stage INST-VAL METERS	Flow INST-VAL M3/S	No.	Date	Stage INST-VAL METERS	Flow INST-VAL M3/S	No.	Date	Stage INST-VAL METERS	Flow INST-VAL M3/S
1	10Oct2007 1200	239.19	14.28	1	10Oct2007 1200	218.98	8.1	1	10Oct2007 1200	176.24	8.03
2	11Oct2007 1200	239.33	17.8	2	11Oct2007 1200	218.98	8.12	2	11Oct2007 1200	176.55	12.7
3	12Oct2007 1200	239.42	20.16	3	12Oct2007 1200	219.42	23.07	3	12Oct2007 1200	177.07	13.34
4	13Oct2007 1200	239.44	20.58	4	13Oct2007 1200	219.57	29.62	4	13Oct2007 1200	177.79	12.04
5	14Oct2007 1200	239.4	19.5	5	14Oct2007 1200	219.52	27.27	5	14Oct2007 1200	178.43	17.39
6	15Oct2007 1200	239.41	19.89	6	15Oct2007 1200	219.53	27.65	6	15Oct2007 1200	178.63	23.82
7	16Oct2007 1200	239.69	28.18	7	16Oct2007 1200	219.4	21.97	7	16Oct2007 1200	178.55	26.42
8	17Oct2007 1200	239.73	29.69	8	17Oct2007 1200	219.22	15.32	8	17Oct2007 1200	178.3	26.16
9	18Oct2007 1200	239.62	26.01	9	18Oct2007 1200	219.14	12.55	9	18Oct2007 1200	177.88	25.55
10	19Oct2007 1200	239.64	26.57	10	19Oct2007 1200	219.08	10.85	10	19Oct2007 1200	177.15	20.95
11	20Oct2007 1200	239.27	16.25	11	20Oct2007 1200	219.03	9.64	11	20Oct2007 1200	176.57	16.11
12	21Oct2007 1200	239.13	12.78	12	21Oct2007 1200	219	8.79	12	21Oct2007 1200	176.33	14.57
13	22Oct2007 1200	239.04	11	13	22Oct2007 1200	218.97	7.97	13	22Oct2007 1200	176.33	14.19
14	23Oct2007 1200	238.96	9.64	14	23Oct2007 1200	218.96	7.77	14	23Oct2007 1200	176.33	14.23
15	24Oct2007 1200	238.92	8.79	15	24Oct2007 1200	218.96	7.74	15	24Oct2007 1200	176.22	14.16
16	25Oct2007 1200	238.87	7.87	16	25Oct2007 1200	219	8.8	16	25Oct2007 1200	176.24	14.14
17	26Oct2007 1200	238.86	7.76	17	26Oct2007 1200	219.36	20.54	17	26Oct2007 1200	176.2	14.19
18	27Oct2007 1200	238.86	7.74	18	27Oct2007 1200	219.54	28.44	18	27Oct2007 1200	176.2	14.13
19	28Oct2007 1200	238.9	8.46	19	28Oct2007 1200	219.56	29.46	19	28Oct2007 1200	176.23	18.51
20	29Oct2007 1200	239.28	16.54	20	29Oct2007 1200	219.45	24.15	20	29Oct2007 1200	176.26	23.53
21	30Oct2007 1200	239.64	26.64	21	30Oct2007 1200	219.36	20.65	21	30Oct2007 1200	176.31	25.66
22	31Oct2007 1200	239.74	29.77	22	31Oct2007 1200	219.35	19.98	22	31Oct2007 1200	176.28	25.23
23	01Nov2007 1200	239.67	27.61	23	01Nov2007 1200	219.32	19.14	23	01Nov2007 1200	176.19	22.97
24	02Nov2007 1200	239.45	20.71	24	02Nov2007 1200	219.29	17.71	24	02Nov2007 1200	176.12	21.95
25	03Nov2007 1200	239.43	20.33	25	03Nov2007 1200	219.25	16.57	25	03Nov2007 1200	176.08	21.33
26	04Nov2007 1200	239.4	19.39	26	04Nov2007 1200	219.25	16.44	26	04Nov2007 1200	176.05	20.5
27	05Nov2007 1200	239.36	18.38	27	05Nov2007 1200	219.24	16.2	27	05Nov2007 1200	176.05	19.31
28	06Nov2007 1200	239.29	16.56	28	06Nov2007 1200	219.24	16.06	28	06Nov2007 1200	176.05	18.93
29	07Nov2007 1200	239.28	16.51	29	07Nov2007 1200	219.26	16.88	29	07Nov2007 1200	176.02	18.72
30	08Nov2007 1200	239.27	16.27	30	08Nov2007 1200	219.39	21.66	30	08Nov2007 1200	175.98	18.57
31	09Nov2007 1200	239.27	16.06	31	09Nov2007 1200	219.46	24.71	31	09Nov2007 1200	175.97	18.93
32	10Nov2007 1200	239.28	16.37	32	10Nov2007 1200	219.46	24.74	32	10Nov2007 1200	175.98	20.82
33	11Nov2007 1200	239.38	19.02	33	11Nov2007 1200	219.46	24.74	33	11Nov2007 1200	176.01	23.2
34	12Nov2007 1200	239.58	24.74	34	12Nov2007 1200	219.46	24.74	34	12Nov2007 1200	176.07	23.9

ตารางที่ ค-1 ผลการคำนวณปริมาณน้ำทำในแต่ละเส้นลำน้ำ ของการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง(ต่อ)

