การศึกษาความเป็นไปได้ในการบรรเทาปัญหาอุทกภัย โดยการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ด้วยวิธีดาดลาดตลิ่งและท้องลำน้ำ : กรณีศึกษาแม่น้ำยม จังหวัดสุโขทัย

FEASIBILITY STUDY OF FLOODING MITIGATION BY PHYSICAL RIVER MODIFICATION BY LINING METHOD ON SLOPES AND RIVER BED: CASE STUDY OF YOM RIVER, SUKHOTHAI PROVINCE

ธีรวุฒิ พงษ์จันทร์

THIRAWUT PONGJUN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2563
KMITL-2020-EN-M-093-017

การศึกษาความเป็นไปได้ในการบรรเทาปัญหาอุทกภัย โดยการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ด้วยวิธีดาดลาดตลิ่งและท้องลำน้ำ : กรณีศึกษาแม่น้ำยม จังหวัดสุโขทัย

FEASIBILITY STUDY OF FLOODING MITIGATION BY PHYSICAL RIVER MODIFICATION BY LINING METHOD ON SLOPES AND RIVER BED: CASE STUDY OF YOM RIVER, SUKHOTHAI PROVINCE

ธีรวุฒิ พงษ์จันทร์

THIRAWUT PONGJUN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2563

KMITL-2020-EN-M-093-017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FEASIBILITY STUDY OF FLOODING MITIGATION BY PHYSICAL RIVER MODIFICATION BY LINING METHOD ON SLOPES AND RIVER BED: CASE STUDY OF YOM RIVER, SUKHOTHAI PROVINCE

THIRAWUT PONGJUN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2020

KMITL-2020-EN-M-093-017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2020

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาความเป็นไปได้ในการบรรเทาปัญหาอุทกภัย โดยการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ด้วยวิธีดาดลาดตลิ่งและท้องลำน้ำ : กรณีศึกษาแม่น้ำยม จังหวัดสุโขทัย
นักศึกษา	นายธีรวุฒิ พงษ์จันทร์
รหัสประจำตัว	58601184
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
พ.ศ.	2563
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์ ดร.อุมา สีบุญเรือง

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการนำเสนอแนวความคิดในการบรรเทาปัญหาอุทกภัยในลุ่มน้ำยมตอนล่าง พื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย โดยใช้สมมุติฐานของการเพิ่มขีดความสามารถในการระบายน้ำด้วยวิธีการดาดคอนกรีตลาดตลิ่งและท้องลำน้ำในแม่น้ำยมช่วงที่ไหลผ่านตัวเมืองสุโขทัย โดยใช้การวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ HEC-RAS เวอร์ชัน 5.0.1 (USACE, 2016) โดยแบ่งระยะทางในการศึกษาออกเป็น 10 กรณี ซึ่งมีตำแหน่งสถานีวัดน้ำ Y.4 (อำเภอเมืองสุโขทัย) เป็นจุดกึ่งกลางของการพิจารณาภายใต้เงื่อนไขของการไหลสูงสุด ณ สถานี Y.4 ใน ปี พ.ศ. 2554 ที่มีอัตราการไหลสูงสุด 685.20 ลบ.ม./วินาที และมีค่าระดับน้ำสูงสุด 50.74 ม.(รทก.) ในการพิจารณาค่าพารามิเตอร์ทางชลศาสตร์ในลำน้ำได้ใช้อัตราการไหลและค่าระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2554 และ ปี พ.ศ. 2553 มาเป็นค่าสอบเทียบของการไหล ผลจากการสอบเทียบพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง (n) ตามธรรมชาติในลำน้ำยมมีค่าอยู่ระหว่าง 0.025 – 0.050 โดยในช่วงที่ไหลผ่านอำเภอเมืองสุโขทัยมีค่าเท่ากับ 0.025 ในการวิเคราะห์ปรับปรุงกายภาพลำน้ำยมได้ดำเนินการโดยปรับเปลี่ยนค่า n ในลาดตลิ่งและท้องแม่น้ำให้มีค่าเท่ากับ 0.013 ซึ่งเป็นคุณสมบัติของการไหลในคลองที่ดาดด้วยคอนกรีต การปรับปรุงกายภาพลำน้ำกรณีที่ 1 มีระยะทาง 2 กม., กรณีที่ 2 ระยะทาง 4 กม., กรณีที่ 3 ระยะทาง 6 กม., กรณีที่ 4 ระยะทาง 8 กม., กรณีที่ 5 ระยะทาง 10 กม., กรณีที่ 6 ระยะทาง 12 กม., กรณีที่ 7 ระยะทาง 14 กม., กรณีที่ 8 ระยะทาง 16 กม., กรณีที่ 9 ระยะทาง 18 กม. และกรณีที่ 10 มีระยะทางยาว 20 กม.ผลจากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง HEC-RAS พบว่าประสิทธิภาพในการระบายน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระยะทางในการปรับปรุงกายภาพลำน้ำยาวขึ้น โดยพิจารณาได้จากค่าระดับน้ำในแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 มีระดับลดลง 0.06 เมตร, 0.37 เมตร, 0.52 เมตร, 0.67 เมตร, 0.82 เมตร, 1.04 เมตร, 1.19 เมตร, 1.33 เมตร, 1.46 เมตร และ 1.59 เมตร ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่าระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นใน ปี พ.ศ. 2554 จากการศึกษาเปรียบเทียบพบว่าประสิทธิภาพในการปรับปรุงกายภาพลำน้ำระยะทาง 4 กม.สามารถลดระดับน้ำในแม่น้ำยมลงได้เทียบเท่ากับการผันน้ำผ่านคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที และการปรับปรุงกายภาพลำน้ำเป็นระยะทางยาว 6 กม.เทียบได้กับการผันน้ำผ่านคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที ผลสรุปของการศึกษาพบว่าวิธีการปรับปรุงกายภาพลำน้ำยมด้วยการดาดคอนกรีตในลาดตลิ่งและท้องแม่น้ำยมระยะทางยาว 10 กม.(กรณีที่ 5) ให้ผลในการแก้ไขปัญหาอุทกภัยได้เหมาะสมและประหยัดที่สุดสำหรับพื้นที่เทศบาลเมืองสุโขทัยธานี โดยไม่เกิดผลกระทบใดๆ ต่อพื้นที่ชุมชนข้างเคียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Feasibility Study of Flooding Mitigation by Physical River Modification by Lining Method on Slopes and River Bed: Case Study of Yom River, Sukhothai Province
Student	Mr. Thirawut Pongjun
Student ID.	58601184
Degree	Master of Engineering
Program	Civil Engineering
Year	2020
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Uma Seeboonruang

ABSTRACT

This study is to propose the feasibility study for flood mitigation in the Lower Yom River basin of Sukhothai Province's Muang District. The hypothesis is to improve the Yom River's discharge while flowing through the district. The mathematical simulation model HES-RAS version 5.0.1 (USACE, 2016) was applied to analyze in this study. The length of river's improvement was varied from 2 km. in case 1 to 20 km. in case 10. The Yom River's station Y.4 (Sukhothai's Muang District) was applied to be the center point of the study. The condition of maximum discharge capacity and the highest level of the Yom River's station Y.4 in the 2011 were used to compare with the Yom River's maximum flow after improving by concrete lining of river bottom and side slopes. In the 2011, at the Yom River's station Y.4 (Sukhothai's Muang District) had a maximum flow rate of 685.20 cubic meters/second and the highest water level of 50.74 m. (MSL.). The numbers were used for calibration purpose. The result of calibration was the Yom River's Manning's n = 0.025 - 0.050 and the Yom River's Manning's n at the Yom River's station Y.4 = 0.025. The analysis of the physical river modification was simulated by letting Manning's n = 0.013, which represented concrete lining's improvement at the Yom River's station Y.4. Different scenarios were simulated as the lining length of the river reach of 2 km., 4 km., 6 km., 8 km., 10 km., 12 km., 14 km., 16 km., 18 km., and 20 km., respectively. The result of this simulating study can reduce the water level of the Yom River by 0.06 m., 0.37 m., 0.52 m., 0.67 m., 0.82 m., 1.04 m., 1.19 m., 1.33 m., 1.46 m., and 1.59 m., respectively. The efficiency in case 2 (reducing the water level = 0.37 m.) can be compared to a diversion channel of 50 cubic meters/second and in case 3 (reducing the water level = 0.52 m.) can be compared to a diversion channel of 100 cubic meters/second. The best case in this study which is appropriate to mitigate in the Lower Yom River basin of Sukhothai Province's Muang District is the case 5 (reducing the water level = 0.82 m.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้เป็นอย่างดี ด้วยความช่วยเหลือ จาก รศ.ดร.อุมา สีบุญเรือง ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ที่คอยให้คำแนะนำและคำปรึกษาในการทำงานมาโดยตลอด ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รศ. ดร.สกุล ห่อวโนทยาน และคณาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกท่าน ที่ให้ความรู้และแนวทางในการศึกษาวิชาทางด้านชลศาสตร์และอุทกวิทยา รศ.ดร.สมบัติ ชื่นชูกลิ่น และคณะอนุกรรมการ สาขาวิศวกรรมแหล่งน้ำ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและกรมชลประทาน ที่ได้ร่วมกันจัดการอบรมให้ความรู้ในการใช้โปรแกรม HEC-RAS เวอร์ชัน 5.0.1 ตลอดจนถึงวิทยากรทุกท่านที่สละเวลามาให้ความรู้ในการใช้โปรแกรมดังกล่าว ขอขอบพระคุณสำหรับข้อมูลทุติยภูมิที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ที่ได้มาจากศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน กรมโยธาธิการและผังเมือง บริษัท บีคอน เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแต้นส์ จำกัด สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน) ตลอดจนถึงทุกๆ ท่านที่สนับสนุนข้อมูล กำลังใจและความรู้ในการศึกษาในครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อน พี่ น้อง ทุกคนที่ให้คำแนะนำและคอยช่วยเหลือในการทำงาน พร้อมมอบกำลังใจให้เสมอมาจนสามารถฟันฝ่าอุปสรรคมาได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้การเลี้ยงดูอย่างดีตลอดมา ตลอดถึงครอบครัวที่ให้การสนับสนุน ทั้งกำลังทรัพย์ที่เป็นค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆ พร้อมกับมอบกำลังใจที่ดี เมื่อยามท้อและเหน็ดเหนื่อย จนทำให้การทำงานสำเร็จไปได้ด้วยดี

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับผู้มีพระคุณทุกท่านซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง

ธีรวุฒิ พงษ์จันทร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VII
สารบัญรูป VIII
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 กล่าวนำ 1
1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 3
1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 5
1.4 ขอบเขตของการศึกษา 5
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน 7
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 8
บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์ 9
2.1 บทนำ 9
2.2 ทฤษฎีการไหลในทางน้ำเปิด 10
2.3 ทฤษฎีการหาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง 13
2.4 มาตรการการแก้ไขปัญหาอุทกภัยด้วยวิธีการไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง/ใช้สิ่งก่อสร้าง 14
2.4.1 มาตรการไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง 15
2.4.2 มาตรการใช้สิ่งก่อสร้าง 15
2.5 การแก้ไขปัญหาอุทกภัยด้วยวิธีการผันน้ำระหว่างลุ่มน้ำ 17
2.5.1 การผันน้ำตามทางเลือกที่ 1 17
2.5.2 การผันน้ำตามทางเลือกที่ 2 17
2.5.3 การผันน้ำตามทางเลือกที่ 3 17
2.5.4 การผันน้ำตามทางเลือกที่ 4 18
2.6 การบรรเทาปัญหาอุทกภัยด้วยวิธีการผันน้ำเข้าไปเก็บกักไว้ในพื้นที่แก้มลิง 19
2.6.1 พื้นที่ที่ทำการศึกษาและวิธีการวิจัย 19
2.6.2 ข้อมูลและผลการวิเคราะห์วิจัย 23
2.6.3 สรุปผลการทดลองและการพัฒนาต่อไป 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.7 การแก้ไขปัญหาอุทกภัยด้วยการสร้างคันปิดล้อมพื้นที่ชุมชนและเศรษฐกิจหลัก 24
2.8 การแก้ไขปัญหาอุทกภัยด้วยวิธีการแบบผสมผสาน 27
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ 30
3.1 แผนผังการดำเนินงานวิจัย 30
3.2 ศึกษาและรวบรวมปัญหาอุทกภัยในอดีต 31
3.3 การรวบรวมและวิเคราะห์ผลการศึกษาในอดีต 33
3.3.1 การแก้ไขปัญหาอุทกภัยด้วยการผันน้ำระหว่างลุ่มน้ำยมและลุ่มน้ำน่าน 33
3.3.2 การแก้ไขปัญหาอุทกภัยด้วยการสร้างคลองผันน้ำเข้าสู่พื้นที่แก้มลิง 33
3.3.3 การแก้ไขปัญหาน้ำล้นตลิ่งในเขตชุมชนเมือง 35
3.4 เลือกพื้นที่ที่จะดำเนินการศึกษา 36
3.4.1 การเลือกสถานีอุทกวิทยาเพื่อกำหนดขอบเขตจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด 36
3.4.2 การเลือกพื้นที่ที่จะทำการศึกษาการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ 38
3.5 กำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหา 39
3.5.1 การผันน้ำเลี่ยงเมืองสุโขทัย 39
3.5.2 การปรับปรุงกายภาพลำน้ำยมช่วงที่ไหลผ่านตัวเมืองสุโขทัย 40
3.6 รวบรวมข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยา 42
3.7 การวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม HEC-RAS 45
3.7.1 การสอบเทียบอัตราการไหลและค่าระดับน้ำสูงสุด ในปี พ.ศ. 2554 46
3.7.2 การสอบเทียบอัตราการไหลและค่าระดับน้ำสูงสุด ในปี พ.ศ. 2553 49
3.7.3 วิธีการ Run โปรแกรม HEC-RAS ในแต่ละกรณี ทั้ง 10 Case 50
3.7.4 การ Run โปรแกรมในกรณีที่มีคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที 51
3.7.5 การ Run โปรแกรมในกรณีที่มีคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที 51
3.8 การนำผลที่ได้จากโปรแกรม HEC-RAS ไปใช้ในการแก้ไขปัญหาอุทกภัย 52
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย 53
4.1 กล่าวนำ 53
4.2 ผลการ Run โปรแกรม HEC-RAS กรณีที่ไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ 54
4.2.1 ค่าระดับน้ำสูงสุดของการไหล ณ สถานี Y.4 54
4.2.2 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล ณ สถานี Y.4 66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3 ผลการวิเคราะห์ในกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที.....66
4.3.1 ค่าระดับน้ำสูงสุดของการไหล ณ สถานี Y.4 67
4.3.2 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล ณ สถานี Y.4 79
4.4 ผลการวิเคราะห์ในกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที 79
4.4.1 ค่าระดับน้ำสูงสุดของการไหล ณ สถานี Y.4 80
4.4.2 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล ณ สถานี Y.4 92
บทที่ 5 วิเคราะห์ผลการวิจัย 93
5.1 การวิเคราะห์ผลการสอบเทียบอัตราการไหลและค่าระดับน้ำสูงสุด.....93
5.2 การวิเคราะห์ความเหมาะสมในเชิงค่าระดับน้ำสูงสุด 95
5.2.1 กรณีที่ไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ 96
5.2.2 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที.....96
5.2.3 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที.....98
5.3 การวิเคราะห์ความเหมาะสมในเชิงความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล 101
5.4 การเปรียบเทียบข้อดี ข้อด้อยและแนวทางในการเลือกวิธีการแก้ไขปัญหาอุทกภัย....103
5.4.1 แนวทางที่ 1 103
5.4.2 แนวทางที่ 2 103
5.4.3 แนวทางที่ 3 103
5.4.4 การเปรียบเทียบกับการศึกษาอื่นๆ 104
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....105
6.1 สรุปผลการวิจัย 105
6.2 ข้อเสนอแนะ 106
บรรณานุกรม.....107
ภาคผนวก.....108
ภาคผนวก ก. ข้อมูลผลการทดลอง.....109
ภาคผนวก ข. บทความงานวิจัยที่ได้รับตีพิมพ์เผยแพร่.....122
ประวัติผู้เขียน.....133

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง (n) ที่เสนอโดย Chow (1959) 13
2.2 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง (n) ที่เสนอโดย Chen and Cotton (1988) 14
2.3 การคำนวณรอบการเกิดซ้ำของอัตราการไหลสูงสุด
: ณ สถานี Y.4 อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย (ที่มา: สมบัติ ชื่นชูกลิ่น และคณะ, 2550) 22
2.4 การคำนวณรอบการเกิดซ้ำของอัตราการไหลสูงสุด
: ณ สถานี Y.3A, Y.4 และ Y.17 (ที่มา: สมบัติ ชื่นชูกลิ่น และคณะ, 2550) 23
2.5 ผลการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากแบบจำลอง HEC-RAS กรณีที่มีคลองผันน้ำ
: ขนาด 50 และ 100 ลบ.ม./วินาที (ที่มา: สมบัติ ชื่นชูกลิ่น และคณะ, 2550) 24
3.1 ระยะทางการปรับปรุงกายภาพลำน้ำยมในแต่ละกรณี 38
3.2 อัตราการไหลและค่าระดับน้ำสูงสุดจากสถิติในปี พ.ศ. 2553 และ 2554
: (ที่มา: ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตองล่าง กรมชลประทาน, 2561) 43
3.3 สรุปรายละเอียดการปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (n) ในแต่ละ Case 51
4.1 ค่าระดับน้ำสูงสุดก่อนและหลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ณ สถานี Y.4 54
4.2 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหลก่อนและหลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ณ สถานี Y.4 66
4.3 ค่าระดับน้ำสูงสุด ณ สถานี Y.4 กรณีทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ
: ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ 67
4.4 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ
: ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ 79
4.5 ค่าระดับน้ำสูงสุด ณ สถานี Y.4 กรณีทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ
: ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ 80
4.6 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ
: ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ 92
5.1 ผลการสอบเทียบอัตราการไหลและค่าระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นใน ปี พ.ศ. 2554 93
5.2 ผลการสอบเทียบอัตราการไหลและค่าระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นใน ปี พ.ศ. 2553 94
5.3 สรุปค่าระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณี ณ สถานี Y.4 95
5.4 สรุปความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหลในแต่ละกรณี ณ สถานี Y.4 101
5.5 การพิจารณาเลือกความเหมาะสมในการแก้ไขปัญหาอุทกภัย 102
5.6 ความเร็วของการไหลที่เหมาะสมกับลักษณะทางกายภาพของแม่น้ำ 102

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 ขอบเขตลุ่มน้ำสาขาในลุ่มน้ำยม 1
1.2 รูปตัดตามยาว ความกว้างและความจุของแม่น้ำยม
(ที่มา : สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน), 2555) 2
1.3 แผนที่แหล่งน้ำและเส้นทางน้ำ จังหวัดสุโขทัย
(ที่มา : สำนักงานจังหวัดสุโขทัยและโครงการชลประทานจังหวัดสุโขทัย, 2561) 4
1.4 ตำแหน่งสถานีที่จะใช้ในการสอบเทียบเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง (n) 7
2.1 หน้าตัดตามยาวของการไหลในทางน้ำเปิดทั่วไป (USACE, 2016) 10
2.2 หน้าตัดพลังงานของการไหลในทางน้ำเปิดทั่วไป (USACE, 2016) 12
2.3 หน้าตัดโมเมนตัมของการไหลในทางน้ำเปิดทั่วไป (USACE, 2016) 12
2.4 ขอบเขตพื้นที่ประสบปัญหาอุทกภัยเป็นประจำในลุ่มน้ำยม (ที่มา: GISTDA) 16
2.5 แนวการผันน้ำระหว่างแม่น้ำยมและเขื่อนสิริกิติ์ 18
2.6 รูปตัดการผันน้ำระหว่างแม่น้ำยมและอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ 19
2.7 พื้นที่ที่ทำการศึกษา (ที่มา: สมบัติ ชื่นชูกลิ่น และคณะ, 2550) 20
2.8 ขั้นตอนในการสอบเทียบค่าที่ได้จาการ Run โปรแกรมกับค่าที่เกิดขึ้นจริง
(ที่มา: สมบัติ ชื่นชูกลิ่น และคณะ, 2550) 21
2.9 การคำนวณรอบการเกิดซ้ำของอัตราการไหลสูงสุด ณ สถานี Y.4
อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย (ที่มา: สมบัติ ชื่นชูกลิ่น และคณะ, 2550) 22
2.10 แผนผังระบบป้องกันน้ำท่วม พื้นที่ชุมชนเทศบาลเมืองสุโขทัยธานี
จังหวัดสุโขทัย (ที่มา: กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2558) 25
2.11 รูปตัดคันป้องกันน้ำท่วมริมแม่น้ำยม พื้นที่ชุมชนเทศบาลเมืองสุโขทัยธานี
จังหวัดสุโขทัย (ที่มา: กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2558) 26
2.12 คันป้องกันน้ำท่วมริมแม่น้ำยมบริเวณสะพานพระแม่ย่า
ในเขตเทศบาลเมืองสุโขทัยธานี 26
2.13 มาตรการในการรับมือกับปัญหาอุทกภัยของลุ่มน้ำเจ้าพระยา
(ที่มา: รายงานสรุปสำหรับผู้บริหาร แผนการบริหารจัดการน้ำท่วมสำหรับลุ่มน้ำเจ้าพระยา,
2556) 27
2.14 เส้นทางผันน้ำเลี่ยงเมือง (Bypass) จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
(ที่มา: รายงานสรุปสำหรับผู้บริหาร แผนการบริหารจัดการน้ำท่วมสำหรับลุ่มน้ำเจ้าพระยา,
2556) 28
2.15 รูปตัดขวางของผันน้ำเลี่ยงเมือง (Bypass) จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
(ที่มา: รายงานสรุปสำหรับผู้บริหาร แผนการบริหารจัดการน้ำท่วมสำหรับลุ่มน้ำเจ้าพระยา,
2556) 29
3.1 แผนผังการดำเนินงานวิจัย 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.2 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม
(ที่มา: สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน), 2555) 31
3.3 กราฟปริมาณน้ำท่าสะสมรายปี ณ สถานี Y.4 ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2493 - 2560
(ที่มา: ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน, 2561) 32
3.4 สภาพน้ำที่ไหลล้นกำแพงกั้นน้ำแม่น้ำยมในเขตอำเภอเมืองสุโขทัย
(ที่มา: สถานีโทรทัศน์ไทยพีบีเอส, 2559) 32
3.5 แผนผังการบริหารจัดการน้ำ แม่น้ำยม – แม่น้ำน่าน
(ที่มา: สำนักงานชลประทานที่ 3 กรมชลประทาน, 2561) 34
3.6 พื้นที่แก้มลิงทุ่งทะเลหลวง 35
3.7 คันป้องกันน้ำท่วมบริเวณสะพานพระร่วง ในเขตเทศบาลเมืองสุโขทัยธานี 36
3.8 ตำแหน่งและระยะทางระหว่างสถานีอุทกวิทยาในแม่น้ำยมที่พิจารณา
(ที่มา: ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน, 2561) 37
3.9 เส้นทางการปรับปรุงสภาพทางกายภาพตามน้ำยม
(ที่มา: ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน, 2561) 39
3.10 เส้นทางการผันน้ำเลี่ยงเมืองสุโขทัยธานี
(ที่มา: สำนักงานชลประทานที่ 4 กรมชลประทาน, 2561) 40
3.11 กราฟอัตราการไหล ณ สถานี Y.4 อ.เมืองสุโขทัย พ.ศ. 2554
(ที่มา: สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน), 2561) 41
3.12 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนทั้งปี ในคาบ 30 ปี (พ.ศ. 2524 – 2553)
(ที่มา: ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ กรมชลประทาน, 2562) 42
3.13 รูปตัดลำน้ำยม ณ สถานี Y.3A อำเภอสวรรคโลก
(ที่มา: ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน, 2561) 44
3.14 รูปตัดลำน้ำยม ณ สถานี Y.33 อำเภอศรีสำโรง
(ที่มา: ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน, 2561) 44
3.15 รูปตัดลำน้ำยม ณ สถานี Y.4 อำเภอเมืองสุโขทัย
(ที่มา: ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน, 2561) 45
3.16 รูปตัดลำน้ำยม ณ สถานี Y.15 อำเภอกงไกรลาศ
(ที่มา: ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน, 2561) 45
3.17 ขั้นตอนการสอบเทียบค่าระดับน้ำ 46
3.18 การกรอกค่า n ในแต่ละ River Station 47
3.19 การกรอกข้อมูลอัตราการไหลและค่าระดับน้ำก่อนการ Run โปรแกรม 48
3.20 ผลการ Run โปรแกรม 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.21 วิธีการ Run โปรแกรม 50
3.22 ขั้นตอนในการแก้ไขปัญหาอุทกภัยในเขตพื้นที่อำเภอเมืองสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย 52
4.1 แผนผังการ Run โปรแกรม HEC-RAS ในแต่ละกรณี 53
4.2 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม ก่อนการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ
โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ 55
4.3 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ
ในกรณีที่ 1 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ 55
4.4 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ
ในกรณีที่ 2 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ 56
4.5 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ
ในกรณีที่ 3 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ 56
4.6 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ
ในกรณีที่ 4 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ 57
4.7 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ
ในกรณีที่ 5 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ 57
4.8 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ
ในกรณีที่ 6 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ 58
4.9 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ
ในกรณีที่ 7 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ 58
4.10 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ
ในกรณีที่ 8 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ 59
4.11 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ
ในกรณีที่ 9 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ 59
4.12 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ
ในกรณีที่ 10 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ 60
4.13 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 ก่อนการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ
โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ 60
4.14 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ
ในกรณีที่ 1 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ 61
4.15 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ
ในกรณีที่ 2 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ 61
4.16 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ
ในกรณีที่ 3 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.17 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 4 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ 62
4.18 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 5 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ 63
4.19 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 6 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ 63
4.20 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 7 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ 64
4.21 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 8 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ 64
4.22 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 9 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ 65
4.23 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 10 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ 65
4.24 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที ก่อนการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ 68
4.25 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 1 68
4.26 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 2 69
4.27 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 3 69
4.28 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 4 70
4.29 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 5 70
4.30 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 6 71
4.31 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 7 71
4.32 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 8 72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.33 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 9 72
4.34 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 10 73
4.35 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที ก่อนการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ 73
4.36 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 1 74
4.37 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 2 74
4.38 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 3 75
4.39 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 4 75
4.40 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 5 76
4.41 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 6 76
4.42 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 7 77
4.43 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 8 77
4.44 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 9 78
4.45 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 10 78
4.46 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที ก่อนการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ 81
4.47 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 1 81
4.48 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 2 82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.49 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 3 82
4.50 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 4 83
4.51 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 5 83
4.52 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 6 84
4.53 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 7 84
4.54 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 8 85
4.55 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 9 85
4.56 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 10 86
4.57 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที ก่อนการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ 86
4.58 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 1 87
4.59 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 2 87
4.60 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 3 88
4.61 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 4 88
4.62 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 5 89
4.63 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 6 89
4.64 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 7 90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

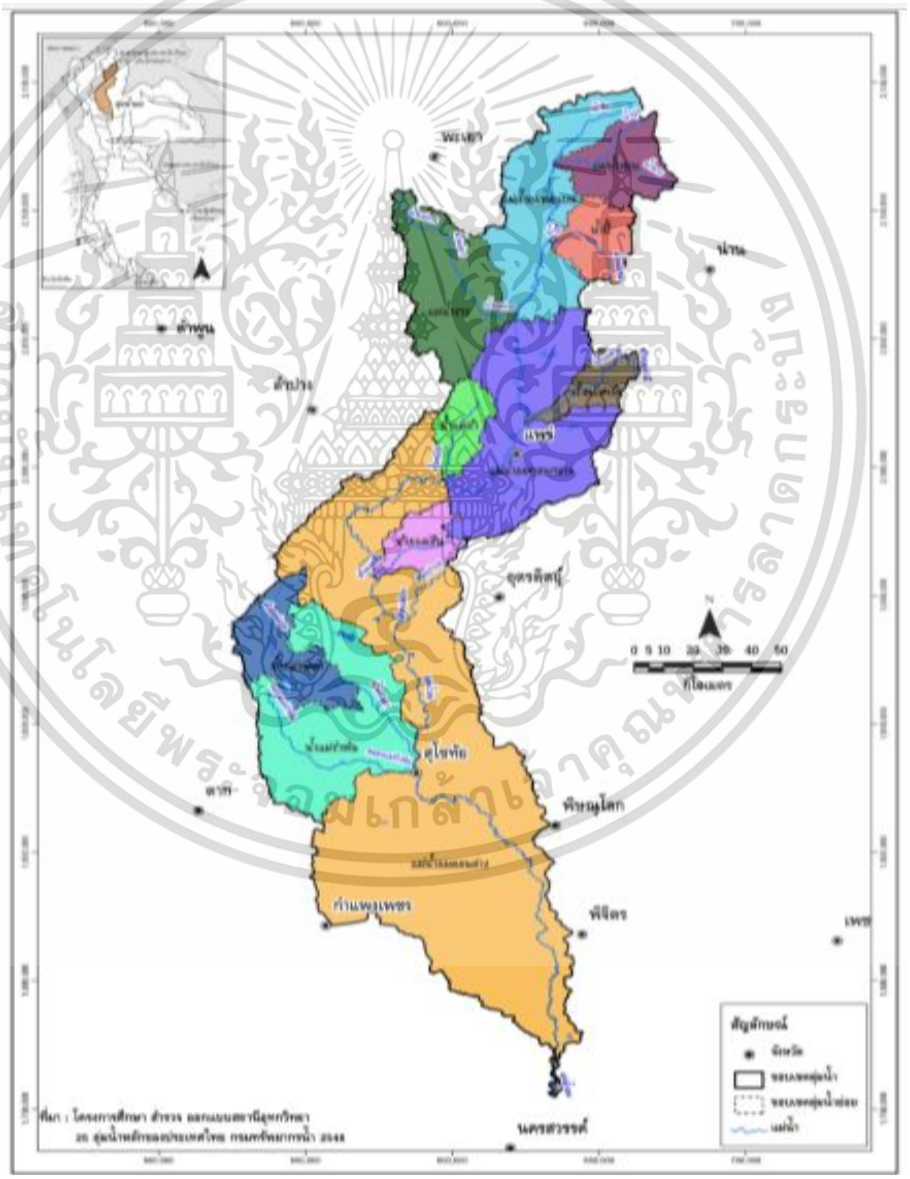
4.65 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 8 90
4.66 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 9 91
4.67 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 10 91
5.1 รูปแบบการก่อสร้างคันป้องกันน้ำท่วมของกรมโยธาธิการและผังเมือง 96
5.2 การปรับปรุงกายภาพลำน้ำโดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำในกรณีที่ 5 97
5.3 การปรับปรุงกายภาพลำน้ำโดยมีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที ในกรณีที่ 5 98
5.4 การปรับปรุงกายภาพลำน้ำโดยมีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที ในกรณีที่ 2 99
5.5 การปรับปรุงกายภาพแม่น้ำยมด้านเหนือน้ำ กรณีที่มีคลองผันน้ำ ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที 100
5.6 การปรับปรุงกายภาพแม่น้ำยมด้านท้ายน้ำ กรณีที่มีคลองผันน้ำ ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที 100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 กล่าวนำ

ลุ่มน้ำยม เป็นลุ่มน้ำที่มีขนาดพื้นที่ใหญ่เป็นลำดับที่ 8 ของประเทศ ตามการแบ่งลุ่มน้ำหลักและลุ่มน้ำสาขาของประเทศไทย พ.ศ. 2552 โดยสำนักวิจัย พัฒนาและอุทกวิทยา กรมทรัพยากรน้ำ ที่ได้แบ่งลุ่มน้ำในประเทศไทยออกเป็น 25 ลุ่มน้ำ สำหรับลุ่มน้ำยมประกอบไปด้วยลุ่มน้ำสาขาจำนวน 11 ลุ่มน้ำ คือ ลุ่มน้ำยมตอนบน ลุ่มน้ำควน ลุ่มน้ำปี้ ลุ่มน้ำงาว ลุ่มน้ำยมตอนกลาง ลุ่มน้ำแม่คำมี ลุ่มน้ำแม่ต้า ลุ่มน้ำแม่สิน ลุ่มน้ำแม่มอก ลุ่มน้ำแม่รำพัน และลุ่มน้ำยมตอนล่าง [1] ดังรูปที่ 1.1



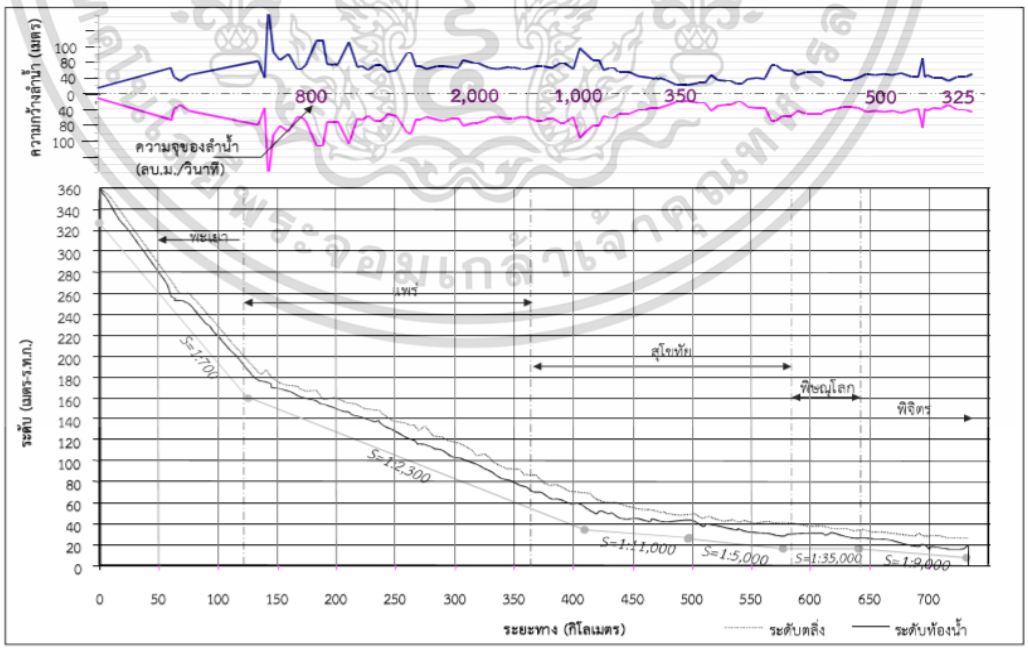
รูปที่ 1.1 ขอบเขตลุ่มน้ำสาขาในลุ่มน้ำยม

(ที่มา : สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน), 2555)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลุ่มน้ำยมตั้งอยู่ทางตอนเหนือของประเทศไทย ลักษณะลุ่มน้ำวางตัวตามแนวเหนือ - ใต้ มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งสิ้น 24,046.89 ตารางกิโลเมตร ตำแหน่งที่ตั้งของลุ่มน้ำอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 14 องศา 50 ลิปดา เหนือ ถึงเส้นรุ้งที่ 18 องศา 25 ลิปดา เหนือ และระหว่างเส้นแวงที่ 99 องศา 16 ลิปดา ตะวันออก ถึงเส้นแวงที่ 100 องศา 40 ลิปดา ตะวันออก มีอาณาเขตติดต่อกับลุ่มน้ำหลักอื่นๆ 4 ลุ่มน้ำ คือ ทิศเหนือติดกับลุ่มน้ำโขง ทิศใต้ติดกับลุ่มน้ำปิง ทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำวังและลุ่มน้ำปิง และทิศตะวันออกติดกับลุ่มน้ำน่าน ครอบคลุมเขตการปกครอง 11 จังหวัด ได้แก่ พะเยา น่าน ลำปาง แพร่ ตาก กำแพงเพชร สุโขทัย พิษณุโลก อุตรดิตถ์ พิจิตร และนครสวรรค์ โดยจังหวัดที่มีพื้นที่เกือบทั้งหมดอยู่ในลุ่มน้ำยม มี 2 จังหวัด คือ แพร่ และสุโขทัย

แม่น้ำยม เป็นแม่น้ำสายหลักของลุ่มน้ำยม มีต้นกำเนิดจากดอยขุนยวมในทิวเขาผีปันน้ำ อยู่ในเขตอำเภอปงและอำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา ไหลผ่านหุบเขาที่มีความลาดชันมาก โดยมีความลาดชันลำน้ำประมาณ 1:700 และมีระดับความสูงที่ 180 – 360 ม.รทก.มีที่ราบแคบๆ ริมแม่น้ำเป็นบางตอนก่อนไหลเข้าสู่เขตจังหวัดแพร่ จากนั้นจะไหลออกสู่ที่ราบผืนใหญ่ ผ่านอำเภอสอง อำเภอสูงเม่น อำเภอเด่นชัย จากนั้นจะไหลเข้าหุบเขาทางทิศตะวันตก ผ่านอำเภอลอง อำเภอวังชิ้น แล้วไหลลงทางใต้เข้าสู่ที่ราบที่อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย ในช่วงนี้แม่น้ำยมจะไหลคู่ขนานมากับแม่น้ำน่าน และเริ่มมีความลาดชันลดลง โดยมีความลาดชันลำน้ำ ประมาณ 1:2,300 ระดับความสูงของพื้นที่ริมฝั่งแม่น้ำอยู่ที่ระดับ 50 – 180 ม.รทก.จากนั้นจะไหลผ่านอำเภอสวรรคโลก อำเภอศรีสำโรง อำเภอเมืองสุโขทัย อำเภอกงไกรลาศ และไหลผ่านอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก เข้าสู่อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร ผ่านอำเภอโพทะเล จนเข้าเขตจังหวัดนครสวรรค์ แล้วไหลมาบรรจบกับแม่น้ำน่าน ที่บ้านเกยชัย อำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์ โดยมีความลาดชันลำน้ำต่ำ ประมาณ 1:5,000 ถึง 1:35,000 มีระดับความสูงของพื้นที่อยู่ระหว่าง 20 – 50 ม.รทก. รวมความยาวตลอดลำน้ำ ประมาณ 735 กิโลเมตร [2] ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 รูปตัดตามยาว ความกว้างและความจุของแม่น้ำยม

(ที่มา : สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน), 2555)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

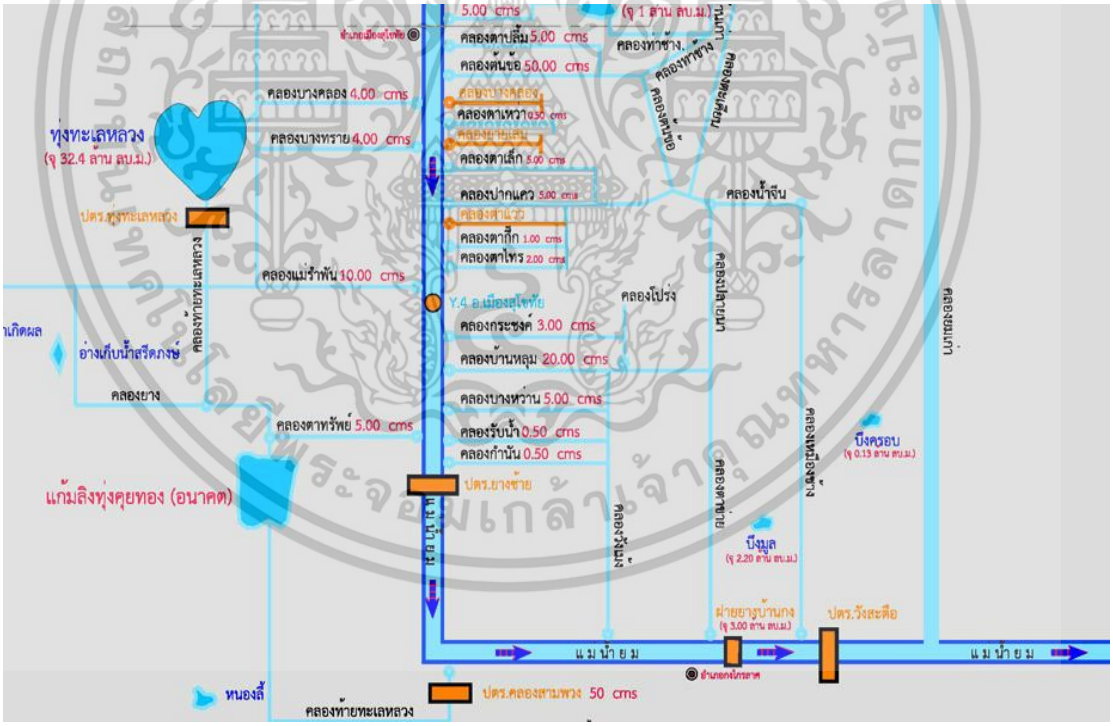
1.2 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

จังหวัดสุโขทัยมีพื้นที่ทั้งจังหวัด 6,670.29 ตารางกิโลเมตร มีพื้นที่ 6,606.01 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 99.04 ของพื้นที่ทั้งจังหวัดที่อยู่ในลุ่มน้ำยม และเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่มากที่สุดในลุ่มน้ำยม คิดเป็นร้อยละ 27.47 ของลุ่มน้ำ โดยจังหวัดสุโขทัยเป็นจังหวัดที่ได้รับผลกระทบจากสภาวะน้ำในแม่น้ำยมล้นตลิ่งส่งผลให้เกิดปัญหาอุทกภัยในช่วงฤดูน้ำหลากเป็นประจำทุกปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งใน 5 อำเภอ ประกอบด้วย อำภอศรีสัชนาลัย อำเภอสวรรคโลก อำเภอศรีสำโรง อำเภอเมืองสุโขทัย และอำเภอกงไกรลาศ สาเหตุที่จังหวัดสุโขทัยเกิดปัญหาอุทกภัยในฤดูน้ำหลากทุกปีนั้นเนื่องมาจากการที่มีฝนตกหนักทางตอนเหนือของจังหวัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่เกิดฝนตกหนักในบริเวณพื้นที่จังหวัดพะเยาและจังหวัดแพร่ที่เป็นต้นน้ำของแม่น้ำยม จะทำให้มีปริมาณน้ำไหลลงสู่ลำน้ำยมในปริมาณมาก ประกอบกับขนาดของลำน้ำยมที่ไหลผ่านจังหวัดสุโขทัย ตั้งแต่ทางตอนเหนือจะมีความกว้างมากในเขตอำเภอศรีสัชนาลัย มีความจุของลำน้ำประมาณ 2,004 ลบ.ม./วินาที และค่อยๆ มีขนาดแคบลง โดยลำน้ำยมที่ไหลผ่านอำเภอสวรรคโลก จะมีความจุประมาณ 1,073 ลบ.ม./วินาที อำเภอศรีสำโรง 725 ลบ.ม./วินาที และที่อำเภอเมืองสุโขทัย 342 ลบ.ม./วินาที ดังนั้นถ้าปริมาณน้ำในแม่น้ำยมที่ไหลเข้าสู่จังหวัดสุโขทัยมีขนาดเกินความจุของลำน้ำในแต่ละช่วงแล้วก็จะทำให้เกิดสภาวะน้ำล้นตลิ่ง จากสถิติที่ผ่านมาพบว่าปริมาณน้ำท่าในแม่น้ำยมจะมีปริมาณน้ำล้นตลิ่งทุกปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่อำเภอสวรรคโลก อำเภอศรีสำโรง อำเภอเมืองสุโขทัยและอำเภอกงไกรลาศ นอกจากนี้ยังพบว่าคลองธรรมชาติที่รับน้ำจากแม่น้ำยมในเขตอำเภอศรีสำโรงและอำเภอเมืองสุโขทัยมีสภาพแคบเล็กที่เกิดจากการบุกรุก คลองธรรมชาติบางแห่งน้ำไม่สามารถไหลผ่านได้ ประกอบกับมีการก่อสร้างคันกั้นน้ำริมตลิ่งแม่น้ำยมทั้งสองฝั่งเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำบ่าล้นตลิ่งโดยตลอดลำน้ำ ได้ทำให้ระดับน้ำในแม่น้ำยมมีระดับเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้คันกั้นน้ำในบริเวณจุดที่มีระดับต่ำหรือไม่แข็งแรงจะเกิดการไหลล้นข้ามคันกั้นน้ำและกัดเซาะเสียหายทำให้เกิดสภาวะน้ำท่วมสูงและรุนแรงยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าสภาพของคลองแม่รำพันที่ผ่านอำเภอเมืองสุโขทัยและไหลลงแม่น้ำยมในเขตเทศบาลเมืองสุโขทัยธานีนั้น โดยทั่วไปมีลักษณะแคบและเล็กจากการบุกรุก ประกอบกับทางน้ำไหลผ่านซึ่งรับน้ำจากคลองแม่รำพันไหลลอดสะพานคอนกรีตเสริมเหล็กผ่านถนนสายสุโขทัย-ตาก ถูกถมดินปิดทางน้ำหลายแห่ง ทำให้เกิดน้ำท่วมขังและบางปีที่มีปริมาณน้ำมากจะเกิดการไหลล้นข้ามถนนในเขตตำบลบ้านกล้วย บ้านปากแควและบ้านยางซ้าย อำเภอเมืองสุโขทัย นอกจากนี้สภาพน้ำท่วมอาจเกิดขึ้นได้จากการที่แม่น้ำน่านในเขตจังหวัดอุตรดิตถ์และจังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณน้ำมาก ไหลเข้าสู่จังหวัดสุโขทัย ทำให้เกิดน้ำท่วมในบริเวณพื้นที่ตามแนวคลองเมฆ คลองละมุง-คลองมะพลับ เป็นต้น ในทางตรงกันข้ามเมื่อปริมาณน้ำในลำน้ำยมมีปริมาณมาก จะไหลกระจายเข้าสู่คลองธรรมชาติที่รับน้ำจากแม่น้ำยม ซึ่งส่วนมากจะอยู่ทางฝั่งซ้ายและแผ่เข้าท่วมพื้นที่บริเวณลุ่มทางด้านคลองหกบาท-แม่น้ำยมสายเก่า-คลองด่าน-คลองวังทอง คลองเตว็ด คลองต้นข้อ-คลองปลายนา-ไผ่ขวาง และคลองบ้านหลุม ซึ่งมีบางคลองที่ไหลลงแม่น้ำน่านเช่นกัน [2] ดังรูปที่ 1.3

งานวิจัยในครั้งนี้จะศึกษาเกี่ยวกับการบรรเทาปัญหาอุทกภัยจากสภาวะน้ำในแม่น้ำยมล้นตลิ่งในเขตพื้นที่ตัวเมืองสุโขทัยและพื้นที่ชุมชนโดยรอบ ด้วยการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพการไหลของแม่น้ำยม ด้วยวิธีการการดาดคอนกรีตท้องคลองและลาดตลิ่งตามลำน้ำยม โดยอาศัยการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ HEC-RAS บนสมมุติฐานการปรับปรุงแม่น้ำด้วยวิธีการการดาดคอนกรีตท้องคลองและลาดตลิ่งเป็นระยะทางยาวที่แตกต่างกัน โดยเริ่มจากระยะทาง 2 กิโลเมตร ไปจนถึงระยะทาง 20 กิโลเมตร จากนั้นจะทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการไหลในกรณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มีคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที ทางด้านฝั่งซ้ายของแม่น้ำยม ซึ่งจะรับน้ำจากแม่น้ำยมด้านเหนือน้ำห่างจากตัวเมืองสุโขทัยขึ้นไปประมาณ 10 กิโลเมตร (บริเวณคลองต้นข้อ) โดยผันน้ำอ้อมตัวเมืองสุโขทัยมาลงที่ด้านท้ายน้ำของแม่น้ำยม ซึ่งห่างจากตัวเมืองสุโขทัยลงไปทางด้านท้ายน้ำเป็นระยะทางประมาณ 25 กิโลเมตร (ด้านท้ายของ ปตร.ยางซ้าย) และสุดท้ายจะเป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการไหล ในกรณีที่มีคลองผันน้ำเพิ่มขึ้นอีก 1 คลอง ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที ซึ่งจะผันน้ำเข้าสู่ทุ่งทะเลหลวงที่มีที่ตั้งอยู่ทางด้านฝั่งขวาของแม่น้ำยม โดยคลองดังกล่าวเป็นคลองผันน้ำที่มีอยู่แล้วที่รับน้ำจากแม่น้ำยมทางด้านฝั่งขวาบริเวณบ้านเกาะวงษ์เกียรติ์ ตำบลทับผึ้ง อำเภอศรีสำโรง อยู่ห่างจากตัวเมืองสุโขทัยขึ้นไปประมาณ 15 กิโลเมตร ซึ่งจะผันน้ำเข้าสู่พื้นที่แก้มลิงทุ่งทะเลหลวง ทั้งนี้ทุ่งทะเลหลวงได้ถูกสร้างขึ้นโดยกรมชลประทานมีวัตถุประสงค์ในการบรรเทาปัญหาอุทกภัยให้กับตัวเมืองสุโขทัยและถูกใช้งานมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 อย่างไรก็ตามมาตรการการในการแก้ไขปัญหาอุทกภัยต่างๆ นั้นยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาอุทกภัยอย่างยั่งยืนให้กับจังหวัดสุโขทัยได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเกิดเหตุการณ์มหาอุทกภัยในปี พ.ศ. 2554 ที่มีความรุนแรงมากกว่าครั้งใดในอดีตที่ผ่านมา ประกอบกับประเด็นการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการไหลในลำน้ำเดิมด้วยวิธีการปรับปรุงกายภาพลำน้ำด้วยการดาดคอนกรีตในลาดตลิ่งและท้องลำน้ำนั้นมีอยู่ค่อนข้างน้อย ดังนั้นการศึกษาการปรับปรุงกายภาพของลำน้ำยมด้วยการดาดคอนกรีตในลาดตลิ่งและท้องลำน้ำร่วมกับการสร้างคลองผันน้ำจึงเป็นเป้าหมายของการศึกษาครั้งนี้



รูปที่ 1.3 แผนที่แหล่งน้ำและแส้นทางน้ำ จังหวัดสุโขทัย

(ที่มา : สำนักงานจังหวัดสุโขทัยและโครงการชลประทานจังหวัดสุโขทัย, 2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อรวบรวมและทบทวนการแก้ไขปัญหาอุทกภัยในอดีตของลุ่มน้ำยมและพื้นที่ชุมชนและเศรษฐกิจหลักของจังหวัดสุโขทัย

2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการแก้ไขปัญหาอุทกภัยโดยการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ด้วยวิธีการดาดคอนกรีตในแม่น้ำยมตามระยะทางที่แตกต่างกันทั้งกรณีที่ไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำและกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที และขนาด 100 ลบ.ม./วินาที

3. เพื่อวิเคราะห์และสรุปแนวทางที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ไขปัญหาอุทกภัยให้กับพื้นที่ชุมชนและพื้นที่เศรษฐกิจหลักในพื้นที่เขตเทศบาลเมืองสุโขทัยธานี

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้จะแบ่งขอบเขตของการศึกษาออกเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนแรกเป็นขอบเขตของข้อมูลที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ ส่วนที่สองเป็นขอบเขตของพื้นที่ที่ทำการศึกษา ส่วนที่สามเป็นขอบเขตของกระบวนการศึกษา

ส่วนที่หนึ่ง ขอบเขตของข้อมูลที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ ประกอบไปด้วย ข้อมูลอัตราการไหลสูงสุดและค่าระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2554 รูปตัดลำน้ำ ลักษณะทางกายภาพ ระยะห่างระหว่างสถานีวัดน้ำและโครงข่ายของลำน้ำ จำนวน 4 สถานี ประกอบด้วย สถานี Y.3A (อำเภอสวรรคโลก) สถานี Y.33 (อำเภอศรีสำโรง) สถานี Y.4 (อำเภอเมืองสุโขทัย) และสถานี Y.15 (อำเภอกงไกรลาศ) รวมเป็นระยะทาง 100.80 กิโลเมตร ดังรูปที่ 1.4 ข้อมูลพื้นฐานทางอุตุ-อุทกวิทยาของลุ่มน้ำยม ข้อมูลการสอบเทียบเพื่อวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง (n) เดิมของแม่น้ำยม ได้ใช้ข้อมูลของปี พ.ศ. 2553 และปี พ.ศ. 2554 จากศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง (จังหวัดพิษณุโลก) สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน มาเป็นค่าควบคุมสำหรับการสอบเทียบ

ส่วนที่สอง ขอบเขตของพื้นที่ที่ทำการศึกษา ได้ใช้พื้นที่ตามลำน้ำยมมีระยะทางยาว 20 กิโลเมตร โดยมีสถานี Y.4 อำเภอเมืองสุโขทัย เป็นจุดกึ่งกลาง มีขอบเขตด้านเหนือน้ำอยู่ห่างจากสถานี Y.4 ขึ้นไปเป็นระยะทาง 10 กิโลเมตร บริเวณปากคลองต้นข้อ ตำบลปากแคว อำเภอเมืองสุโขทัย ด้านท้ายน้ำจะอยู่ห่างจากสถานี Y.4 ลงไปเป็นระยะทาง 10 กิโลเมตร บริเวณหน้าประตูระบายน้ำยางซ้าย ตำบลยางซ้าย อำเภอเมืองสุโขทัย

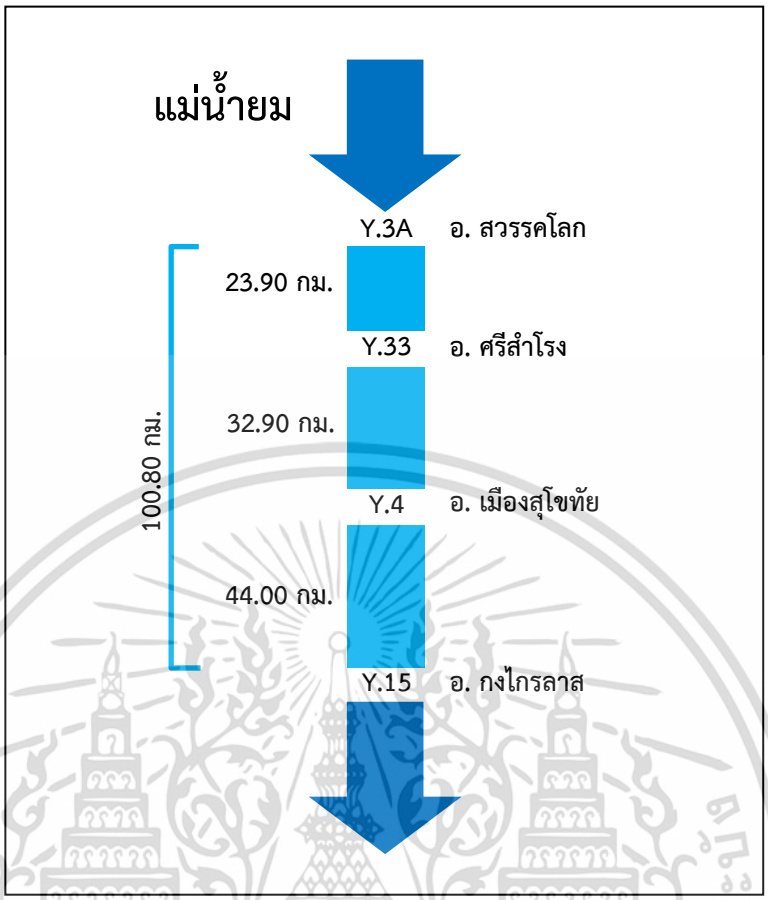
ส่วนที่สาม ขอบเขตของกระบวนการศึกษา ประกอบไปด้วย 3 กระบวนการ กระบวนการที่หนึ่ง การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง (n) เดิมของลำน้ำยม กระบวนการที่สองคือกระบวนการวิเคราะห์หาค่าระดับน้ำสูงสุดและความเร็วของการไหลสูงสุดภายหลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำด้วยวิธีการดาดคอนกรีตในลาดตลิ่งและท้องลำน้ำยม ซึ่งจะทำแม่น้ำมีคุณสมบัติในการระบายน้ำดีกว่าเดิม โดยในขั้นตอนการ Run โปรแกรม ได้ใช้วิธีการปรับเปลี่ยนค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง (n) เดิมของลำน้ำ มาเป็นค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง (n) ค่าใหม่ที่เป็นคุณสมบัติของการดาดด้วยคอนกรีตทั้งในส่วนลาดตลิ่งและท้องลำน้ำยม มีค่าเท่ากับ 0.013 โดยการปรับเปลี่ยนค่า n ดังกล่าวจะแบ่งการ Run โปรแกรมออกเป็น 10 กรณีโดยใช้ระยะทางการปรับเปลี่ยนค่า n ในโปรแกรมที่แตกต่างกันไป โดยเริ่มจากกรณีที่ 1 ที่มีการปรับเปลี่ยนค่า n เป็นระยะทางยาว 2 กิโลเมตร มีสถานี Y.4 เป็นจุดกึ่งกลาง (ระยะทางด้านเหนือน้ำมีความยาว 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิโลเมตร และด้านท้ายน้ำมีความยาว 1 กิโลเมตร) ไปจนถึงกรณีที่ 10 จะมีความยาว 20 กิโลเมตร (ด้านเหนือน้ำความยาว 10 กิโลเมตร และด้านท้ายน้ำความยาว 10 กิโลเมตร) ผลของค่าระดับน้ำและความเร็วของการไหลที่ได้จากการ Run โปรแกรมในแต่ละกรณีจะถูกนำมาพิจารณาว่าสามารถลดระดับน้ำที่สถานี Y.4 ลงได้เท่าใด จากนั้นจะทำการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำที่ได้กับค่าระดับน้ำก่อนการปรับปรุงเพื่อทำการวิเคราะห์หาค่าระดับน้ำและความเร็วของการไหลที่เหมาะสมที่สุดในการนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาอุทกภัยต่อไป กระบวนการที่สาม คือการกระบวนการ Run โปรแกรม บนสมมุติฐานในกรณีที่แม่น้ำยมถูกปรับปรุงกายภาพลำน้ำด้วยวิธีการดาดคอนกรีตในลาดตลิ่งและท้องลำน้ำและมีการผันน้ำจากแม่น้ำยมในช่วงก่อนถึงตัวเมืองสุโขทัยร่วมด้วย โดยการผันน้ำดังกล่าวจะทำการผันน้ำอ้อมตัวเมืองสุโขทัยผ่านคลองผันน้ำลงไปยังแม่น้ำยมด้านท้ายน้ำซึ่งห่างจากตัวเมืองสุโขทัยลงไป 25 กม. โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วนย่อย ประกอบด้วย กรณีที่ผันน้ำด้วยคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที ซึ่งในการ Run โปรแกรมจะใช้วิธีการการตัดยอดอัตราการไหลในแม่น้ำยมจากเดิมลงไปจากอัตราการไหลสูงสุดในปี พ.ศ. 2554 ลงไป 50 ลบ.ม./วินาที และการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที จะเป็นการตัดยอดอัตราการไหลในแม่น้ำยมลงไปจากอัตราการไหลสูงสุดที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2554 ลงไปในอัตรา 100 ลบ.ม./วินาที ในกระบวนการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที ใช้การจำลองการผันน้ำจากแม่น้ำยมจากด้านเหนือน้ำในตำแหน่งที่ห่างจากสถานี Y.4 ขึ้นไปเป็นระยะทาง 10 กม.โดยจะผันน้ำมาลงที่แม่น้ำยมด้านท้ายน้ำ ห่างจากสถานี Y.4 เป็นระยะทาง 25 กม. ผลการวิเคราะห์จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับค่าระดับน้ำก่อนการปรับปรุง สำหรับกระบวนการปรับปรุงกายภาพลำน้ำทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที เป็นการสมมุติให้มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำเพิ่มขึ้นจากเดิมอีก 1 คลอง รวมเป็น 2 คลอง โดยคลองผันน้ำที่เพิ่มขึ้น คือคลองผันน้ำทุ่งทะเลหลวง ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที รวมเป็นการผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที

ในการสรุปผลการวิเคราะห์เพื่อหาระยะทางที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ไขปัญหาอุทกภัยให้กับพื้นที่ชุมชนและเศรษฐกิจหลักของเทศบาลเมืองสุโขทัยธานี โดยการปรับปรุงกายภาพลำน้ำด้วยวิธีการดาดคอนกรีตลาดตลิ่งและท้องลำน้ำให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับสภาพพื้นที่ในปัจจุบันมากที่สุดนั้น ได้แบ่งการพิจารณาออกเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนแรกเป็นการพิจารณาผลที่ได้จากการ Run โปรแกรม HEC-RAS ในกรณีที่มีปรับปรุงกายภาพลำน้ำยมด้วยวิธีการดาดคอนกรีตลาดตลิ่งและท้องลำน้ำเพียงอย่างเดียว โดยแบ่งการ Run โปรแกรมออกเป็น 10 กรณีย่อย ซึ่งเป็นกรณีที่ไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ โดยอัตราการไหลที่สถานี Y.4 เท่ากับ 685.20 ลบ.ม./วินาที ส่วนที่สองจะเป็นการพิจารณาผลที่ได้จากการ Run โปรแกรมในกรณีที่มีปรับปรุงกายภาพลำน้ำยมด้วยวิธีการดาดคอนกรีตลาดตลิ่งและท้องลำน้ำร่วมกับการสร้างคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที ซึ่งจะทำให้อัตราการไหลที่สถานี Y.4 มีอัตราการไหลลดลงมาอยู่ที่ 635.20 ลบ.ม./วินาที โดยแบ่งการ Run โปรแกรมออกเป็น 10 กรณีย่อย และส่วนที่สามจะเป็นการพิจารณาผลที่ได้จากการ Run โปรแกรมในกรณีที่มีปรับปรุงกายภาพลำน้ำยมด้วยวิธีการดาดคอนกรีตลาดตลิ่งและท้องลำน้ำร่วมกับการสร้างคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที ทำให้อัตราการไหลที่สถานี Y.4 มีอัตราการไหลลดลงมาอยู่ที่ระดับ 585.20 ลบ.ม./วินาที โดยแบ่งการ Run โปรแกรมออกเป็น 10 กรณีย่อย ตามระยะทางการปรับปรุงที่แตกต่างกัน ซึ่งทุกการพิจารณาจะมีการนำความเร็วของการไหลที่เกิดขึ้นมาร่วมพิจารณาด้วย ทั้งนี้หากความเร็วของการไหลในแม่น้ำที่มีค่ามากเกินกว่าที่ลาดตลิ่งและท้องลำน้ำจะรับได้แล้ว จะทำให้เกิดการกัดเซาะในลาดลาดตลิ่งและท้องลำน้ำอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.4 ตำแหน่งสถานีที่จะใช้ในการสอบเทียบเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง (n)

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและขอบเขตของลุ่มน้ำยม
2. ศึกษาปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหาอุทกภัยที่ผ่านมาของลุ่มน้ำยม
3. ศึกษาปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหาอุทกภัยที่ผ่านมาของจังหวัดสุโขทัย
4. รวบรวมข้อมูลทางด้านอุตุ-อุทกวิทยาของแม่น้ำยม จังหวัดสุโขทัย
5. ศึกษาการใช้โปรแกรม HEC-RAS และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
6. ทำการกรอกข้อมูลและ Run โปรแกรม HEC-RAS เพื่อหาค่า n ของลำน้ำ
7. ทำการสอบเทียบการหาค่า n ของลำน้ำ จากข้อมูลปี พ.ศ. 2553 และ 2554
8. ทำการปรับแก้ค่า n ออกเป็น 10 กรณี แล้ว Run โปรแกรม เพื่อหาค่าระดับน้ำ
9. รวบรวมและเปรียบเทียบค่าระดับน้ำที่ได้จากผลการ Run โปรแกรม จาก 10 กรณี
10. ปรับเพิ่มข้อมูลการสร้างคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที เข้าไปในข้อมูลของข้อ 8
11. ปรับเพิ่มข้อมูลการสร้างคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที เข้าไปในข้อมูลของข้อ 8
12. รวบรวมและเปรียบเทียบค่าระดับน้ำที่ได้จากผลการ Run โปรแกรม ในข้อ 10
13. รวบรวมและเปรียบเทียบค่าระดับน้ำที่ได้จากผลการ Run โปรแกรม ในข้อ 11
14. วิเคราะห์ สรุปผลและการนำไปใช้ประโยชน์ในการแก้ไขปัญหาอุทกภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถเลือกกรณีที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ไขปัญหาอุทกภัยด้วยวิธีการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ โดยการดาดคอนกรีตตามลำน้ำเพียงอย่างเดียว จาก 10 กรณี

2. สามารถเลือกกรณีที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ไขปัญหาอุทกภัยด้วยวิธีการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ โดยการดาดคอนกรีตตามลำน้ำร่วมกับการสร้างคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที จาก 10 กรณี

3. สามารถเลือกกรณีที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ไขปัญหาอุทกภัยด้วยวิธีการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ โดยการดาดคอนกรีตตามลำน้ำร่วมกับการสร้างคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที จาก 10 กรณี

4. สามารถเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ไขปัญหาอุทกภัยให้กับพื้นที่เมืองสุโขทัยและชุมชนใกล้เคียงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วรรณกรรมปริทัศน์

