

โครงการวิศวกรรมชลประทาน

(02207499)

ที่ 9/2554

เรื่อง

การศึกษาเพื่อจำลองสภาพการไหลของแม่น้ำท่าจีนโดยแบบจำลอง MIKE11

The Study of River Flow Modelling in Thachin River by using MIKE11 Model

โดย

นางสาวกীরติการ      นาคีสินธ์

นางสาวช่อขวัญ      หมั่นसान

เสนอ

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา - ชลประทาน)

พ.ศ.2554





## Abstract

Title : The Study of River Flow Modelling in Thachin River by using MIKE11 Model

By : Miss Keeratikan            Nakeesin

Miss Chorkwan            Mansan

Project Advisor :

.....

(Dr.Wisuwat    Taesombat)

...../...../.....

Many areas along the lower Thachin River always has encountered flood problem. This can destroy agricultural areas and villages which are situated on the river basin. Thus, the flow circulation of the river and the flood affected areas has been determined to understanding the real problem. This study relied on the water-level data which collected from the simulation of river's flow state (by using MIKE 11 model as a practical tool) and the flood affected areas. The areas of study started from the Phophaya water gate, in Suphanburi province, to the estuary of Thachin River, in Samutsakorn province, with 201 kilometers long. In order to obtain reliable data from this model, this model has been examined by comparing collected data of water level from the model to that from the actual areas, with calibration of Manning's roughness coefficient (Manning's  $n$ ). The area of collected data is divided to two sections along the length of the River. The first part stated from kilometer 0+000 to kilometer 87+000, second part was kilometer 87+0000 to 201+000. The Manning's roughness coefficient is 0.045, 0.04 and 0.03 respectively. When these coefficients data has been applied to the model, the flood can be found almost throughout the river long from kilometer 17+000 to kilometer 201+000. There fore, the short-cut canal project has been proposed to solve flood problem in this area. After short-cut canal project has been done, the data of water level shown a little difference between before creating the canal and after that. The canal can reduce the average water level by 0.049 meters. And flowing rate is increasing by  $1.419 \text{ m}^3/\text{s}$ . However, flood cannot be resolve yet.

## คำนิยม

การศึกษาครั้งนี้สำเร็จได้เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก อ.ดร.วิษุวัตม์ แต่สมบัติ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการงานวิศวกรรมชลประทาน ที่ได้ให้คำแนะนำและแนวคิดที่เกิดประโยชน์ต่อการดำเนินงานตลอดจนได้ตรวจสอบโครงการงานวิศวกรรมชลประทานฉบับนี้จนเรียบร้อยโดยสมบูรณ์ ผู้จัดทำขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณ อ.ชูพันธุ์ ชมภูจันทร์ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่กรุณาให้เกียรติมาเป็นกรรมการสอบโครงการงานวิศวกรรมชลประทานแก่โครงการนี้

ขอขอบคุณ อ.ณัฐวุฒิ อินทบุตร นิสิตปริญญาเอก ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับขั้นตอนการทำงานของแบบจำลอง MIKE 11 จนทำให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงการงานวิศวกรรมชลประทานฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่ต้องการศึกษา และสนใจเกี่ยวกับการจำลองสภาพการไหลของแม่น้ำท่าจีนโดยแบบจำลอง MIKE11 หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำขออภัยมา ณ โอกาสนี้

นางสาวกীরติการ นาคีสินธ์  
นางสาวช่อขวัญ หมั่นसान  
เมษายน 2555

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
Abstract	II
คำนิยม	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	V
สารบัญภาพ	VI
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	<b>1</b>
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของงาน	1
<b>บทที่ 2 การตรวจเอกสาร</b>	<b>3</b>
2.1 ข้อมูลเบื้องต้นของแม่น้ำท่าจีน	3
2.2 หลักการทำงานของแบบจำลอง MIKE 11	9
2.3 ผลงานการศึกษาของแบบจำลอง MIKE 11 ในอดีต	11
<b>บทที่ 3 อุปกรณ์ และ วิธีการ</b>	<b>13</b>
3.1 อุปกรณ์	13
3.2 วิธีการ	13
<b>บทที่ 4 ผลการศึกษา</b>	<b>17</b>
4.1 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลอง	17
4.2 แนวทางการแก้ไขปัญหาการเกิดน้ำท่วมในอนาคต	31
<b>บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา</b>	<b>47</b>
5.1 การเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n	47
5.2 บริเวณจุดเสี่ยงที่จะเกิดปัญหาน้ำท่วม	47
5.3 ผลของกรณีศึกษาการสร้างคลองลัดแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง	47
<b>เอกสารอ้างอิง</b>	<b>49</b>
ภาคผนวก ก แสดงค่าของระดับน้ำที่ลดลงจากการขุดคลองลัดแม่น้ำท่าจีน	51
ภาคผนวก ข แสดงอัตราการไหลที่เปลี่ยนแปลงจากการขุดคลองลัดแม่น้ำท่าจีน	58
ภาคผนวก ค แสดงพิกัดของรูปตัดขวางแม่น้ำท่าจีนที่ กม.0+000 ถึง 201+000 ของปี ค.ศ.1989	65

## สารบัญตาราง

	หน้า	
ตารางที่ 4.1	ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n	18
ตารางที่ 4.1.1	การเปรียบเทียบผลการปรับเทียบแบบจำลองของประตुरะบายน้ำสองพี่น้อง	29
ตารางที่ 4.1.2	การเปรียบเทียบผลการปรับเทียบแบบจำลองของประตुरะบายน้ำเจดีย์บูชา	29
ตารางที่ 4.1.3	การแปลความหมายค่า NSE	30
ตารางที่ 4.2	ระดับน้ำที่ลดลงและอัตราการไหลที่เพิ่มขึ้นจากการขุดคลองลัดแม่น้ำท่าจีน	45

## สารบัญภาพ

	หน้า	
ภาพที่ 2.1.1	สภาพภูมิประเทศในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน	4
ภาพที่ 2.1.2	การใช้ประโยชน์ที่ดินหลักด้านการเกษตรในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน	6
ภาพที่ 2.1.3	หมู่บ้านที่ประสบอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน	7
ภาพที่ 2.1.4	หมู่บ้านที่ประสบปัญหาภัยแล้งในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน	8
ภาพที่ 3.1	ขอบเขตแม่น้ำท่าจีนที่ทำการศึกษา	14
ภาพที่ 4.1.1	ผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n ที่ ปตร.สอง ฝั่ง 1 เมษายน 2007 ถึง 30 มิถุนายน 2007	20
ภาพที่ 4.1.2	ผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n ที่ ปตร.สอง ฝั่ง 1 กรกฎาคม 2007 ถึง 30 กันยายน 2007	21
ภาพที่ 4.1.3	ผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n ที่ ปตร.สอง ฝั่ง 1 ตุลาคม 2007 ถึง 31 ธันวาคม 2007	21
ภาพที่ 4.1.4	ผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n ที่ ปตร.สอง ฝั่ง 1 มกราคม 2008 ถึง 1 เมษายน 2008	22
ภาพที่ 4.1.5	ผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n ที่ ปตร.สอง ฝั่ง 1 เมษายน 2007 ถึง 1 เมษายน 2008	22
ภาพที่ 4.1.6	ผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n ที่ ปตร.เจดีย์บูชา 1 เมษายน 2007 ถึง 30 มิถุนายน 2007	23
ภาพที่ 4.1.7	ผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n ที่ ปตร.เจดีย์บูชา 1 กรกฎาคม 2007 ถึง 30 กันยายน 2007	23
ภาพที่ 4.1.8	ผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n ที่ ปตร.เจดีย์บูชา 1 ตุลาคม 2007 ถึง 31 ธันวาคม 2007	24
ภาพที่ 4.1.9	ผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n ที่ ปตร.เจดีย์บูชา 1 มกราคม 2008 ถึง 1 เมษายน 2008	24
ภาพที่ 4.1.10	ผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n ที่ ปตร.เจดีย์บูชา 1 เมษายน 2007 ถึง 1 เมษายน 2008	25
ภาพที่ 4.1.11	ผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n ที่ ปตร.สองฝั่ง 1 เมษายน 2007 ถึง 1 เมษายน 2008	26
ภาพที่ 4.1.12	ผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n ที่ ปตร.เจดีย์บูชา 1 เมษายน 2007 ถึง 1 เมษายน 2008	27
ภาพที่ 4.2.1	ลำน้ำของแม่น้ำท่าจีนก่อนการขุดคลองลัด	31
ภาพที่ 4.2.2	บริเวณที่จะทำการขุดคลองลัดจากแผนที่	32



สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า	
ภาพที่ 4.2.3	บริเวณที่จะทำการขุดคลองลัดจากแบบจำลอง MIKE 11	32
ภาพที่ 4.2.4	ลำน้ำของแม่น้ำท่าจีนหลังการขุดคลองลัด	33
ภาพที่ 4.2.5	บริเวณที่ทำการขุดคลองลัดเสร็จเรียบร้อยแล้ว	33
ภาพที่ 4.2.6	รูปตัดลำน้ำเดิมของจุดตัดที่จุดเข้าคลองจี้วราย (พิกัด N 1526571 E 632660)	34
ภาพที่ 4.2.7	รูปตัดลำน้ำใหม่ของจุดตัดที่จุดเข้าคลองจี้วราย (พิกัด N 1526571 E 632660)	34
ภาพที่ 4.2.8	รูปตัดลำน้ำใหม่ของจุดตัดตรงกลางคลองจี้วราย (พิกัด N 1525638 E 633306)	35
ภาพที่ 4.2.9	รูปตัดลำน้ำเดิมของจุดตัดที่จุดออกคลองจี้วราย (พิกัด N 1524705 E 633952)	35
ภาพที่ 4.2.10	รูปตัดลำน้ำใหม่ของจุดตัดที่จุดออกคลองจี้วราย (พิกัด N 1524705 E 633952)	36
ภาพที่ 4.2.11	รูปตัดลำน้ำเดิมของจุดตัดที่จุดเข้าคลองทรงคนอง (พิกัด N 1521858 E 635321)	36
ภาพที่ 4.2.12	รูปตัดลำน้ำใหม่ของจุดตัดที่จุดเข้าคลองทรงคนอง (พิกัด N 1521858 E 635321)	37
ภาพที่ 4.2.13	รูปตัดลำน้ำใหม่ของจุดตัดตรงกลางคลองทรงคนอง (พิกัด N 1520861 E 635192)	37
ภาพที่ 4.2.14	รูปตัดลำน้ำเดิมของจุดตัดที่จุดออกคลองทรงคนอง (พิกัด N 1519864 E 635063)	38
ภาพที่ 4.2.15	รูปตัดลำน้ำใหม่ของจุดตัดที่จุดออกคลองทรงคนอง (พิกัด N 1519864 E 635063)	38
ภาพที่ 4.2.16	รูปตัดลำน้ำเดิมของจุดตัดที่จุดเข้าคลองท่าข้าม (พิกัด N 1516697 E 633717)	39
ภาพที่ 4.2.17	รูปตัดลำน้ำใหม่ของจุดตัดที่จุดเข้าคลองท่าข้าม (พิกัด N 1516697 E 633717)	39
ภาพที่ 4.2.18	รูปตัดลำน้ำใหม่ของจุดตัดตรงกลางคลองท่าข้าม (พิกัด N 1515984 E 633755.5)	40
ภาพที่ 4.2.19	รูปตัดลำน้ำเดิมของจุดตัดที่จุดออกคลองท่าข้าม (พิกัด N 1515270 E 633794)	40

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 4.2.20 รูปตัดลำน้ำใหม่ของจุดตัดที่จุดออกคลองท่าข้าม (พิกัด N 1515270 E 633794)	41
ภาพที่ 4.2.21 ระดับน้ำก่อนทำการขุดคลองลัด	42
ภาพที่ 4.2.22 ระดับน้ำหลังทำการขุดคลองลัด	42
ภาพที่ 4.2.23 การเปรียบเทียบค่าระดับน้ำก่อนและหลังการขุดคลองลัด บริเวณ กม.0+000 (Thachin) ถึง กม.58+000 (Songpeenong)	43
ภาพที่ 4.2.24 การเปรียบเทียบค่าระดับน้ำก่อนและหลังการขุดคลองลัด บริเวณ กม.58+000 (Songpeenong) ถึง กม.111+940 (Songpeenong)	43
ภาพที่ 4.2.25 การเปรียบเทียบค่าระดับน้ำก่อนและหลังการขุดคลองลัด บริเวณ กม.111+940 (Songpeenong) ถึง กม.201+000 (Thachin)	44
ภาพที่ 4.2.26 การเปรียบเทียบค่าระดับน้ำก่อนและหลังการขุดคลองลัด บริเวณ กม.0+000 (Thachin) ถึง กม.201+000 (Thachin)	44
ภาพที่ 4.2.27 อัตราการไหลก่อนทำการขุดคลองลัด	46
ภาพที่ 4.2.28 อัตราการไหลหลังทำการขุดคลองลัด	46

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ที่มาและความสำคัญ

น้ำท่วมและดินถล่มเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นต่อเนื่องกันมาตั้งแต่อดีตกาลโดยมีสาเหตุส่วนใหญ่มาจากฝนที่ตกหนัก หรือฝนที่ตกนาน ในปัจจุบันเหตุการณ์น้ำท่วมและดินถล่มเกิดขึ้นบ่อยครั้ง นับวันจะทวีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ ทั้งนี้เป็นผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์นั่นคือ การตัดไม้ทำลายป่า การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างขาดความรู้ความเข้าใจ จึงได้มีการศึกษาเพื่อจำลองสภาพการไหลของน้ำในลำน้ำ โดยใช้แบบจำลอง MIKE 11 ซึ่งมีความสามารถในการวิเคราะห์ และแสดงผลการจำลองสถานการณ์น้ำท่วม (วิกิพีเดีย, 2554)

MIKE 11 เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาโดย DHI Water and Environment ใช้เพื่อคำนวณการไหลแบบ 1 มิติในแม่น้ำ ซึ่งจำลองลักษณะการไหลของน้ำที่เป็นการไหลแบบทิศทางเดียว คือ ทิศทางตามการไหลของน้ำ (One Dimension Flow) และไม่คงที่ตามเวลา (Unsteady Flow) โดยเป็นแบบจำลองเชิงกายภาพ (Physical Based Model) ในข้อมูลทางกายภาพของลำน้ำเป็นข้อมูลน้ำเข้า หลักการจึงเหมือนกับการสร้างลำน้ำในเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยแบบจำลอง MIKE 11 โดยมีสภาพเหมือนลำน้ำจริง

#### 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n ที่เหมาะสมในการทำแบบจำลอง MIKE 11
2. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการไหลของแม่น้ำท่าจีน
3. เพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงการเกิดปัญหาน้ำท่วมบริเวณแม่น้ำท่าจีน
4. เพื่อวิเคราะห์และประเมินแนวทางการบรรเทาปัญหาน้ำท่วม โดยการขุดคลองลัดแม่น้ำท่าจีน

#### 1.3 ขอบเขตของงาน

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่ต้องนำมาใช้ในแบบจำลอง MIKE 11 ซึ่งมีข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลอง MIKE 11 ดังนี้
  - ฐานข้อมูลแบบจำลอง (Time Series)
  - รูปตัดลำน้ำ (Cross Section)
  - เครือข่ายลำน้ำ (River Network)
  - ข้อมูลระดับน้ำหรืออัตราการไหลตามเงื่อนไขขอบเขต (Boundary Condition)
  - ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง (HD Parameter)
  - การควบคุมการทำงานหลัก (Simulation)

2. ศึกษาพฤติกรรมการไหลของน้ำในแม่น้ำท่าจีน
3. ศึกษาโครงการขุดคลองลัดแม่น้ำท่าจีนโดยแบบจำลอง MIKE 11
4. ช่วงระยะเวลาในการนำข้อมูลมาใช้ในแบบจำลอง MIKE 11 ในช่วง 1 เมษายน ค.ศ. 2007 ถึง 1 เมษายน ค.ศ. 2008

## บทที่ 2

### การตรวจเอกสาร

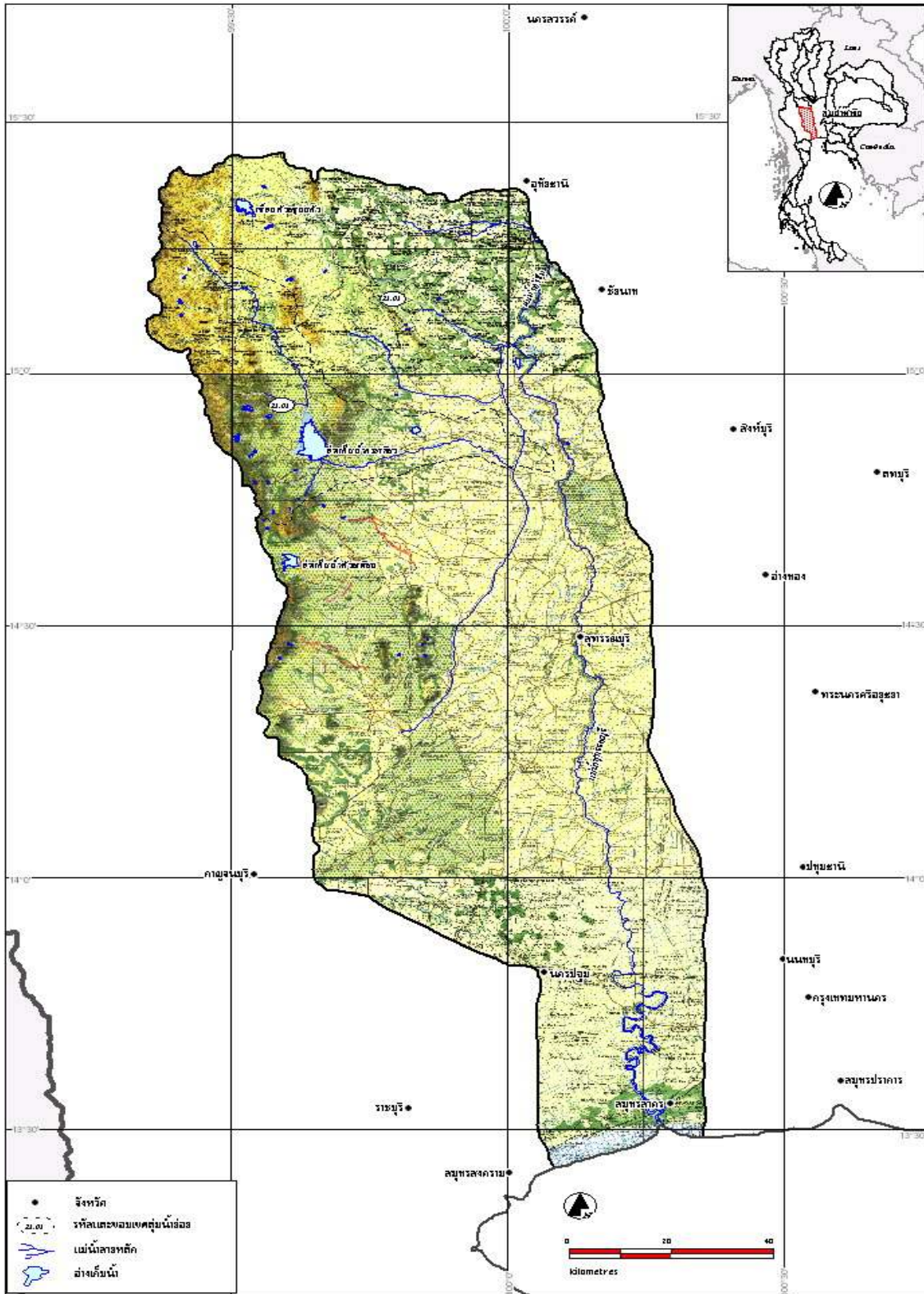
#### 2.1 ข้อมูลเบื้องต้นของแม่น้ำท่าจีน

สภาพทั่วไปของกลุ่มน้ำท่าจีนเป็นที่ราบลุ่มริมแม่น้ำ ซึ่งเป็นที่ราบเดียวกันกับที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาทางฝั่งตะวันตก ตอนบนของกลุ่มน้ำเป็นที่เชิงเขาแต่มีระดับไม่สูงมากนัก ส่วนตอนกลางและตอนล่างเป็นที่ราบลุ่มติดต่อกับที่ราบลุ่มของกลุ่มน้ำแม่กลอง แม่น้ำท่าจีนแยกออกมาทางฝั่งขวาของแม่น้ำเจ้าพระยาที่ตำบลมะขามเต่า อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท ไหลผ่านจังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดนครปฐม ก่อนจะไหลออกสู่อ่าวไทยที่ตำบลบางหญ้าแพรก อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร

แม่น้ำท่าจีนมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามพื้นที่ที่แม่น้ำไหลผ่าน คือ

1. ช่วงจังหวัดชัยนาท เรียกว่า แม่น้ำมะขามเต่า
2. ช่วงจังหวัดสุพรรณบุรี เรียกว่า แม่น้ำสุพรรณบุรี
3. ช่วงจังหวัดนครปฐม เรียกว่า แม่น้ำนครชัยศรี
4. ช่วงจังหวัดสมุทรสาคร เรียกว่า แม่น้ำท่าจีน

ซึ่งสภาพภูมิประเทศในพื้นที่กลุ่มน้ำท่าจีนแสดงไว้ดังภาพที่ 2.1.1



ภาพที่ 2.1.1 สภาพภูมิประเทศในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน

พื้นที่การเกษตรในลุ่มน้ำท่าจีนส่วนใหญ่เป็นการปลูกข้าวและพืชไร่ โดยเป็นพื้นที่ปลูกพืชข้าวมากที่สุดของพื้นที่การเกษตรทั้งหมด โดยพื้นที่ปลูกข้าวส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณที่ราบลุ่มสองฝั่งลำน้ำท่าจีนซึ่งอยู่ทางฝั่งตะวันออกของลุ่มน้ำที่อยู่ห่างไกลแหล่งน้ำ พืชที่ปลูกในลำดับรองลงมาคือพืชไร่โดยจะปลูกบริเวณที่ราบที่อยู่ห่างไกลแหล่งน้ำซึ่งอยู่ทางฝั่งตะวันตกของลุ่มน้ำเป็นส่วนใหญ่ ส่วนพื้นที่การเกษตรที่เหลือมีการปลูกไม้ผล – ไม้ยืนต้นในจำนวนไม่มากนัก ซึ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินหลักด้านการเกษตรในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนแสดงไว้ดังภาพที่ 2.1.2 ส่วนพื้นที่ประสบอุทกภัย มีสภาพการเกิดอุทกภัยในลุ่มน้ำท่าจีนแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. อุทกภัยที่เกิดในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนและลำน้ำสาขาต่างๆ เกิดจากการที่มีฝนตกหนักและน้ำป่าไหลหลากจากต้นน้ำลงมาจนลำน้ำสายหลักไม่สามารถระบายน้ำได้ทันประกอบกับมีสิ่งกีดขวางจากเส้นทางคมนาคมขวางทางน้ำ และมีอาคารระบายน้ำไม่เพียงพอ ซึ่งพื้นที่ที่เกิดน้ำท่วมเป็นประจำได้แก่ อำเภอดงสิงห์ จังหวัดชัยนาท อำเภอห้วยคต และอำเภอเมือง จังหวัดอุทัยธานี
2. อุทกภัยที่เกิดในพื้นที่ราบลุ่ม เกิดบริเวณที่เป็นพื้นที่ราบลุ่มและแม่น้ำสายหลักต้นเขิน มีความสามารถระบายน้ำได้ไม่เพียงพอ ทำให้ไม่สามารถระบายน้ำลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งพื้นที่ที่เกิดน้ำท่วมเป็นประจำได้แก่ อำเภอบางปลาม้า อำเภอกำแพงแสน อำเภอดอนตูม จังหวัดนครปฐม และอำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร

จากข้อมูลพบว่าในลุ่มน้ำท่าจีนมีจำนวนหมู่บ้านทั้งหมด 2,943 หมู่บ้าน โดยหมู่บ้านที่ประสบปัญหาอุทกภัยส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่จังหวัดนครปฐม 141 หมู่บ้าน (ร้อยละ 39.39)

- หมู่บ้านที่ประสบปัญหาอุทกภัย 358 หมู่บ้าน (ร้อยละ 12.16)
- หมู่บ้านที่มีลักษณะน้ำท่วมขัง 313 หมู่บ้าน (ร้อยละ 10.64)
- หมู่บ้านที่โดนน้ำป่าไหลหลาก 45 หมู่บ้าน (ร้อยละ 1.53)