River: Lamtakong Reach: 1 RS: 7.5 (M38c)				River: Lamtakong Reach: 1 RS: 3.75 (ปตร.มะเกลือใหม่)				River: Lamtakong Reach: 2 RS: 2.2 (M164)			
No.	Date	Stage INST-VAL METERS	Flow INST-VAL M3/S	No.	Date	Stage INST-VAL METERS	Flow INST-VAL M3/S	No.	Date	Stage INST-VAL METERS	Flow INST-VAL M3/S
1	10Oct2007 1800	239.23	15.11	1	10Oct2007 1800	218.98	8.08	1	10Oct2007 1800	176.26	8.58
2	11Oct2007 1800	239.36	18.48	2	11Oct2007 1800	218.98	8.3	2	11Oct2007 1800	176.68	13.1
3	12Oct2007 1800	239.43	20.34	3	12Oct2007 1800	219.49	25.85	3	12Oct2007 1800	177.2	13.28
4	13Oct2007 1800	239.43	20.33	4	13Oct2007 1800	219.58	30	4	13Oct2007 1800	178.02	11.68
5	14Oct2007 1800	239.39	19.13	5	14Oct2007 1800	219.5	26.33	5	14Oct2007 1800	178.51	19.27
6	15Oct2007 1800	239.49	22.09	6	15Oct2007 1800	219.53	27.86	6	15Oct2007 1800	178.65	24.62
7	16Oct2007 1800	239.71	28.97	7	16Oct2007 1800	219.34	19.6	7	16Oct2007 1800	178.5	26.36
8	17Oct2007 1800	239.69	28.33	8	17Oct2007 1800	219.19	14.43	8	17Oct2007 1800	178.22	26.11
9	18Oct2007 1800	239.65	26.94	9	18Oct2007 1800	219.12	12.06	9	18Oct2007 1800	177.74	24.68
10	19Oct2007 1800	239.54	23.41	10	19Oct2007 1800	219.06	10.52	10	19Oct2007 1800	176.92	19.47
11	20Oct2007 1800	239.23	15.2	11	20Oct2007 1800	219.02	9.42	11	20Oct2007 1800	176.5	15.58
12	21Oct2007 1800	239.1	12.32	12	21Oct2007 1800	218.99	8.56	12	21Oct2007 1800	176.28	14.46
13	22Oct2007 1800	239.02	10.64	13	22Oct2007 1800	218.97	7.88	13	22Oct2007 1800	176.38	14.17
14	23Oct2007 1800	238.95	9.41	14	23Oct2007 1800	218.96	7.77	14	23Oct2007 1800	176.28	14.25
15	24Oct2007 1800	238.9	8.52	15	24Oct2007 1800	218.96	7.72	15	24Oct2007 1800	176.22	14.16
16	25Oct2007 1800	238.87	7.84	16	25Oct2007 1800	219.08	11.09	16	25Oct2007 1800	176.24	14.14
17	26Oct2007 1800	238.86	7.76	17	26Oct2007 1800	219.43	23.58	17	26Oct2007 1800	176.18	14.19
18	27Oct2007 1800	238.86	7.71	18	27Oct2007 1800	219.56	29.26	18	27Oct2007 1800	176.23	14.37
19	28Oct2007 1800	238.98	10.08	19	28Oct2007 1800	219.55	28.94	19	28Oct2007 1800	176.21	20.05
20	29Oct2007 1800	239.39	19.3	20	29Oct2007 1800	219.41	22.4	20	29Oct2007 1800	176.29	24.34
21	30Oct2007 1800	239.67	27.64	21	30Oct2007 1800	219.36	20.55	21	30Oct2007 1800	176.31	25.83
22	31Oct2007 1800	239.73	29.62	22	31Oct2007 1800	219.34	19.74	22	31Oct2007 1800	176.27	24.68
23	01Nov2007 1800	239.6	25.43	23	01Nov2007 1800	219.32	18.93	23	01Nov2007 1800	176.16	22.61
24	02Nov2007 1800	239.44	20.65	24	02Nov2007 1800	219.27	17.2	24	02Nov2007 1800	176.11	21.78
25	03Nov2007 1800	239.42	20.08	25	03Nov2007 1800	219.25	16.56	25	03Nov2007 1800	176.06	21.17
26	04Nov2007 1800	239.39	19.2	26	04Nov2007 1800	219.25	16.38	26	04Nov2007 1800	176.05	20.17
27	05Nov2007 1800	239.34	17.83	27	05Nov2007 1800	219.24	16.14	27	05Nov2007 1800	176.05	19.15
28	06Nov2007 1800	239.29	16.56	28	06Nov2007 1800	219.24	16.08	28	06Nov2007 1800	176.04	18.88
29	07Nov2007 1800	239.28	16.45	29	07Nov2007 1800	219.28	17.38	29	07Nov2007 1800	176.01	18.67
30	08Nov2007 1800	239.27	16.2	30	08Nov2007 1800	219.42	23.26	30	08Nov2007 1800	175.97	18.58
31	09Nov2007 1800	239.27	16.06	31	09Nov2007 1800	219.46	24.74	31	09Nov2007 1800	175.97	19.2
32	10Nov2007 1800	239.29	16.81	32	10Nov2007 1800	219.46	24.74	32	10Nov2007 1800	175.99	21.58
33	11Nov2007 1800	239.44	20.7	33	11Nov2007 1800	219.46	24.74	33	11Nov2007 1800	176.02	23.5
34	12Nov2007 1800	239.58	24.74	34	12Nov2007 1800	219.46	24.71	34	12Nov2007 1800	176.08	23.95