2.1 บทนำ

ในการดำเนินการแก้ไขปัญหาอุทกภัยในลุ่มน้ำยมที่ผ่านมานั้น ได้มีหลายหน่วยงานที่ได้ทำการศึกษาและดำเนินการแก้ไขปัญหาอุทกภัยให้กับลุ่มน้ำยม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับจังหวัดสุโขทัยซึ่งเป็นจังหวัดที่ได้รับผลกระทบจากปัญหาอุทกภัยซึ่งเกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี อันเนื่องมาจากตัวจังหวัดสุโขทัยมีแม่น้ำยมไหลผ่านตัวเมืองโดยตรง โดยที่แม่น้ำยมทางตอนบนนั้นไม่ได้มีเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่รองรับกับปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำที่ไหลผ่านแม่น้ำยมไว้เลยแม้แต่แห่งเดียว โดยจะมีเพียงอ่างเก็บน้ำขนาดกลางและขนาดเล็กเท่านั้นซึ่งมีความจุรวมกันไม่มากพอต่อปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำทั้งลุ่มน้ำได้ ทั้งนี้จากสถิติข้อมูลปริมาณน้ำท่าของกรมชลประทานที่ได้บันทึกไว้ ณ สถานี Y.4 อำเภอเมืองสุโขทัย นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2493 ถึงปี พ.ศ. 2560 พบว่าปริมาณน้ำท่าที่ไหลผ่านสถานี Y.4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2,105.95 ล้าน ลบ.ม./ปี โดยพบว่าปริมาณน้ำท่าในปี พ.ศ. 2554 ซึ่งเป็นปีที่เกิดมหาอุทกภัยกับประเทศไทยนั้น ได้มีปริมาณน้ำท่าไหลผ่านสถานี Y.4 มากที่สุดเท่าที่มีการบันทึกไว้ คือ 6,283.27 ล้าน ลบ.ม. โดยมีอัตราการไหลสูงสุดเกิดขึ้นในวันที่ 2 สิงหาคม 2554 เวลา 13.00 น.ในอัตรา 685.20 ลบ.ม./วินาที ทำให้มีค่าระดับน้ำในแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 เวลานั้นมีระดับสูงที่สุดที่ระดับ 50.74 ม.รทก.และในปีดังกล่าวมีอัตราการไหลเฉลี่ยตลอดทั้งปีที่ 202.08 ลบ.ม./วินาที (ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน, 2561)

ด้วยตลอดความยาวของลำน้ำยมนั้นไม่มีเขื่อนขนาดใหญ่คอยทำหน้าที่กักเก็บน้ำท่าไว้เลย ซึ่งแม่น้ำยมจะมีเฉพาะประตูระบายน้ำเพื่อการชะลอน้ำและยกระดับน้ำในการผันน้ำเข้าสู่คลองระบายน้ำเท่านั้น เช่น ประตูระบายน้ำหาดสะพานจันทร์ซึ่งตั้งอยู่ในแม่น้ำยมพื้นที่อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย ได้ทำหน้าที่ในการชะลอน้ำและทำหน้าที่ผันน้ำเข้าสู่คลองหกบาทซึ่งอยู่ทางฝั่งซ้ายของแม่น้ำยม โดยคลองหกบาทสามารถระบายน้ำได้ 250 ลบ.ม./วินาที และจะผ่องถ่ายการระบายน้ำต่อไปยังคลองผันน้ำอีก 2 แห่งคือ แม่น้ำยมสายเก่าในอัตรา 150 ลบ.ม./วินาที และคลองผันน้ำสวรรคโลก – พิชัย ซึ่งจะผันน้ำไปยังแม่น้ำน่าน จังหวัดอุตรดิตถ์ ในอัตรา 100 ลบ.ม./วินาที โดยโครงการนี้กรมชลประทานเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบดำเนินการก่อสร้างภายใต้การกำกับดูแลของสำนักงานชลประทานที่ 3 (โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษายมน่าน สำนักงานชลประทานที่ 3 กรมชลประทาน, 2561)

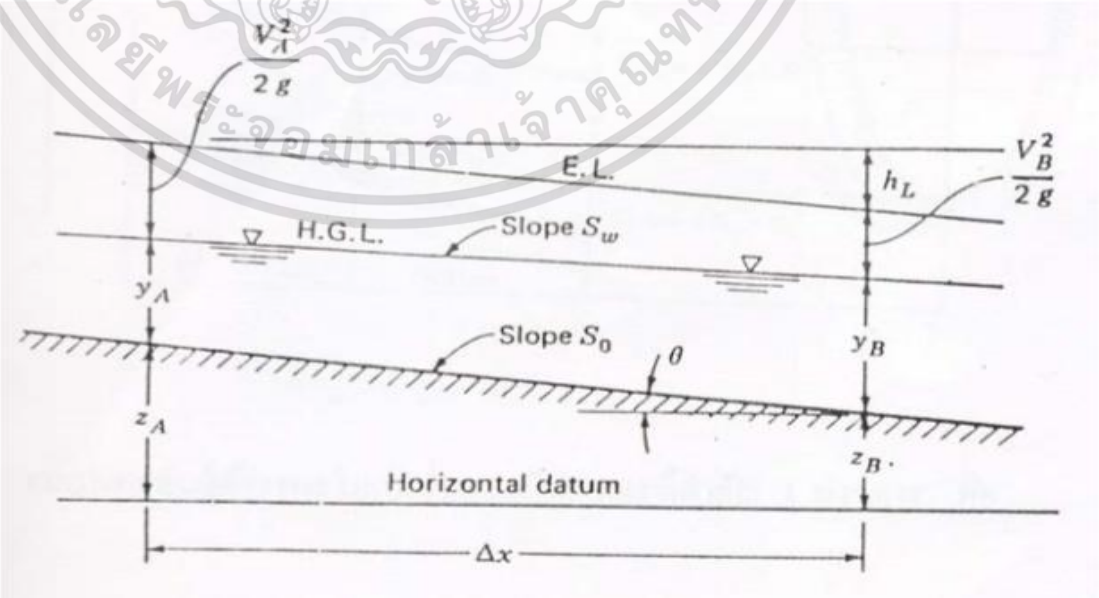
การศึกษาในครั้งนี้จะมุ่งเน้นศึกษาเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหาอุทกภัยด้วยวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายน้ำของแม่น้ำยมให้สามารถระบายน้ำได้ดียิ่งขึ้น โดยการปรับปรุงกายภาพลำน้ำให้มีค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง (n) ลดลง ด้วยการปรับเปลี่ยนคุณลักษณะทางกายภาพเดิมของลำน้ำให้มีคุณลักษณะในการระบายน้ำที่ดีขึ้นด้วยการดาดคอนกรีตท้องคลองและลาดตลิ่งเพื่อลดแรงเสียดทานในการไหลของน้ำ โดยจะมีผลทำให้ความเร็วเฉลี่ยของการไหลเพิ่มขึ้นและระดับของการไหลจะมีค่าลดลง ส่งผลดีต่อระดับน้ำในแม่น้ำยมมีค่าระดับลดลง ซึ่งเป็นเป้าหมายในการป้องกันการไหลล้นตลิ่งหรือไหลข้ามคันป้องกันน้ำท่วมที่เป็นต้นเหตุของการเกิดอุทกภัยในพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุมชนและเศรษฐกิจหลักของเทศบาลเมืองสุโขทัยธานี ในขณะเดียวกันประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้นจากการลดระดับน้ำในแม่น้ำยมคือการช่วยลดแรงดันของน้ำที่ส่งผลให้เกิดการไหลลอดคันกั้นน้ำที่ไม่แข็งแรงเพียงพอจนเป็นสาเหตุให้น้ำไหลลอดเข้าท่วมพื้นที่ชุมชนได้อีกทางหนึ่งด้วย ในการศึกษาหาค่าระดับน้ำได้ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับระบบวิเคราะห์การไหลหลาก HEC-RAS (USACE, 2016) เพื่อประมาณหาค่าพารามิเตอร์หลักทางชลศาสตร์ของลำน้ำ ได้ใช้สมมุติฐานของการไหลแบบเอกมิติ (1-d) แบบคงตัว โดยหลักการทำงานโดยสรุปของแบบจำลอง HEC-RAS ที่ใช้ในการศึกษาหาค่าระดับน้ำได้อธิบายไว้ในทฤษฎีการไหลในทางน้ำเปิด สำหรับการศึกษาวิธีการการแก้ไขปัญหาอุทกภัยในอดีตที่ผ่านมานั้น ได้นำกรณีศึกษาการแก้ไขปัญหาอุทกภัยด้วยวิธีการต่างๆ มาเป็นแนวทางในการศึกษาในครั้งนี้ อาทิเช่น การแก้ไขปัญหาอุทกภัยด้วยมาตรการการไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง/ใช้สิ่งก่อสร้าง การสร้างคลองผันน้ำระหว่างลุ่มน้ำ การสร้างคลองผันน้ำภายในลุ่มน้ำเดียวกัน รวมถึงการก่อสร้างระบบคันป้องกันน้ำท่วมปิดล้อมพื้นที่ชุมชนและเศรษฐกิจหลัก เป็นต้น ในบทนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและรวบรวมหลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ประกอบในการสรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษา ดังหัวข้อต่อไปนี้

- ทฤษฎีการไหลในทางน้ำเปิด
- ทฤษฎีการหาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง
- มาตรการการแก้ไขปัญหาอุทกภัยด้วยวิธีการไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง/ใช้สิ่งก่อสร้าง
- การแก้ไขปัญหาอุทกภัยด้วยวิธีการผันน้ำระหว่างลุ่มน้ำ
- การแก้ไขปัญหาอุทกภัยด้วยวิธีการสร้างคลองผันน้ำเข้าสู่พื้นที่แก้มลิง/พื้นที่ลุ่มรับน้ำ
- การแก้ไขปัญหาอุทกภัยด้วยวิธีการสร้างคันกั้นน้ำปิดล้อมพื้นที่ชุมชนและเศรษฐกิจหลัก
- การแก้ไขปัญหาอุทกภัยด้วยวิธีการแบบผสมผสาน

2.2 ทฤษฎีการไหลในทางน้ำเปิด



รูปที่ 2.1 หน้าตัดตามยาวของการไหลในทางน้ำเปิดทั่วไป (USACE, 2016)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.1 สมการพลังงาน (2.1) ระหว่างหน้าตัด A และหน้าตัด B [6] คือ

$$z_A + \mathrm{y_A} + \frac{V_A^2}{2g} = \mathrm{z_B} + \mathrm{y_B} + \frac{\mathrm{V_B^2}}{2\mathrm{g}} + \mathrm{h_L} \quad (2.1)$$

เมื่อ
z = ระดับท้องน้ำของทางน้ำเปิดเหนือระดับอ้างอิง (เมตร)
y = ความลึกของการไหล (เมตร)
V = ความเร็วเฉลี่ยของการไหล (เมตร/วินาที)
h_L = การสูญเสียพลังงานระหว่างหน้าตัด A และหน้าตัด B (เมตร)

สมการแมนนิ่ง (2.2) ของการไหลสม่ำเสมอในทางน้ำเปิดทั่วไป [7] คือ

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2} \quad (2.2)$$

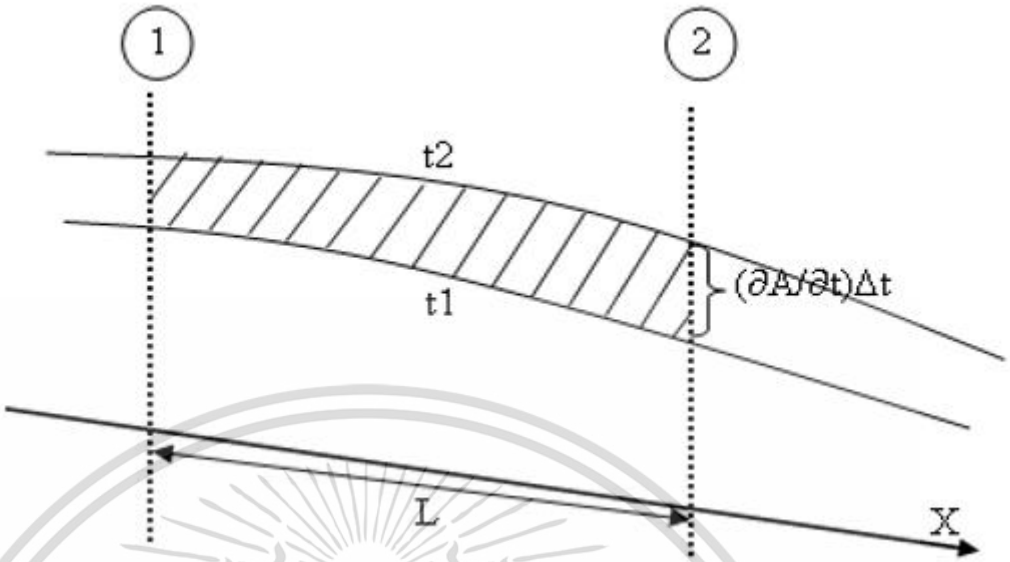
เมื่อ
Q = อัตราการไหล = VA (ลบ.ม./วินาที)
A = พื้นที่หน้าตัดการไหลของทางน้ำเปิด (ตารางเมตร)
n = ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระเฉลี่ย (แมนนิ่ง) ของคลอง
S = ค่าความลาดของเส้นระดับพลังงาน = h_L/L
R = รัศมีชลศาสตร์เฉลี่ย = A/P (เมตร)
P = เส้นขอบเปียกเฉลี่ย (เมตร)

สมการพลังงาน (2.3) และสมการโมเมนตัม (2.4) [6] ในทางน้ำเปิด (ในรูปที่ 2.2 และรูปที่ 2.3 ตามลำดับ) คือ

$$\left(\frac{\partial A}{\partial t}\right)\Delta t = -Vm\left(\frac{\partial A}{\partial L}\right) - Am\left(\frac{\partial V}{\partial L}\right) \quad (2.3)$$

เมื่อ
m = ค่าเฉลี่ยของ V และ A ที่จุดนั้นๆ
L = ความยาวของคลองที่พิจารณา (เมตร)
t = เวลาที่เพิ่มขึ้นที่ถูกนำมาใช้ในการคำนวณ เช่น 1 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 หน้าตัดพลังงานของการไหลในทางน้ำเปิดทั่วไป (USACE, 2016)

$$P_2 - P_1 + W_x - F_f = \rho AL[\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{V\partial V}{\partial t}] \quad (2.4)$$

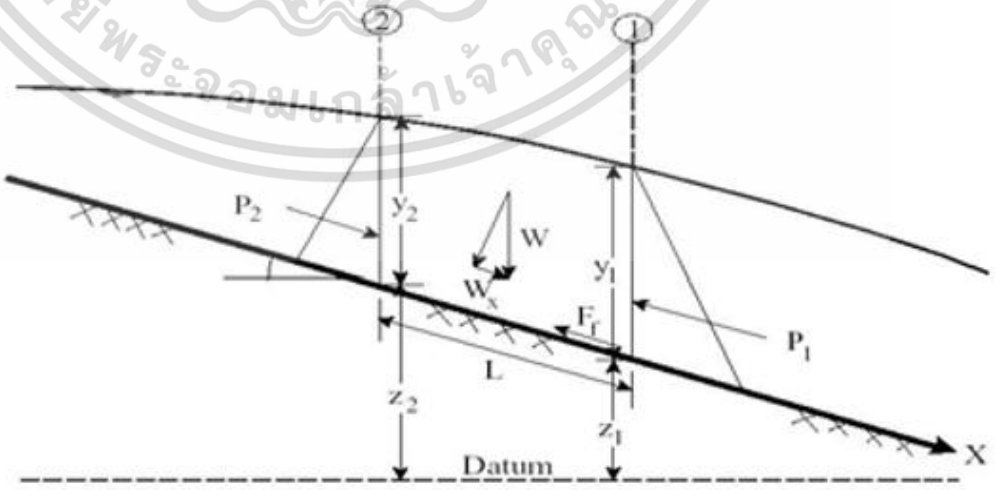
เมื่อ

P = Hydrostatic pressure force ที่หน้าตัดที่ 1 และหน้าตัดที่ 2 ตามลำดับ

W_x = แรงเนื่องจากน้ำหนักน้ำในทิศทาง x

F_f = แรงเนื่องจากความเสียดทานการไหล จากจุดที่ 1 ไปยังจุดที่ 2

ρ = ความหนาแน่นของน้ำ



รูปที่ 2.3 หน้าตัดโมเมนตัมของการไหลในทางน้ำเปิดทั่วไป (USACE, 2016)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ทฤษฎีการหาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง

ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่งในลำน้ำจะมีค่าแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับชนิดและลักษณะของวัสดุท้องน้ำและลาดตลิ่งของลำน้ำนั้นๆ เช่น คลองที่ดาดด้วยคอนกรีตจะมีค่า n = 0.013 หินเรียงจะมีค่า n = 0.035 เป็นต้น ทั้งนี้ Chow (1959) ได้เสนอค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง (n) ไว้ตามชนิดวัสดุของคลองระบายน้ำไว้ในตารางที่ 2.1 [8]

ตารางที่ 2.1 สัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง (n) ที่เสนอโดย Chow (1959)

Material	n
Metals	
Steel	0.012
Cast iron	0.013
Corrugated metal	0.025
Non-metals	
Lucite	0.009
Glass	0.010
Cement	0.011
Concrete	0.013
Wood	0.012
Clay	0.013
Brickwork	0.013
Gunite	0.019
Masonry	0.025
Rock cut	0.035
Natural streams	
Clean and straight	0.030
Bottom: gravel, cobbles and boulders	0.040
Bottom: cobbles with large boulders	0.050

ที่มา : Open-Channel Flow Second Edition

ต่อมาในปี ค.ศ. 1988 Chen and Cotton ได้เสนอวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง (n) โดยใช้สมการที่เป็นฟังก์ชั่นของรัศมีชลศาสตร์และแรงดึงของการไหล ดังสมการที่ 2.5 ทั้งนี้ Chen and Cotton (1988) ได้เสนอค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง (n) ของคลองระบายน้ำที่ดาดด้วยวัสดุชนิดต่างๆ และจำแนกค่าตามช่วงความลึกของการไหลที่แตกต่างกัน ดังแสดงตารางที่ 2.2 [8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$n = \frac{(\mathrm{R}/0.3048)^{1/6}}{8.6+19.97\log(\mathrm{R}/\mathrm{d_{50}})} \quad (2.5)$$

เมื่อ

n = ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระเฉลี่ย (แมนนิ่ง) ของคลอง

R = รัศมีชลศาสตร์เฉลี่ย = A/P (เมตร)

$\mathrm{d_{50}}$ = ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางวัสดุท้องน้ำและลาดตลิ่ง (เมตร)

ตารางที่ 2.2 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง (n) ที่เสนอโดย Chen and Cotton (1988)

Channel	Type	n Depth Range (0-150 mm)	n Depth Range (150-600 mm)	n Depth Range (>600 mm)
Rigid	Concrete	0.015	0.013	0.013
	Grouted Riprap	0.040	0.030	0.028
	Stone Cement	0.042	0.032	0.030
	Soil Cement	0.025	0.022	0.020
	Asphalt	0.018	0.016	0.016
Unlined	Bare Soil	0.023	0.020	0.020
	Rock Cut	0.045	0.035	0.025
Temporary	Woven Paper Net	0.016	0.015	0.015
	Jute Net	0.028	0.022	0.019
	Fiberglass Roving	0.028	0.021	0.019
	Straw with Net	0.065	0.033	0.025
	Curled Wood Mat	0.066	0.035	0.028
	Synthetic Mat	0.036	0.025	0.021
Gravel Riprap	25 mm D50	0.044	0.033	0.030
	50 mm D50	0.066	0.041	0.034
Rock Riprap	150 mm D50	0.104	0.069	0.035
	300 mm D50	-	0.078	0.040

ที่มา : Open-Channel Flow Second Edition

2.4 มาตรการการแก้ไขปัญหาอุทกภัยด้วยวิธีการไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง/ใช้สิ่งก่อสร้าง

ในปี พ.ศ. 2555 สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน) ได้ดำเนินการด้านการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล โครงการพัฒนาระบบคลังข้อมูลน้ำ 25 ลุ่มน้ำ และแบบจำลองน้ำท่วมน้ำแล้ง ซึ่งดำเนินการศึกษาโดยบริษัท แอสดีคอน คอร์ปอเรชั่น จำกัด โดยในส่วนของลุ่มน้ำยมนั้นพบว่ามีปัญหาทั้งในส่วนภัยที่เกิดจากน้ำท่วมและปัญหาการขาดแคลนน้ำในฤดูแล้ง สำหรับปัญหาอุทกภัยนั้นได้พบว่าพื้นที่ที่ประสบกับปัญหาเป็นประจำคือ พื้นที่จังหวัดแพร่ และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จังหวัดสุโขทัย ดังรูปที่ 2.4 ดังนั้นจึงได้มีการนำเสนอการแก้ไขปัญหาอุทกภัยออกเป็น 2 มาตรการ คือ มาตรการไม่ใช้สิ่งก่อสร้างและมาตรการใช้สิ่งก่อสร้าง ซึ่งสามารถสรุปทั้งสองมาตรการได้ดังนี้

2.4.1 มาตรการไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง ประกอบด้วย

(1) มาตรการควบคุมและกำหนดแนวทางป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วม ประกอบด้วย

(ก) ศึกษาและจัดทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำยมและกำหนดการใช้ที่ดิน

(ข) จัดทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยต่ออุทกภัยฉับพลันและแผ่นดินถล่ม

(ค) จัดทำแผนแม่บทการป้องกันแก้ไขปัญหาน้ำท่วมทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำยม

(2) การพยากรณ์และเตือนภัยจากอุทกภัย ประกอบด้วย

(ก) การติดตั้งระบบโทรมาตรและศูนย์พยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำยม

(ข) การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ในการเตือนภัยและป้องกันการรุกล้ำลำน้ำ

(3) มาตรการควบคุมการก่อสร้างอาคารกีดขวางทางน้ำและการรุกล้ำลำน้ำ ประกอบด้วย

(ก) ออกกฎระเบียบควบคุมการก่อสร้างอาคารและที่อยู่อาศัยกีดขวางทางน้ำ

(ข) จัดทำทะเบียนแหล่งน้ำและทางน้ำโดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

(4) เพิ่มสมรรถนะองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วม ประกอบด้วย

(ก) รณรงค์และและสร้างจิตสำนึกให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ลำน้ำ

(ข) ฝึกอบรมองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในด้านแหล่งน้ำและอุทกวิทยาเบื้องต้น

(ค) ฝึกอบรมองค์กรระดับลุ่มน้ำและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการจัดการน้ำท่วม

(5) มาตรการจัดตั้งกองทุนป้องกันอุทกภัย ประกอบด้วย

(ก) จัดตั้งกองทุนป้องกันอุทกภัย

(ข) การฟื้นฟูอาชีพภายหลังน้ำท่วม

2.4.2 มาตรการใช้สิ่งก่อสร้าง ประกอบด้วย

(1) การเพิ่มขีดความสามารถการระบายน้ำของแม่น้ำยมบริเวณอำเภอเมืองสุโขทัย

(2) การก่อสร้างแก่งเสือเต้นเพื่อบริหารจัดการน้ำที่จะลงมายังลุ่มน้ำยมตอนล่าง

(3) การก่อสร้างคันป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำในเขตชุมชนต่างๆ

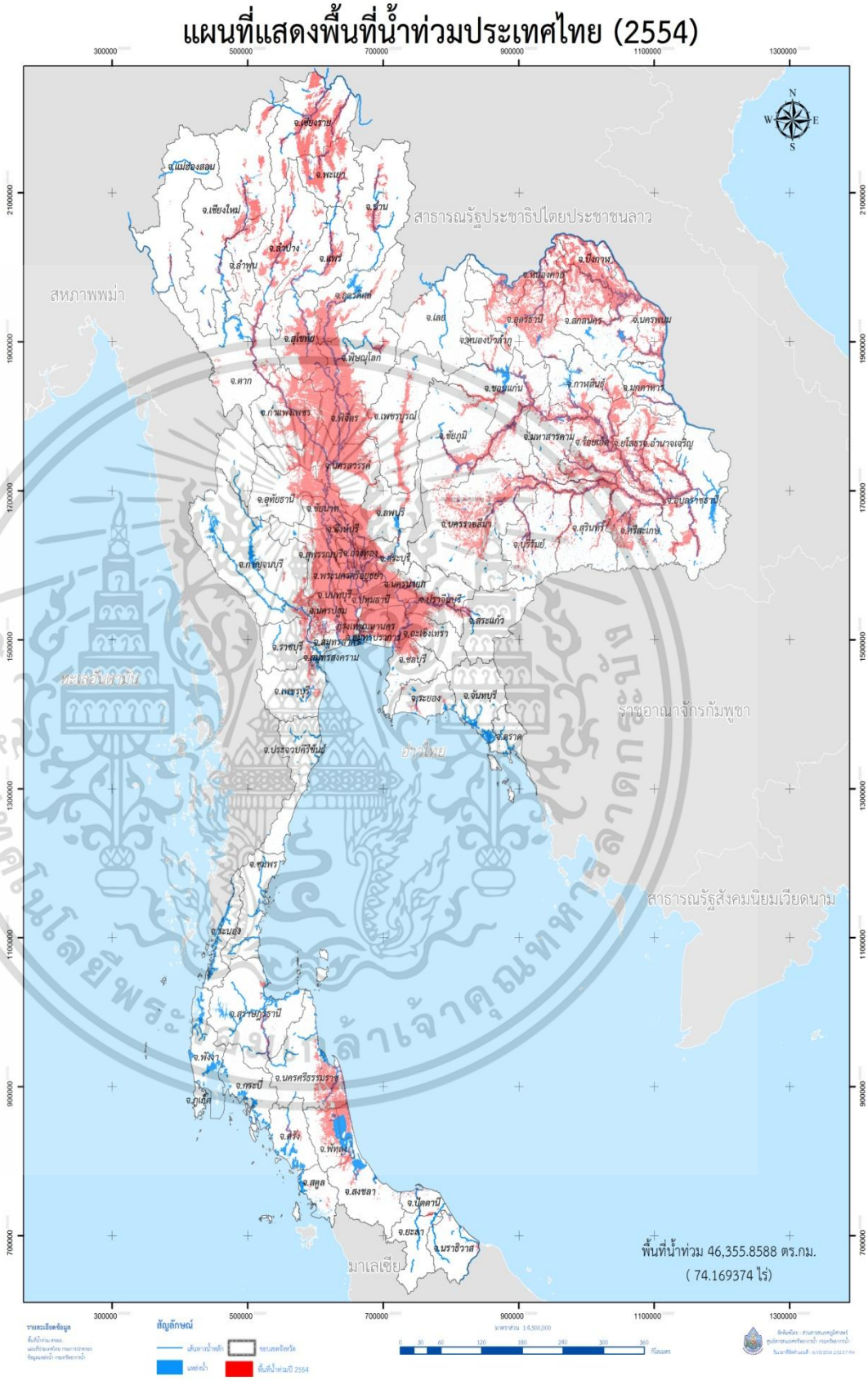
(4) การก่อสร้าง/ปรับปรุงฝาย ที่ปิดกั้นแม่น้ำยมให้มีขนาดที่เหมาะสมต่อการเก็บกัก

(5) การจัดหาพื้นที่เพื่อก่อสร้างแหล่งพักน้ำและชะลอน้ำ (พื้นที่แก้มลิง)

(6) การปรับปรุงคลองระบายน้ำฝั่งซ้ายของแม่น้ำยมเพื่อลดปริมาณน้ำที่จะไหลผ่านอำเภอเมืองสุโขทัย พร้อมจัดหาพื้นที่แหล่งพักน้ำและชะลอน้ำ (พื้นที่แก้มลิง)

จากมาตรการการแก้ไขปัญหาอุทกภัยทั้งในส่วนการใช้สิ่งก่อสร้างและไม่ใช้สิ่งก่อสร้างจะพบได้ว่า ในปัจจุบันได้มีการดำเนินการและแผนการดำเนินการทั้งในระดับชาติและระดับลุ่มน้ำรวมถึงระดับพื้นที่ โดยมีสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สทนช.) เป็นหน่วยงานกำหนดนโยบายทรัพยากรน้ำของประเทศ ส่วนหน่วยงานปฏิบัติการจะยังคงเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบตามภาระกิจเดิมอยู่แล้ว อาทิเช่น กรมโยธาธิการและผังเมือง มีภาระกิจในการกำหนดเขตผังเมืองรวมและการใช้ประโยชน์ที่ดิน รวมถึงการก่อสร้างระบบป้องกันน้ำท่วมให้กับพื้นที่ชุมชนและเศรษฐกิจหลัก กรมชลประทานจะรับผิดชอบในเขตพื้นที่ชลประทาน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ขอบเขตพื้นที่ประสบปัญหาอุทกภัยเป็นประจำในลุ่มน้ำยม (ที่มา : GISTDA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การแก้ไขปัญหาอุทกภัยด้วยวิธีการผันน้ำระหว่างลุ่มน้ำ

ในการศึกษาการบรรเทาปัญหาอุทกภัยในลุ่มน้ำยมที่ผ่านมานั้น ได้มีแนวคิดในการผันน้ำระหว่างลุ่มน้ำยมและลุ่มน้ำน่าน โดย รศ.ชัยวัฒน์ ขยันการนาวี และ ศ.ฉลอง เกิดพิทักษ์ ได้เสนอแนวคิดในการศึกษาเพื่อลดปัญหาน้ำท่วมและภัยแล้งในลุ่มน้ำยม [3] ด้วยการผันน้ำบางส่วนจากแม่น้ำยมไปยังอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ในช่วงฤดูฝนและผันน้ำกลับมาใช้ในลุ่มน้ำยมในฤดูแล้ง ซึ่งลุ่มน้ำยมจะขาดแคลนน้ำเป็นประจำทุกปี ในการศึกษานี้ได้เสนอแนวทางการผันน้ำไว้ 4 ทางเลือกด้วยกัน คือ

2.5.1 การผันน้ำตามทางเลือกที่ 1

ใช้วิธีการผันน้ำด้วยการสร้างเขื่อนทดน้ำในลำน้ำยมและลำน้ำงาวในบริเวณก่อนที่จะถึงจุดบรรจบของลำน้ำทั้งสอง ซึ่งจะอยู่ตอนล่างของอุทยานแห่งชาติแม่ยมในเขตพื้นที่จังหวัดแพร่ กำหนดให้เขื่อนทดน้ำมีระดับเก็บกักที่ระดับประมาณ 205.00 ม.รทก.ปริมาตรเก็บกักประมาณ 10 ล้านลูกบาศก์เมตร จากนั้นน้ำจะถูกส่งผ่านทางคลองผันน้ำลงมาในทิศทางตะวันออกเฉียงใต้เป็นระยะทางประมาณ 60 กม.โดยคลองสามารถระบายน้ำได้ประมาณ 70 ลบ.ม.ต่อวินาที และกำหนดให้มีปริมาณน้ำเผื่อใช้ระหว่างทางส่งน้ำผ่านคลองเท่ากับ 10 ลบ.ม.ต่อวินาที จะเหลือปริมาณน้ำที่จะผันลงสู่อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์เท่ากับ 60 ลบ.ม.ต่อวินาที (155 ล้าน ลบ.ม.ต่อเดือน) ความลาดเทของคลองผันน้ำเท่ากับ 1:10,000 เมื่อระดับน้ำที่หน้าฝายบนแม่น้ำยมเท่ากับ 205.00 ม.รทก.ระดับน้ำที่ปากอุโมงค์จะอยู่ที่ระดับประมาณ 198.50 ม.รทก.สำหรับอุโมงค์ที่จะรับน้ำจากคลองผันน้ำเข้าสู่อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์นั้นจะมีระดับราบ โดยท้องอุโมงค์อยู่ที่ระดับ 155.00 ม.รทก.และมีเส้นผ่าศูนย์กลางของอุโมงค์ประมาณ 6.00 ม.อุโมงค์ส่งน้ำมีระยะทางยาว 30.00 กม.ดังรูปที่ 2.5

ในการผันน้ำจากแม่น้ำยมจะผันน้ำในฤดูน้ำหลาก ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมไปจนถึงเดือนตุลาคม รวมระยะเวลา 4 เดือน แบ่งปริมาณน้ำที่จะผันลงสู่คลองผันน้ำเป็น เดือนกรกฎาคม เท่ากับ 50 ล้าน ลบ.ม.เดือนสิงหาคม เท่ากับ 155 ล้าน ลบ.ม.เดือนกันยายน เท่ากับ 155 ล้าน ลบ.ม.และเดือนตุลาคม เทากับ 100 ล้าน ลบ.ม.รวม 460 ล้าน ลบ.ม.ต่อปี

2.5.2 การผันน้ำตามทางเลือกที่ 2

มีรายละเอียดเช่นเดียวกับทางเลือกที่ 1 แต่จะใช้วิธีการสร้างเขื่อนทดน้ำในลำน้ำยมบริเวณด้านล่างของบรรจบของลำน้ำยมและลำน้ำงาว ซึ่งจะอยู่ตอนล่างของทางเลือกแรก มีระดับสันฝายอยู่ที่ระดับ 190.00 ม.รทก.คลองส่งน้ำมีความยาว 53.00 กม.ระดับปากอุโมงค์จะอยู่ที่ 184.70 ม.รทก. และอุโมงค์มีความยาว 30.00 กม.โดยประมาณ

2.5.3 การผันน้ำตามทางเลือกที่ 3

เป็นการผันน้ำจากแม่น้ำยมเข้าสู่อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ผ่านทางอุโมงค์ส่งน้ำโดยไม่ผ่านคลองส่งน้ำ อุโมงค์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6.00 ม.ระดับก้นอุโมงค์ราบที่ระดับ 155.00 ม.รทก.มีความยาว 40.00 กม.ส่งน้ำด้วยวิธีการสูบน้ำในอัตรา 60 ลบ.ม.ต่อวินาที ดังรูปที่ 2.6 ในกรณีที่ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์อยู่ในระดับต่ำ จะใช้วิธีการผันน้ำด้วยการไหลตามแรงโน้มถ่วง (Gravity) ลงสู่อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ โดยไม่ต้องใชวิธีการสูบน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

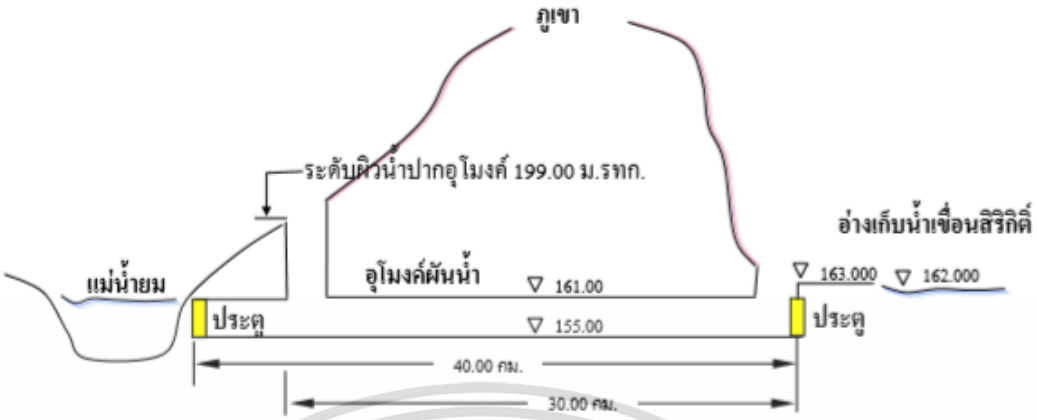
รูปที่ 2.5 แนวการผันน้ำระหว่างแม่น้ำยมและเขื่อนสิริกิติ์

2.5.4 การผันน้ำตามทางเลือกที่ 4

เป็นการผันน้ำจากแม่น้ำยมเข้าสู่อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ ตามทางเลือกที่ 3 แล้วผันน้ำกลับมาใช้ในลุ่มน้ำยมในฤดูแล้งผ่านทางเขื่อนผาจุกบนแม่น้ำน่านในพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ ซึ่งเป็นเขื่อนที่อยู่ตอนล่างของเขื่อนสิริกิติ์

จากแนวทางข้างต้นจะสามารถผันน้ำจากแม่น้ำยมได้ 60–70 ลบ.ม.ต่อวินาทีในช่วงระหว่างเดือนกรกฎาคม – เดือนตุลาคม ปริมาณน้ำที่ผันได้รวมในแต่ละปีจะอยู่ที่ประมาณ 460 ล้าน ลบ.ม. และเมื่อถึงฤดูแล้งก็จะผันน้ำกลับมาใช้ในลุ่มน้ำยมต่อไป อย่างไรก็ตามแม้แนวทางดังกล่าวนี้ได้ถูกนำเสนอไว้เมื่อปี พ.ศ. 2552 นับว่าเป็นแนวคิดที่เป็นประโยชน์ทั้งในแง่ของการบรรเทาปัญหาอุทกภัยและการแก้ไขปัญหาภัยแล้งให้กับจังหวัดสุโขทัยได้ แต่เนื่องจากเป็นแนวคิดที่ต้องใช้งบประมาณค่อนข้างสูงและเป็นการสร้างแนวคลองผันน้ำใหม่และต้องสร้างอุโมงค์ลอดภูเขาเพื่อส่งน้ำไปยังเขื่อนสิริกิติ์ ซึ่งมีความยุ่งยากและซับซ้อนจึงทำให้แนวคิดนี้ยังไม่มีหน่วยงานใดนำไปดำเนินการอย่างเป็นรูปธรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 รูปตัดการผันน้ำระหว่างแม่น้ำยมและอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์

2.6 การบรรเทาปัญหาอุทกภัยด้วยวิธีการผันน้ำเข้าไปเก็บกักไว้ในพื้นที่แก้มลิง

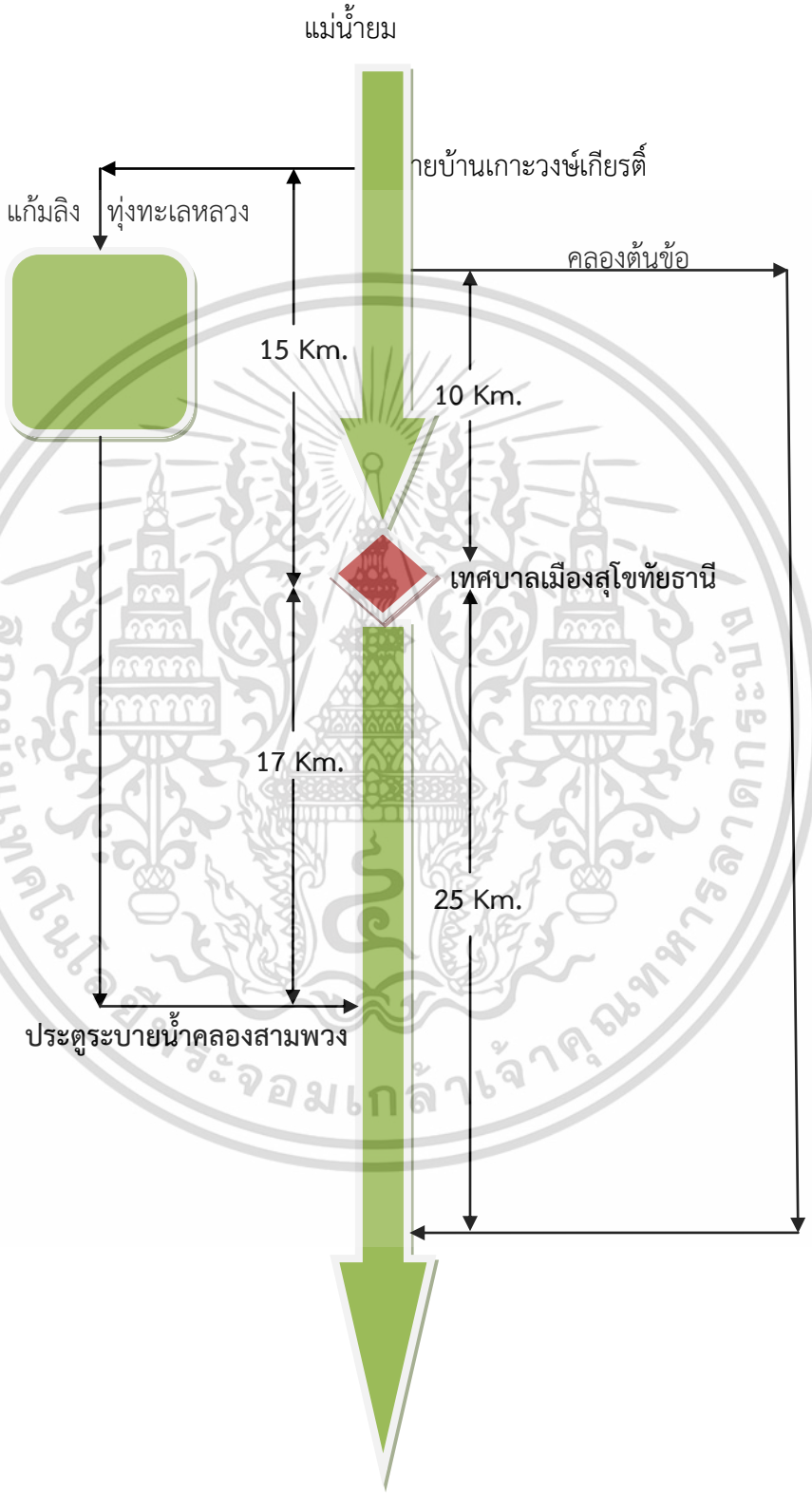
การบรรเทาปัญหาอุทกภัยที่เกิดขึ้นในลุ่มน้ำยมตอนล่าง โดยใช้การผันน้ำจากแม่น้ำยมผ่านคลองผันน้ำฝั่งขวาของแม่น้ำยมลงสู่พื้นที่แก้มลิงทุ่งทะเลหลวง เพื่อบรรเทาปัญหาอุทกภัยให้กับตัวเมืองสุโขทัย การศึกษานี้ได้ถูกนำเสนอเมื่อปี พ.ศ. 2550 โดย รศ.ดร.สมบัติ ชื่นชูกลิ่น และคณะ ผลการศึกษาดังกล่าวได้ถูกนำมาดำเนินการอย่างเป็นรูปธรรมโดยกรมชลประทาน โดยการพัฒนาปรับปรุงทุ่งทะเลหลวงซึ่งเป็นพื้นที่ลุ่มรับน้ำทางธรรมชาติให้เป็นพื้นที่แก้มลิง สามารถเก็บกักน้ำได้มากถึง 32 ล้าน ลบ.ม.และเมื่อถึงฤดูแล้งก็สามารถใช้เป็นแหล่งน้ำสำรองเพื่อการอุปโภคและบริโภคให้กับเทศบาลเมืองสุโขทัยธานีและชุมชนใกล้เคียงได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตาม ด้วยข้อจำกัดด้านขนาดความจุของพื้นที่แก้มลิงและขีดความความสามารถในการระบายน้ำของคลองผันน้ำขนาด 50 – 100 ลบ.ม./วินาทีนั้น ยังไม่เพียงพอต่อสภาพการไหลที่แท้จริงในปัจจุบันได้ เนื่องจากอัตราการไหลที่เกิดขึ้นใน ปี พ.ศ. 2554 มีมากถึง 685.20 ลบ.ม./วินาที ในขณะที่แม่น้ำยมมีความสามารถในการระบายน้ำได้สูงสุดเพียง 550 ลบ.ม./วินาที จะพบได้ว่า ขนาดของคลองผันน้ำจะต้องมีความสามารถในการระบายน้ำได้ไม่น้อยกว่า 135.20 ลบ.ม./วินาที จึงจะสามารถรองรับกับปัญหาอุทกภัยได้

2.6.1 พื้นที่ที่ทำการศึกษาและวิธีการวิจัย

การศึกษาในกรณีนี้ เป็นการศึกษาในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนล่าง โดยมีพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่รับน้ำของสถานี Y.4 มีพื้นที่ 17,731 ตร.กม.ในเขตจังหวัดสุโขทัย มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาเพื่อแก้ไขปัญหาอุทกภัยให้กับตัวเมืองสุโขทัยและพื้นที่ชุมชนโดยรอบ ด้วยวิธีการสร้างคลองผันน้ำขนาด 50 – 100 ลบ.ม./วินาที รับน้ำจากแม่น้ำยมทางด้านฝั่งขวา บริเวณฝายบ้านเกาะวงษ์เกียรติ์ ตำบลทับผึ้ง อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย ซึ่งอยู่ห่างจากตัวเมืองสุโขทัยขึ้นไปทางด้านเหนือน้ำเป็นระยะทางประมาณ 15 กิโลเมตร โดยผันน้ำไปเก็บไว้ในพื้นที่แก้มลิงทุ่งทะเลหลวง ซึ่งตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือของตัวเมืองสุโขทัย มีขนาดความจุประมาณ 32 ล้าน ลบ.ม.ซึ่งเป็นที่พักน้ำชั่วคราว จากนั้นเมื่อระดับน้ำในแม่น้ำยมลดระดับลงก็จะทำการระบายน้ำออกจากพื้นที่แก้มลิงผ่านคลองผันน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

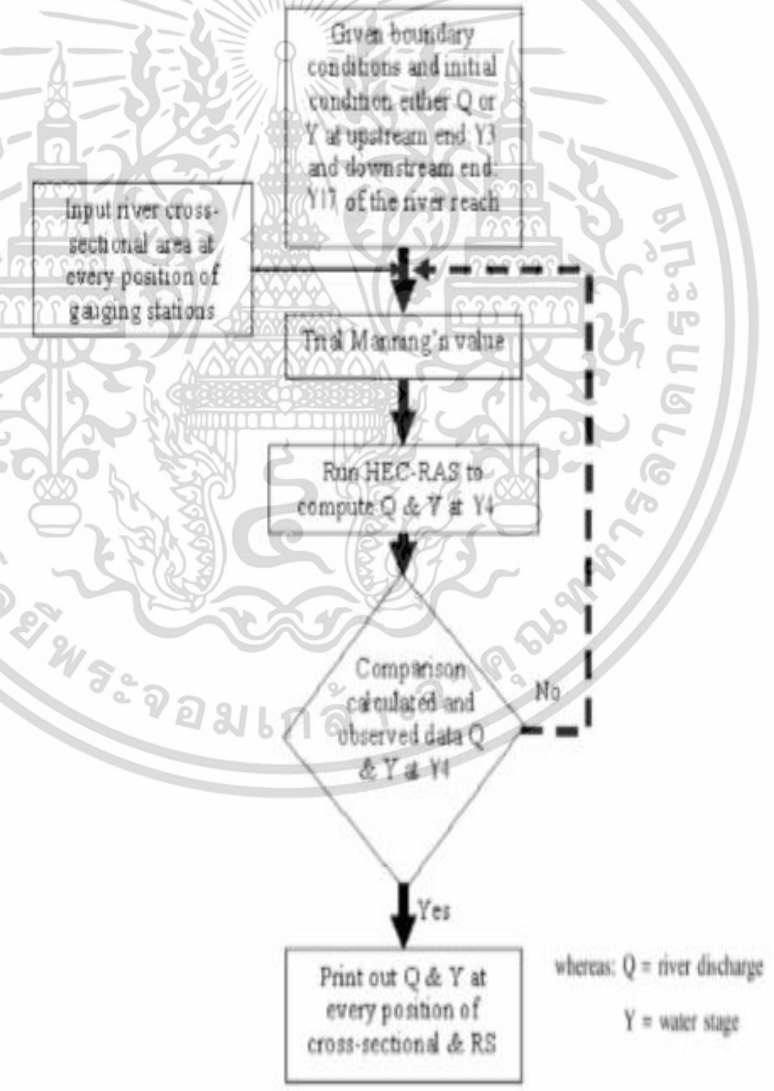
ด้านล่างซึ่งจะอ้อมตัวเมืองสุโขทัย ลงสู่แม่น้ำยมที่ประตูระบายน้ำคลองสามพวง ตำบลปากพระ อำเภอเมืองสุโขทัย ซึ่งอยู่ด้านท้ายน้ำห่างจากตัวเมืองสุโขทัยลงไปประมาณ 17 กิโลเมตร (ดังรูปที่ 2.7)



รูปที่ 2.7 พื้นที่ที่ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการศึกษาได้ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ HEC-RAS (USACE, 2001) เป็นเครื่องมือในการหาค่าพารามิเตอร์หลักทางชลศาสตร์ของลำน้ำและใช้ในการกำหนดขนาดของคลองผันน้ำ มีวัตถุประสงค์ลดค่าระดับน้ำในช่วงฤดูน้ำหลาก ภายใต้สมมุติฐานของการไหลแบบเอกมิติ (1-d) ทั้งแบบคงตัวและไม่คงตัว แบบจำลองได้ถูกใช้ในการศึกษาหาค่าระดับน้ำ โดยมีขั้นตอนในการคำนวณหาค่าระดับน้ำในแต่ละหน้าตัดของการไหลดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.8 ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการหาอัตราการไหลสูงสุดรายปีได้ใช้หลากหลายวิธีการ ประกอบด้วยวิธีการกระจายแบบ normal แบบ lognormal แบบ Gumbel แบบ log-Gumbel แบบ Pearson-3 แบบ log-Pearson-3 และแบบ lognormal-3 (Chow et al., 1988) ตามลำดับ ในตารางที่ 2.3 และรูปที่ 2.9 ได้แสดงตัวอย่างการกระจายตัวของอัตราการไหลสูงสุดในแม่น้ำยมที่สถานี Y.4 จังหวัดสุโขทัย อย่างไรก็ตามจะพบว่าอัตราการไหลที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2554 นั้นมีค่ามากกว่ารอบการเกิดซ้ำ 100 ปี ในทุกวิธีการ

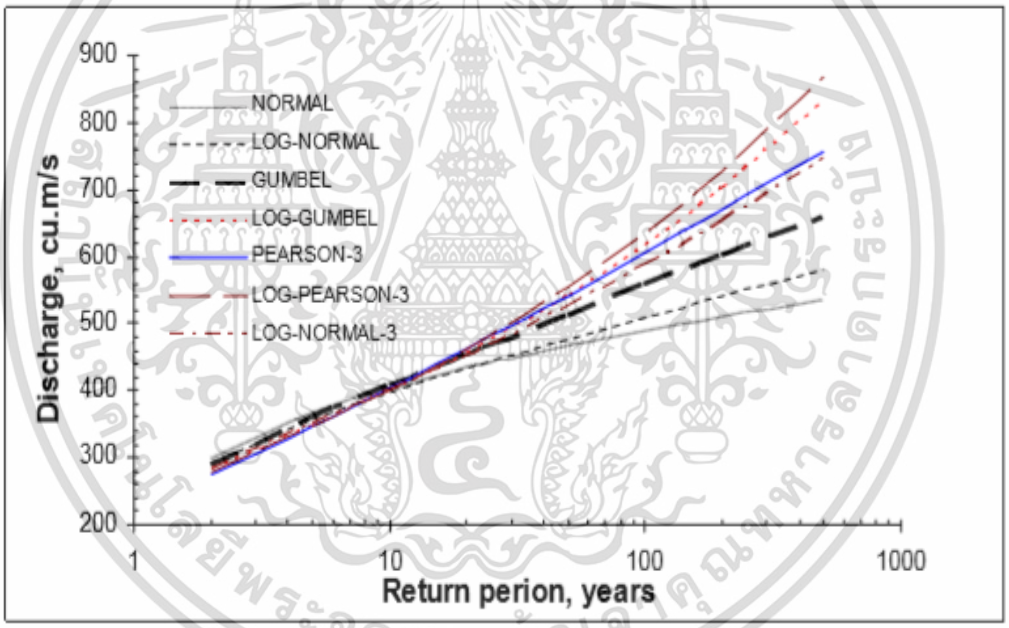


รูปที่ 2.8 ขั้นตอนในการสอบเทียบค่าที่ได้จากการ Run โปรแกรมกับค่าที่เกิดขึ้นจริง
(ที่มา : สมบัติ ชื่นชูกลิ่น และคณะ, 2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 การคำนวณรอบการเกิดซ้ำของอัตราการไหลสูงสุด ณ สถานี Y.4 อำเภอเมือง จังหวัด สุโขทัย (ที่มา : สมบัติ ชื่นชูกลิ่น และคณะ, 2550)

วิธีการกระจายข้อมูล	อัตราการไหลสูงสุดตามรอบปีของการเกิดซ้ำ (ปี)					
	2	10	25	50	100	500
Normal	301.6	406.3	444.6	469.4	491.6	536.7
Lognomal	292.8	397.3	444.2	477.5	509.5	581.0
Gumbel	288.2	408.2	468.5	513.3	557.8	660.5
Log-Gumbel	281.6	399.5	476.3	542.7	617.8	833.5
Pearson-3	275.4	404.1	481.8	542.6	604.9	755.1
Log-Pearson-3	278.3	401.7	483.9	555.0	635.3	866.2
Log-Nomal-3	281.9	400.00	470.6	527.7	588.3	744.9



รูปที่ 2.9 การคำนวณรอบการเกิดซ้ำของอัตราการไหลสูงสุด ณ สถานี Y.4 อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย (ที่มา : สมบัติ ชื่นชูกลิ่น และคณะ, 2550)

ข้อมูลทางด้านอุทกวิทยาที่ใช้ ประกอบไปด้วยข้อมูลอัตราการไหลเข้า-ออก ทางด้านข้างที่เชื่อมโยงกับลำน้ำยมโดยพิจารณาจากขนาดของพื้นที่รับน้ำ ตำแหน่งของคลองผันน้ำ ตำแหน่งสถานีวัดน้ำต่างๆ ถูกใช้ในการกำหนดขอบเขต-เงื่อนไข ขอบเขตและเงื่อนไขเริ่มต้นที่ใช้สำหรับป้อนข้อมูลเข้าไปในแบบจำลอง HEC-RAS ประกอบไปด้วย ค่าอัตราการไหลหรือค่าระดับน้ำในบริเวณด้านเหนือน้ำและด้านท้ายน้ำของจุดที่พิจารณา (USACE, 2001) ในการศึกษาได้ใช้ข้อมูลอัตราการไหลรายวันของสถานี Y.3A (อำเภอสวรรคโลก) เป็นสถานีด้านเหนือน้ำ และสถานี Y.17 (อำเภอสามง่าม) เป็นสถานีด้านท้ายน้ำ ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลในช่วงที่เกิดน้ำหลากระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม ปี พ.ศ. 2538 พ.ศ. 2518 และ พ.ศ. 2544 อัตราการไหลสูงสุดที่ได้จากรอบการเกิดซ้ำที่ 3 ปี 7 ปี และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13 ปี ได้ถูกนำไปใช้เป็นค่าสอบเทียบและตรวจสอบค่าที่ได้จากแบบจำลองสำหรับเงื่อนไข-ขอบเขตที่ด้านปลายเหนือน้ำและด้านปลายท้ายน้ำ (อำเภอสวรรคโลก ถึง อำเภอสามง่าม) ตามลำดับ ผลที่ได้จากแบบจำลองจะทำให้ทราบค่าอัตราการไหลและสถานะที่สถานี Y.4 (อำเภอเมืองสุโขทัย) อัตราการไหลสูงสุดที่ได้จากการวิเคราห์ทางสถิติในรอบของการเกิดซ้ำที่เวลาต่างๆ ในแต่ละสถานีได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 การคำนวณรอบการเกิดซ้ำของอัตราการไหลสูงสุด ณ สถานี Y.3A, Y.4 และ Y.17 (ที่มา : สมบัติ ชื่นชูกลิ่น และคณะ, 2550)

สถานี	พื้นที่รับน้ำ (ตร. กม.)	อัตราการไหลเฉลี่ย ($ม.^3$/วินาที)	อัตราการไหลสูงสุดตามรอบปีของการเกิดซ้ำ ($ม.^3$/วิ.)					
			5 ปี	10 ปี	20 ปี	25 ปี	50 ปี	100 ปี
Y.3A	13,583	990.8	1,291.21	1,433.85	1,547.83	1,580.39	1,672.07	1,725.55
Y.4	17,731	298.0	347.52	399.46	456.55	476.31	542.73	617.81
Y.17	21,415	479.6	614.80	863.40	1,195.86	1,326.04	1,823.03	2,500.41

2.6.2 ข้อมูลและผลการวิเคราะห์วิจัย

ในการศึกษาในขณะนั้นได้พบว่าแม่น้ำยมที่อำเภอศรีสัชนาลัย มีความสามารถในการระบายน้ำได้ 2,000 ลบ.ม./วินาที ส่วนที่อำเภอเมืองสุโขทัย สามารถระบายน้ำได้เพียง 282 ลบ.ม./วินาที ในการศึกษาได้ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันและปริมาณน้ำท่าในปี พ.ศ. 2538 พ.ศ. 2518 และ พ.ศ. 2544 ที่ไหลผ่านลุ่มน้ำ โดยการศึกษาได้ใช้การวิเคราะห์ตามแม่น้ำเป็นระยะทาง 155 กม.จากด้านเหนือน้ำตั้งแต่อำเภอสวรรคโลก (Y.3A) มาถึงด้านท้ายน้ำที่อำเภอสามง่าม (Y.17) ผลการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง (n) ในแบบจำลอง HEC-RAS ได้ค่า n ในท้องแม่น้ำเท่ากับ 0.025 และ 0.050 ในส่วนของลาดตลิ่ง ซึ่งค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ได้ถูกนำไปใช้ในขั้นตอนการออกแบบคลองผันน้ำและพื้นที่กักเก็บน้ำ

ตำแหน่งคลองผันน้ำจากแม่น้ำยมด้านเหนือน้ำอยู่ที่บริเวณฝายบ้านเกาะวงษ์เกียรติ์ โดยการขุดลอกคลองให้สามารถระบายน้ำได้ 50 -100 ลบ.ม./วินาที เข้าไปยังพื้นที่แก้มลิง ขนาด 32 ล้าน ลบ.ม.แล้วระบายน้ำไปยังพื้นที่ท้ายน้ำยังแม่น้ำยมที่ประตูระบายน้ำคลองสามพวง ผลจากการจำลองค่าระดับน้ำตามแม่น้ำยมผ่านเข้าสู่คลองผันน้ำและพื้นที่เก็บกักน้ำด้วยการใช้แบบจำลอง HEC-RAS แสดงให้เห็นว่าสามารถลดค่าระดับน้ำยมช่วงที่ผ่านตัวเมืองสุโขทัยได้ 0.21 ม. 0.24 ม. และ 0.40 ม. โดยค่าระดับน้ำที่ลดลงดังกล่าวจะทำให้เกิดไม่เกิดน้ำท่วมในตัวเมืองสุโขทัยแม้แต่วันเดียวเมื่อเทียบกับค่าระดับน้ำในปี พ.ศ. 2518 และ พ.ศ. 2538 แต่น้ำจะท่วมเป็นระยะเวลา 1 วัน เมื่อเทียบกับระดับน้ำสูงสุดในปี พ.ศ. 2544 ตามลำดับ ดังตารางที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 ผลการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากแบบจำลอง HEC-RAS กรณีที่มีคลองผันน้ำ ขนาด 50 และ 100 ลบ.ม./วินาที (ที่มา : สมบัติ ชื่นชูกลิ่น และคณะ, 2550)

ขนาดของคลองผันน้ำที่ใช้ในแบบจำลอง HEC-RAS	50 ลบ.ม./วินาที	100 ลบ.ม./วินาที
ผลจากแบบจำลองกรณีการเกิดอุทกภัย ปี พ.ศ. 2538 (รอบการเกิดซ้ำ 3 ปี) เมื่อมีคลองผันน้ำ		
จำนวนวันที่จะเกิดอุทกภัย	0	0
ค่าระดับน้ำสูงสุด (ม.รทก.)	49.44	49.31
ค่าระดับน้ำที่ลดลง (ม.)	0.21	0.32
ผลจากแบบจำลองกรณีการเกิดอุทกภัย ปี พ.ศ. 2518 (รอบการเกิดซ้ำ 7 ปี) เมื่อมีคลองผันน้ำ		
จำนวนวันที่จะเกิดอุทกภัย	0	0
ค่าระดับน้ำสูงสุด (ม.รทก.)	49.39	49.21
ค่าระดับน้ำที่ลดลง (ม.)	0.24	0.40
ผลจากแบบจำลองกรณีการเกิดอุทกภัย ปี พ.ศ. 2544 (รอบการเกิดซ้ำ 13 ปี) เมื่อมีคลองผันน้ำ		
จำนวนวันที่จะเกิดอุทกภัย	1	0
ค่าระดับน้ำสูงสุด (ม.รทก.)	49.46	49.30
ค่าระดับน้ำที่ลดลง (ม.)	0.21	0.34

2.6.3 สรุปผลการทดลองและการพัฒนาต่อไป

ในการศึกษาของงานวิจัยนี้เป็นการบรรเทาปัญหาอุทกภัยด้วยการผันน้ำเข้าสู่พื้นที่แก้มลิงซึ่งอยู่ภายในลุ่มน้ำเดียวกัน และยังสามารถนำน้ำดังกลาวมาใช้ประโยชน์ให้กับชุมชนในฤดูแล้งได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ใช้ในการศึกษานั้นเป็นข้อมูลที่ได้ก่อนการเกิดมหาอุทกภัยในปี พ.ศ. 2554 ซึ่งในขณะนั้นแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 มีความสามารถในการระบายน้ำได้เพียง 282 ลบ.ม./วินาที เท่านั้น ประกอบกับอัตราการไหลสูงสุดที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2544 ที่นำมาพิจารณานั้นมีค่าเพียง 532.00 ลบ.ม./วินาที ในขณะที่ในปี พ.ศ. 2554 อัตราการไหลสูงสุด ณ สถานี Y.4 มีค่ามากถึง 685.20 ลบ.ม./วินาที และแม่น้ำยมในช่วงที่ไหลผ่านตัวเมืองสุโขทัยมีขีดความสามารถในการระบายน้ำได้เพียง 550.00 ลบ.ม./วินาที เท่านั้น ซึ่งจะต่ำกว่าอัตราการไหลสูงสุดมากถึง 135.20 ลบ.ม./วินาที ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาการปรับปรุงกายภาพลำน้ำร่วมกับการสร้างคลองผันน้ำเพิ่มเติมต่อไป

2.7 การแก้ไขปัญหาอุทกภัยด้วยการสร้างคันปิดล้อมพื้นที่ชุมชนและเศรษฐกิจหลัก

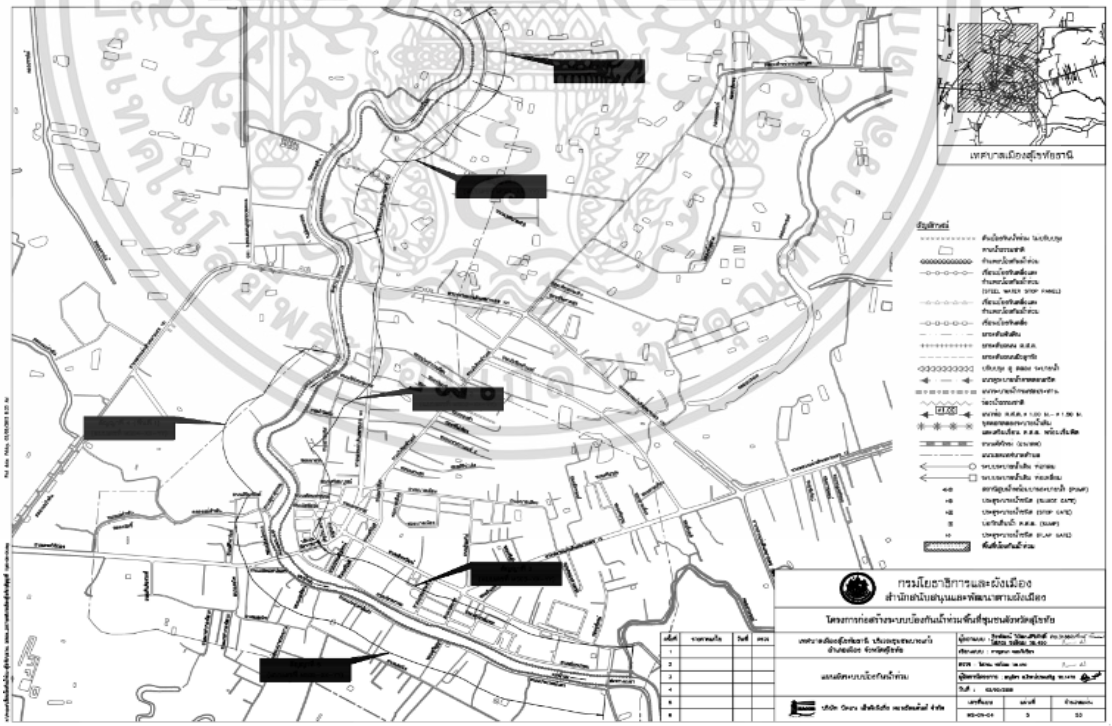
ในปี พ.ศ. 2558 กรมโยธาธิการและผังเมือง โดยบริษัท บีคอน เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแต้นส์ จำกัด ได้ทำการศึกษาและออกแบบโครงการก่อสร้างระบบป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนจังหวัดสุโขทัย โดยมีวัตถุประสงค์ในการแก้ไขปัญหาอุทกภัยให้กับพื้นที่ชุมชนและเศรษฐกิจหลักในเขตเทศบาลเมืองสุโขทัยธานี มีความยาวประมาณ 5 กิโลเมตร ตลอดสองฝั่งของแม่น้ำยมตั้งแต่บริเวณชุมชนปากแคว ลงมาถึงบริเวณชุมชนพระแม่ย่า (ดังรูปที่ 2.10) มีระดับกำแพงป้องกันน้ำท่วมที่ระดับ +51.60 ถึงระดับ +52.00 ม.รทก.(ดังรูปที่ 2.11) งานก่อสร้างหลักประกอบไปด้วย งานขุดลอกแม่น้ำยม งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อสร้างการป้องกันการกัดเซาะลาดตลิ่งด้วยกล่องลวดตาข่ายบรรจุหิน (Mattress) และหินเรียงยาแนว (Grouted Riprap) งานโครงสร้างกำแพงป้องกันน้ำท่วมคอนกรีตเสริมเหล็ก งานถนนคอนกรีตเสริมเหล็ก งานก่อสร้างสถานีสูบน้ำ (เพื่อสูบน้ำออกจากพื้นที่ปิดล้อม ในกรณีที่เกิดฝนตก) และงานก่อสร้างประตูระบายน้ำบริเวณปากคลองระบายน้ำที่เชื่อมกับแม่น้ำยม (เพื่อป้องกันน้ำในแม่น้ำยมไหลย้อนกลับเข้าไปท่วมพื้นที่ปิดล้อมคันป้องกันน้ำท่วม)