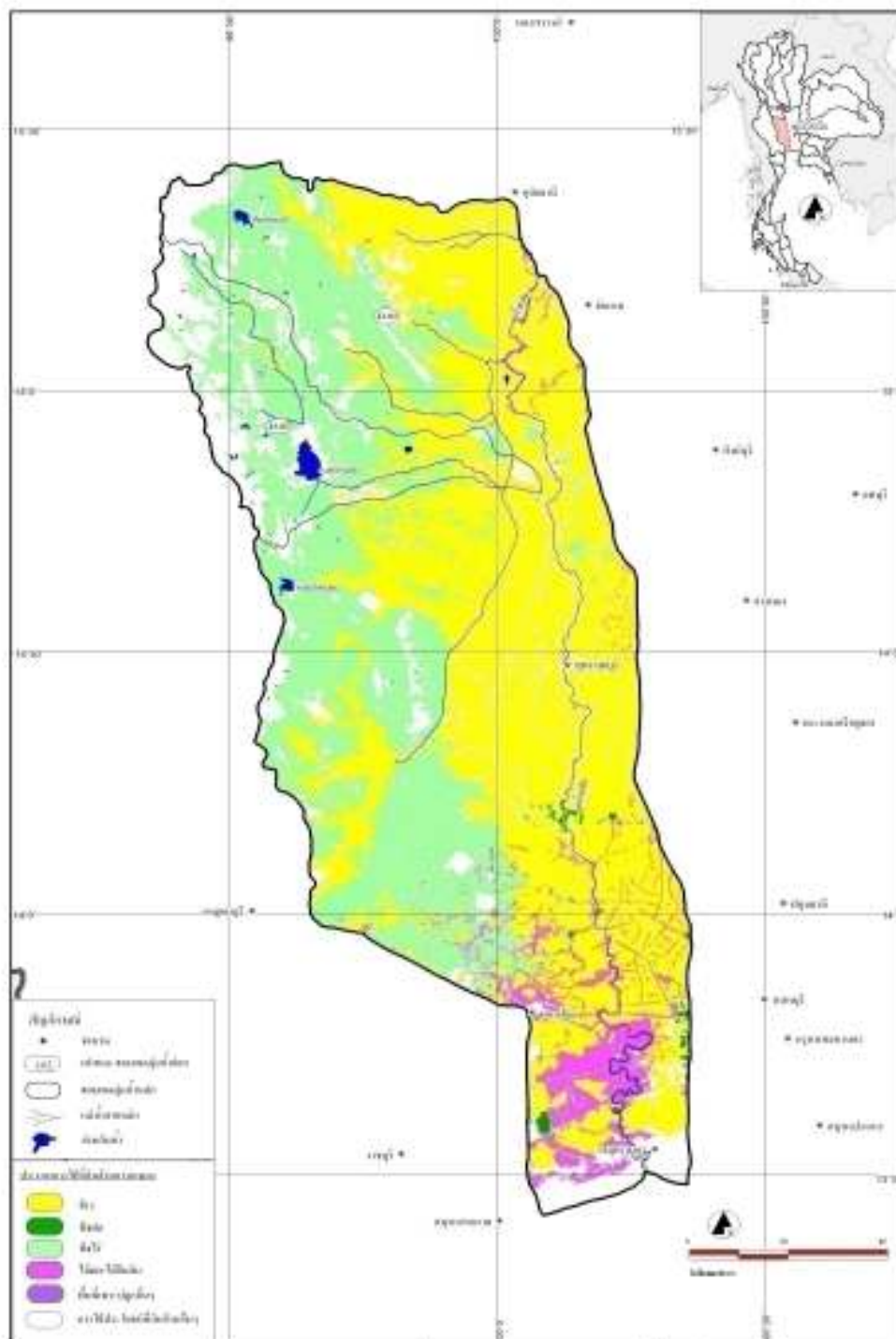
ซึ่งหมู่บ้านที่ประสบอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนแสดงไว้ดังภาพที่ 2.1.3

และพื้นที่ประสบภัยแล้ง ซึ่งปัญหาภัยแล้งเป็นปัญหาที่เกิดจากสภาพดิน ฟ้า อากาศ โดยเกิดภาวะฝนทิ้งช่วงยาวนานส่งผลกระทบต่อพื้นที่การเกษตรนอกเขตชลประทานหรือที่เรียกว่าพื้นที่เกษตรน้ำฝน ซึ่งไม่มีแหล่งน้ำที่มั่นคงมาสนับสนุนในภาวะที่เกิดภัยแล้ง รวมถึงภาวะการขาดแคลนน้ำเพื่อการอุปโภค – บริโภค ในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นประจำเกือบทุกปี โดยเฉพาะพื้นที่ที่อยู่ห่างไกลแหล่งน้ำ หรือแม้แต่ในพื้นที่เขตชลประทานเอง หากมีการขยายตัวของพื้นที่เพาะปลูกมากจนเกินปริมาณน้ำที่เก็บกักไว้ในอ่างเก็บน้ำ การใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูกในฤดูแล้งเพิ่มมากขึ้น รวมถึงการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆเพิ่มขึ้น ก็สามารถเกิดภาวะขาดแคลนน้ำได้เช่นกัน ซึ่งจากข้อมูลที่รวบรวมได้พบว่าในลุ่มน้ำท่าจีนมีจำนวนหมู่บ้านทั้งหมด 2,943 หมู่บ้าน โดยหมู่บ้านที่ประสบปัญหาภัยแล้งส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่สุพรรณบุรี 624 หมู่บ้าน (ร้อยละ 46.88)

- หมู่บ้านที่ประสบปัญหาภัยแล้ง 1,331 หมู่บ้าน (ร้อยละ 45.23)
- หมู่บ้านที่มีน้ำเพื่อการอุปโภค – บริโภค แต่ขาดน้ำเพื่อการเกษตร 537 หมู่บ้าน (ร้อยละ 18.25)

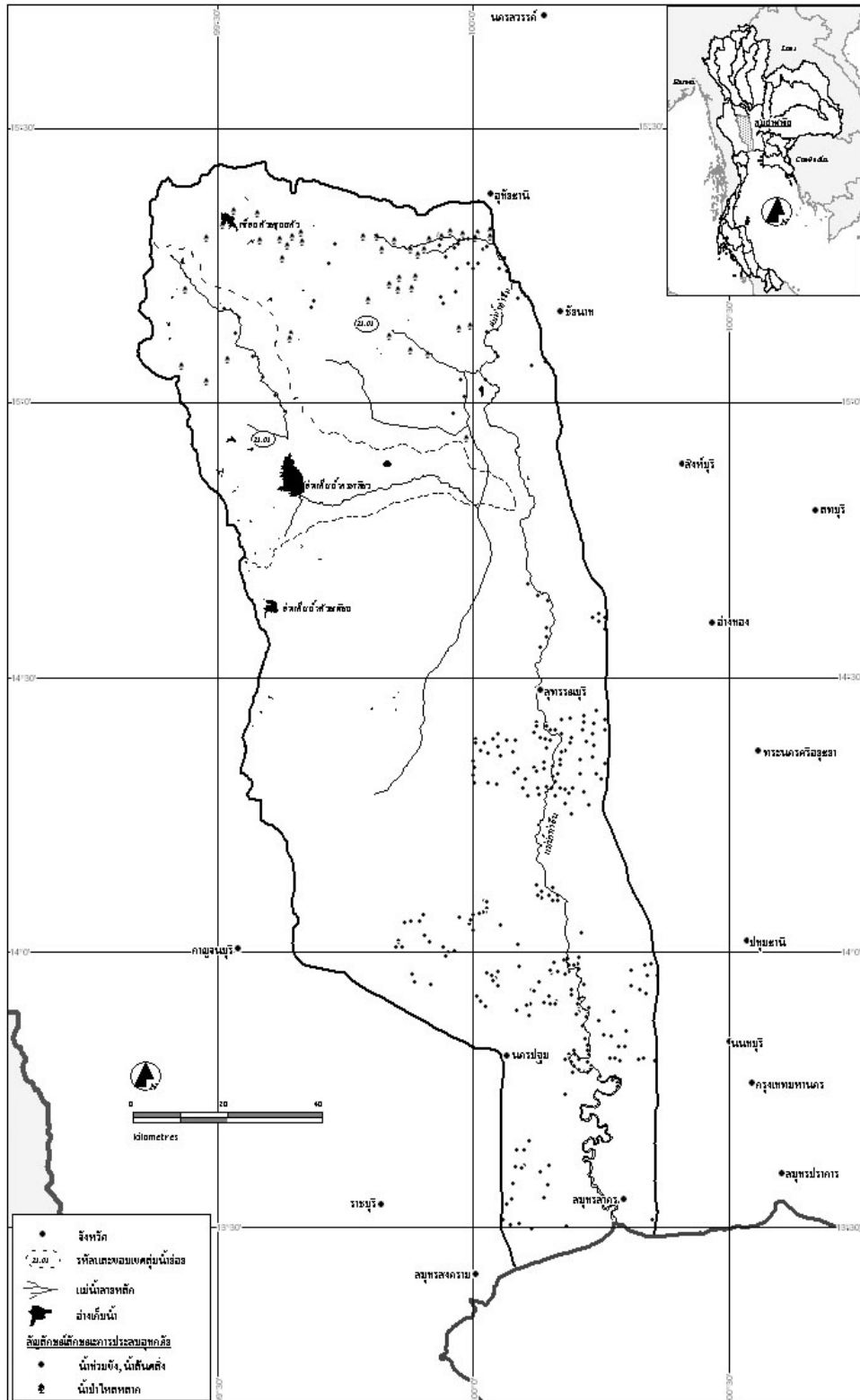
- หมู่บ้านที่ขาดแคลนน้ำทั้งเพื่อการอุปโภค - บริโภค และเพื่อการเกษตร 794 หมู่บ้าน (ร้อยละ 26.98) (โครงการศึกษาเพื่อทำแผนหลักรับรองการพัฒนาแหล่งน้ำและปรับปรุงโครงการชลประทานสำหรับแผนฯ, 2546)

ซึ่งหมู่บ้านที่ประสบปัญหาภัยแล้งในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนแสดงไว้ดังรูป 2.1.4



ภาพที่ 2.1.2 การใช้ประโยชน์ที่ดินหลักด้านการเกษตรในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน





ภาพที่ 2.1.3 หมู่บ้านที่ประสบอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน



แม่น้ำท่าจีนเป็นแหล่งเกษตรกรรมที่อุดมสมบูรณ์ ทำให้มีพัฒนาการของบ้านเมืองตั้งแต่ยุคเริ่มแรก ในช่วงก่อนประวัติศาสตร์จนถึงสมัยทวารวดี ลพบุรี พระนครศรีอยุธยา และรัตนโกสินทร์ บ้านเมืองที่สำคัญในกลุ่มน้ำนี้ได้แก่ เมืองสุพรรณบุรี เมืองนครไชยศรี และเมืองท่าจีน เป็นเส้นทางคมนาคมที่สำคัญสามารถเชื่อมต่อกับชุมชนสำคัญอื่นๆ ได้ไม่ยากนัก ทั้งสามารถติดต่อกับกรุงเทพฯ ได้สะดวก แต่ความสำคัญทางประวัติศาสตร์ที่ดี ลดน้อยลงกับกลายเป็นความหายนะ เพราะฝีมือมนุษย์ จน “เสื่อมโทรม” คุณภาพน้ำถึง “ขั้นวิกฤติ”

เหตุทำให้แม่น้ำท่าจีน เสื่อมโทรมถึงขั้นวิกฤติ คือ

1. สภาพพื้นที่ติดกับแม่น้ำท่าจีนมีลักษณะเป็นที่ลุ่ม เมื่อถึงฤดูน้ำหลากมักมีน้ำท่วมขัง โดยเฉพาะในพื้นที่ทำนาข้าวขณะออกรวงทำให้ต้นข้าวเกิดการทับถมเน่าเสีย มีการระบายน้ำสกปรกสูงลงสู่ท่าจีน ทำให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในวงกว้าง และไม่สามารถนำน้ำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ได้
2. การระบายของเสียจากแหล่งต่างๆ เช่น การระบายน้ำจากแหล่งชุมชนที่อยู่ติดกับแม่น้ำท่าจีน โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ และการทำเกษตรกรรมของประชาชน รวมไปถึงการทิ้งขยะจากบ้านเรือน ชุมชน ผักตบชวาที่ขึ้นกันอย่างหนาแน่น และการทำฟาร์มปศุสัตว์ใกล้แหล่งน้ำ (NAEWNA, 2007)

## 2.2 หลักการทำงานของแบบจำลอง MIKE 11

ลักษณะทั่วไปของแบบจำลอง MIKE 11 ซึ่งเป็นชุดของแบบจำลองสำเร็จรูป (Software Package) พัฒนาขึ้นโดย DHI Water Environment and Health ประเทศเดนมาร์ก ([www.dhigroup.com](http://www.dhigroup.com)) ซึ่งได้มีการประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในกลุ่มน้ำต่าง ๆ หลายประเทศ รวมทั้งในประเทศไทย โดยหน่วยงานราชการหลายหน่วยงาน เช่นกรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ กรมอุตุนิยมวิทยา และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เป็นต้นแบบจำลอง MIKE11 ซึ่งจำลองลักษณะการไหลของน้ำที่เป็นการไหลแบบทิศทางเดียวซึ่งคือทิศทางตามการไหลของน้ำ (One Dimension Flow) และไม่คงที่ตามเวลา (Unsteady Flow) มีความคล่องตัวสูงและมีความสะดวกในการใช้งาน เนื่องจากสามารถแยกการใช้งานในแต่ละโปรแกรมย่อยต่างๆ ได้ รวมทั้งสามารถถ่ายโอนข้อมูลหรือผลการคำนวณระหว่างโปรแกรมย่อยได้อย่างอัตโนมัติ และสามารถคำนวณผลลัพธ์ออกมาได้อย่างรวดเร็ว สำหรับโครงสร้างของแบบจำลอง MIKE11 ประกอบด้วยแบบจำลองย่อย (โมดูล) 5 แบบจำลองย่อย คือ

1. แบบจำลองย่อยน้ำฝน-น้ำท่า (Rainfall-Runoff Module, NAM Model)
2. แบบจำลองย่อยอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic Module, HD)
3. แบบจำลองย่อยการเคลื่อนตัวของตะกอน (Sediment Transport Module, ST)
4. แบบจำลองย่อยการแพร่กระจายตัว (Advection/Dispersion Module, AD)
5. แบบจำลองย่อยคุณภาพน้ำ (Water Quality Module, ECOLab)

สำหรับในการศึกษาครั้งนี้จะศึกษาเฉพาะแบบจำลองการไหลของน้ำในลำน้ำ หรือ hydrodynamic model เท่านั้น ซึ่งเป็นแบบจำลองทางศาสตร์ที่คำนวณการไหลของน้ำในแม่น้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตลอดเวลา (unsteady flow) แบบจำลอง Hydrodynamic สามารถที่จะนำไปใช้กับการไหลในแม่น้ำธรรมชาติ การไหลบริเวณปากแม่น้ำที่มีการขึ้นลงของระดับน้ำทะเล การไหลในระบบแม่น้ำที่มีลำน้ำสาขา (Loop) หรือการไหลในแม่น้ำที่มีโครงสร้างทางศาสตร์ควบคุมการไหล เป็นต้น ซึ่งแบบจำลอง Hydrodynamic จะใช้ข้อมูลรูปตัดลำน้ำเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญ และข้อมูลสภาพภูมิประเทศและสภาพทุ่งน้ำท่วม (Topography of River and Flood Plain) ตลอดจนสภาพสิ่งก่อสร้าง และอาคารชลศาสตร์ต่าง ๆ ในลำน้ำ เช่น เขื่อน ฝาย และคลองระบาย เป็นต้น ผลด้านออกคือค่าคำนวณของระดับน้ำที่รูปตัดต่าง ๆ ทุกรูปตัด และค่าคำนวณของปริมาณการไหลที่จุดกึ่งกลางระหว่างรูปตัด ทำให้สามารถติดตามการไหลของน้ำได้ตลอดทั้งแม่น้ำ

แบบจำลองที่เลือกใช้ในการศึกษานี้ คือ แบบจำลอง MIKE 11 ซึ่งเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาโดย DHI Water and Environment ใช้เพื่อคำนวณการไหลแบบ 1 มิติในแม่น้ำ โดยเป็นแบบจำลองเชิงกายภาพ (Physical Based Model) ซึ่งใช้ข้อมูลทางกายภาพของลำน้ำในเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยแบบจำลองนี้ โดยมีสภาพเหมือนลำน้ำจริง ข้อมูลน้ำเข้าประกอบได้ด้วย เครือข่ายลำน้ำ (River Network) รูปตัดลำน้ำ (Cross Section) ข้อมูลระดับน้ำหรืออัตราการไหลเบื้องต้น (Initial Condition) และข้อมูลระดับน้ำหรืออัตราการไหลตามเงื่อนไขขอบเขต (Boundary Condition)

สมการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการคำนวณค่าระดับน้ำ (H) และอัตราการไหล (Q) ในทุกตำแหน่งลำน้ำ คือ

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0 \quad \dots \dots (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{2}{A} \frac{\partial Q}{\partial x} + \left( g \frac{A}{B} - \frac{Q^2}{A^2} \right) \frac{\partial A}{\partial x} + gA(S_f - S_o) = 0 \quad \dots \dots (2)$$

โดยที่	Q	=	อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)
	A	=	พื้นที่หน้าตัดของการไหล (ตร.ม.)
	t	=	เวลา (วินาที)
	x	=	ระยะทาง (เมตร)
	B	=	ความกว้างของลำคลอง (เมตร)
	g	=	อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (เมตร/วินาที <sup>2</sup> )
	S <sub>f</sub>	=	ความเสียดทาน
	S <sub>o</sub>	=	ความลาดเอียงของพื้นคลอง (ไอศวรรย์, 2552)

สำหรับแบบจำลอง MIKE11-HD เป็นแบบจำลองทางชลศาสตร์สำหรับใช้ในการจัดเตรียมแบบจำลองเพื่อจำลองแม่น้ำสายเดี่ยว (Single Channel) โดยทำการเปรียบเทียบ (Calibration) แบบจำลองจนได้ค่าพารามิเตอร์ คือ ค่า Manning's  $n$  ที่เหมาะสม ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

1. โครงสร้างไฟล์ของแบบจำลอง MIKE 11-HD
2. การสร้างไฟล์ต่างๆของแบบจำลอง
  - การจัดเตรียมข้อมูล Time Series File (\*.dfs0)
  - การสร้างไฟล์เอกสาร Cross Section File (\*.xns11)
  - การสร้างไฟล์เอกสาร River Network File (\*.nwk11)
  - การสร้างไฟล์เอกสาร Boundary Condition File (\*.bnd11)
  - การสร้างไฟล์เอกสาร HD Parameters (\*.HD11)
  - การสร้างไฟล์เอกสารเพื่อควบคุมการทำงานของแบบจำลอง MIKE 11-HD (Simulation File: \*.sim11)
3. การแสดงผลและการวิเคราะห์
  - เปิดโปรแกรมและเอกสารแสดงผลการคำนวณ
  - การสังวาดรูปแสดงระดับน้ำตามเวลาที่แต่ละรูปตัดขวางลำน้ำ (Cross-Section)
  - การสร้างกราฟค่าระดับน้ำตามลำน้ำ (Longitudinal Profile)
  - การสร้างกราฟค่าระดับน้ำในรูปหน้าตัดขวางลำน้ำ
  - การสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับน้ำและปริมาณการไหล (Rating Curves) ในรูปหน้าตัดลำน้ำที่มีสถานีวัดน้ำทำตั้งอยู่ (วิชวุฒม์, 2553)

### 2.3 ผลงานการศึกษาของแบบจำลอง MIKE 11 ในอดีต

ชุตินันต์ (2545) ได้ทำการศึกษการพยากรณ์คุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีนตอนล่างตั้งแต่ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา จังหวัดสุพรรณบุรี (กิโลเมตรที่ 117) ถึงปากแม่น้ำท่าจีน (กิโลเมตรที่ 319) มีระยะทางรวม 202 กิโลเมตร โดยใช้แบบจำลอง MIKE 11 ในการวิเคราะห์ ซึ่งประกอบด้วย 3 โมดูล คือ แบบจำลองชลศาสตร์แบบจำลองการเคลื่อนย้ายและแพร่กระจาย และแบบจำลองคุณภาพน้ำ จากการวิเคราะห์และตรวจวัดโดยกรมควบคุมมลพิษพบว่า คุณภาพโดยรวมของแม่น้ำท่าจีน พ.ศ. 2539 จัดอยู่ในระดับมาตรฐานคุณภาพน้ำประเภทที่ 4 มีความสกปรกสูงสุดบริเวณอำเภอสสามพราน และอำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม ผลการพยากรณ์คุณภาพน้ำในอนาคตปี พ.ศ. 2550 และ 2560 ในกรณีไม่มีการบำบัดน้ำเสียและไม่มีการสร้างประตูระบายน้ำแม่น้ำท่าจีนตอนล่างตามแผนที่วางไว้พบว่า มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงตามความยาวลำน้ำคล้ายกับ พ.ศ. 2539 แต่มีความสกปรกมากขึ้น จัดอยู่ในระดับมาตรฐานคุณภาพน้ำประเภทที่ 5 แต่เมื่อมีแผนการบำบัดน้ำเสียซึ่งพิจารณาว่าเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ (ลดความสกปรกของน้ำเสียจากแหล่งที่อยู่อาศัย และอุตสาหกรรมลง

ร้อยละ 75 และจากการเกษตรร้อยละ 40) พบว่าคุณภาพน้ำโดยรวมดีขึ้น ยกเว้นค่าออกซิเจนละลายยังคงมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน (1.61 มิลลิกรัมต่อลิตร) และโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีค่ามากกว่า 20,000 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิกรัม จัดอยู่ในระดับมาตรฐานคุณภาพน้ำประเภทที่ 4 ตลอดทั้งลำน้ำ สามารถใช้ประโยชน์เพียงเพื่ออุตสาหกรรม และการคมนาคมเท่านั้นแต่อาจใช้เพื่อการเกษตรกรรมได้ ส่วนผลการพยากรณ์สถานการณ์คุณภาพน้ำในอนาคตนั้นจะศึกษาในปี พ.ศ.2550 และ พ.ศ.2560 โดยทำการจำลองสภาพคุณภาพน้ำในช่วงฤดูแล้ง และใช้เดือนกุมภาพันธ์เป็นตัวแทนซึ่งให้ผลการคำนวณอัตราการไหลและระดับน้ำจากแบบจำลองชลศาสตร์กรณีไม่มีประตูประบายน้ำแม่น้ำท่าจีน ขอบเขตเงื่อนไขทางด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำใช้สภาพเดิม คือปี พ.ศ.2539 ส่วนของเขตเงื่อนไขของการไหลเข้าด้านข้างคือปริมาณความสกปรกที่ไหลเข้าด้านข้างจะเปลี่ยนแปลงตามการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนประชากรสูงขึ้น

สิริรัตน์ (2008) ได้ทำการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (MIKE11) ร่วมกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อการพยากรณ์คุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าท่าจีนตอนกลางและตอนล่าง การเปรียบเทียบแบบจำลองได้ดำเนินการในช่วงฤดูร้อน (กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม) ปี พ.ศ. 2548 จากนั้นทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองในช่วงฤดูร้อน ปี พ.ศ.2549 พื้นที่ศึกษาครอบคลุมบริเวณแม่น้ำท่าจีนตอนกลางและตอนล่างโดยขอบเขตต้นน้ำอยู่ที่ประตูประบายน้ำโพธิ์พระยา จังหวัดสุพรรณบุรี ขอบเขตปลายน้ำอยู่บริเวณปากแม่น้ำเจ้าท่าจีนจังหวัดสมุทรสาคร รวมระยะทางประมาณ 202 กิโลเมตร พารามิเตอร์ทางคุณภาพน้ำที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี แอมโมเนีย ความเค็ม และ อุณหภูมิสำหรับข้อมูลปริมาณความสกปรกที่ไหลลงสู่ลำน้ำท่าจีนตอนกลางและตอนล่างในปี พ.ศ.2548คำนวณจากจำนวนประชากร จำนวนสุกร ฟาร์มเลี้ยงปลาและกุ้ง ในพื้นที่ที่ทำการศึกษา ในส่วนของโรงงานอุตสาหกรรมได้คำนวณจากข้อมูลบันทึกปริมาณน้ำทิ้ง และค่าความสกปรกของน้ำโดยกรมโรงงาน พื้นที่ศึกษาครอบคลุม 3 จังหวัด คือ สุพรรณบุรี นครปฐมและสมุทรสาคร ซึ่งได้ผลจากการศึกษาและคาดการณ์พบว่าคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีนปี พ.ศ. 2548 มีค่าเกินที่กำหนดไว้ในมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 อย่างไรก็ตามผลจากการควบคุมปริมาณมลพิษที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำภายใต้การจำลองเหตุการณ์ใน 3 กรณี โดยการลดมลพิษจากทุกแหล่งกำเนิด 50% การลดมลพิษเฉพาะจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ 75% และการลดมลพิษเฉพาะจุดที่เกิดมลพิษสูง 20-75% ทำให้คุณภาพน้ำโดยเฉลี่ยเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำประเภทที่ 4 และควรต้องมีการพัฒนาแผนยุทธศาสตร์ที่เหมาะสมในการจัดการลดมลพิษทางน้ำอย่างจริงจัง เพื่อให้คุณภาพน้ำเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

## บทที่ 3

### อุปกรณ์ และวิธีการ

#### 3.1 อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ในการจัดทำแบบจำลอง MIKE 11
  - 1.1 คอมพิวเตอร์ Notebook
    - CPU : Intel Pentium inside™
    - VGA : NVIDIA GEFORCE WITH CUDA™
    - RAM : 3 GB DDR3
2. แบบจำลองคณิตศาสตร์ (MIKE 11)