ตารางที่ ค-2 ผลการคำนวณปริมาณน้ำท่าของกรณีศึกษาที่ 1

River: Lamtakong Reach: 1 RS: 7.5 (M38c)				River: Lamtakong Reach: 2 RS: (M191)				River: Lamtakong Reach: 2 RS: 2.2 (M164)			
No.	Date	Stage INST-VAL METERS	Flow INST-VAL M3/S	No.	Date	Stage INST-VAL METERS	Flow INST-VAL M3/S	No.	Date	Stage INST-VAL METERS	Flow INST-VAL M3/S
1	13Oct2010 0600	239.08	9.07	1	13Oct2010 0600	193.19	14.15	1	13Oct2010 0600	176.56	14.15
2	14Oct2010 0600	239.63	20.53	2	14Oct2010 0600	193.18	13.66	2	14Oct2010 0600	176.6	14.13
3	15Oct2010 0600	240.74	59.41	3	15Oct2010 0600	193.19	13.89	3	15Oct2010 0600	176.8	13.8
4	16Oct2010 0600	242.4	177.47	4	16Oct2010 0600	193.18	13.81	4	16Oct2010 0600	177.1	13.56
5	17Oct2010 0600	241.89	130.72	5	17Oct2010 0600	193.45	21.42	5	17Oct2010 0600	177.35	13.58
6	18Oct2010 0600	241.83	126.24	6	18Oct2010 0600	194.4	59.03	6	18Oct2010 0600	177.6	20.59
7	19Oct2010 0600	241.94	135.18	7	19Oct2010 0600	194.32	54.8	7	19Oct2010 0600	177.85	44.27
8	20Oct2010 0600	242.62	198.9	8	20Oct2010 0600	194.27	51.89	8	20Oct2010 0600	178.02	54.3
9	21Oct2010 0600	242.46	182.04	9	21Oct2010 0600	194.33	55.03	9	21Oct2010 0600	178.28	52.26
10	22Oct2010 0600	242.3	166.64	10	22Oct2010 0600	194.58	70.71	10	22Oct2010 0600	178.35	54.2
11	23Oct2010 0600	242.02	141.29	11	23Oct2010 0600	194.54	68.13	11	23Oct2010 0600	178.38	64.78
12	24Oct2010 0600	241.71	116.79	12	24Oct2010 0600	194.46	63.28	12	24Oct2010 0600	178.35	68.29
13	25Oct2010 0600	241.25	85.69	13	25Oct2010 0600	194.35	56.45	13	25Oct2010 0600	178.28	65.12
14	26Oct2010 0600	240.51	48.44	14	26Oct2010 0600	194.24	50.05	14	26Oct2010 0600	178.19	59.22
15	27Oct2010 0600	240.4	44.42	15	27Oct2010 0600	194.1	43.15	15	27Oct2010 0600	178.06	52.71
16	28Oct2010 0600	240.38	43.6	16	28Oct2010 0600	193.93	35.62	16	28Oct2010 0600	177.92	45.7
17	29Oct2010 0600	240.31	40.86	17	29Oct2010 0600	193.76	31.37	17	29Oct2010 0600	177.71	38.45
18	30Oct2010 0600	240.17	36.38	18	30Oct2010 0600	193.72	30.15	18	30Oct2010 0600	177.45	33.13
19	31Oct2010 0600	239.91	28.12	19	31Oct2010 0600	193.71	29.73	19	31Oct2010 0600	177.24	30.8
20	01Nov2010 0600	239.7	22.08	20	01Nov2010 0600	193.69	29.02	20	01Nov2010 0600	177.14	29.96
21	02Nov2010 0600	239.6	19.78	21	02Nov2010 0600	193.63	27.11	21	02Nov2010 0600	177.08	29.23
22	03Nov2010 0600	239.55	18.43	22	03Nov2010 0600	193.54	24.09	22	03Nov2010 0600	177.04	27.65
23	04Nov2010 0600	239.5	17.2	23	04Nov2010 0600	193.44	21.31	23	04Nov2010 0600	176.99	24.93
24	05Nov2010 0600	239.46	16.21	24	05Nov2010 0600	193.38	19.3	24	05Nov2010 0600	175.52	21.92
25	06Nov2010 0600	239.42	15.48	25	06Nov2010 0600	193.34	18.19	25	06Nov2010 0600	175.48	19.71
26	07Nov2010 0600	239.39	14.81	26	07Nov2010 0600	193.3	17.15	26	07Nov2010 0600	175.44	18.34
27	08Nov2010 0600	239.36	14.16	27	08Nov2010 0600	193.26	16.21	27	08Nov2010 0600	175.42	17.24
28	09Nov2010 0600	239.34	13.7	28	09Nov2010 0600	193.24	15.56	28	09Nov2010 0600	175.4	16.28
29	10Nov2010 0600	239.31	13.07	29	10Nov2010 0600	193.22	15.14	29	10Nov2010 0600	175.38	15.58
30	11Nov2010 0600	239.27	12.41	30	11Nov2010 0600	193.22	14.9	30	11Nov2010 0600	175.37	15.24
31	12Nov2010 0600	239.27	12.36	31	12Nov2010 0600	193.19	14.28	31	12Nov2010 0600	175.36	14.9
32	13Nov2010 0600	239.26	12.15	32	13Nov2010 0600	193.19	14.26	32	13Nov2010 0600	175.35	14.39
33	14Nov2010 0600	239.26	12.14	33	14Nov2010 0600	193.19	14.21	33	14Nov2010 0600	175.35	14.26

ตารางที่ ค-2 ผลการคำนวณปริมาณน้ำท่าของกรณีศึกษาที่ 1 (ต่อ)