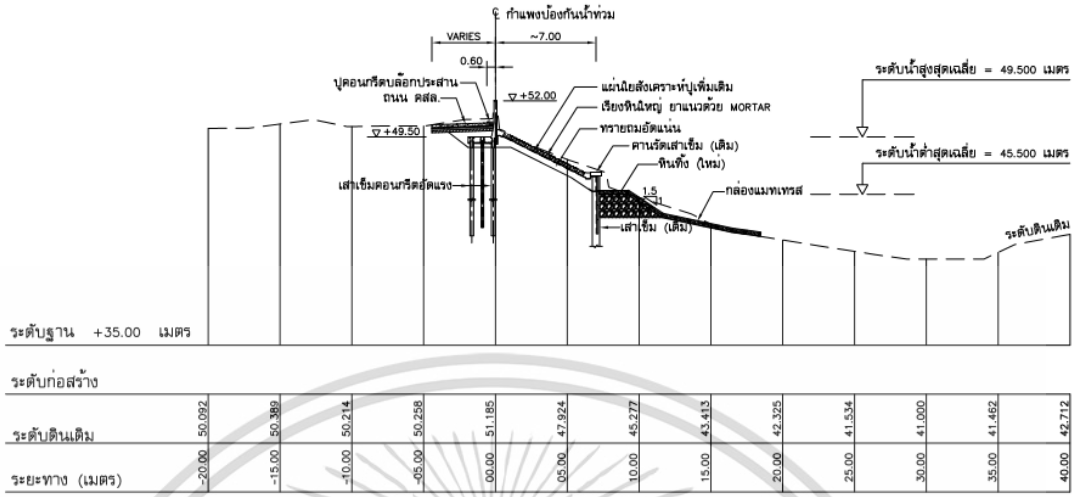
ในปัจจุบันโครงการดังกล่าวอยู่ในระหว่างการดำเนินการก่อสร้าง (ดังรูปที่ 2.12) โดยกรมโยธาธิการและผังเมือง ซึ่งสามารถบรรเทาปัญหาอุทกภัยให้กับเทศบาลเมืองสุโขทัยธานีได้ในระดับหนึ่ง แต่ยังพบปัญหาการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ฟันหลอที่การก่อสร้างยังไม่แล้วเสร็จและปัญหาการไหลลอดของน้ำใต้คันป้องกันน้ำท่วมในบางจุดที่เป็นโครงสร้างเก่า รวมถึงปัญหาการกัดเซาะของกระแสน้ำในบริเวณที่การก่อสร้างยังไม่ครอบคลุม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณฝั่งขวาของแม่น้ำยมซึ่งอยู่นอกเขตเทศบาลเมืองสุโขทัยธานี พบว่าในบางช่วงเป็นเขื่อนป้องกันตลิ่งเดิมที่ก่อสร้างโดยกรมเจ้าท่า มีสภาพชำรุดและมีระดับคันป้องกันน้ำท่วมไม่รองรับกับระดับน้ำที่ท่วมสูงสุดในปี พ.ศ. 2554

ดังนั้นจึงควรมีการดำเนินการก่อสร้างและปรับปรุงคันป้องกันน้ำท่วมเดิมให้สามารถแก้ไขปัญหาอุทกภัยให้กับพื้นที่ชุมชนโดยรอบที่เป็นพื้นที่ฟันหลอให้แล้วเสร็จและแก้ไขปัญหาการไหลลอดของน้ำใต้คันป้องกันน้ำท่วมในบริเวณที่คันป้องกันน้ำท่วมเดิมชำรุดด้วยการตอกเสาเข็มพืดเหล็ก (Steel Sheet Pile) ที่มีความยาวเพียงพอในการต้านการไหลลอดของน้ำในแม่น้ำยมเข้าสู่พื้นที่ภายในคันป้องกันน้ำท่วม โดยต้องพิจารณาจากคุณสมบัติของชั้นดินในบริเวณนั้นและพิจารณาแรงดันน้ำจากค่าระดับน้ำที่เคยสูงสุดในปี พ.ศ. 2554 มาเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาออกแบบ



รูปที่ 2.10 แผนผังระบบป้องกันน้ำท่วม พื้นที่ชุมชนเทศบาลเมืองสุโขทัยธานี จังหวัดสุโขทัย
(ที่มา : กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



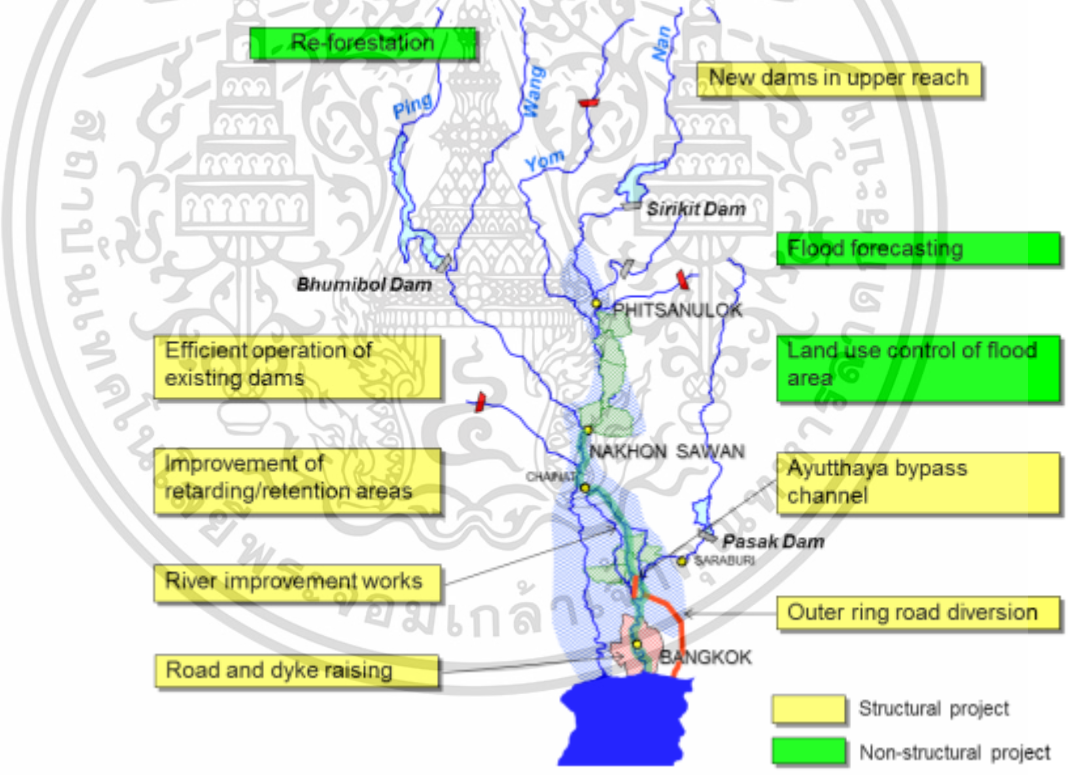
รูปที่ 2.11 รูปตัดคันป้องกันน้ำท่วมริมแม่น้ำยม พื้นที่ชุมชนเทศบาลเมืองสุโขทัยธานี จังหวัดสุโขทัย (ที่มา : กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2558)

รูปที่ 2.12 คันป้องกันน้ำท่วมริมแม่น้ำยมบริเวณสะพานพระแม่ย่า ในเขตเทศบาลเมืองสุโขทัยธานี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 การแก้ไขปัญหาอุทกภัยด้วยวิธีการแบบผสมผสาน

จากเหตุการณ์การเกิดอุทกภัยที่ยาวนานและรุนแรงมากที่สุดของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2554 เป็นเหตุให้มีผู้เสียชีวิตมากกว่า 800 ราย และสร้างความเสียหายให้กับประเทศคิดเป็นมูลค่าประมาณ 1.43 ล้าน ล้านบาทนั้น เพื่อเป็นการป้องกันและแก้ไขปัญหาดังกล่าว ดังนั้นในปี พ.ศ. 2556 สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ และองค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศญี่ปุ่น (JICA) ได้ร่วมกันจัดทำรายงานสรุปสำหรับผู้บริหาร แผนการบริหารจัดการน้ำท่วมสำหรับลุ่มน้ำเจ้าพระยา ราชอาณาจักรไทย เสนอมาตรการรับมือกับปัญหาอุทกภัยที่จะเกิดขึ้นในอนาคตด้วยวิธีการแบบผสมผสานทั้งในส่วนที่เป็นมาตรการการใช้สิ่งก่อสร้างและมาตรการการไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง สำหรับมาตรการการใช้สิ่งก่อสร้างประกอบไปด้วย การบริหารจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพของเขื่อนขนาดใหญ่ เช่น การบริหารจัดการน้ำของเขื่อนภูมิพล และเขื่อนสิริกิติ์ การก่อสร้างคลองผันน้ำตามแนวถนนวงแหวนรอบนอก ขนาด 500 – 1,000 ลบ.ม./วินาที การปรับปรุงทางระบายน้ำและลำน้ำ การก่อสร้างคลองผันน้ำเลี่ยงเมืองพระนครศรีอยุธยา ขนาด 1,400 ลบ.ม./วินาที (ดังรูปที่ 2.13)



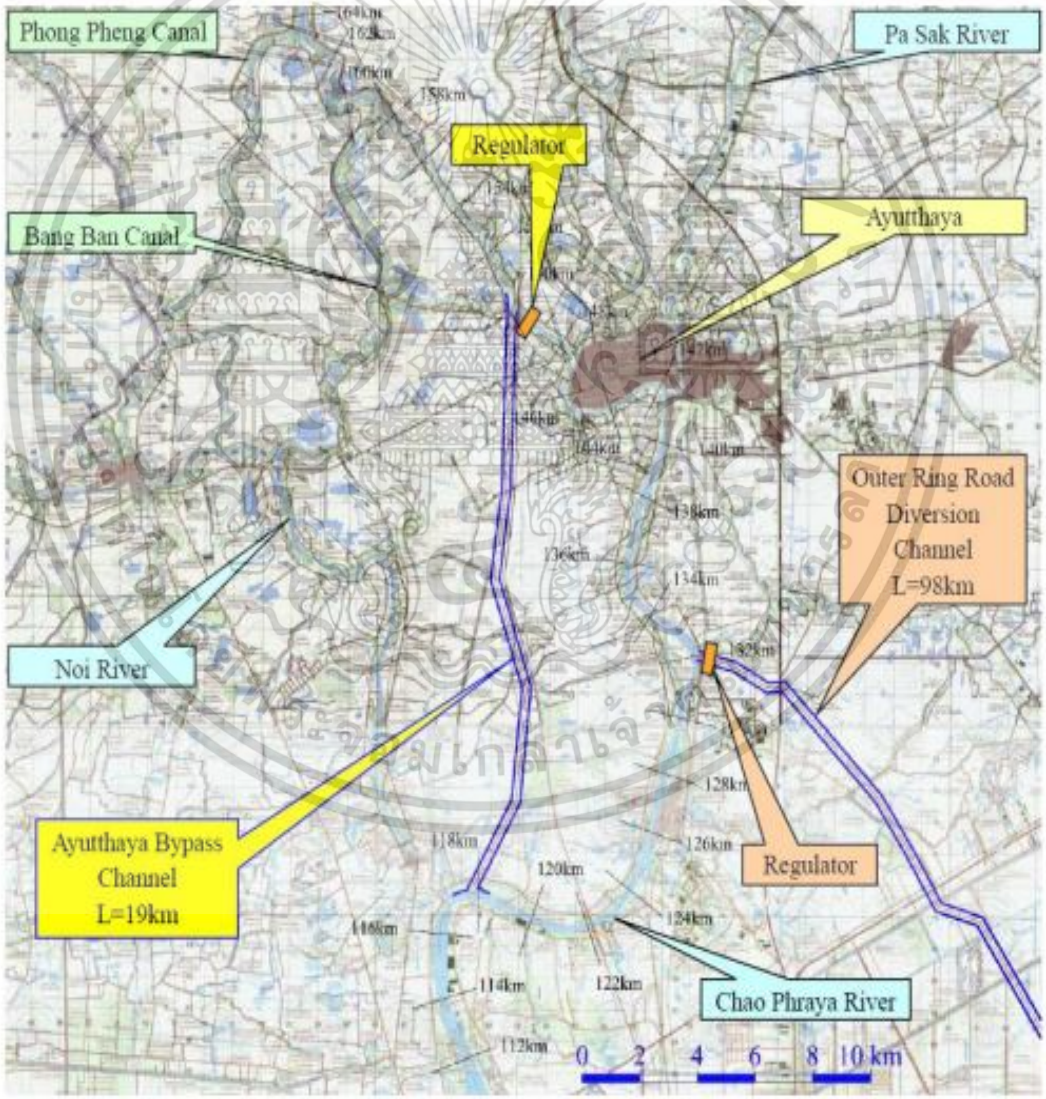
รูปที่ 2.13 มาตรการในการรับมือกับปัญหาอุทกภัยของลุ่มน้ำเจ้าพระยา
(ที่มา : รายงานสรุปสำหรับผู้บริหาร แผนการบริหารจัดการน้ำท่วมสำหรับลุ่มน้ำเจ้าพระยา, 2556)

ทั้งนี้จะพบได้ว่ามาตรการในการแก้ไขปัญหาอุทกภัยนั้น จำเป็นที่จะต้องมีการดำเนินการในหลายๆ ส่วน ผสมผสานกันอย่างลงตัวที่สุด ตั้งแต่การแก้ไขปัญหาในบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำและปลายน้ำ กล่าวคือ ต้นน้ำจะต้องมีป่าไม้คอยเก็บรักษาและชะลอน้ำเอาไว้ในฤดูฝน รวมถึงการสร้างอ่างเก็บน้ำขนาดต่างๆ ให้สามารถช่วยในการเก็บรักษามวลน้ำส่วนเกินเอาไว้ใช้ในฤดูแล้ง ในตอนกลางน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

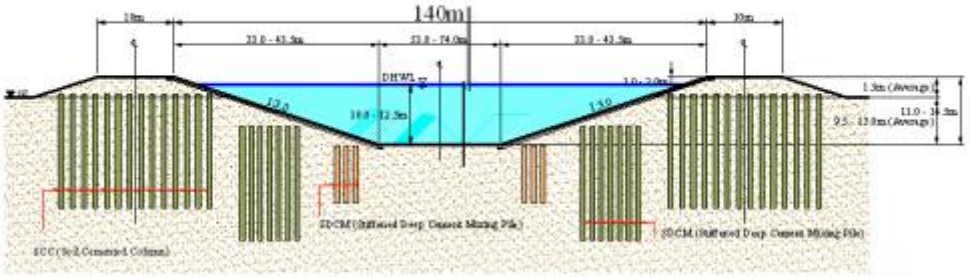
บริเวณที่แม่น้ำไหลผ่านตัวเมือง ชุมชนหรือพื้นที่เศรษฐกิจหลักซึ่งแม่น้ำมีขนาดเล็กทำให้มีขีดความสามารถในการระบายต่ำก็จำเป็นที่จะต้องมีการปรับปรุงประสิทธิภาพในการระบายน้ำให้ดียิ่งขึ้น ร่วมกับการสร้างคลองผันน้ำอ้อมตัวเมือง เพื่อลดความสูญเสียที่จะเกิดกับพื้นที่ชุมชนและเศรษฐกิจหลัก ส่วนช่วงปลายน้ำก็จำเป็นที่จะต้องเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายน้ำให้สามารถระบายน้ำได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากที่สุด

อย่างไรก็ตามจะพบว่ามาตรการในการใช้สิ่งก่อสร้าง ดังที่มีการนำเสนอไว้ในข้างต้นยังไม่ได้มีการดำเนินการก่อสร้างแต่อย่างใดเนื่องจากในช่วงระยะเวลาต่อมาได้การผลัดเปลี่ยนรัฐบาล ซึ่งรัฐบาลใหม่ยังไม่มีนโยบายเร่งรัดดำเนินการแต่อย่างใด จะมีเพียงโครงการผันน้ำเลี่ยงเมืองพระนครศรีอยุธยาเท่านั้น ที่มีกรมชลประทานได้เข้ามาศึกษาและมีแผนในการดำเนินการก่อสร้างในปี พ.ศ. 2562 นี้ (ดังรูปที่ 2.14 – 2.15)



รูปที่ 2.14 เส้นทางผันน้ำเลี่ยงเมือง (Bypass Channel) จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
(ที่มา: รายงานสรุปสำหรับผู้บริหาร แผนการบริหารจัดการน้ำท่วมสำหรับลุ่มน้ำเจ้าพระยา, 2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 รูปตัดขวางของคลองผันน้ำเลี่ยงเมือง (Bypass Channel) จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
(ที่มา : รายงานสรุปสำหรับผู้บริหาร แผนการบริหารจัดการน้ำท่วมสำหรับลุ่มน้ำเจ้าพระยา, 2556)

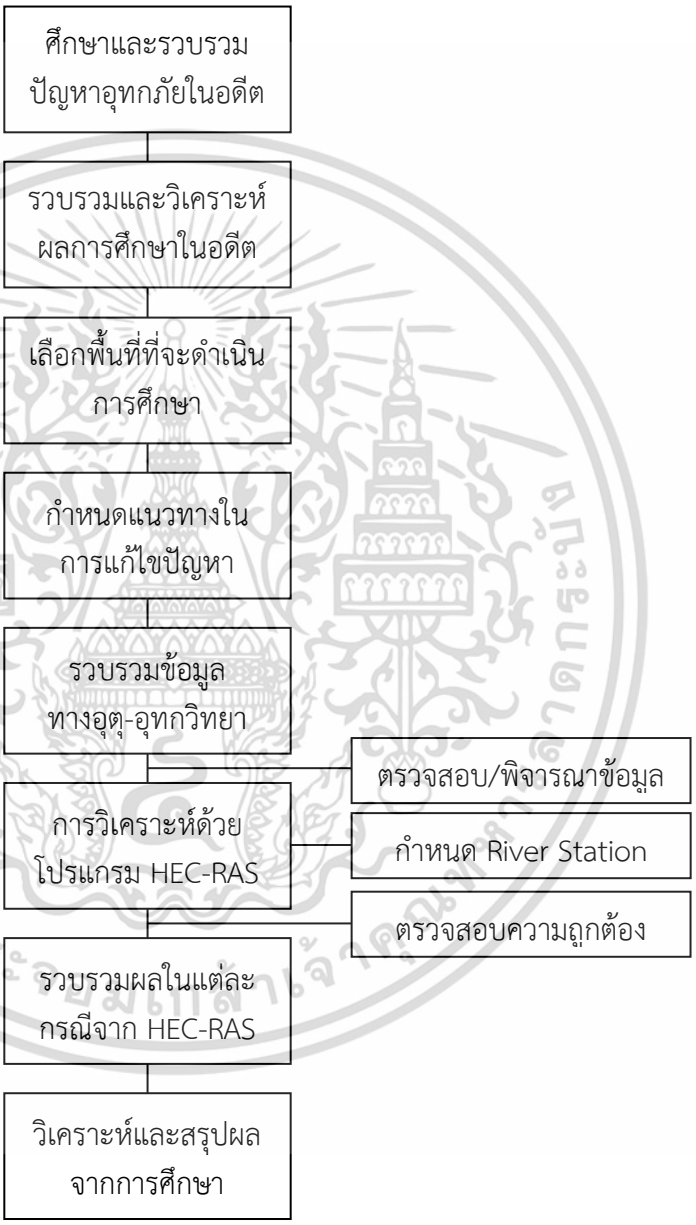
จากการศึกษาปัญหาอุทกภัยที่เกิดขึ้นในพื้นที่ต่างๆ ของประเทศไทยที่ผ่านมานั้น พบว่าในบางพื้นที่มักจะประสบกับปัญหาอุทกภัยแทบทุกปี แม้ว่าปริมาณฝนที่เกิดขึ้นในพื้นที่จะมีปริมาณไม่เกินกว่าค่าเฉลี่ยก็ตาม ซึ่งมักจะเกิดขึ้นกับพื้นที่ที่มีระบบการบริหารจัดการน้ำที่ไม่ดีพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับปัญหาที่เกิดขึ้นในลุ่มน้ำยม ซึ่งนอกจากจะเกิดความเสียหายต่อลุ่มน้ำนั้นๆ แล้ว ยังส่งผลกระทบต่อไปยังลุ่มน้ำด้านล่างด้วยเช่นกัน ดังกรณีการเกิดมหาอุทกภัยในปี พ.ศ. 2554 ที่มีผลกระทบต่อลุ่มน้ำเจ้าพระยาและพื้นที่กรุงเทพมหานคร ดังนั้นจึงควรมีการบริหารจัดการน้ำภายในลุ่มน้ำก่อนเป็นอันดับแรก และในกรณีที่มีความรุนแรงเกินกว่าที่ลุ่มน้ำนั้นๆ จะรับมือได้ ก็จำเป็นที่จะต้องมีแผนการจัดการน้ำระหว่างลุ่มน้ำไว้อีกชั้นหนึ่ง โดยการบริหารจัดการน้ำนั้นสามารถดำเนินการได้ทั้งแบบมาตรการการใช้สิ่งก่อสร้างและการไม่ใช้สิ่งก่อสร้างควบคู่ขนานกันไป สำหรับพื้นที่อำเภอเมืองสุโขทัย เป็นพื้นที่ที่ประสบกับปัญหาอุทกภัยเกือบทุกปี การแก้ไขปัญหาอุทกภัยด้วยมาตรการการใช้สิ่งก่อสร้าง นับว่าเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องดำเนินการควบคู่ไปกับมาตรการด้านนโยบายการใช้ประโยชน์ในที่ดิน เพื่อป้องกันและลดปัญหาการก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างที่กีดขวางทางน้ำไหล นอกจากนี้ยังมีความจำเป็นที่จะต้องมีการเพิ่มพื้นที่แก้มลิงเพื่อช่วยในการรับน้ำในฤดูน้ำหลากร่วมกับการสร้างคลองผันน้ำ การปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพระบบโครงข่ายการระบายน้ำภายในลุ่มน้ำและระหว่างลุ่มน้ำ นอกจากนี้แล้ว วิธีการปรับปรุงกายภาพลำน้ำในแม่น้ำยมยังเป็นสิ่งที่จำเป็นที่จะต้องดำเนินการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายน้ำให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งจะเป็นการลดปัญหาอุทกภัยให้กับอำเภอเมืองสุโขทัยได้อย่างเป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

3.1 แผนผังการดำเนินงานวิจัย

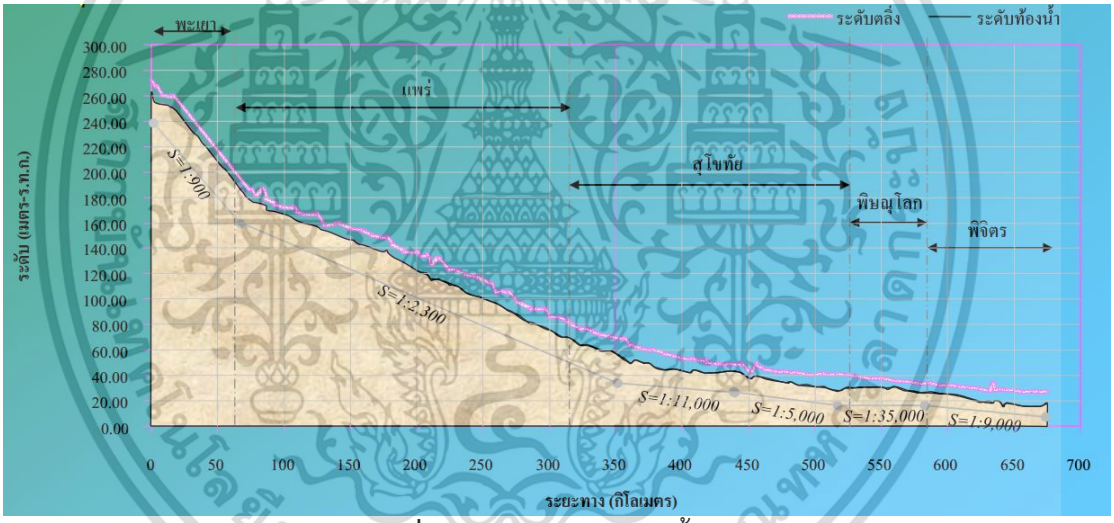


รูปที่ 3.1 แผนผังการดำเนินงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ศึกษาและรวบรวมปัญหาอุทกภัยในอดีต

ในการศึกษาปัญหาอุทกภัยที่เกิดขึ้นในลุ่มน้ำยม พบว่าปัญหาอุทกภัยเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในลุ่มน้ำยมตอนกลางและลุ่มน้ำยมตอนล่าง ครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่จังหวัดสุโขทัยลงมาจนถึงจังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดพิจิตร อันเนื่องมาจากลักษณะทางภูมิประเทศตั้งแต่จังหวัดสุโขทัยลงมาจนถึงจังหวัดพิจิตรนั้นมีความลาดชันต่ำเมื่อเทียบกับสภาพทางภูมิประเทศในเขตลุ่มน้ำยมตอนบนในพื้นที่จังหวัดพะเยาและจังหวัดแพร่ ดังรูปที่ 3.2 จึงทำให้ความสามารถในการระบายน้ำของแม่น้ำยมในจังหวัดสุโขทัย จังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดพิจิตรต่ำกว่าจังหวัดพะเยาและจังหวัดแพร่ และอีกหนึ่งเหตุผลของปัญหาอุทกภัยในลุ่มน้ำยมนี้ก็คือการที่ในลุ่มน้ำยมนี้เป็นลุ่มน้ำเดียวที่ไม่มีเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ที่จะใช้ในการรองรับกับปริมาณน้ำในฤดูน้ำหลากได้ ซึ่งจะแตกต่างจากลุ่มน้ำอื่นๆ เช่น ลุ่มน้ำปิงจะมีเขื่อนภูมิพลหรือในลุ่มน้ำน่านจะมีเขื่อนสิริกิติ์ทำหน้าที่รองรับปริมาณน้ำในฤดูน้ำหลากและเป็นแหล่งน้ำสำรองเพื่อการเกษตรกรรมและการอุปโภค-บริโภคในฤดูแล้ง



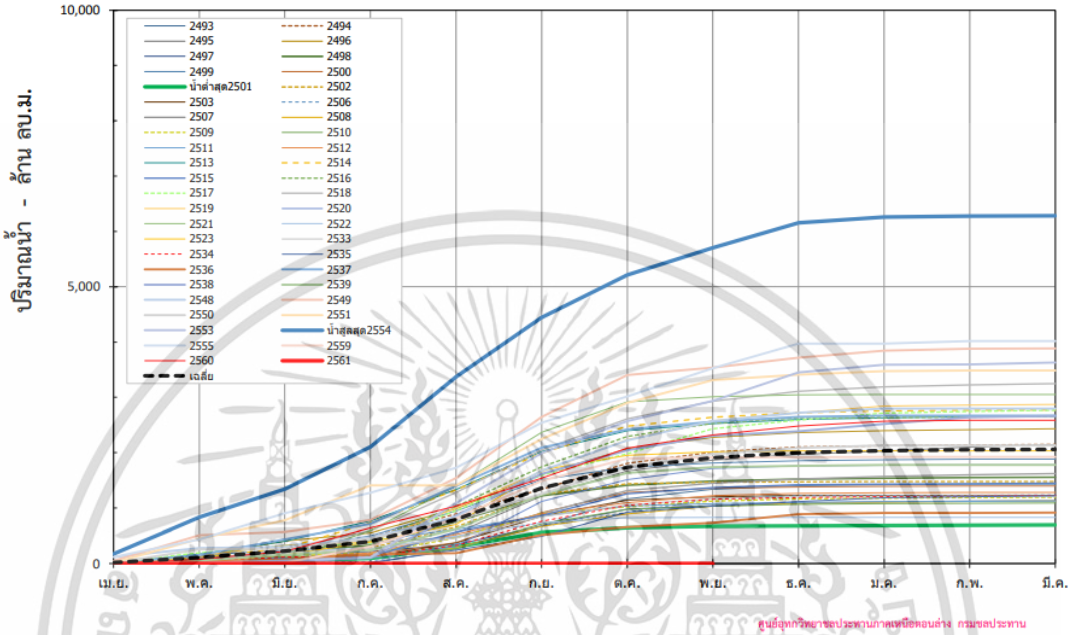
รูปที่ 3.2 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม

(ที่มา : สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน), 2555)

จากปัญหาอุทกภัยที่ร้ายแรงที่เกิดขึ้นกับประเทศไทยในปี พ.ศ. 2554 เป็นสาเหตุให้มีผู้เสียชีวิตมากกว่า 800 รายและก่อให้เกิดความเสียหายและความสูญเสียต่อทรัพย์สินคิดเป็นมูลค่าประมาณ 1.43 ล้าน ล้านบาท (รายงานสรุปสำหรับผู้บริหาร แผนการบริหารจัดการน้ำท่วมสำหรับลุ่มน้ำเจ้าพระยา ราชอาณาจักรไทย) โดยลุ่มน้ำยมก็เป็นลุ่มน้ำหนึ่งที่ได้รับผลกระทบในเหตุการณ์ดังกล่าวและยังส่งผลกระทบต่อลุ่มน้ำที่อยู่ทางตอนล่าง คือลุ่มน้ำเจ้าพระยาด้วย จากปริมาณน้ำท่าสะสมที่มีมากถึง 6,283.27 ล้าน ลบ.ม.จากลุ่มน้ำยมในปี พ.ศ. 2554 ที่ได้ไหลไปรวมกับแม่น้ำน่านที่อำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์และรวมกับแม่น้ำปิงที่ปากน้ำโพเป็นแม่น้ำเจ้าพระยาซึ่งมีผลกระทบโดยตรงกับภาคกลางและกรุงเทพมหานคร จากการรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำยม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2493 จนถึงปี พ.ศ. 2560 ดังรูปที่ 3.3 ที่รวบรวมโดยศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนล่าง กรมชลประทาน พบว่าปริมาณน้ำท่าสะสมเฉลี่ยในลุ่มน้ำยมจะอยู่ที่ 2,105.95 ล้าน ลบ.ม. ในขณะที่ในปี พ.ศ. 2501 เป็นปีที่มีปริมาณน้ำท่าสะสมต่ำที่สุด คือ 695.89 ล้าน ลบ.ม. และช่วงเดือนที่มีปริมาณน้ำมากและไหลล้นตลิ่งเข้าท่วมพื้นที่สองฝั่งของแม่น้ำยมจะเริ่มตั้งแต่เดือนกรกฎาคมจนถึงเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงที่เกิดปัญหาอุทกภัย ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.3 กราฟปริมาณน้ำท่าสะสมรายปี ณ สถานี Y.4 ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2493 - 2560
(ที่มา : ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน, 2561)

รูปที่ 3.4 สภาพน้ำที่ไหลล้นกำแพงกั้นน้ำแม่น้ำยมในเขตอำเภอเมืองสุโขทัย
(ที่มา : สถานีโทรทัศน์ไทยพีบีเอส, 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การรวบรวมและวิเคราะห์ผลการศึกษาในอดีต

ในการศึกษาการแก้ไขปัญหาอุทกภัยที่ผ่านมาในลุ่มน้ำยมพบว่า การแก้ไขปัญหาด้วยมาตรการการใช้สิ่งก่อสร้างนั้นสามารถแบ่งลักษณะการแก้ไขปัญหาออกได้เป็น 3 ลักษณะด้วยกัน ประกอบด้วย การแก้ไขปัญหาอุทกภัยด้วยการผันน้ำระหว่างลุ่มน้ำยมและลุ่มน้ำน่าน การแก้ไขปัญหาด้วยการสร้างคลองผันน้ำเข้าสู่พื้นที่แก้มลิงซึ่งเป็นการผันน้ำภายในลุ่มน้ำเดียวกัน และสุดท้ายเป็นการแก้ไขปัญหาน้ำล้นตลิ่งในเขตชุมชนเมืองด้วยการก่อสร้างคันป้องกันน้ำท่วม ทั้งนี้สาเหตุที่ต้องมีการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นทั้ง 3 ลักษณะนั้น ล้วนแล้วแต่มีสาเหตุมาจากขีดความสามารถในการระบายน้ำของแม่น้ำยมในแต่ละช่วงนั้นไม่เพียงพอและเหมาะสมต่ออัตราการไหลที่เกิดขึ้นจริงในฤดูน้ำหลาก ทั้งนี้จะได้นำเสนอรายละเอียดในการแก้ไขปัญหาในแต่ละลักษณะดังต่อไปนี้

3.3.1 การแก้ไขปัญหาอุทกภัยด้วยการผันน้ำระหว่างลุ่มน้ำยมและลุ่มน้ำน่าน

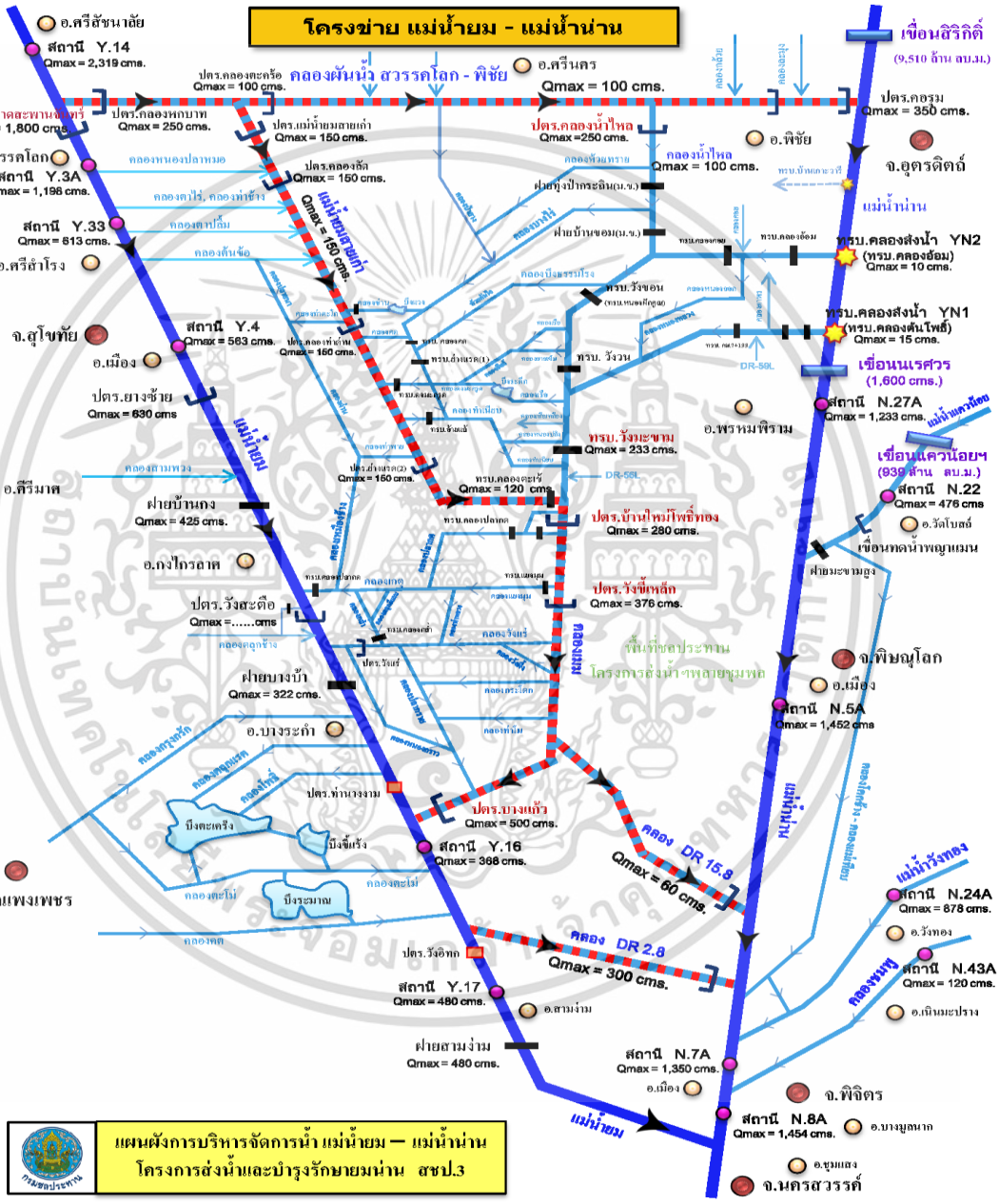
แนวคิดในการผันน้ำจากแม่น้ำยมเข้าสู่ลุ่มน้ำน่านเป็นแนวคิดที่มีการศึกษามาในอดีตก่อนการเกิดมหาอุทกภัยในปี พ.ศ. 2554 โดยแนวคิดแรกๆ จะผันน้ำจากแม่น้ำยมผ่านคลองผันน้ำและอุโมงค์นำน้ำเข้าไปเก็บไว้ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์และจะผันน้ำกลับมาใช้ในลุ่มน้ำยมในช่วงฤดูแล้ง อย่างไรก็ตามแนวคิดดังกล่าวนี้ยังไม่มีการดำเนินการก่อสร้างแต่อย่างใด จนกระทั่งภายหลังการเกิดมหาอุทกภัยในปี พ.ศ. 2554 กรมชลประทานได้ทำการศึกษาและปรับปรุงคลองที่มีอยู่เดิม ที่เชื่อมต่อระหว่างสองลุ่มน้ำ เช่น การปรับปรุงคลองหกบาทและแม่น้ำยมสายเก่า เพื่อเพิ่มศักยภาพในการเชื่อมโครงข่ายการระบายน้ำจากลุ่มน้ำยมไปยังลุ่มน้ำน่าน ทั้งนี้ในลุ่มน้ำน่านมีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่หลายแห่งที่คอยรองรับปริมาณกับน้ำในลุ่มน้ำ เช่น อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ สามารถเก็บกักน้ำได้ 9,510 ล้าน ลบ.ม.และอ่างเก็บน้ำเขื่อนแควน้อยบำรุงแดนสามารถเก็บกักน้ำได้ 769 ล้าน ลบ.ม.เป็นต้น โดยแนวคิดดังกล่าวนี้กรมชลประทานได้นำมาดำเนินอย่างเป็นรูปธรรมแล้วบางส่วน เช่น โครงการปรับปรุงคลองหกบาท ซึ่งตั้งอยู่ด้านเหนือน้ำของประตูระบายน้ำหาดสะพานจันทร์ในเขตอำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย ให้สามารถระบายน้ำจากแม่น้ำยมได้ 250 ลบ.ม./วินาที โดยแบ่งการระบายน้ำเข้าสู่คลองผันน้ำสวรรคโลก – พิชัย ในอัตรา 100 ลบ.ม./วินาที และผันน้ำเข้าสู่คลองผันน้ำแม่น้ำยมสายเก่า ในอัตรา 150 ลบ.ม./วินาที ดังรูปที่ 3.5

3.3.2 การแก้ไขปัญหาอุทกภัยด้วยการสร้างคลองผันน้ำเข้าสู่พื้นที่แก้มลิง

แนวคิดนี้เป็นการผันน้ำจากแม่น้ำยมฝั่งขวาผ่านคลองผันน้ำเข้าสู่พื้นที่แก้มลิงทุ่งทะเลหลวงซึ่งสามารถรองรับน้ำได้ 32.40 ล้าน ลบ.ม.ทั้งนี้ในการผันน้ำจะผันน้ำจากแม่น้ำยมบริเวณฝายบ้านเกาะวงษ์เกียรติ์ ตำบลทับผึ้ง อำเภอศรีสำโรง ซึ่งอยู่ทางด้านเหนือน้ำห่างจากตัวเมืองสุโขทัยขึ้นไปประมาณ 15 กม.มีวัตถุประสงค์หลักคือการลดระดับการไหลของน้ำในแม่น้ำยมช่วงที่ไหลผ่านตัวเมืองสุโขทัยเพื่อบรรเทาปัญหาน้ำล้นตลิ่งที่ทำให้เกิดอุทกภัย ในการผันน้ำจะผันน้ำผ่านคลองผันน้ำที่มีความสามารถในการระบายน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที นำมากักเก็บไว้ที่พื้นที่แก้มลิงทุ่งทะเลหลวง และเมื่อระดับน้ำในแม่น้ำยมมีระดับลดลงก็จะทำการระบายน้ำออกจากพื้นที่แก้มลิงโดยอาศัยการไหลตามแรงโน้มถ่วงของโลกผ่านทางคลองสามพวงลงสู่แม่น้ำยมในบริเวณตอนล่างห่างจากตัวเมืองสุโขทัยลงไปประมาณ 15 กม.ผลจากการผันน้ำเข้าสู่คลองผันน้ำดังกล่าวนี้จะสามารถลดระดับน้ำในแม่น้ำยมลงได้ประมาณ 0.20 – 0.40 เมตร ซึ่งโครงการนี้ได้รับการพัฒนาโดยกรมชลประทานและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อสร้างแล้วเสร็จ เมื่อปี พ.ศ. 2551 ดังรูปที่ 3.6 นอกจากประโยชน์ที่ได้รับจากการบรรเทาปัญหาอุทกภัยแล้ว พื้นที่แก้มลิงทุ่งทะเลหลวงยังเป็นแหล่งน้ำสำรองในฤดูแล้งเพื่อการอุปโภค – บริโภค ให้กับพื้นที่ชุมชนเมืองสุโขทัยและชุมชนโดยรอบได้เป็นอย่างดี รวมถึงเป็นสถานที่ท่องเที่ยวพักผ่อนหย่อนใจของจังหวัดสุโขทัยอีกแห่งหนึ่งด้วย



รูปที่ 3.5 แผนผังการบริหารจัดการน้ำ แม่น้ำยม – แม่น้ำน่าน
(ที่มา : สำนักงานชลประทานที่ 3 กรมชลประทาน, 2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.6 พื้นที่แก้มลิงทุ่งทะเลหลวง

3.3.3 การแก้ไขปัญหาน้ำล้นตลิ่งในเขตชุมชนเมือง

แนวคิดนี้เป็นการป้องกันการเกิดปัญหาอุทกภัยจากการไหลล้นตลิ่งของแม่น้ำยมในฤดูน้ำหลาก จากเดิมจะไหลล้นคันกั้นน้ำเข้าท่วมพื้นที่ชุมชนและเศรษฐกิจหลักในเขตเทศบาลเมืองสุโขทัยธานี ซึ่งเป็นที่ตั้งสถานที่ราชการของตัวจังหวัด สำหรับลักษณะของงานก่อสร้างเพื่อการแก้ไขปัญหาดังกล่าวนี้ ประกอบไปด้วย งานขุดลอกแม่น้ำยมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำให้ดียิ่งขึ้น งานก่อสร้างประตูระบายน้ำในตำแหน่งปากคลองระบายน้ำที่เชื่อมต่อกับแม่น้ำยมเพื่อควบคุมการไหลของน้ำในแม่น้ำยมไม่ให้ไหลย้อนกลับเข้าไปท่วมพื้นที่สองฝั่งคลองที่อยู่ด้านในแนวคันป้องกันน้ำท่วม งานก่อสร้างสถานีสูบน้ำเพื่อควบคุมระดับน้ำภายในพื้นที่ปิดล้อมลงสู่แม่น้ำยมในกรณีที่เกิดฝนตกขึ้น และงานก่อสร้างคันป้องกันน้ำท่วมแบบเขื่อนเรียงหินในกล่องลวดตาข่าย (Gabion and Mattress) เพื่อป้องกันการกัดเซาะจากการไหลของน้ำพร้อมทั้งมีกำแพงกั้นน้ำคอนกรีตเสริมเหล็กในระดับป้องกัน +52.00 ม.รทก.ซึ่งจะมีระดับที่สูงกว่าระดับน้ำที่เคยท่วมสูงสุด ซึ่งจะเป็นการป้องกันการไหลล้นข้ามกำแพงกั้นน้ำได้ ดังรูปที่ 3.7 ทั้งนี้กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย ได้เริ่มดำเนินก่อสร้างมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 จนถึงปัจจุบันได้ดำเนินก่อสร้างไปแล้วเป็นระยะทางมากกว่า 5 กม. โดยการก่อสร้างได้เริ่มจากบริเวณสะพานพระแม่ย่าในเขตเทศบาลเมืองสุโขทัยธานีขึ้นไปทางด้านเหนือน้ำถึงบริเวณวัดปากแคว เขตองค์การบริหารส่วนตำบลปากแคว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

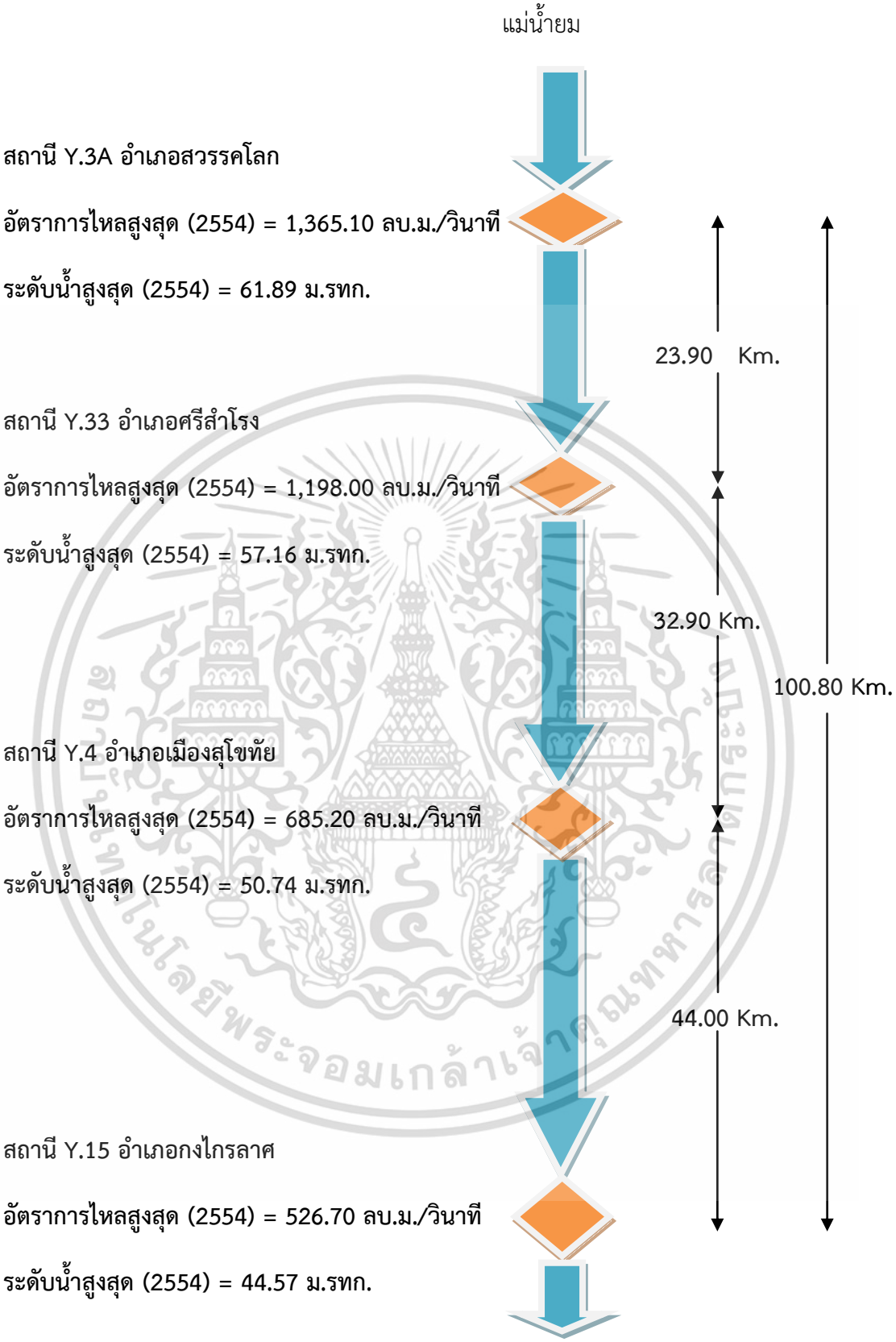
รูปที่ 3.7 คันป้องกันน้ำท่วมบริเวณสะพานพระร่วง ในเขตเทศบาลเมืองสุโขทัยธานี

3.4 เลือกพื้นที่ที่จะดำเนินการศึกษา

3.4.1 การเลือกสถานีอุทกวิทยาเพื่อกำหนดขอบเขตจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด

ในการวิเคราะห์สภาพการไหลในแม่น้ำของการศึกษาในครั้งนี้ได้เลือกใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ HEC-RAS โดยใช้ข้อมูลจากสถิติการไหลสูงสุดในแม่น้ำยมที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2554 ซึ่งเป็นปีที่มีปริมาณน้ำท่าสะสมมากที่สุดนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2493 จนถึงปัจจุบันที่ได้มีการบันทึกไว้ สำหรับข้อมูลพื้นฐานที่จะต้องใช้ ประกอบไปด้วย รูปตัดลำน้ำ อัตราการไหล ระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้น และสภาพทางกายภาพของลำน้ำ เป็นต้น ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนี้จะถูกนำมาป้อนให้เป็นค่าเริ่มต้นและใช้สำหรับการสอบเทียบกับค่าที่ได้จากการ Run โปรแกรม ข้อมูลทุติยภูมิต่างๆ เหล่านี้ได้จากกรมชลประทาน โดยศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคเหนือตอนล่าง ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ได้รวบรวมและเก็บเป็นสถิติไว้โดยจะแยกเป็นสถานีอุทกวิทยาตลอดลำน้ำยมและมีชื่อเรียกแตกต่างกันไป เช่น สถานี Y.3A ตั้งอยู่ที่อำเภอสวรรคโลก สถานี Y.33 ตั้งอยู่ที่อำเภอศรีสำโรง สถานี Y.4 ตั้งอยู่ที่อำเภอเมืองสุโขทัย และสถานี Y.15 ตั้งอยู่ที่อำเภอกงไกรลาศ เป็นต้น ในที่นี้จะเลือกสถานี Y.15 อำเภอกงไกรลาศเป็นสถานีด้านท้ายน้ำและใช้สถานี Y.3A อำเภอสวรรคโลกเป็นสถานีด้านเหนือน้ำ รวมทั้งสิ้น 4 สถานี รวมระยะทางตามลำน้ำ 100.8 กม.ดังแสดงในรูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ตำแหน่งและระยะทางระหว่างสถานีอุทกวิทยาในแม่น้ำยมที่พิจารณา

(ที่มา : ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน, 2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

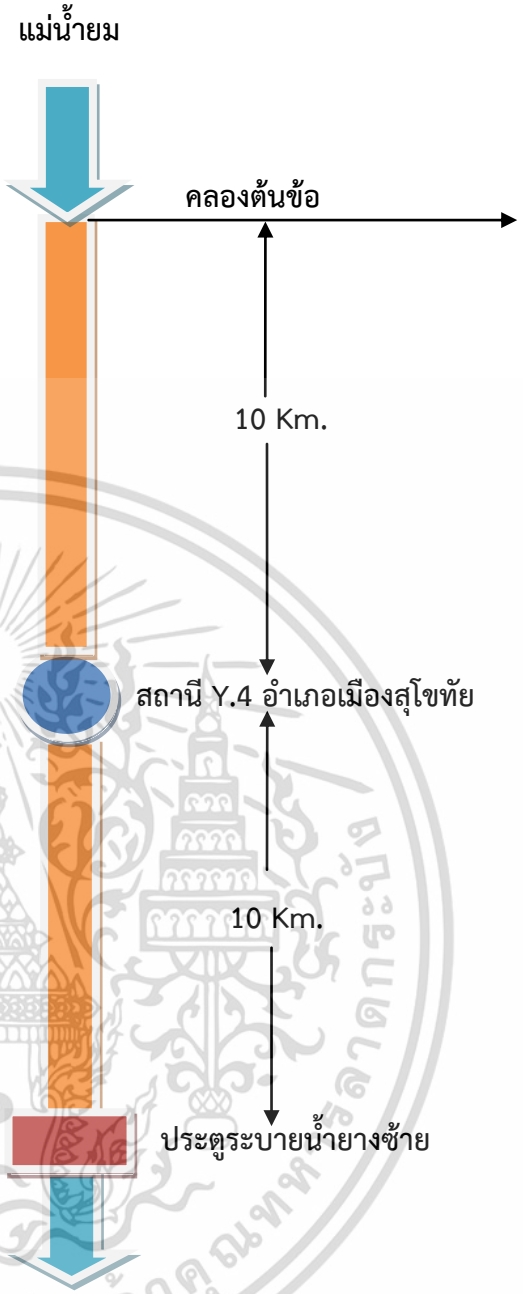
3.4.2 การเลือกพื้นที่ที่จะทำการศึกษาการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ

ในการศึกษาการปรับปรุงกายภาพลำน้ำในครั้งนี้ได้เลือกให้สถานี Y.4 อำเภอเมืองสุโขทัยเป็นจุดเริ่มต้นของการพิจารณาปรับปรุงสภาพลำน้ำ โดยจะแบ่งการพิจารณาการปรับปรุงออกเป็น 10 กรณี กรณีที่ 1 จะเริ่มจากระยะทาง 2 กม.โดยมีระยะทางออกจากจุดเริ่มต้นขึ้นไปด้านเหนือน้ำ 1 กม. และออกจากจุดเริ่มต้นลงไปทางด้านท้ายน้ำ 1 กม.รวมเป็นระยะทาง 2 กม.และสำหรับในกรณีต่อๆ ไปก็จะเพิ่มระยะทางในการพิจารณาปรับปรุงรวมขึ้นไปอีกเป็นระยะทาง 2 กม.ซึ่งจะได้ระยะทางการปรับปรุงตามลำน้ำยมในกรณีที่ 10 เป็นระยะทาง 20 กม.โดยจุดด้านเหนือน้ำในกรณีที่ 10 จะอยู่ที่บริเวณใกล้กับประตูระบายน้ำปากคลองต้นข้อ ด้านท้ายน้ำจะอยู่ที่บริเวณประตูระบายน้ำยางซ้ายดัง แสดงในตารางที่ 3.1 และรูปที่ 3.9

ตารางที่ 3.1 ระยะทางการปรับปรุงสภาพทางกายภาพลำน้ำยมในแต่ละกรณี

การปรับปรุงกายภาพลำน้ำ	ระยะทางการปรับปรุงด้านเหนือน้ำ (กม.)	ระยะทางการปรับปรุงด้านท้ายน้ำ (กม.)	ระยะทางรวม (กม.)
กรณีที่ 1	1.00	1.00	2.00
กรณีที่ 2	2.00	2.00	4.00
กรณีที่ 3	3.00	3.00	6.00
กรณีที่ 4	4.00	4.00	8.00
กรณีที่ 5	5.00	5.00	10.00
กรณีที่ 6	6.00	6.00	12.00
กรณีที่ 7	7.00	7.00	14.00
กรณีที่ 8	8.00	8.00	16.00
กรณีที่ 9	9.00	9.00	18.00
กรณีที่ 10	10.00	10.00	20.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 เส้นทางการปรับปรุงสภาพทางกายภาพตามลำน้ำยม

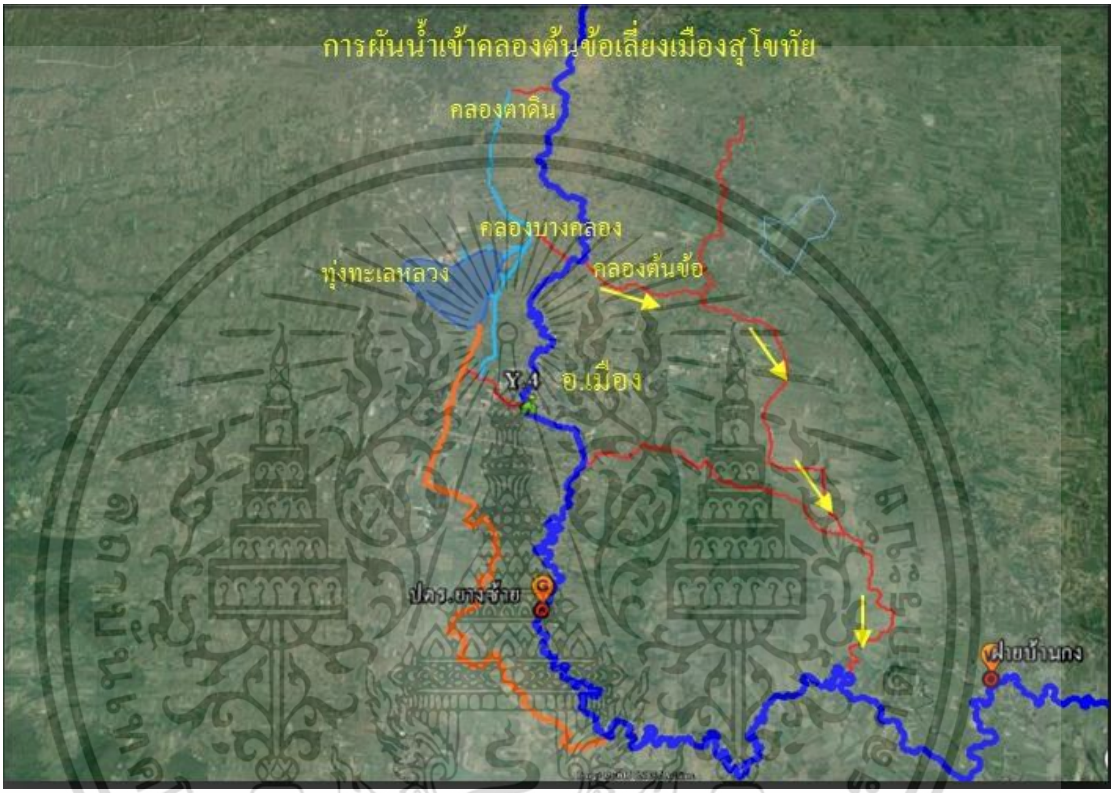
3.5 กำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหา

3.5.1 การผันน้ำเลี่ยงเมืองสุโขทัย

การแก้ไขปัญหาอุทกภัยด้วยวิธีการผันน้ำเลี่ยงเมืองสุโขทัยจะประกอบไปด้วยการผันน้ำ 2 ส่วน กล่าวคือ ส่วนแรกเป็นการผันน้ำจากแม่น้ำยมฝั่งขวาที่บ้านเกาะวงษ์เกียรติ์ ตำบลทับผึ้ง อำเภอศรีสำโรง ห่างจากตัวเมืองสุโขทัยขึ้นไปทางด้านเหนือน้ำเป็นระยะทางประมาณ 15 กม.โดยผันน้ำผ่านคลองผันน้ำลงสู่พื้นที่แก้มลิงทุ่งทะเลหลวงในอัตรา 50 ลบ.ม./วินาที แล้วระบายน้ำลงสู่แม่น้ำยมผ่านทางคลองสามพวงซึ่งอยู่ทางด้านท้ายน้ำห่างจากตัวเมืองสุโขทัยลงไปประมาณ 15 กม.ซึ่งส่วนนี้เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการที่ได้รับการดำเนินการโดยกรมชลประทานและใช้เปิดงานมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 ส่วนที่สองเป็นแนวคิดของกรมชลประทานและจังหวัดสุโขทัยในการผันน้ำจากแม่น้ำยมฝั่งซ้ายเข้าสู่คลองต้นข้อ ซึ่งอยู่ห่างจากตัวเมืองสุโขทัยขึ้นไปทางด้านเหนือน้ำเป็นระยะทางประมาณ 10 กม.ในอัตรา 50 ลบ.ม./วินาที โดยจะระบายน้ำลงสู่แม่น้ำยมทางด้านท้ายน้ำห่างจากตัวเมืองสุโขทัยลงไปประมาณ 25 กม. ดังแสดงในรูปที่ 3.9



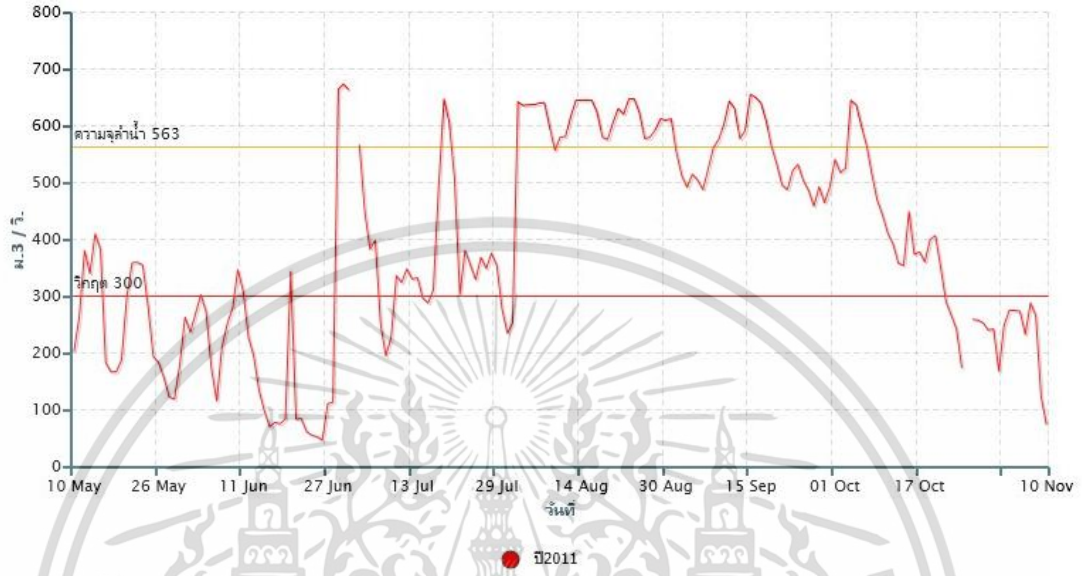
รูปที่ 3.10 เส้นทางการผันน้ำเลี่ยงเมืองสุโขทัย
(ที่มา : สำนักงานชลประทานที่ 4 กรมชลประทาน, 2561)

3.5.2 การปรับปรุงกายภาพลำน้ำยมช่วงที่ไหลผ่านตัวเมืองสุโขทัย

การปรับปรุงกายภาพลำน้ำยมช่วงที่ไหลผ่านตัวเมืองสุโขทัยนี้มีแนวคิดมาจากสถิติข้อมูลอัตราการไหลสุงสุดที่เคยเกิดขึ้น ณ สถานี Y.4 เมื่อปี พ.ศ. 2554 ในอัตรา 685.20 ลบ.ม./วินาที ในขณะที่ความสามารถในการระบายน้ำในขณะนั้นสามารถระบายน้ำได้เพียง 550.00 ลบ.ม./วินาที (กรมชลประทาน, 2561) ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องหาวิธีการจัดการกับอัตราการไหลส่วนที่เกินขีดความสามารถของแม่น้ำยมอีก 135.20 ลบ.ม./วินาที ซึ่งในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวจะมีทางเลือก 2 แนวทาง กล่าวคือ แนวทางแรกจะต้องป้องกันไม่ให้มีน้ำไหลผ่านมากกว่า 550.00 ลบ.ม./วินาที แนวทางที่สอง จะต้องเพิ่มขีดความสามารถในการระบายน้ำให้ได้มากกว่าหรือเท่ากับ 685.20 ลบ.ม./วินาที ทั้งนี้จะพบได้ว่าแนวทางแรกจำเป็นที่จะต้องมีการสร้างคลองผันน้ำก่อนถึงตัวเมืองสุโขทัยให้สามารถระบายน้ำได้มากกว่า 135.20 ลบ.ม./วินาที ส่วนแนวทางที่สองจะต้องหาวิธีการปรับปรุงกายภาพลำน้ำให้สามารถระบายน้ำได้มากกว่าหรือเท่ากับ 685.20 ลบ.ม./วินาที หรือการใช้วิธีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบผสมผสาน คือใช้ทั้งสองวิธีการร่วมกัน จากเหตุผลข้างต้นจึงทำให้เกิดแนวความคิดในการปรับปรุงกายภาพลำน้ำร่วมกับการสร้างคลองผันน้ำเพื่อการแก้ไขปัญหาอุทกภัยให้กับเมืองสุโขทัย ดังกล่าว



รูปที่ 3.11 กราฟอัตราการไหล ณ สถานี Y.4 อ.เมืองสุโขทัย พ.ศ. 2554
(ที่มา : สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน), 2561)