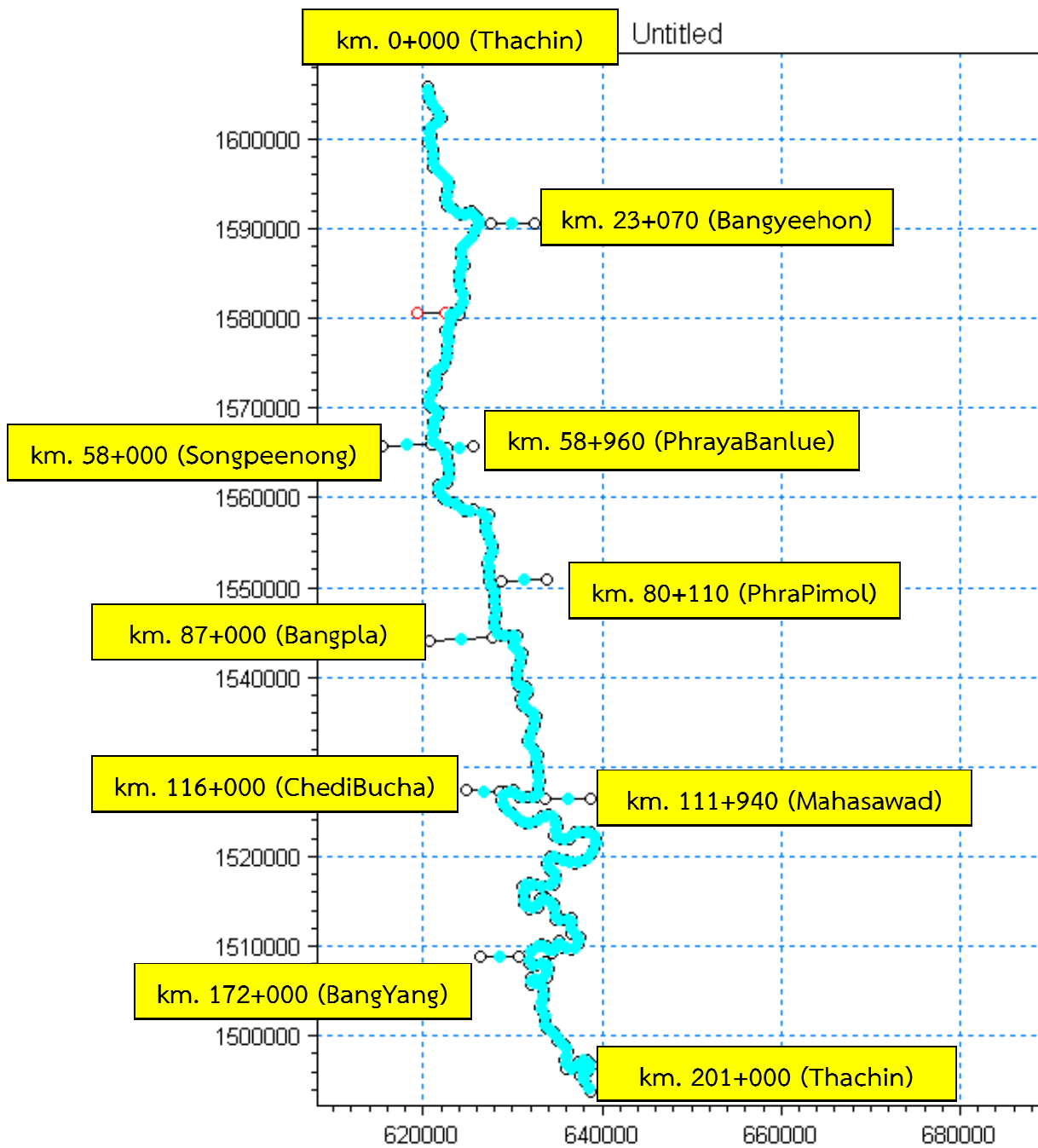
#### 3.2 วิธีการ

สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ได้ใช้แบบจำลอง MIKE 11 ในการศึกษาสภาพการไหลของแม่น้ำท่าจีน ซึ่งเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีการพัฒนาโดย DHI Water and Environment เพื่อคำนวณการไหลแบบ 1 มิติ โดยจำลองการไหลของน้ำในลำน้ำ (Hydrodynamic Model) ของแม่น้ำท่าจีน เป็นการจำลองทางชลศาสตร์ ใช้ในการคำนวณการไหลของน้ำในแม่น้ำท่าจีน ที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตลอดเวลา (Unsteady Flow) มีวิธีการดำเนินงานดังนี้

1. กำหนดขอบเขตของโครงการ หรือขอบเขตของการศึกษา เพื่อวางแผนแนวทางการทำงาน
2. รวบรวมข้อมูลทางภูมิศาสตร์ และอุทกวิทยาของพื้นที่ที่ทำการศึกษา ดังนี้
  - 2.1 หน้าที่ตัดลำน้ำของแม่น้ำท่าจีน ระยะห่างระหว่างหน้าตัด และพิสัยของแต่ละหน้าตัด
  - 2.2 ข้อมูลปริมาณและระดับน้ำของสถานีวัดน้ำ ณ ตำแหน่งหน้าตัดลำน้ำของแม่น้ำท่าจีน
  - 2.3 ข้อมูลการเกิดน้ำขึ้น-น้ำลง รวมถึงระดับน้ำช่วงเวลาการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ
  - 2.4 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน
  - 2.5 สรุปรวข้อมูล และสัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำ ณ ตำแหน่งหน้าตัดต่างๆ

## 3. ดำเนินการสร้างแบบจำลอง MIKE 11

## 3.1 จัดเตรียมข้อมูลของระบบแม่น้ำท่าจีน



ภาพที่ 3.1 ขอบเขตแม่น้ำท่าจีนที่ทำการศึกษา



### 3.2 จัดเตรียมโครงสร้างไฟล์ของแบบจำลอง MIKE 11-HD ประกอบด้วย

- ไฟล์อนุกรมเวลา (Time Series File ; \*dfs0) เป็นเอกสารข้อมูลตามเวลา ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำ (Discharge) หรือข้อมูลระดับน้ำ (Water Level) ที่เงื่อนไขขอบเขต (Boundary Condition) ของแบบจำลอง
- ไฟล์รูปตัดขวางลำน้ำ (Cross Section File ; \*.xns11) เป็นเอกสารที่รวบรวมข้อมูลลักษณะหน้าตัดลำน้ำที่ตำแหน่งต่างๆของลำน้ำ รวมทั้งวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์จากหน้าตัดที่กำหนด
- ไฟล์โครงข่ายระบบแม่น้ำ (River Network File ; \*.nwk11) เป็นเอกสารที่เก็บข้อมูลเกี่ยวกับโครงข่ายลำน้ำ
- ไฟล์เงื่อนไขขอบเขต (Boundary Condition File ; \*.bnd11) เป็นเอกสารแสดงเงื่อนไขขอบเขตของระบบแม่น้ำ
- ไฟล์ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง MIKE 11-HD (HD Parameter File ; \*.HD11)เป็นเอกสารแสดงค่าพารามิเตอร์เพื่อใช้ในการปรับเทียบแบบจำลอง
- ไฟล์ควบคุมการทำงานหลัก (Simulation File ; \*.Sim11) เป็นเอกสารควบคุมการคำนวณ และการเรียกไฟล์แบบจำลองชนิดต่างๆของ MIKE 11 ขึ้นมาใช้ในการวิเคราะห์
- ไฟล์ผลด้านนอก (Result File ; \*.res11) เป็นเอกสารนามสกุลเดียวกับผลการคำนวณของแบบจำลองน้ำท่า แต่เป็นผลการคำนวณของแบบจำลองการไหลในลำน้ำ จะต้องเปิดด้วยโปรแกรม MIKE View เท่านั้น

### 3.3 ทำการแสดงผล วิเคราะห์และปรับเทียบผลการศึกษา

- เปิดโปรแกรม และเอกสารแสดงผลการคำนวณ
- การสั่งวาดรูปแสดงระดับน้ำตามเวลาที่ Cross-Section ต่างๆ
- สร้างกราฟค่าระดับน้ำตามลำน้ำ
- สร้างกราฟค่าระดับน้ำในรูปหน้าตัดลำน้ำ
- สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับน้ำและปริมาณการไหล (Rating Curves) ในรูปหน้าตัดลำน้ำที่มีสถานีวัดน้ำท่าอยู่ (วิชวุฒม์, 2553)
- ทำการหาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning' n ในลำน้ำ เพื่อให้ได้ค่าระดับน้ำจากแบบจำลองที่ถูกต้องหรือใกล้เคียงกับค่าระดับน้ำจากการสำรวจ โดยบริเวณที่เปรียบเทียบระดับน้ำเพื่อเป็นตัวแทนของลำน้ำทั้งสายคือที่ ปตร.สองพี่น้อง และปตร.เจดีย์บูชา

- การเปรียบเทียบผลการศึกษาจะใช้ข้อมูลทางสถิติมาเป็นเครื่องมือในการเปรียบเทียบและตัดสินใจในการเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning'n ในลำน้ำ ซึ่งประกอบด้วย Coefficient of determination ( $R^2$ ) , Nash coefficient (E) , และ Root Mean Square Error (RMSE)
- 3.4 กรณีศึกษาในการบรรเทาปัญหาน้ำท่วม (การขุดคลองลัด)
- วิเคราะห์สภาพการไหลของแม่น้ำท่าจีนโดยแบบจำลอง MIKE 11 เพื่อหาจุดเสี่ยงของบริเวณที่จะเกิดปัญหาน้ำท่วม
  - หาแนวทางการแก้ปัญหาน้ำท่วม โดยสร้างคลองลัด 3 เส้นทาง ดังนี้
    1. คลองจี้วราย ต.จี้วราย อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม
    2. คลองทรงคนอง ต.ทรงคนอง อ.สามพราน จ.นครปฐม
    3. คลองท่าข้าม ต.ท่าข้าม อ.สามพราน จ.นครปฐม

(คมชัดลึก,2555 )
  - แก้ไขไฟล์โครงข่ายระบบแม่น้ำ (River Network File ; \*.nwk11) โดยใส่คลองลัดเข้าไปในลำน้ำเดิม
  - สร้างไฟล์รูปตัดขวางลำน้ำ (Cross Section File ; \*.xns11) ของคลองลัดที่ขุดลอกใหม่
  - ทำการแสดงผล และวิเคราะห์ประสิทธิภาพของคลองลัดทั้งหมดในการบรรเทาปัญหาน้ำท่วม

## บทที่ 4

### ผลการศึกษา

#### 4.1 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลอง

ผลการเปรียบเทียบระดับน้ำโดยใช้ข้อมูลวันที่ 1 เมษายน 2007 – 1 เมษายน 2008 ของแม่น้ำท่าจีน ตอนล่าง ซึ่งทำการเปรียบเทียบแบบจำลองโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n ในการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n จะพิจารณาเป็น 2 กรณี คือ

1. ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n เท่ากันตลอดทั้งลำน้ำ
2. ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n ตามช่วงของลำน้ำ ซึ่งได้ทำการแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรกจาก กม.0+000 ถึง กม. 87+000 และช่วงที่สองจาก กม. 87+000 ถึง กม. 201+000

จากการศึกษาพบว่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการและปัจจัยเหล่านี้ยังมีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกันอีกด้วย ซึ่งปัจจัยต่างๆ มีดังต่อไปนี้

1. ความขรุขระของผิวหน้าทางน้ำ ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่างของวัสดุที่นำมาใช้สร้างผิวหน้าทางน้ำ โดยวัสดุที่มีเม็ดละเอียดก็จะให้ค่า n ต่ำ และวัสดุที่มีเม็ดหยาบก็จะให้ค่า n สูง ความขรุขระของผิวหน้าทางน้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดค่า n
2. พืชที่ขึ้นปกคลุมทางน้ำ เช่น หญ้า ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการต้านการไหลและจะลดอัตราการไหล ผลของพืชที่ขึ้นปกคลุมจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ ความสูง ความหนาแน่น การกระจาย และชนิดของพืช
3. ความไม่สม่ำเสมอของทางน้ำ ในทางน้ำธรรมชาติความไม่สม่ำเสมอของทางน้ำจะเกิดขึ้นจาก หาดทราย หลุมและบ่อในท้องคลอง เป็นต้น จากการศึกษาพบว่า ถ้าทางน้ำนั้นค่อยๆ เปลี่ยนแปลงทีละน้อยอย่างสม่ำเสมอไม่ว่าการเปลี่ยนแปลงนั้นจะเป็นการเปลี่ยนแปลงขนาดรูปร่างหรือหน้าตัดการไหล จะไม่มีผลกระทบต่อค่า n มากนัก แต่ถ้การเปลี่ยนแปลงนั้นเป็นการเปลี่ยนอย่างฉับพลันก็จะมีผลกระทบต่อค่า n อย่างมาก ( คู่มือ การประเมินค่าปริมาณการไหลของน้ำ, 2553 )

ตารางที่ 4.1 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n

ชนิดและลักษณะทางน้ำ	ต่ำสุด	ปานกลาง	สูงสุด
1. ทางน้ำธรรมชาติ			
1.1 ลำน้ำย่อย ( ความกว้างผิวน้ำที่เกิดอุทกภัย 100 ฟุต )			
1.1.1 ลำน้ำบนที่ราบ			
- สะอาด ตรง ระดับสูง ไม่มีแยกและบ่อลึก	0.025	0.030	0.033
- เหมือนข้อแรกแต่มีหินและวัชพืชมากกว่า	0.030	0.035	0.040
- สะอาด คดเคี้ยว มีบ่อและแก่งใต้น้ำ	0.033	0.040	0.045
- สะอาด คดเคี้ยว มีบ่อและแก่งใต้น้ำ แต่มีวัชพืชและหิน	0.035	0.045	0.050
- สะอาด คดเคี้ยว มีบ่อและแก่งใต้น้ำ มีวัชพืชและหิน แต่ระดับต่ำกว่าความลาดเทและรูปตัดไม่แน่นอน	0.040	0.048	0.055
- สะอาด คดเคี้ยว มีบ่อและแก่งใต้น้ำ มีวัชพืชและหิน แต่มีหินมากกว่า	0.045	0.050	0.060
- ช่วงที่ไหลช้า วัชพืช บ่อลึก	0.050	0.070	0.080
- ช่วงที่มีวัชพืชมาก บ่อลึกหรือทางอุทกภัยที่มีต้นไม้มั	0.075	0.100	0.150
1.1.2 ลำน้ำในหุบเขาไม่มีวัชพืชในทางน้ำ ตลิ่งลาดชัน ต้นไม้และพุ่มไม้ตามตลิ่งอยู่ใต้น้ำที่ระดับการไหลสูง			
- ก้น : กรวด ก้อนหิน และหินก้อนใหญ่ ๆ เล็กน้อย	0.030	0.040	0.050
- ก้น : ก้อนหิน หินก้อนใหญ่กว่าข้อแรก	0.040	0.050	0.070
1.2 ทาม			
1.2.1 ทุ่งหญ้า ไม่มีพุ่มไม้			
- หญ้าสั้น	0.025	0.030	0.035
- หญ้ายาว	0.030	0.035	0.050
1.2.2 พื้นที่เพาะปลูก			
- ไม่มีพืช	0.020	0.030	0.040
- พืชเป็นแถวที่แก่	0.025	0.035	0.045
- พืชไร่ที่แก่	0.030	0.040	0.050
1.2.3 ไม้พุ่ม			
- ไม้พุ่มกระจัดกระจาย วัชพืชขึ้นหนา	0.035	0.050	0.070

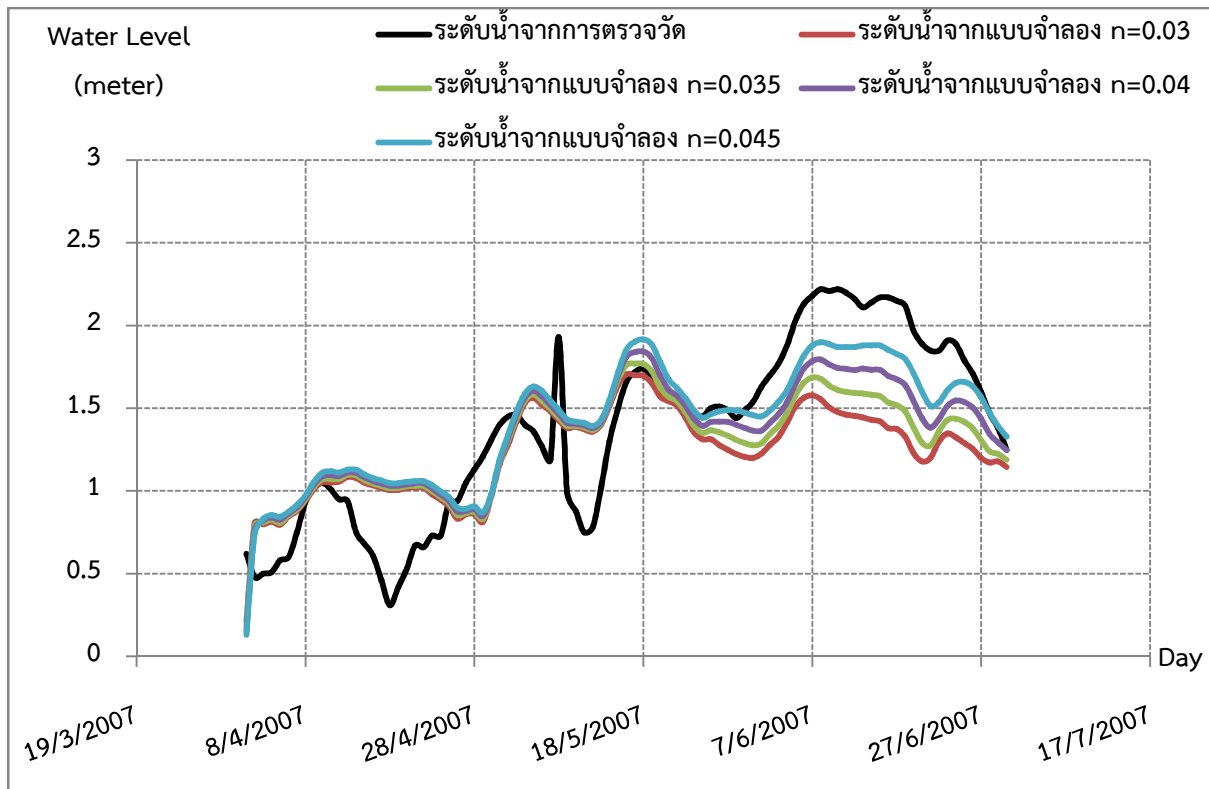
ชนิดและลักษณะทางน้ำ	ต่ำสุด	ปานกลาง	สูงสุด
1.2.4 ต้นไม้			
- พื้นที่ว่างเปล่ามีต้นไม้ไม่มีหน่อ	0.030	0.040	0.050
- เหมือนข้อ 2.2.4.1 แต่มีหน่อมาก	0.050	0.060	0.080
- มีไม้ยืนต้นมาก มีไม้ล้มเล็กน้อย ต้นเล็กมีเล็กน้อยระดับน้ำต่ำกว่ากิ่งก้าน	0.080	0.100	0.120
- เหมือนข้อ 2.2.4.3 แต่ระดับน้ำถึงกิ่งก้าน	0.100	0.120	0.160
1.3 ลำน้ำหลัก ( ผิวน้ำเมื่อเกิดอุทกภัยกว้าง 100 ฟุต ) ค่าน้อยกว่าลำน้ำย่อยที่มีลักษณะเหมือนกัน			
1.3.1 รูปตัดสมมาตร ไม่มีก้อนหินหรือไม้พุ่ม	0.025		0.060
1.3.2 ไม่สมมาตร และรูปตัดขรุขระ	0.035		0.100

ที่มา : Bruce R. el al., “Fundamentals of Fluid Mechanics”, Iowa State University. Ames, Iowa, USA, 1990, 843 pp.

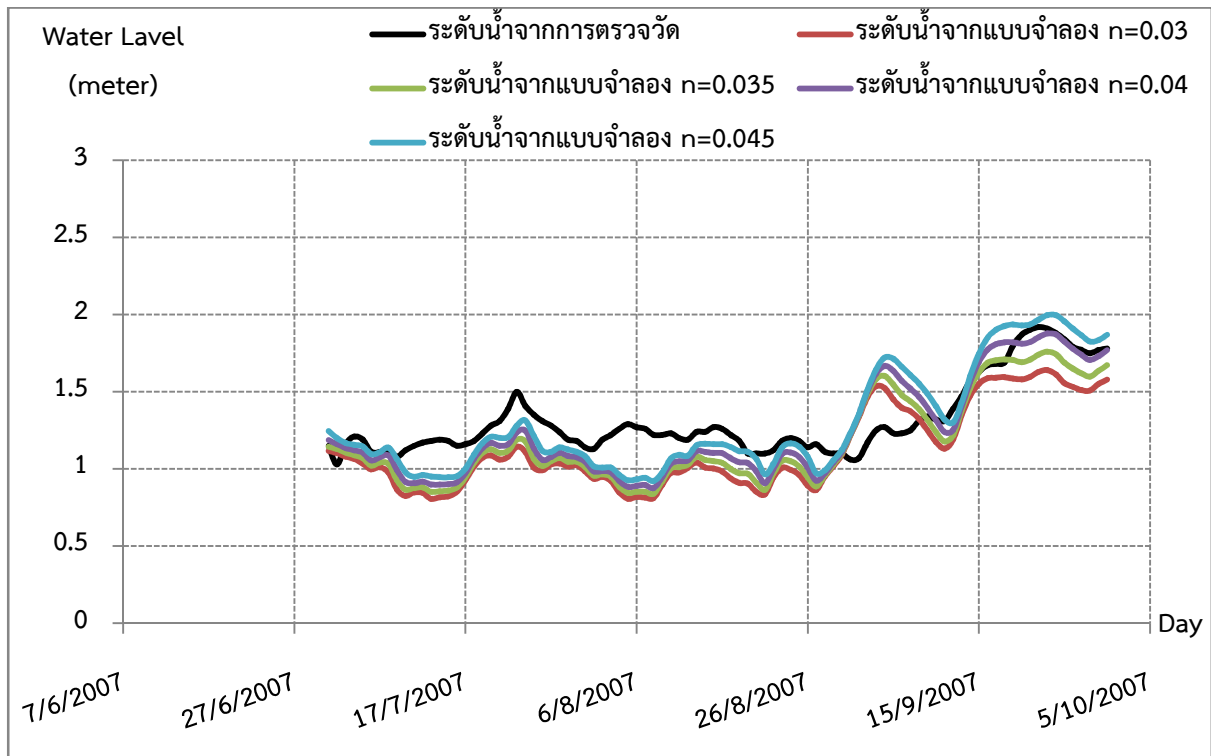
เหตุผลที่เลือก ปตร.สองพี่น้อง และ ปตร.เจดีย์บูชา เป็นตัวแทนลำน้ำในการเปรียบเทียบระดับน้ำ เนื่องจาก ปตร.ทั้งสองแห่งนี้มีข้อมูลระดับน้ำจากการสำรวจครบถ้วนที่สุด จึงเหมาะสมที่จะทำการเปรียบเทียบระดับน้ำ

ซึ่งจะแสดงผลการเปรียบเทียบระดับน้ำที่ ปตร.สองพี่น้อง และ ปตร.เจดีย์บูชา แสดงให้เห็นดังกราฟ

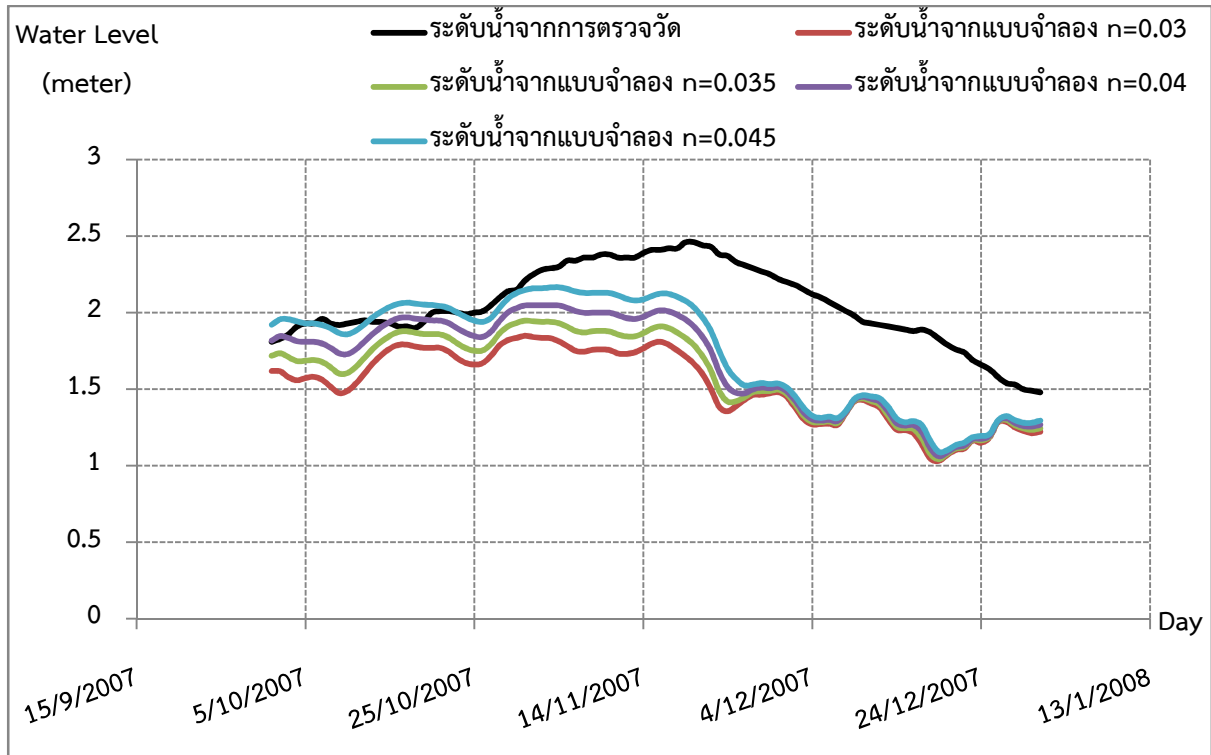
ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n เท่ากันตลอดทั้งลำน้ำ (ปตร.สองพี่น้อง)