River: Lamtakong Reach: 1 RS: 7.5 (M38c)				River: Lamtakong Reach: 2 RS: (M191)				River: Lamtakong Reach: 2 RS: 2.2 (M164)			
No.	Date	Stage INST-VAL METERS	Flow INST-VAL M3/S	No.	Date	Stage INST-VAL METERS	Flow INST-VAL M3/S	No.	Date	Stage INST-VAL METERS	Flow INST-VAL M3/S
1	12Oct2010 1200	238.98	7.54	1	12Oct2010 1200	193.19	14.15	1	12Oct2010 1200	176.56	14.11
2	13Oct2010 1200	239.19	10.9	2	13Oct2010 1200	193.19	14.16	2	13Oct2010 1200	176.57	14.14
3	14Oct2010 1200	239.88	27.68	3	14Oct2010 1200	193.18	13.55	3	14Oct2010 1200	176.65	14.05
4	15Oct2010 1200	241.17	82.07	4	15Oct2010 1200	193.18	13.71	4	15Oct2010 1200	176.87	13.68
5	16Oct2010 1200	242.33	169.01	5	16Oct2010 1200	193.18	13.69	5	16Oct2010 1200	177.16	13.57
6	17Oct2010 1200	241.86	128.54	6	17Oct2010 1200	193.59	25.71	6	17Oct2010 1200	177.41	14.04
7	18Oct2010 1200	241.86	128.15	7	18Oct2010 1200	194.43	61.09	7	18Oct2010 1200	177.66	24
8	19Oct2010 1200	242.09	148.65	8	19Oct2010 1200	194.3	53.28	8	19Oct2010 1200	177.89	49.46
9	20Oct2010 1200	242.6	196.31	9	20Oct2010 1200	194.28	52.11	9	20Oct2010 1200	178.09	53.85
10	21Oct2010 1200	242.42	178.09	10	21Oct2010 1200	194.39	58.43	10	21Oct2010 1200	178.3	52.36
11	22Oct2010 1200	242.23	160.35	11	22Oct2010 1200	194.58	71.12	11	22Oct2010 1200	178.36	56.25
12	23Oct2010 1200	241.94	134.98	12	23Oct2010 1200	194.52	66.98	12	23Oct2010 1200	178.37	66.8
13	24Oct2010 1200	241.6	108.81	13	24Oct2010 1200	194.44	61.7	13	24Oct2010 1200	178.33	67.87
14	25Oct2010 1200	241.08	75.81	14	25Oct2010 1200	194.32	54.73	14	25Oct2010 1200	178.26	63.84
15	26Oct2010 1200	240.45	46.32	15	26Oct2010 1200	194.21	48.41	15	26Oct2010 1200	178.16	57.65
16	27Oct2010 1200	240.4	44.15	16	27Oct2010 1200	194.06	41.32	16	27Oct2010 1200	178.02	51.05
17	28Oct2010 1200	240.37	43	17	28Oct2010 1200	193.88	34.21	17	28Oct2010 1200	177.87	43.93
18	29Oct2010 1200	240.28	39.81	18	29Oct2010 1200	193.74	30.82	18	29Oct2010 1200	177.65	36.86
19	30Oct2010 1200	240.11	34.44	19	30Oct2010 1200	193.72	30.06	19	30Oct2010 1200	177.4	32.26
20	31Oct2010 1200	239.85	26.46	20	31Oct2010 1200	193.7	29.57	20	31Oct2010 1200	177.22	30.49
21	01Nov2010 1200	239.67	21.33	21	01Nov2010 1200	193.68	28.68	21	01Nov2010 1200	177.13	29.78
22	02Nov2010 1200	239.59	19.4	22	02Nov2010 1200	193.61	26.61	22	02Nov2010 1200	177.07	28.92
23	03Nov2010 1200	239.54	18.11	23	03Nov2010 1200	193.51	23.29	23	03Nov2010 1200	177.03	27.12
24	04Nov2010 1200	239.49	16.94	24	04Nov2010 1200	193.42	20.69	24	04Nov2010 1200	175.57	24.21
25	05Nov2010 1200	239.45	16.01	25	05Nov2010 1200	193.37	18.97	25	05Nov2010 1200	175.51	21.27
26	06Nov2010 1200	239.41	15.31	26	06Nov2010 1200	193.33	17.92	26	06Nov2010 1200	175.47	19.3
27	07Nov2010 1200	239.38	14.65	27	07Nov2010 1200	193.29	16.89	27	07Nov2010 1200	175.44	18.06
28	08Nov2010 1200	239.35	14.03	28	08Nov2010 1200	193.26	16.02	28	08Nov2010 1200	175.41	16.98
29	09Nov2010 1200	239.33	13.56	29	09Nov2010 1200	193.23	15.4	29	09Nov2010 1200	175.39	16.1
30	10Nov2010 1200	239.3	12.91	30	10Nov2010 1200	193.22	15.12	30	10Nov2010 1200	175.38	15.43
31	11Nov2010 1200	239.27	12.36	31	11Nov2010 1200	193.2	14.61	31	11Nov2010 1200	175.37	15.17
32	12Nov2010 1200	239.27	12.32	32	12Nov2010 1200	193.19	14.28	32	12Nov2010 1200	175.36	14.77
33	13Nov2010 1200	239.26	12.14	33	13Nov2010 1200	193.19	14.24	33	13Nov2010 1200	175.35	14.34

ตารางที่ ค-2 ผลการคำนวณปริมาณน้ำท่าของกรณีศึกษาที่ 1 (ต่อ)