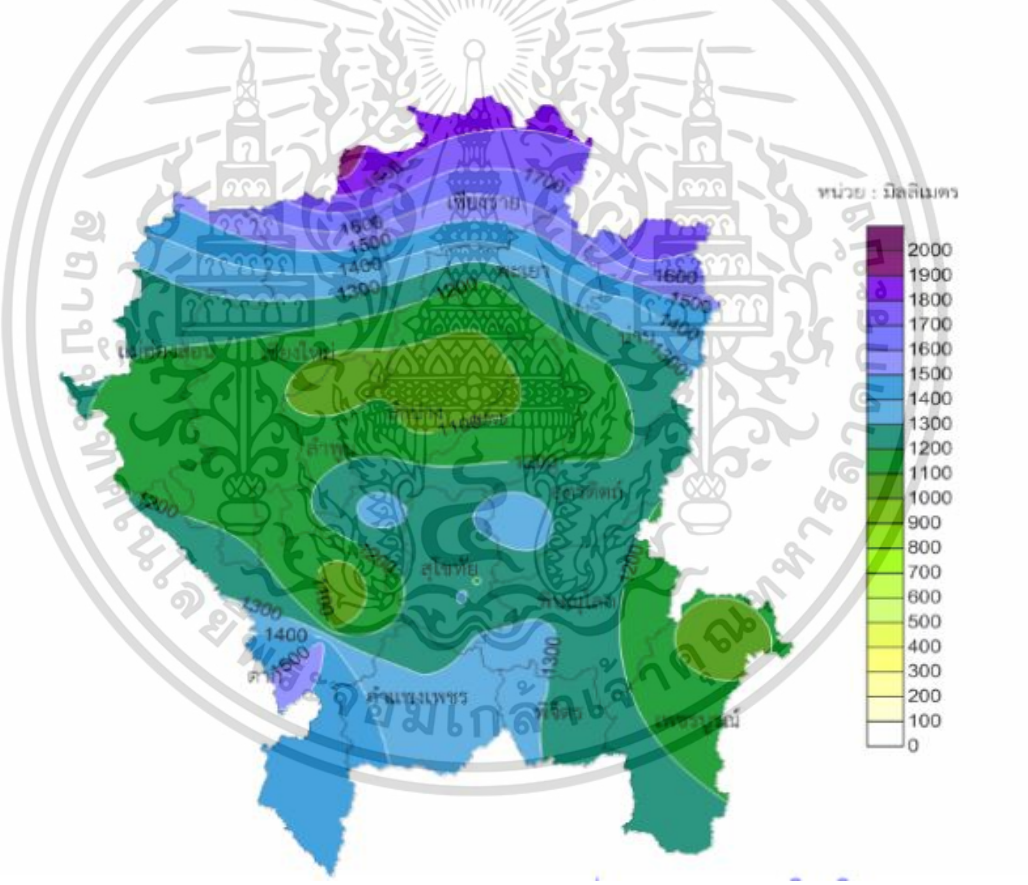
จากข้อมูลอัตราการไหล ณ สถานี Y.4 อ. เมืองสุโขทัย ในปี พ.ศ. 2554 (ดังรูปที่ 3.11) ที่รวบรวมโดยสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน) จะพบได้ว่าอัตราการไหลที่เกินกว่า 550.00 ลบ.ม./วินาที นั้น มีความต่อเนื่องกันมากกว่า 7 วัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเดือนสิงหาคมต่อเนื่อถึงเดือนกันยายน จะพบว่าอัตราการไหลมีค่ามากกว่า 600.00 ลบ.ม./วินาที เกือบตลอดทั้งเดือน ดังนั้นการรับมือกับปัญหาดังกล่าวด้วยการผันน้ำเข้าสู่พื้นที่แก้มลิงขนาด 32 ล้าน ลบ.ม.ผ่านคลองผันน้ำขนาด 50.00 ลบ.ม./วินาที จะรับน้ำได้ไม่เกิน 7 – 8 วัน และยิ่งหากผันน้ำเข้าสู่พื้นที่แก้มลิงด้วยอัตรา 100.00 ลบ.ม./วินาที พื้นที่แก้มลิงก็จะรับน้ำได้ไม่เกิน 4 วัน ก็จำเป็นที่จะต้องพร่องน้ำลงสู่พื้นที่ด้านท้ายน้ำ ดังนั้นการผันน้ำเข้าสู่พื้นที่แก้มลิงเพียงอย่างเดียวจึงไม่สามารถตอบโจทย์กับปัญหาที่เกิดขึ้นได้อีกต่อไป การแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการปรับปรุงกายภาพลำน้ำร่วมกับการสร้างคลองผันน้ำจึงเป็นแนวทางออกที่ดีกว่า จึงได้นำมาสู่แนวทางการศึกษาการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ซึ่งอาศัยหลักการของ Q = VA โดยค่า V จะแปรผกผันกับค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง (n) กล่าวคือถ้าสามารถปรับปรุงกายภาพลำน้ำให้มีค่า n ลดลงได้ก็จะทำให้ค่า V หรือความเร็วในการไหลของน้ำสูงขึ้น เมื่อค่า V สูงขึ้นก็ย่อมทำให้ค่า A หรือพื้นที่หน้าตัดของการไหลลดลง หมายความว่าเมื่อค่า Q หรืออัตราการไหลมีค่าคงที่แล้ว และค่า V มีค่าเพิ่มขึ้นย่อมที่จะทำให้ค่า A ลดลง หรืออีกนัยหนึ่งก็คือค่าระดับของการไหลจะมีค่าลดลง ซึ่งจะสอดคล้องเป็นไปตามวัตถุประสงค์ในการป้องกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การไหลล้นตลิ่งของน้ำในแม่น้ำยม สำหรับระยะทางในการพิจารณาปรับปรุงนั้นได้เลือกไว้ 10 กรณี มีความยาวตั้งแต่ 2 กม.และเพิ่มขึ้นทุกๆ 2 กม.ไปจนถึง 20 กม.โดยใช้ตำแหน่งสถานี Y.4 เป็นจุดเริ่มต้น ซึ่งจะพิจารณาการปรับปรุงขึ้นไปทางด้านเหนือน้ำเป็นระยะทาง 10 กม.และลงมาทางด้านท้ายน้ำเป็นระยะทาง 10 กม.รวมเป็นระยะทาง 20 กม.ซึ่งทางด้านเหนือน้ำจะไปสิ้นสุดที่บริเวณปากคลองต้นข้อ ส่วนทางด้านท้ายน้ำจะอยู่บริเวณหน้าประตูระบายน้ำยางซ้าย

3.6 รวบรวมข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยา

ในการรวบรวมข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยาสำหรับการศึกษาในครั้งนี้จะใช้ข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของลุ่มน้ำยมและใช้ข้อมูลที่มีความสำคัญที่จะต้องใช้ในการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม HEC-RAS เช่น รูปตัดลำน้ำ ระยะทางระหว่างสถานี ระดับน้ำสูงสุด อัตราการไหลสูงสุดและลักษณะทางกายภาพของ 4 สถานี เป็นต้น



รูปที่ 3.12 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนทั้งปี ในคาบ 30 ปี (พ.ศ. 2524 – 2553)
(ที่มา : ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ กรมอุตุนิยมวิทยา, 2562)

สภาพภูมิอากาศของพื้นที่ลุ่มน้ำยมจะอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ นอกจากนี้ยังมีพายุดีเปรสชั่นและพายุไต้ฝุ่น ซึ่งมาจากทะเลจีนใต้พัดผ่านเข้ามาเป็นครั้งคราว ซึ่งส่งผลให้เกิดฤดูกาลต่างๆ ได้แก่ ฤดูฝนจะเกิดในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

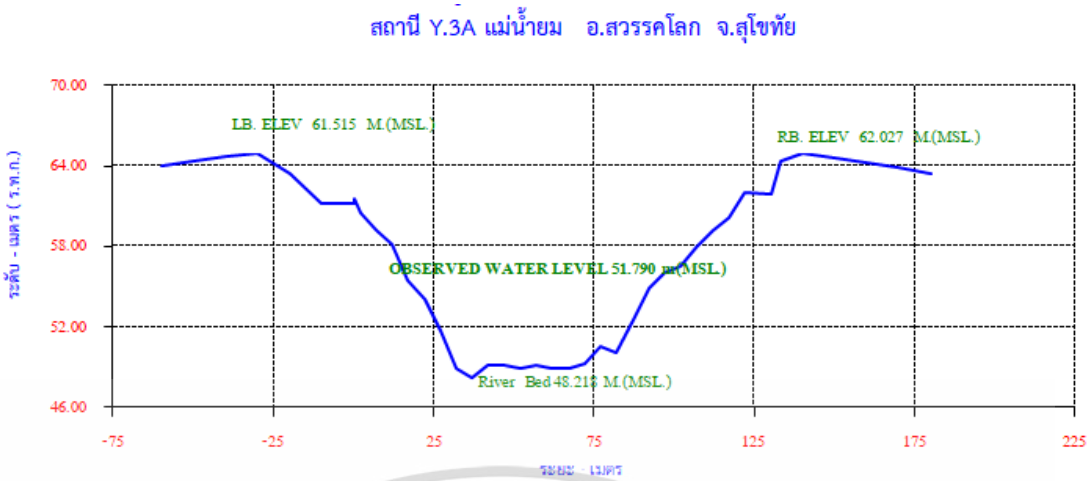
ตุลาคม ฤดูหนาวจะเกิดในช่วงปลายเดือนตุลาคม ถึงเดือนกุมภาพันธ์ และฤดูร้อนจะเกิดในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน สำหรับจังหวัดสุโขทัยมีอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีอยู่ที่ 27.6 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 77.2 เปอร์เซนต์ ปริมาณการระเหยจากถาด 1,662 มิลลิเมตร ความครึ้มของเมฆ 5.5 อ๊อกต้า ความเร็วลม 2.6 น๊อต ปริมาณฝน 1,288.3 มิลลิเมตร พื้นที่รับน้ำฝนของแต่ละสถานีที่พิจารณา 4 สถานี มีพื้นที่รับน้ำฝนดังนี้ สถานี Y.3A อำเภอสวรรคโลก มีพื้นที่รับน้ำฝน 13,583 ตารางกิโลเมตร สถานี Y.33 อำเภอศรีสำโรง เป็นพื้นที่ Floodplain สถานี Y.4 อำเภอเมืองสุโขทัย มีพื้นที่รับน้ำฝน 17,731 ตารางกิโลเมตร และสถานี Y.15 อำเภอกงไกรลาศ มีพื้นที่รับน้ำฝน 19,936 ตารางกิโลเมตร [2]

สำหรับสถิติข้อมูลอัตราการไหลสูงสุด ค่าระดับน้ำสูงสุดและหน้าตัดของลำน้ำทั้ง 4 สถานีนั้นเป็นข้อมูลที่ได้มาจากการบันทึกของศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน ซึ่งพบว่าอัตราการไหลสูงสุดและค่าระดับน้ำสูงสุดในปี พ.ศ. 2554 เป็นค่าที่เกิดขึ้นสูงที่สุดเท่าที่มีการบันทึกสถิติไว้ โดยปีดังกล่าวเป็นปีที่เกิดมหาอุทกภัยของประเทศไทย และในการศึกษาครั้งนี้ได้นำข้อมูลจากทั้ง 4 สถานีมาเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์หลักทางชลศาสตร์ต่อไป ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.2 และรูปที่ 3.13 ถึง รูปที่ 3.16

ตารางที่ 3.2 อัตราการไหลและค่าระดับน้ำสูงสุดจากสถิติในปี พ.ศ. 2553 และ 2554
(ที่มา : ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน, 2561)

สถานี	ปี พ.ศ. 2553		ปี พ.ศ. 2554	
	อัตราการไหลสูงสุด (ลบ.ม./วินาที)	ระดับน้ำสูงสุด (ม.รทก.)	อัตราการไหลสูงสุด (ลบ.ม./วินาที)	ระดับน้ำสูงสุด (ม.รทก.)
Y.3A	1,168.80	61.23	1,365.10	61.89
Y.33	998.00	57.00	1.198.00	57.16
Y.4	607.50	50.58	685.20	50.74
Y.15	393.00	44.18	526.70	44.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



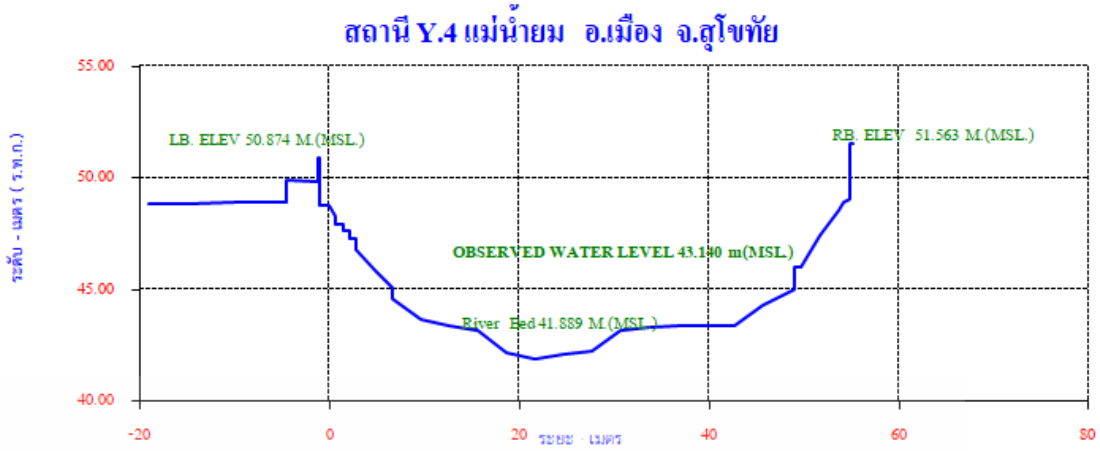
รูปที่ 3.13 รูปตัดลำน้ำยม ณ สถานี Y.3A อำเภอสวรรคโลก

(ที่มา : ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน, 2561)

รูปที่ 3.14 รูปตัดลำน้ำยม ณ สถานี Y.33 อำเภอศรีสำโรง

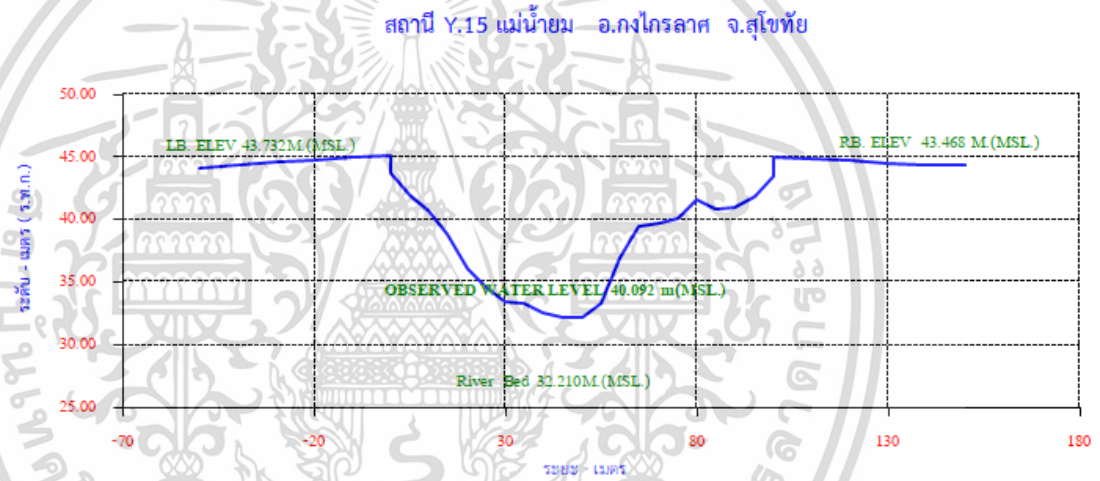
(ที่มา : ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน, 2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 รูปตัดลำน้ำยม ณ สถานี Y.4 อำเภอเมืองสุโขทัย

(ที่มา : ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน, 2561)



รูปที่ 3.16 รูปตัดลำน้ำยม ณ สถานี Y.15 อำเภอกงไกรลาศ

(ที่มา : ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน, 2561)

3.7 การวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม HEC-RAS

ในการวิเคราะห์การไหลของการศึกษาในครั้งนี้ได้เลือกใช้ข้อมูลทุติยภูมิจำนวน 4 สถานีที่ได้จากศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน ทั้งรูปตัดขวางของแม่น้ำ ณ สถานีวัดน้ำ ค่าระดับน้ำสูงสุด อัตราการไหลสูงสุด ระยะทางระหว่างสถานี โดยข้อมูลที่จะต้องกรอกลงในโปรแกรมทุกสถานีคือ รูปตัดตามขวางของแม่น้ำ อัตราการไหลสูงสุดและระยะห่างระหว่างสถานี ส่วนค่าระดับน้ำสูงสุดจะกรอกลงในโปรแกรมเฉพาะสถานีด้านท้ายน้ำเท่านั้น ซึ่งสถานีที่ 2 สถานีที่ 3 และสถานีที่ 4 ค่าระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นจริงจะถูกนำไปใช้เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการ Run โปรแกรม ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง (n) จะต้องกรอกทุกสถานีโดยใช้ค่าระหว่าง 0.025 – 0.050 เนื่องจากสภาพตามธรรมชาติของลำน้ำจะมีลักษณะเป็นลาดตลิ่งหินเรียง (n = 0.025) สลับกับลาดตลิ่งที่เป็นดินตามธรรมชาติ (n = 0.050) ซึ่งภายหลังการ Run โปรแกรมครั้งแรกจะต้องทำการ

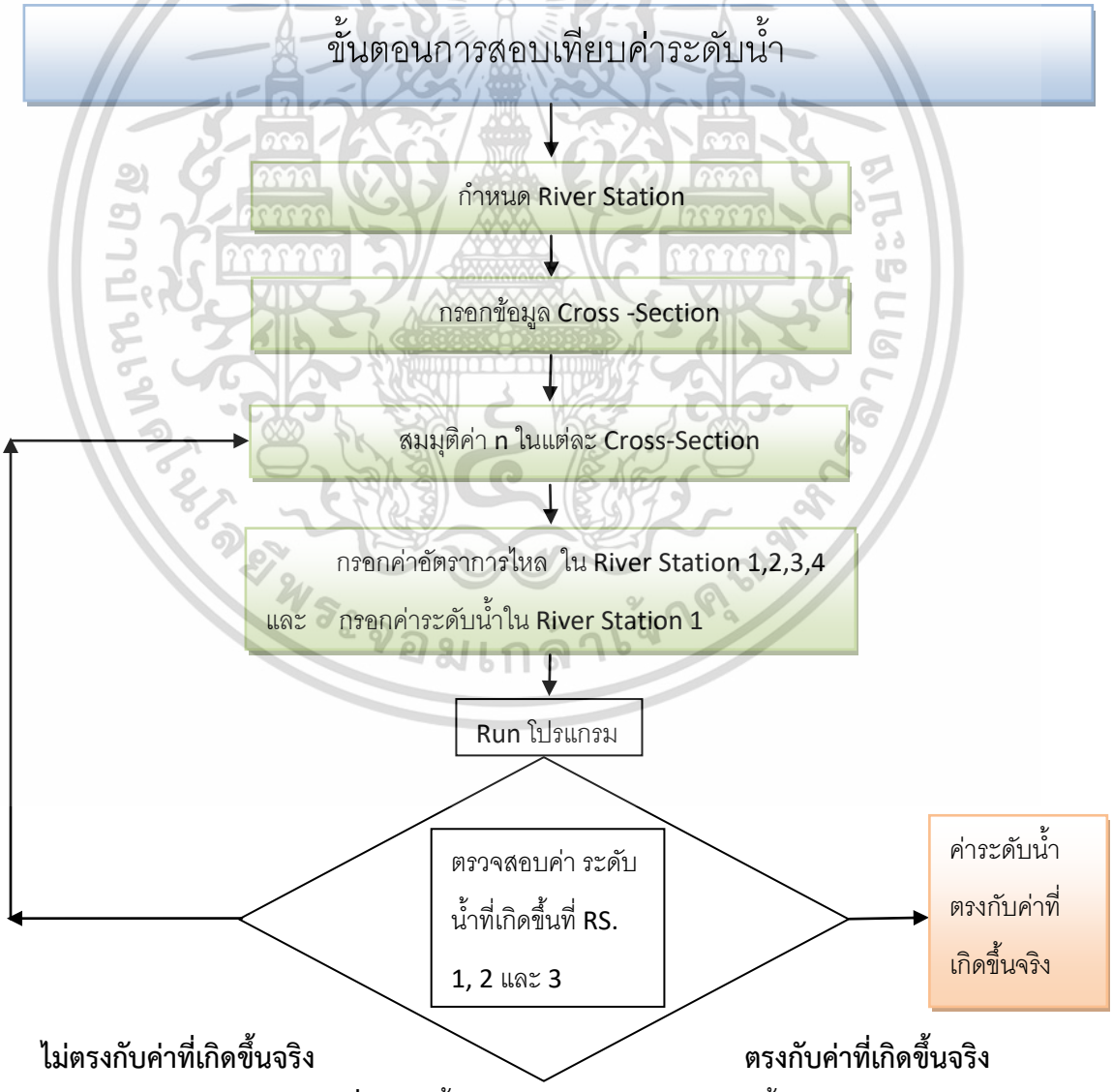
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบค่าระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นที่สถานีที่ 2 (Y.4) สถานีที่ 3 (Y.33) และสถานีที่ 4 (Y.3A) ว่าตรงกับค่าที่เกิดขึ้นจริงหรือไม่ หากไม่ตรงก็จะต้องทำการปรับค่า n ใหม่แล้ว Run โปรแกรมใหม่อีกครั้ง ซึ่งจะต้องดำเนินการซ้ำๆ เช่นนี้ไปจนกว่าค่าระดับน้ำสูงสุดที่ได้จากการ Run โปรแกรมจะตรงกับค่าที่เกิดขึ้นจริง

3.7.1 การสอบเทียบอัตราการไหลและค่าระดับน้ำสูงสุด ในปี พ.ศ. 2554

ในการสอบเทียบอัตราการไหลและระดับน้ำสูงสุดเพื่อตรวจสอบหาค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญของการไหลในลำน้ำ คือ การหาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (n) ของท้องแม่น้ำและลาดตลิ่ง มีวิธีการและขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.7.1.1 กำหนดให้สถานี Y.15 อำเภอกงไกรลาศ เป็น River Station (RS.) 1.00 มีอัตราการไหล 526.70 ลบ.ม./วินาที ค่าระดับน้ำ 44.57 ม.รทก.เป็น RS.ด้านท้ายน้ำ



รูปที่ 3.17 ขั้นตอนการสอบเทียบค่าระดับน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

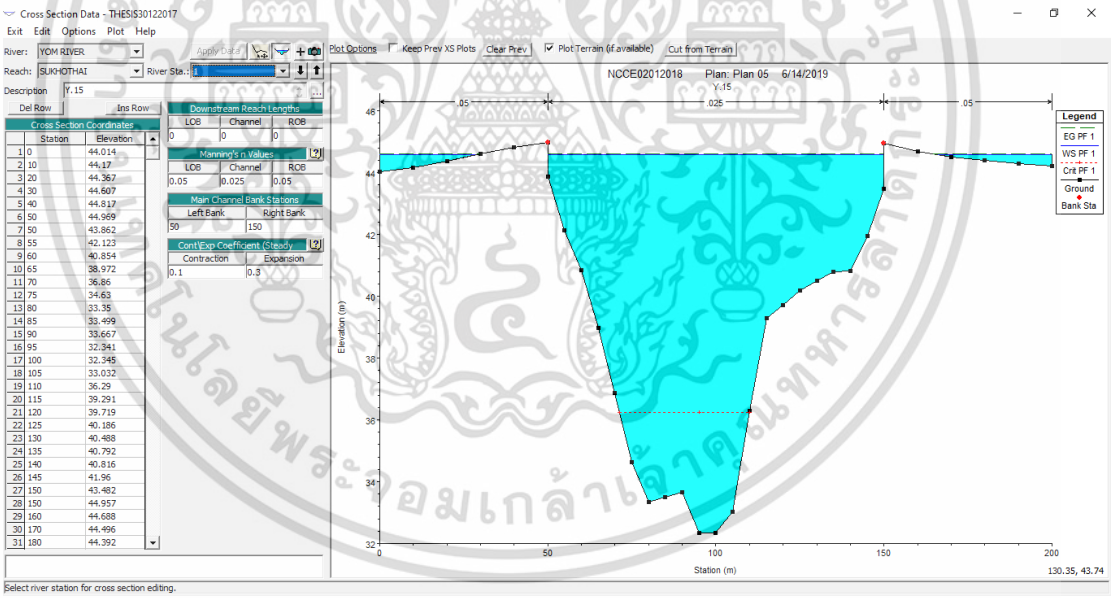
3.7.1.2 กำหนดให้สถานี Y.4 อำเภอเมืองสุโขทัย เป็น River Station (RS.) 2.00 มีอัตราการไหล 685.20 ลบ.ม./วินาที ค่าระดับน้ำ 50.74 ม.รทก.อยู่ห่างจาก RS.1.00 ขึ้นมาทางด้านเหนือน้ำเป็นระยะทาง 44.00 กม.

3.7.1.3 กำหนดให้สถานี Y.33 อำเภอศรีสำโรง เป็น River Station (RS.) 3.00 มีอัตราการไหล 1,198.00 ลบ.ม./วินาที ค่าระดับน้ำ 57.16 ม.รทก.อยู่ห่างจาก RS.2.00 ขึ้นมาทางด้านเหนือน้ำเป็นระยะทาง 32.90 กม.

3.7.1.4 กำหนดให้สถานี Y.3A อำเภอสวรรคโลก เป็น River Station (RS.) 4.00 มีอัตราการไหล 1,365.10 ลบ.ม./วินาที ค่าระดับน้ำ 61.89 ม.รทก.อยู่ห่างจาก RS.3.00 ขึ้นมาทางด้านเหนือน้ำเป็นระยะทาง 23.90 กม.

3.7.1.5 ทำการแบ่ง River Station (RS.) เป็น RS.1.01–1.99, RS.2.01–2.99 และ RS.3.01–3.99 โดยระยะทางระหว่าง RS.ย่อยนี้ จะมีระยะทางห่างกันอยู่ระหว่าง 239-440 เมตร

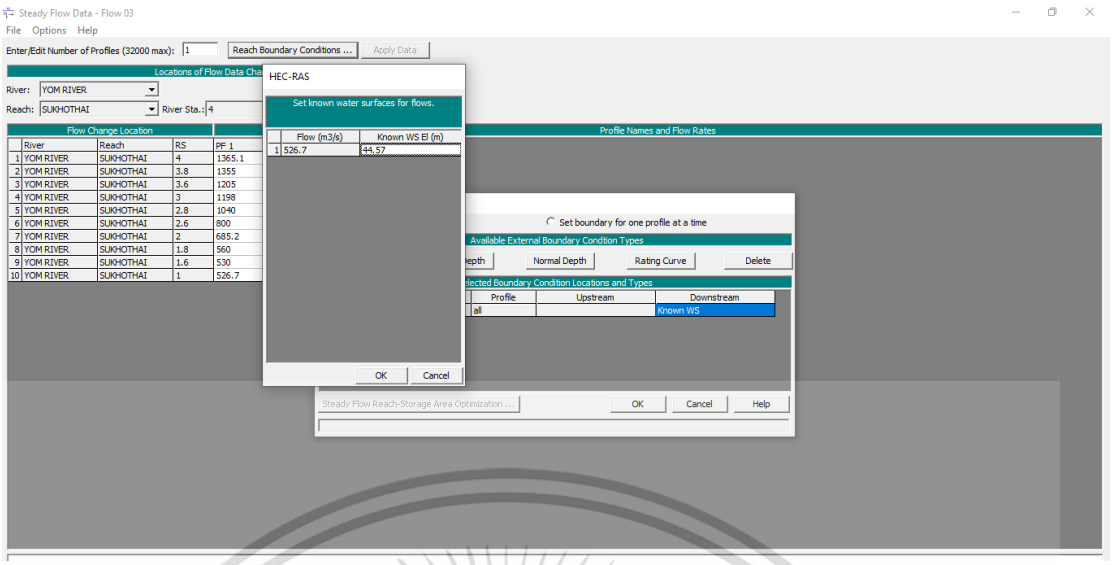
3.7.1.6 กรอกข้อมูล Cross-Section ในแต่ละ River Station (RS.) และกรอกค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (n) ของท้องน้ำและลาดตลิ่งให้มีค่าอยู่ระหว่าง 0.025-0.050 (ภายใต้สมมุติฐานว่าท้องน้ำและลาดตลิ่งเป็นดินสลับกับหินเรียง) [6]



รูปที่ 3.18 การกรอกค่า n ในแต่ละ River Station

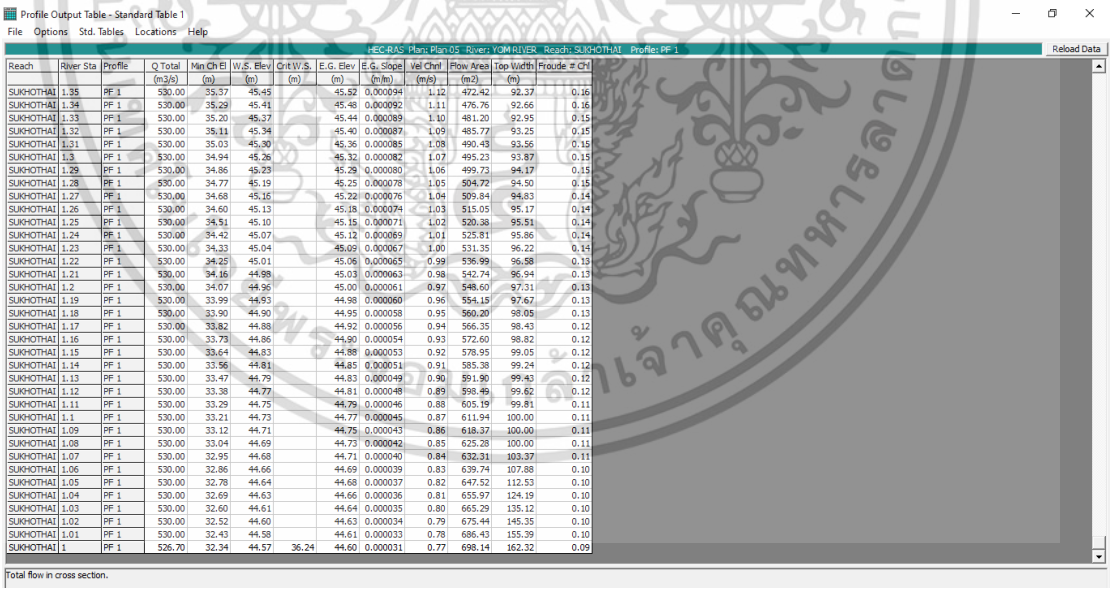
3.7.1.7 ทดสอบ Run โปรแกรม HEC-RAS โดยการกรอกข้อมูลอัตราการไหลของ River Station (RS.) 1.00, River Station (RS.) 2.00, River Station (RS.) 3.00, River Station (RS.) 4.00 และกรอกค่าระดับน้ำของ River Station (RS.) 1.00 ซึ่งเป็นสถานีด้านท้ายน้ำด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 การกรอกข้อมูลอัตราการไหลและค่าระดับน้ำก่อนการ Run โปรแกรม

3.7.1.8 ตรวจสอบค่าระดับน้ำที่ได้จากการ Run โปรแกรม HEC-RAS ของ River Station (RS.) 2.00, River Station (RS.) 3.00 และ River Station (RS.) 4.00 ว่ามีค่าระดับน้ำของแต่ละ River Station (RS.) ตรงกับค่าในตารางที่ 3.2 หรือไม่ หากยังไม่ตรงต้องดำเนินการปรับแก้ค่า n ใหม่พร้อมกับ Run โปรแกรม HEC-RAS ใหม่อีกครั้งจนกว่าจะได้ค่าระดับน้ำตรงกับค่าในตารางที่ 3.2



รูปที่ 3.20 ผลการ Run โปรแกรม

3.7.1.9 เมื่อได้ค่าระดับน้ำในขั้นตอนที่ 3.7.1.8 ตรงกับค่าในตารางที่ 3.2 แล้ว ต้องทำการบันทึกข้อมูลเพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลเริ่มต้นในการ Run โปรแกรม HEC-RAS ในแต่ละ Case ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.2 การสอบเทียบอัตราการไหลและค่าระดับน้ำสูงสุดในปี พ.ศ. 2553

ในการสอบเทียบอัตราการไหลและระดับน้ำสูงสุดในกรณีนี้ เป็นการดำเนินการเพื่อตรวจสอบหาค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากข้อ 3.7.1 อีกครั้ง เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (n) ของท้องแม่น้ำและลาดตลิ่งมีความถูกต้องมากที่สุด ซึ่งมีวิธีการและขั้นตอนคล้ายกับขั้นตอนในข้อ 3.7.1 ดังต่อไปนี้

3.7.2.1 กำหนดให้สถานี Y.15 อำเภอกงไกรลาศ เป็น River Station (RS.) 1.00 มีอัตราการไหล 393.00 ลบ.ม./วินาที ค่าระดับน้ำ 44.18 ม.รทก.เป็น RS.ด้านท้ายน้ำ

3.7.2.2 กำหนดให้สถานี Y.4 อำเภอเมืองสุโขทัย เป็น River Station (RS.) 2.00 มีอัตราการไหล 607.50 ลบ.ม./วินาที ค่าระดับน้ำ 50.58 ม.รทก.อยู่ห่างจาก RS.1.00 ขึ้นมาทางด้านเหนือน้ำเป็นระยะทาง 44.00 กม.

3.7.2.3 กำหนดให้สถานี Y.33 อำเภอศรีสำโรง เป็น River Station (RS.) 3.00 มีอัตราการไหล 998.00 ลบ.ม./วินาที ค่าระดับน้ำ 57.00 ม.รทก.อยู่ห่างจาก RS.2.00 ขึ้นมาทางด้านเหนือน้ำเป็นระยะทาง 32.90 กม.

3.7.2.4 กำหนดให้สถานี Y.3A อำเภอสวรรคโลก เป็น River Station (RS.) 4.00 มีอัตราการไหล 1,168.80 ลบ.ม./วินาที ค่าระดับน้ำ 61.23 ม.รทก.อยู่ห่างจาก RS.3.00 ขึ้นมาทางด้านเหนือน้ำเป็นระยะทาง 23.90 กม.

3.7.2.5 ทำการแบ่ง River Station (RS.) เป็น RS.1.01–1.99, RS.2.01–2.99 และ RS.3.01–3.99 โดยระยะทางระหว่าง RS.ย่อยนี้ จะมีระยะทางห่างกันอยู่ระหว่าง 239-440 เมตร

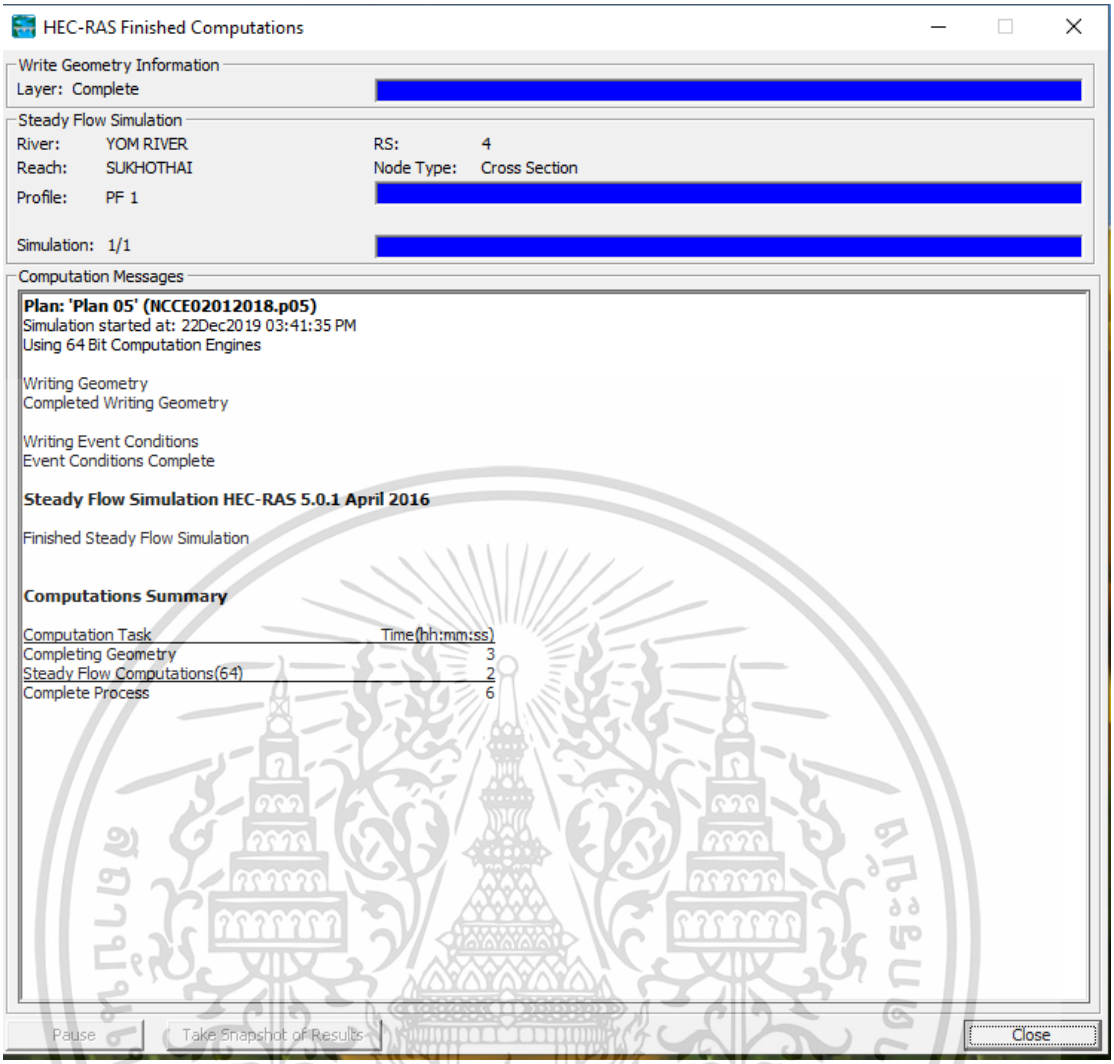
3.7.2.6 กรอกข้อมูล Cross-Section ในแต่ละ River Station (RS.) และกรอกค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (n) ของท้องน้ำและลาดตลิ่งให้มีค่าอยู่ระหว่าง 0.025-0.050 (ภายใต้สมมุติฐานว่าท้องน้ำและลาดตลิ่งเป็นดินสลับกับหินเรียง) [6]

3.7.2.7 ทดสอบ Run โปรแกรม HEC-RAS โดยการกรอกข้อมูลอัตราการไหลของ River Station (RS.) 1.00, River Station (RS.) 2.00, River Station (RS.) 3.00, River Station (RS.) 4.00 และกรอกค่าระดับน้ำของ River Station (RS.) 1.00 ซึ่งเป็นสถานีด้านท้ายน้ำด้วย

3.7.2.8 ตรวจสอบค่าระดับน้ำที่ได้จากการ Run โปรแกรม HEC-RAS ของ River Station (RS.) 2.00, River Station (RS.) 3.00 และ River Station (RS.) 4.00 ว่ามีค่าระดับน้ำของแต่ละ River Station (RS.) ตรงกับค่าในตารางที่ 3.2 หรือไม่ หากยังไม่ตรงต้องดำเนินการปรับแก้ค่า n ใหม่พร้อมกับ Run โปรแกรม HEC-RAS ใหม่อีกครั้งจนกว่าจะได้ค่าระดับน้ำตรงกับค่าในตารางที่ 3.2

3.7.2.9 เมื่อได้ค่าระดับน้ำในขั้นตอนที่ 3.7.2.8 ตรงกับค่าในตารางที่ 3.2 แล้ว ต้องทำการบันทึกข้อมูลเพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลเริ่มต้นในการ Run โปรแกรม HEC-RAS ในแต่ละ Case ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 วิธีการ Run โปรแกรม

3.7.2.10 ดำเนินการเปรียบเทียบค่า n ในขั้นตอนที่ 3.7.2.9 เทียบกับค่าที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.7.1.9 ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ หากมีความแตกต่างกันต้องทำการปรับแก้ค่า n ใหม่ ก่อนบันทึกข้อมูลเพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลเริ่มต้นในการ Run โปรแกรม HEC-RAS ในแต่ละ Case ต่อไป

3.7.3 วิธีการ Run โปรแกรม HEC-RAS ในแต่ละกรณีทั้ง 10 Case

ในการ Run โปรแกรม HEC-RAS ตั้งแต่ Case 1 ไปจนถึง Case 10 ต้องใช้ข้อมูลที่ได้จากการสอบเทียบในข้อ 3.7.2.10 มาเป็นข้อมูลเริ่มต้น สำหรับการ Run โปรแกรม HEC-RAS ในแต่ละ Case ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.7.3.1 Case 1 เป็นกรณีของการปรับปรุงแม่น้ำยมด้วยการดาดคอนกรีตท้องคลองและลาดตลิ่งด้านท้ายน้ำและด้านเหนือน้ำ ความยาวด้านละ 1.00 กม.รวมเป็นระยะทาง 2.00 กม. โดยใช้ตำแหน่งสถานี Y.4 เป็นจุดเริ่มต้นและจะใช้ค่า n ค่าใหม่คือ 0.013 [8] แทนค่าเดิมในช่วง River Station (RS.) 1.99 ถึง River Station (RS.) 2.03 จากนั้นทำการ Run โปรแกรม HEC-RAS พร้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกค่าระดับน้ำที่ River Station (RS.) 2.00 (สถานี Y.4) ว่ามีค่าระดับน้ำเท่าไหร่เพื่อนำค่านั้นมาเทียบกับค่าระดับน้ำที่ได้จากปี พ.ศ. 2554 (โดยที่ค่าอัตราการไหล (Q) ยังคงเป็นค่าเดียวกัน)

3.7.3.2 Case 2 ถึง Case 10 ดำเนินการเช่นเดียวกับ Case 1 แต่เป็นการเพิ่มระยะทางในการปรับปรุงแม่น้ำยมให้มีความยาวมากยิ่งขึ้น โดยอาศัยการปรับแก้ค่า n ในการ Run โปรแกรม HEC-RAS ในแต่ละกรณี ดังแสดงในตารางที่ 3.3

3.7.4 การ Run โปรแกรม ในกรณีที่มีคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที

ในกรณีนี้เป็นการ Run โปรแกรม HEC-RAS ในลักษณะเช่นเดียวกันกับข้อ 3.7.3 โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสอบเทียบในข้อ 3.7.2.10 มาเป็นข้อมูลเริ่มต้น แต่จะมีข้อแตกต่างตรงที่ค่าอัตราการไหลที่ River Station (RS.) 2.00 (สถานี Y.4) จากเดิมจะมีค่า Q = 685.20 ลบ.ม./วินาที เป็นค่า Qค่าใหม่ = 585.20 ลบ.ม./วินาที เนื่องจากน้ำจะถูกแบ่งเข้าไปที่คลองผันน้ำด้านฝั่งซ้ายของแม่น้ำยม 50 ลบ.ม./วินาที และทางด้านฝั่งขวาของแม่น้ำยม 50 ลบ.ม./วินาที รวมเป็น 100 ลบ.ม./วินาที

ตารางที่ 3.3 สรุปรายละเอียดการปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (n) ในแต่ละ Case

กรณีการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ	RS. ที่ปรับแก้ค่า n	ค่า n ใหม่	ระยะทาง (กม.)
กรณีที่ 1	RS. 1.99 – RS. 2.03	0.013	2.00
กรณีที่ 2	RS. 1.96 – RS. 2.06	0.013	4.00
กรณีที่ 3	RS. 1.94 – RS. 2.09	0.013	6.00
กรณีที่ 4	RS. 1.92 – RS. 2.12	0.013	8.00
กรณีที่ 5	RS. 1.90 – RS. 2.15	0.013	10.00
กรณีที่ 6	RS. 1.87 – RS. 2.18	0.013	12.00
กรณีที่ 7	RS. 1.85 – RS. 2.21	0.013	14.00
กรณีที่ 8	RS. 1.83 – RS. 2.25	0.013	16.00
กรณีที่ 9	RS. 1.81 – RS. 2.28	0.013	18.00
กรณีที่ 10	RS. 1.78 – RS. 2.30	0.013	20.00

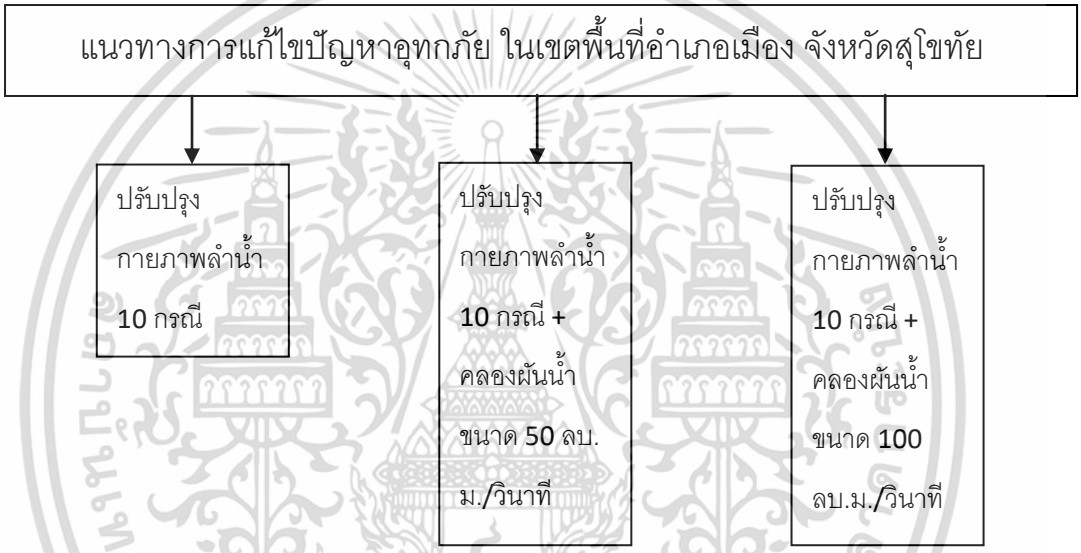
3.7.5 การ Run โปรแกรม ในกรณีที่มีคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที

ในกรณีนี้เป็นการ Run โปรแกรม HEC-RAS ในลักษณะเช่นเดียวกันกับข้อ 3.7.3 โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสอบเทียบในข้อ 3.7.2.10 มาเป็นข้อมูลเริ่มต้น แต่จะมีข้อแตกต่างตรงที่ค่าอัตราการไหลที่ River Station (RS.) 2.00 (สถานี Y.4) จากเดิมจะมีค่า Q = 685.20 ลบ.ม./วินาที เป็นค่า Q ค่าใหม่ = 635.20 ลบ.ม./วินาที เนื่องจากน้ำจะถูกแบ่งเข้าไปที่คลองผันน้ำ 1 แห่ง = 50 ลบ.ม./วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 การนำผลที่ได้จากโปรแกรม HEC-RAS ไปใช้ในการแก้ไขปัญหาอุทกภัย

ในการวิเคราะห์และการนำผลที่ได้จากการ Run โปรแกรม HEC-RAS ไปใช้ในการแก้ไขปัญหาอุทกภัยนั้น สามารถแบ่งการพิจารณาออกได้เป็น 3 ช่วงด้วยกัน (ดังรูปที่ 3.18) ประกอบด้วย ผลที่ได้จากการปรับปรุงกายภาพลำน้ำเพียงอย่างเดียว การปรับปรุงกายภาพลำน้ำทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที และการปรับปรุงกายภาพลำน้ำทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที โดยผลที่ได้ในแต่ละช่วงถูกแบ่งออกเป็น 10 กรณีย่อย จะทำให้ได้ผลการวิเคราะห์รวมทั้งสิ้น 30 กรณีย่อย จากนั้นจะทำการวิเคราะห์ผลที่เหมาะสมที่สุด เพื่อนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาอุทกภัยต่อไป



รูปที่ 3.22 ขั้นตอนในการแก้ไขปัญหาอุทกภัยในเขตพื้นที่อำเภอเมืองสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

4.1 กล่าวนำ

ในการดำเนินการวิเคราะห์การไหลในแม่น้ำยมด้วยวิธีการ Run โปรแกรม HEC-RAS ได้แบ่งลักษณะของการดำเนินการออกเป็น 3 กลุ่มหลักๆ ด้วยกัน และในแต่ละกลุ่มหลักจะถูกแบ่งย่อยการวิเคราะห์ออกเป็น 10 กรณีย่อย ดังต่อไปนี้

1) การ Run โปรแกรม HEC-RAS ภายใต้เงื่อนไขการใช้อัตราการไหลสูงสุดที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2554 โดยแบ่งลักษณะของการพิจารณาเป็นกรณีของการปรับปรุงกายภาพลำน้ำด้วยการดาดคอนกรีต จำนวน 10 กรณีย่อย คือการวิเคราะห์ภายใต้เงื่อนไขการปรับปรุงกายภาพแม่น้ำยมเป็นระยะทาง 2 กม. , 4 กม. , 6 กม. , 8 กม. , 10 กม. , 12 กม. , 14 กม. , 16 กม. , 18 กม และ 20 กม.ตามลำดับ

2) การ Run โปรแกรม HEC-RAS ภายใต้เงื่อนไขการใช้อัตราการไหลสูงสุดที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2554 โดยแบ่งลักษณะของการพิจารณาเป็นกรณีของการปรับปรุงกายภาพลำน้ำด้วยการดาดคอนกรีต จำนวน 10 กรณีย่อย และในแต่ละกรณีย่อยจะเป็นการวิเคราะห์ภายใต้เงื่อนไขการทำงานร่วมกับการมีคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที

3) การ Run โปรแกรม HEC-RAS ภายใต้เงื่อนไขการใช้อัตราการไหลสูงสุดที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2554 โดยแบ่งลักษณะของการพิจารณาเป็นกรณีของการปรับปรุงกายภาพลำน้ำด้วยการดาดคอนกรีต จำนวน 10 กรณีย่อย และในแต่ละกรณีย่อยจะเป็นการวิเคราะห์ภายใต้เงื่อนไขการทำงานร่วมกับการมีคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที (ดังแสดงในรูปที่ 4.1)

แผนผังการ Run โปรแกรม HEC-RAS		
กรณีที่ไม่มี การทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ	กรณีที่มี การทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที	กรณีที่มี การทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที
ทำการ Run โปรแกรม 10 กรณี ตั้งแต่กรณีที่ 1 ความยาวของการปรับปรุง 2.00 กม. และเพิ่มระยะทางขึ้นเรื่อยๆ ทุกๆ 2.00 กม. ไปจนถึงกรณีที่ 10 จะได้ระยะทางของการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ เท่ากับ 20.00 กม.	ดำเนินการเช่นเดียวกับกรณีที่ไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ แต่ค่าอัตราการไหลที่ผ่านสถานี Y.4 จะถูกลดลง 50 ลบ.ม./วินาที มาอยู่ที่ 635.2 ลบ.ม./วินาที	ดำเนินการเช่นเดียวกับกรณีที่ไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ แต่ค่าอัตราการไหลที่ผ่านสถานี Y.4 จะถูกลดลง 100 ลบ.ม./วินาที มาอยู่ที่ 585.2 ลบ.ม./วินาที

รูปที่ 4.1 แผนผังการ Run โปรแกรม HEC-RAS ในแต่ละกรณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการ Run โปรแกรม HEC-RAS กรณีที่ไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ

ในการ Run โปรแกรม HEC-RAS ภายใต้เงื่อนไขการใช้อัตราการไหลสูงสุดที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2554 ที่จะถูกแบ่งลักษณะย่อยของการพิจารณาออกเป็น 10 กรณีตามลักษณะของความยาวที่จะทำการปรับปรุงกายภาพลำน้ำนั้น ตัวโปรแกรมที่ใช้คือตัวที่ได้รับการปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (n) โดยการสอบเทียบกับค่าระดับน้ำสูงสุดที่ได้จากโปรแกรมเทียบกับค่าระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นจริงในปี พ.ศ. 2554 ทั้ง 3 สถานีแล้ว ประกอบด้วยสถานี Y.3A อ. สวรรคโลก สถานี Y.33 อ. ศรีสำโรง และสถานี Y.4 อำเภอเมืองสุโขทัย โดยค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ n ที่ได้จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.025 – 0.050 โดยจะพบได้ว่าค่า n ในแม่น้ำยมช่วงที่ไหลผ่านตัวเมืองสุโขทัยนั้นจะมีค่า 0.025 สำหรับผลที่ได้จากการ Run โปรแกรม HEC-RAS ทั้ง 10 กรณีจะถูกนำมาพิจารณาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากค่าก่อนการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ซึ่งจะพิจารณาใน 2 ส่วน คือ ค่าระดับน้ำสูงสุดของการไหลและความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล ณ สถานี Y.4 อำเภอเมืองสุโขทัย

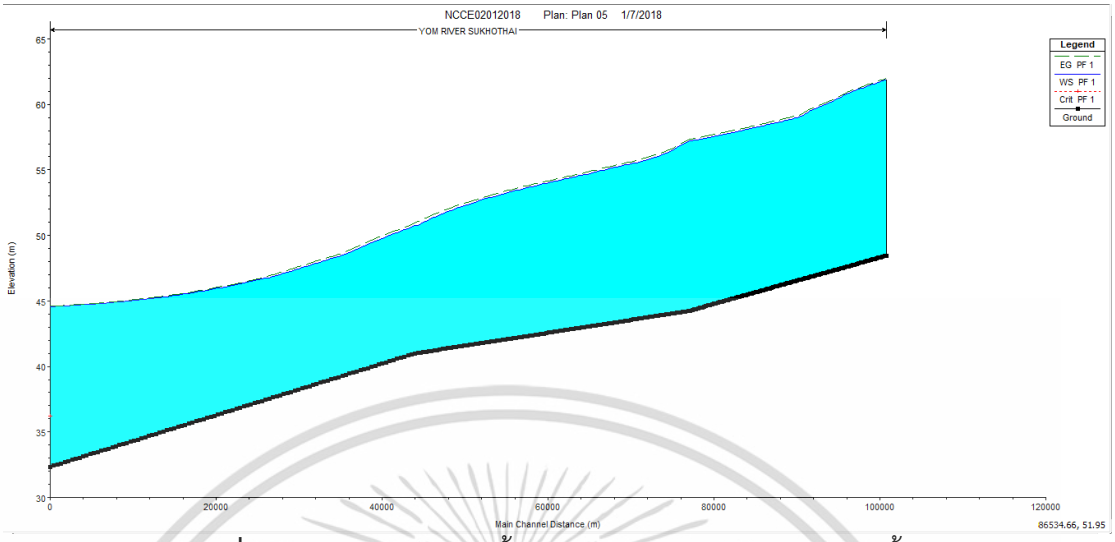
4.2.1 ค่าระดับน้ำสูงสุดของการไหล ณ สถานี Y.4

ผลการวิเคราะห์การไหลในแม่น้ำยมด้วยวิธีการ Run โปรแกรม HEC-RAS ทำให้ได้ค่าระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณี ทั้ง 10 กรณี ดังต่อไปนี้ กรณีที่ 1 ค่าระดับน้ำสูงสุดคือ +50.68 ม.รทก.กรณีที่ 2 ค่าระดับน้ำสูงสุดคือ +50.37 ม.รทก.กรณีที่ 3 ค่าระดับน้ำสูงสุดคือ +50.22 ม.รทก.กรณีที่ 4 ค่าระดับน้ำสูงสุดคือ +50.07 ม.รทก.กรณีที่ 5 ค่าระดับน้ำสูงสุดคือ +49.92 ม.รทก.กรณีที่ 6 ค่าระดับน้ำสูงสุดคือ +49.70 ม.รทก.กรณีที่ 7 ค่าระดับน้ำสูงสุดคือ +49.55 ม.รทก.กรณีที่ 8 ค่าระดับน้ำสูงสุดคือ +49.41 ม.รทก.กรณีที่ 9 ค่าระดับน้ำสูงสุดคือ +49.28 ม.รทก.และกรณีที่ 10 ค่าระดับน้ำสูงสุดคือ +49.15 ม.รทก.ดังแสดงในตารางที่ 4.1 รูปตัดตามยาวดังรูปที่ 4.2 ถึง 4.12 และรูปตัดตามขวางของสถานี Y.4 ดังรูปที่ 4.13 ถึง 4.23

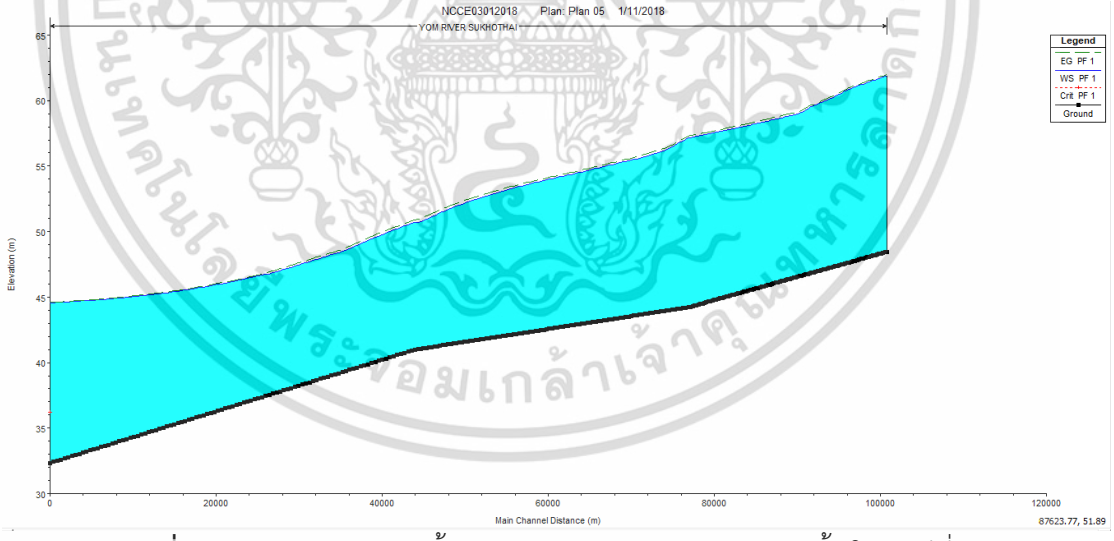
ตารางที่ 4.1 ค่าระดับน้ำสูงสุดก่อนและหลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ณ สถานี Y.4

กรณีการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ	ค่าระดับน้ำสูงสุดก่อนการปรับปรุง (ม.รทก.)	ค่าระดับน้ำสูงสุดหลังการปรับปรุง (ม.รทก.)	ระดับน้ำลดลง (ม.)
กรณีที่ 1	50.74	50.68	0.06
กรณีที่ 2	50.74	50.37	0.37
กรณีที่ 3	50.74	50.22	0.52
กรณีที่ 4	50.74	50.07	0.67
กรณีที่ 5	50.74	49.92	0.82
กรณีที่ 6	50.74	49.70	1.04
กรณีที่ 7	50.74	49.55	1.19
กรณีที่ 8	50.74	49.41	1.33
กรณีที่ 9	50.74	49.28	1.46
กรณีที่ 10	50.74	49.15	1.59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

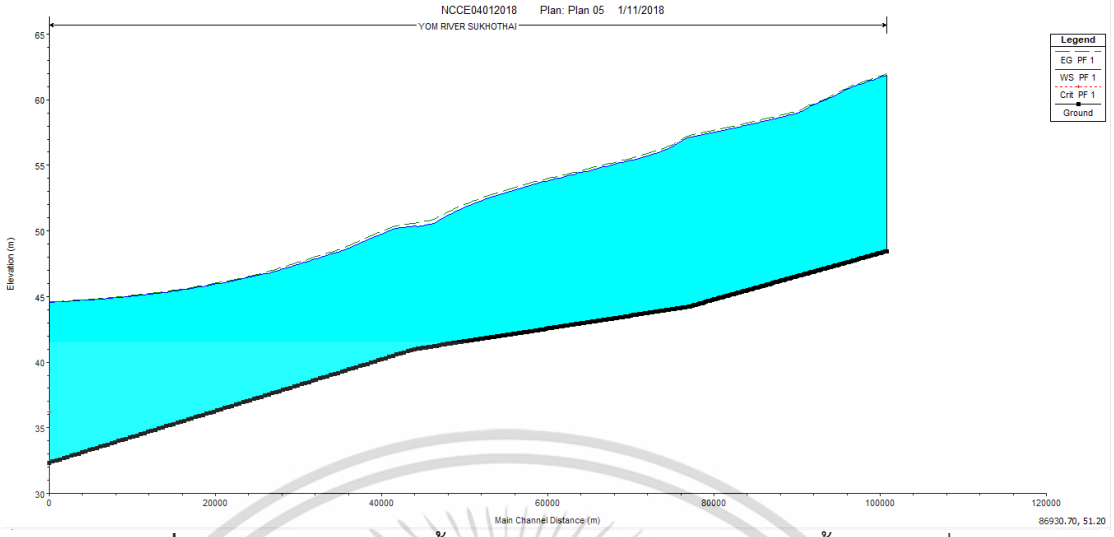


รูปที่ 4.2 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม ก่อนการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ
โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ

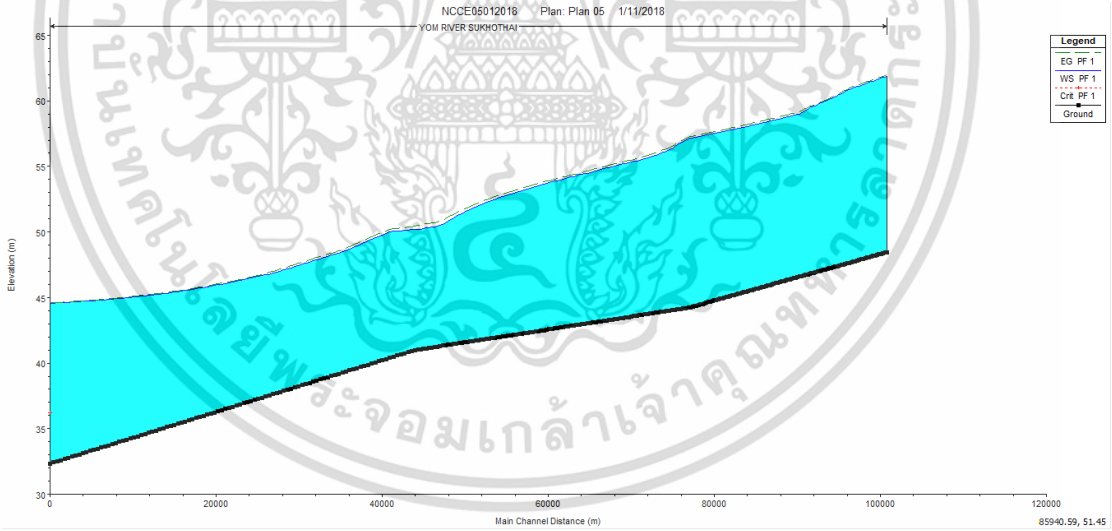


รูปที่ 4.3 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 1
โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

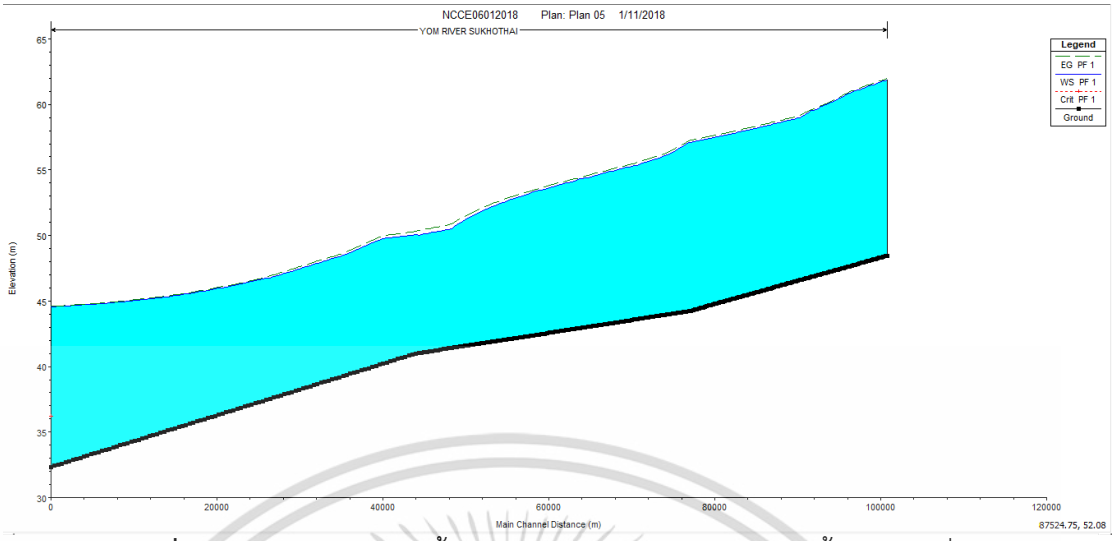


รูปที่ 4.4 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 2 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ

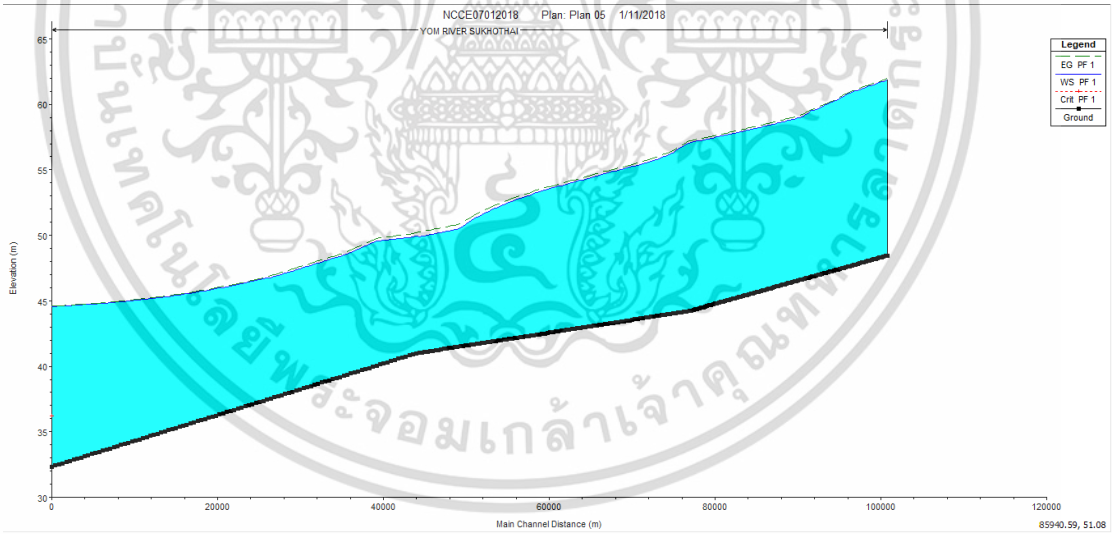


รูปที่ 4.5 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 3 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