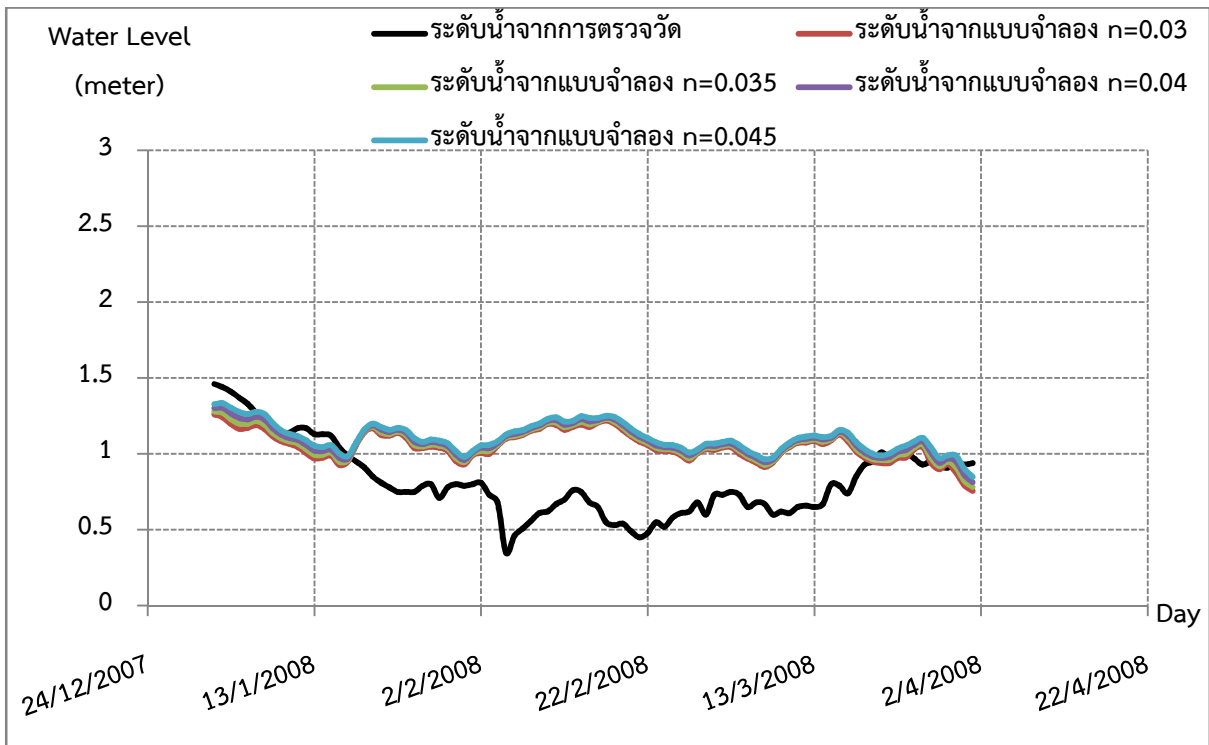
ภาพที่ 4.1.1 ผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n ที่ ปตร.สอง พี่น้อง 1 เมษายน 2007 ถึง 30 มิถุนายน 2007



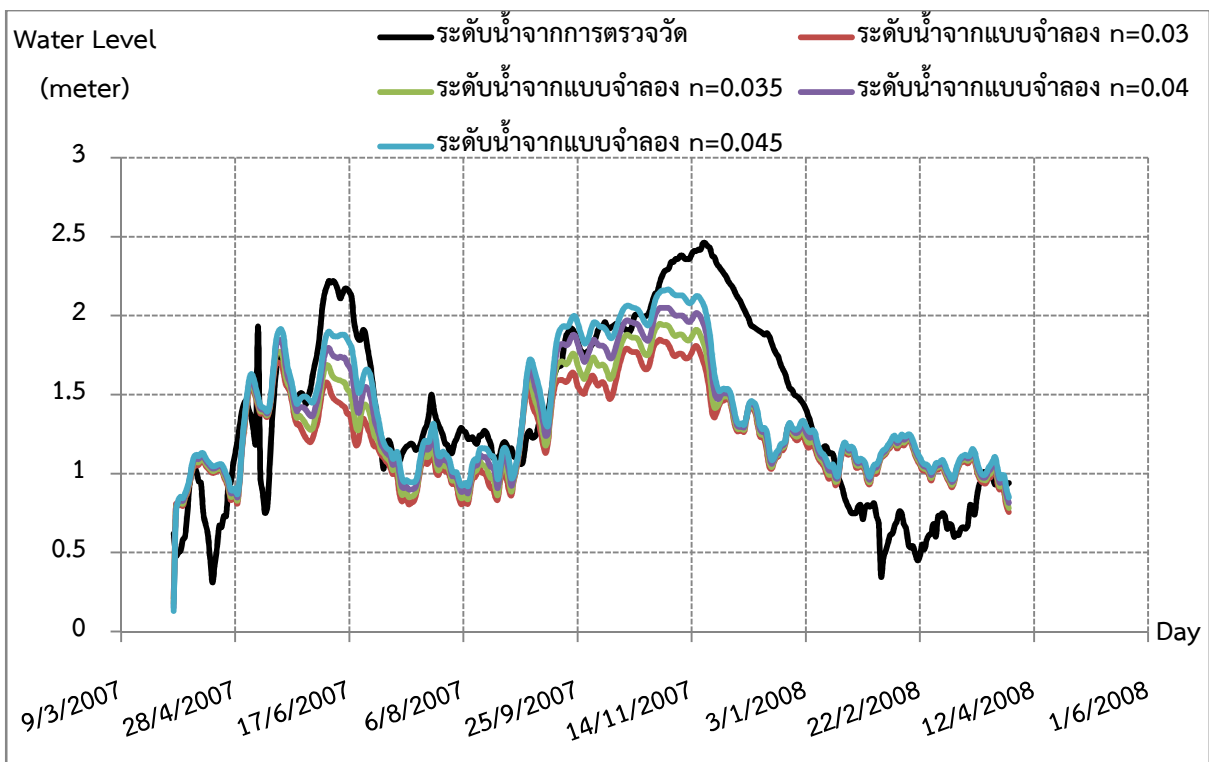
ภาพที่ 4.1.2 ผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's  $n$  ที่ปตร.สอง พื้นที่ 1 กรกฎาคม 2007 ถึง 30 กันยายน 2007



ภาพที่ 4.1.3 ผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's  $n$  ที่ปตร.สอง พื้นที่ 1 ตุลาคม 2007 ถึง 31 ธันวาคม 2007



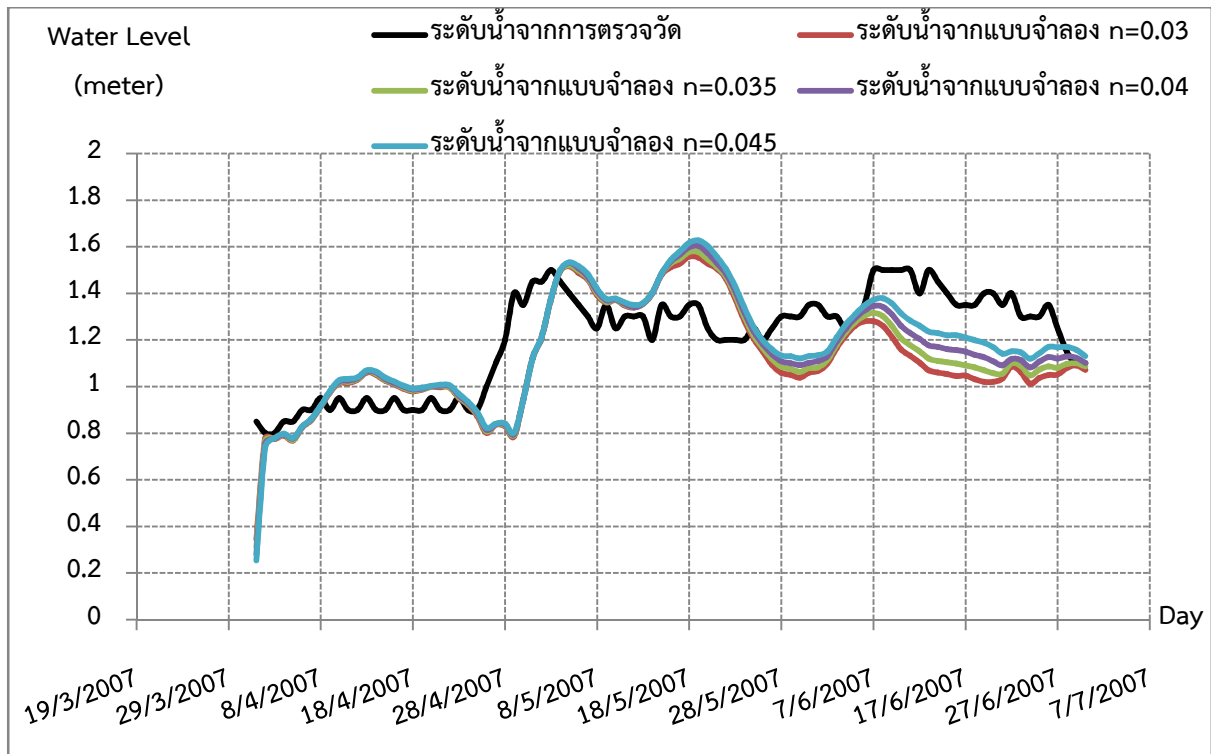
ภาพที่ 4.1.4 ผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n ที่ปตร.สอง พื้นที่ 1 มกราคม 2008 ถึง 1 เมษายน 2008



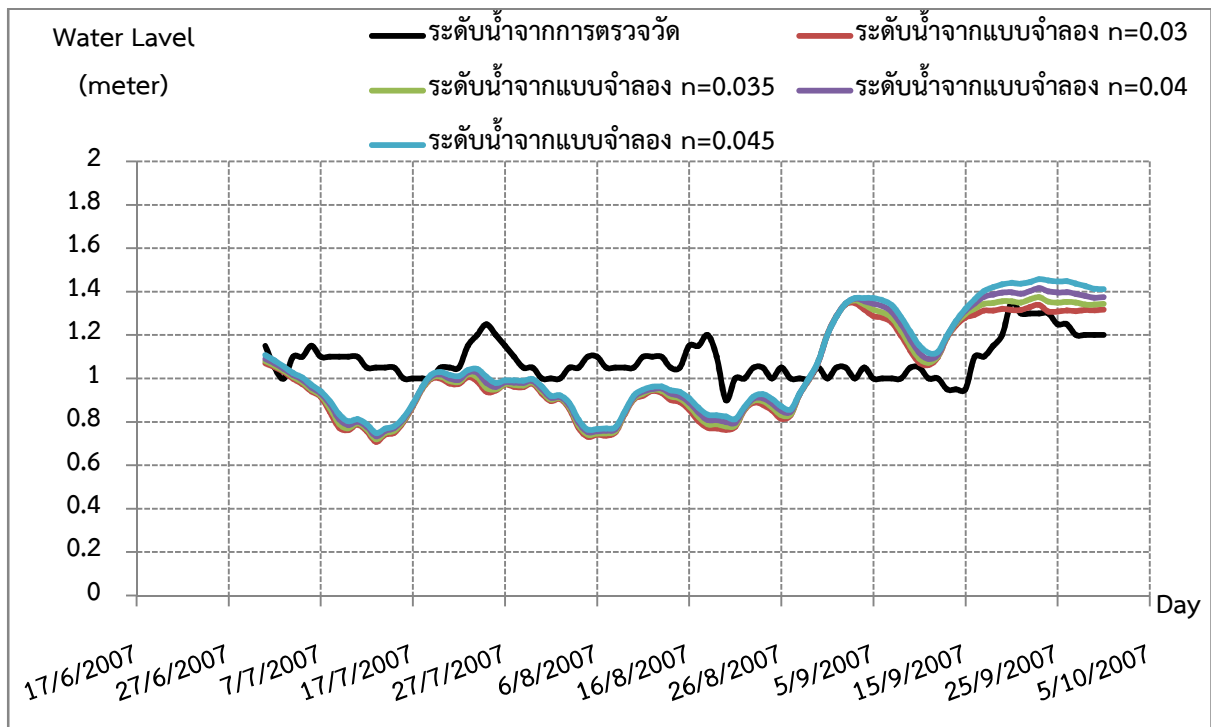
ภาพที่ 4.1.5 ผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n ที่ปตร.สอง พื้นที่ 1 เมษายน 2007 ถึง 1 เมษายน 2008



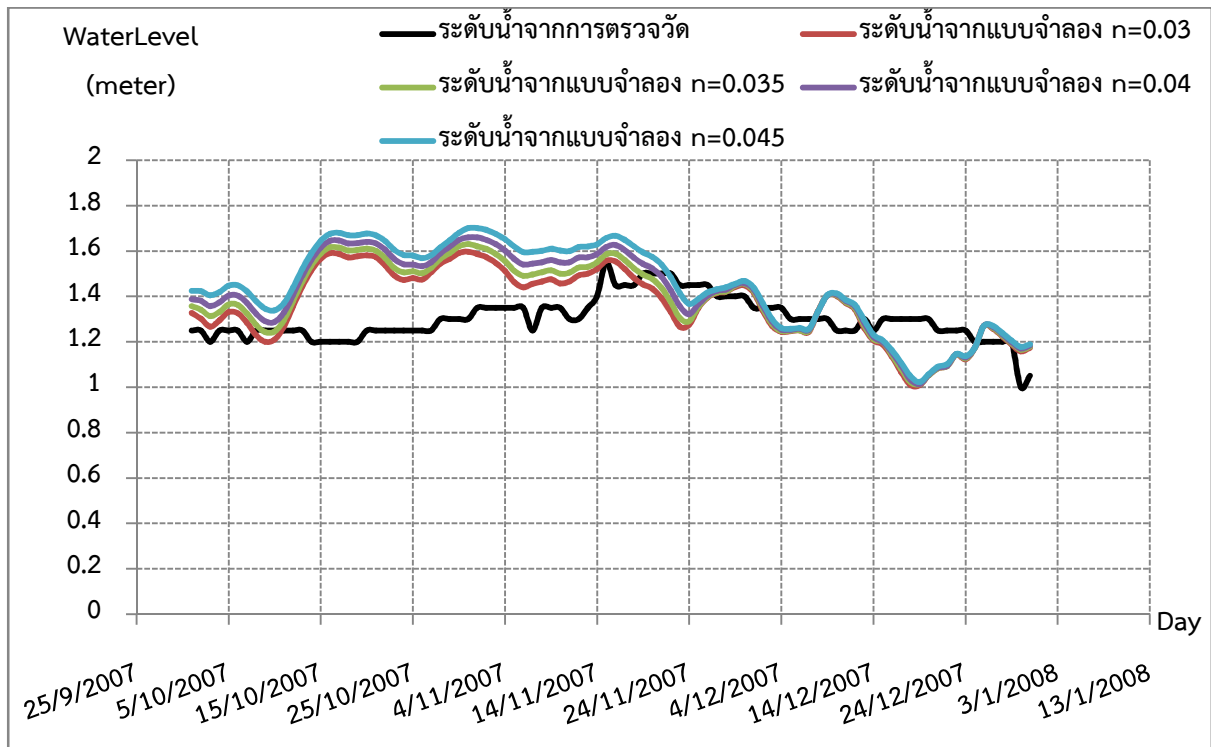
ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n เท่ากันตลอดทั้งลำน้ำ (ปตร.เจดีย์บูชา)



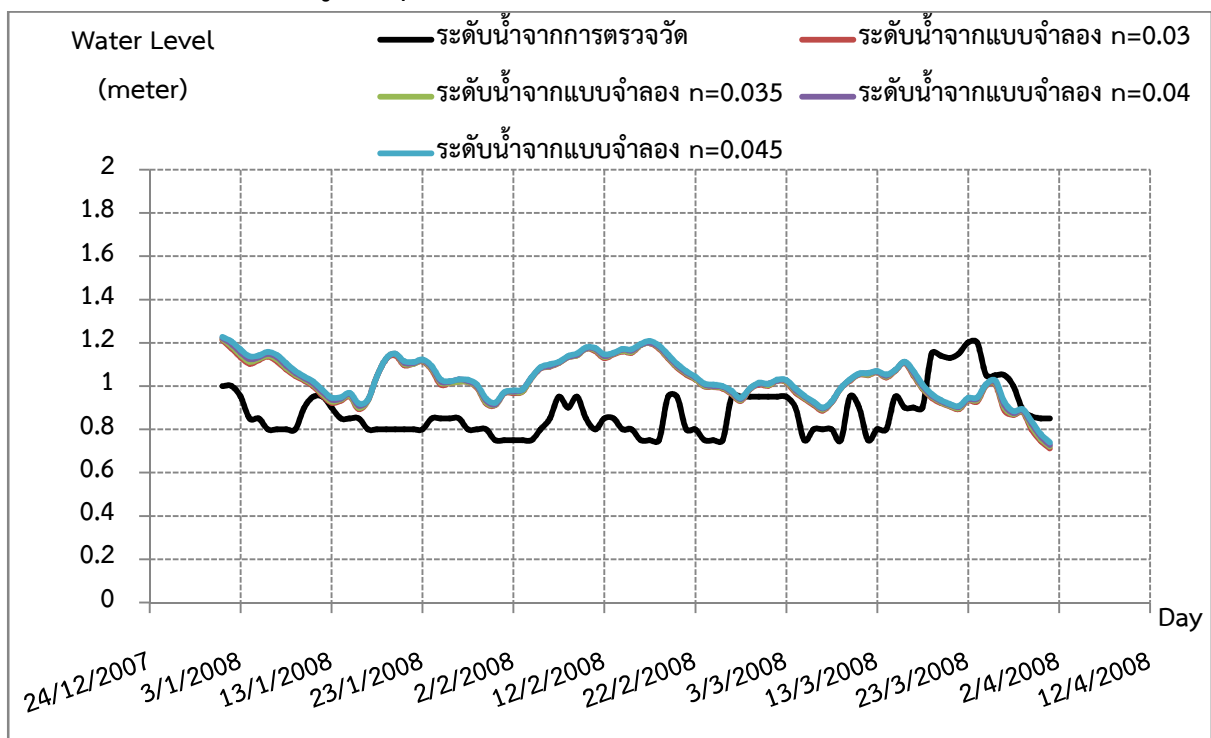
ภาพที่ 4.1.6 ผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n ที่ปตร.เจดีย์บูชา 1 เมษายน 2007 ถึง 30 มิถุนายน 2007



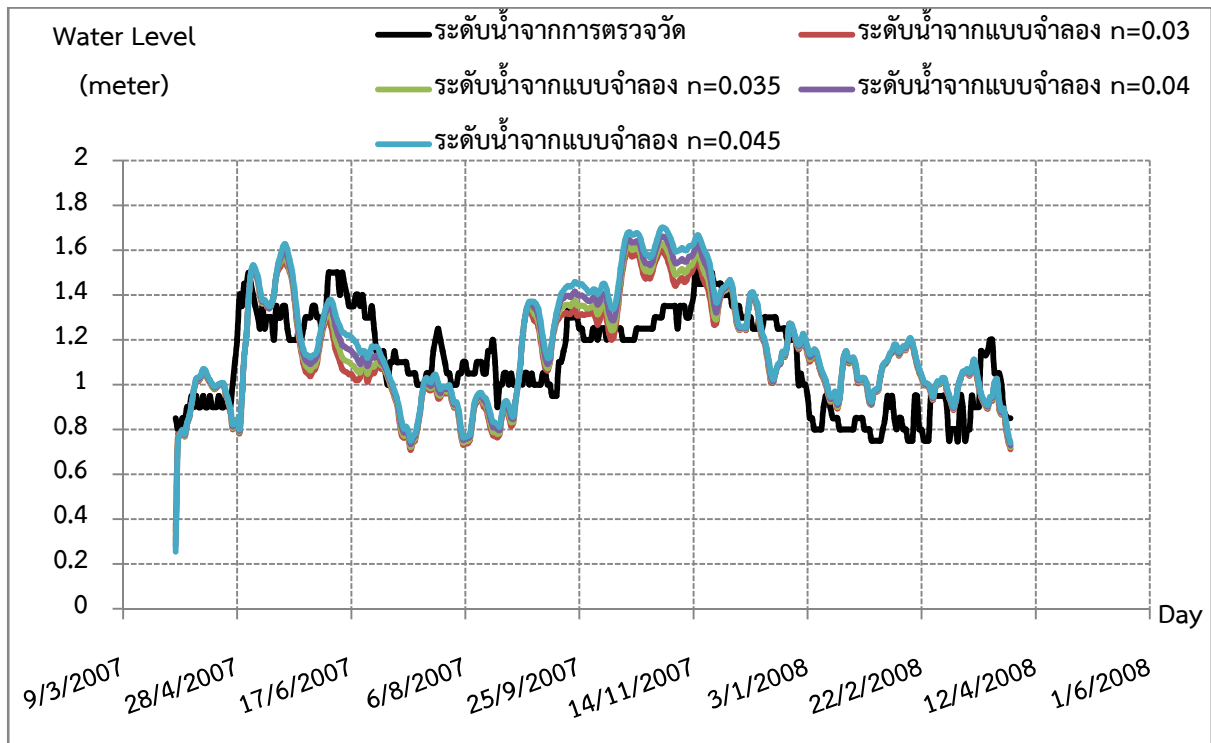
ภาพที่ 4.1.7 ผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n ที่ปตร.เจดีย์บูชา 1 กรกฎาคม 2007 ถึง 30 กันยายน 2007



ภาพที่ 4.1.8 ผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n ที่ ปตร.เจดีย์บูชา1 ตุลาคม 2007 ถึง 31 ธันวาคม 2007



ภาพที่ 4.1.9 ผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n ที่ ปตร.เจดีย์บูชา 1 มกราคม 2008 ถึง 1 เมษายน 2008

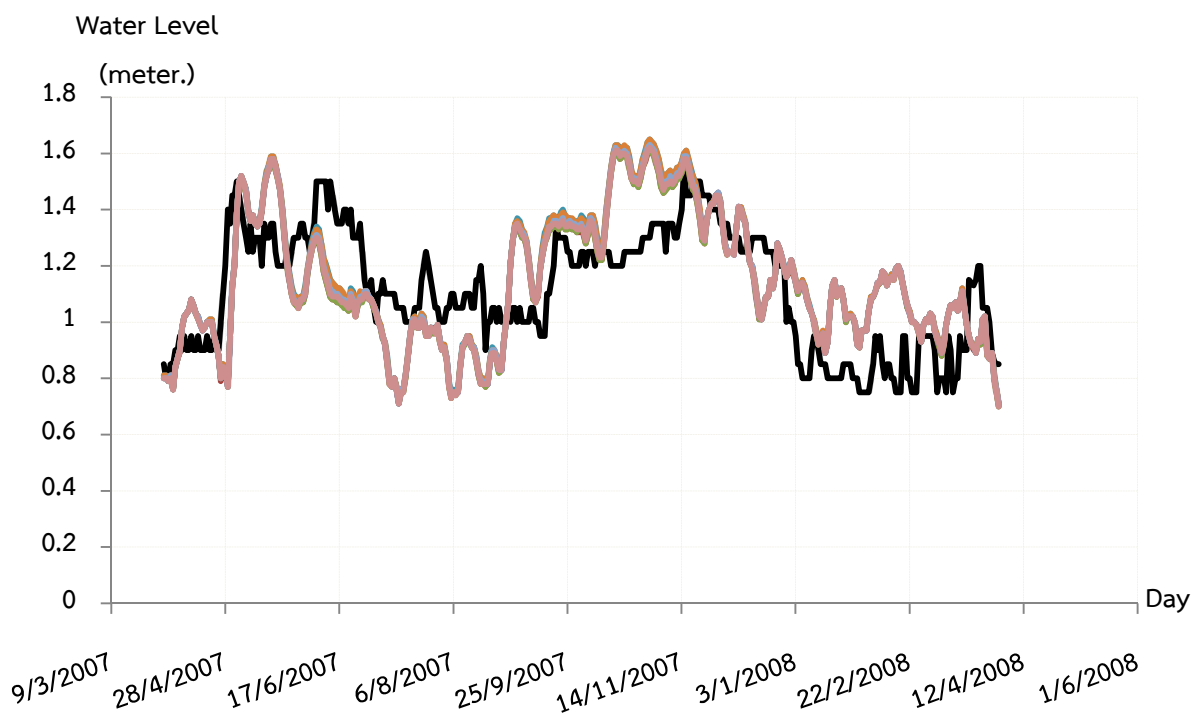


ภาพที่ 4.1.10 ผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's  $n$  ที่  
ปตร.เจดีย์บูชา 1 เมษายน 2007 ถึง 1 เมษายน 2008



ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n ตามช่วงของลำน้ำซึ่งได้ทำการแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรกจาก กม.0+000 ถึง กม. 87+000 และช่วงที่สองจาก กม. 87+000 ถึง กม. 201+000 ของประตูระบายน้ำเจดีย์บูชา

- ระดับน้ำจากการตรวจวัด
- ระดับน้ำจากแบบจำลอง n=0.04,0.035,0.03 ตามลำดับ
- ระดับน้ำจากแบบจำลอง n=0.045,0.035,0.03 ตามลำดับ
- ระดับน้ำจากแบบจำลอง n=0.045,0.04,0.039ตามลำดับ
- ระดับน้ำจากแบบจำลอง n=0.03,0.035,0.04 ตามลำดับ
- ระดับน้ำจากแบบจำลอง n=0.035,0.04,0.035 ตามลำดับ
- ระดับน้ำจากแบบจำลอง n=0.04,0.04,0.03 ตามลำดับ
- ระดับน้ำจากแบบจำลอง n=0.045,0.0375,0.03 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.1.12 ผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n ที่ ปตร.เจดีย์บูชา 1 เมษายน 2007 ถึง 1 เมษายน 2008

หมายเหตุ : สาเหตุที่แบ่งลำน้ำเป็น 2 ช่วง แต่ต้องใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n 3 ค่า เพราะการใส่ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n ในแบบจำลอง MIKE 11 จะใส่ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n ตามตำแหน่งของ กม. ดังนี้

	River Name	Chainage	Resistance
1	THACHIN	0	0.045
2	THACHIN	87000	0.040
3	THACHIN	201000	0.030

จากผลการศึกษาจะเห็นว่าระดับน้ำที่คำนวณได้ด้วยแบบจำลอง MIKE 11 และค่าระดับน้ำที่ได้จากการตรวจวัดมีความแตกต่างกัน เนื่องจาก ในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้รวมแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า เข้าไปด้วย จึงทำให้มีความคลาดเคลื่อนอยู่พอสมควร

จากกราฟ ของการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำที่ประตูระบายน้ำสองพี่น้อง และประตูระบายน้ำเจดีย์บูชา จะเห็นว่าค่าระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลองมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับค่าระดับน้ำที่ได้จากการตรวจวัด ซึ่งการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำนั้นได้มาจากการปรับเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n

เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n มากจะแสดงให้เห็นว่าผิวทางน้ำมีความขรุขระมาก ดังนั้นในสภาพการไหลเดียวกัน ปริมาณน้ำเท่ากัน หน้าตัดลำน้ำเดียวกัน เมื่อค่า Manning มีค่ามากขึ้น ความเร็วในการไหลก็จะน้อย จะทำให้ระดับน้ำมากขึ้นเช่นกัน (ความสูงของระดับน้ำ จะแปรผันตามค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n) ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระที่ใช้ในการปรับเทียบค่าระดับน้ำคือ 0.03, 0.035, 0.0375, 0.04 และ 0.045 ตามลำดับ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n แต่ละค่าก็จะแสดงถึงสภาพพื้นผิวของแม่น้ำที่ต่างกัน ดังนั้นตลอดความยาวของแม่น้ำจะมีสภาพพื้นผิวที่แตกต่างกันตามลักษณะภูมิประเทศ จึงเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n เปลี่ยนแปลงตามช่วงของลำน้ำ เพื่อให้ใกล้เคียงกับสภาพจริงของแม่น้ำ ซึ่งการปรับเทียบแบบจำลอง จะทำโดยเปรียบเทียบระดับน้ำที่ประตูสองพี่น้อง และ ประตูเจดีย์บูชา โดยใช้ข้อมูลทางสถิติมาเป็นตัวแทนในการเปรียบเทียบและตัดสินใจในการเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ ดังนี้

**Coefficient of Determination ( $R^2$ )**

$$R^2 = \left( \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \times \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \right)^2$$

**Nash - Sutcliffe Efficiency (NSE) (Nash and Sutcliffe, 1970)**

$$NSE = 1.0 - \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

**Root Mean Square Error (RMSE)**

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (x_i - y_i)^2}{n}}$$

เมื่อ  $x_i$  = ระดับน้ำที่ได้จากการตรวจวัด

$y_i$  = ระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลอง

$\bar{x}$  = ค่าเฉลี่ยของระดับน้ำที่ได้จากการตรวจวัด

$\bar{y}$  = ค่าเฉลี่ยของระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลอง

n = จำนวนชุดข้อมูล

ซึ่งผลการเปรียบเทียบจะแสดงไว้ในตารางที่ 4.1.1 และ 4.1.2

ตารางที่ 4.1.1 การเปรียบเทียบผลการปรับเทียบแบบจำลองของประตุน้ำสองพี่น้อง

Manning's coefficient (n)	Performance indicates		
	Coefficient of determination ( $R^2$ )	Nash - Sutcliffe Efficiency (NSE)	RMSE
0.45,0.035,0.03	0.683	0.537	0.379
0.04,0.035,0.03	0.683	0.529	0.382
0.045,0.04,0.03	0.685	0.589	0.357
0.03,0.035,0.04	0.687	0.539	0.378
0.035,0.04,0.035	0.687	0.585	0.359
0.04,0.04,0.03	0.684	0.582	0.360
0.045,0.0375,0.03	0.684	0.565	0.368

ตารางที่ 4.1.2 การเปรียบเทียบผลการปรับเทียบแบบจำลองของประตุน้ำเจดีย์บูชา

Manning's coefficient (n)	Performance indicates		
	Coefficient of determination ( $R^2$ )	Nash - Sutcliffe Efficiency (NSE)	RMSE
0.45,0.035,0.03	0.659	0.030	0.206
0.04,0.035,0.03	0.661	0.029	0.206
0.045,0.04,0.03	0.651	0.025	0.206
0.03,0.035,0.04	0.661	0.010	0.208
0.035,0.04,0.035	0.653	0.014	0.207
0.04,0.04,0.03	0.652	0.025	0.206
0.045,0.0375,0.03	0.655	0.026	0.206

ค่าที่ยอมรับได้ของค่าทางสถิติ Coefficient of determination ( $R^2$ ) และ Nash - Sutcliffe Efficiency (NSE) ต้องเข้าใกล้ 1 และ ค่า RMSE ต้องมีค่าน้อยที่สุด (เข้าใกล้ 0)

จากการใช้ข้อมูลทางสถิติมาเป็นตัวแทนในการเปรียบเทียบและตัดสินใจในการเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n สามารถสรุปได้ดังนี้ ช่วงแรก กม.0+000 ถึง กม. 87+000 และช่วงที่สองจาก กม. 87+000 ถึง กม. 201+000 ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n เท่ากับ 0.045 , 0.04 , 0.03 ตามลำดับ โดยจะให้ค่าที่ดีที่สุดทางสถิติ คือ

- ปตร.สองพี่น้อง

Coefficient of determination ( $R^2$ ) เท่ากับ 0.685

Nash coefficient (E) เท่ากับ 0.589

RMSE เท่ากับ 0.357

- ปตร.เจดีย์บูชา

Coefficient of determination ( $R^2$ ) เท่ากับ 0.651

Nash coefficient (E) เท่ากับ 0.025

RMSE เท่ากับ 0.206

วรารุช (2553) ในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ค่าสัมประสิทธิ์ในการตัดสินใจหรือ Coefficient of Determination ( $R^2$ ) หมายถึงสัดส่วนที่ตัวแปรอิสระ (X) สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม (Y) ได้ โดย  $R^2$  จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0-1 ถ้าค่า  $R^2$  เข้าใกล้ 1 แสดงว่า X สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของ Y ได้มาก ถ้าค่า  $R^2$  เข้าใกล้ 0 แสดงว่า X สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของ Y ได้น้อย

Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) (Nash and Sutcliffe, 1970) คือดัชนีที่นิยมใช้ในการบอกค่าความแม่นยำของแบบจำลอง (Model Accuracy) หรือประสิทธิภาพ-ประสิทธิผลของแบบจำลอง (Model Performance) ในการคาดคะเนค่าที่ต้องการ NSE จะมีค่าอยู่ระหว่าง  $-\infty$  ถึง 1 ซึ่งสามารถแปลความหมายค่า NSE ได้ดังตาราง

#### ตารางที่ 4.1.3 การแปลความหมายค่า NSE

ค่า NSE	การแปลความหมายของความแม่นยำในการคาดคะเน (Model Accuracy)
1	แบบจำลองสามารถคาดคะเนค่าโดยไม่มีผิดพลาด (Perfect Fit)
> 0 ถึง < 1	แบบจำลองสามารถคาดคะเนค่าโดยมีความแม่นยำมากกว่าการใช้ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean)
0	แบบจำลองสามารถคาดคะเนค่าโดยมีความแม่นยำไม่ต่างจากการคาดคะเนโดยใช้ค่าเฉลี่ย
< 0	แบบจำลองสามารถคาดคะเนค่าโดยมีความแม่นยำน้อยกว่าการคาดคะเนโดยใช้ค่าเฉลี่ย
$\geq 0.75$	Good prediction (Lian et al., 2007)
0.36-0.75	Satisfactory prediction (Lian et al., 2007)

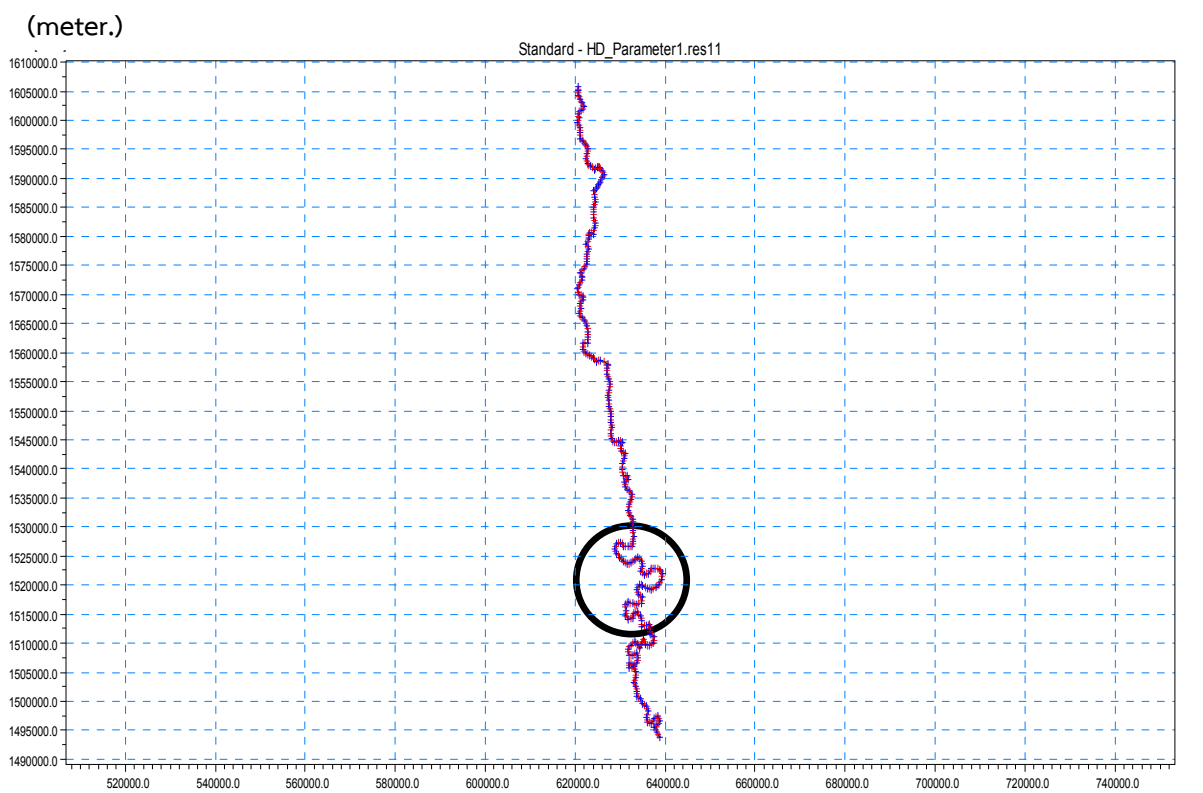


#### 4.2 แนวทางการแก้ไขปัญหาการเกิดน้ำท่วมในอนาคต

จากเหตุการณ์น้ำท่วมปี 2011 ที่ผ่านมา จึงมีการหาแนวทางการแก้ปัญหาการเกิดน้ำท่วม โดยสร้างโครงการขุดคลองลัดแม่น้ำท่าจีนตอนล่างขึ้น 3 เส้นทาง ดังนี้

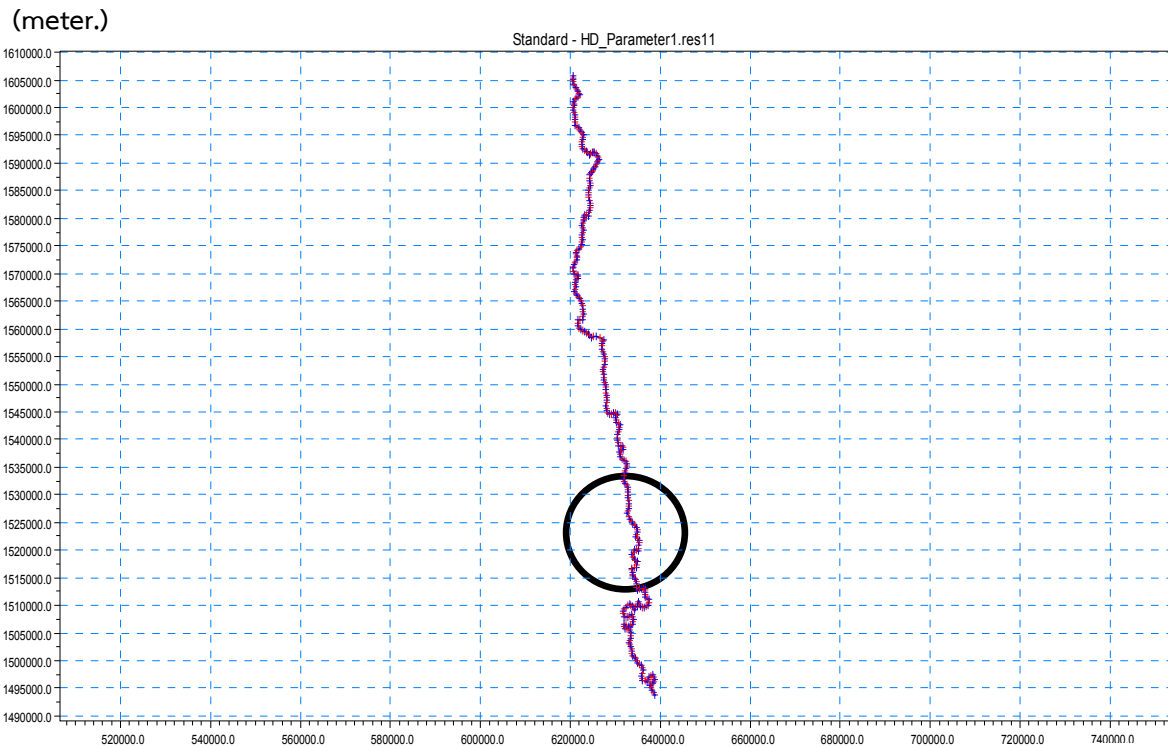
- |                |                                |
|----------------|--------------------------------|
| 1. คลองจี้วราย | ต.จี้วราย อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม |
| 2. คลองทรงคนอง | ต.ทรงคนอง อ.สามพราน จ.นครปฐม   |
| 3. คลองท่าข้าม | ต.ท่าข้าม อ.สามพราน จ.นครปฐม   |

ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะใช้แบบจำลอง MIKE 11 เพื่อดูว่าโครงการขุดคลองลัดแม่น้ำท่าจีนตอนล่างนั้นจะสามารถแก้ไขปัญหาการเกิดน้ำท่วมได้จริงหรือไม่ โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำของวันที่ 1 เมษายน 2007 ถึง 1 เมษายน 2008

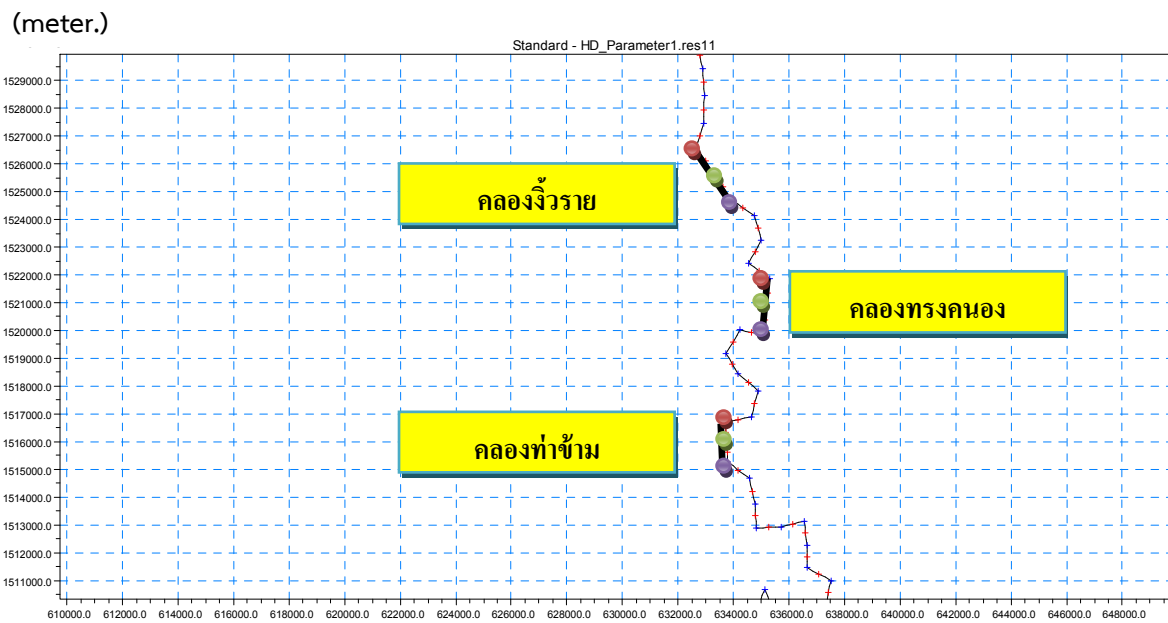


ภาพที่ 4.2.1 ลำน้ำของแม่น้ำท่าจีนก่อนการขุดคลองลัด



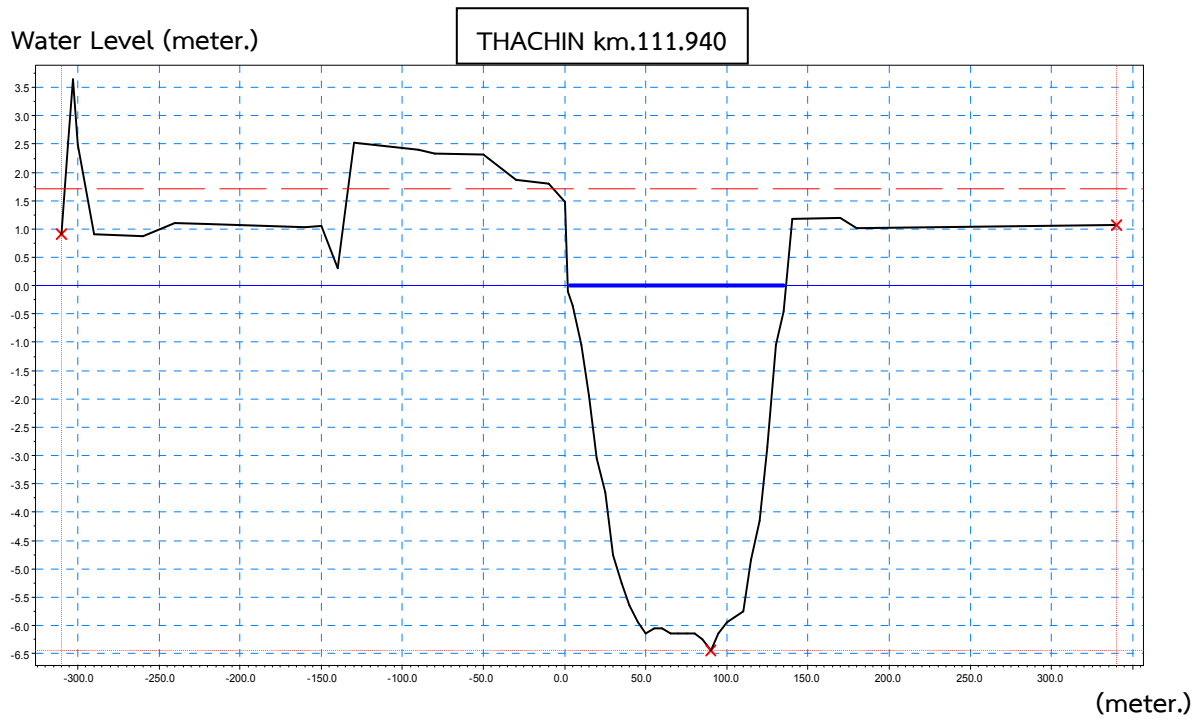


ภาพที่ 4.2.4 ลำน้ำของแม่น้ำท่าจีนหลังการขุดคลองลัด (meter.)

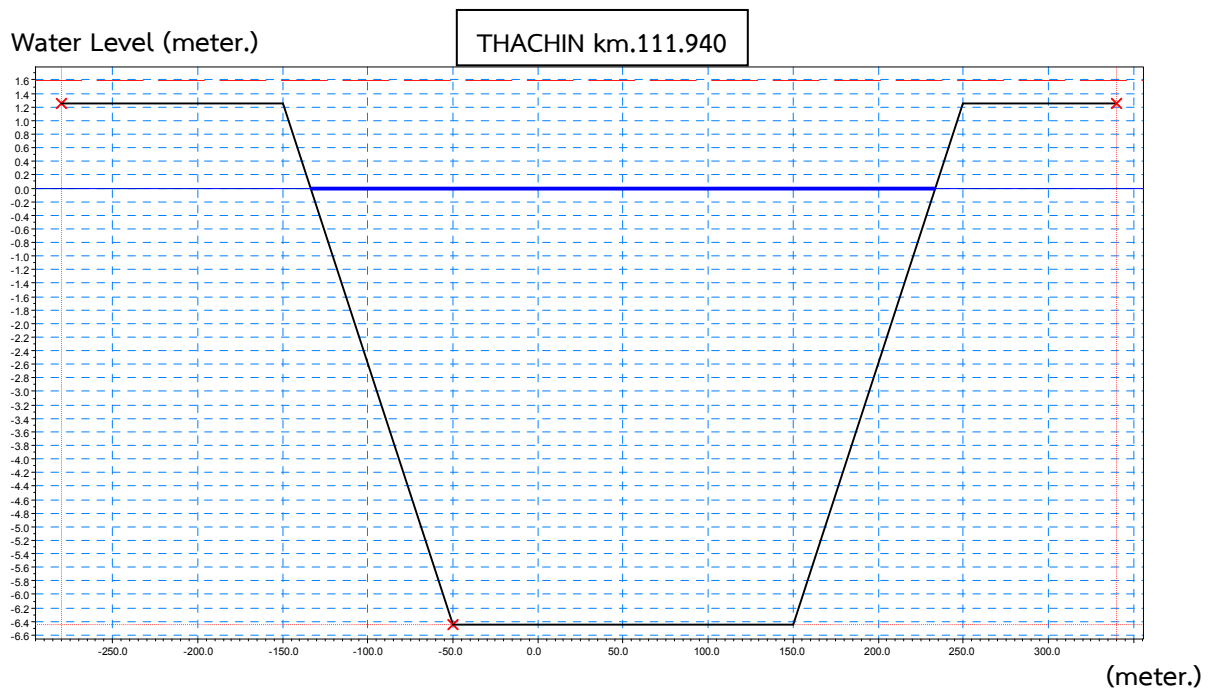


ภาพที่ 4.2.5 บริเวณที่ทำการขุดคลองลัดเสร็จเรียบร้อยแล้ว (meter.)