River: Lamtakong Reach: 1 RS: 7.5 (M38c)				River: Lamtakong Reach: 2 RS: (M191)				River: Lamtakong Reach: 2 RS: 2.2 (M164)			
No.	Date	Stage INST-VAL METERS	Flow INST-VAL M3/S	No.	Date	Stage INST-VAL METERS	Flow INST-VAL M3/S	No.	Date	Stage INST-VAL METERS	Flow INST-VAL M3/S
1	12Oct2010 1800	239.02	8.04	1	12Oct2010 1800	193.19	14.15	1	12Oct2010 1800	176.56	14.13
2	13Oct2010 1800	239.34	13.88	2	13Oct2010 1800	193.19	14.15	2	13Oct2010 1800	176.58	14.13
3	14Oct2010 1800	240.18	36.84	3	14Oct2010 1800	193.18	13.68	3	14Oct2010 1800	176.7	13.96
4	15Oct2010 1800	241.6	109.9	4	15Oct2010 1800	193.17	13.48	4	15Oct2010 1800	176.95	13.63
5	16Oct2010 1800	242.18	155.66	5	16Oct2010 1800	193.19	14.17	5	16Oct2010 1800	177.23	13.55
6	17Oct2010 1800	241.85	127.77	6	17Oct2010 1800	193.8	32.29	6	17Oct2010 1800	177.48	15.63
7	18Oct2010 1800	241.89	130.49	7	18Oct2010 1800	194.41	59.73	7	18Oct2010 1800	177.72	29.72
8	19Oct2010 1800	242.27	164.45	8	19Oct2010 1800	194.28	52.44	8	19Oct2010 1800	177.93	52.62
9	20Oct2010 1800	242.55	191.46	9	20Oct2010 1800	194.28	52.61	9	20Oct2010 1800	178.15	53.26
10	21Oct2010 1800	242.38	174.25	10	21Oct2010 1800	194.46	63.14	10	21Oct2010 1800	178.32	52.52
11	22Oct2010 1800	242.16	153.89	11	22Oct2010 1800	194.57	70.42	11	22Oct2010 1800	178.37	59.06
12	23Oct2010 1800	241.87	128.76	12	23Oct2010 1800	194.5	65.84	12	23Oct2010 1800	178.37	67.95
13	24Oct2010 1800	241.48	100.84	13	24Oct2010 1800	194.41	59.99	13	24Oct2010 1800	178.32	67.15
14	25Oct2010 1800	240.9	66.09	14	25Oct2010 1800	194.29	53.11	14	25Oct2010 1800	178.24	62.39
15	26Oct2010 1800	240.44	45.68	15	26Oct2010 1800	194.17	46.73	15	26Oct2010 1800	178.13	56.02
16	27Oct2010 1800	240.39	43.97	16	27Oct2010 1800	194.02	39.36	16	27Oct2010 1800	177.99	49.33
17	28Oct2010 1800	240.35	42.29	17	28Oct2010 1800	193.82	32.87	17	28Oct2010 1800	177.82	42.06
18	29Oct2010 1800	240.24	38.65	18	29Oct2010 1800	193.73	30.49	18	29Oct2010 1800	177.58	35.42
19	30Oct2010 1800	240.05	32.29	19	30Oct2010 1800	193.72	29.98	19	30Oct2010 1800	177.35	31.62
20	31Oct2010 1800	239.8	24.98	20	31Oct2010 1800	193.7	29.39	20	31Oct2010 1800	177.19	30.29
21	01Nov2010 1800	239.65	20.81	21	01Nov2010 1800	193.66	28.12	21	01Nov2010 1800	177.11	29.62
22	02Nov2010 1800	239.58	19.08	22	02Nov2010 1800	193.59	25.86	22	02Nov2010 1800	177.06	28.55
23	03Nov2010 1800	239.52	17.81	23	03Nov2010 1800	193.49	22.5	23	03Nov2010 1800	177.02	26.45
24	04Nov2010 1800	239.48	16.7	24	04Nov2010 1800	193.41	20.19	24	04Nov2010 1800	175.55	23.39
25	05Nov2010 1800	239.44	15.82	25	05Nov2010 1800	193.36	18.7	25	05Nov2010 1800	175.5	20.7
26	06Nov2010 1800	239.41	15.15	26	06Nov2010 1800	193.32	17.66	26	06Nov2010 1800	175.46	18.95
27	07Nov2010 1800	239.37	14.48	27	07Nov2010 1800	193.28	16.66	27	07Nov2010 1800	175.43	17.78
28	08Nov2010 1800	239.35	13.92	28	08Nov2010 1800	193.25	15.89	28	08Nov2010 1800	175.41	16.74
29	09Nov2010 1800	239.32	13.4	29	09Nov2010 1800	193.23	15.23	29	09Nov2010 1800	175.39	15.92
30	10Nov2010 1800	239.29	12.74	30	10Nov2010 1800	193.23	15.18	30	10Nov2010 1800	175.37	15.32
31	11Nov2010 1800	239.27	12.36	31	11Nov2010 1800	193.2	14.61	31	11Nov2010 1800	175.37	15.09
32	12Nov2010 1800	239.26	12.26	32	12Nov2010 1800	193.19	14.28	32	12Nov2010 1800	175.36	14.61
33	13Nov2010 1800	239.26	12.14	33	13Nov2010 1800	193.19	14.24	33	13Nov2010 1800	175.35	14.3