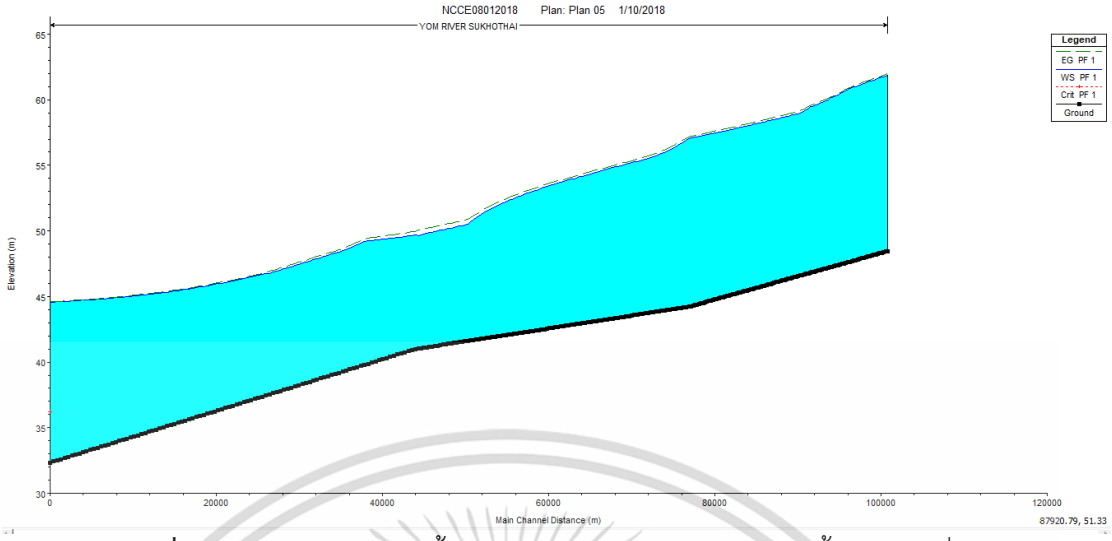


รูปที่ 4.6 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 4 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ

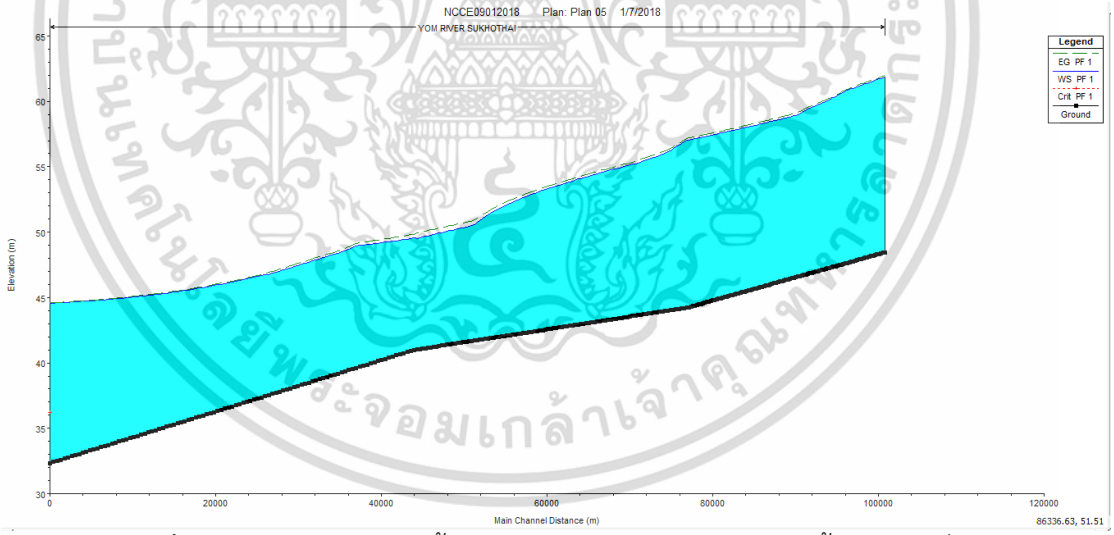


รูปที่ 4.7 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 5 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

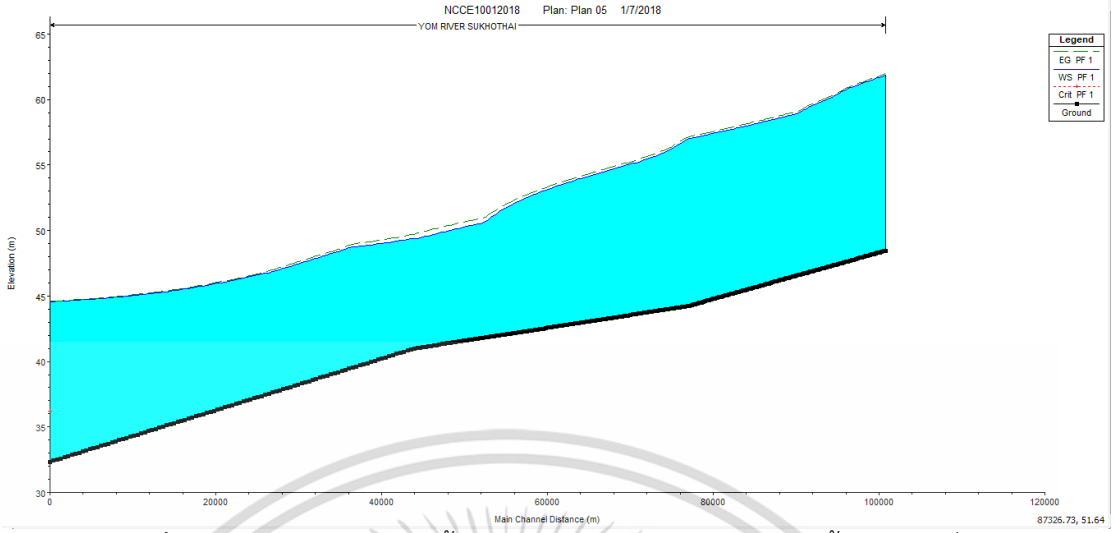


รูปที่ 4.8 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 6 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ

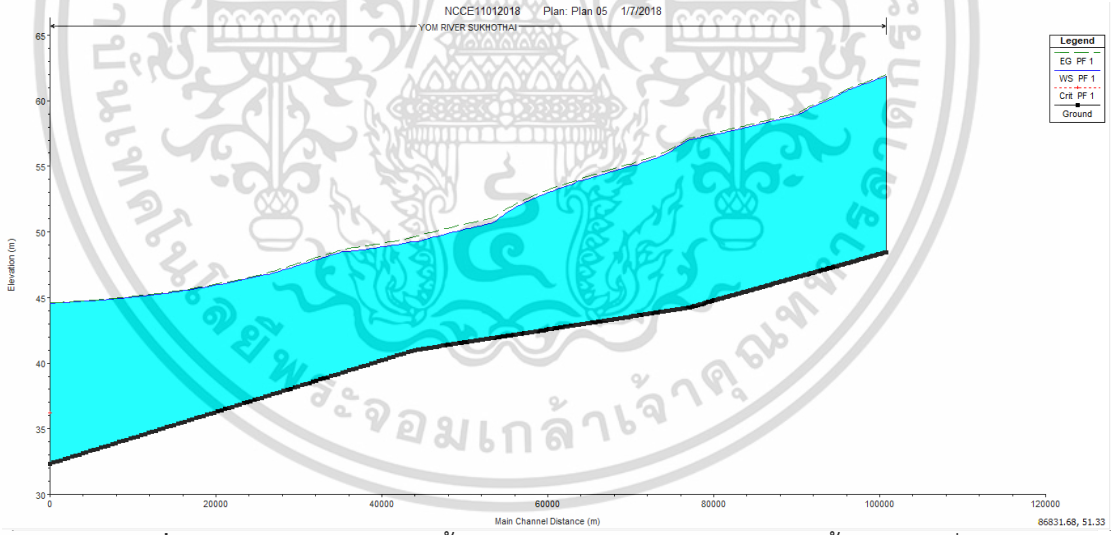


รูปที่ 4.9 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 7 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

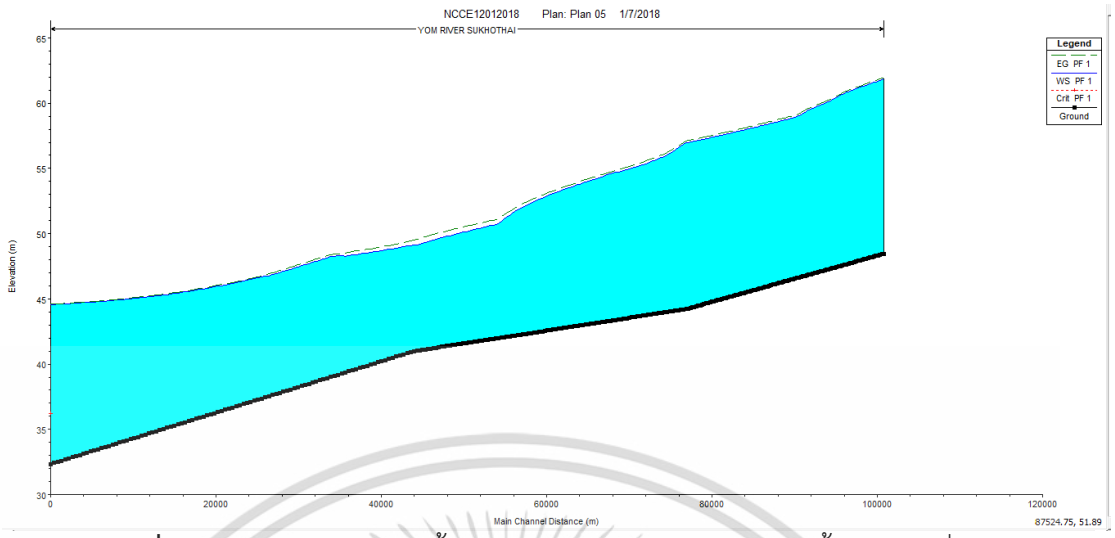


รูปที่ 4.10 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 8 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ

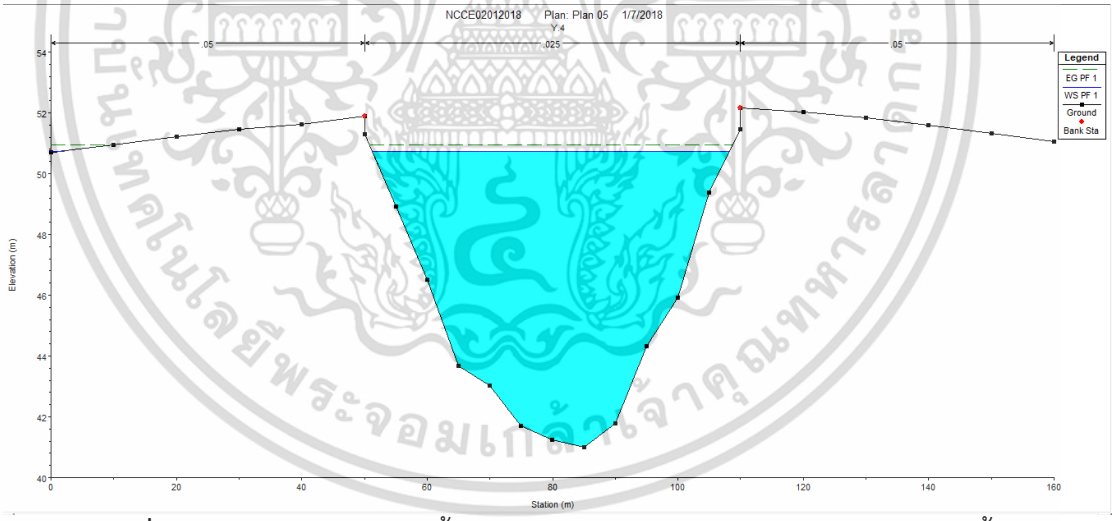


รูปที่ 4.11 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 9 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

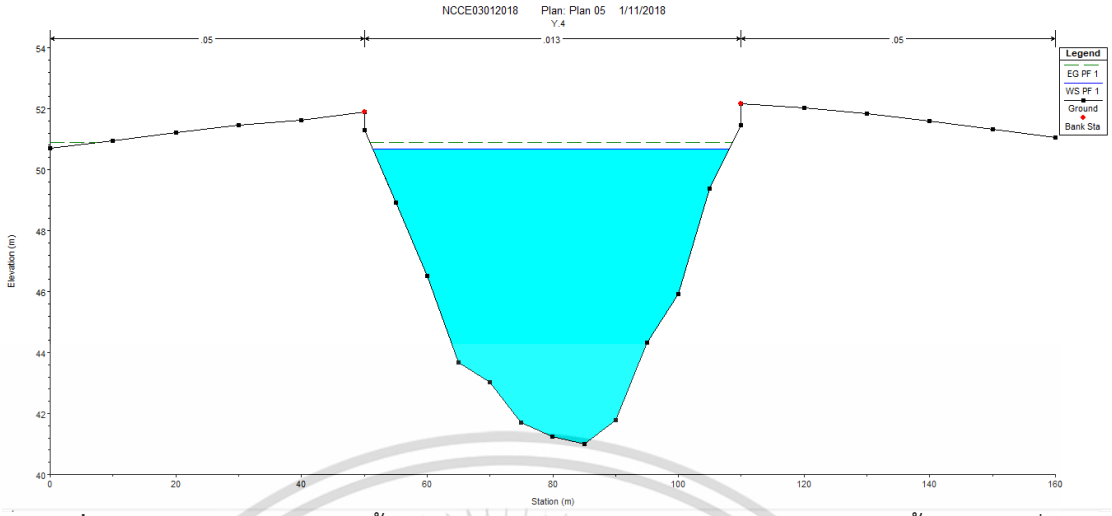


รูปที่ 4.12 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยม หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 10 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ

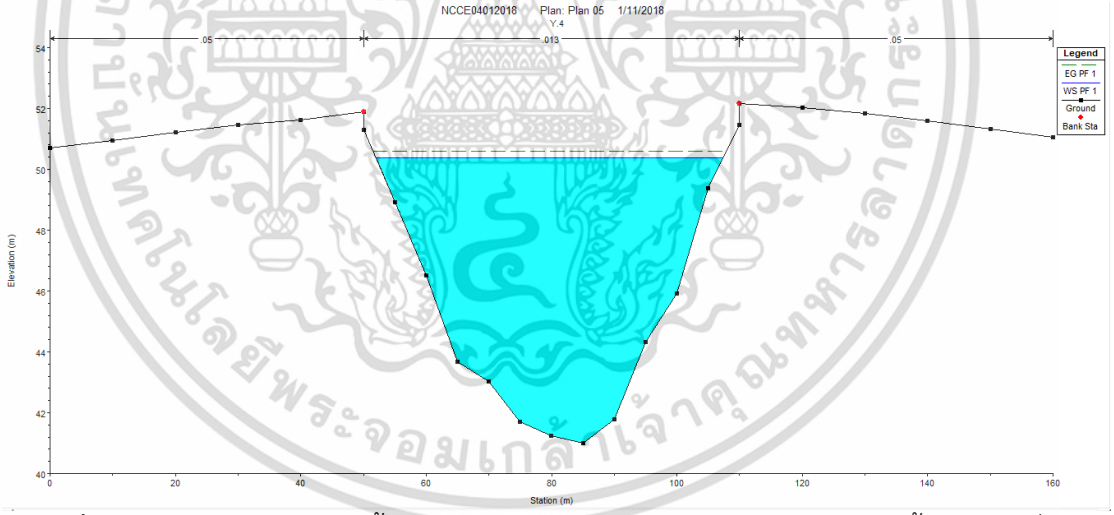


รูปที่ 4.13 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 ก่อนการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

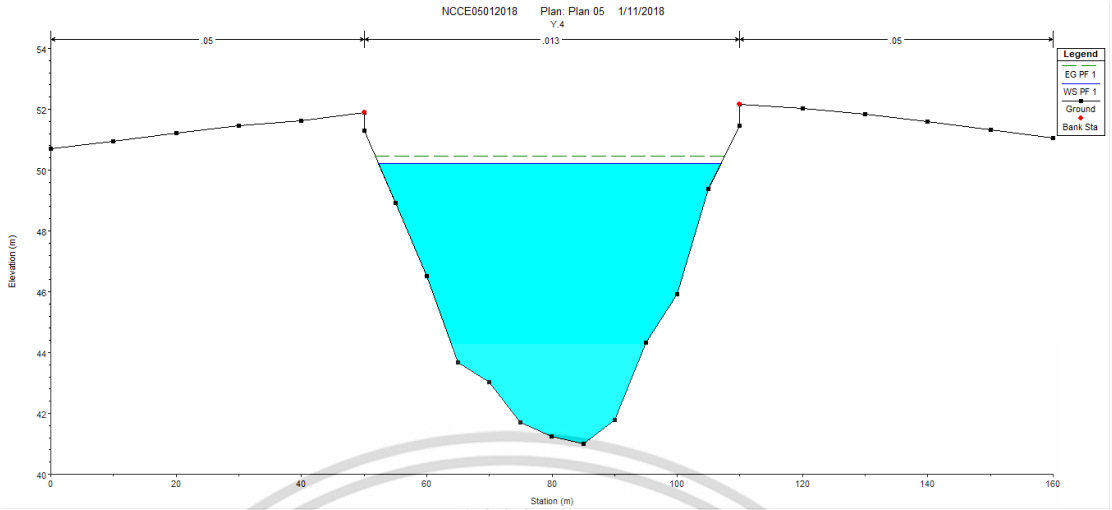


รูปที่ 4.14 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 1 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ

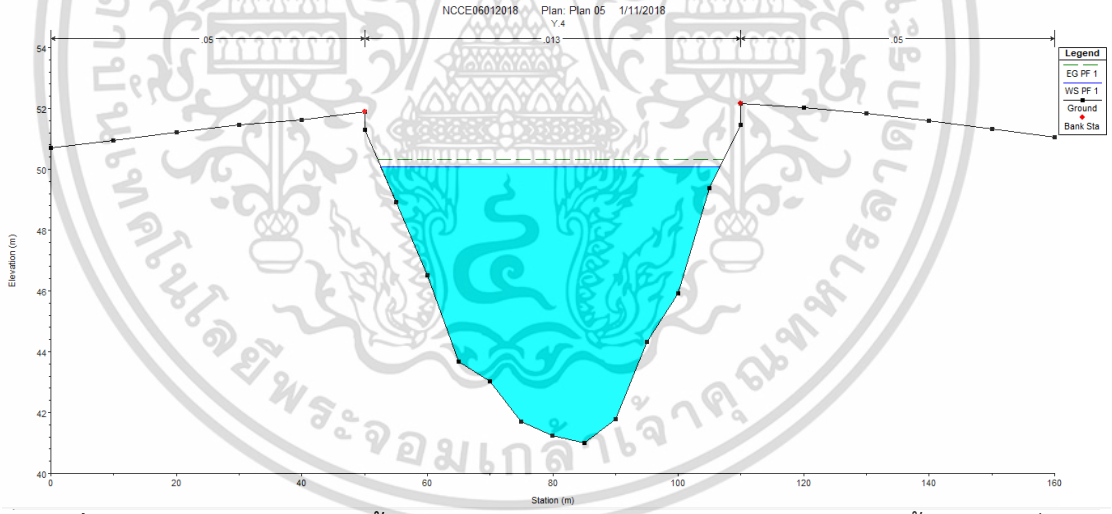


รูปที่ 4.15 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 2 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

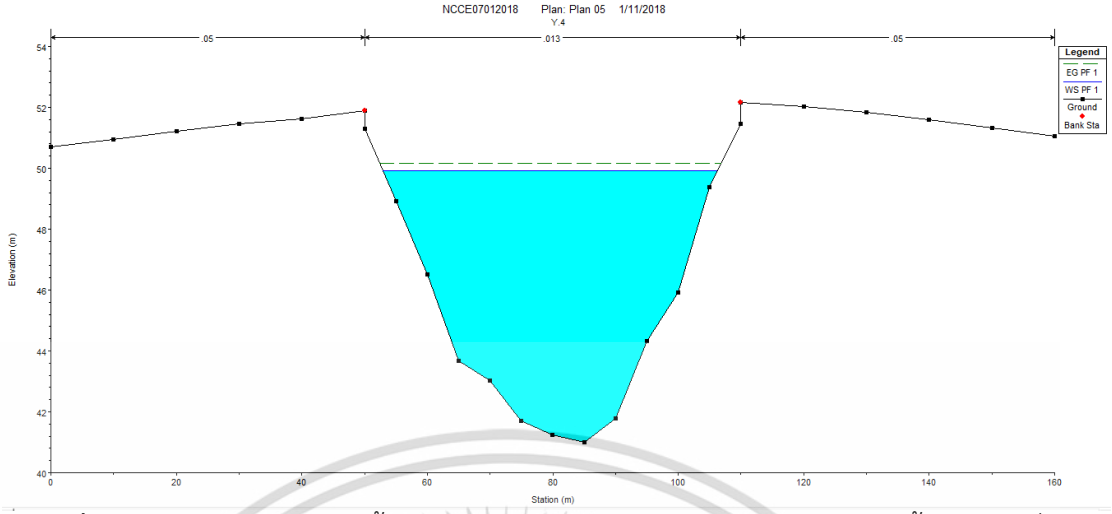


รูปที่ 4.16 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 3 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ

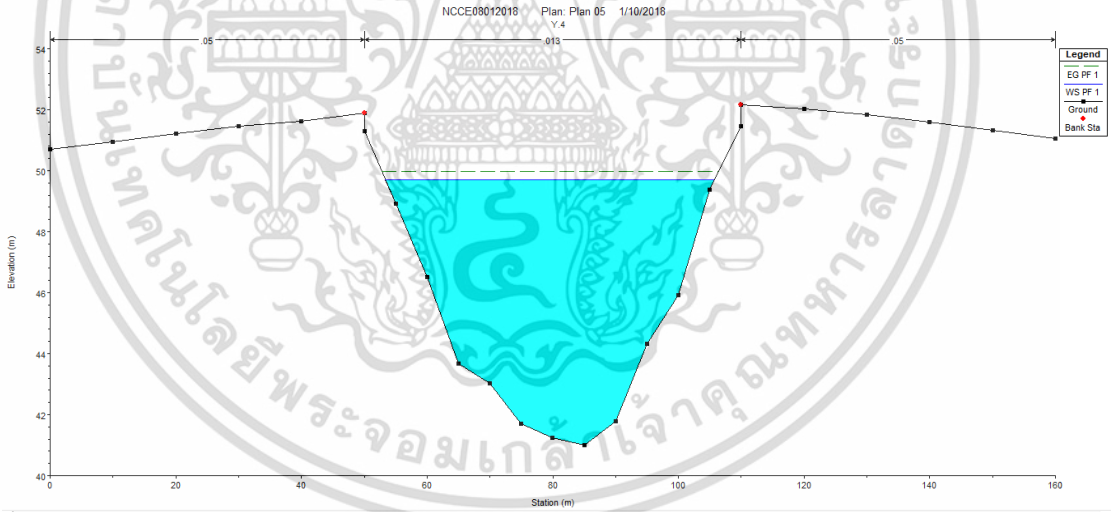


รูปที่ 4.17 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 4 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

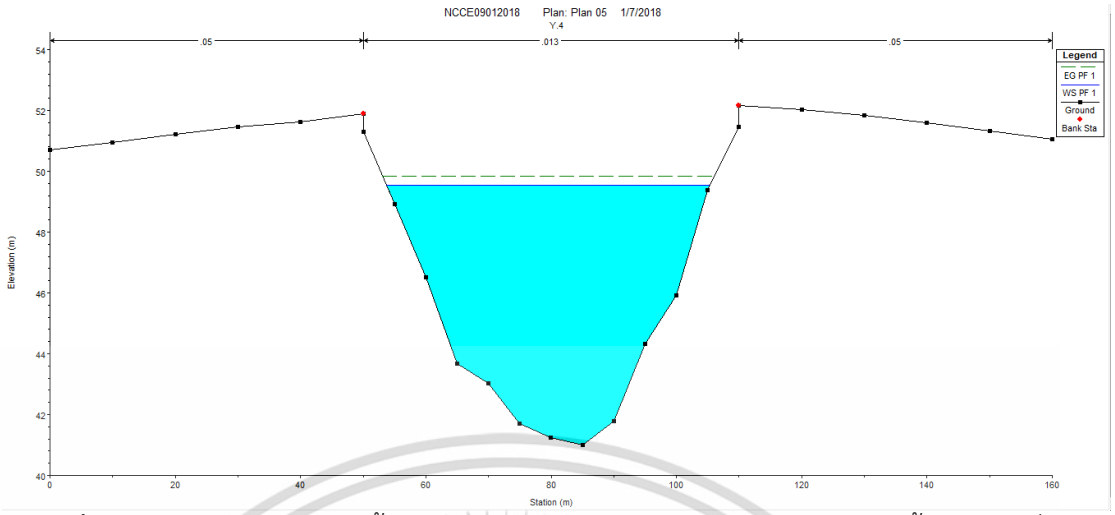


รูปที่ 4.18 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 5 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ

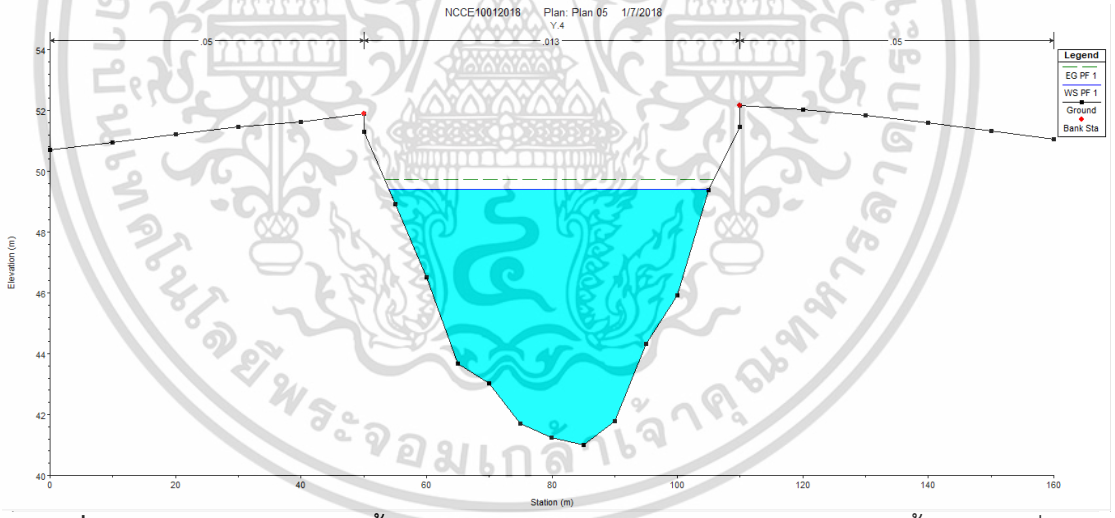


รูปที่ 4.19 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 6 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

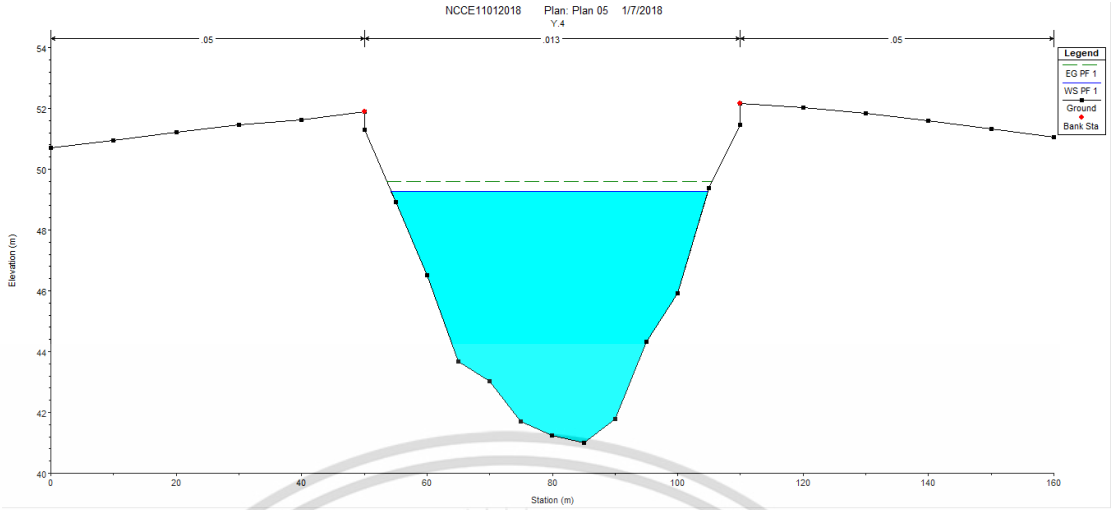


รูปที่ 4.20 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 7 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ

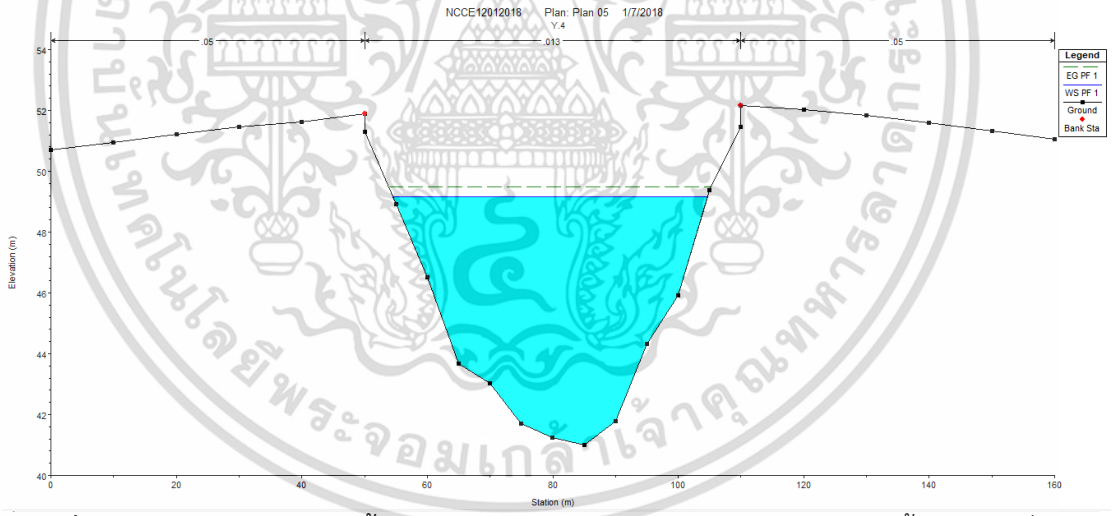


รูปที่ 4.21 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 8 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 9 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ



รูปที่ 4.23 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 10 โดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล ณ สถานี Y.4

ผลจากการวิเคราะห์การไหลในแม่น้ำยมด้วยวิธีการ Run โปรแกรม HEC-RAS ทำให้ทราบค่าความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหลในแต่ละกรณีทั้ง 10 กรณี ดังต่อไปนี้ กรณีที่ 1 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล คือ 1.97 เมตร/วินาที กรณีที่ 2 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล คือ 2.08 เมตร/วินาที กรณีที่ 3 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล คือ 2.13 เมตร/วินาที กรณีที่ 4 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล คือ 2.19 เมตร/วินาที กรณีที่ 5 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล คือ 2.24 เมตร/วินาที กรณีที่ 6 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล คือ 2.33 เมตร/วินาที กรณีที่ 7 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล คือ 2.39 เมตร/วินาที กรณีที่ 8 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล คือ 2.46 เมตร/วินาที กรณีที่ 9 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล คือ 2.52 เมตร/วินาที และกรณีที่ 10 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล คือ 2.58 เมตร/วินาที ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหลก่อนและหลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ณ สถานี Y.4

กรณีการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ	ความเร็วเฉลี่ยของการไหล ก่อนการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ (ม./วินาที)	ความเร็วเฉลี่ยของการไหล หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ (ม./วินาที)	ความเร็วเฉลี่ยของการไหลเพิ่มขึ้น หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ (ม./วินาที)
กรณีที่ 1	1.95	1.97	0.02
กรณีที่ 2	1.95	2.08	0.13
กรณีที่ 3	1,95	2.13	0.18
กรณีที่ 4	1.95	2.19	0.24
กรณีที่ 5	1.95	2.24	0.29
กรณีที่ 6	1.95	2.33	0.38
กรณีที่ 7	1.95	2.39	0.44
กรณีที่ 8	1.95	2.46	0.51
กรณีที่ 9	1.95	2.52	0.57
กรณีที่ 10	1.95	2.58	0.63

4.3 ผลการวิเคราะห์ ในกรณีที่มีการทำงาน ร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที

ในการ Run โปรแกรม HEC-RAS ในกรณีนี้เป็นการดำเนินการภายใต้เงื่อนไขการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที โดยคลองผันน้ำจะรับน้ำจากแม่น้ำยมฝั่งขวาในตำแหน่งด้านเหนือน้ำห่างจากสถานี Y.4 ขึ้นไปเป็นระยะทาง 15 กม.ซึ่งจะทำให้อัตราการไหลสูงสุดที่เกิดขึ้น ณ สถานี Y.4 ลดลง 50 ลบ.ม./วินาที เมื่อเทียบกับอัตราการไหลสูงสุดที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2554 โดยจะแบ่งลักษณะการพิจารณาออกเป็น 10 กรณีย่อย ตามลักษณะของความยาวที่จะทำการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ สำหรับผลที่ได้จากการ Run โปรแกรม HEC-RAS ทั้ง 10 กรณีจะถูกนำมาพิจารณาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากค่าก่อนการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ซึ่งจะพิจารณาใน 2 ส่วน คือ ค่าระดับน้ำสูงสุดของการไหลและความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล ณ สถานี Y.4 อำเภอเมืองสุโขทัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

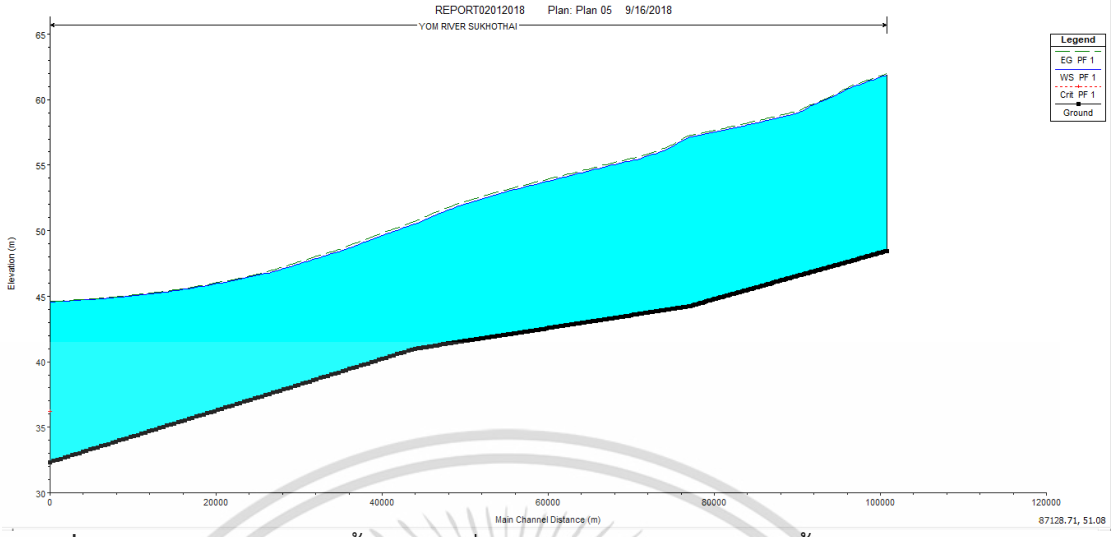
4.3.1 ค่าระดับน้ำสูงสุดของการไหล ณ สถานี Y.4

ผลการวิเคราะห์การไหลในแม่น้ำยมด้วยวิธีการ Run โปรแกรม HEC-RAS ทำให้ได้ค่าระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณี ทั้ง 10 กรณี ดังต่อไปนี้ โดยก่อนการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ค่าระดับน้ำสูงสุดคือ +50.53 ม.รทก.และเมื่อมีการทำงานร่วมกับการปรับปรุงกายภาพลำน้ำแล้วค่าระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีจะมีค่าดังต่อไปนี้ กรณีที่ 1 ค่าระดับน้ำสูงสุดคือ +50.41 ม.รทก.กรณีที่ 2 ค่าระดับน้ำสูงสุดคือ +50.19 ม.รทก.กรณีที่ 3 ค่าระดับน้ำสูงสุดคือ +50.05 ม.รทก.กรณีที่ 4 ค่าระดับน้ำสูงสุดคือ +49.91 ม.รทก.กรณีที่ 5 ค่าระดับน้ำสูงสุดคือ +49.77 ม.รทก.กรณีที่ 6 ค่าระดับน้ำสูงสุดคือ +49.57 ม.รทก. กรณีที่ 7 ค่าระดับน้ำสูงสุดคือ +49.44 ม.รทก.กรณีที่ 8 ค่าระดับน้ำสูงสุดคือ +49.31 ม.รทก.กรณีที่ 9 ค่าระดับน้ำสูงสุดคือ +49.29 ม.รทก.และกรณีที่ 10 ค่าระดับน้ำสูงสุดคือ +49.06 ม.รทก.ดังแสดงในตารางที่ 4.3 รูปตัดตามยาวดังรูปที่ 4.24 ถึง 4.34 และรูปตัดตามขวางของสถานี Y.4 ดังรูปที่ 4.35 ถึง 4.45

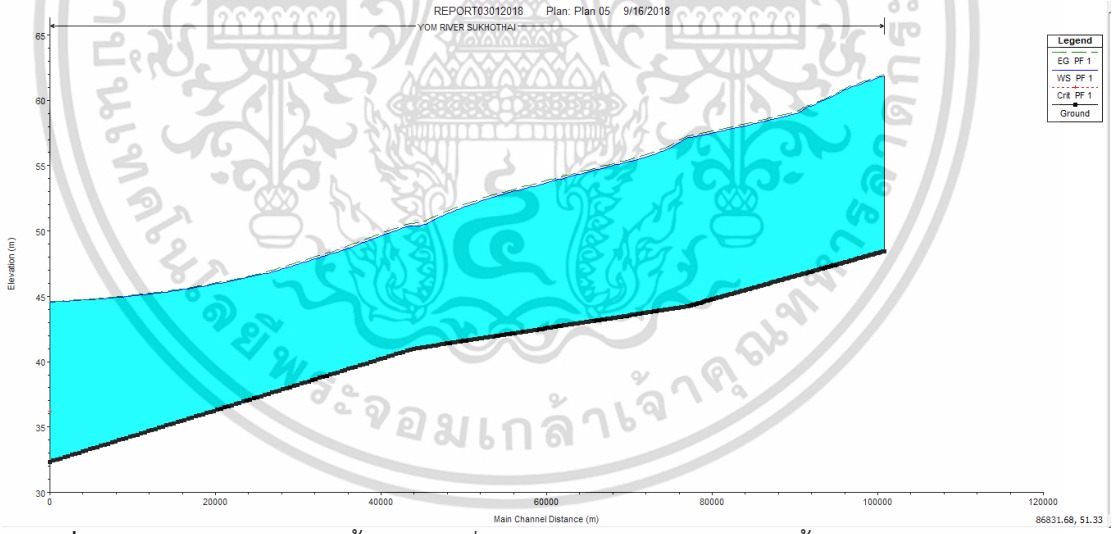
ตารางที่ 4.3 ค่าระดับน้ำสูงสุด ณ สถานี Y.4 กรณีทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที ทั้งก่อนและ หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ

กรณีการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ	ค่าระดับน้ำสูงสุดก่อนการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ (ม.รทก.)	ค่าระดับน้ำสูงสุดหลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ (ม.รทก.)	ระดับน้ำลดลง (ม.)
กรณีที่ 1	50.53	50.41	0.12
กรณีที่ 2	50.53	50.19	0.34
กรณีที่ 3	50.53	50.05	0.48
กรณีที่ 4	50.53	49.91	0.62
กรณีที่ 5	50.53	49.77	0.76
กรณีที่ 6	50.53	49.57	0.96
กรณีที่ 7	50.53	49.44	1.09
กรณีที่ 8	50.53	49.31	1.22
กรณีที่ 9	50.53	49.20	1.33
กรณีที่ 10	50.53	49.06	1.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

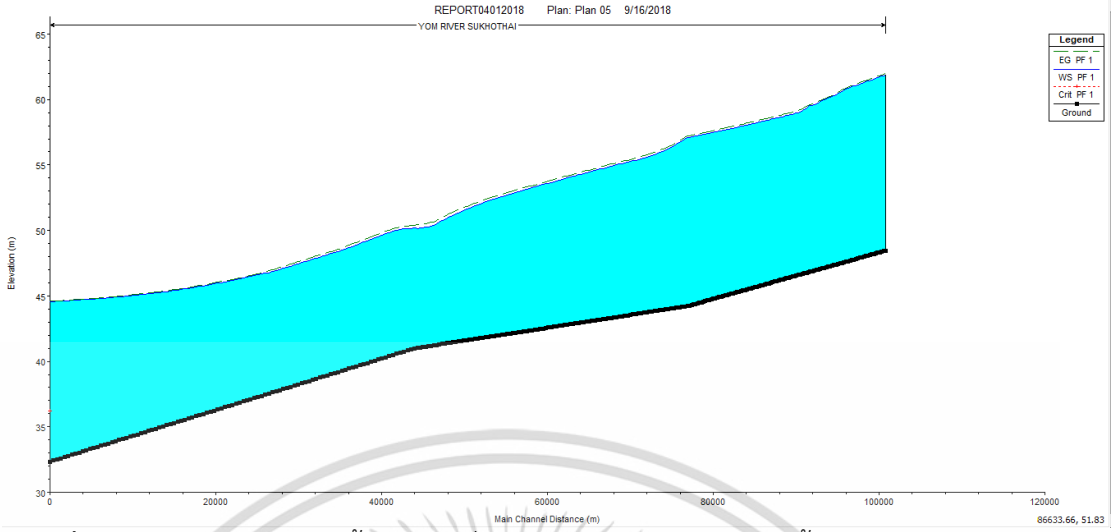


รูปที่ 4.24 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยมกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที ก่อนการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ

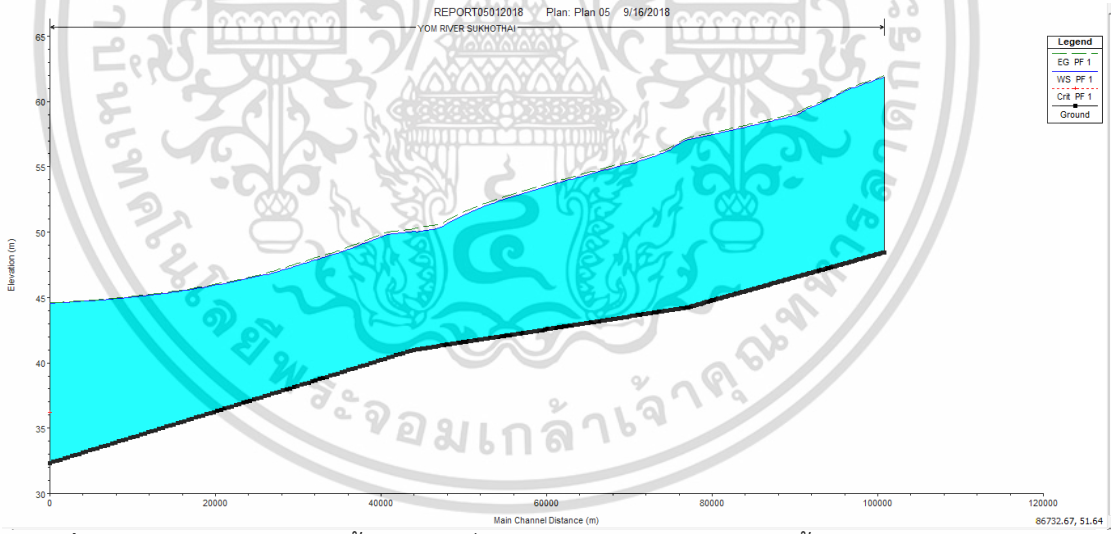


รูปที่ 4.25 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยมกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

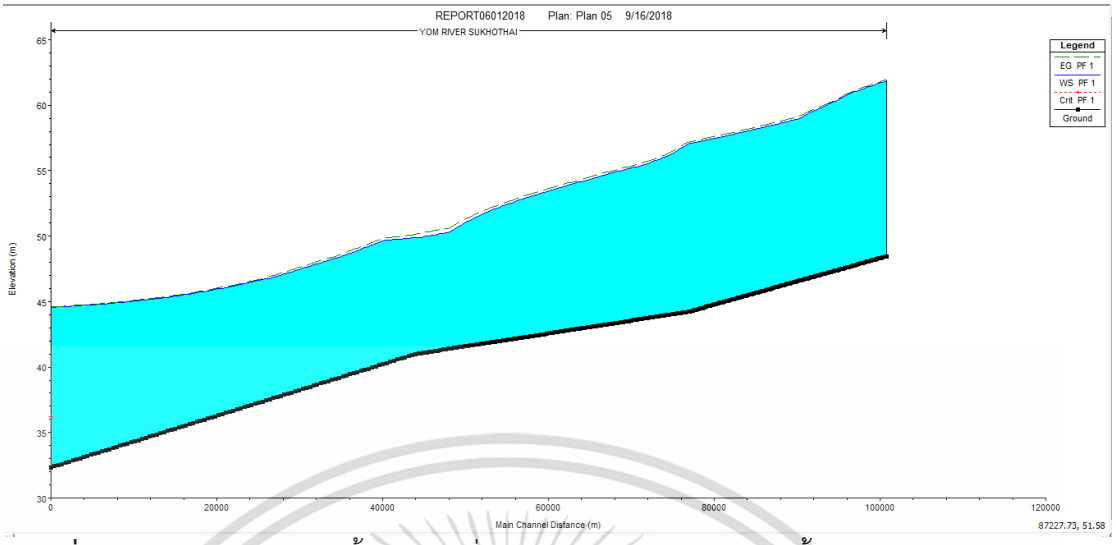


รูปที่ 4.26 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยมกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 2

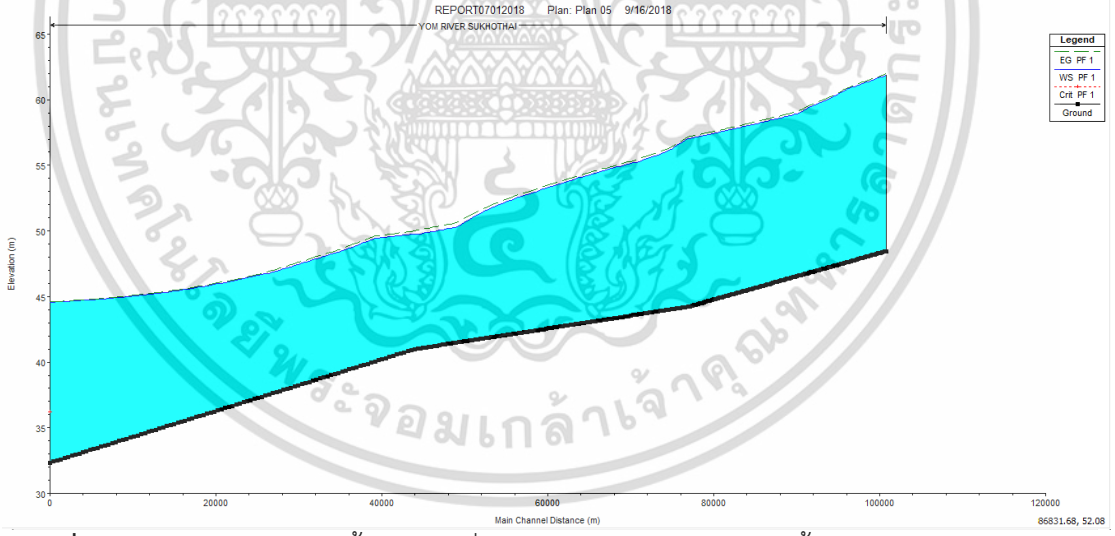


รูปที่ 4.27 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยมกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

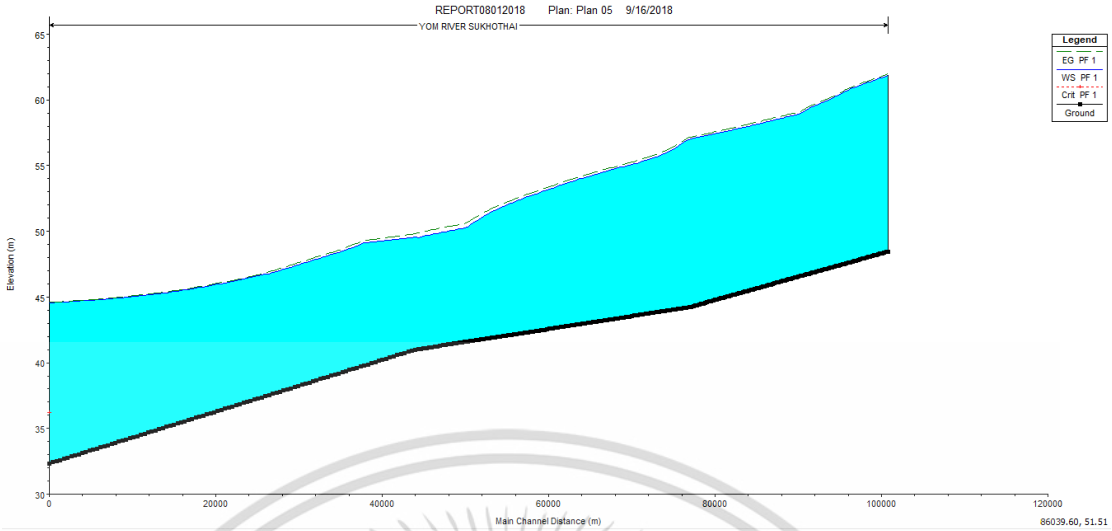


รูปที่ 4.28 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยมกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 4

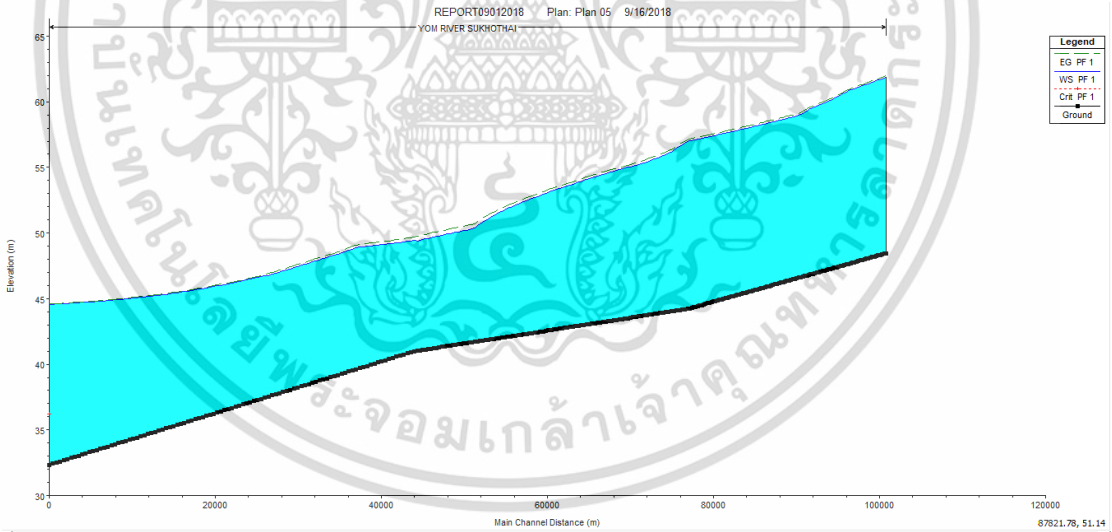


รูปที่ 4.29 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยมกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

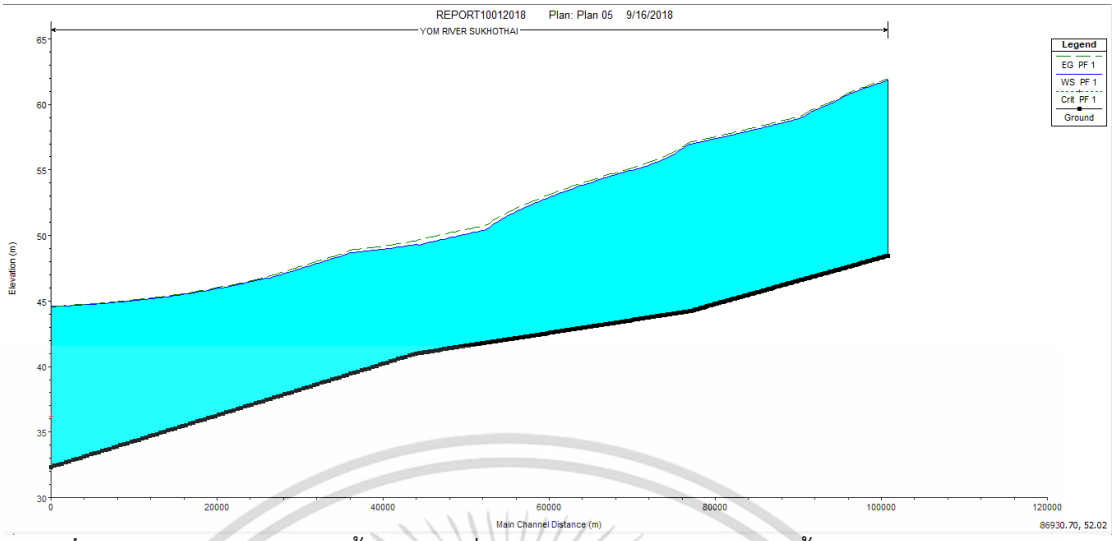


รูปที่ 4.30 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยมกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 6

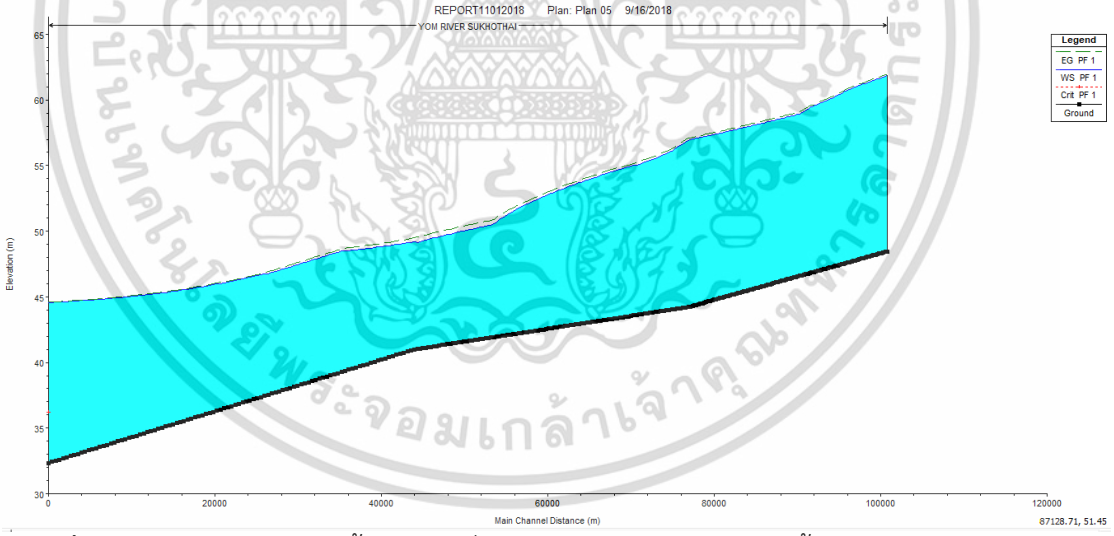


รูปที่ 4.31 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยมกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

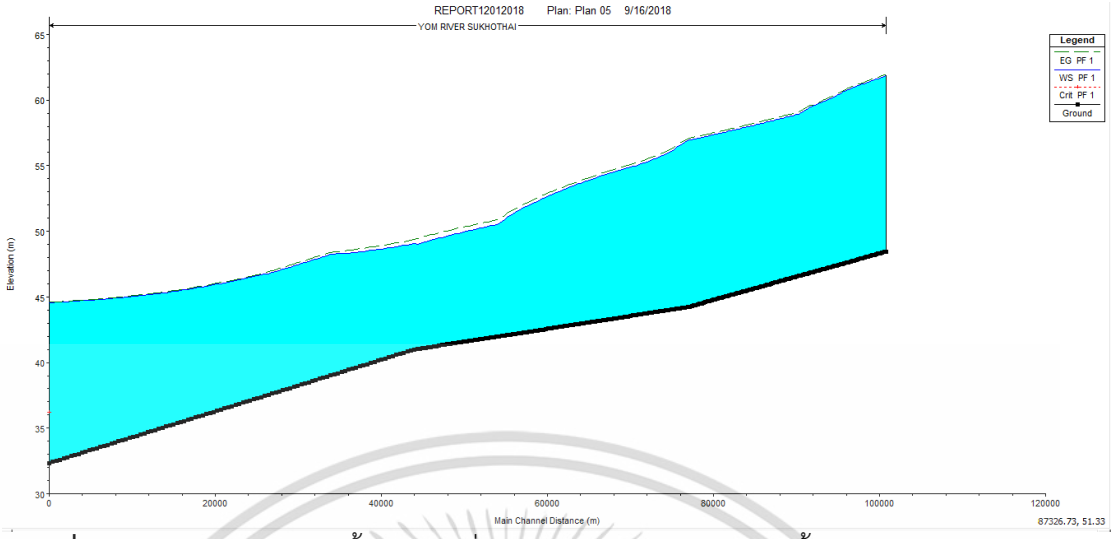


รูปที่ 4.32 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยมกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 8

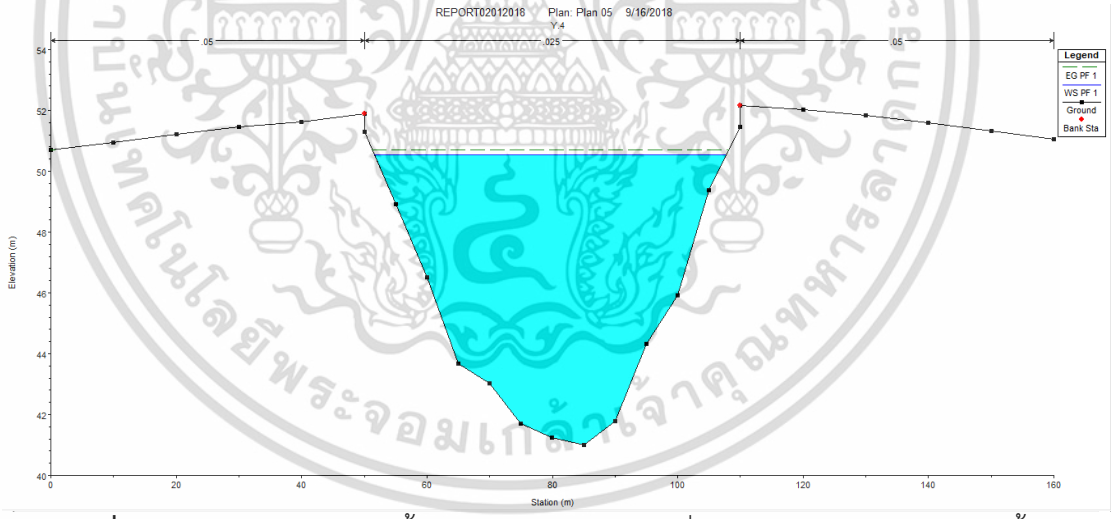


รูปที่ 4.33 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยมกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

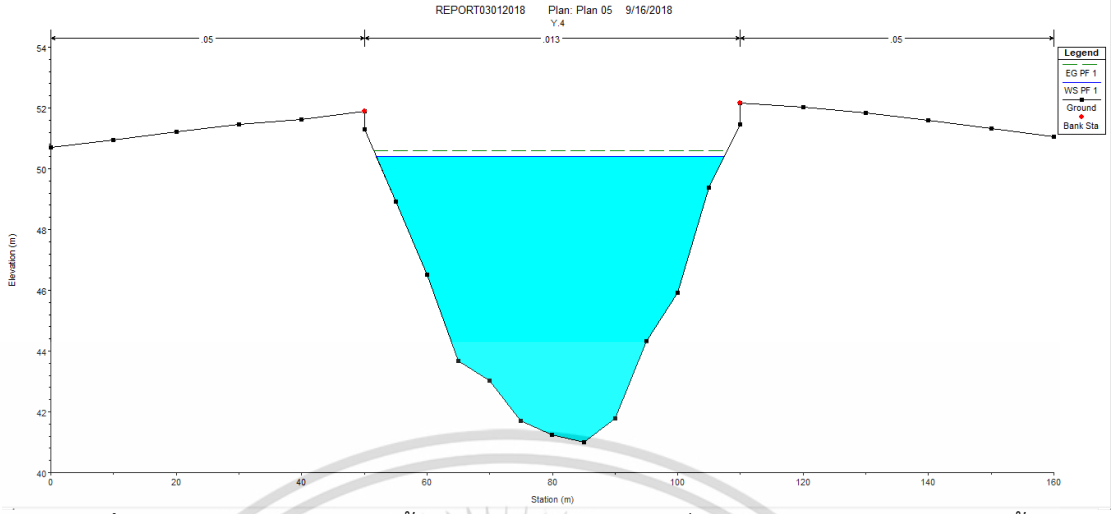


รูปที่ 4.34 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยมกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 10

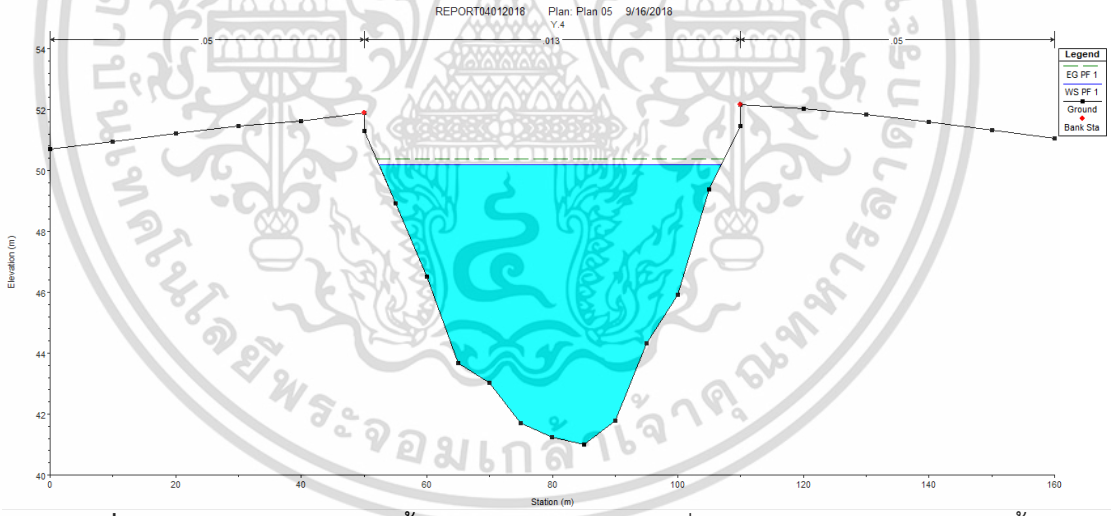


รูปที่ 4.35 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที ก่อนการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