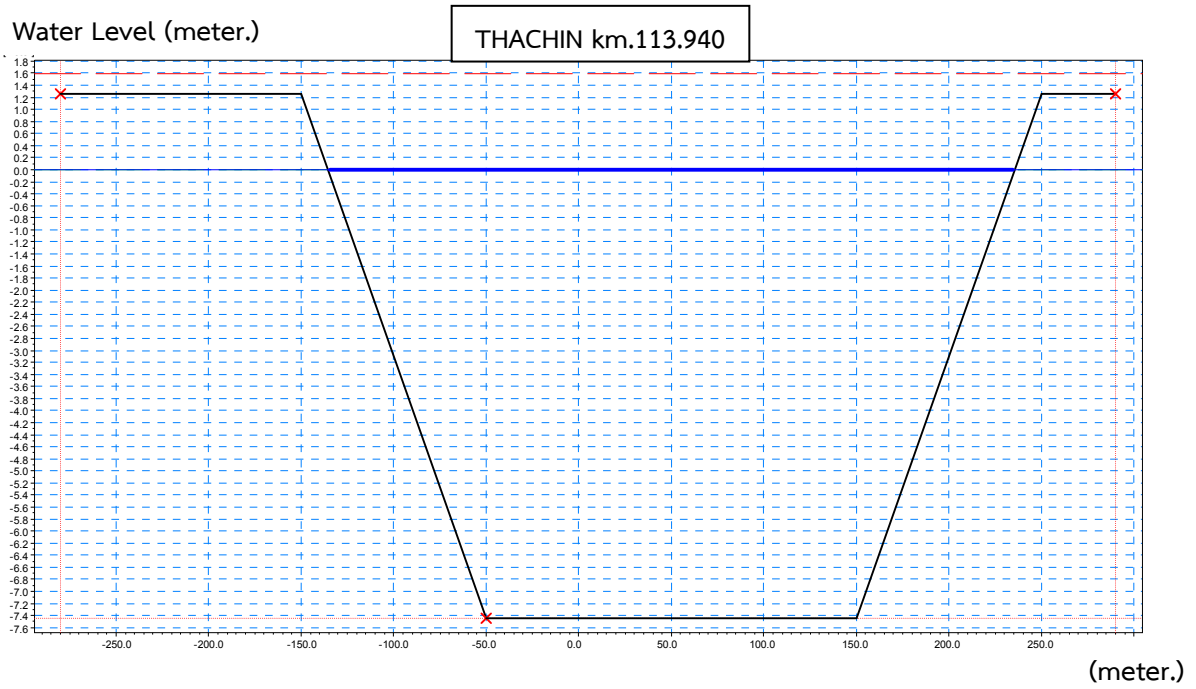
- \*หมายเหตุ
- คือ จุดตัดที่จุดเข้า
  - คือ จุดตัดตรงกลาง
  - คือ จุดตัดที่จุดออก



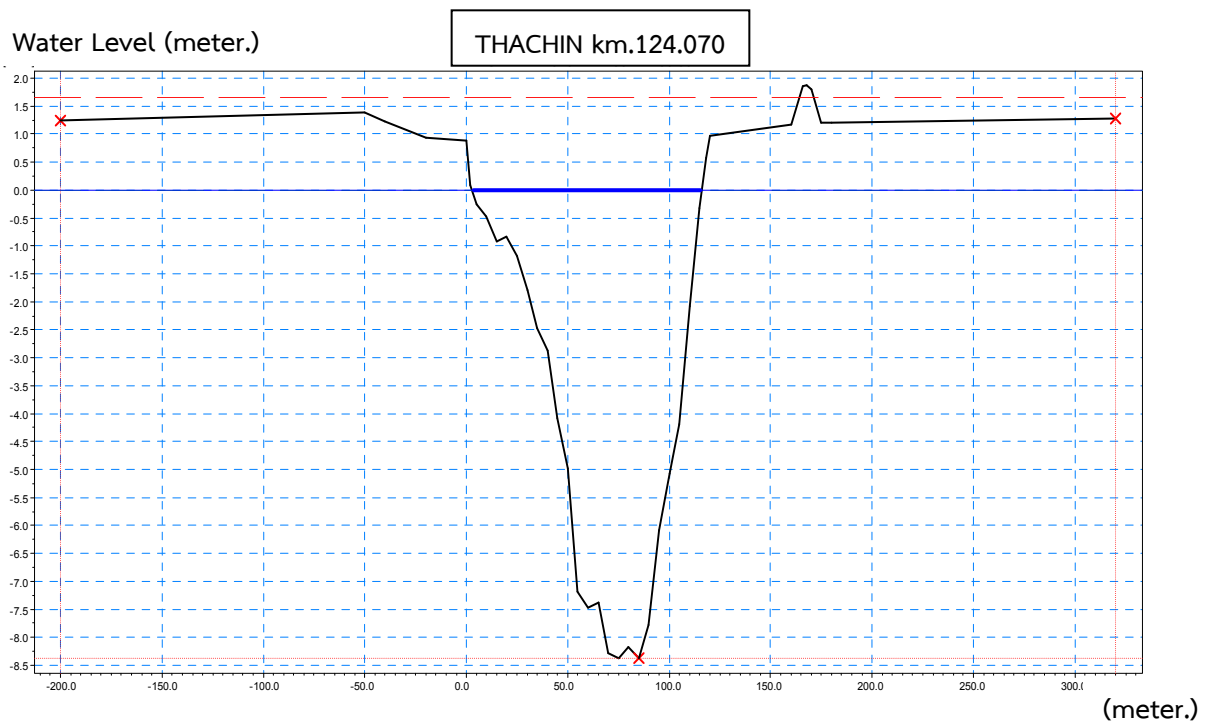
ภาพที่ 4.2.6 รูปตัดลำน้ำเดิมของจุดตัดที่จุดเข้คลองจ้งวาย (พิกัด N 1526571 E 632660)



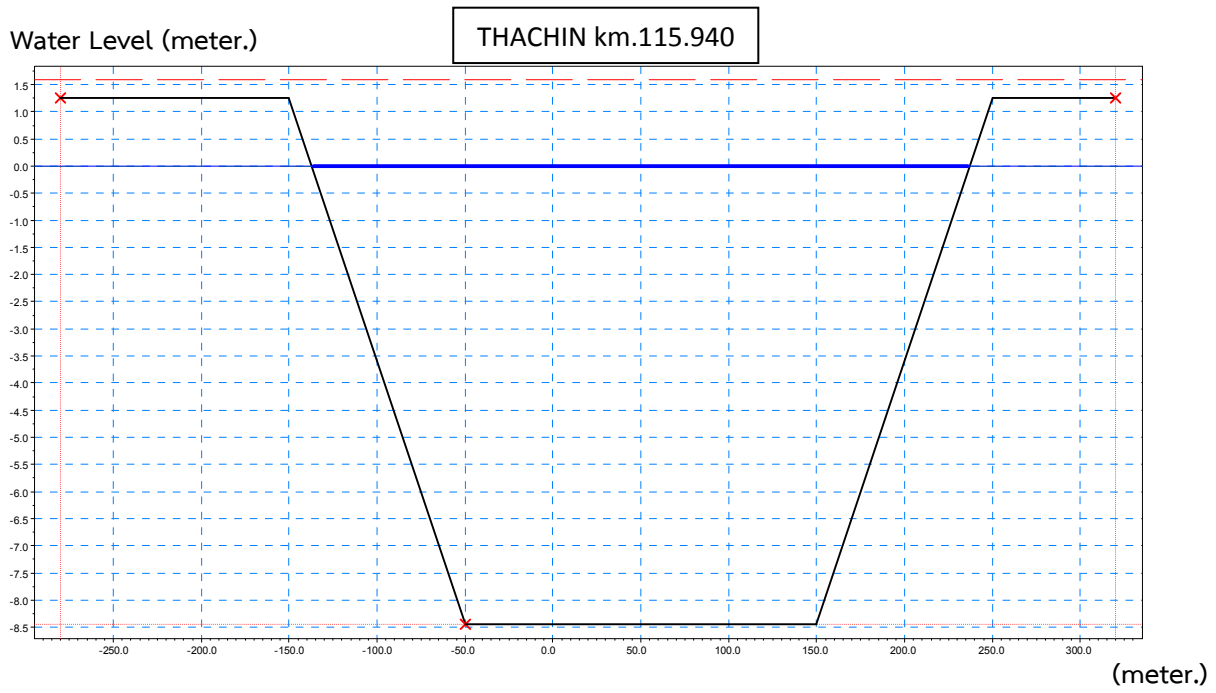
ภาพที่ 4.2.7 รูปตัดลำน้ำใหม่ของจุดตัดที่จุดเข้คลองจ้งวาย (พิกัด N 1526571 E 632660)



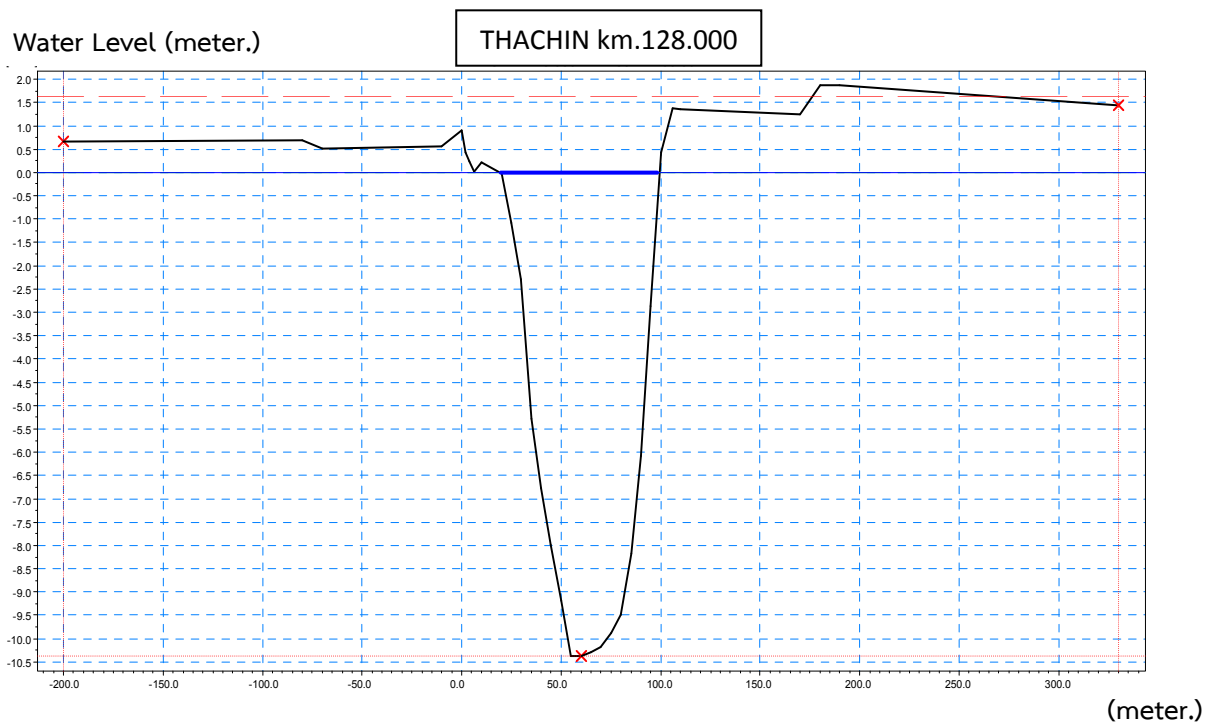
ภาพที่ 4.2.8 รูปตัดลำน้ำใหม่ของจุดตัดตรงกลางคลองจี้วราย (พิกัด N 1525638 E 633306)



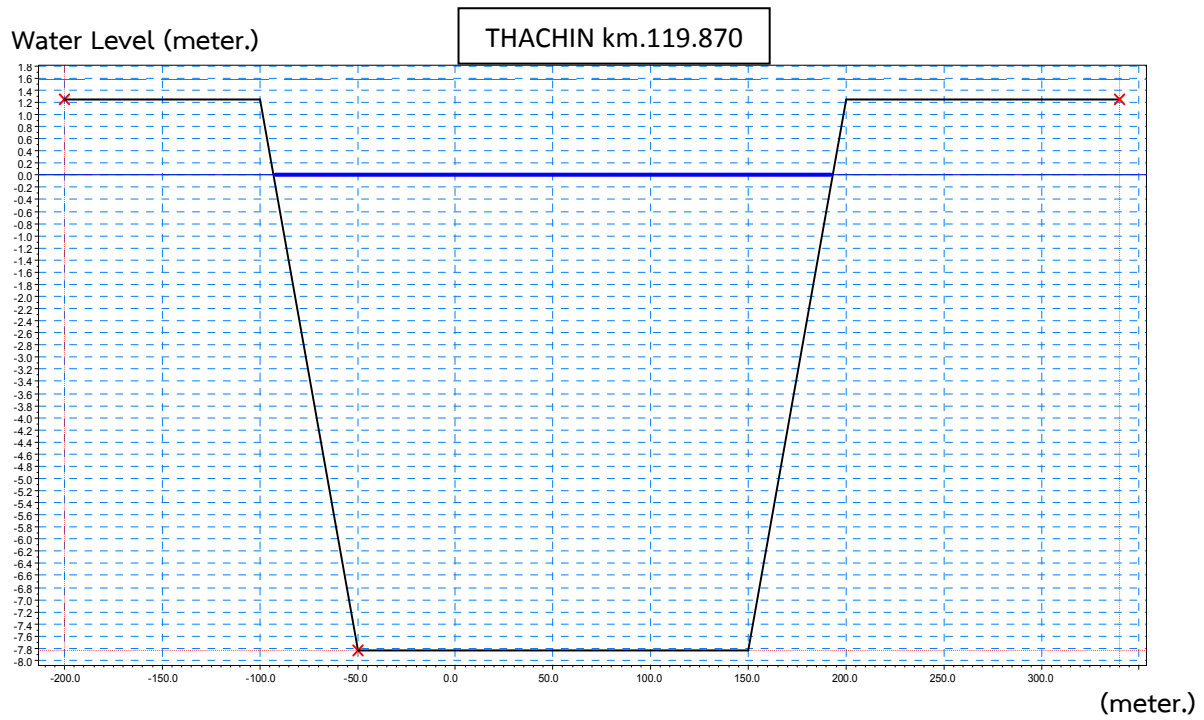
ภาพที่ 4.2.9 รูปตัดลำน้ำเดิมของจุดตัดที่จุดออกคลองจี้วราย (พิกัด N 1524705 E 633952)



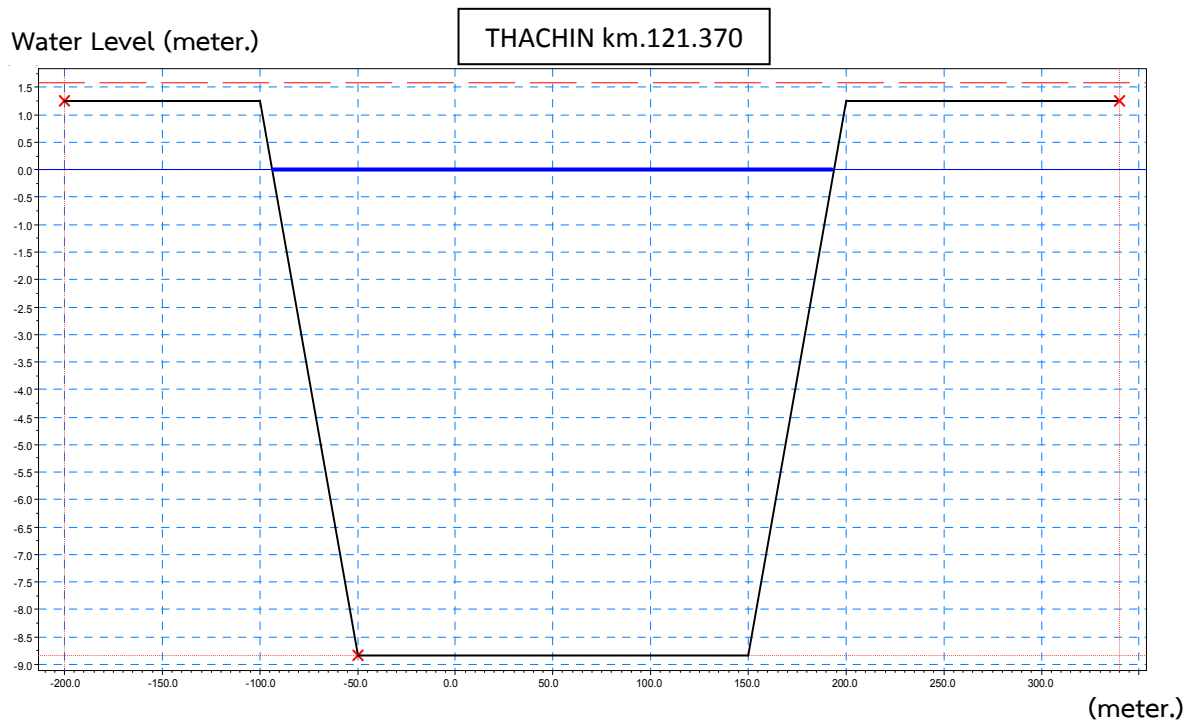
ภาพที่ 4.2.10 รูปตัดลำน้ำใหม่ของจุดตัดที่จุดออกคลองจิวราย (พิกัด N 1524705 E 633952)



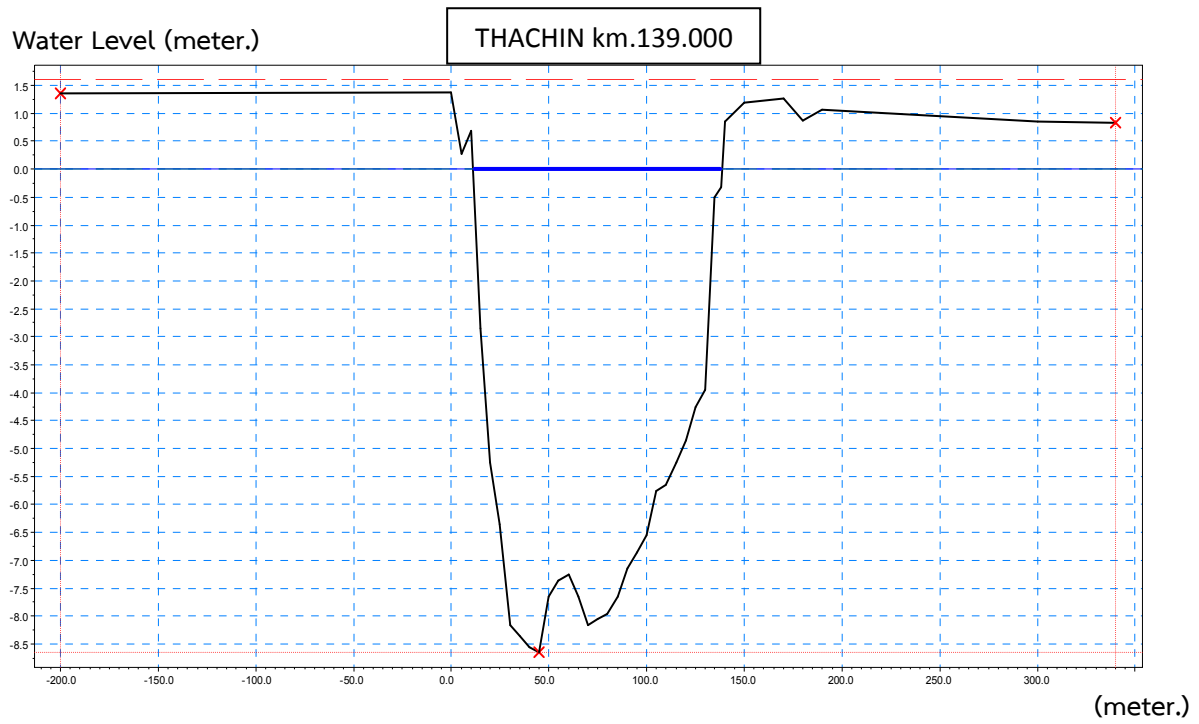
ภาพที่ 4.2.11 รูปตัดลำน้ำเดิมของจุดตัดที่จุดเข้าคลองทรงคนอง  
(พิกัด N 1521858 E 635321)



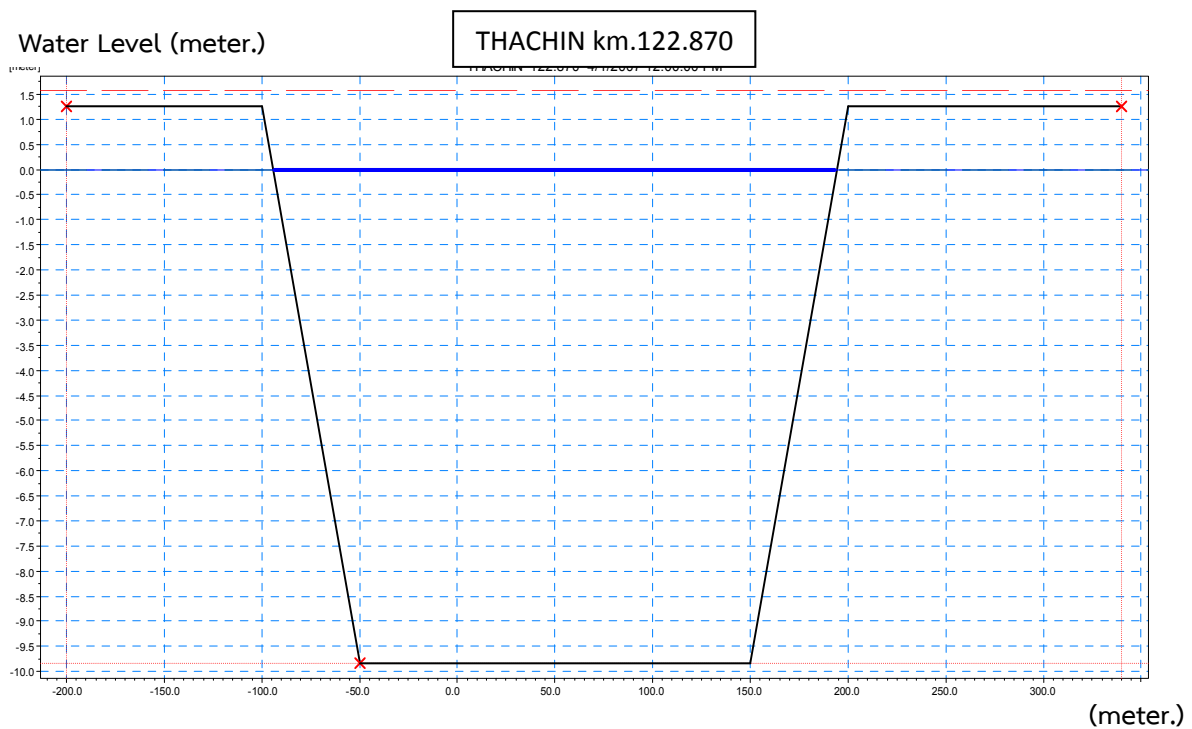
ภาพที่ 4.2.12 รูปตัดลำน้ำใหม่ของจุดตัดที่จุดเข้คลองทรงคนอง  
(พิกัด N 1521858 E 635321)



ภาพที่ 4.2.13 รูปตัดลำน้ำใหม่ของจุดตัดตรงกลางคลองทรงคนอง  
(พิกัด N 1520861 E 635192)

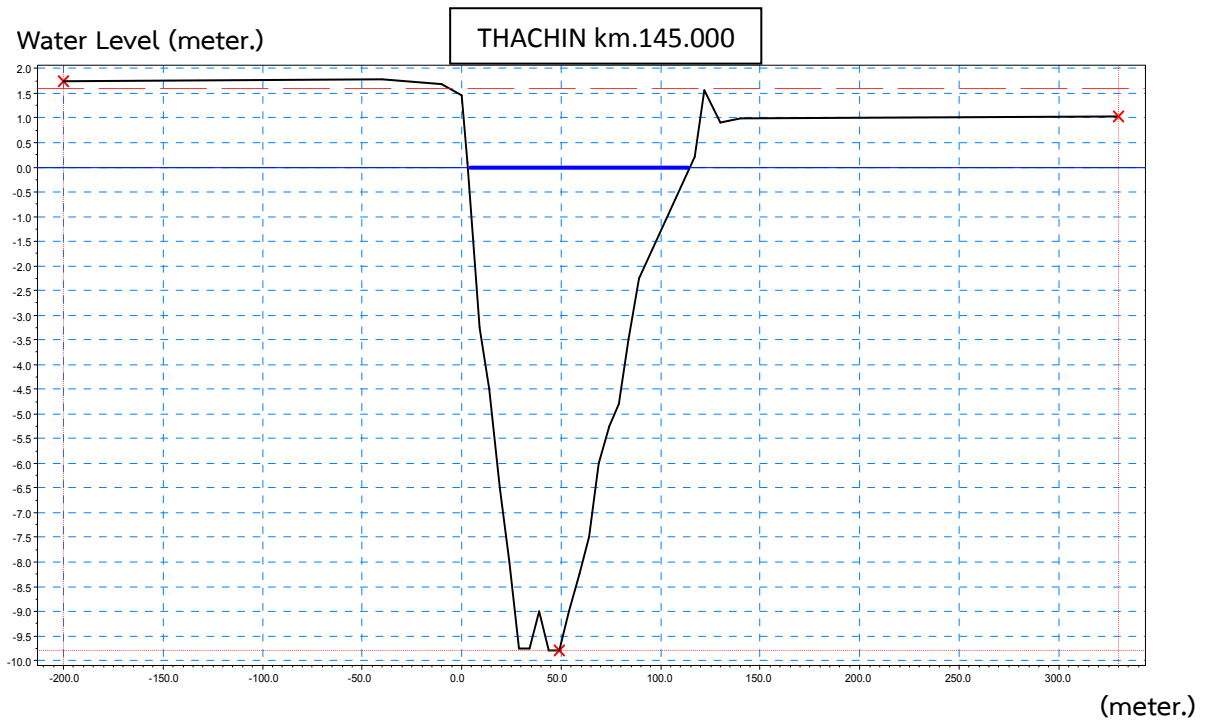


ภาพที่ 4.2.14 รูปตัดลำน้ำเดิมของจุดตัดที่จุดออกคลองทรงคนอง  
(พิกัด N 1519864 E 635063)