ตารางที่ ค-3 ผลการคำนวณปริมาณน้ำท่าของกรณีศึกษาที่ 2

River: Lamtakong Reach: 1 RS: 7.5 (M38c)				River: Lamtakong Reach: 2 RS: (M191)				River: Lamtakong Reach: 2 RS: 2.2 (M164)			
No.	Date	Stage INST-VAL METERS	Flow INST-VAL M3/S	No.	Date	Stage INST-VAL METERS	Flow INST-VAL M3/S	No.	Date	Stage INST-VAL METERS	Flow INST-VAL M3/S
1	13Oct2010 0600	238.85	8.53	1	13Oct2010 0600	209.97	5.2	1	13Oct2010 0600	175.46	10.59
2	14Oct2010 0600	239.32	19.55	2	14Oct2010 0600	209.96	4.94	2	14Oct2010 0600	175.46	10.59
3	15Oct2010 0600	240.31	57.66	3	15Oct2010 0600	210.04	6.84	3	15Oct2010 0600	175.46	10.59
4	16Oct2010 0600	241.88	174.89	4	16Oct2010 0600	210.3	15.1	4	16Oct2010 0600	175.46	10.59
5	17Oct2010 0600	241.97	183.21	5	17Oct2010 0600	211.17	71.05	5	17Oct2010 0600	175.46	10.6
6	18Oct2010 0600	242.02	188.46	6	18Oct2010 0600	211.91	160.09	6	18Oct2010 0600	175.53	12.22
7	19Oct2010 0600	242.06	193.11	7	19Oct2010 0600	212.03	181.03	7	19Oct2010 0600	176.1	32.08
8	20Oct2010 0600	242.1	197.81	8	20Oct2010 0600	212.08	189.19	8	20Oct2010 0600	176.92	70.58
9	21Oct2010 0600	241.94	179.32	9	21Oct2010 0600	212.11	194.62	9	21Oct2010 0600	177.18	94.64
10	22Oct2010 0600	241.79	164.02	10	22Oct2010 0600	212.07	188.46	10	22Oct2010 0600	177.25	101.97
11	23Oct2010 0600	241.53	138.78	11	23Oct2010 0600	211.99	174.1	11	23Oct2010 0600	177.28	104.64
12	24Oct2010 0600	241.25	114.44	12	24Oct2010 0600	211.89	156.26	12	24Oct2010 0600	177.25	101.46
13	25Oct2010 0600	240.81	83.61	13	25Oct2010 0600	211.74	133.09	13	25Oct2010 0600	177.18	94.21
14	26Oct2010 0600	240.09	46.84	14	26Oct2010 0600	211.56	108.14	14	26Oct2010 0600	177.09	84.71
15	27Oct2010 0600	239.99	42.88	15	27Oct2010 0600	211.27	79.1	15	27Oct2010 0600	176.96	73.71
16	28Oct2010 0600	239.97	42.07	16	28Oct2010 0600	210.99	55.92	16	28Oct2010 0600	176.82	61.93
17	29Oct2010 0600	239.91	39.46	17	29Oct2010 0600	210.86	46.25	17	29Oct2010 0600	176.61	50.33
18	30Oct2010 0600	239.8	35.04	18	30Oct2010 0600	210.81	42.87	18	30Oct2010 0600	176.35	41.83
19	31Oct2010 0600	239.57	26.91	19	31Oct2010 0600	210.77	40.07	19	31Oct2010 0600	176.14	32.84
20	01Nov2010 0600	239.39	21.03	20	01Nov2010 0600	210.71	35.91	20	01Nov2010 0600	176.04	28.79
21	02Nov2010 0600	239.3	18.78	21	02Nov2010 0600	210.6	29.82	21	02Nov2010 0600	175.98	26.81
22	03Nov2010 0600	239.25	17.45	22	03Nov2010 0600	210.5	24.39	22	03Nov2010 0600	175.94	25.29
23	04Nov2010 0600	239.21	16.23	23	04Nov2010 0600	210.43	20.72	23	04Nov2010 0600	175.89	23.26
24	05Nov2010 0600	239.17	15.3	24	05Nov2010 0600	210.39	18.64	24	05Nov2010 0600	175.83	20.9
25	06Nov2010 0600	239.15	14.64	25	06Nov2010 0600	210.35	17.28	25	06Nov2010 0600	175.76	18.79
26	07Nov2010 0600	239.12	13.99	26	07Nov2010 0600	210.32	16.14	26	07Nov2010 0600	175.71	17.14
27	08Nov2010 0600	239.09	13.35	27	08Nov2010 0600	210.3	15.21	27	08Nov2010 0600	175.67	16.13
28	09Nov2010 0600	239.07	12.91	28	09Nov2010 0600	210.28	14.46	28	09Nov2010 0600	175.65	15.37
29	10Nov2010 0600	239.04	12.28	29	10Nov2010 0600	210.26	13.78	29	10Nov2010 0600	175.63	14.72
30	11Nov2010 0600	239.01	11.63	30	11Nov2010 0600	210.25	13.23	30	11Nov2010 0600	175.61	14.16
31	12Nov2010 0600	239.01	11.58	31	12Nov2010 0600	210.23	12.69	31	12Nov2010 0600	175.59	13.63
32	13Nov2010 0600	239	11.38	32	13Nov2010 0600	210.22	12.11	32	13Nov2010 0600	175.57	13.14
33	14Nov2010 0600	238.99	11.36	33	14Nov2010 0600	210.21	11.75	33	14Nov2010 0600	175.56	12.74

ตารางที่ ค-3 ผลการคำนวณปริมาณน้ำท่าของกรณีศึกษาที่ 2 (ต่อ)