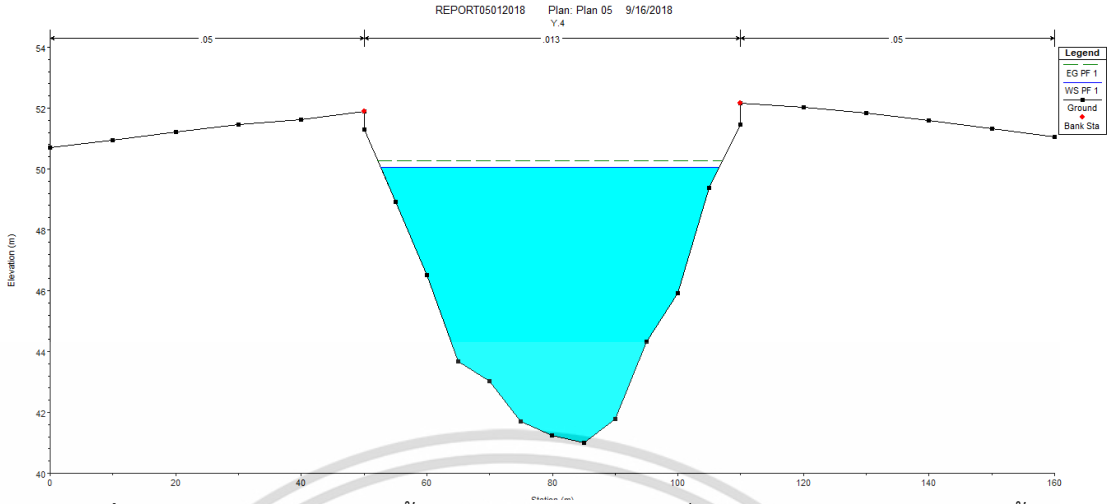


รูปที่ 4.36 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 1

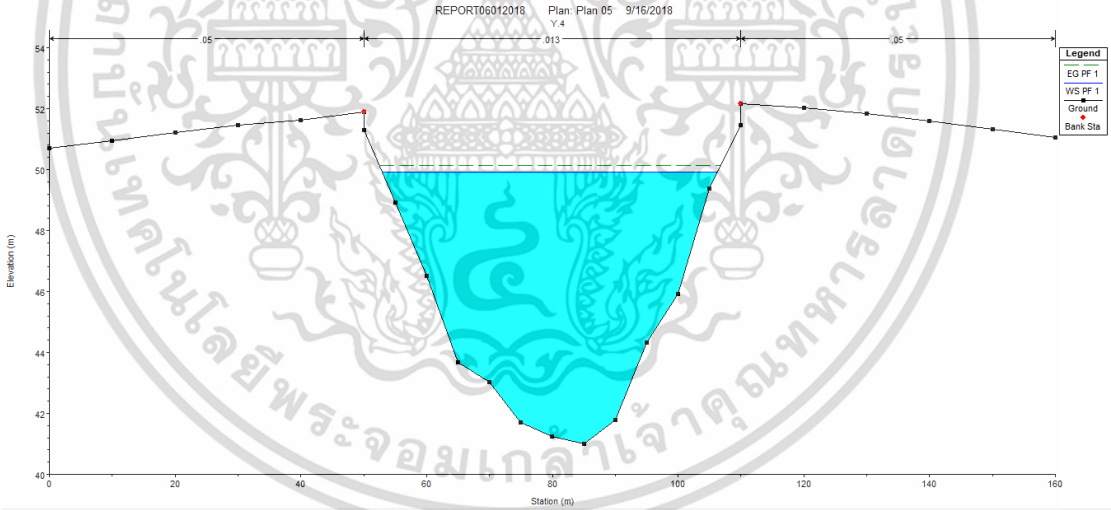


รูปที่ 4.37 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

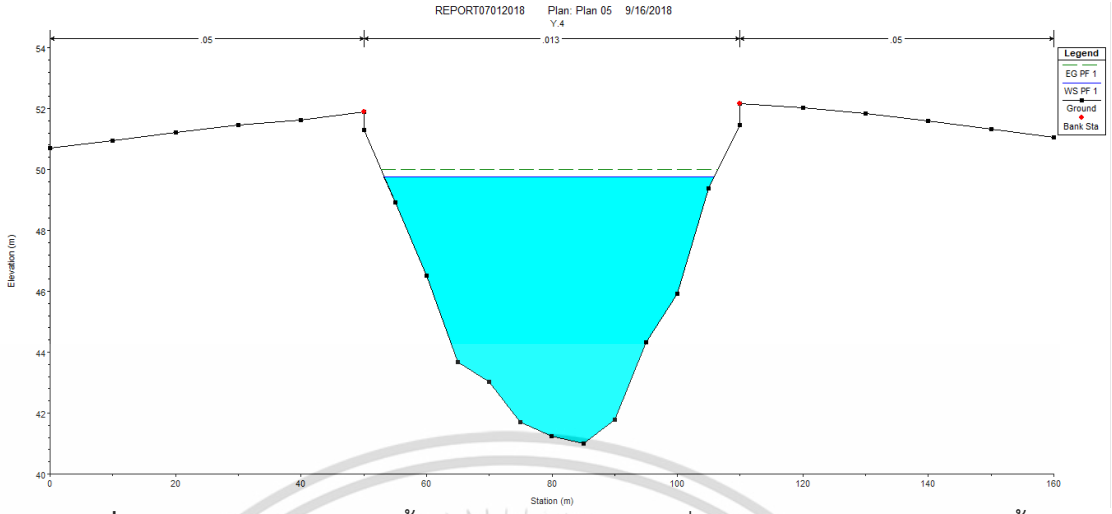


รูปที่ 4.38 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 3

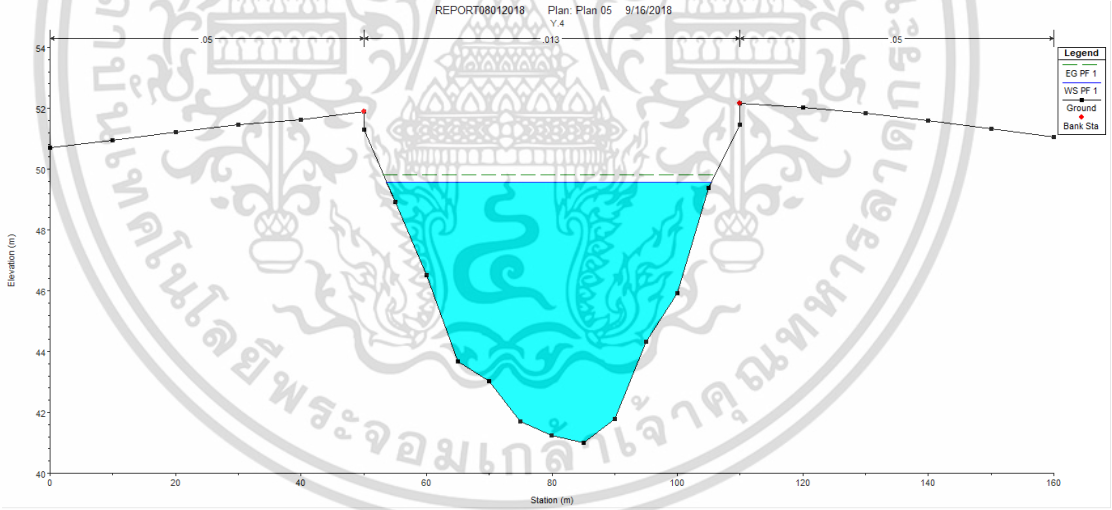


รูปที่ 4.39 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

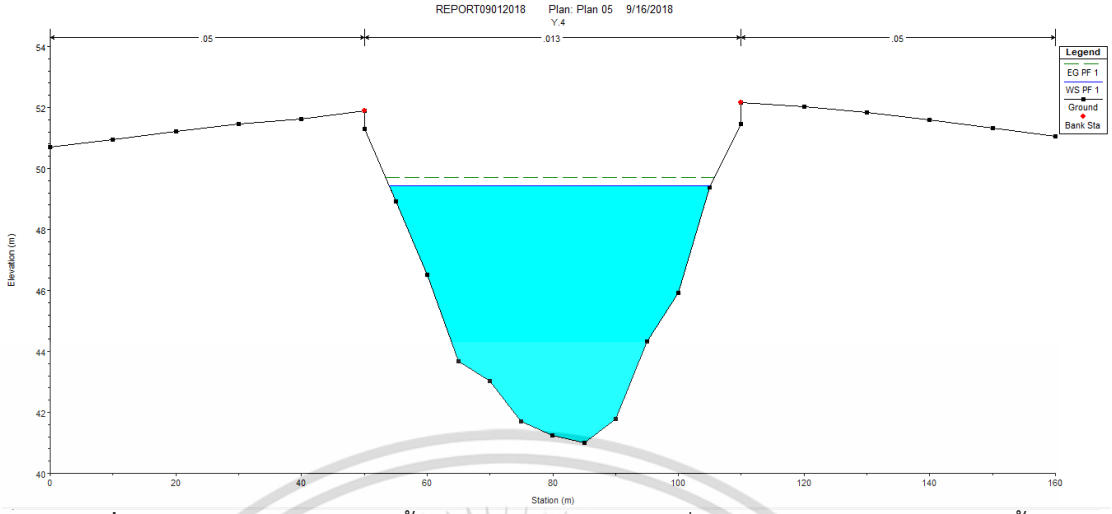


รูปที่ 4.40 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 5

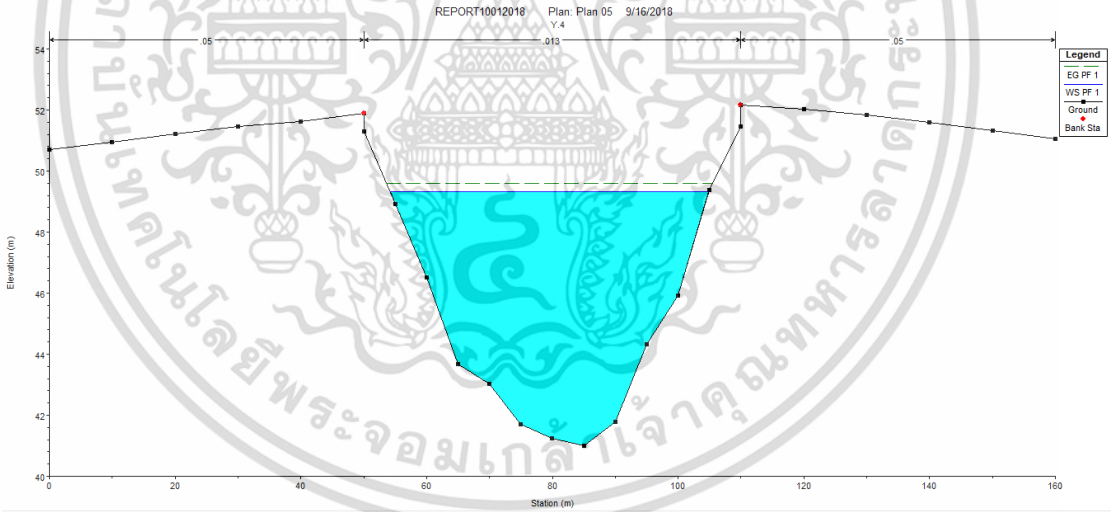


รูปที่ 4.41 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

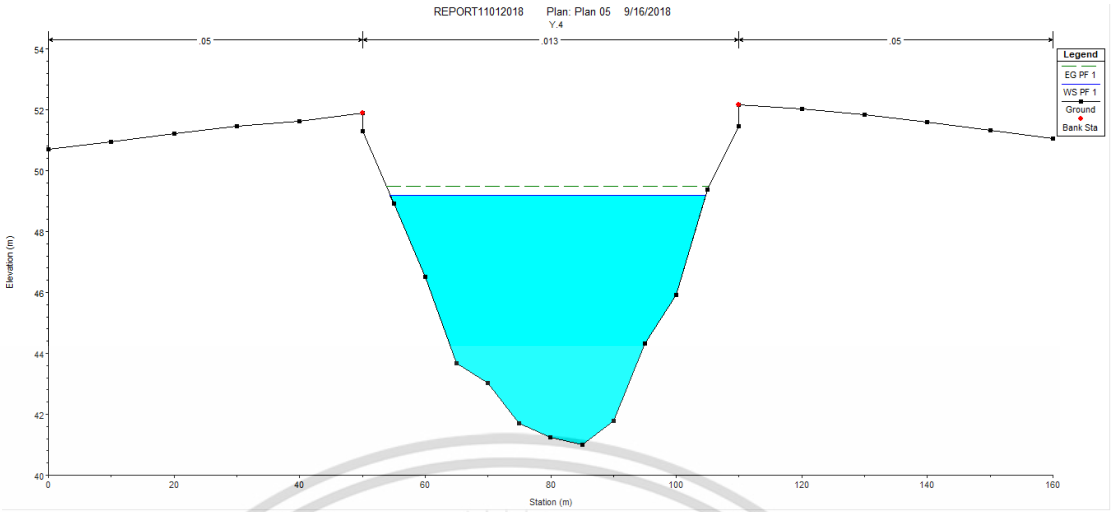


รูปที่ 4.42 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 7

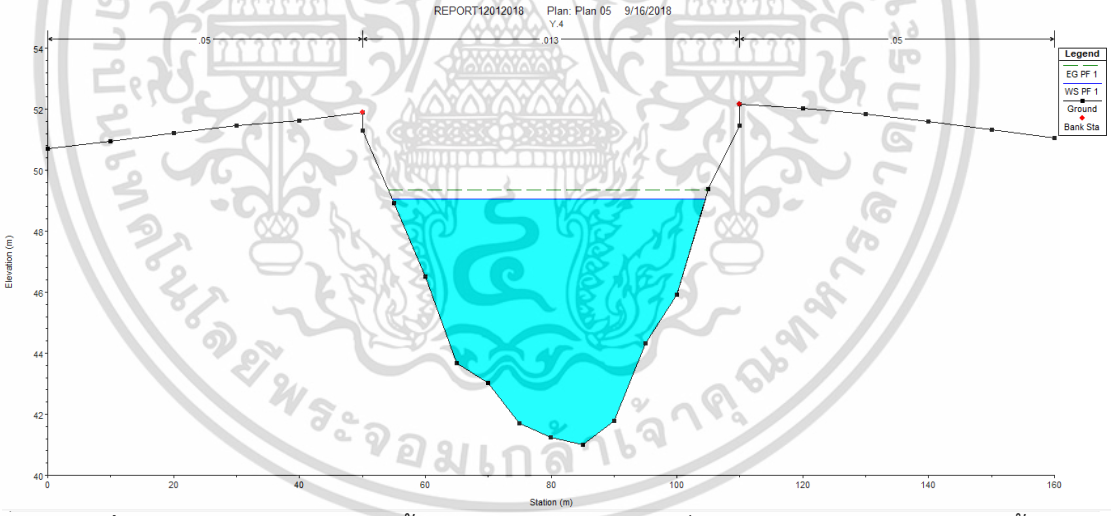


รูปที่ 4.43 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.44 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 9



รูปที่ 4.45 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล ณ สถานี Y.4

ผลจากการวิเคราะห์การไหลในแม่น้ำยมด้วยวิธีการ Run โปรแกรม HEC-RAS ทำให้ทราบค่าความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหลในแต่ละกรณีทั้ง 10 กรณี ดังต่อไปนี้ กรณีที่ 1 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล คือ 1.91 เมตร/วินาที กรณีที่ 2 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล คือ 1.99 เมตร/วินาที กรณีที่ 3 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล คือ 2.03 เมตร/วินาที กรณีที่ 4 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล คือ 2.08 เมตร/วินาที กรณีที่ 5 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล คือ 2.14 เมตร/วินาที กรณีที่ 6 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล คือ 2.21 เมตร/วินาที กรณีที่ 7 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล คือ 2.27 เมตร/วินาที กรณีที่ 8 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล คือ 2.32 เมตร/วินาที กรณีที่ 9 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล คือ 2.37 เมตร/วินาที และกรณีที่ 10 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล คือ 2.42 เมตร/วินาที ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล ณ สถานี Y.4 ในกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ

กรณีการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ	ความเร็วเฉลี่ยของการไหล ก่อนการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ (ม./วินาที)	ความเร็วเฉลี่ยของการไหล หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ (ม./วินาที)	ความเร็วเฉลี่ยของการไหลเพิ่มขึ้น หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ (ม./วินาที)
กรณีที่ 1	1.87	1.91	0.04
กรณีที่ 2	1.87	1.99	0.12
กรณีที่ 3	1.87	2.03	0.16
กรณีที่ 4	1.87	2.08	0.21
กรณีที่ 5	1.87	2.14	0.27
กรณีที่ 6	1.87	2.21	0.34
กรณีที่ 7	1.87	2.27	0.40
กรณีที่ 8	1.87	2.32	0.45
กรณีที่ 9	1.87	2.37	0.50
กรณีที่ 10	1.87	2.42	0.55

4.4 ผลการวิเคราะห์ในกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที

ในการ Run โปรแกรม HEC-RAS ในกรณีนี้เป็นการดำเนินการภายใต้เงื่อนไขการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที ประกอบด้วยคลองผันน้ำฝั่งขวาของแม่น้ำยมในตำแหน่งด้านเหนือน้ำห่างจากสถานี Y.4 ขึ้นไปเป็นระยะทาง 15 กม.จำนวน 50 ลบ.ม./วินาที และคลองผันน้ำคลองต้นข้อซึ่งจะรับน้ำทางด้านฝั่งซ้ายของแม่น้ำยมในตำแหน่งด้านเหนือน้ำห่างจากสถานี Y.4 ขึ้นไปเป็นระยะทาง 10 กม.จำนวน 50 ลบ.ม./วินาที ซึ่งจะทำให้อัตราการไหลสูงสุดที่เกิดขึ้น ณ สถานี Y.4 ลดลง 100 ลบ.ม./วินาที เมื่อเทียบกับอัตราการไหลสูงสุดที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2554 โดยจะแบ่งลักษณะการพิจารณาออกเป็น 10 กรณีย่อย ตามลักษณะของความยาวที่จะทำการปรับปรุงกายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำน้ำ สำหรับผลที่ได้จากการ Run โปรแกรม HEC-RAS ทั้ง 10 กรณีจะถูกนำมาพิจารณาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากค่าก่อนการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ซึ่งจะพิจารณาใน 2 ส่วน คือ ค่าระดับน้ำสูงสุดของการไหลและความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล ณ สถานี Y.4 อำเภอเมืองสุโขทัย

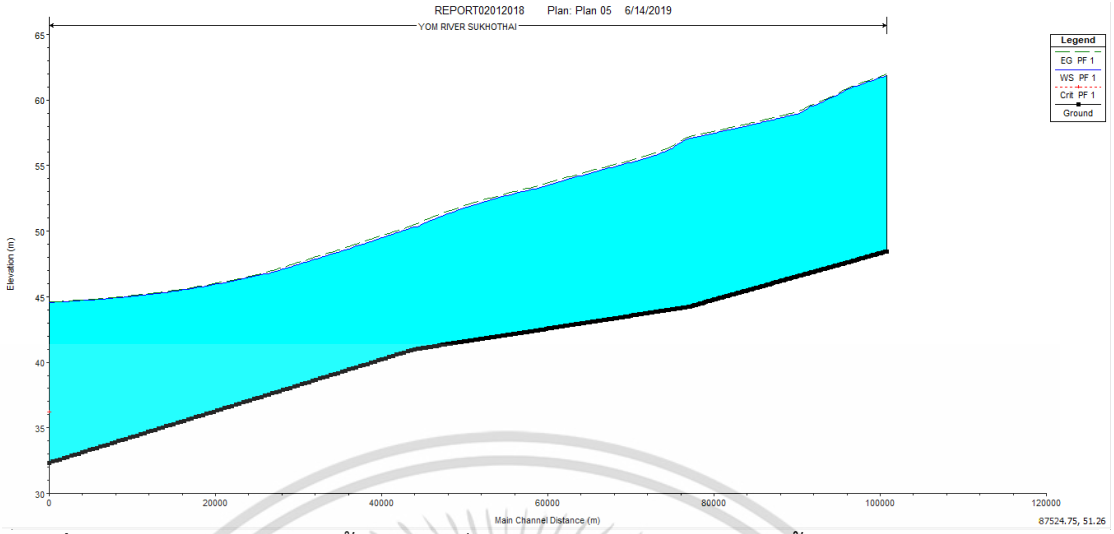
4.4.1 ค่าระดับน้ำสูงสุดของการไหล ณ สถานี Y.4

ผลการวิเคราะห์การไหลในแม่น้ำยมด้วยวิธีการ Run โปรแกรม HEC-RAS ทำให้ได้ค่าระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณี ทั้ง 10 กรณี ดังต่อไปนี้ โดยก่อนการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ค่าระดับน้ำสูงสุดคือ +50.32 ม.รทก.และเมื่อมีการทำงานร่วมกับการปรับปรุงกายภาพลำน้ำแล้วค่าระดับน้ำสูงสุดในแต่ละกรณีจะมีค่าดังต่อไปนี้ กรณีที่ 1 ค่าระดับน้ำสูงสุดคือ +50.20 ม.รทก.กรณีที่ 2 ค่าระดับน้ำสูงสุดคือ +50.00 ม.รทก.กรณีที่ 3 ค่าระดับน้ำสูงสุดคือ +49.88 ม.รทก.กรณีที่ 4 ค่าระดับน้ำสูงสุดคือ +49.75 ม.รทก.กรณีที่ 5 ค่าระดับน้ำสูงสุดคือ +49.62 ม.รทก.กรณีที่ 6 ค่าระดับน้ำสูงสุดคือ +49.45 ม.รทก. กรณีที่ 7 ค่าระดับน้ำสูงสุดคือ +49.33 ม.รทก.กรณีที่ 8 ค่าระดับน้ำสูงสุดคือ +49.22 ม.รทก.กรณีที่ 9 ค่าระดับน้ำสูงสุดคือ +49.11 ม.รทก.และกรณีที่ 10 ค่าระดับน้ำสูงสุดคือ +48.97 ม.รทก.ดังแสดงในตารางที่ 4.5 รูปตัดตามยาวดังรูปที่ 4.46 ถึง 4.56 และรูปตัดตามขวางของสถานี Y.4 ดังรูปที่ 4.57 ถึง 4.67

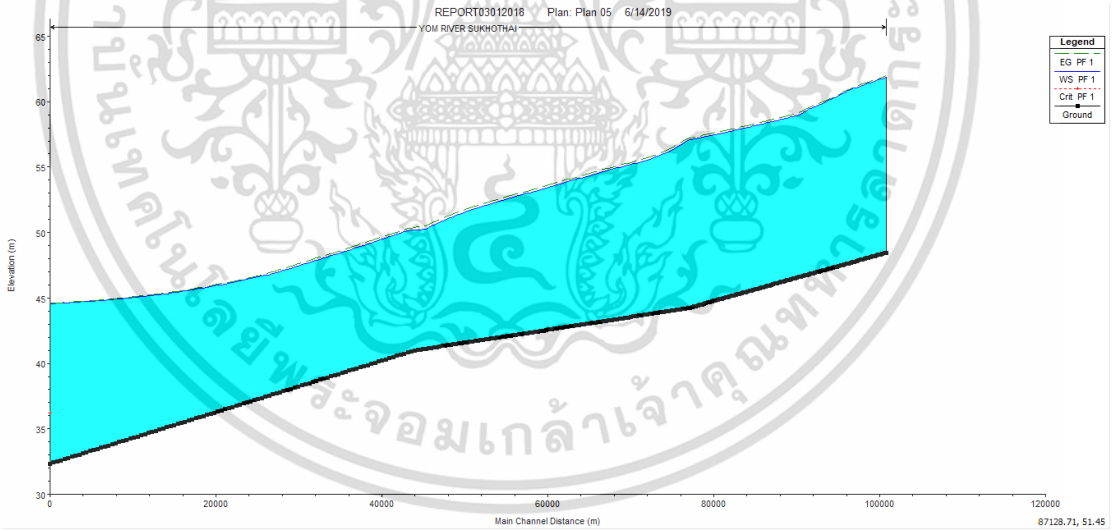
ตารางที่ 4.5 ค่าระดับน้ำสูงสุด ณ สถานี Y.4 ในกรณีทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที ทั้งก่อนและ หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ

กรณีการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ	ค่าระดับน้ำสูงสุดก่อนการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ (ม.รทก.)	ค่าระดับน้ำสูงสุดหลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ (ม.รทก.)	ระดับน้ำลดลง (ม.)
กรณีที่ 1	50.32	50.20	0.12
กรณีที่ 2	50.32	50.00	0.32
กรณีที่ 3	50.32	49.88	0.44
กรณีที่ 4	50.32	49.75	0.57
กรณีที่ 5	50.32	49.62	0.70
กรณีที่ 6	50.32	49.45	0.87
กรณีที่ 7	50.32	49.33	0.99
กรณีที่ 8	50.32	49.22	1.10
กรณีที่ 9	50.32	49.11	1.21
กรณีที่ 10	50.32	48.97	1.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

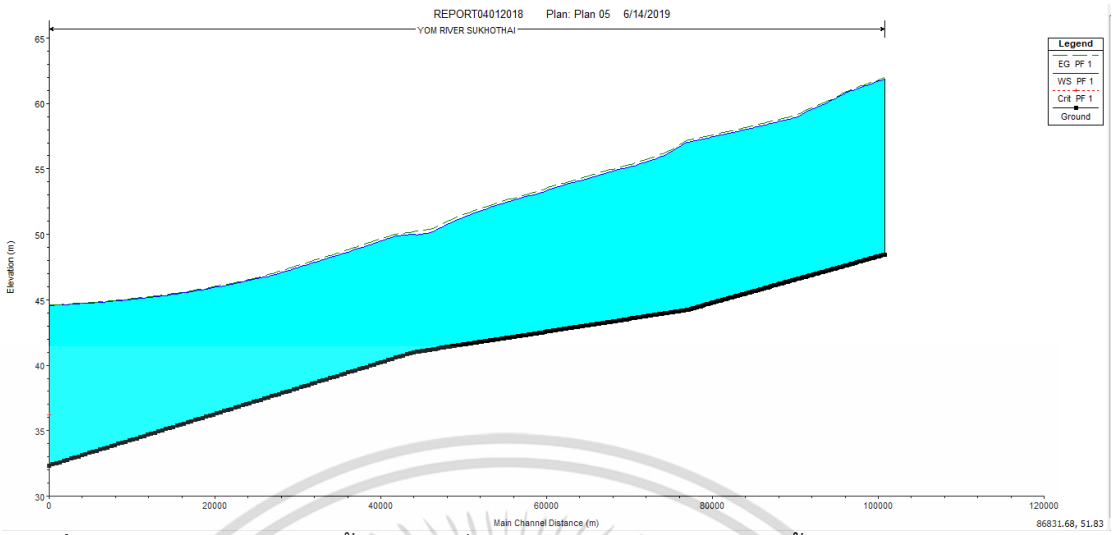


รูปที่ 4.46 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยมกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที ก่อนการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ

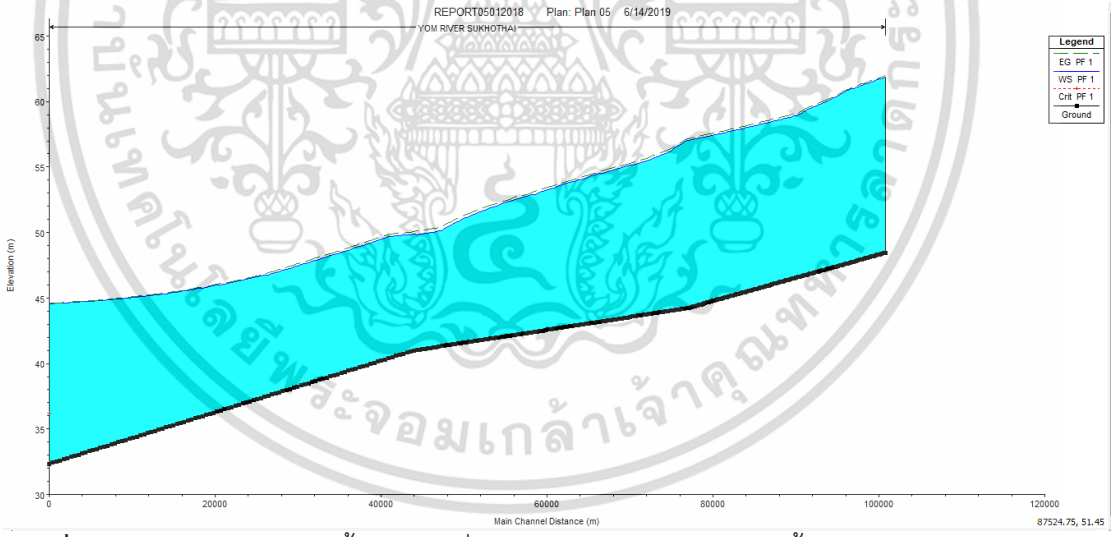


รูปที่ 4.47 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยมกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

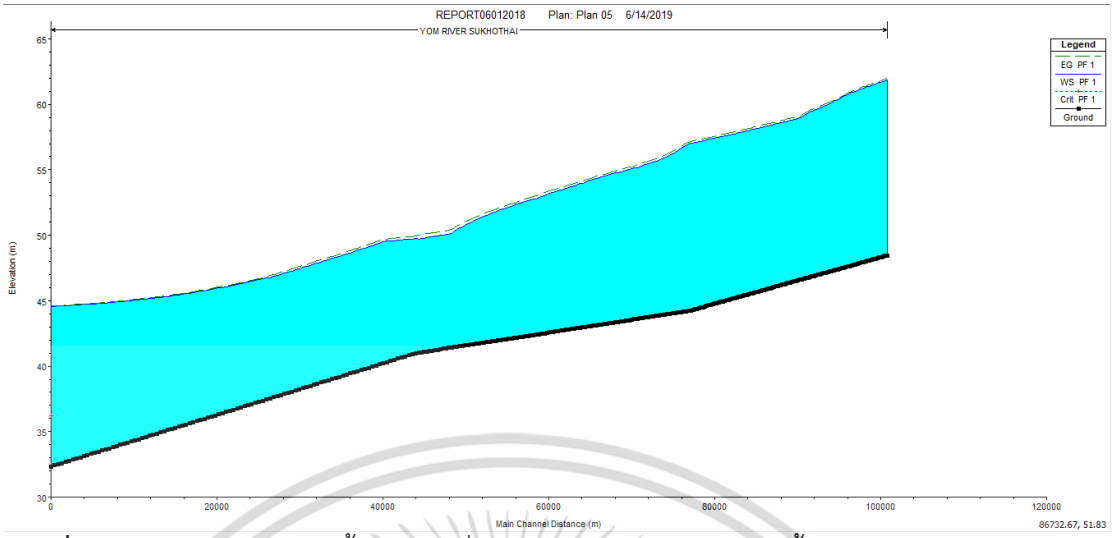


รูปที่ 4.48 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยมกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 2

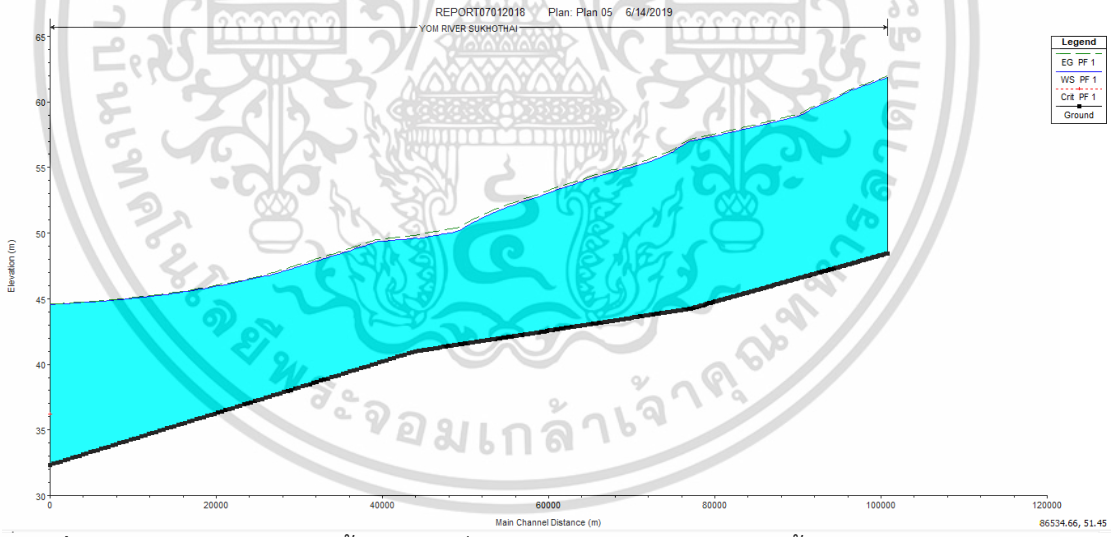


รูปที่ 4.49 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยมกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

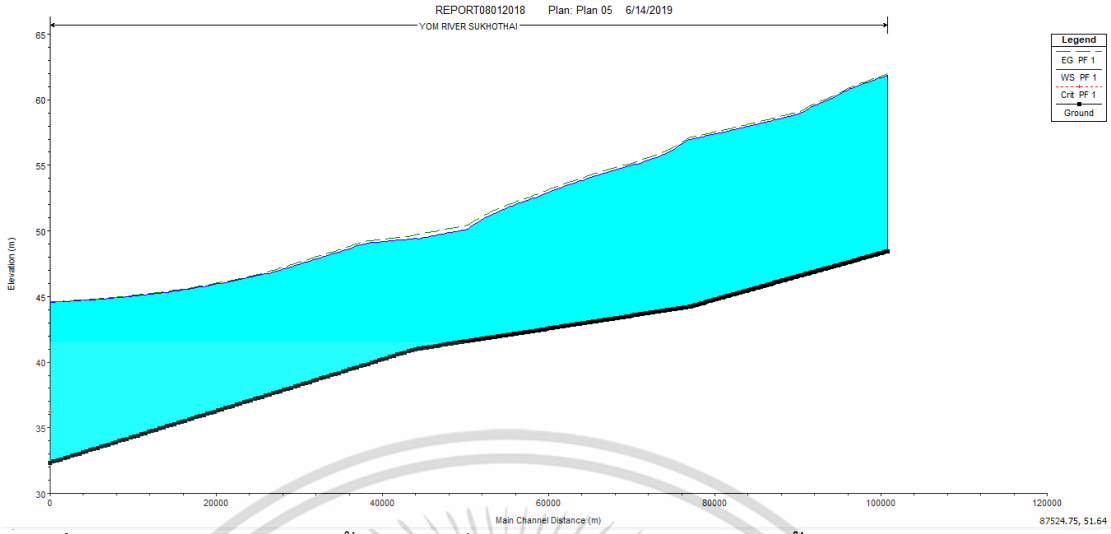


รูปที่ 4.50 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยมกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 4

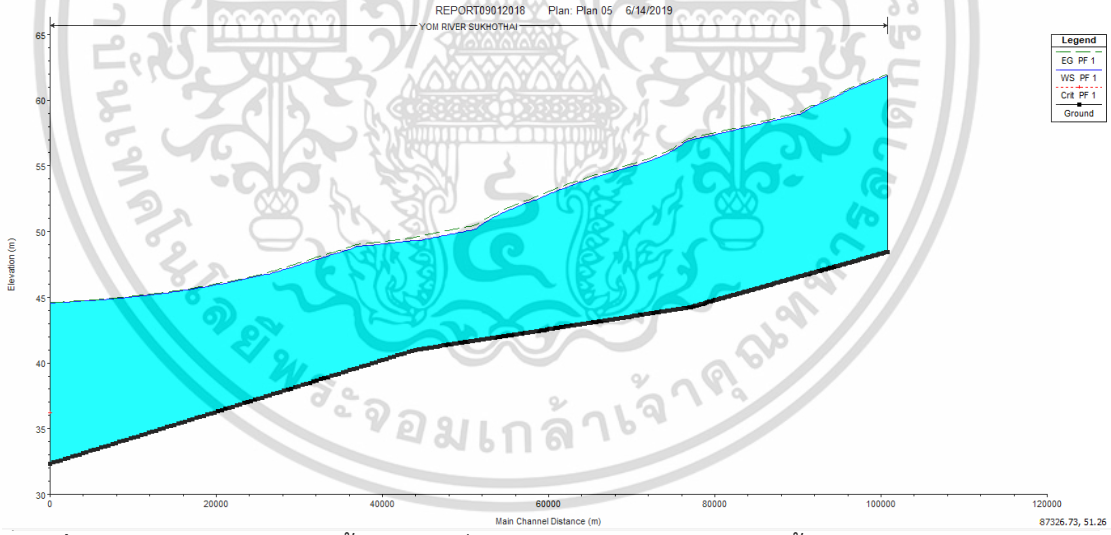


รูปที่ 4.51 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยมกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

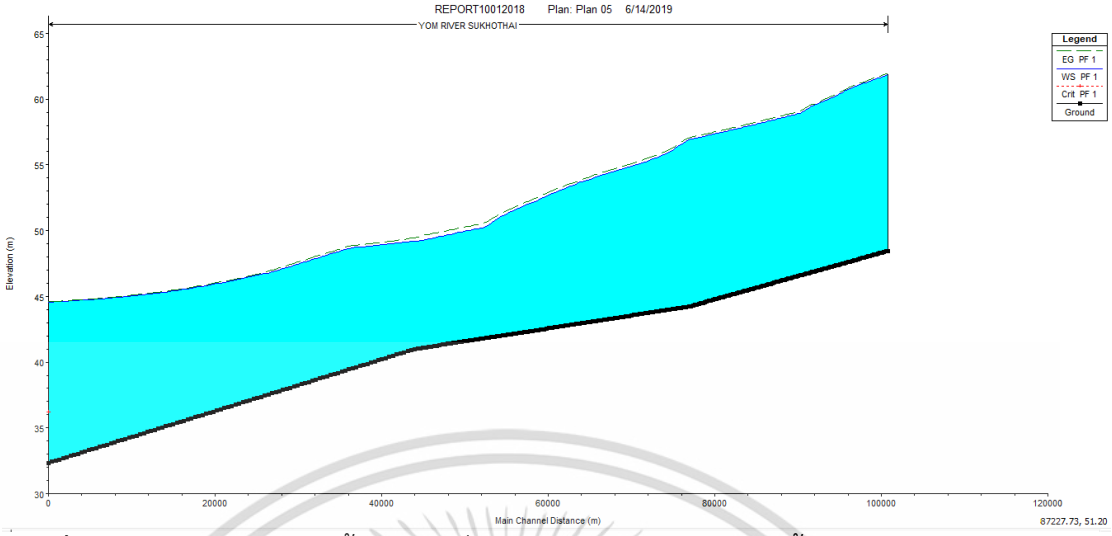


รูปที่ 4.52 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยมกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 6

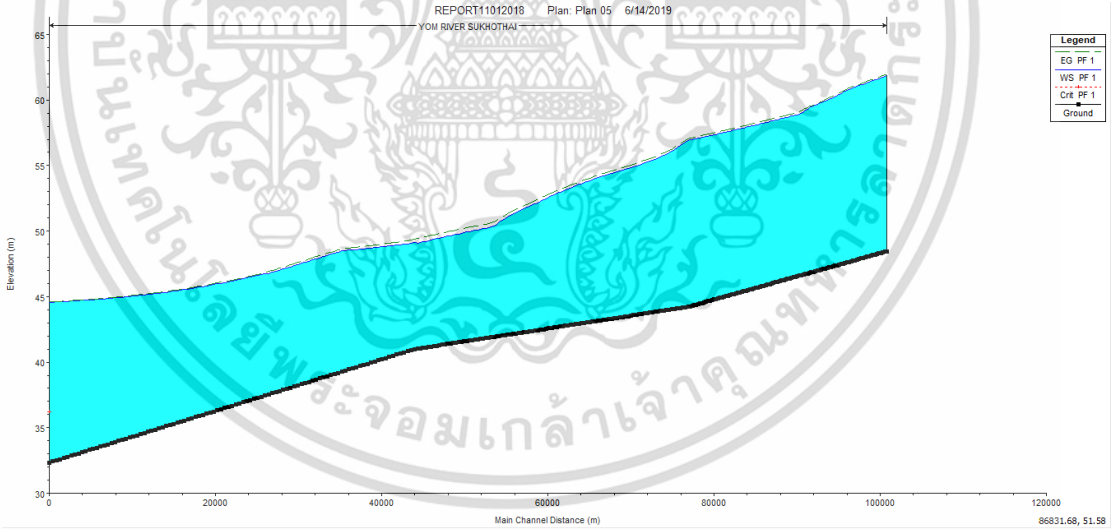


รูปที่ 4.53 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยมกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

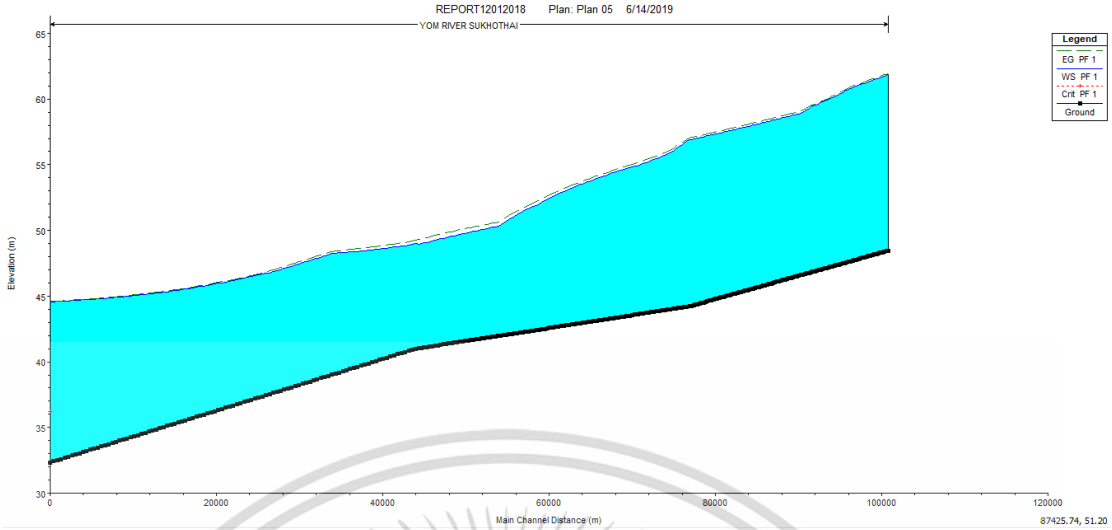


รูปที่ 4.54 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยมกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 8

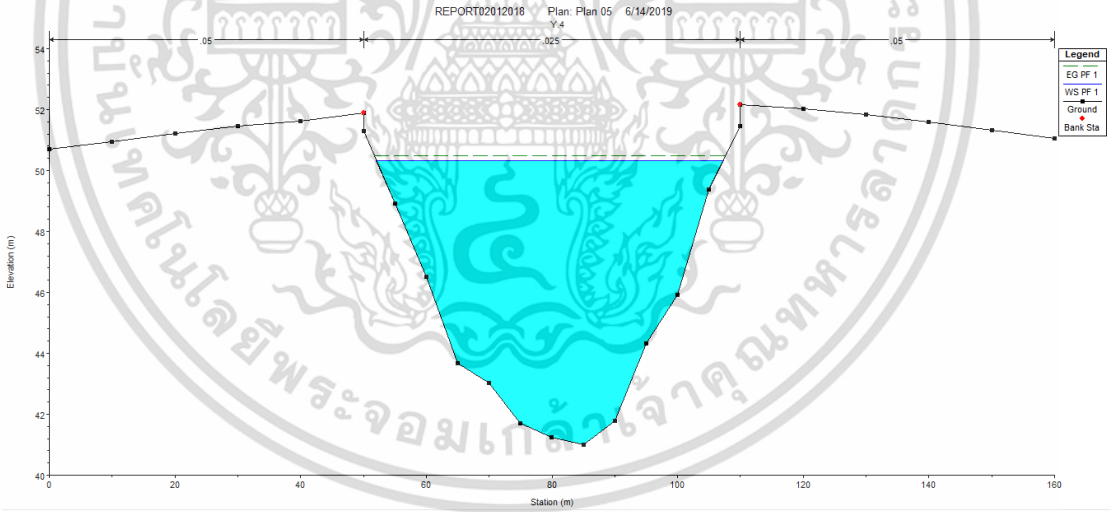


รูปที่ 4.55 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยมกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

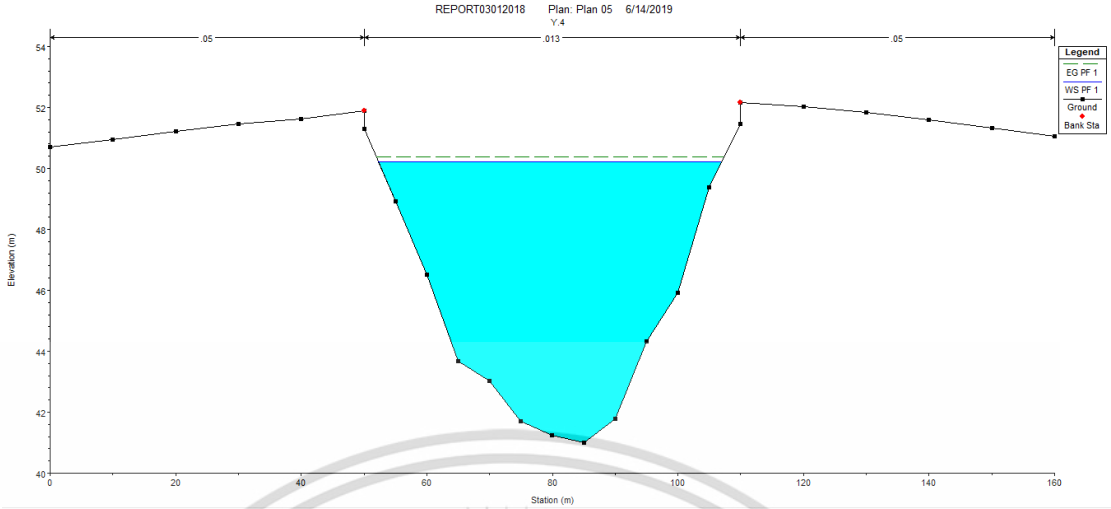


รูปที่ 4.56 รูปตัดตามยาวแม่น้ำยมกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 10

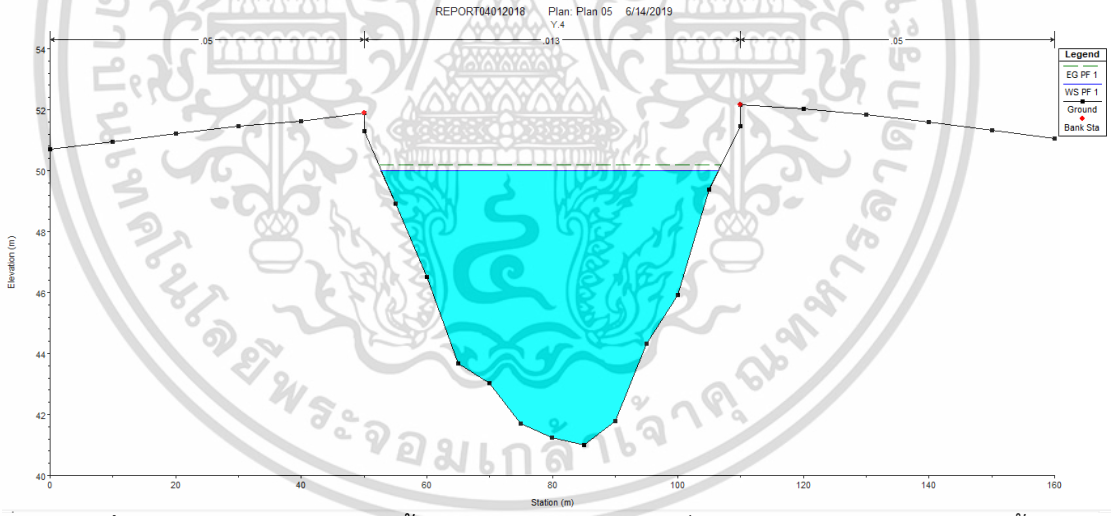


รูปที่ 4.57 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที ก่อนการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

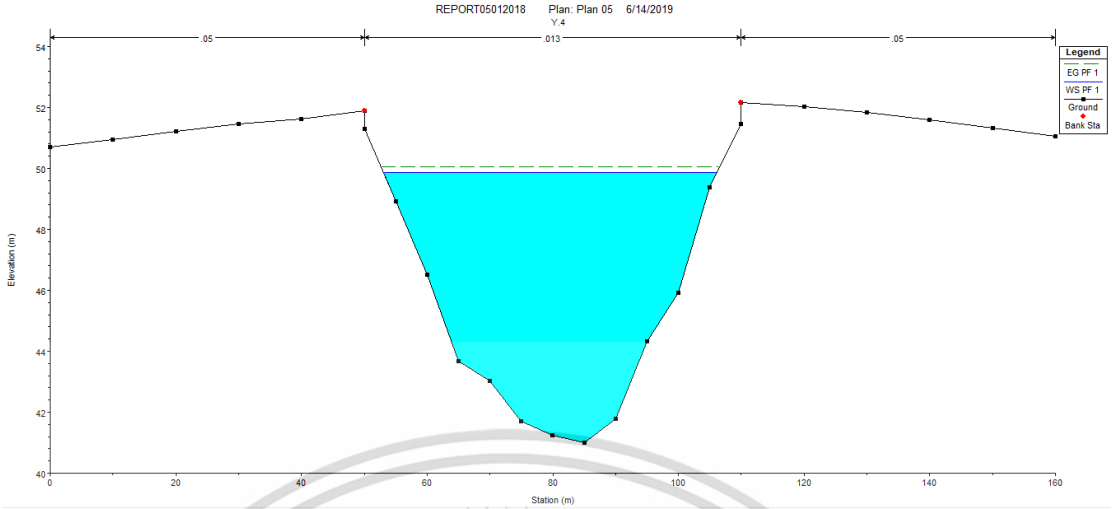


รูปที่ 4.58 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 1

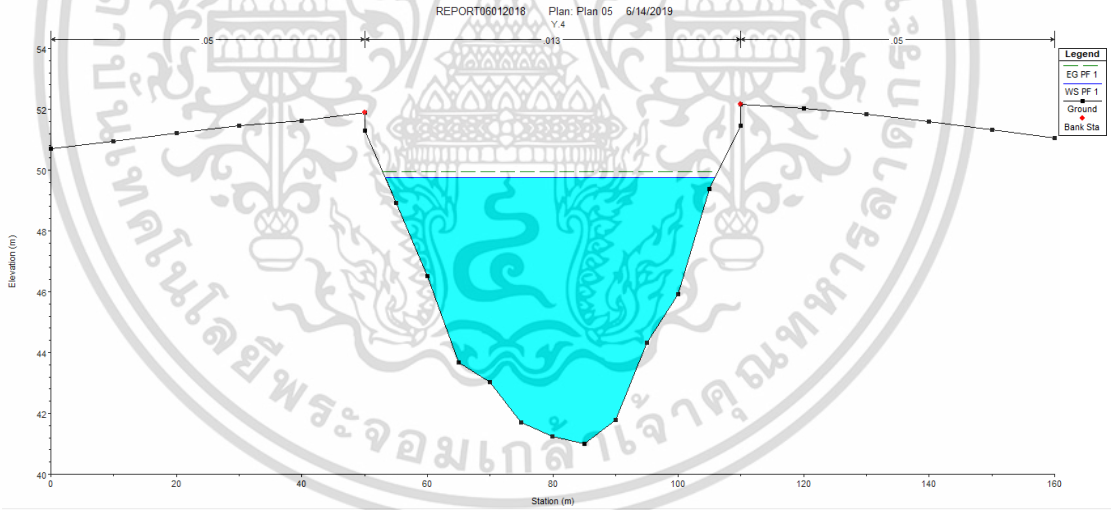


รูปที่ 4.59 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

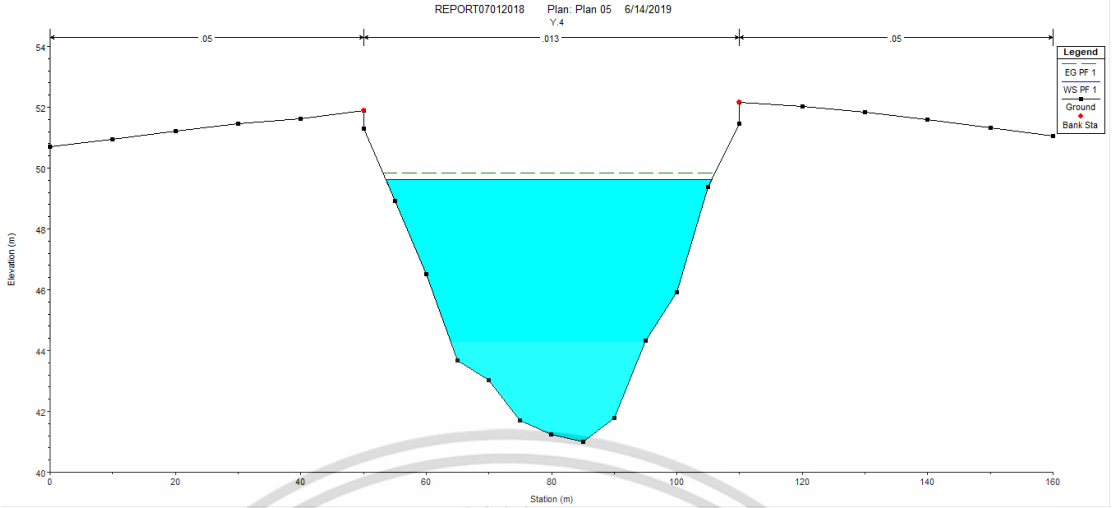


รูปที่ 4.60 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 3

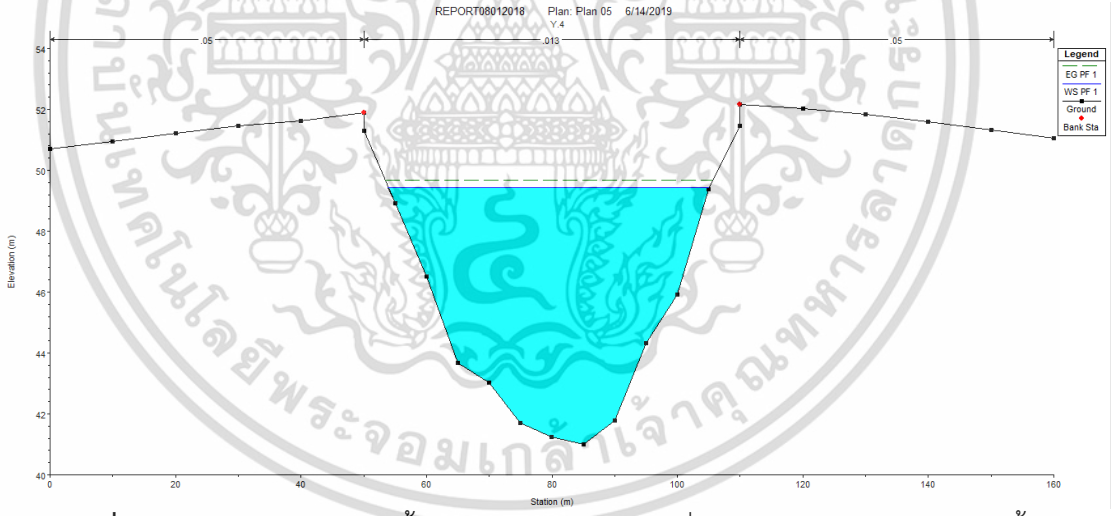


รูปที่ 4.61 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

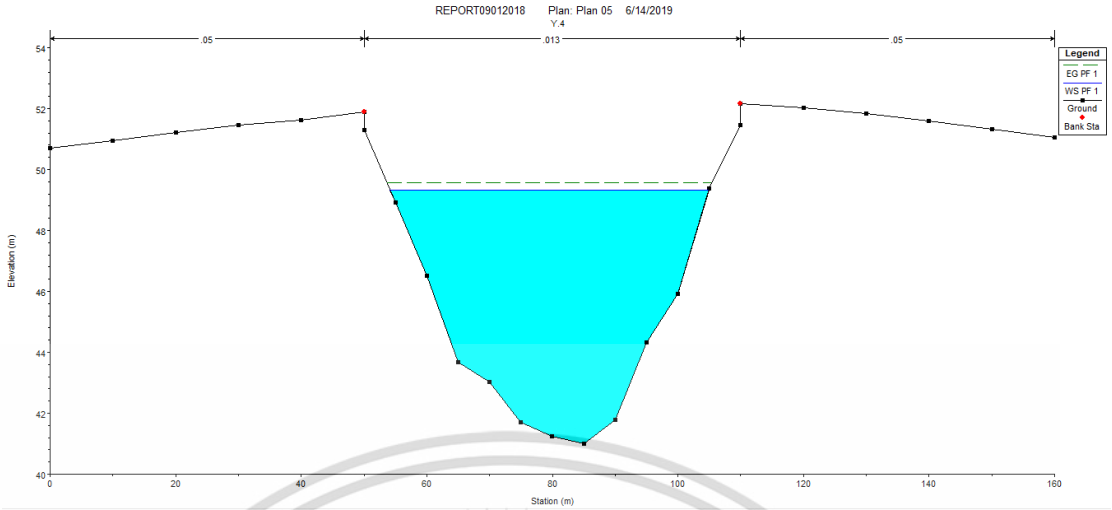


รูปที่ 4.62 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 5

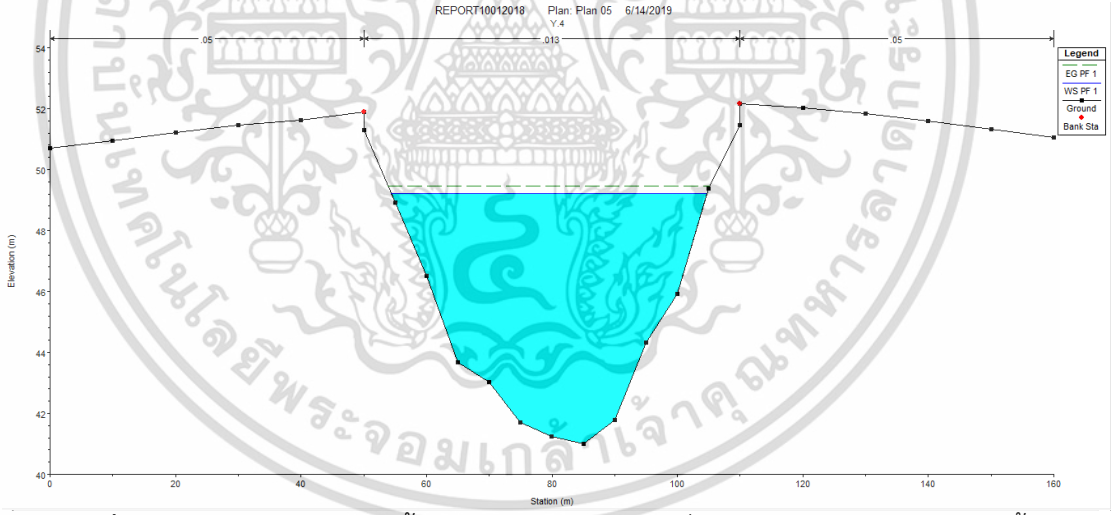


รูปที่ 4.63 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

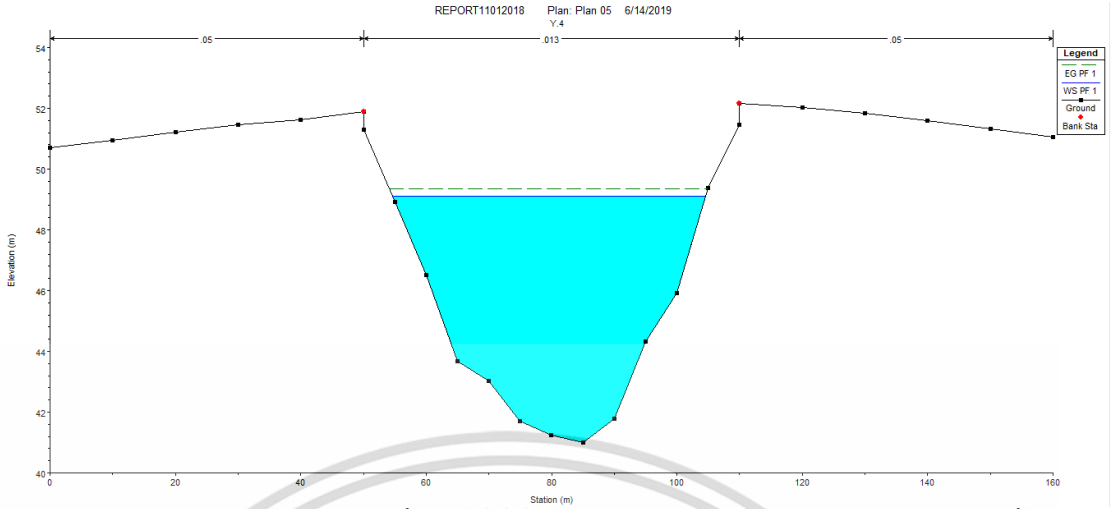


รูปที่ 4.64 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 7

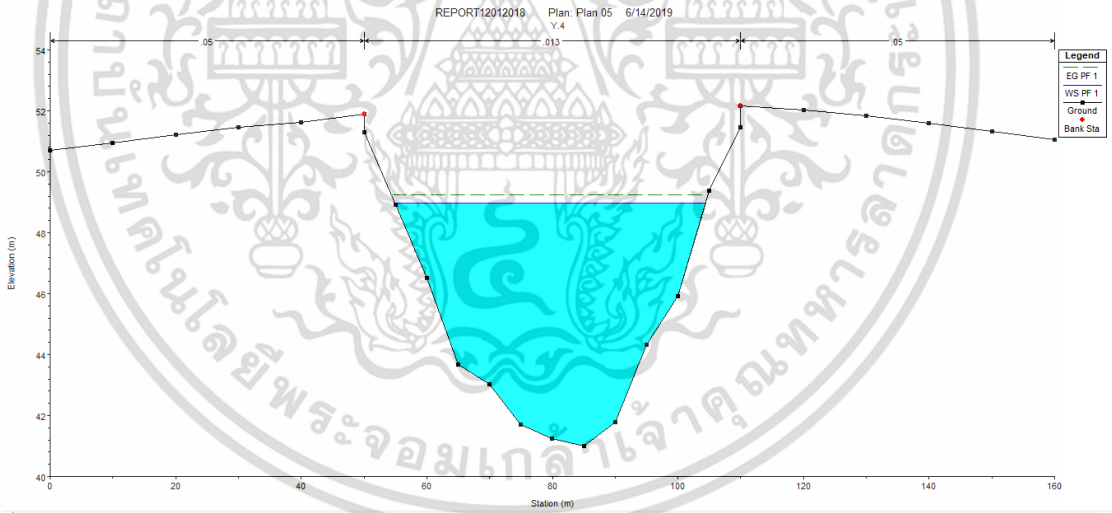


รูปที่ 4.65 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.66 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 9



รูปที่ 4.67 รูปตัดตามขวางแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ในกรณีที่ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล ณ สถานี Y.4

ผลจากการวิเคราะห์การไหลในแม่น้ำยมด้วยวิธีการ Run โปรแกรม HEC-RAS ทำให้ทราบค่าความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหลในแต่ละกรณีทั้ง 10 กรณี ดังต่อไปนี้ กรณีที่ 1 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล คือ 1.82 เมตร/วินาที กรณีที่ 2 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล คือ 1.89 เมตร/วินาที กรณีที่ 3 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล คือ 1.93 เมตร/วินาที กรณีที่ 4 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล คือ 1.97 เมตร/วินาที กรณีที่ 5 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล คือ 2.02 เมตร/วินาที กรณีที่ 6 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล คือ 2.08 เมตร/วินาที กรณีที่ 7 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล คือ 2.13 เมตร/วินาที กรณีที่ 8 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล คือ 2.17 เมตร/วินาที กรณีที่ 9 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล คือ 2.22 เมตร/วินาที และกรณีที่ 10 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล คือ 2.28 เมตร/วินาที ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล ณ สถานี Y.4 ในกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ

กรณีการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ	ความเร็วเฉลี่ยของการไหล ก่อนการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ (ม./วินาที)	ความเร็วเฉลี่ยของการไหล หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ (ม./วินาที)	ความเร็วเฉลี่ยของการไหลเพิ่มขึ้น หลังการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ (ม./วินาที)
กรณีที่ 1	1.79	1.82	0.03
กรณีที่ 2	1.79	1.89	0.10
กรณีที่ 3	1.79	1.93	0.14
กรณีที่ 4	1.79	1.97	0.18
กรณีที่ 5	1.79	2.02	0.23
กรณีที่ 6	1.79	2.08	0.29
กรณีที่ 7	1.79	2.13	0.34
กรณีที่ 8	1.79	2.17	0.38
กรณีที่ 9	1.79	2.22	0.43
กรณีที่ 10	1.79	2.28	0.49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

วิเคราะห์ผลการวิจัย

ผลจากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานในพื้นที่และผลจากการวิเคราะห์การไหลในแม่น้ำยมตามกรณีของการปรับปรุงกายภาพลำน้ำทั้ง 10 กรณี ด้วยโปรแกรม HEC-RAS ทั้งในกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที และในกรณีที่ไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำนั้น เพื่อให้การศึกษาในครั้งนี้สามารถเลือกแนวทางในการบรรเทาปัญหาอุทกภัยให้กับเขตชุมชนเมืองสุโขทัยได้อย่างเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในปัจจุบันและบรรลุตามวัตถุประสงค์ได้มากที่สุดนั้น ผู้วิจัยจึงได้รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผลการศึกษาตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ผลการสอบเทียบอัตราการไหลและค่าระดับน้ำสูงสุด
2. การวิเคราะห์ความเหมาะสมในเชิงค่าระดับน้ำสุงสุดที่ยอมรับได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อพื้นที่ปิดล้อมและพื้นที่ข้างเคียง
3. การวิเคราะห์ความเหมาะสมในเชิงความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหลในแม่น้ำยมที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อการกัดเซาะตลิ่งในพื้นที่ข้างเคียง
4. การเปรียบเทียบข้อดีและข้อด้อย ในการแก้ไขปัญหาอุทกภัยด้วยวิธีการปรับปรุงกายภาพลำน้ำกับการการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการอื่นๆ

5.1 การวิเคราะห์ผลการสอบเทียบอัตราการไหลและค่าระดับน้ำสูงสุด

ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนของการศึกษาหาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง (n) เดิมของลำน้ำ โดยใช้ข้อมูลหน้าตัดของลำน้ำ อัตราการไหล ค่าระดับน้ำสุงสุด โครงข่ายการระบายน้ำและลักษณะทางกายภาพของลำน้ำมาใช้ในการวิเคราะห์โปรแกรม ค่าระดับน้ำที่ได้จากโปรแกรมจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับค่าระดับน้ำที่เกิดขึ้นจริง โดยจะใช้การปรับแก้ค่า n ไปเรื่อยๆ จนกว่าค่าระดับน้ำที่ได้จากการ Run โปรแกรมจะตรงกับค่าระดับน้ำที่เกิดขึ้นจริง ค่า n สุดท้ายจะถูกใช้ในขั้นตอนของการศึกษาต่อไป ในการสอบเทียบได้ทำการสอบเทียบกับสถิติอัตราการไหลสูงสุดและค่าระดับน้ำสูงสุด ในปี พ.ศ. 2554 และปี พ.ศ. 2553 ดังแสดงในตารางที่ 5.1 และ 5.2

ตารางที่ 5.1 ผลการสอบเทียบอัตราการไหลและค่าระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นใน ปี พ.ศ. 2554

สถานี	อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)	ค่าระดับน้ำสูงสุด ปี พ.ศ. 2554 (ม.รทก.)	ค่าระดับน้ำสูงสุด ที่ได้จากการ Run โปรแกรม (ม.รทก.)
Y.3A	1,365.10	61.89	61.89
Y.33	1,198.00	57.16	57.16
Y.4	685.20	50.74	50.74
Y.15	526.70	44.57	44.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลจากการสอบเทียบโดยการใช้อัตราการไหลสูงสุดในแม่น้ำยมที่เกิดขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2554 ซึ่งกำหนดให้ สถานี Y.15 เป็น River Station 1.00 มีอัตราการไหล 526.70 ลบ.ม./วินาที ค่าระดับน้ำสูงสุด 44.57 ม. (รทก.) สถานี Y.4 เป็น River Station 2.00 มีอัตราการไหล 685.20 ลบ.ม./วินาที สถานี Y.33 เป็น River Station 3.00 มีอัตราการไหล 1,198.00 ลบ.ม./วินาที และสถานี Y.3A เป็น River Station 4.00 มีอัตราการไหล 1,365.10 ลบ.ม./วินาที ผลจากการ Run โปรแกรมด้วยการสมมุติค่า n ในแต่ละ Cross-Section จาก River Station 1.00 ถึง River Station 4.00 พบว่าค่า n จะมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.025 – 0.050 ซึ่งเป็นค่าที่ทำให้ค่าระดับน้ำที่เกิดขึ้นจากการ Run โปรแกรมตรงกับค่าที่เกิดขึ้นจริงในปี พ.ศ. 2554 โดยช่วงที่ไหลผ่านสถานี Y.4 ค่า n จะมีค่าเท่ากับ 0.025 ซึ่งสอดคล้องกับสภาพทางกายภาพของแม่น้ำยม โดยจะพบได้ว่าได้มีการก่อสร้างเขื่อนป้องกันตลิ่งและคันป้องกันน้ำท่วมแบบหินเรียงตลอดสองฝั่งของแม่น้ำยมช่วงที่ไหลผ่านตัวเมืองสุโขทัย เช่นเดียวกับช่วงที่แม่น้ำยมไหลผ่านเขตที่เป็นที่ตั้งของตัวอำเภอหรือเขตชุมชนหนาแน่นริมแม่น้ำก็จะได้รับการก่อสร้างเพื่อป้องกันน้ำท่วมและป้องกันการกัดเซาะของกระแสน้ำ

ตารางที่ *5.2* ผลการสอบเทียบอัตราการไหลและค่าระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นใน ปี พ.ศ. 2553

สถานี	อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)	ค่าระดับน้ำสูงสุด ปี พ.ศ. 2553 (ม.รทก.)	ค่าระดับน้ำสูงสุด ที่ได้จากการ Run โปรแกรม (ม.รทก.)
Y.3A	1,168.80	61.23	61.32
Y.33	998.00	57.00	57.08
Y.4	607.50	50.58	50.56
Y.15	393.00	44.18	44.18

ผลจากการสอบเทียบครั้งที่สองด้วยการใช้อัตราการไหลในแม่น้ำยมที่เกิดขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2553 โดยกำหนดให้ สถานี Y.15 เป็น River Station 1.00 มีอัตราการไหล 393.00 ลบ.ม./วินาที ค่าระดับน้ำสูงสุด 44.18 ม. (รทก.) สถานี Y.4 เป็น River Station 2.00 มีอัตราการไหล 607.50 ลบ.ม./วินาที สถานี Y.33 เป็น River Station 3.00 มีอัตราการไหล 998.00 ลบ.ม./วินาที และสถานี Y.3A เป็น River Station 4.00 มีอัตราการไหล 1,168.80 ลบ.ม./วินาที การ Run โปรแกรมในครั้งนี้เป็นการใช้ค่า n ค่าเดียวกับค่า n ที่ได้จากผลการสอบเทียบในปี พ.ศ. 2554 ในทุก Cross-Section ซึ่งผลที่ได้พบว่าค่าระดับน้ำที่สถานี Y.3A จากการ Run โปรแกรม มีค่าระดับสูงกว่าค่าที่เกิดขึ้นจริง 0.09 เมตร ค่าระดับน้ำที่สถานี Y.33 ที่ได้จากการ Run โปรแกรม มีค่าระดับสูงกว่าค่าที่เกิดขึ้นจริง 0.08 เมตร และค่าระดับน้ำที่สถานี Y.4 ที่ได้จากการ Run โปรแกรม มีค่าระดับต่ำกว่าค่าที่เกิดขึ้นจริง 0.02 เมตร ซึ่งน่าจะมีปัจจัยมาจากสภาพทางกายภาพของแม่น้ำยมในปี พ.ศ. 2554 ช่วงจากสถานี Y.3A ถึง สถานี Y.33 มีสภาพทางกายภาพที่ดีกว่าสภาพทางกายภาพในปี พ.ศ. 2553 จึงทำให้ค่าระดับน้ำที่ได้จากการ Run โปรแกรมมีค่าระดับที่สูงกว่าค่าที่เกิดขึ้นจริง ส่วนสภาพทางกายภาพของแม่น้ำยมในปี พ.ศ. 2554 ช่วงจากสถานี Y.4 ถึง สถานี Y.15 มีสภาพทางกายภาพที่ใกล้เคียงกับสภาพทางกายภาพในปี พ.ศ. 2553 จึงทำให้ค่าระดับน้ำที่ได้จากการ Run โปรแกรมมีค่าแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพียงเล็กน้อย ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง (n) เดิมของลำน้ำที่ได้จากการสอบเทียบกับข้อมูลปี พ.ศ. 2554 เป็นค่าเริ่มต้นในการดำเนินการ

5.2 การวิเคราะห์ความเหมาะสมในเชิงค่าระดับน้ำสูงสุด

ตารางที่ 5.3 สรุปค่าระดับน้ำสูงสุดในต่ละกรณี ณ สถานี Y.4

การปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ด้วยการดาดคอนกรีต	กรณีที่ไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ (ม.รทก.)	กรณีทีมีคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที (ม.รทก.)	กรณีทีมีคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที (ม.รทก.)
กรณีที่ไม่มีการปรับปรุง	50.74	50.53	50.32
กรณีที่ 1	50.68	50.41	50.20
กรณีที่ 2	50.37	50.19	50.00
กรณีที่ 3	50.22	50.05	49.88
กรณีที่ 4	50.07	49.91	49.75
กรณีที่ 5	49.92	49.77	49.62
กรณีที่ 6	49.70	49.57	49.45
กรณีที่ 7	49.55	49.44	49.33
กรณีที่ 8	49.41	49.31	49.22
กรณีที่ 9	49.28	49.20	49.11
กรณีที่ 10	49.15	49.06	48.97

จากตารางที่ 5.3 จะพบได้ว่าในกรณีที่ไม่มีมาตรการใดๆเลย ในการบรรเทาปัญหาอุทกภัยและมีอัตราการไหลในแม่น้ำยมที่ 685.20 ลบ.ม./วินาที เช่นเดียวกับที่เคยเกิดขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2554 ค่าระดับน้ำในแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 ก็จะอยู่ที่ระดับ +50.74 ม.รทก.แต่หากมีการดำเนินการใช้การผันน้ำผ่านคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที ค่าระดับน้ำก็จะลดลงทันที 0.21 เมตร มาอยู่ที่ระดับ +50.53 ม.รทก.ยิ่งไปกว่านั้นหากสามารถผันน้ำเข้าคลองผันน้ำได้ในขนาด 100 ลบ.ม./วินาที ค่าระดับน้ำก็จะลดลง 0.42 เมตร มาอยู่ที่ระดับ +50.32 ม.รทก.นอกจากนี้แล้วหากพิจารณาค่าระดับน้ำภายใต้เงื่อนไขการปรับปรุงกายภาพแม่น้ำยมร่วมกับการมีคลองผันน้ำก็จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการลดระดับน้ำได้มากยิ่งขึ้น ดังแสดงตารางที่ 5.3 อย่างไรก็ตามในการเลือกว่าจะใช้กรณีใดนั้นจะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับพื้นที่ในปัจจุบันด้วย ผลจากการตรวจสอบพื้นที่พบว่า ระดับถนนภายในเขตเทศบาลเมืองสุโขทัยธานี มีค่าระดับอยู่ที่ +49.50 ม.รทก.และระดับคันดินริมแม่น้ำยมจะอยู่ที่ระดับ +50.00 ม.รทก.โดยประมาณ โดยมีกำแพงกั้นน้ำคอนกรีตเสริมเหล็กความสูง 2.00 เมตร จึงทำให้มีระดับป้องกันน้ำท่วมอยู่ที่ระดับ +52.00 ม.รทก.โดยประมาณ ดังรูปที่ 5.1 อย่างไรก็ตามเขื่อนป้องกันน้ำท่วมที่กรมโยธาธิการและผังเมืองได้ทำการก่อสร้างแล้วเสร็จไปแล้วนั้น มีระยะทางยาวประมาณ 5 กม.จากบริเวณวัดปากแควในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลปากแคว ลงมาด้านท้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำถึงบริเวณสะพานพระแม่ย่า ในเขตเทศบาลเมืองสุโขทัยธานี แต่ถัดจากสะพานพระแม่ย่าลงไปด้านท้ายน้ำจะเป็นคันดินธรรมชาติมีระดับ +50.00 ม.รทก.