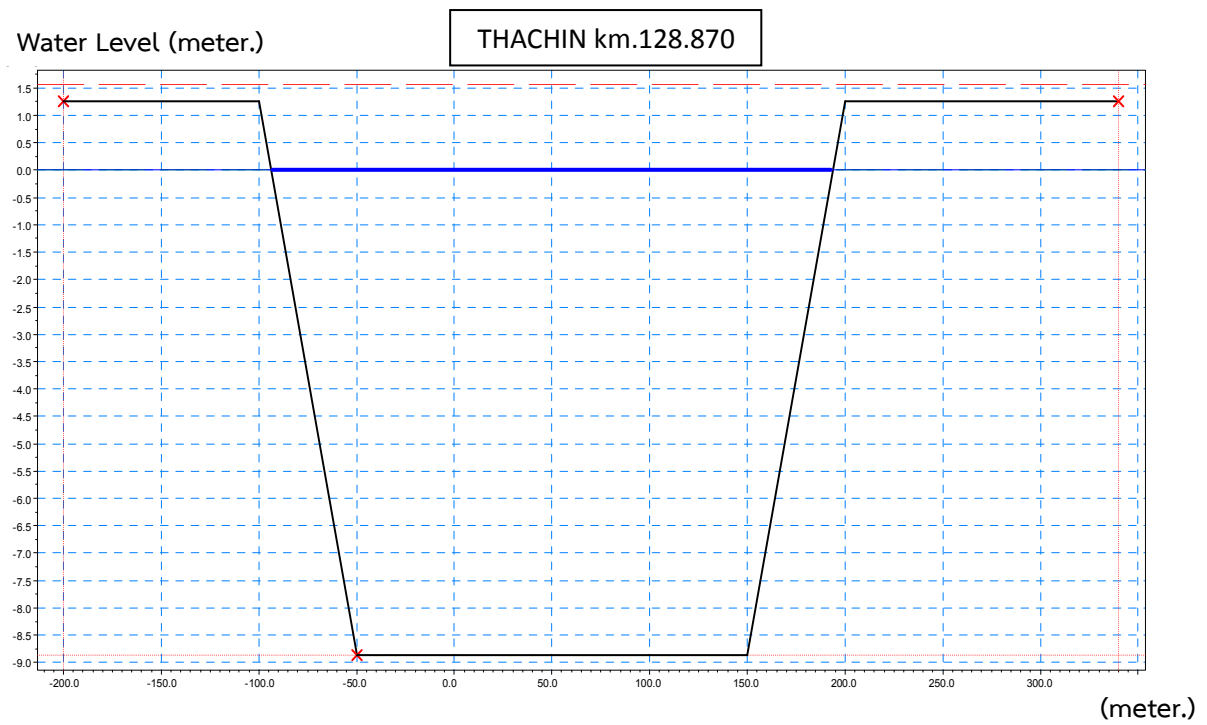


ภาพที่ 4.2.15 รูปตัดลำน้ำใหม่ของจุดตัดที่จุดออกคลองทรงคนอง  
(พิกัด N 1519864 E 635063)

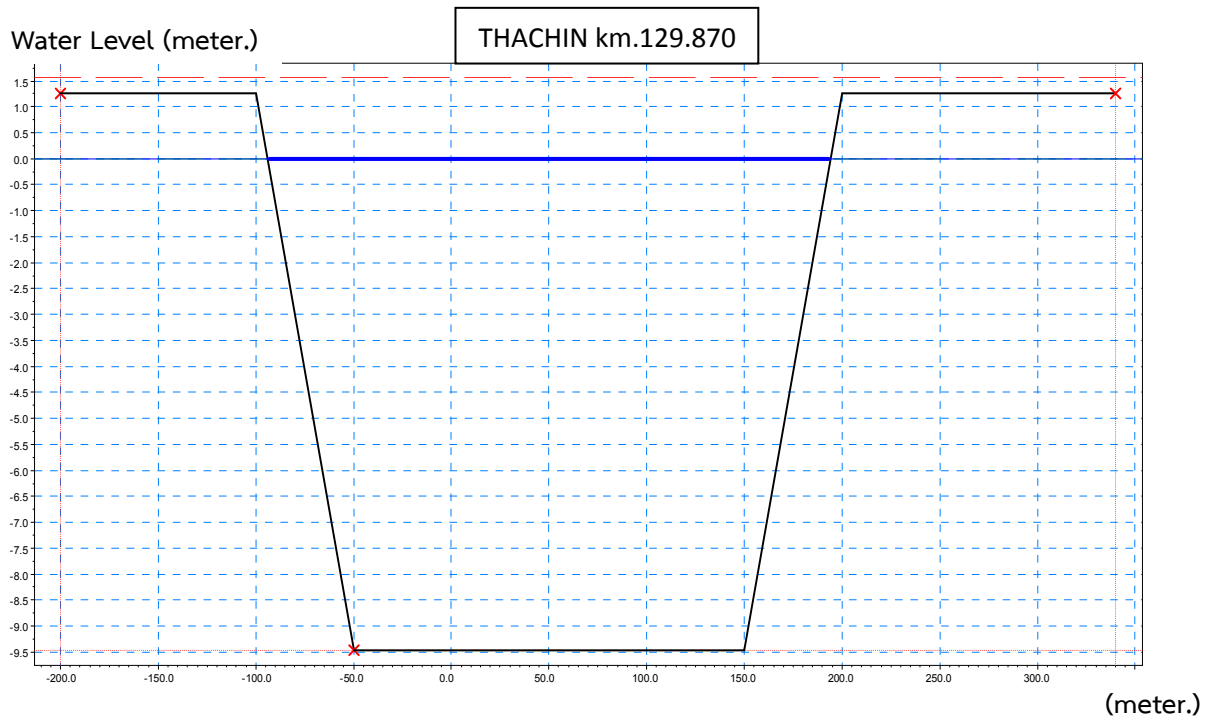




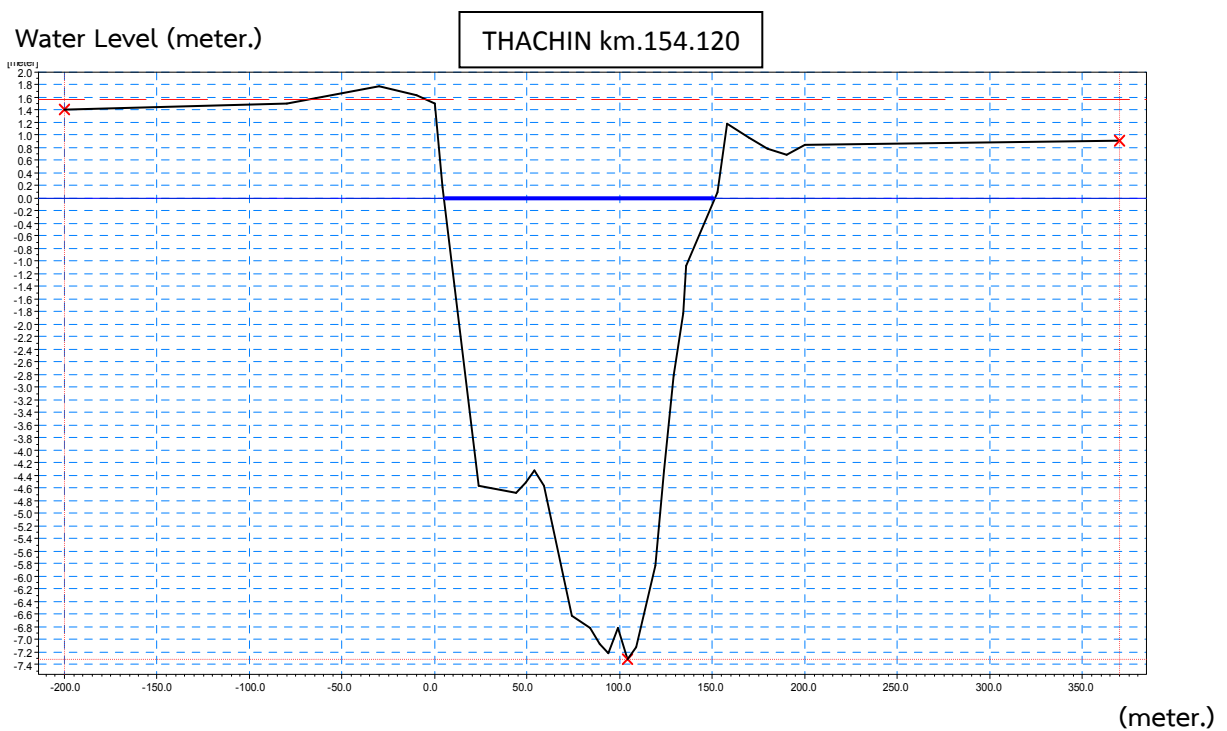
ภาพที่ 4.2.16 รูปตัดลำนํ้าเดิมของจุดตัดที่จุดเข้คลองท่าข้าม (พิกัด N 1516697 E 633717)



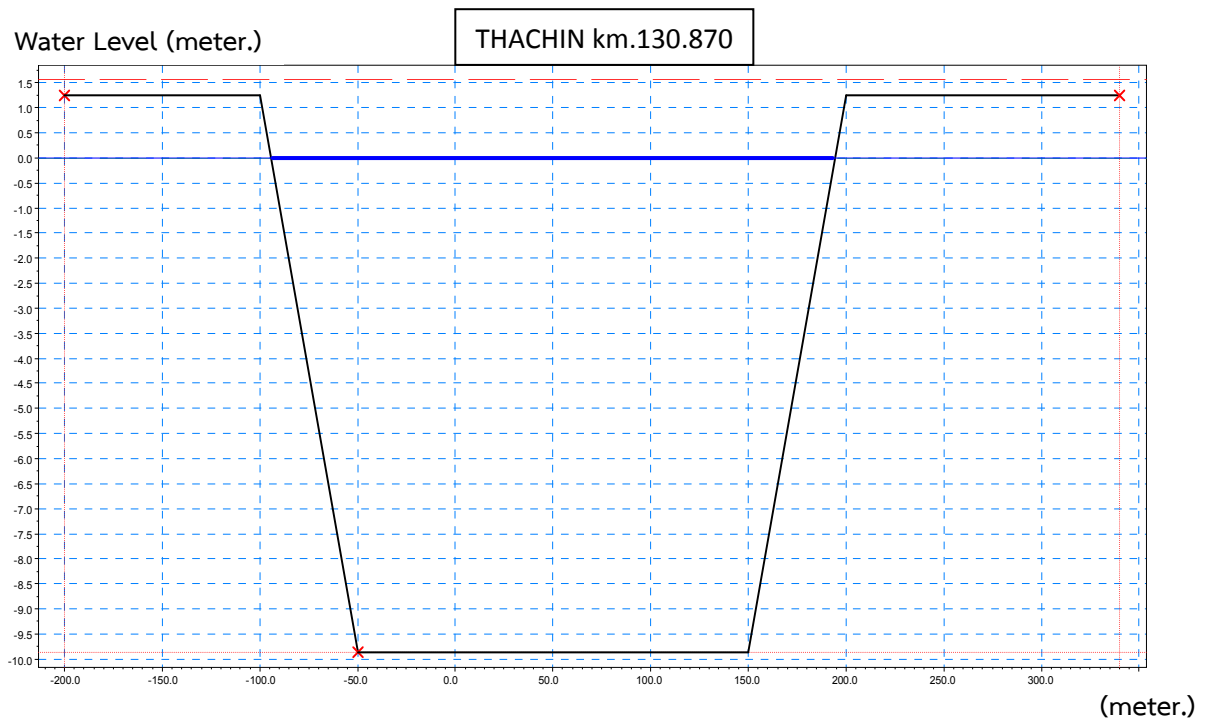
ภาพที่ 4.2.17 รูปตัดลำนํ้าใหม่ของจุดตัดที่จุดเข้คลองท่าข้าม (พิกัด N 1516697 E 633717)



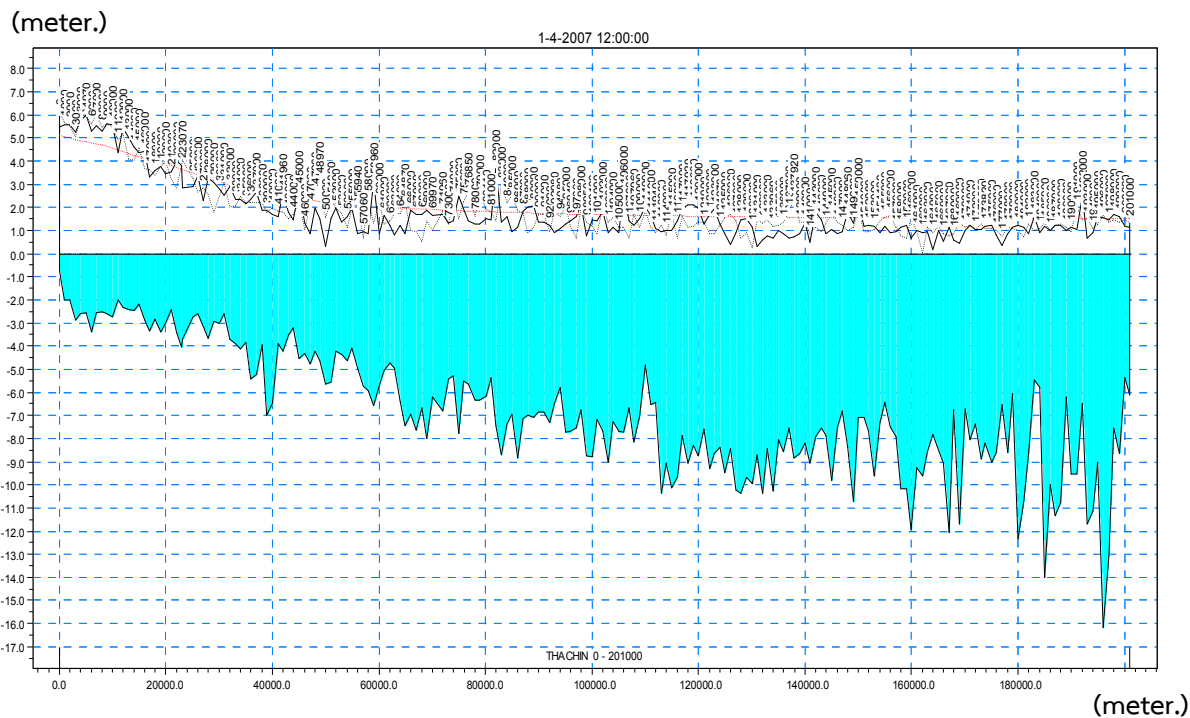
ภาพที่ 4.2.18 รูปตัดลำน้ำใหม่ของจุดตัดตรงกลางคลองท่าข้าม  
(พิกัด N 1515984 E 633755.5)



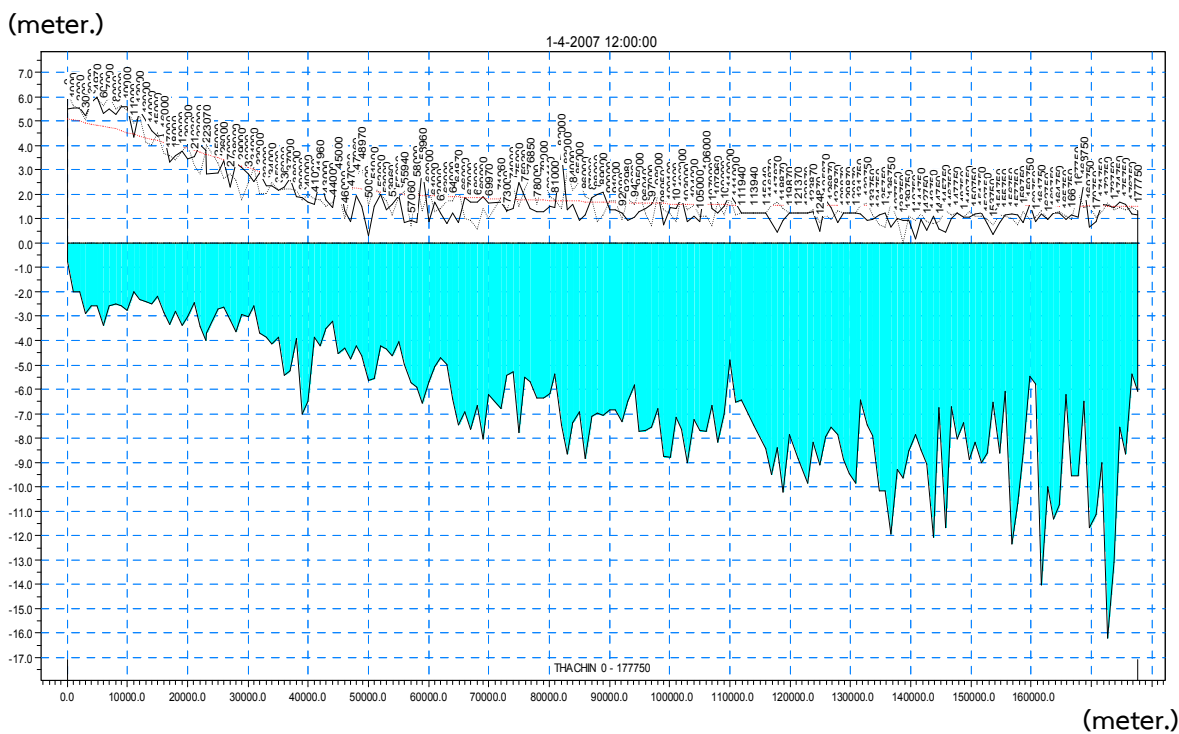
ภาพที่ 4.2.19 รูปตัดลำน้ำเดิมของจุดตัดที่จุดออกคลองท่าข้าม (พิกัด N 1515270 E 633794)



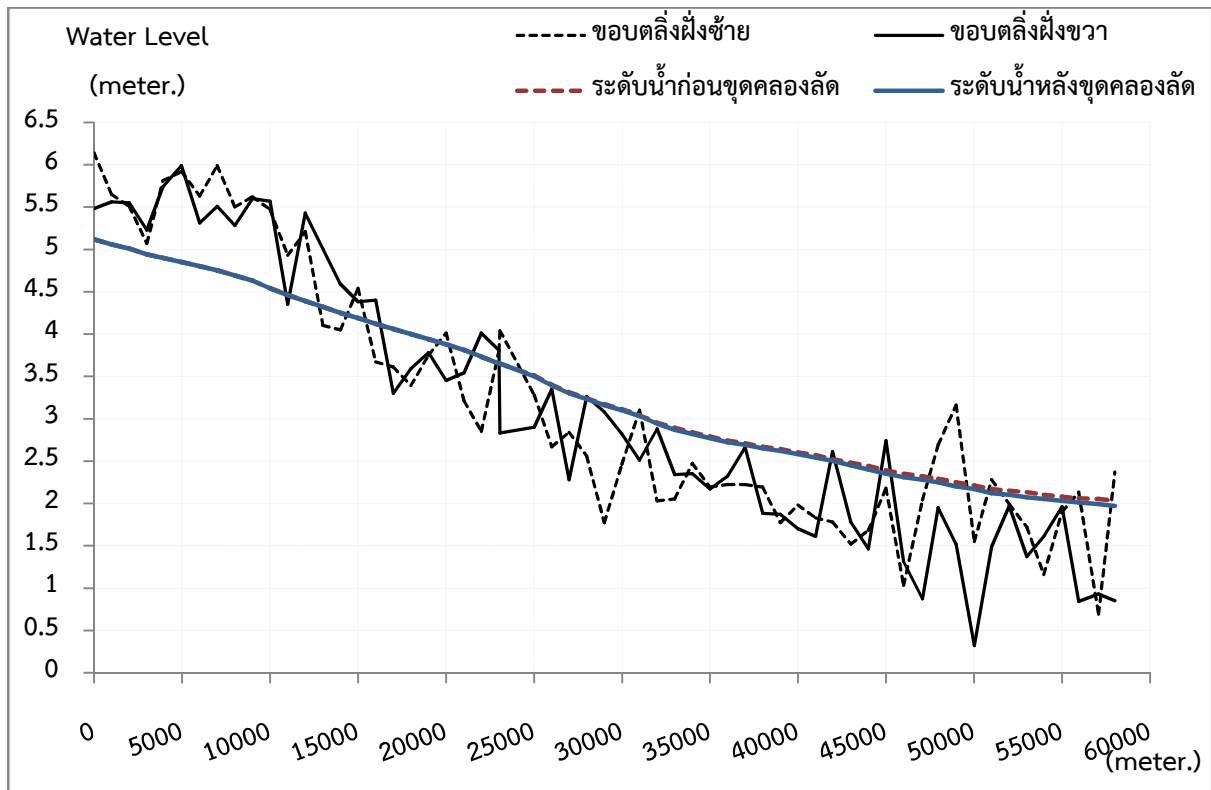
ภาพที่ 4.2.20 รูปตัดลำน้ำใหม่ของจุดตัดที่จุดออกคลองท่าข้าม (พิกัด N 1515270 E 633794)



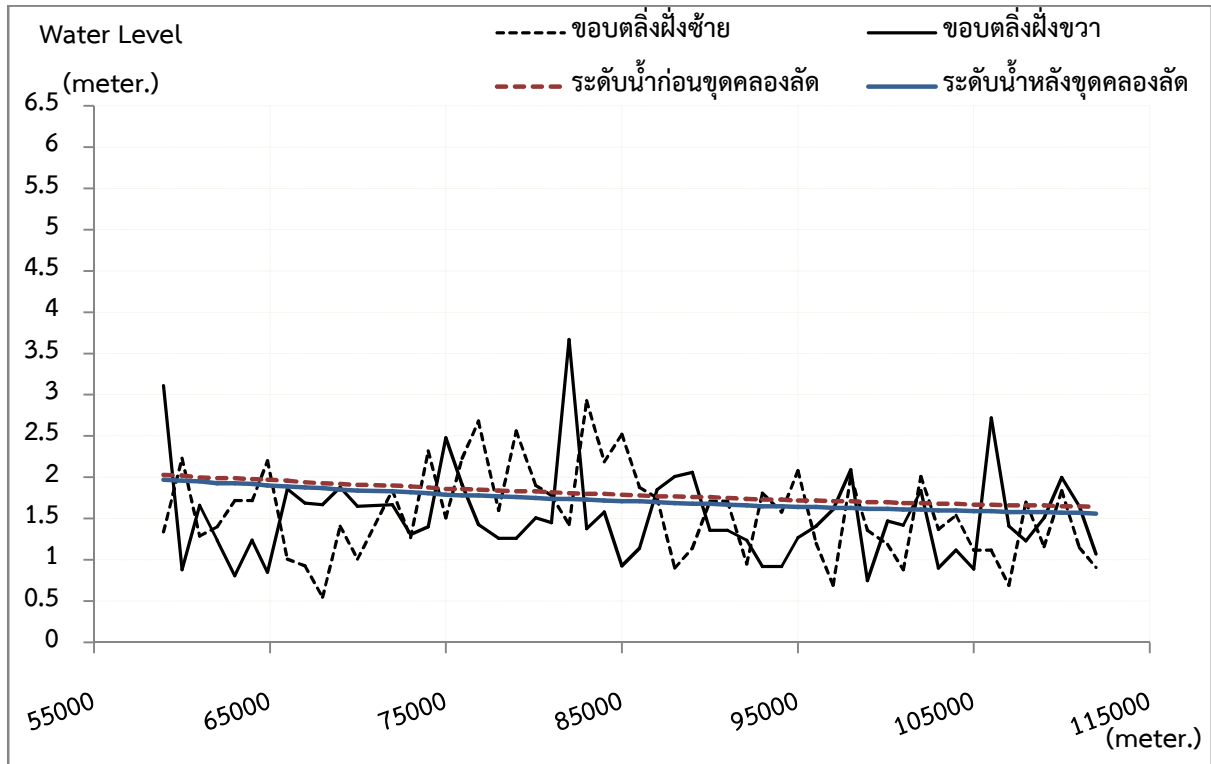
ภาพที่ 4.2.21 ระดับน้ำก่อนทำการขุดคลองลัด



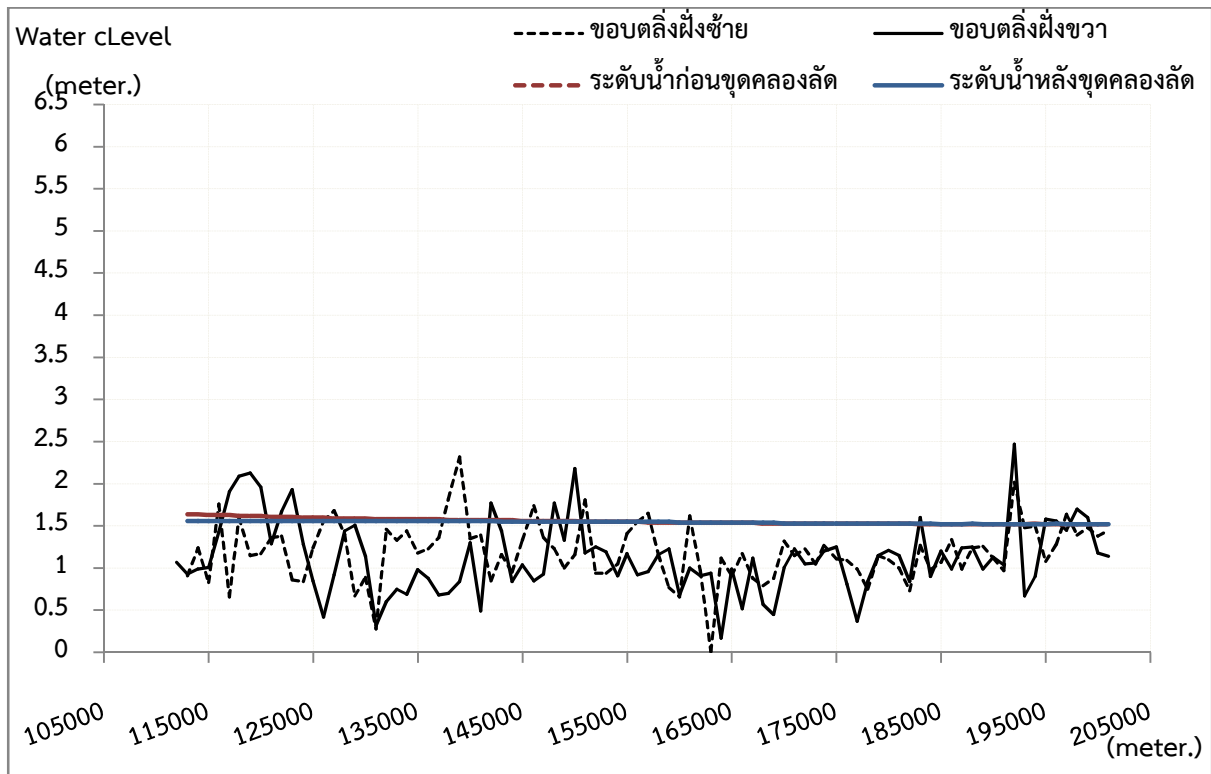
ภาพที่ 4.2.22 ระดับน้ำหลังทำการขุดคลองลัด