River: Lamtakong Reach: 1 RS: 7.5 (M38c)				River: Lamtakong Reach: 2 RS: (M191)				River: Lamtakong Reach: 2 RS: 2.2 (M164)			
No.	Date	Stage INST-VAL METERS	Flow INST-VAL M3/S	No.	Date	Stage INST-VAL METERS	Flow INST-VAL M3/S	No.	Date	Stage INST-VAL METERS	Flow INST-VAL M3/S
1	13Oct2010 1200	238.93	10.15	1	13Oct2010 1200	209.96	5.04	1	13Oct2010 1200	175.46	10.59
2	14Oct2010 1200	239.55	26.58	2	14Oct2010 1200	209.97	5.24	2	14Oct2010 1200	175.46	10.6
3	15Oct2010 1200	240.72	79.89	3	15Oct2010 1200	210.07	7.66	3	15Oct2010 1200	175.46	10.59
4	16Oct2010 1200	241.94	179.84	4	16Oct2010 1200	210.42	20.41	4	16Oct2010 1200	175.46	10.59
5	17Oct2010 1200	241.99	184.51	5	17Oct2010 1200	211.54	107.01	5	17Oct2010 1200	175.46	10.59
6	18Oct2010 1200	242.03	189.62	6	18Oct2010 1200	211.95	167.62	6	18Oct2010 1200	175.61	14.47
7	19Oct2010 1200	242.07	194.29	7	19Oct2010 1200	212.05	183.65	7	19Oct2010 1200	176.33	42.02
8	20Oct2010 1200	242.07	193.52	8	20Oct2010 1200	212.09	190.64	8	20Oct2010 1200	177.02	79.68
9	21Oct2010 1200	241.9	175.37	9	21Oct2010 1200	212.11	194.91	9	21Oct2010 1200	177.21	97.25
10	22Oct2010 1200	241.73	157.74	10	22Oct2010 1200	212.06	185.07	10	22Oct2010 1200	177.26	103.02
11	23Oct2010 1200	241.46	132.51	11	23Oct2010 1200	211.97	170.13	11	23Oct2010 1200	177.27	104.41
12	24Oct2010 1200	241.14	106.53	12	24Oct2010 1200	211.86	150.94	12	24Oct2010 1200	177.23	99.92
13	25Oct2010 1200	240.64	73.86	13	25Oct2010 1200	211.7	127.37	13	25Oct2010 1200	177.16	92.01
14	26Oct2010 1200	240.04	44.75	14	26Oct2010 1200	211.49	101.29	14	26Oct2010 1200	177.06	82.07
15	27Oct2010 1200	239.99	42.61	15	27Oct2010 1200	211.19	72.4	15	27Oct2010 1200	176.93	70.73
16	28Oct2010 1200	239.96	41.48	16	28Oct2010 1200	210.95	52.48	16	28Oct2010 1200	176.77	59.32
17	29Oct2010 1200	239.88	38.41	17	29Oct2010 1200	210.84	45.1	17	29Oct2010 1200	176.55	48.07
18	30Oct2010 1200	239.75	33.11	18	30Oct2010 1200	210.8	42.22	18	30Oct2010 1200	176.28	39.11
19	31Oct2010 1200	239.52	25.28	19	31Oct2010 1200	210.76	39.2	19	31Oct2010 1200	176.1	31.45
20	01Nov2010 1200	239.36	20.31	20	01Nov2010 1200	210.68	34.48	20	01Nov2010 1200	176.02	28.18
21	02Nov2010 1200	239.29	18.41	21	02Nov2010 1200	210.58	28.27	21	02Nov2010 1200	175.98	26.45
22	03Nov2010 1200	239.24	17.13	22	03Nov2010 1200	210.48	23.32	22	03Nov2010 1200	175.93	24.83
23	04Nov2010 1200	239.2	15.98	23	04Nov2010 1200	210.42	20.09	23	04Nov2010 1200	175.88	22.68
24	05Nov2010 1200	239.16	15.12	24	05Nov2010 1200	210.38	18.27	24	05Nov2010 1200	175.81	20.37
25	06Nov2010 1200	239.14	14.47	25	06Nov2010 1200	210.34	16.98	25	06Nov2010 1200	175.74	18.3
26	07Nov2010 1200	239.11	13.83	26	07Nov2010 1200	210.32	15.89	26	07Nov2010 1200	175.7	16.84
27	08Nov2010 1200	239.08	13.23	27	08Nov2010 1200	210.29	15.02	27	08Nov2010 1200	175.66	15.92
28	09Nov2010 1200	239.06	12.77	28	09Nov2010 1200	210.28	14.28	28	09Nov2010 1200	175.64	15.19
29	10Nov2010 1200	239.03	12.12	29	10Nov2010 1200	210.26	13.63	29	10Nov2010 1200	175.62	14.58
30	11Nov2010 1200	239.01	11.58	30	11Nov2010 1200	210.25	13.11	30	11Nov2010 1200	175.6	14.02
31	12Nov2010 1200	239	11.54	31	12Nov2010 1200	210.23	12.54	31	12Nov2010 1200	175.58	13.5
32	13Nov2010 1200	238.99	11.36	32	13Nov2010 1200	210.21	11.99	32	13Nov2010 1200	175.57	13.05
33	14Nov2010 1200	238.99	11.33	33	14Nov2010 1200	210.21	11.7	33	14Nov2010 1200	175.55	12.63

ตารางที่ ค-3 ผลการคำนวณปริมาณน้ำท่าของกรณีศึกษาที่ 2 (ต่อ)