รูปที่ 5.1 รูปแบบการก่อสร้างคันป้องกันน้ำท่วมของกรมโยธาธิการและผังเมือง

จากข้อมูลข้างต้นจึงจำเป็นที่จะต้องพิจารณาเลือกค่าระดับน้ำที่เหมาะสมที่ไม่ส่งผลกระทบต่อการล้นคันดินริมแม่น้ำยมในด้านท้ายน้ำ นั่นคือจะพิจารณาเลือกในกรณีที่ค่าระดับน้ำมีค่าระดับไม่ล้นระดับคันดินเดิม คือ +50.00 ม.รทก ซึ่งสมารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

5.2.1 กรณีที่ไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ

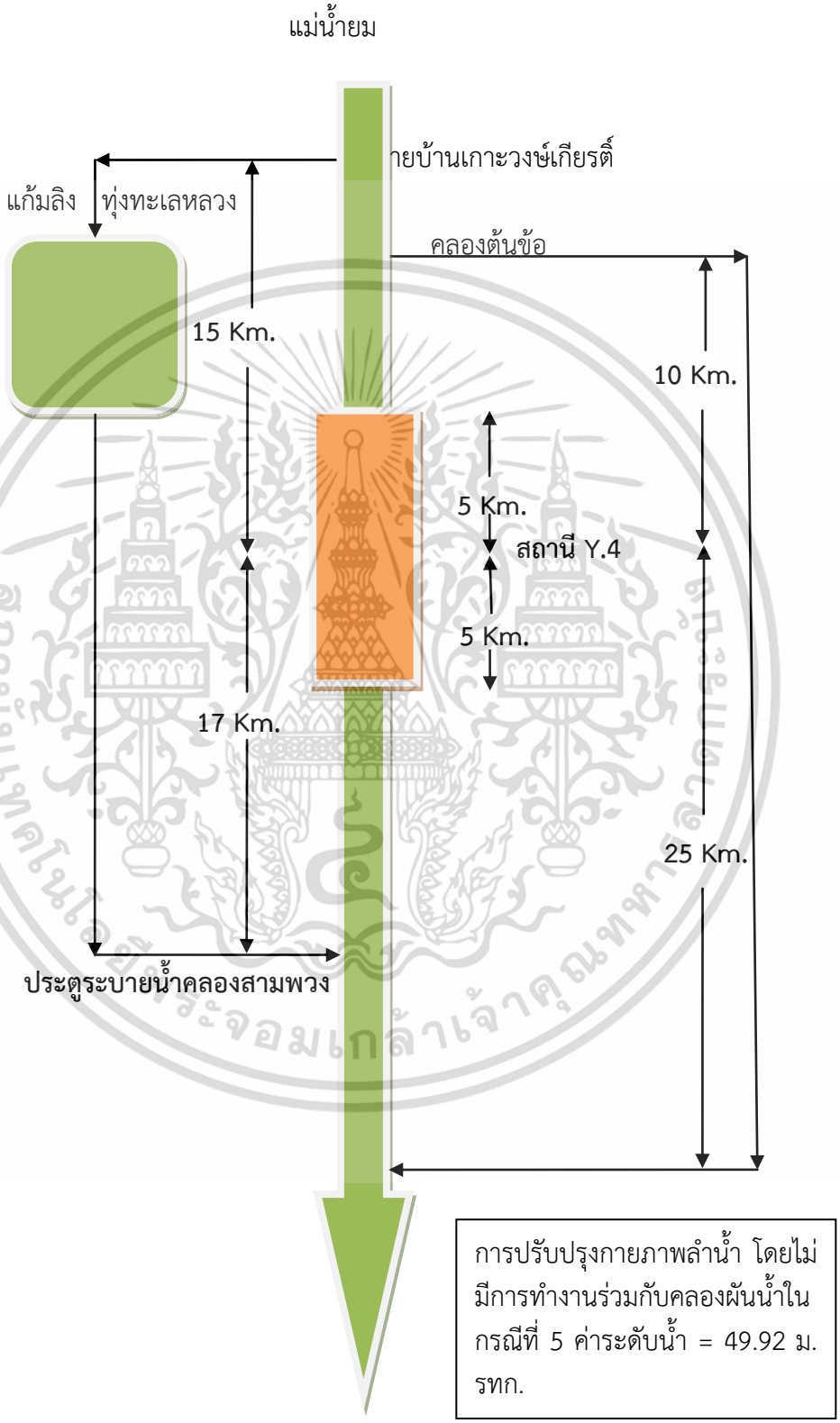
เป็นการทำงานด้วยการปรับปรุงกายภาพแม่น้ำยมอย่างเดียว ต้องพิจารณาเลือกการปรับปรุงในกรณีที่ 5 คือการปรับปรุงกายภาพแม่น้ำยมเป็นระยะทางรวม 10 กม.โดยใช้ตำแหน่งสถานี Y.4 (บริเวณด้านหลังจวนผู้ว่าราชการจังหวัดสุโขทัย) เป็นจุดเริ่มต้นขึ้นไปทางด้านเหนือน้ำเป็นระยะทาง 5 กม.และปรับปรุงลงมาทางด้านท้ายน้ำเป็นระยะทาง 5 กม.ค่าระดับน้ำที่เกิดขึ้นสูงสุดคือ +49.92 ม.รทก.ดังรูปที่ 5.2

5.2.2 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที

เป็นการทำงานด้วยการปรับปรุงกายภาพแม่น้ำยมร่วมกับคลองผันน้ำฝั่งขวาของแม่น้ำยม โดยผันน้ำเข้าพื้นที่แก้มลิงทุ่งทะเลหลวง ได้พิจารณาเลือกการปรับปรุงในกรณีที่ 4 คือการปรับปรุงกายภาพแม่น้ำยมเป็นระยะทางรวม 8 กม.โดยใช้ตำแหน่งสถานี Y.4 (บริเวณด้านหลังจวนผู้ว่า

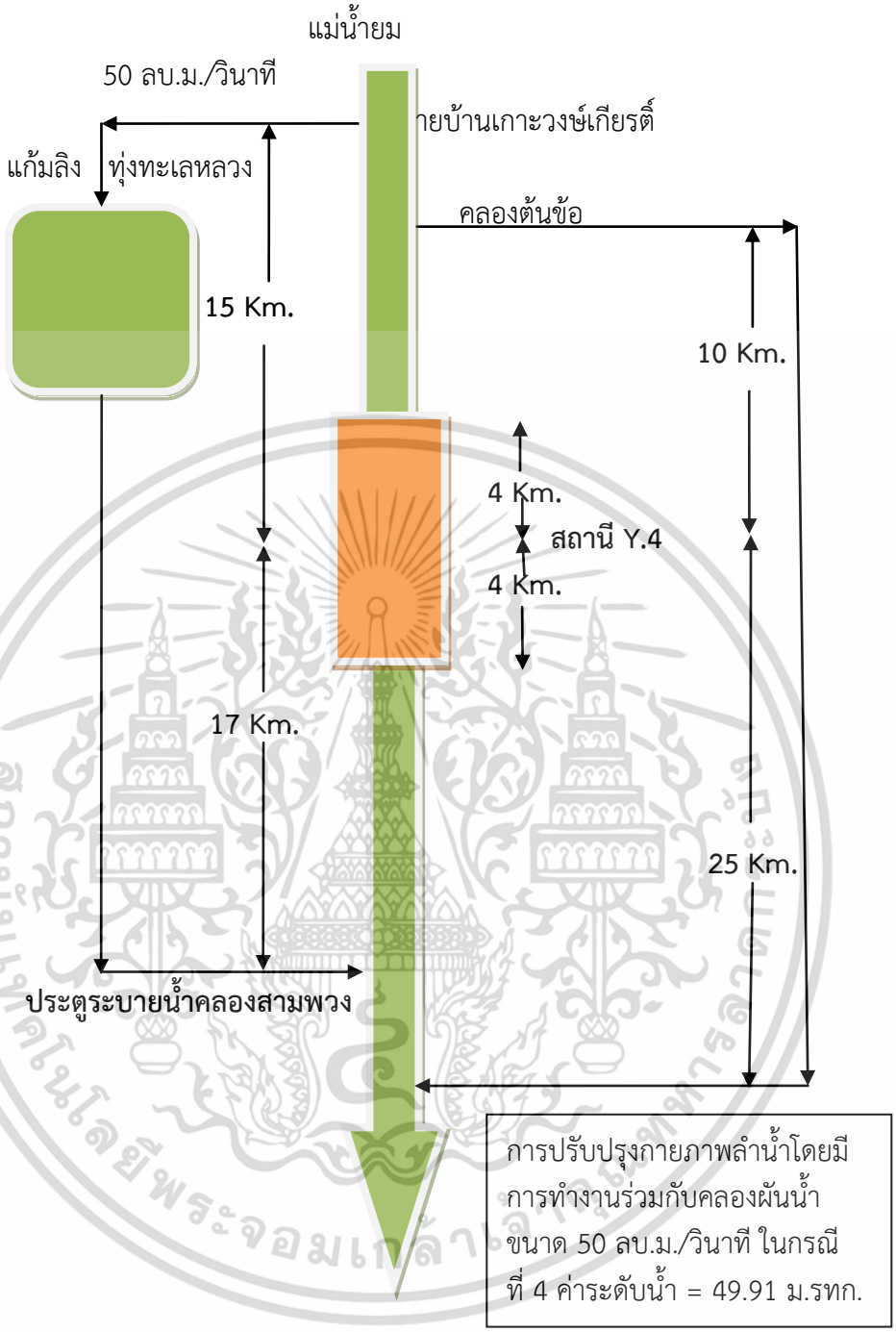
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ราชการจังหวัดสุโขทัย) เป็นจุดเริ่มต้นขึ้นไปทางด้านเหนือน้ำเป็นระยะทาง 4 กม.และปรับปรุงลงมาทางด้านท้ายน้ำเป็นระยะทาง 4 กม.ค่าระดับน้ำที่เกิดขึ้นสูงสุดคือ +49.91 ม.รทก.ดังรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.2 การปรับปรุงกายภาพลำน้ำโดยไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำในกรณีที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



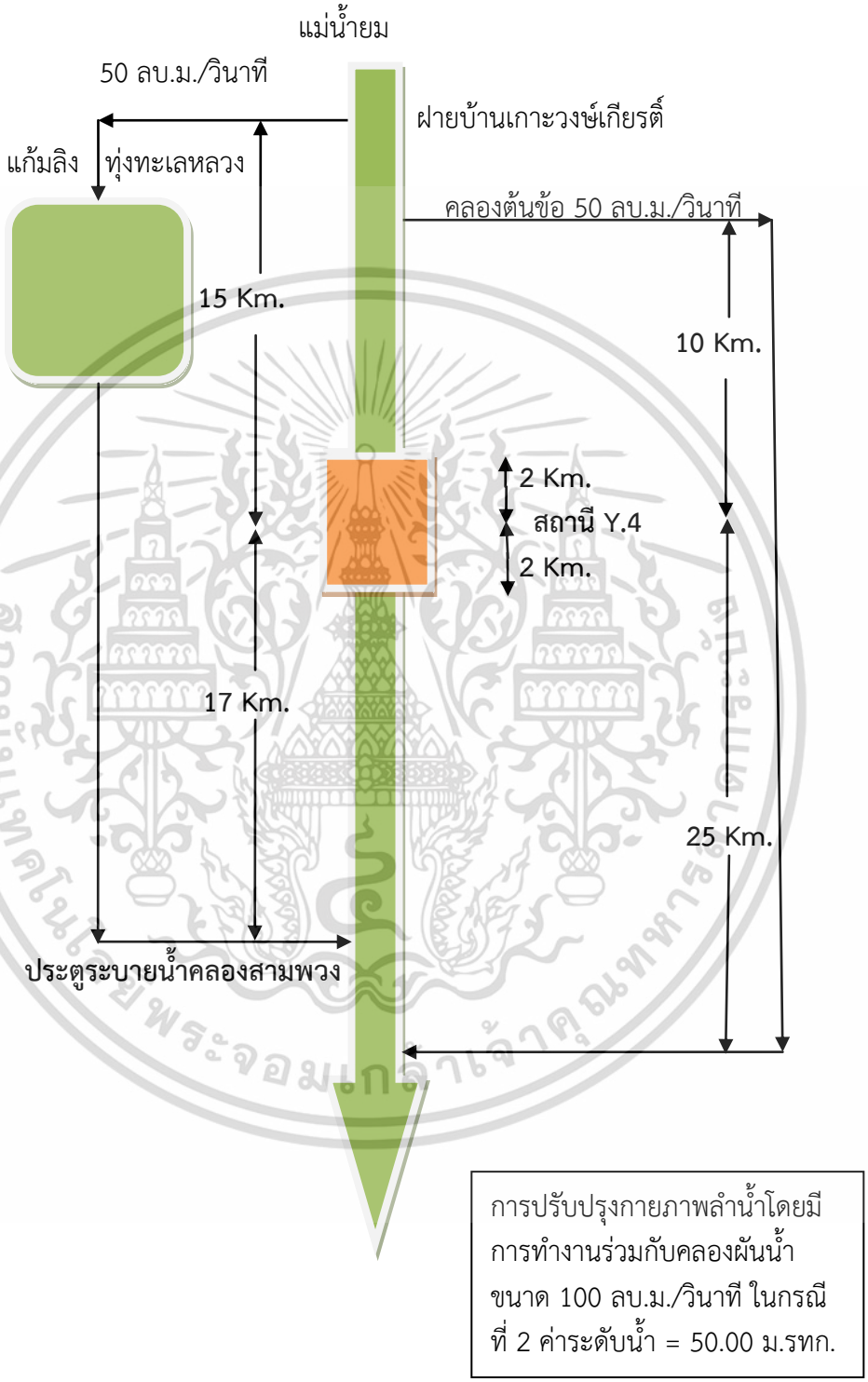
รูปที่ 5.3 การปรับปรุงกายภาพลำน้ำโดยมีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที ในกรณีที่ 4

5.2.3 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที

เป็นการทำงานด้วยการปรับปรุงกายภาพแม่น้ำยมร่วมกับคลองผันน้ำฝั่งซ้ายและฝั่งขวาของแม่น้ำยม โดยฝั่งซ้ายผันน้ำเข้าคลองต้นข้อ ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที และฝั่งขวาผันน้ำเข้าพื้นที่แก้มลิงทุ่งทะเลหลวง ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที ได้พิจารณาเลือกการปรับปรุงในกรณีที่ 2 คือการปรับปรุงกายภาพแม่น้ำยมเป็นระยะทางรวม 4 กม.โดยใช้ตำแหน่งสถานี Y.4 (บริเวณด้านหลังจวนผู้ว่า

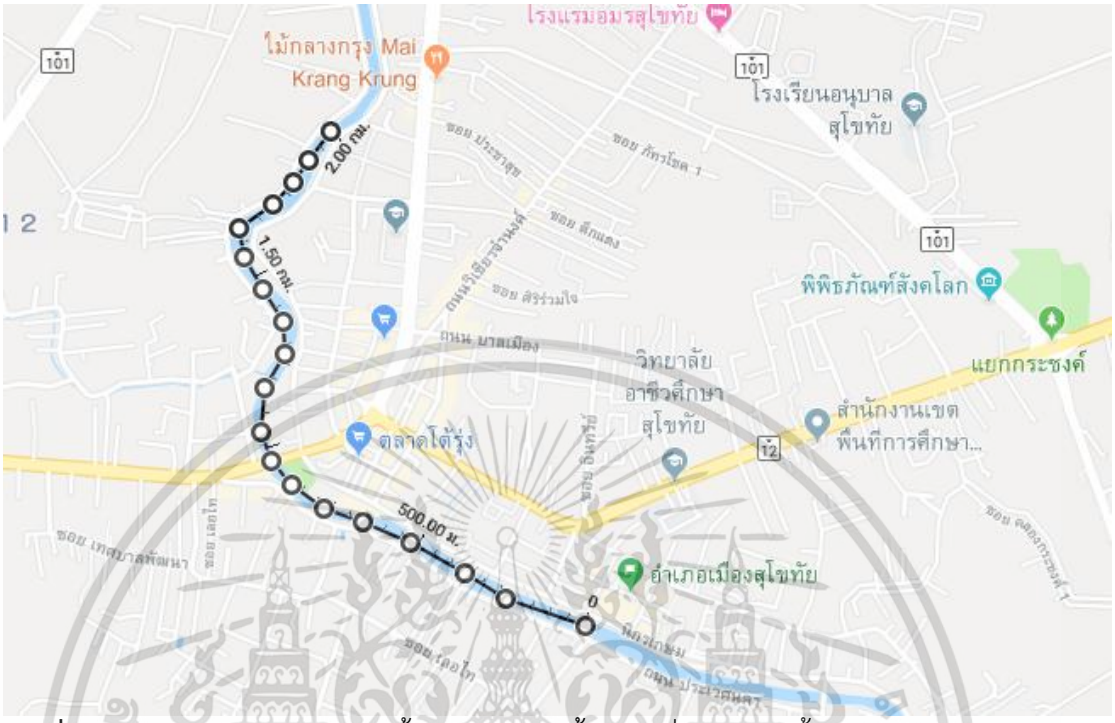
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ราชการจังหวัดสุโขทัย) เป็นจุดเริ่มต้นขึ้นไปทางด้านเหนือน้ำเป็นระยะทาง 2 กม.และปรับปรุงลงมาทางด้านท้ายน้ำเป็นระยะทาง 2 กม.ค่าระดับน้ำที่เกิดขึ้นสูงสุดคือ +50.00 ม.รทก.ดังแสดงในรูปที่ 5.4 ถึง 5.6

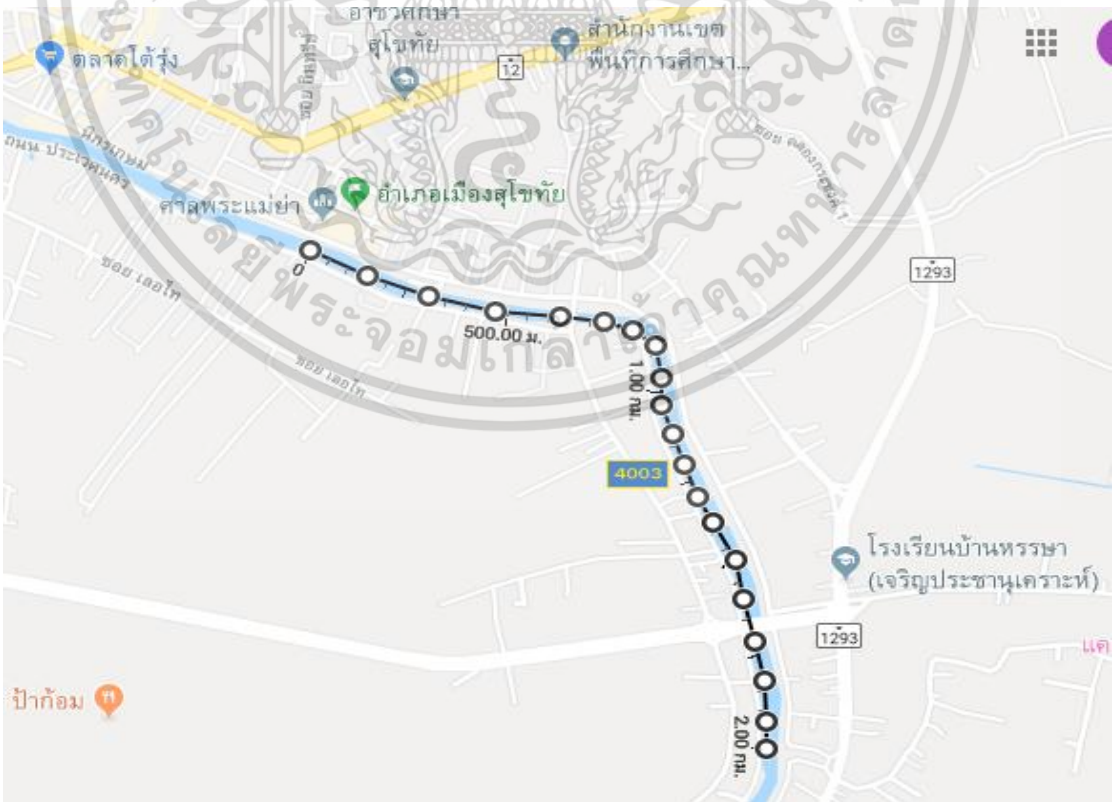


รูปที่ 5.4 การปรับปรุงกายภาพลำน้ำโดยมีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที ในกรณีที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.5 การปรับปรุงกายภาพแม่น้ำยมด้านเหนือน้ำ กรณีที่มีคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที



รูปที่ 5.6 การปรับปรุงกายภาพแม่น้ำยมด้านท้ายน้ำ กรณีที่มีคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 การวิเคราะห์ความเหมาะสมในเชิงความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหล

ตารางที่ 5.4 สรุปความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหลในต่ละกรณี ณ สถานี Y.4

การปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ด้วยการดาดคอนกรีต	กรณีที่ไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ (ม./วินาที)	กรณีทีมีคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที (ม./วินาที)	กรณีทีมีคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที (ม./วินาที)
กรณีที่ไม่มีการปรับปรุง	1.95	1.87	1.79
กรณีที่ 1	1.97	1.91	1.82
กรณีที่ 2	2.08	1.99	1.89
กรณีที่ 3	2.13	2.03	1.93
กรณีที่ 4	2.19	2.08	1.97
กรณีที่ 5	2.24	2.14	2.02
กรณีที่ 6	2.33	2.21	2.08
กรณีที่ 7	2.39	2.27	2.13
กรณีที่ 8	2.46	2.32	2.17
กรณีที่ 9	2.52	2.37	2.22
กรณีที่ 10	2.58	2.42	2.28

จากตารางที่ 5.4 จะพบได้ว่าในกรณีที่ไม่มีมาตรการใดๆ เลยในการบรรเทาปัญหาอุทกภัยและมีอัตราการไหลในแม่น้ำยมที่ 685.20 ลบ.ม./วินาที เช่นเดียวกับที่เคยเกิดขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2554 ความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหลของน้ำในแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 จะอยู่ที่ 1.95 ม./วินาที แต่หากมีการดำเนินการใช้การผันน้ำผ่านคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที ความเร็วเฉลี่ยของน้ำก็จะลดลงทันที 0.08 ม./วินาที มาอยู่ที่ 1.87 ม./วินาที ยิ่งไปกว่านั้นหากสามารถผันน้ำเข้าคลองผันน้ำได้ในขนาด 100 ลบ.ม./วินาที ความเร็วของน้ำก็จะลดลง 0.16 ม./วินาที มาอยู่ที่ 1.79 ม./วินาที นอกจากนี้แล้วหากพิจารณาความเร็วการไหลของน้ำที่อยู่ภายใต้เงื่อนไขการปรับปรุงกายภาพแม่น้ำยมร่วมกับการมีคลองผันน้ำก็จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการลดความเร็วของกระแสน้ำซึ่งจะมีผลดีต่อการลดผลกระทบในการกัดเซาะของตลิ่งลงได้ได้มากยิ่งขึ้น และจากแสดงตารางที่ 5.2 แสดงให้เห็นว่าเมื่อมีการปรับปรุงกายภาพแม่น้ำยมเป็นระยะทางมากยิ่งขึ้นความเร็วของน้ำก็จะเพิ่มมากยิ่งขึ้นด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตามในการพิจารณาเลือกการปรับปรุงกายภาพแม่น้ำยมโดยใช้เงื่อนไขค่าระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นในข้อ 5.1 นั้น ทำให้ทราบได้ว่าความเร็วของน้ำที่เกิดขึ้นในแต่กรณีเป็นดังนี้ กรณีที่ไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำซึ่งเลือกการปรับปรุงกายภาพแม่น้ำยมในกรณีที่ 5 พบว่าความเร็วของน้ำที่เกิดขึ้นคือ 2.24 ม./วินาที ส่วนความเร็วของน้ำที่เกิดขึ้นในกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที ในกรณีที่เลือกการปรับปรุงกายภาพแม่น้ำยมในกรณีที่ 4 นั้นความเร็วของน้ำที่เกิดขึ้นคือ 2.08 ม./วินาที และความเร็วของน้ำที่เกิดขึ้นในกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที ในกรณีที่เลือกการปรับปรุงกายภาพแม่น้ำยมในกรณีที่ 2 นั้นความเร็วของน้ำที่เกิดขึ้นคือ 1.89 ม./วินาที ดังสรุปในตารางที่ 5.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.5 การพิจารณาเลือกความเหมาะสมในการแก้ไขปัญหาอุทกภัย

การพิจารณา	กรณีที่ไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ	กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที	กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที
กรณีที่คัดเลือก	5	4	2
ค่าระดับน้ำสูงสุด (ม.รทก.)	49.92	49.91	50.00
ความเร็วของการไหลสูงสุด (ม./วินาที)	2.24	2.08	1.89

ตารางที่ 5.6 ความเร็วของการไหลที่เหมาะสมกับลักษณะทางกายภาพของแม่น้ำ

Material	V (m./s)
Fine sand	0.6
Coarse sand	1.2
Earth	
Sandy silt	0.6
Silt clay	1.1
Clay	1.8
Grass-lined earth (slope < 5 per cent)	
Bermuda grass	
Sandy silt	1.8
Silt clay	2.4
Kentucky Blue grass	
Sandy silt	1.5
Silt clay	2.1
Poor rock (usually sedimentary)	
Soft sandstone	2.4
Soft shale	1.1
Good rock (usually igneous or hard metamorphic)	6.1

ที่มา : Open-Channel Flow Second Edition

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 5.5 จะพบได้ว่า ในการบรรเทาปัญหาอุทกภัยในแต่ละกรณีที่เลือกนั้นสามารถแก้ไขปัญหาอุทกภัยในลักษณะที่เคยเกิดขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2554 ได้ ทั้งนี้จะต้องนำประเด็นในเรื่องความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของการไหลของน้ำในแม่น้ำยม และประเด็นการมุดลอดของน้ำใต้คันป้องกันน้ำท่วมในจุดที่โครงสร้างคันป้องกันน้ำท่วมไม่แข็งแรงพอหรือเกิดการชำรุด จะต้องทำการเสริมความมั่นคงแข็งแรงโดยการตอกเสาเข็มพืดเหล็ก (Steel Sheet pile) สำหรับประเด็นความเร็วของกระแสน้ำนั้นจะต้องพิจารณาว่าพื้นที่ด้านเหนือน้ำและด้านท้ายน้ำนอกพื้นที่การปรับปรุงกายภาพลำน้ำนั้นมีเสถียรภาพเพียงพอต่อการกัดเซาะได้หรือไม่ โดยสามารถพิจารณาได้จากตารางที่ 5.6 [8]

จากตารางที่ 5.6 จะพบได้ว่าการใช้หินเรียง เพื่อป้องกันการกัดเซาะจากการไหลของกระแสน้ำที่มีความเร็วไม่เกิน 2.40 เมตร/วินาทีนั้น สามารถใช้ได้กับทั้ง 3 ลักษณะที่ได้ทำการเลือกไว้ในแต่ละกรณีของการปรับปรุงกายภาพแม่น้ำยม ที่มีความเร็ว 2.24 เมตร/วินาที 2.08 เมตร/วินาที และ 1.89 เมตร/วินาที ตามลำดับ

5.4 การเปรียบเทียบข้อดี ข้อด้อย และแนวทางในการเลือกวิธีการแก้ไขปัญหาอุทกภัย

ในการแก้ไขปัญหาอุทกภัยนั้น จำเป็นที่จะต้องมีการแก้ไขปัญหาแบบบูรณาการ คือการแก้ไขปัญหาอย่างรอบด้านและต้องพิจารณาความเหมาะสมในแต่ละพื้นที่มาประกอบการพิจารณาด้วย ในที่นี้ขอพิจารณาในกรณีพื้นที่ขุมขนและเศรษฐกิจหลัก ซึ่งเป็นประเด็นของการศึกษาในครั้งนี้ จะพบได้ว่าในกรณีของเทศบาลเมืองสุโขทัยธานีและชุมชนโดยรอบ มีแม่น้ำยมไหลผ่านโดยที่ต้นน้ำของแม่น้ำยมไม่มีเขื่อนขนาดใหญ่ทำหน้าที่ในการชะลอน้ำไว้เลย ประกอบกับขีดความสามารถในการระบายน้ำของลุ่มน้ำยมตอนล่างมีค่อนข้างต่ำ เนื่องจากแม่น้ำมีขนาดเล็กและมีค่าความลาดชันต่ำ ดังนั้นวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ไขปัญหาอุทกภัยสามารถจำแนกได้ 3 แนวทาง ดังนี้

5.4.1 แนวทางที่ 1

ดำเนินการสร้างคลองผันน้ำฝั่งซ้ายของแม่น้ำยม ช่วงก่อนถึงตัวเมืองสุโขทัย ขนาด 150 ลบ.ม./วินาที โดยการผันน้ำอ้อมตัวเมืองสุโขทัยลงไปยังด้านท้ายน้ำในพื้นที่อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งแนวทางนี้มีข้อดีคือสามารถแก้ไขปัญหาอุทกภัยได้ 100% แต่จะมีค่าลงทุนสูง

5.4.2 แนวทางที่ 2

ดำเนินการแบ่งการระบายน้ำเข้าสู่ระบบคลองและพื้นที่แก้มลิงต่างๆ ที่สามารถเชื่อมโครงข่ายการระบายน้ำอ้อมตัวเมืองสุโขทัยไปยังด้านท้ายน้ำให้ได้รวมกัน 100 ลบ.ม./วินาที ร่วมกับการปรับปรุงกายภาพลำน้ำยม เป็นระยะทาง 4.00 กม.แนวทางนี้สามารถแก้ไขปัญหาอุทกภัยได้ 100% ค่าลงทุนจะต่ำกว่ากรณีแรก เนื่องจากไม่ต้องมีค่าใช้จ่ายในการเวนคืนที่ดิน

5.4.3 แนวทางที่ 3

ดำเนินการแบ่งการระบายน้ำเข้าสู่ระบบคลองและพื้นที่แก้มลิงต่างๆ ที่สามารถเชื่อมโครงข่ายการระบายน้ำอ้อมตัวเมืองสุโขทัยไปยังด้านท้ายน้ำ ให้ได้รวมกัน 50 ลบ.ม./วินาที ร่วมกับการปรับปรุงกายภาพลำน้ำยม เป็นระยะทาง 8.00 กม.แนวทางนี้สามารถแก้ไขปัญหาอุทกภัยได้ 100% ค่าลงทุนจะใกล้เคียงกับกรณีที่สอง เนื่องจากจะมีค่าใช้จ่ายเฉพาะในส่วนการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ ส่วนระบบคลองสามารถใช้สิ่งก่อสร้างเดิมที่มีอยู่แล้วได้และไม่ต้องมีค่าใช้จ่ายในการเวนคืนที่ดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.4 การเปรียบเทียบกับการศึกษาอื่นๆ

การปรับปรุงกายภาพลำน้ำเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายน้ำของลำน้ำนั้นๆ ให้สามารถระบายน้ำได้ในอัตราที่สูงขึ้นภายใต้ขนาดของแม่น้ำที่มีขนาดเท่าเดิม โดยจะพบได้ว่าการปรับปรุงกายภาพลำน้ำที่มีขนาดความยาวของการปรับปรุงมากเท่าใด ความเร็วในการไหลของน้ำก็จะมีค่าเพิ่มมากยิ่งขึ้นเท่านั้นและระดับการไหลของน้ำก็จะมีระดับลดลงมากขึ้นตามไปด้วย นับได้ว่าเป็นการแก้ไขปัญหาอุทกภัยที่ดีสุดที่และประหยัดที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีการอื่นๆ เช่น การผันน้ำระหว่างลุ่มน้ำซึ่งมีค่าใช้จ่ายที่สูงมากจากค่าก่อสร้างและค่าใช้จ่ายในการเวนคืนที่ดินที่มีมูลค่าค่อนข้างสูง ส่วนวิธีการผันน้ำเข้าสู่พื้นที่แก้มลิงนั้น มีข้อจำกัดหลายประการ เช่น พื้นที่ที่จะใช้เป็นพื้นที่แก้มลิงมีพื้นที่ไม่มากพอที่จะรองรับกับปริมาณน้ำจำนวนมากที่เกิดขึ้นในแต่ละปี โดยจะพบว่าพื้นที่แก้มลิงขนาด 32 ล้าน ลบ.ม.สามารถรับน้ำในอัตรา 50 ลบ.ม./วินาที ได้เพียง 7-8 วัน ก็จะเต็มพื้นที่ ในขณะที่อัตราการไหลในแม่น้ำยมเคยมีอัตราการไหลสูงสุดต่อเนื่องกันมากกว่า 15 วัน ดังนั้นพื้นที่แก้มลิงจึงต้องมีขนาดความจุที่มากกว่า 100 ล้าน ลบ.ม.ขึ้นไปจึงจะบรรเทาปัญหาอุทกภัยได้ ซึ่งในปัจจุบันเป็นการยากที่จะหาพื้นที่ให้ได้มากพอต่อการสร้างพื้นที่แก้มลิงดังกล่าว ส่วนการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการสร้างคันป้องกันน้ำท่วมนั้น เป็นการแก้ไขปัญหาให้กับเฉพาะพื้นที่ที่จำเป็นที่จะต้องได้รับการปกป้องเท่านั้น โดยไม่ได้ทำให้ภาพรวมของการระบายน้ำดีขึ้นแต่อย่างใด เนื่องจากประสิทธิภาพการระบายน้ำในด้านท้ายน้ำยังมีค่าคงเดิม ดังนั้นระดับน้ำจึงยังคงมีระดับที่สูงอยู่เช่นเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

1. จากผลการศึกษาการบรรเทาปัญหาอุทกภัยในพื้นที่จังหวัดสุโขทัย โดยการปรับปรุงกายภาพแม่น้ำยมด้วยวิธีการดาดคอนกรีต ซึ่งเป็นการวิเคราะห์การไหลด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ HEC-RAS เวอร์ชั่น 5.0.1 ในครั้งนี้ พบว่าประสิทธิภาพในการลดระดับน้ำในแม่น้ำยมจะมีค่าเพิ่มมากยิ่งขึ้นเมื่อเพิ่มระยะทางในการดาดคอนกรีต จากกรณีที่ 1 ความยาว 2.00 กม.จนถึงกรณีที่ 10 ความยาว 20.00 กม.โดยใช้ตำแหน่งแม่น้ำยมบริเวณหลังจวนผู้ว่าราชการจังหวัดสุโขทัยเป็นจุดกึ่งกลาง

2. ประสิทธิภาพในการลดระดับน้ำในแม่น้ำยมในกรณีที่ไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำจะสามารถลดค่าระดับน้ำในแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 ได้ตั้งแต่ 0.06 เมตร ในกรณีที่ 1 และสามารถลดระดับน้ำได้มากที่สุดในกรณีที่ 10 มีค่ามากถึง 1.59 เมตร เมื่อเทียบกับระดับน้ำท่วมสูงสุดในปี พ.ศ. 2554 โดยการปรับปรุงกายภาพลำน้ำในกรณีที่ 5 (ความยาว 10.00 กม.) มีค่าระดับน้ำสูงสุดเท่ากับ 49.92 ม.(รทก.) ซึ่งเป็นวิธีการที่ให้ผลในการแก้ไขปัญหาอุทกภัยที่ดีที่สุดสำหรับเขตพื้นที่เทศบาลเมืองสุโขทัยธานีและชุมชนโดยรอบ

3. ประสิทธิภาพในการลดระดับน้ำในแม่น้ำยมในกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที จะสามารถลดค่าระดับน้ำในแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 ได้ตั้งแต่ 0.33 เมตร ในกรณีที่ 1 และสามารถลดระดับน้ำได้มากที่สุดในกรณีที่ 10 มีค่ามากถึง 1.68 เมตร เมื่อเทียบกับระดับน้ำท่วมสูงสุดในปี พ.ศ. 2554 โดยการปรับปรุงกายภาพลำน้ำในกรณีที่ 4 (ความยาว 8.00 กม.) เป็นกรณีที่มีความเหมาะสมในการแก้ไขปัญหาอุทกภัยในเขตพื้นที่เทศบาลเมืองสุโขทัยธานีและชุมชนโดยรอบ ซึ่งมีค่าระดับน้ำสูงสุดเท่ากับ 49.91 ม.(รทก.)

4. ประสิทธิภาพในการลดระดับน้ำในแม่น้ำยมในกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที จะสามารถลดค่าระดับน้ำในแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 ได้ตั้งแต่ 0.54 เมตร ในกรณีที่ 1 และสามารถลดระดับน้ำได้มากที่สุดในกรณีที่ 10 มีค่ามากถึง 1.77 เมตร เมื่อเทียบกับระดับน้ำท่วมสูงสุดในปี พ.ศ. 2554 โดยการปรับปรุงกายภาพลำน้ำในกรณีที่ 2 (ความยาว 4.00 กม.) เป็นกรณีที่มีความเหมาะสมในการแก้ไขปัญหาอุทกภัยในเขตพื้นที่เทศบาลเมืองสุโขทัยธานีและชุมชนโดยรอบ ซึ่งมีค่าระดับน้ำสูงสุดเท่ากับ 50.00 ม.(รทก.)

5. จากผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของน้ำในแม่น้ำยม มีค่าสูงขึ้นเมื่อเพิ่มระยะทางในการดาดคอนกรีต เมื่อเทียบกับความเร็วเฉลี่ยสูงสุดของน้ำในแม่น้ำยมก่อนทำการปรับปรุงกายภาพของแม่น้ำ

6. ผลจากการศึกษาในพื้นที่พบว่าค่าระดับน้ำสูงสุดที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ที่ไม่ส่งผลกระทบกับพื้นที่ข้างเคียงจะอยู่ที่ระดับ +50.00 ม.(รทก.) ซึ่งระยะทางที่เหมาะสมในการปรับปรุงกายภาพแม่น้ำยมในกรณีที่ไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำจะอยู่ในกรณีที่ 5 คือการปรับปรุงกายภาพแม่น้ำเป็นระยะทาง 10.00 กม.โดยวิธีการนี้สามารถรับมือกับสภาพการไหลของแม่น้ำยมได้ในอัตราการไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

685.20 ลบ.ม./วินาที โดยไม่ทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมแม้แต่วันเดียว จึงเป็นวิธีการที่ดีที่สุดในการแก้ไขปัญหาอุทกภัยให้กับเทศบาลเมืองสุโขทัยธานีและชุมชนโดยรอบ

7. ระยะทางที่เหมาะสมในการปรับปรุงกายภาพแม่น้ำในกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 50 ลบ.ม./วินาที จะอยู่ในกรณีที่ 4 คือการปรับปรุงกายภาพแม่น้ำเป็นระยะทาง 8.00 กม. วิธีการนี้หากใช้วิธีการผันน้ำเข้าพื้นที่แก้มลิงขนาด 32 ล้าน ลบ.ม.จะสามารถรับมือกับสภาพการไหลของแม่น้ำยมในอัตราการไหล 685.20 ลบ.ม./วินาที ติดต่อกันได้ไม่เกิน 7 วัน

8. ระยะทางที่เหมาะสมในการปรับปรุงกายภาพแม่น้ำในกรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำขนาด 100 ลบ.ม./วินาที จะอยู่ในกรณีที่ 2 คือการปรับปรุงกายภาพแม่น้ำเป็นระยะทาง 4.00 กม. วิธีการนี้หากใช้วิธีการผันน้ำเข้าพื้นที่แก้มลิงขนาด 32 ล้าน ลบ.ม.จะสามารถรับมือกับสภาพการไหลของแม่น้ำยมในอัตราการไหล 685.20 ลบ.ม./วินาที ติดต่อกันได้ไม่เกิน 4 วัน

6.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการทำวิจัยครั้งต่อไปดังต่อไปนี้

1. ควรศึกษาข้อมูลเส้นทางคลองผันน้ำเส้นทางอื่นๆ ที่อยู่ทางด้านฝั่งซ้ายของแม่น้ำยมเพิ่มเติมจากปัจจุบันที่มีอยู่

2. ควรศึกษาวิธีการปรับปรุงกายภาพลำน้ำในคลองผันน้ำที่มีอยู่ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำให้ดียิ่งขึ้น

3. ควรศึกษาผลกระทบจากการกัดเซาะตลิ่งของกระแสน้ำและศึกษาหารูปแบบการก่อสร้างเขื่อนป้องกันตลิ่งที่เหมาะสมสำหรับแม่น้ำยมและคลองผันน้ำ

4. ควรศึกษาผลกระทบและศึกษาหารูปแบบการก่อสร้างที่เหมาะสมในการป้องกันการมุดลอดของน้ำใต้คันกั้นน้ำริมแม่น้ำยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] กรมทรัพยากรน้ำ. 2552. **แผนที่มาตรฐานการแบ่งลุ่มน้ำหลัก ลุ่มน้ำสาขาของประเทศไทย.** กรุงเทพฯ : บริษัท สหมิตรพริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด.

[2] สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน). 2555. **การดำเนินการด้านการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล โครงการพัฒนาระบบคลังข้อมูล 25 ลุ่มน้ำ และแบบจำลองน้ำท่วมน้ำแล้ง ลุ่มน้ำยม.** กรุงเทพฯ : บริษัท แอสดีคอน คอร์ปอเรชั่น จำกัด.

[3] ชัยวัฒน์ ขยันการนาวี และฉลอง เกิดพิทักษ์. 2552. “แนวคิดในการศึกษาเพื่อลดปัญหาน้ำท่วมและภัยแล้งในลุ่มน้ำยม.” **วิศวกรรมสาร มหาวิทยาลัยนเรศวร.** 3(1) : 20-26.

[4] Sombat C., Phattaporn M., and Pronmongkol C. “The River Analysis Simulation Model for The Planning of Retention Area and Diversion Channel for Flood Reduction in The Lower Yom’s River Basin in Thailand.” **The 4th INWEPF Steering Meeting and Symposium,** Bangkok, Thailand, 5-7 July 2007, Paper 2-01, Page 1-13.

[5] กรมโยธาธิการและผังเมือง. 2558. **การศึกษาและออกแบบโครงการก่อสร้างระบบป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนจังหวัดสุโขทัย.** กรุงเทพฯ : บริษัท บีคอน เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแต้นส์ จำกัด.

[6] U.S. Army Corps of Engineers. 2016. **HEC-RAS River Analysis: Hydraulics Reference Manual Version 5.0.1** Retrieved from http://www. Hecusace.army.mil. Public distribution unlimited.

[7] Ven Te Chow, David R. Maidment, and Larry W. Mays. **Applied Hydrology.** The McGraw-Hill Companies, Inc. 1988

[8] M. Hanif Chaudhry. **Open - Channel Flow Second Edition.** The Springer Sciene + Business Media, LLC. 2008

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์การไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ระดับน้ำและอัตราการไหลสูงสุดรายปี

1.1) สถานี Y.3A อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย

ตารางที่ ผ.1 ระดับน้ำและอัตราการไหลสูงสุดรายปี ณ สถานี Y.3A พ.ศ. 2510 – พ.ศ. 2559
(ที่มา: ศูนย์อุทกวิทยาชลประทาน ภาคเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน)

ปีน้ำ (พ.ศ.)	ระดับน้ำสูงสุด (ม.รทก.)	อัตราการไหลสูงสุด (ลบ.ม./วินาที)	วันที่	เวลา	ปริมาณน้ำรายปี (ล้าน ลบ.ม.)	อัตราการไหลเฉลี่ยทั้งปี (ลบ.ม./วินาที)
2510	60.57	1,321.00	27 ก.ย.	22.00	2,074.48	63.60
2516	60.75	1,397.00	1 ก.ย.	1.00	4,291.80	136.09
2524	60.92	1,338.80	9 ก.ค.	8.00	4,239.70	134.44
2525	59.57	906.50	10 ก.ย.	8.00	1,422.70	45.11
2526	59.09	796.50	16 ก.ย.	8.00	2,426.60	46.95
2527	59.97	914.80	10 ก.ย.	23.00	2,159.20	68.47
2528	58.28	761.80	14 ก.ย.	23.00	2,344.70	74.35
2529	59.69	960.05	10 ก.ย.	15.00	1,888.80	59.89
2530	60.95	1,040.00	26 ส.ค.	13.00	2,052.00	65.07
2531	59.14	838.40	27 ก.ค.	6.00	2,643.60	83.83
2532	57.51	602.50	27 ก.ย.	18.00	2,207.30	96.99
2533	56.25	376.00	7 ก.ย.	1.00	1,499.40	47.55
2535	58.63	661.90	1 ต.ค.	12.00	1,601.20	50.77
2536	55.91	358.10	23 ก.ย.	18.00	952.10	30.19
2537	60.93	1,185.35	5 ส.ค.	13.00	5,075.80	160.95
2538	61.08	1,139.40	5 ก.ย.	6.00	4,175.70	132.41
2539	59.12	785.20	17 ก.ย.	15.00	2,387.70	75.71
2540	59.19	719.70	1 ต.ค.	22.00	1,904.47	60.39
2541	58.68	626.80	13 ก.ย.	14.00	1,218.65	38.64
2542	60.84	1,007.20	25 ก.ย.	22.00	2,636.30	83.40
2543	61.01	1,250.20	15 ก.ย.	8.00	3,225.50	102.30
2544	61.32	1,510.80	15 ส.ค.	1.00	4,875.40	154.60
2545	61.39	1,346.65	11 ก.ย.	4.00	4,977.92	157.80
2546	61.59	2,174.00	15 ก.ย.	11.00	2,780.15	88.16
2547	61.00	1,252.00	22 ก.ย.	14.00	3,168.18	100.46
2548	61.56	1,298.20	12 ก.ย.	7.00	3,518.61	111.57
2549	61.82	1,320.40	1 ก.ย.	23.00	6,385.61	202.49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2550	57.96	720.40	15 พ.ค.	9.00	2,677.45	84.90
2551	59.36	884.80	17 ก.ย.	18.00	3,310.60	104.98
2552	58.15	599.20	27 ก.ย.	6.00	2,016.40	63.94
2553	61.23	1,168.80	31 ส.ค.	6.00	2,514.31	79.73
2554	61.89	1,365.10	15 ส.ค.	18.00	7,007.45	222.20
2555	61.49	1,096.00	16 ก.ย.	6.00	3,499.56	110.97
2556	61.49	1,096.00	16 ก.ย.	6.00	1,617.10	51.28
2557	61.03	1,096.00	5 ก.ย.	21.00	1,889.45	59.91
2558	55.44	316.80	20 ก.ย.	12.00	1,012.04	32.09
2559	60.33	795.50	16 ก.ย.	6.00	1,930.31	61.21

1.2) สถานี Y.33 อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย

ตารางที่ ผ.2 ระดับน้ำและอัตราการไหลสูงสุดรายปี ณ สถานี Y.33 พ.ศ. 2535 – พ.ศ. 2559
(ที่มา: ศูนย์อุทกวิทยาชลประทาน ภาคเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน)

ปีน้ำ (พ.ศ.)	ระดับน้ำสูงสุด (ม.รทก.)	อัตราการไหลสูงสุด (ลบ.ม./วินาที)	วันที่	เวลา	ปริมาณน้ำรายปี (ล้าน ลบ.ม.)	อัตราการไหลเฉลี่ยทั้งปี (ลบ.ม./วินาที)
2535	55.08	537.60	1 ต.ค.	12.00	1,529.00	48.48
2536	52.69	328.65	23 ก.ย.	18.00	880.90	27.93
2537	55.82	640.20	21 ส.ค.	18.00	3,943.80	125.06
2538	55.99	759.00	5 ก.ย.	12.00	3,805.40	120.67
2539	55.62	713.30	17 ก.ย.	18.00	2,708.70	85.89
2540	55.60	742.00	1 ต.ค.	18.00	1,962.20	62.22
2541	55.03	616.65	13 ก.ย.	18.00	1,204.36	38.19
2542	56.05	1,045.00	27 ก.ย.	15.00	2,707.90	86.00
2543	56.04	742.00	15 ก.ย.	6.00	3,421.87	108.50
2544	56.21	1,010.30	14 ส.ค.	6.00	4,785.52	151.70
2545	56.30	943.00	10 ก.ย.	18.00	4,752.76	150.70
2546	56.54	988.60	13 ก.ย.	15.00	2,561.80	81.23
2547	56.67	1,158.70	22 ก.ย.	15.00	3,366.40	106.75
2548	56.70	1,114.67	12 ก.ย.	6.00	3,437.80	109.01
2549	57.10	1,023.00	1 ก.ย.	6.00	5,952.17	188.74
2550	54.56	617.60	15 พ.ค.	15.00	2,712.74	86.02
2551	55.93	846.20	18 ก.ย.	18.00	2,965.50	94.04
2552	54.92	688.00	28 ก.ย.	6.00	2,586.31	82.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2553	57.00	998.00	31 ส.ค.	6.00	3,724.38	118.10
2554	57.16	1,198.00	2 ส.ค.	15.00	8,397.50	266.28
2555	57.17	1,144.00	16 ก.ย.	9.00	3,827.75	121.38
2556	54.33	489.05	2 ก.ย.	18.00	1,785.00	56.61
2557	57.34	916.70	6 ก.ย.	6.00	1,941.73	61.58
2558	51.44	264.20	20 ก.ย.	6.00	937.97	29.74
2559	57.17	746.40	16 ก.ย.	6.00	1,746.84	55.40

1.3) สถานี Y.4 อำเภอเมืองสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย

ตารางที่ ผ.3 ระดับน้ำและอัตราการไหลสูงสุดรายปี ณ สถานี Y.4 พ.ศ. 2526 – พ.ศ. 2555
(ที่มา: ศูนย์อุทกวิทยาชลประทาน ภาคเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน)

ปีน้ำ (พ.ศ.)	ระดับน้ำสูงสุด (ม.รทก.)	อัตราการไหลสูงสุด (ลบ.ม./วินาที)	วันที่	เวลา	ปริมาณน้ำรายปี (ล้าน ลบ.ม.)	อัตราการไหลเฉลี่ยทั้งปี (ลบ.ม./วินาที)
2526	49.72	N/A	16 ก.ย.	N/A	N/A	N/A
2527	49.68	N/A	21 ต.ค.	N/A	N/A	N/A
2528	49.74	N/A	21 ต.ค.	N/A	N/A	N/A
2529	49.78	N/A	12 ก.ย.	N/A	N/A	N/A
2530	49.68	N/A	20 ส.ค.	N/A	N/A	N/A
2532	49.65	N/A	31 พ.ค.	N/A	N/A	N/A
2533	49.50	N/A	7 ก.ย.	N/A	N/A	N/A
2534	49.80	N/A	2 ก.ย.	N/A	N/A	N/A
2535	49.82	N/A	2 ต.ค.	N/A	N/A	N/A
2536	49.50	229.00	24 ก.ย.	6.00	897.83	28.47
2537	49.97	307.40	7 ส.ค.	12.00	2,654.34	84.17
2538	50.12	323.55	28 ก.ย.	6.00	2,659.24	84.32
2539	50.19	325.75	17 ก.ย.	18.00	2,015.36	63.91
2540	50.35	304.60	15 ก.ย.	18.00	1,314.28	41.67
2541	50.50	N/A	10 ก.ย.	N/A	N/A	N/A
2542	50.50	N/A	24 ก.ย.	N/A	N/A	N/A
2543	50.40	N/A	14 ก.ย.	N/A	N/A	N/A
2544	50.65	N/A	14 ส.ค.	N/A	N/A	N/A
2545	50.87	N/A	2 ก.ย.	N/A	N/A	N/A
2546	50.34	N/A	13 ก.ย.	N/A	N/A	N/A
2547	50.41	N/A	15 ก.ย.	N/A	N/A	N/A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2548	50.09	539.50	17 ส.ค.	18.00	2,795.55	88.65
2549	50.22	616.60	23 ก.ย.	6.00	5,690.16	180.43
2550	48.66	537.70	27 ส.ค.	15.00	1,940.72	61.54
2551	50.44	N/A	18 ก.ย.	12.00	4,611.20	146.22
2552	50.24	595.50	28 ก.ย.	12.00	3,862.34	121.69
2553	50.58	607.50	31 ส.ค.	6.00	3,641.26	115.45
2554	50.74	685.20	2 ส.ค.	13.00	6,372.80	202.08
2555	50.77	550.18	2 ส.ค.	18.00	4,108.99	129.82

1.4) สถานี Y.15 อำเภอกงไกรลาศ จังหวัดสุโขทัย

ตารางที่ ผ.4 ระดับน้ำและอัตราการไหลสูงสุดรายปี ณ สถานี Y.15 พ.ศ. 2544 – พ.ศ. 2559
(ที่มา: ศูนย์อุทกวิทยาชลประทาน ภาคเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน)

ปีน้ำ (พ.ศ.)	ระดับน้ำสูงสุด (ม.รทก.)	อัตราการไหลสูงสุด (ลบ.ม./วินาที)	วันที่	เวลา	ปริมาณน้ำรายปี (ล้าน ลบ.ม.)	อัตราการไหลเฉลี่ยทั้งปี (ลบ.ม./วินาที)
2544	44.01	N/A	18 ส.ค.	N/A	N/A	N/A
2545	45.27	N/A	27 ก.ย.	N/A	N/A	N/A
2546	44.06	N/A	22 ก.ย.	N/A	N/A	N/A
2547	44.13	N/A	27 ก.ย.	N/A	N/A	N/A
2548	44.18	N/A	6 ต.ค.	N/A	N/A	N/A
2549	44.50	N/A	11 ต.ค.	N/A	N/A	N/A
2550	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
2551	43.64	N/A	24 ก.ย.	N/A	N/A	N/A
2552	43.64	N/A	13 ต.ค.	N/A	N/A	N/A
2553	44.18	393.00	5 ก.ย.	15.00	2,621.23	83.13
2554	44.57	526.70	9 ต.ค.	9.00	4,713.30	149.48
2555	43.12	352.00	21 ก.ย.	6.00	2,634.14	83.22
2556	43.65	281.38	4 ต.ค.	6.00	1,657.33	52.56
2557	44.50	281.38	12 ก.ย.	15.00	1,584.43	50.25
2558	41.60	98.50	24 ก.ย.	9.00	233.08	7.39
2559	43.72	102.50	26 ก.ย.	6.00	137.64	4.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ค่าระดับท้องแม่น้ำและลาดตลิ่ง

ตารางที่ ผ.5 ค่าระดับท้องแม่น้ำและลาดตลิ่ง สถานี Y.3A อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย
(ที่มา: ศูนย์อุทกวิทยาชลประทาน ภาคเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน)

ระยะ(ม.)	-50	-40	-30	-20	-10	0	0	5	10	15	20
ระดับ (ม.รทก.)	63.199	63.671	64.132	64.582	65.002	65.458	63.098	62.337	61.269	61.476	61.107
ระยะ(ม.)	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
ระดับ (ม.รทก.)	59.086	56.616	55.238	53.275	50.254	48.682	48.462	49.259	49.244	49.336	49.279
ระยะ(ม.)	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
ระดับ (ม.รทก.)	49.195	49.078	50.245	50.323	50.573	52.954	54.544	55.931	57.848	58.154	59.745
ระยะ(ม.)	135	140	145	150	151	151	160	170	180	190	200
ระดับ (ม.รทก.)	60.614	61.668	61.799	62.246	63.064	65.428	64.929	64.453	64.030	63.588	63.193

ตารางที่ ผ.6 ค่าระดับท้องแม่น้ำและลาดตลิ่ง สถานี Y.33 อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย
(ที่มา: ศูนย์อุทกวิทยาชลประทาน ภาคเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน)

ระยะ(ม.)	-50	-40	-30	-20	-10	0	0	5	10	15	20
ระดับ (ม.รทก.)	55.592	55.691	55.844	55.959	56.189	56.508	56.938	56.471	54.724	52.717	50.752
ระยะ(ม.)	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
ระดับ (ม.รทก.)	48.732	47.740	46.173	45.293	45.113	44.873	44.225	45.607	46.573	47.683	49.904
ระยะ(ม.)	80	85	90	95	100	100	110	120	130	140	150
ระดับ (ม.รทก.)	51.077	53.853	53.253	55.696	56.708	56.454	56.442	56.496	56.526	56.496	56.50

ตารางที่ ผ.7 ค่าระดับท้องแม่น้ำและลาดตลิ่ง สถานี Y.4 อำเภอเมืองสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย
(ที่มา: ศูนย์อุทกวิทยาชลประทาน ภาคเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน)

ระยะ(ม.)	-50	-40	-30	-20	-10	0	0	5	10	15	20
ระดับ (ม.รทก.)	50.690	50.940	51.220	51.450	51.620	51.898	51.310	48.929	46.521	43.670	43.039
ระยะ(ม.)	25	30	35	40	45	50	55	60	60	70	80
ระดับ (ม.รทก.)	41.701	41.238	41.001	41.780	44.335	45.931	49.390	51.451	52.150	52.030	51.830
ระยะ(ม.)	90	100	110								
ระดับ (ม.รทก.)	51.600	51.320	51.050								

ตารางที่ ผ.8 ค่าระดับท้องแม่น้ำและลาดตลิ่ง สถานี Y.15 อำเภอกงไกรลาศ จังหวัดสุโขทัย
(ที่มา: ศูนย์อุทกวิทยาชลประทาน ภาคเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน)

ระยะ(ม.)	-50	-40	-30	-20	-10	0	0	5	10	15	20
ระดับ (ม.รทก.)	44.014	44.170	44.367	44.607	44.817	44.969	43.862	42.123	40.854	38.972	36.860
ระยะ(ม.)	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
ระดับ (ม.รทก.)	34.630	33.350	33.499	33.667	32.341	32.345	33.032	36.290	39.291	39.719	40.186
ระยะ(ม.)	80	85	90	95	100	100	110	120	130	140	150
ระดับ (ม.รทก.)	40.488	40.792	40.816	41.960	43.482	44.957	44.688	44.496	44.392	44.291	44.202

ตารางที่ ผ.9 ผลการ Run โปรแกรม ณ สถานี Y.4 กรณีที่ไม่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ

กรณีของการปรับปรุง	อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)	ระดับต่ำสุดของท้องแม่น้ำ (ม.รทก.)	ระดับน้ำสูงสุดของการไหล (ม.รทก.)	ความเร็วเฉลี่ยของการไหล (ม./วินาที)	พื้นที่หน้าตัดของการไหล (ตร.ม.)	ความกว้างด้านบนสุดของการไหล (ม.)
ไม่มีการปรับปรุง	685.20	41.00	50.74	1.95	350.99	59.20
กรณีที่ 1	685.20	41.00	50.68	1.97	347.47	56.81
กรณีที่ 2	685.20	41.00	50.37	2.08	330.19	55.42
กรณีที่ 3	685.20	41.00	50.22	2.13	321.73	54.73
กรณีที่ 4	685.20	41.00	50.07	2.19	313.46	54.04
กรณีที่ 5	685.20	41.00	49.92	2.24	305.39	53.36
กรณีที่ 6	685.20	41.00	49.70	2.33	293.69	52.36
กรณีที่ 7	685.20	41.00	49.55	2.39	286.17	51.70
กรณีที่ 8	685.20	41.00	49.41	2.46	278.89	51.06
กรณีที่ 9	685.20	41.00	49.28	2.52	272.41	50.59
กรณีที่ 10	685.20	41.00	49.15	2.58	265.95	50.13

ตารางที่ ผ.10 ผลการ Run โปรแกรม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 50 ลบ.ม./วินาที

กรณีของการปรับปรุง	อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)	ระดับต่ำสุดของท้องแม่น้ำ (ม.รทก.)	ระดับน้ำสูงสุดของการไหล (ม.รทก.)	ความเร็วเฉลี่ยของการไหล (ม./วินาที)	พื้นที่หน้าตัดของการไหล (ตร.ม.)	ความกว้างด้านบนสุดของการไหล (ม.)
ไม่มีการปรับปรุง	635.20	41.00	50.53	1.87	339.01	56.14
กรณีที่ 1	635.20	41.00	50.41	1.91	331.93	55.56
กรณีที่ 2	635.20	41.00	50.19	1.99	319.98	54.58
กรณีที่ 3	635.20	41.00	50.05	2.03	312.28	53.94
กรณีที่ 4	635.20	41.00	49.91	2.08	304.79	53.31
กรณีที่ 5	635.20	41.00	49.77	2.14	297.52	52.69
กรณีที่ 6	635.20	41.00	49.57	2.21	287.03	51.78
กรณีที่ 7	635.20	41.00	49.44	2.27	280.35	51.19
กรณีที่ 8	635.20	41.00	49.41	2.32	273.91	50.69
กรณีที่ 9	635.20	41.00	49.20	2.37	268.03	50.28
กรณีที่ 10	635.20	41.00	49.06	2.43	261.34	49.81

ตารางที่ ผ.11 ผลการ Run โปรแกรม ณ สถานี Y.4 กรณีที่มีการทำงานร่วมกับคลองผันน้ำ ขนาด 100 ลบ.ม./วินาที

กรณีของการปรับปรุง	อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)	ระดับต่ำสุดของท้องแม่น้ำ (ม.รทก.)	ระดับน้ำสูงสุดของการไหล (ม.รทก.)	ความเร็วเฉลี่ยของการไหล (ม./วินาที)	พื้นที่หน้าตัดของการไหล (ตร.ม.)	ความกว้างด้านบนสุดของการไหล (ม.)
ไม่มีการปรับปรุง	585.20	41.00	50.32	1.79	327.28	55.18
กรณีที่ 1	585.20	41.00	50.20	1.82	320.84	54.65
กรณีที่ 2	585.20	41.00	50.00	1.89	310.03	53.75
กรณีที่ 3	585.20	41.00	49.88	1.93	303.11	53.16
กรณีที่ 4	585.20	41.00	49.75	1.97	296.41	52.59
กรณีที่ 5	585.20	41.00	49.62	2.02	289.95	52.03
กรณีที่ 6	585.20	41.00	49.45	2.08	280.68	51.22
กรณีที่ 7	585.20	41.00	49.33	2.13	274.82	50.76
กรณีที่ 8	585.20	41.00	49.22	2.17	269.19	50.36
กรณีที่ 9	585.20	41.00	49.11	2.22	263.91	49.99
กรณีที่ 10	585.20	41.00	48.97	2.28	256.99	49.50

ตารางที่ ผ.12 ผลการสอบเทียบค่าดับน้ำโดยใช้อัตราการไหลปี พ.ศ. 2554

สถานี	อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)	ค่าระดับน้ำสูงสุด ปี พ.ศ. 2554 (ม.รทก.)	ค่าระดับน้ำสูงสุด ที่ได้จากการ Run โปรแกรม (ม.รทก.)
Y.3A	1,365.10	61.89	61.89
Y.33	1,198.00	57.16	57.16
Y.4	685.20	50.74	50.74
Y.15	526.70	44.57	44.57

ตารางที่ ผ.13 ผลการสอบเทียบค่าดับน้ำโดยใช้อัตราการไหลปี พ.ศ. 2553

สถานี	อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)	ค่าระดับน้ำสูงสุด ปี พ.ศ. 2553 (ม.รทก.)	ค่าระดับน้ำสูงสุด ที่ได้จากการ Run โปรแกรม (ม.รทก.)
Y.3A	1,168.80	61.23	61.32
Y.33	998.00	57.00	57.08
Y.4	607.50	50.58	50.56
Y.15	393.00	44.18	44.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

บทความงานวิจัยที่ได้รับตีพิมพ์เผยแพร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประชุมวิชาการ
วิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 23

เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ

วิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ ๒๓

Proceeding of the 23rd National Convention on Civil Engineering

NCCE-23

ภายใต้หัวข้อการประชุม

วิศวกรรมโยธายุคใหม่กับการรับใช้สังคม

SMART Civil Engineering and Social Enterprise

18-20 กรกฎาคม 2561

ณ โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า
อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก

จัดโดย

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
ในพระบรมราชูปถัมภ์

กองวิชาวิศวกรรมโยธา
โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาความเป็นไปได้ในการบรรเทาปัญหาอุทกภัย ด้วยการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ กรณีศึกษาแม่น้ำยม จังหวัดสุโขทัย

Feasibility Study of Flooding Mitigation by Physical River Modification : Case Study of Yom River, Sukhothai Province

ธีรวุฒิ พงษ์จันทร์[1,*] และ อุมา สีบุญเรือง[2]

[1] นักศึกษาระดับปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, E-mail: thirawut_wut@hotmail.com

[2] รองศาสตราจารย์, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, E-mail: muggletong@hotmail.com

**Corresponding author; E-mail address: thirawut_wut@hotmail.com*

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการนำเสนอแนวความคิดในการศึกษาเพื่อบรรเทาปัญหาอุทกภัยของลุ่มน้ำยม ในพื้นที่จังหวัดสุโขทัย ด้วยวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการไหลหลากของแม่น้ำยม โดยการดาดคอนกรีตท้องคลองและลาดตลิ่ง แล้วนำผลมาเปรียบเทียบกับค่าระดับน้ำสูงสุดในอดีต โดยการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ HEC-RAS เวอร์ชัน 5.0.1 (USACE, 2016) ในการวิเคราะห์ได้ใช้อัตราการไหลสูงสุดและค่าระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2554 ณ สถานี Y.4 (อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย) มาเป็นค่าสอบเทียบ ซึ่งอัตราการไหลสูงสุดในปี พ.ศ. 2554 เท่ากับ 685.20 ลูกบาศก์เมตร/วินาที และมีค่าระดับน้ำสูงสุดเท่ากับ 50.74 ม.(รทก.) จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์การปรับปรุงสภาพกายภาพของลำน้ำ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง (n) เท่ากับ 0.013 ซึ่งเป็นค่าที่ตั้งอยู่บนสมมุติฐานว่าท้องคลองและลาดตลิ่งได้รับการปรับปรุงโดยการดาดคอนกรีตแล้ว โดยแบ่งการพิจารณาออกเป็น 10 กรณี คือ กรณีที่ดาดคอนกรีตเป็นระยะทางยาว 2 กิโลเมตร, 4 กิโลเมตร, 6 กิโลเมตร, 8 กิโลเมตร, 10 กิโลเมตร, 12 กิโลเมตร, 14 กิโลเมตร, 16 กิโลเมตร, 18 กิโลเมตร, และ 20 กิโลเมตร ผลจากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ HEC-RAS พบว่าค่าระดับน้ำในแม่น้ำยม ณ สถานี Y.4 ช่วงที่ไหลผ่านตัวเมืองสุโขทัย จะมีค่าระดับน้ำลดลง 0.13 เมตร, 0.37 เมตร, 0.52 เมตร, 0.67 เมตร, 0.82 เมตร, 1.04 เมตร, 1.19 เมตร, 1.33 เมตร, 1.46 เมตร, และ 1.59 เมตร ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่าระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2554

คำสำคัญ: การบรรเทาปัญหาอุทกภัย, การเพิ่มประสิทธิภาพ, การดาดคอนกรีต, แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

Abstract

This article is to propose the feasibility study for flood mitigation in the Yom River basin's Sukhothai Province by improving capacity of the Yom River's discharge. The maximum discharge capacity was used to compare with the Yom River's maximum flow after improving by concrete lining of river bottom and side slopes. The mathematical simulation model HEC-RAS (USACE, 2016) was applied to analyze in this study. In the 2011, at the Yom River's station Y.4 (Suhkothai's Muang District) had a maximum flow rate of 685.20 cubic meters/second and the highest water level of 50.74 m.(MSL.). The numbers were used for calibration purpose. The analysis of the physical river modification was simulated by letting Manning's n = 0.013, which represented concrete lining's improvement at the Yom River's station Y.4. Different scenarios were simulated as the lining length of the river reach of 2 km., 4 km., 6 km., 8 km., 10 km., 12 km., 14 km., 16 km., 18 km., and 20 km., respectively. The result of this simulating study can reduce the water level of the Yom River by 0.13 m., 0.37 m., 0.52 m., 0.67 m., 0.82 m., 1.04 m., 1.19 m., 1.33 m., 1.46 m., and 1.59 m., respectively.

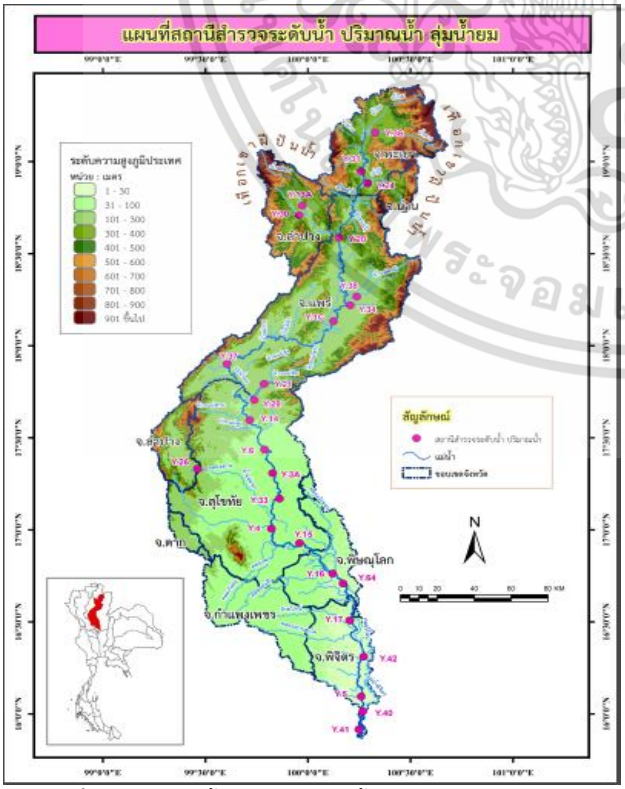
Keywords: Flood mitigation, Improving capacity, Concrete lining, Mathematical simulation model.

1. บทนำ

ลุ่มน้ำยม เป็นลุ่มน้ำที่มีขนาดพื้นที่ใหญ่เป็นลำดับที่ 8 จากจำนวน 25 ลุ่มน้ำในประเทศไทย ประกอบไปด้วยลุ่มน้ำสาขา จำนวน 11 ลุ่มน้ำสาขา [1] ลุ่มน้ำยมตั้งอยู่ทางตอนเหนือของประเทศ มีพื้นที่ 24,046.89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางกิโลเมตร (ดังรูปที่ 1) มีแม่น้ำยมเป็นแม่น้ำสายหลักที่ไหลผ่านลุ่มน้ำจากทางตอนเหนือลงสู่ทางตอนใต้ แม่น้ำยมมีต้นกำเนิดจากดอยขุนยวมในทิวเขาผีปันน้ำ เขตอำเภอปงและอำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา ไหลผ่านจังหวัดน่าน ลำปาง แพร่ ตาก กำแพงเพชร สุโขทัย พิษณุโลก อุตรดิตถ์ พิจิตร และไหลมาบรรจบกับแม่น้ำน่านที่บ้านเกยชัย อำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์ รวมความยาวของลำน้ำประมาณ 735 กิโลเมตร แม่น้ำยมช่วงที่ไหลผ่านตอนเหนือของจังหวัดสุโขทัยจะมีความลาดชันและมีความกว้างมากจากนั้นจะค่อยๆ มีขนาดที่แคบลง จึงทำให้มีปริมาณน้ำเกินความจุของลำน้ำและจะมีน้ำล้นตลิ่งทุกปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตพื้นที่อำเภอสวรรคโลก อำเภอศรีสำโรง อำเภอเมืองสุโขทัย และอำเภอกงไกรลาศ [2] ในการศึกษาที่ผ่านมาได้มีการศึกษาเพื่อบรรเทาปัญหาน้ำท่วมและน้ำแล้งในลุ่มน้ำยมโดยการใช้วิธีการผันน้ำระหว่างแม่น้ำยมและเขื่อนสิริกิติ์ [3] รวมถึงการใช้ระบบคลองผันน้ำ ผันน้ำจากแม่น้ำยมเข้าสู่พื้นที่แก้มลิงทุ่งทะเลหลวงในฤดูน้ำหลากเพื่อบรรเทาปัญหาอุทกภัยในพื้นที่อำเภอเมืองสุโขทัย [4] และการก่อสร้างระบบป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนเมืองสุโขทัยธานีและพื้นที่ชุมชนริมแม่น้ำยม โดยการยกระดับคันกั้นน้ำและการป้องกันการกัดเซาะของลาดตลิ่ง [5] ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาและการก่อสร้างในหลายๆ โครงการที่มีเป้าหมายในการแก้ไขปัญหาอุทกภัยให้กับจังหวัดสุโขทัย ทั้งนี้แนวทางการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพการไหลของแม่น้ำยม โดยการดาดคอนกรีตท้องคลองและลาดตลิ่งเพื่อมุ่งหวังให้เกิดการลดระดับการไหลของน้ำนั้นถือได้ว่าเป็นอีกวิธีการหนึ่งในการบรรเทาปัญหาอุทกภัยให้กับลุ่มน้ำยม ซึ่งในอดีตที่ผ่านมามีการศึกษาในประเด็นดังกล่าวค่อนข้างน้อย ดังนั้นการปรับปรุงกายภาพของลำน้ำยมจึงเป็นเป้าหมายของการศึกษาในครั้งนี้ เพื่ออันที่จะบรรเทาปัญหาอุทกภัยให้กับลุ่มน้ำยมได้อีกทางหนึ่งต่อไป



รูปที่ 1 ขอบเขตลุ่มน้ำยมและสถานีวัดน้ำ (กรมชลประทาน, 2560)

2. เทคนิคและวิธีการวิจัย

2.1 พื้นที่ที่ทำการศึกษา

ตำแหน่งพื้นที่ที่ทำการศึกษาตั้งอยู่ในลุ่มน้ำยมตอนล่างตามลำน้ำยม ตั้งแต่อำเภอสวรรคโลก (สถานี Y.3A) อำเภอศรีสำโรง (สถานี Y.33) อำเภอเมืองสุโขทัย (สถานี Y.4) และอำเภอกงไกรลาศ (สถานี Y.15) จังหวัดสุโขทัย รวมระยะทาง 100.80 กิโลเมตร (ดังรูปที่ 2)

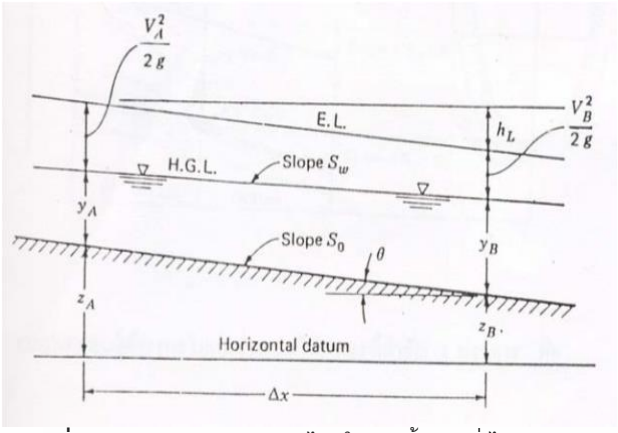
ในการวิเคราะห์ระบบอุทกวิทยาในส่วนที่อยู่ทางตอนเหนือ จะใช้พื้นที่ด้านเหนือน้ำทางตอนเหนือของอำเภอเมืองสุโขทัย โดยในขั้นตอนของการวิเคราะห์ได้ใช้ข้อมูลความสมดุลของน้ำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษา ข้อมูลทุติยภูมิทั้งหมดที่ทำการรวบรวม ประกอบไปด้วย รูปตัดตามยาวของลำน้ำ ค่าระดับน้ำรายวันและบันทึกปริมาณน้ำฝนจากหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ กรมอุตุนิยมวิทยา เป็นต้น

รูปที่ 2 ตำแหน่งสถานีอุทกวิทยาในแม่น้ำยม (กรมชลประทาน, 2560)

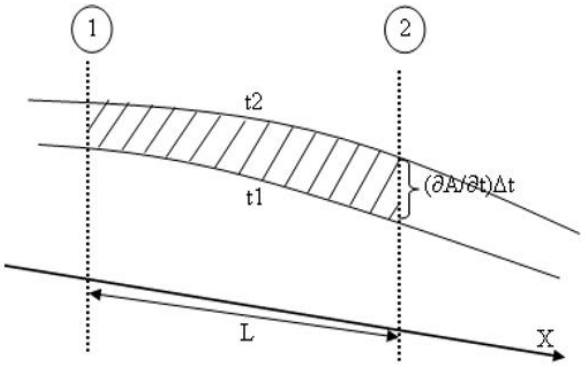
2.2 ทฤษฎีและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

สำหรับการศึกษาค่าระดับผิวน้ำในลำน้ำยมได้ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ HEC-RAS เวอร์ชัน 5.0.1 (USACE, 2016) ซึ่งพัฒนาโดยศูนย์วิศวกรรมอุทกวิทยา สหพันธ์วิศวกรแห่งสหรัฐอเมริกา [6] มาประยุกต์ใช้ในการหาค่าพารามิเตอร์หลักทางชลศาสตร์ของลำน้ำ โดยอยู่บนสมมุติฐานของการไหลใน 1 มิติและเป็นการไหลแบบคงตัว โดยมีหลักการตามทฤษฎีของการไหลในทางน้ำเปิดทั่วไป โดยย่อ [6] ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 หน้าตัดตามยาวของการไหลในทางน้ำเปิดทั่วไป (USACE, 2016)



รูปที่ 4 หน้าตัดพลังงานของการไหลในทางน้ำเปิดทั่วไป (USACE, 2016)

จากรูปที่ 3 สมการพลังงานระหว่างหน้าตัด A และหน้าตัด B ที่ได้ [6] คือ

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

เมื่อ

z = ระดับท้องน้ำของทางน้ำเปิดเหนือระดับอ้างอิง (ม.)

y = ความลึกของการไหล (ม.)

V = ความเร็วเฉลี่ยของการไหล (ม./วินาที)

h_L = การสูญเสียพลังงานระหว่างหน้าตัด A และหน้าตัด B (ม.)

สมการของการไหลสม่ำเสมอในทางน้ำเปิดทั่วไป [7]

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2} \qquad (2)$$

เมื่อ

Q = อัตราการไหล = VA (ลบ.ม./วินาที)

A = พื้นที่หน้าตัดการไหลของทางน้ำเปิด (ตร.ม.)

n = ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระเฉลี่ย (แมนนิ่ง) ของคลอง

S = ค่าความลาดของเส้นระดับพลังงาน = h_L/L

R = รัศมีชลศาสตร์เฉลี่ย = A/P (ม.)

P = เส้นขอบเปียกเฉลี่ย (ม.)

สมการพลังงาน (3) และสมการโมเมนตัม (4) [6] ในทางน้ำเปิดรูปที่ 4 และ 5 คือ

$$\left(\frac{\partial A}{\partial t}\right)\nabla t = -Vm\left(\frac{\partial A}{\partial L}\right) - Am\left(\frac{\partial V}{\partial L}\right) \qquad (3)$$

เมื่อ

m = ค่าเฉลี่ยของ V และ A ที่จุดนั้นๆ

L = ความยาวของคลองที่พิจารณา (ม.)

t = เวลาที่เพิ่มขึ้นที่ถูกนำมาใช้ในการคำนวณ เช่น 1 วัน

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

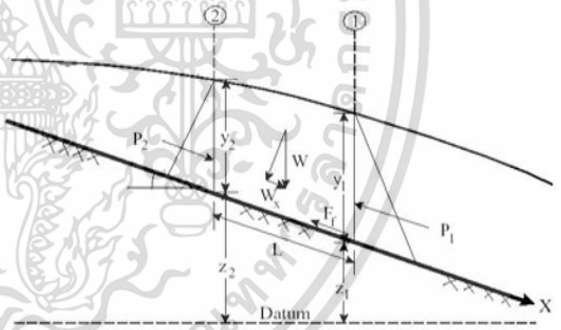
เมื่อ

P = Hydrostatic pressure force ที่หน้าตัดที่ 1 และหน้าตัดที่ 2 ตามลำดับ

W_x = แรงเนื่องจากน้ำหนักน้ำในทิศทาง x

F_f = แรงเนื่องจากความเสียดทานการไหล จากจุดที่ 1 ไปยังจุดที่ 2

ρ = ความหนาแน่นของน้ำ

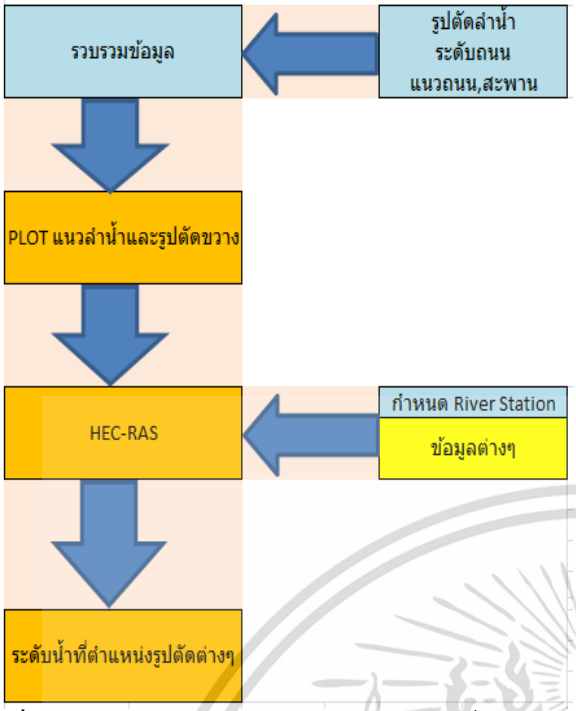


รูปที่ 5 หน้าตัดโมเมนตัมของการไหลในทางน้ำเปิดทั่วไป (USACE, 2016)

*2.3 **วิธีการประยุกต์ใช้แบบจำลอง HEC-RAS***

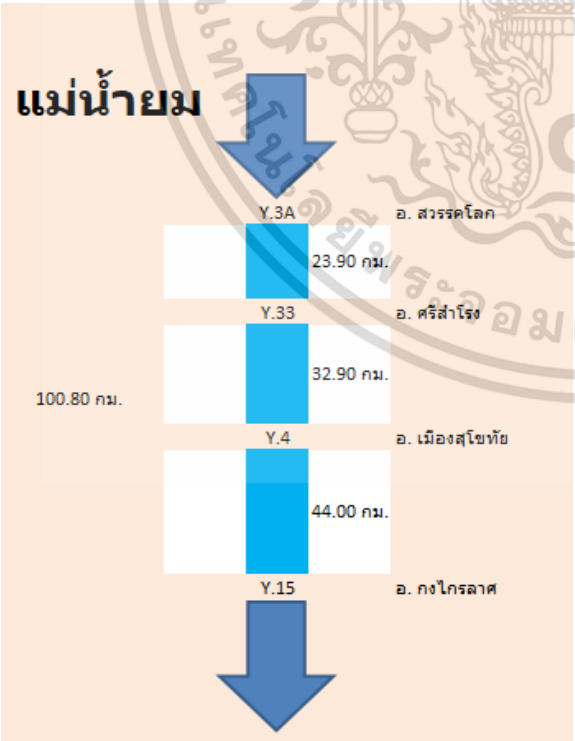
ในการประยุกต์ใช้แบบจำลอง HEC-RAS (USACE, 2016) เพื่อคำนวณหาค่าระดับน้ำในแต่ละหน้าตัดตามยาวของแม่น้ำได้แสดงตามแผนผังในรูปที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6 ลำดับการทำงานของแบบจำลองทางชลศาสตร์ ที่ใช้ในการคำนวณหาค่าระดับน้ำของการไหลในทางน้ำเปิด

เงื่อนไขในการกำหนดขอบเขตและจุดเริ่มต้นเพื่อใส่ค่าในแบบจำลอง HEC-RAS ได้ใช้ค่าจากสถิติการไหลสูงสุดในปี พ.ศ. 2554 เริ่มจากสถานี Y.3A (อ. สวรรคโลก), สถานี Y.33 (อ. ศรีสำโรง) สถานี Y.4 (อ. เมืองสุโขทัย) และสถานี Y.15 (อ. กงไกรลาศ) ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 ตำแหน่งสถานีวัดค่าระดับน้ำเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการคำนวณ

จากสถิติข้อมูลอัตราการไหลและค่าระดับน้ำสูงสุดในอดีตของสถานี Y.3A ถึง Y.15 จากศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคเหนือตอนล่าง พบว่าในปี พ.ศ. 2554 เป็นค่าที่เกิดขึ้นสูงที่สุดเท่าที่มีการบันทึกสถิติไว้ ซึ่งเป็นปีมหาอุทกภัยของประเทศไทย ทั้งนี้ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำข้อมูลจาก 4 สถานี ประกอบด้วยสถานี Y.3A, Y.33, Y.4 และ Y.15 มาพิจารณาใช้เป็นข้อมูลที่ในการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์หลักทางชลศาสตร์ต่อไป ได้แสดงไว้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราการไหลและค่าระดับน้ำสูงสุดจากสถิติในปี พ.ศ. 2554

สถานี	อัตราการไหลสูงสุด (ลบ.ม./วินาที)	ค่าระดับน้ำสูงสุด (ม.รทก.)
Y.3A	1,365.10	61.89
Y.33	1,198.00	57.16
Y.4	685.20	50.74
Y.15	526.70	44.57

จากข้อมูลทุติภูมิที่ได้จากศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน ทั้งรูปตัดตามขวางของแม่น้ำ ณ สถานีวัดน้ำ ค่าระดับน้ำสูงสุด อัตราการไหลสูงสุด ได้ถูกนำมาใช้ใน HEC-RAS เพื่อคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (n) โดยสอบเทียบกับกับค่าอัตราการไหลและค่าระดับน้ำสูงสุดที่วัดได้จริงในปี พ.ศ. 2554 จากนั้นจึงทำการทดลองเพิ่มประสิทธิภาพของการไหลโดยตั้งสมมุติฐานว่าเป็นการปรับปรุงโดยการดาดคอนกรีตท้องคลองและลาดตลิ่ง โดยกำหนดให้มีการดาดคอนกรีตออกจากสถานี Y.4 ขึ้นไปทางด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำเป็นระยะทางที่แตกต่างกันรวม 10 กรณี โดยเริ่มตั้งแต่กรณีที่ 1 ระยะทาง 2 กิโลเมตร ไปจนถึงกรณีที่ 10 ระยะทาง 20 กิโลเมตร ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระยะทางดาดคอนกรีต ด้านเหนือน้ำและด้านท้ายน้ำ

กรณี	ระยะทาง ด้านเหนือน้ำ(ม.)	ระยะทาง ด้านท้ายน้ำ(ม.)	ระยะทางรวม(ม.)
กรณีที่ 1	1,000	1,000	2,000
กรณีที่ 2	2,000	2,000	4,000
กรณีที่ 3	3,000	3,000	6,000
กรณีที่ 4	4,000	4,000	8,000
กรณีที่ 5	5,000	5,000	10,000
กรณีที่ 6	6,000	6,000	12,000
กรณีที่ 7	7,000	7,000	14,000
กรณีที่ 8	8,000	8,000	16,000
กรณีที่ 9	9,000	9,000	18,000
กรณีที่ 10	10,000	10,000	20,000

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง (n) ที่นำมาใช้ในการคำนวณในโปรแกรม HEC-RAS ช่วงเหนือน้ำและด้านท้ายน้ำ ทั้ง 10 กรณี ได้ใช้ค่า n = 0.013 [8] ส่วนช่วงที่อยู่นอกเหนือจากนั้นได้ใช้ค่า n ที่ได้จากการสอบเทียบกับอัตราการไหลสูงสุดและระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 วิธีการการสอบเทียบอัตราการไหลและค่าระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นใน ปี พ.ศ. 2554

ในการสอบเทียบอัตราการไหลและระดับน้ำสูงสุดเพื่อตรวจสอบหาค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญของการไหลในลำน้ำ คือการหาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (n) ของท้องแม่น้ำและลาดตลิ่ง มีวิธีการและขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.4.1 กำหนดให้สถานี Y.15 อ. กงไกรลาศ เป็น River Station (RS.) 1.00 มีอัตราการไหล 526.70 ลบ.ม./วินาที ค่าระดับน้ำ 44.57 ม. รทก. เป็น RS. ด้านท้ายน้ำ

2.4.2 กำหนดให้สถานี Y.4 อ. เมืองสุโขทัย เป็น River Station (RS.) 2.00 มีอัตราการไหล 685.20 ลบ.ม./วินาที ค่าระดับน้ำ 50.74 ม. รทก. อยู่ห่างจาก RS. 1.00 ขึ้นมาทางด้านเหนือน้ำเป็นระยะทาง 44.00 กม.

2.4.3 กำหนดให้สถานี Y.33 อ. ศรีสำโรง เป็น River Station (RS.) 3.00 มีอัตราการไหล 1,198.00 ลบ.ม./วินาที ค่าระดับน้ำ 57.16 ม.รทก. อยู่ห่างจาก RS. 2.00 ขึ้นมาทางด้านเหนือน้ำเป็นระยะทาง 32.90 กม.

2.4.4 กำหนดให้สถานี Y.3A อ. สวรรคโลก เป็น River Station (RS.) 4.00 มีอัตราการไหล 1,365.10 ลบ.ม./วินาที ค่าระดับน้ำ 61.89 ม.รทก. อยู่ห่างจาก RS. 3.00 ขึ้นมาทางด้านเหนือน้ำเป็นระยะทาง 23.90 กม.

2.4.5 ทำการแบ่ง River Station (RS.) เป็น RS. 1.01-1.99, 2.01-2.99 และ 3.01-3.99 โดยระยะทางระหว่าง RS. ย่อยนี้ จะมีระยะทางห่างกันอยู่ระหว่าง 239 – 440 เมตร

2.4.6 กรอกข้อมูล Cross-Section ในแต่ละ River Station (RS.) และกรอกค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (n) ของท้องน้ำและลาดตลิ่งให้มีค่าอยู่ระหว่าง 0.025-0.05 (ภายใต้สมมุติฐานของท้องน้ำและลาดตลิ่งที่เป็นดินสลับกับหินเรียง) [6]

2.4.7 ทดสอบ Run โปรแกรม HEC-RAS โดยกรอกข้อมูลอัตราการไหลของ River Station (RS.) 1.00, 2.00, 3.00, 4.00 และกรอกค่าระดับน้ำของ RS. 1.00 ซึ่งเป็นสถานีด้านท้ายน้ำด้วย

2.4.8 ตรวจสอบค่าระดับน้ำที่ได้จากการ Run โปรแกรม HEC-RAS ของ River Station (RS.) 2.00, 3.00, 4.00 ว่ามีค่าระดับน้ำของแต่ละ RS. ตรงกับค่าในตารางที่ 1 หรือไม่ หากยังไม่ตรงต้องดำเนินการปรับแก้ค่า n ใหม่พร้อมกับ Run โปรแกรมใหม่อีกครั้งจนกว่าจะได้ค่าระดับน้ำตรงกับค่าในตารางที่ 1

2.4.9 เมื่อได้ค่าระดับน้ำในขั้นตอนที่ 2.4.8 ตรงกับตารางที่ 1 แล้วต้องทำการบันทึกข้อมูลเพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลเริ่มต้นในการ Run โปรแกรมในแต่ละ Case ต่อไป

2.5 การ Run โปรแกรมในแต่ละกรณีทั้ง 10 Case มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

นำข้อมูลที่ได้จากการสอบเทียบในข้อ 2.4.9 มาเป็นข้อมูลเริ่มต้นสำหรับการ Run โปรกแรมในแต่ละ Case มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.5.1 Case 1 เป็นกรณีของการปรับปรุงแม่น้ำยมด้วยการดาดคอนกรีตท้องน้ำและลาดตลิ่งด้านท้ายน้ำและด้านเหนือน้ำ ความยาวด้านละ 1.00 กม. รวมเป็นระยะทางยาว 2.00 กม. โดยใช้ตำแหน่งสถานี Y.4 เป็นจุดเริ่มต้น ซึ่งดำเนินการได้โดยการปรับค่า n ในโปรแกรม HEC-RAS จากค่าเดิมในข้อ 2.4.9 มาเป็นค่า 0.013 เฉพาะช่วง RS. 1.99 – RS. 2.03 จากนั้นทำการ Run โปรแกรมพร้อมบันทึกค่าและตรวจค่าระดับน้ำที่ RS. 2.00 (Y.4) มีค่าระดับน้ำเท่าไหร่เพื่อนำค่านั้นมาเทียบกับค่าที่ได้จากปี พ.ศ. 2554 (โดยที่ค่าอัตราการไหลเป็นค่าเดียวกัน)

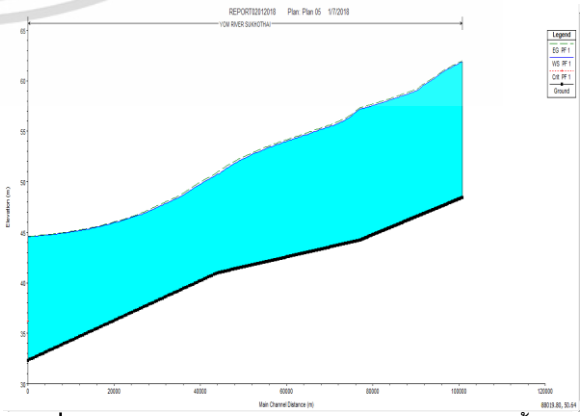
2.5.2 Case 2 ถึง Case 10 ดำเนินการเช่นเดียวกับ Case 1 แต่เป็นการเพิ่มระยะทางในการปรับปรุงแม่น้ำยมให้มีความยาวมากยิ่งขึ้นโดยอาศัยการปรับแก้ค่า n ในการ Run โปรแกรมในแต่ละกรณี ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สรุปรายละเอียดการปรับแก้ค่า n ในแต่ละ Case

กรณี	RS. ที่ทำการปรับแก้ค่า n	ค่า n ใหม่	ระยะทางรวม (ม.)
กรณีที่ 1	1.99 – 2.01	0.013	2,000
กรณีที่ 2	1.96 – 2.06	0.013	4,000
กรณีที่ 3	1.94 – 2.09	0.013	6,000
กรณีที่ 4	1.92 – 2.12	0.013	8,000
กรณีที่ 5	1.90 – 2.15	0.013	10,000
กรณีที่ 6	1.87 – 2.18	0.013	12,000
กรณีที่ 7	1.85 – 2.21	0.013	14,000
กรณีที่ 8	1.83 – 2.25	0.013	16,000
กรณีที่ 9	1.81 – 2.28	0.013	18,000
กรณีที่ 10	1.78 – 2.30	0.013	20,000

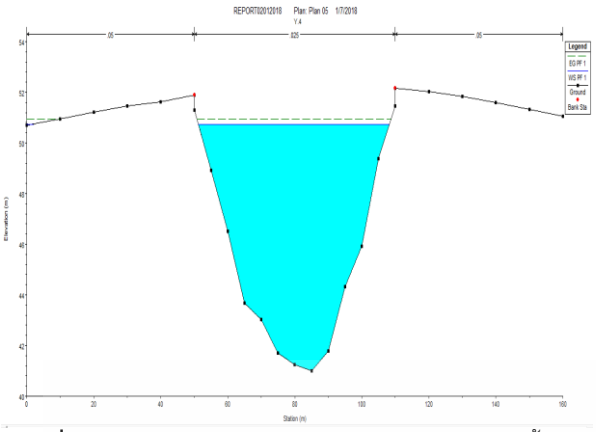
3. ข้อมูลและผลการวิเคราะห์วิจัย

ผลจากการสอบเทียบโดยใช้ค่าอัตราการไหลสูงสุดและค่าระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2554 มากำหนดให้สถานี Y.3A อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย เป็นจุดเริ่มต้นของการไหลและให้มวลน้ำไหลลงมาที่สถานี Y.33 อ.ศรีสำโรง สถานี Y.4 อ.เมืองสุโขทัย และมาสิ้นสุดที่สถานี Y.15 อ.กงไกรลาศ รวมระยะทาง 100.80 กิโลเมตร พบว่าค่า n ในลำน้ำเดิมที่ได้จะอยู่ระหว่าง 0.025 ถึง 0.050 มีรูปตัดการไหลตามยาวและตามขวาง ณ สถานี Y.4 ดังแสดงในรูปที่ 8 และ 9



รูปที่ 8 รูปตัดการไหลตามยาวก่อนการปรับปรุงสภาพลำน้ำ ณ สถานี Y.4 พ.ศ. 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

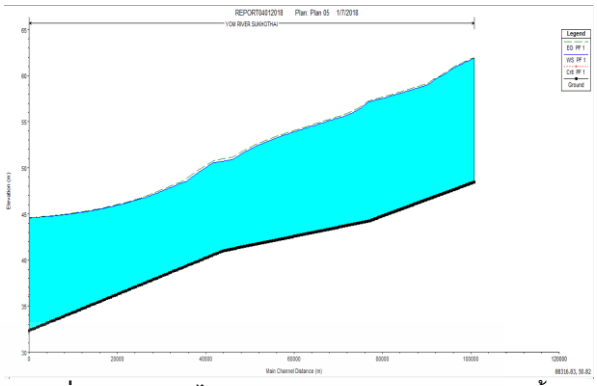


รูปที่ 9 รูปตัดการไหลตามขวางก่อนการปรับปรุงสภาพลำน้ำ ณ สถานี Y.4 พ.ศ. 2554

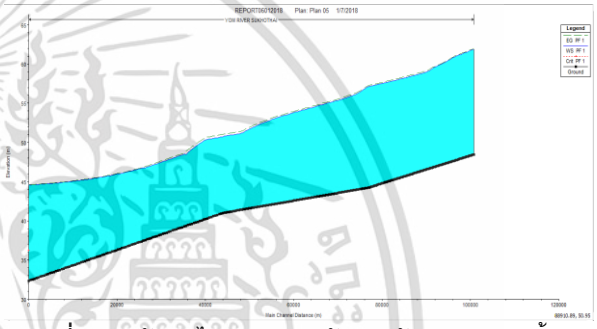
ผลจากการเพิ่มประสิทธิภาพการไหลโดยการดาดคอนกรีตเป็นระยะทางตามตารางที่ 2 โดยใช้ข้อมูลอัตราการไหลสูงสุดที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2554 พบว่าที่สถานี Y.4 อ. เมืองสุโขทัย มีค่าระดับน้ำสูงสุดลดลงเมื่อเทียบกับระดับน้ำสูงสุดในปี พ.ศ 2554 ดังแสดงในตารางที่ 4 โดย กรณีที่ 1 ระดับน้ำลดลง 0.13 เมตร มีค่าระดับน้ำสูงสุด 50.61 เมตร (รทก.) กรณีที่ 2 ระดับน้ำลดลง 0.37 เมตร มีค่าระดับน้ำสูงสุด 50.37 เมตร (รทก.) กรณีที่ 3 ระดับน้ำลดลง 0.52 เมตร มีค่าระดับน้ำสูงสุด 50.22 เมตร (รทก.) กรณีที่ 4 ระดับน้ำลดลง 0.67 เมตร มีค่าระดับน้ำสูงสุด 50.07 เมตร (รทก.) กรณีที่ 5 ระดับน้ำลดลง 0.82 เมตร มีค่าระดับน้ำสูงสุด 49.92 เมตร (รทก.) กรณีที่ 6 ระดับน้ำลดลง 1.04 เมตร มีค่าระดับน้ำสูงสุด 49.70 เมตร (รทก.) กรณีที่ 7 ระดับน้ำลดลง 1.19 เมตร มีค่าระดับน้ำสูงสุด 49.55 เมตร (รทก.) กรณีที่ 8 ระดับน้ำลดลง 1.33 เมตร มีค่าระดับน้ำสูงสุด 49.41 เมตร (รทก.) กรณีที่ 9 ระดับน้ำลดลง 1.46 เมตร มีค่าระดับน้ำสูงสุด 49.28 เมตร (รทก.) กรณีที่ 10 ระดับน้ำลดลง 1.59 เมตร มีค่าระดับน้ำสูงสุด 49.15 เมตร (รทก.) ดังแสดงในตารางที่ 4 และรูปตัดตามยาวและตามขวางในบางกรณีในรูปที่ 10 ถึง 17

ตารางที่ 4 ค่าระดับน้ำสูงสุดในแม่น้ำยมก่อนและหลังการปรับปรุงลำน้ำด้วยการดาดคอนกรีตในแต่ละกรณี ณ สถานี Y.4

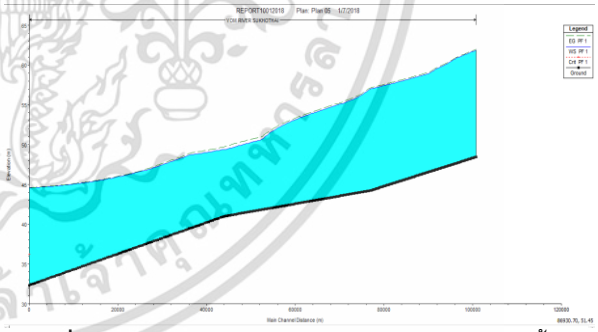
กรณี	ค่าระดับน้ำสูงสุดก่อนการปรับปรุง (ม.รทก.)	ค่าระดับน้ำสูงสุดภายหลังการปรับปรุง(ม.รทก.)	ระดับน้ำลดลง (ม.)
กรณีที่ 1	50.74	50.61	0.13
กรณีที่ 2	50.74	50.37	0.37
กรณีที่ 3	50.74	50.22	0.52
กรณีที่ 4	50.74	50.07	0.67
กรณีที่ 5	50.74	49.92	0.82
กรณีที่ 6	50.74	49.70	1.04
กรณีที่ 7	50.74	49.55	1.19
กรณีที่ 8	50.74	49.41	1.33
กรณีที่ 9	50.74	49.28	1.46
กรณีที่ 10	50.74	49.15	1.59



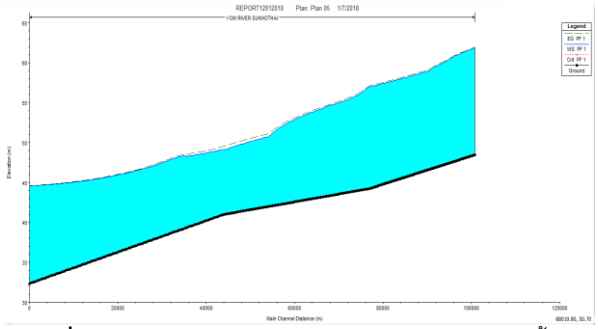
รูปที่ 10 รูปตัดการไหลตามยาวหลังการปรับปรุงสภาพลำน้ำ กรณีที่ 2 ณ สถานี Y.4



รูปที่ 11 รูปตัดการไหลตามยาวหลังการปรับปรุงสภาพลำน้ำ กรณีที่ 4 ณ สถานี Y.4

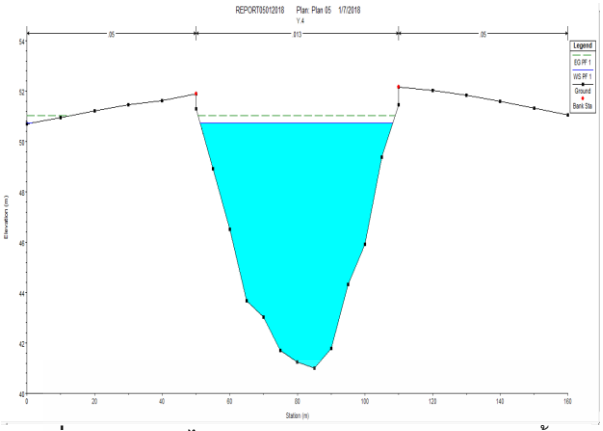


รูปที่ 12 รูปตัดการไหลตามยาวหลังการปรับปรุงสภาพลำน้ำ กรณีที่ 8 ณ สถานี Y.4

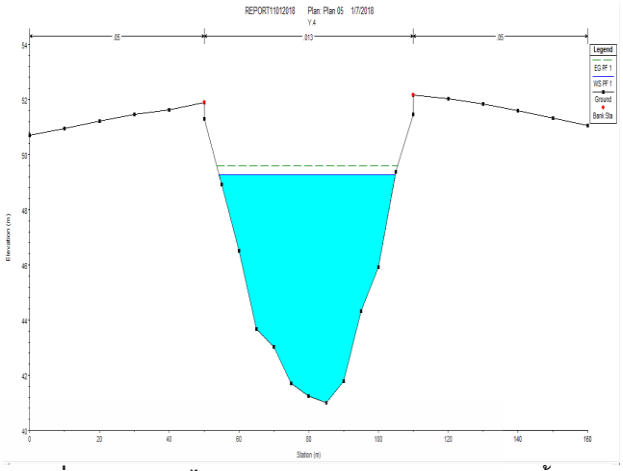


รูปที่ 13 รูปตัดการไหลตามยาวหลังการปรับปรุงสภาพลำน้ำ กรณีที่ 10 ณ สถานี Y.4

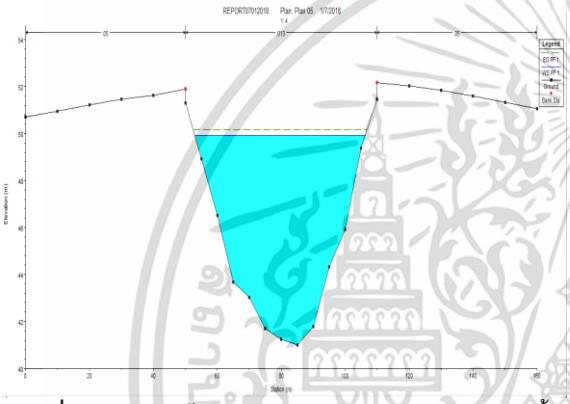
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



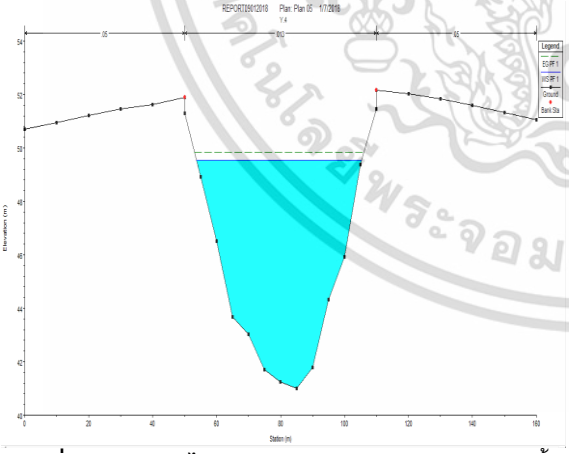
รูปที่ 14 รูปตัดการไหลตามขวางหลังการปรับปรุงสภาพลำน้ำ กรณีที่ 3 ณ สถานี Y.4



รูปที่ 17 รูปตัดการไหลตามขวางหลังการปรับปรุงสภาพลำน้ำ กรณีที่ 9 ณ สถานี Y.4



รูปที่ 15 รูปตัดการไหลตามขวางหลังการปรับปรุงสภาพลำน้ำ กรณีที่ 5 ณ สถานี Y.4



รูปที่ 16 รูปตัดการไหลตามขวางหลังการปรับปรุงสภาพลำน้ำ กรณีที่ 7 ณ สถานี Y.4

4. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะในการพัฒนาต่อไป

การใช้ระบบวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ HEC-RAS (USACE, 2016) นี้ นับได้ว่าเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการวิเคราะห์การไหลหลากได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากต้องการพัฒนาลำน้ำเดิมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการไหลจะสามารถใช้แบบจำลอง HEC-RAS ในการประมาณค่าพารามิเตอร์หลักทางชลศาสตร์ ซึ่งจะทำให้ทราบค่าอัตราการไหลสูงสุด ความเร็วของกระแสน้ำและค่าระดับน้ำสูงสุดที่จะเกิดขึ้นได้ จึงเป็นประโยชน์ในการนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการออกแบบคันป้องกันน้ำท่วมในพื้นที่ชุมชนชุมชนริมแม่น้ำได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้สามารถสรุปข้อดีและข้อเสีย เมื่อเทียบกับการแก้ไขปัญหาอุทกภัยด้วยวิธีการอื่นๆ ได้ดังต่อไปนี้

4.1 ข้อดีของการปรับปรุงแม่น้ำด้วยการดาดคอนกรีต

4.1.1 วิธีการปรับปรุงแม่น้ำด้วยการดาดคอนกรีตกับกรณีของแม่น้ำยมสามารถดำเนินการได้ทันทีโดยไม่ต้องจัดหาพื้นที่ใหม่สำหรับการทำพื้นที่แก้มลิงและคลองผันน้ำเมื่อเทียบกับการแก้ไขปัญหาด้วยการก่อสร้างระบบคลองผันน้ำเข้าสู่พื้นที่แก้มลิง ทั้งนี้ลำน้ำยมในฤดูแล้งจะมีสภาพที่แห้งขอดจึงไม่เป็นอุปสรรคต่อการทำงาน

4.1.2 วิธีการปรับปรุงแม่น้ำด้วยระบบนี้ให้ประสิทธิภาพในการระบายน้ำได้ค่อนข้างสูง อาทิเช่น หากมีการดาดคอนกรีตกับกรณีของแม่น้ำยมเป็นระยะทางยาว 2 – 4 กิโลเมตร จะสามารถลดระดับน้ำในแม่น้ำยมลงได้ถึง 0.13 – 0.37 เมตร เทียบได้กับการมีคลองผันน้ำขนาด 50 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที จำนวน 1 คลอง และหากดาดคอนกรีตเป็นระยะทางยาว 4 – 6 กิโลเมตร จะสามารถลดระดับน้ำในแม่น้ำยมลงได้มากถึง 0.37 – 0.52 เมตร ซึ่งเทียบได้กับการมีคลองผันน้ำขนาด 100 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที จำนวน 1 คลอง ดังแสดงในตารางที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ค่าระดับน้ำสูงสุดและระดับน้ำที่ลดลงเมื่อทำการก่อสร้างคลองผันน้ำขนาด 50 และ 100 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที [4]

Various diversion discharges at each year		50 cubic meters/sec.	100 cubic meters/sec.
1)	Flood in 1995 (return period 3 years)		
	Days of flooded	0	0
	Maximum water level in m. (MSL.)	49.44	49.31
	Flooded reduced from previous in m.	0.21	0.32
2)	Flood in 1975 (return period 7 years)		
	Days of flooded	0	0
	Maximum water level in m. (MSL.)	49.39	49.21
	Flooded reduced from previous in m.	0.24	0.40
3)	Flood in 2001 (return period 13 years)		
	Days of flooded	1	0
	Maximum water level in m. (MSL.)	49.46	49.30
	Flooded reduced from previous in m.	0.21	0.34
Note that the bank fill level at Y.4 (Sukhothai) is +49.84.(MSL.). Sources : RID,2006			

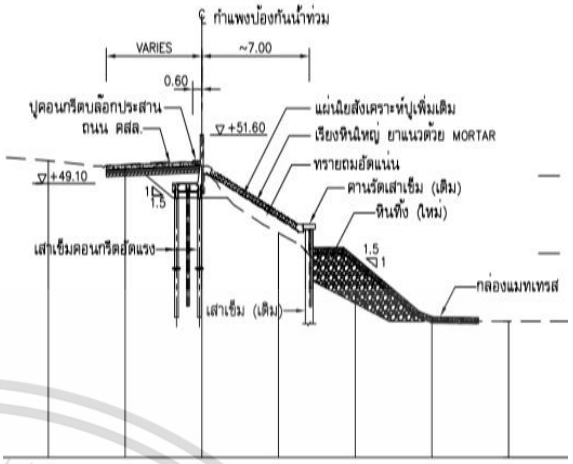
4.2 ข้อเสียของการปรับปรุงแม่น้ำด้วยการดาดคอนกรีต

4.2.1 วิธีการปรับปรุงแม่น้ำด้วยการดาดคอนกรีตกับกรณีของแม่น้ำยมนี้จะต้องนำความเร็วของกระแสน้ำมาพิจารณาร่วมด้วย เพราะหลังการปรับปรุงความเร็วของกระแสน้ำจะเพิ่มขึ้นเพราะค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (n) จะมีค่าลดลงเกือบเท่าตัวเมื่อเทียบกับค่า n ก่อนการปรับปรุง ดังนั้นจึงต้องพิจารณาออกแบบการก่อสร้างคันป้องกันตลิ่งให้มีความมั่นคงแข็งที่เพียงพอกับความเร็วของกระแสน้ำที่เพิ่มมากขึ้นด้วย

4.2.2 วิธีการปรับปรุงแม่น้ำด้วยการดาดคอนกรีตนั้นจะมีผลให้ความเร็วของกระแสน้ำเพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้พื้นที่ด้านท้ายน้ำที่ยังไม่มีระบบคันป้องกันน้ำท่วมและระบบการป้องกันการกัดเซาะได้รับผลกระทบมากกว่าปกติ ดังนั้นในพื้นที่ด้านท้ายน้ำจึงควรได้รับการพัฒนาระบบป้องกันการกัดเซาะตลิ่งร่วมกับการพัฒนาบึงธรรมชาติให้เป็นพื้นที่แก้มลิงเพื่อลดผลกระทบโดยตรงและเพื่อเป็นแหล่งกักเก็บน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้งต่อไป

4.3 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแม่น้ำด้วยการดาดคอนกรีต

ความยาวที่เหมาะสมในการปรับปรุงแม่น้ำยมช่วงที่ไหลผ่านตัวเมืองสุโขทัยด้วยการดาดคอนกรีตนั้น ควรที่จะเลือกใช้ความยาวที่ประมาณ 8.00 กิโลเมตร ดังกรณีที่ 4 ซึ่งค่าระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นจะอยู่ที่ + 50.07 ม. รทก. หรือลดลง 0.67 ม. จากระดับน้ำสูงสุด + 50.74 ม. รทก. ซึ่งเป็นค่าระดับที่ใกล้เคียงกับคันถนนเดิม ดังรูปที่ 18 ประกอบกับกรมโยธาธิการและผังเมืองได้มีโครงการก่อสร้างระบบป้องกันน้ำท่วมริมแม่น้ำยมซึ่งมีความยาวประมาณ 5.00 กิโลเมตร จึงเป็นการเสริมประสิทธิภาพของคันป้องกันน้ำท่วมที่มีอยู่แล้วในการป้องกันน้ำซึมลอดผ่านใต้กำแพงและยังช่วยประหยัดงบประมาณในการดาดคอนกรีตลงได้ด้วย



รูปที่ 18 รูปตัดตามขวางการก่อสร้างระบบป้องกันน้ำท่วมริมแม่น้ำยม ในพื้นที่ชุมชนเทศบาลเมืองสุโขทัยธานี (กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2558)

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนใคร่ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. สกุล ห่อวโนทยาน ที่ให้ความรู้และแนวทางในการศึกษาวิชาทางด้านชลศาสตร์และอุทกวิทยา รศ.ดร. สมบัติ ชื่นชูกลิ่น และคณะอนุกรรมการ สาขาวิศวกรรมแหล่งน้ำ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และกรมชลประทาน ที่ได้ร่วมกันจัดการอบรมให้ความรู้ในการใช้โปรแกรม HEC-RAS เวอร์ชัน 5.0.1 ตลอดจนถึงวิทยากรทุกท่านที่เสียสละเวลามาให้ความรู้ในการใช้โปรแกรมดังกล่าว ขอขอบพระคุณสำหรับข้อมูลทุติยภูมิที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ที่ได้มาจากศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน กรมโยธาธิการและผังเมือง บริษัท บีคอน เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแต้นส์ จำกัด สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์กรมหาชน) ตลอดจนถึงทุกๆ ท่านที่สนับสนุนข้อมูล กำลังใจและความรู้ในการศึกษาในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] กรมทรัพยากรน้ำ (2552). แผนที่มาตรฐานการแบ่งลุ่มน้ำหลักลุ่มน้ำสาขาของประเทศไทย. สหมิตรพริ้นติ้งแอนด์พับลิสชิ่ง, หน้า 1-1 ถึง 1-12.

[2] สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร(องค์กรมหาชน) (2555). การดำเนินการด้านการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลโครงการพัฒนาระบบคลังข้อมูล 25 ลุ่มน้ำ และแบบจำลองน้ำท่วม น้ำแล้ง ลุ่มน้ำยม. บริษัทแอสดีคอน คอร์ปอเรชั่น จำกัด, หน้า 1-3.

[3] ชัยวัฒน์ ขยันการนาวี, ฉลอง เกิดพิทักษ์ (2552). แนวคิดในการศึกษาเพื่อลดปัญหาน้ำท่วมและภัยแล้งในลุ่มน้ำยม. *วิศวกรรมสาร มหาวิทยาลัยนเรศวร*, ปีที่ 3, ฉบับที่ 1, หน้า 20-26.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[4] Sombat Chuenchooklin, Phattaporn Mekprugsawong, and Pronmongkol Chidchob. (2007).The river analysis simulation model for the planning of retention area and diversion channel for flood reduction in the lower Yom's River basin in Thailand. *The 4th INWEPF Steering Meeting and Symposium*, Bangkok, Thailand, 5-7 July 2007, Paper 2-01, Page 1-13.

[5] กรมโยธาธิการและผังเมือง (2558). การศึกษาและออกแบบโครงการก่อสร้างระบบป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนจังหวัดสุโขทัย. บริษัท บีคอน เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแต้นส์ จำกัด, สัญญาที่ 1-5.

[6] U.S. Army Corps of Engineers. (2016). HEC-RAS River analysis: Hydraulics reference manual version 5.0.1 Retrieved from http://www. Hecusace.arrmy.mil. Public distribution unlimited.

[7] V.T. Chow, D.R. Maidment, L.W. Mays. (1998). *Applied hydrology*. The McGraw-Hill Companies, Inc., pp.32-35.

[8] M. Hanif Chaudhry. (2008). *Open - Channel Flow Second Edition*. Springer Science + Business Media, LLC, pp.100.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายธีรวุฒิ พงษ์จันทร์
วัน เดือน ปีเกิด 3 กรกฎาคม 2514
ที่อยู่ 18/8 หมู่ที่ 9 ตำบลช่องสามหมอ อำเภอแก้งคร้อ จังหวัดชัยภูมิ 36150

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2533 - 2537 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการก่อสร้าง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2530 – 2533 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนแก้งคร้อวิทยา จังหวัดชัยภูมิ

ประสบการณ์การทำงานและผลงานวิจัยที่ผ่านมา

พ.ศ. 2561 “การศึกษาความเป็นไปได้ในการบรรเทาปัญหาอุทกภัย ด้วยการปรับปรุงกายภาพลำน้ำ กรณีศึกษาแม่น้ำยม จังหวัดสุโขทัย” และนำเสนอผลงานใน “การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 23” ระหว่างวันที่ 18 ถึง 20 กรกาคม 2561 โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า จังหวัดนครนายก
พ.ศ. 2562 – ปัจจุบัน ตำแหน่งวิศวกรอาวุโส บมจ. อิตาเลียนไทย ดีเวล๊อปเมนต์ โครงการก่อสร้างรถไฟฟ้าความเร็วสูง เชื่อม 3 สนามบินแบบไร้รอยต่อ (ดอนเมือง – สุวรรณภูมิ – อู่ตะเภา)
พ.ศ. 2560 – 2562 ตำแหน่งวิศวกรอาวุโส บมจ. อิตาเลียนไทย ดีเวล๊อปเมนต์ โครงการก่อสร้างทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง สายบางปะอิน – สระบุรี – นครราชสีมา
พ.ศ. 2559 – 2560 ตำแหน่งผู้จัดการโครงการ บมจ. อิตาเลียนไทย ดีเวล๊อปเมนต์ โครงการก่อสร้างถนนผังเมืองรวม สาย ข 5, สาย ข 6, และสาย ข 6 (เพิ่มเติม) ในโครงการจัดรูปที่ดินเพื่อพัฒนาพื้นที่ ตำบลแม่กลอง และตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม
พ.ศ. 2558 – 2559 ตำแหน่งผู้จัดการโครงการ บมจ. อิตาเลียนไทย ดีเวล๊อปเมนต์ โครงการก่อสร้างเขื่อนป้องกันตลิ่งเขื่อนป้องกันตลิ่งริมคลองแควอ้อม บริเวณวัดบางสะแก ตำบลบางสะแก อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม
พ.ศ. 2557 – 2558 ตำแหน่งผู้จัดการโครงการ บมจ. อิตาเลียนไทย ดีเวล๊อปเมนต์ โครงการก่อสร้างระบบป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนป่าซาง ระยะที่ 1 อำเภอป่าซาง จังหวัดลำพูน
พ.ศ. 2556 – 2557 ตำแหน่งผู้จัดการโครงการ บมจ. อิตาเลียนไทย ดีเวล๊อปเมนต์ โครงการซ่อมแซมระบบระบายน้ำและบำบัดน้ำเสียเทศบาลนครพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก
พ.ศ. 2555 – 2556 ตำแหน่งผู้ช่วยผู้จัดการโครงการ บมจ. อิตาเลียนไทย ดีเวล๊อปเมนต์ โครงการก่อสร้างคันป้องกันน้ำท่วมบริเวณริมคลองรังสิตประยูรศักดิ์ฝั่งใต้ จังหวัดปทุมธานี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พ.ศ. 2553 – 2555	ตำแหน่งวิศวกรโครงการ บจก. แอล.วี.ซี. ดีเวลล็อปเม้นท์ โครงการก่อสร้างอาคารป้องกันตลิ่ง 3 แห่ง จังหวัดอ่างทอง
พ.ศ. 2551 – 2553	ตำแหน่งวิศวกรโครงการ บจก. แอล.วี.ซี. ดีเวลล็อปเม้นท์ โครงการก่อสร้างระบบป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนมหาชัย จังหวัดสมุทรสาคร สัญญาที่ 2
พ.ศ. 2549 – 2551	ตำแหน่งวิศวกรโครงการ บจก. แอล.วี.ซี. ดีเวลล็อปเม้นท์ โครงการก่อสร้างระบบป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชน จังหวัดสมุทรสาคร (พื้นที่โกรกกราก ระยะที่ 1 สัญญาที่ 2)
พ.ศ. 2548 – 2551	ตำแหน่งวิศวกรโครงการ บจก. แอล.วี.ซี. ดีเวลล็อปเม้นท์ โครงการก่อสร้างระบบป้องกันน้ำท่วมพื้นที่เทศบาลนครสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้