River: Lamtakong Reach: 1 RS: 7.5 (M38c)				River: Lamtakong Reach: 2 RS: (M191)				River: Lamtakong Reach: 2 RS: 2.2 (M164)			
No.	Date	Stage INST-VAL METERS	Flow INST-VAL M3/S	No.	Date	Stage INST-VAL METERS	Flow INST-VAL M3/S	No.	Date	Stage INST-VAL METERS	Flow INST-VAL M3/S
1	13Oct2010 1800	239.07	13.08	1	13Oct2010 1800	209.96	4.89	1	13Oct2010 1800	175.46	10.59
2	14Oct2010 1800	239.8	35.61	2	14Oct2010 1800	209.99	5.69	2	14Oct2010 1800	175.46	10.59
3	15Oct2010 1800	241.14	107.67	3	15Oct2010 1800	210.13	9.27	3	15Oct2010 1800	175.46	10.59
4	16Oct2010 1800	241.95	180.96	4	16Oct2010 1800	210.59	29.03	4	16Oct2010 1800	175.46	10.59
5	17Oct2010 1800	242	185.82	5	17Oct2010 1800	211.73	133.04	5	17Oct2010 1800	175.46	10.61
6	18Oct2010 1800	242.04	190.78	6	18Oct2010 1800	211.99	173.39	6	18Oct2010 1800	175.72	17.81
7	19Oct2010 1800	242.08	195.46	7	19Oct2010 1800	212.06	185.78	7	19Oct2010 1800	176.57	49.24
8	20Oct2010 1800	242.03	188.67	8	20Oct2010 1800	212.09	192	8	20Oct2010 1800	177.1	86.11
9	21Oct2010 1800	241.87	171.54	9	21Oct2010 1800	212.1	193.56	9	21Oct2010 1800	177.23	99.2
10	22Oct2010 1800	241.67	151.29	10	22Oct2010 1800	212.03	181.49	10	22Oct2010 1800	177.27	103.89
11	23Oct2010 1800	241.4	126.31	11	23Oct2010 1800	211.94	165.76	11	23Oct2010 1800	177.27	103.77
12	24Oct2010 1800	241.03	98.58	12	24Oct2010 1800	211.82	145.05	12	24Oct2010 1800	177.22	98.18
13	25Oct2010 1800	240.46	64.11	13	25Oct2010 1800	211.66	121.69	13	25Oct2010 1800	177.14	89.68
14	26Oct2010 1800	240.02	44.13	14	26Oct2010 1800	211.42	94.31	14	26Oct2010 1800	177.03	79.32
15	27Oct2010 1800	239.98	42.43	15	27Oct2010 1800	211.11	65.72	15	27Oct2010 1800	176.9	67.64
16	28Oct2010 1800	239.94	40.78	16	28Oct2010 1800	210.91	49.76	16	28Oct2010 1800	176.72	56.48
17	29Oct2010 1800	239.86	37.27	17	29Oct2010 1800	210.83	44.23	17	29Oct2010 1800	176.48	46.01
18	30Oct2010 1800	239.69	31	18	30Oct2010 1800	210.79	41.56	18	30Oct2010 1800	176.23	36.67
19	31Oct2010 1800	239.48	23.81	19	31Oct2010 1800	210.75	38.26	19	31Oct2010 1800	176.08	30.35
20	01Nov2010 1800	239.34	19.8	20	01Nov2010 1800	210.66	32.98	20	01Nov2010 1800	176.01	27.65
21	02Nov2010 1800	239.28	18.09	21	02Nov2010 1800	210.55	26.91	21	02Nov2010 1800	175.97	26.08
22	03Nov2010 1800	239.23	16.83	22	03Nov2010 1800	210.46	22.35	22	03Nov2010 1800	175.92	24.34
23	04Nov2010 1800	239.19	15.74	23	04Nov2010 1800	210.41	19.52	23	04Nov2010 1800	175.86	22.09
24	05Nov2010 1800	239.16	14.96	24	05Nov2010 1800	210.37	17.93	24	05Nov2010 1800	175.79	19.83
25	06Nov2010 1800	239.13	14.31	25	06Nov2010 1800	210.34	16.7	25	06Nov2010 1800	175.73	17.86
26	07Nov2010 1800	239.1	13.67	26	07Nov2010 1800	210.31	15.65	26	07Nov2010 1800	175.69	16.58
27	08Nov2010 1800	239.08	13.12	27	08Nov2010 1800	210.29	14.82	27	08Nov2010 1800	175.66	15.73
28	09Nov2010 1800	239.06	12.61	28	09Nov2010 1800	210.27	14.11	28	09Nov2010 1800	175.64	15.03
29	10Nov2010 1800	239.02	11.96	29	10Nov2010 1800	210.26	13.49	29	10Nov2010 1800	175.62	14.43
30	11Nov2010 1800	239.01	11.58	30	11Nov2010 1800	210.24	12.97	30	11Nov2010 1800	175.6	13.89
31	12Nov2010 1800	239	11.49	31	12Nov2010 1800	210.23	12.38	31	12Nov2010 1800	175.58	13.38
32	13Nov2010 1800	238.99	11.36	32	13Nov2010 1800	210.21	11.89	32	13Nov2010 1800	175.56	12.95
33	14Nov2010 1800	238.99	11.27	33	14Nov2010 1800	210.2	11.65	33	14Nov2010 1800	175.55	12.51

ประวัติผู้เขียน

นางสาวกรกต เลิศชัยพงศ์ เกิดเมื่อวันที่ 27 เดือนกันยายน ปี พ.ศ.2525 เริ่มเข้าศึกษาชั้นประถมศึกษาที่โรงเรียนเทศบาล 3(ยมราชสามัคคี) จังหวัดนครราชสีมา ชั้นมัธยมศึกษาที่ 1 - 3 โรงเรียนเทศบาล 3(ยมราชสามัคคี) จังหวัดนครราชสีมา ชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา ชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดนครราชสีมา และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดนครราชสีมา เมื่อปี พ.ศ.2553 ในระหว่างการศึกษาระดับปริญญาตรี ได้ปฏิบัติงานตำแหน่งเจ้าพนักงานประจำห้องปฏิบัติการวิศวกรรมแหล่งน้ำ ด้วยวุฒิการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ในสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดนครราชสีมา โดยหลังจากสำเร็จการศึกษาได้รับใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมระดับภาคีวิศวกร สาขาวิศวกรรมโยธา

ปี พ.ศ.2554 ได้ปรับตำแหน่งเป็นช่างเทคนิคประจำห้องปฏิบัติการ ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดนครราชสีมา

ปี พ.ศ.2555 เข้าศึกษาต่อระดับมหาบัณฑิตศึกษา ระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมโยชามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในระหว่างการศึกษาระดับปริญญาโท ได้มีผลงานวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ คือ ได้เสนอบทความเข้าร่วมการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 22 เรื่องการบรรเทาอุทกภัยในชุมชนเมืองด้วยวิธีผันน้ำออกสู่แก้มลิง : กรณีศึกษาเทศบาลนครนครราชสีมาในกลุ่มน้ำลำตะคอง