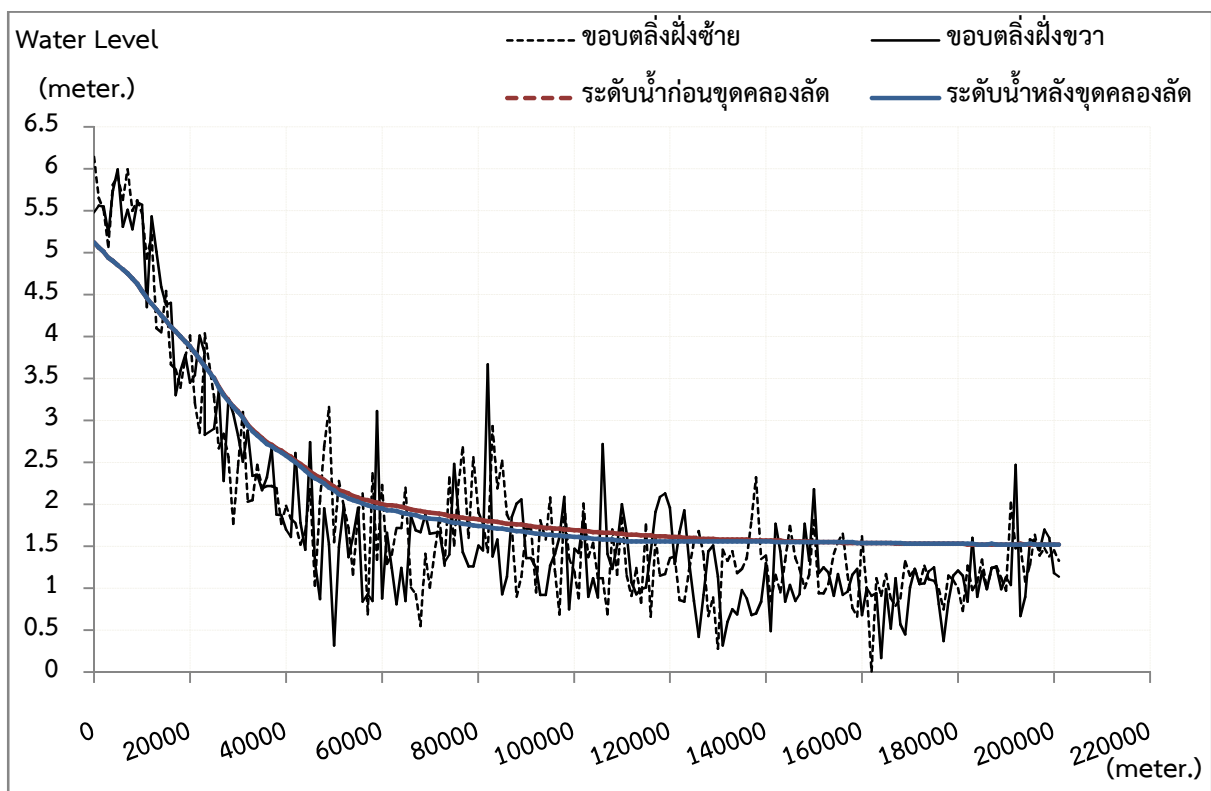
ภาพที่ 4.2.23 การเปรียบเทียบค่าระดับน้ำก่อนและหลังการชุดคลองลัด  
บริเวณ กม.0+000 (Thachin) ถึง กม.58+000 (Songpeenong)



ภาพที่ 4.2.24 การเปรียบเทียบค่าระดับน้ำก่อนและหลังการชุดคลองลัด  
บริเวณ กม.58+000 (Songpeenong) ถึง กม.111+940 (Songpeenong)



ภาพที่ 4.2.25 การเปรียบเทียบค่าระดับน้ำก่อนและหลังการขุดคลองลัด  
บริเวณ กม.111+940 (Songpeenong) ถึง กม.201+000 (Thachin)



ภาพที่ 4.2.26 การเปรียบเทียบค่าระดับน้ำก่อนและหลังการขุดคลองลัด  
บริเวณ กม.0+000 (Thachin) ถึง กม.201+000 (Thachin)

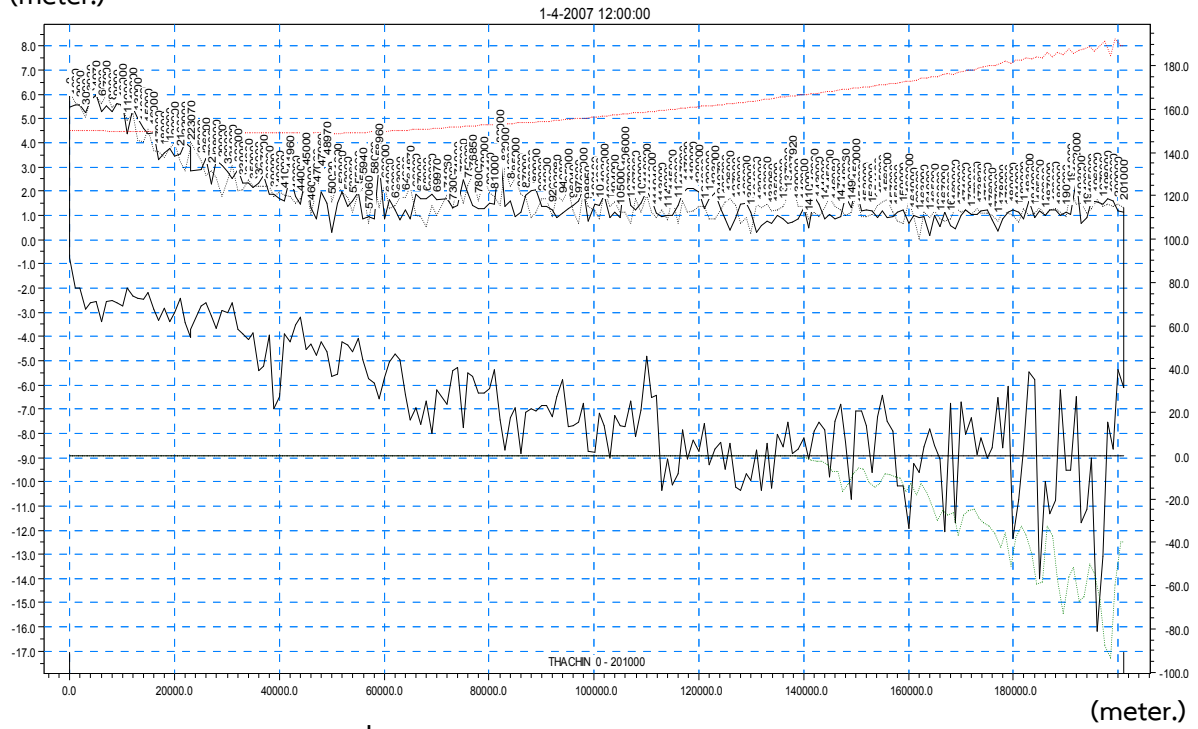
จากภาพการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำซึ่งใช้เป็นค่าระดับน้ำสูงสุด (ระดับน้ำสูงสุดอยู่ในช่วงเดือน ตุลาคม 2007 และ พฤศจิกายน 2007) โดยระดับน้ำหลังจากการขุดคลองลัดแล้วมีการเปลี่ยนแปลงของระดับ น้ำดังนี้

ตารางที่ 4.2 ระดับน้ำที่ลดลงและอัตราการไหลที่เพิ่มขึ้นจากการขุดคลองลัดแม่น้ำท่าจีน

ระยะทาง (กิโลเมตร.)	ระดับน้ำที่ลดลง (เมตร.)
0+000 ถึง 23+070	0.00
25+000 ถึง 43+000	0.01 - 0.03
44+000 ถึง 63+000	0.04 - 0.06
64+000 ถึง 116+000	0.07 - 0.08
117+000 ถึง 125+000	0.04 - 0.06
126+000 ถึง 149+000	0.01 - 0.03
150+000 ถึง 201+000	0.00
ค่า Range	0.08
ค่าเฉลี่ย	0.049

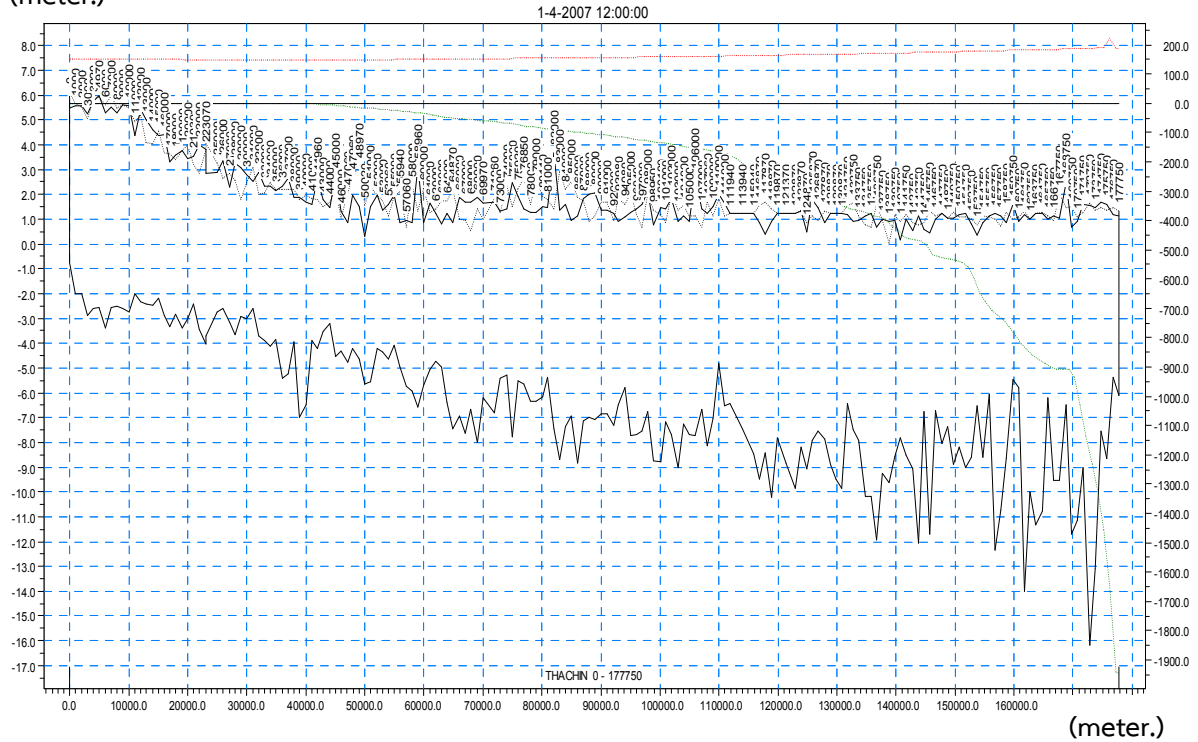
ระยะทาง (กิโลเมตร.)	ผลต่างของ อัตราการไหล ( $m^3/s.$ )
0+000 ถึง 17+000	0.00 - 0.23
18+000 ถึง 34+000	0.25 - 0.54
35+000 ถึง 51+000	0.00 - 0.23
52+000 ถึง 92+090	0.27 - 2.01
92+980 ถึง 117+920	2.05 - 3.35
119+000 ถึง 131+000	1.02 - 1.92
132+000 ถึง 201+000	0.00 - 0.84
ค่า Range	3.35
ค่าเฉลี่ย	1.419

(meter.)



ภาพที่ 4.27 อัตราการไหลก่อนทำการขุดคลองลัด

(meter.)



ภาพที่ 4.28 อัตราการไหลหลังทำการขุดคลองลัด



## บทที่ 5

### สรุปผลการศึกษา

#### 5.1) การเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n

จากการใช้ข้อมูลทางสถิติมาเป็นตัวแทนในการเปรียบเทียบและตัดสินใจในการเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n โดยพิจารณาจากระดับน้ำที่ ปตร.สองพี่น้อง และ ปตร.เจดีย์บูชา เพื่อนำค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n ที่ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุดไปเป็นข้อมูลในการทำแบบจำลอง สามารถสรุปได้ดังนี้ ช่วงแรก กม.0+000 ถึง กม. 87+000 และช่วงที่สองจาก กม. 87+000 ถึง กม. 201+000 ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n เท่ากับ 0.045, 0.04, 0.03 ตามลำดับ

#### 5.2) บริเวณจุดเสี่ยงที่จะเกิดปัญหาน้ำท่วม

จากการใช้แบบจำลอง MIKE 11 ในการจำลองสภาพการไหลของแม่น้ำท่าจีนทำให้ทราบว่าเกิดปัญหาน้ำท่วมเกือบตลอดทั้งสายโดยน้ำจะเริ่มท่วมตั้งแต่บริเวณ กม.17+000 (Thachin) ถึง กม.201+000 (Thachin)

#### 5.3) ผลของกรณีศึกษาการสร้างคลองลัดแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง

จากแนวทางการแก้ปัญหาน้ำท่วม โดยสร้างโครงการขุดคลองลัดแม่น้ำท่าจีนตอนล่างนั้น นำมาจำลองสภาพการไหลในแม่น้ำใหม่ โดยการแก้ไขไฟล์โครงข่ายระบบแม่น้ำ ในแบบจำลอง MIKE 11 โดยใส่คลองลัดเข้าไปในลำน้ำเดิม ทำให้ระดับน้ำของแม่น้ำท่าจีนหลังการสร้างคลองลัดแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง มีความแตกต่างจากระดับน้ำก่อนสร้างคลองลัดแม่น้ำท่าจีนตอนล่างน้อยมาก โดยค่าเฉลี่ยของระดับน้ำที่ลดลงจากการขุดคลองลัดมีค่าเท่ากับ 0.049 เมตร และมีอัตราการไหลเพิ่มขึ้นจากการขุดคลองลัดเท่ากับ  $1.419 \text{ m}^3/\text{s}$  แต่ก็ยังไม่สามารถแก้ปัญหาน้ำท่วมที่เกิดขึ้นได้

สาเหตุของการขุดคลองลัดแม่น้ำท่าจีนตอนล่างในแบบจำลอง MIKE 11 ไม่สามารถแก้ปัญหาน้ำท่วมที่เกิดขึ้นได้นั้น เพราะ

1. การขุดคลองลัดนั้น ไม่ทำให้ปริมาณน้ำเปลี่ยน จะช่วยได้แค่ลดระยะเวลาทางการไหล และทำให้ระยะเวลาในการไหลลดลง
2. ข้อมูลที่ใช้ในการทำแบบจำลอง ไม่ครบถ้วน คือ ปริมาณน้ำที่ใช้ในการทำแบบจำลองไม่ได้คิดจาก Side Flow จากคลองสาขาที่ไหลเข้ามาในลำน้ำหลัก
3. การขุดคลองลัดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำแค่ช่วงบริเวณเหนือน้ำก่อนการขุดคลองลัด คือ ระดับน้ำจะลดอย่างเห็นชัดเพียงช่วง กม. 87+000 ถึง 113+000 ซึ่งระดับน้ำลดลง 0.08 เมตร

4. อิทธิพลการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเล คือระดับน้ำทะเลหนุนสูง ซึ่งมีผลโดยตรงกับระดับน้ำที่สถานีสุดท้ายของลำน้ำ เมื่อระดับน้ำที่สถานีสุดท้ายในลำน้ำยกตัวสูง ทำให้การไหลและการระบายน้ำลงสู่ทะเลทำได้ช้าและยากขึ้น

## เอกสารอ้างอิง (References)

คู่มือ การประเมินค่าปริมาณการไหลของน้ำ ด้วยวิธี Manning's formula. 2553. กลุ่มงานสารสนเทศและ  
พยากรณ์น้ำ ส่วนอุทกวิทยา สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ. [พฤษภาคม 2553]

ชุตินันต์ ปรัชญาโณทัย. 2545. การพยากรณ์คุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีนตอนล่างโดยใช้แบบจำลอง MIKE 11.  
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีคณะวิศวกรรมศาสตร์. สาขาวิชา  
วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ. แหล่งที่มา:  
<http://www.baanamphon.com/utoresearch/node/4757>. [5 กันยายน 2554]

พ.อ.สมศักดิ์ แสวงศักดิ์. 2555. รองเสนาธิการ กองพลทหารช่าง. แหล่งที่มา:  
<http://www.komchadluek.net/detail/20111015/111856/%E0%B8%97%E0%B8%AB%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%8A%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B8%82%E0%B8%B8%E0%B8%943%E0%B8%84%E0%B8%A5%E0%B8%AD%E0%B8%87E0%B8%9C%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B8%99%E0%B9%89%E0%B8%B3%E0%B8%A5%E0%B8%87%E0%B8%97%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%88%E0%B8%B5%E0%B8%99.html>. [29 มีนาคม 2555]

รศ.ดร.วราวุธ วุฒิวิณชัย. 2553. การวิเคราะห์ความแม่นยำของแบบจำลองโดยใช้ Nash-Sutcliffe Efficiency  
และ  $R^2$ . [มกราคม 2553]

วิกิพีเดีย. 2554. แม่น้ำท่าจีน วิกิพีเดีย. แหล่งที่มา:  
<http://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%81%E0%B8%A1%E0%B9%88%E0%B8%99%E0%B9%89%E0%B8%B3%E0%B8%97%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%88%E0%B8%B5%E0%B8%99>, [6 สิงหาคม 2554]

วิษุวัตม์กั แต่สมบัติ. 2553. แบบจำลองด้านชลศาสตร์ (แบบจำลอง MIKE 11). ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. [สิงหาคม 2553]

สิริรัตน์ เย็นสง. 2008. การจัดการคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีนตอนกลาง และตอนล่างโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (MIKE 11) ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยมหิดล. แหล่งที่มา:

<http://www.li.mahidol.ac.th/thesis/2551/cd416/4636641.pdf>. [5 กันยายน 2554]

ไอศวรรย์ ชื่นกาญจน์. 2552. ผู้ช่วยนักวิจัย สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน). การวิเคราะห์สภาพการไหลในคลองมหาชัยและคลองหลวง จ.สมุทรสาคร.การประชุมวิชาการแห่งชาติวิศวกรรมโยธาครั้งที่ 14. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. แหล่งที่มา:

<http://www.thaiwater.net/web/index.php/research/304-flow-circulation-analysis.html>. [13-15 พฤษภาคม 2552]

SCOOP NAEWNA. 2007. ท่าจีนแม่น้ำประวัติศาสตร์. แหล่งที่มา:

<http://soclaimon.wordpress.com/2010/12/07/%e0%b8%97%e0%b9%88%e0%b8%b2%e0%b8%88%e0%b8%b5%e0%b8%99%e0%b9%81%e0%b8%a1%e0%b9%88%e0%b8%99%e0%b9%89%e0%b8%b3%e0%b8%9b%e0%b8%a3%e0%b8%b0%e0%b8%a7%e0%b8%b1%e0%b8%95%e0%b8%b4%e0%b8%a8%e0%b8%b2%e0%b8%aa/>. [17 ตุลาคม 2007]

ภาคผนวก ก แสดงค่าของระดับน้ำที่ลดลงจากการขุดคลองลัดแม่น้ำท่าจีน

ระยะทาง (เมตร)	ระดับน้ำสูงสุดก่อนขุดคลองลัด (เมตร)	ระดับน้ำสูงสุดหลังขุดคลองลัด (เมตร)	ผลต่างของระดับน้ำ (เมตร)
0	5.12	5.12	0
1000	5.06	5.06	0
2000	5.01	5.01	0
3000	4.94	4.94	0
3920	4.9	4.9	0
4970	4.85	4.85	0
6000	4.8	4.8	0
7000	4.75	4.75	0
8000	4.69	4.69	0
9000	4.63	4.63	0
10000	4.54	4.54	0
11000	4.46	4.46	0
12000	4.39	4.39	0
13000	4.32	4.32	0
14000	4.25	4.25	0
15000	4.19	4.19	0
16000	4.12	4.12	0
17000	4.06	4.06	0
18000	4	4	0
19000	3.94	3.94	0
20000	3.88	3.88	0
21030	3.81	3.81	0
22000	3.73	3.73	0
23000	3.65	3.65	0
23070	3.65	3.65	0
25000	3.51	3.5	0.01
26000	3.4	3.39	0.01
27000	3.31	3.3	0.01
28000	3.24	3.23	0.01

ระยะทาง (เมตร)	ระดับน้ำสูงสุดก่อนขุดคลองลัด (เมตร)	ระดับน้ำสูงสุดหลังขุดคลองลัด (เมตร)	ผลต่างของระดับน้ำ (เมตร)
29000	3.17	3.16	0.01
30000	3.11	3.1	0.01
31000	3.04	3.03	0.01
32000	2.95	2.94	0.01
33000	2.89	2.87	0.02
34000	2.84	2.82	0.02
35000	2.79	2.77	0.02
36000	2.74	2.72	0.02
37000	2.71	2.69	0.02
38000	2.67	2.65	0.02
39000	2.64	2.62	0.02
40000	2.6	2.58	0.02
41000	2.57	2.54	0.03
41960	2.52	2.5	0.02
43000	2.48	2.45	0.03
44000	2.44	2.4	0.04
45000	2.39	2.35	0.04
46000	2.35	2.31	0.04
47060	2.32	2.28	0.04
47960	2.29	2.25	0.04
48970	2.25	2.2	0.05
50020	2.21	2.17	0.04
51000	2.17	2.12	0.05
52000	2.15	2.1	0.05
53000	2.13	2.07	0.06
53960	2.1	2.05	0.05
55000	2.08	2.03	0.05
55940	2.06	2.01	0.05
57060	2.05	1.99	0.06
58000	2.03	1.97	0.06

ระยะทาง (เมตร)	ระดับน้ำสูงสุดก่อนขุดคลองลัด (เมตร)	ระดับน้ำสูงสุดหลังขุดคลองลัด (เมตร)	ผลต่างของระดับน้ำ (เมตร)
58960	2.02	1.96	0.06
60000	2	1.95	0.05
61000	1.99	1.93	0.06
62000	1.99	1.93	0.06
63000	1.98	1.92	0.06
64000	1.97	1.9	0.07
64870	1.96	1.89	0.07
66000	1.94	1.88	0.06
67000	1.93	1.87	0.06
68000	1.92	1.85	0.07
69000	1.91	1.84	0.07
69970	1.9	1.83	0.07
71960	1.89	1.82	0.07
73000	1.88	1.81	0.07
74000	1.86	1.79	0.07
75000	1.86	1.78	0.08
75920	1.85	1.78	0.07
76850	1.84	1.77	0.07
78000	1.83	1.76	0.07
79000	1.83	1.75	0.08
80110	1.82	1.74	0.08
81000	1.81	1.74	0.07
82000	1.8	1.73	0.07
83000	1.8	1.72	0.08
84000	1.79	1.71	0.08
85000	1.78	1.71	0.07
86000	1.77	1.7	0.07
87000	1.77	1.69	0.08
88000	1.76	1.68	0.08
89000	1.76	1.68	0.08

ระยะทาง (เมตร)	ระดับน้ำสูงสุดก่อนขุดคลองลัด (เมตร)	ระดับน้ำสูงสุดหลังขุดคลองลัด (เมตร)	ผลต่างของระดับน้ำ (เมตร)
90000	1.75	1.67	0.08
91000	1.74	1.66	0.08
92090	1.73	1.65	0.08
92980	1.73	1.65	0.08
94080	1.72	1.64	0.08
95000	1.72	1.64	0.08
96040	1.71	1.63	0.08
97000	1.71	1.63	0.08
98000	1.7	1.62	0.08
98950	1.7	1.62	0.08
100100	1.69	1.61	0.08
101000	1.69	1.61	0.08
102000	1.68	1.6	0.08
103000	1.68	1.6	0.08
104000	1.67	1.59	0.08
105000	1.67	1.59	0.08
106000	1.66	1.58	0.08
107000	1.66	1.58	0.08
107960	1.66	1.58	0.08
109000	1.65	1.57	0.08
110000	1.65	1.57	0.08
111000	1.64	1.56	0.08
111940	1.64	1.56	0.08
113000	1.64	1.56	0.08
114000	1.63	1.56	0.07
115000	1.63	1.56	0.07
116000	1.63	1.56	0.07
117000	1.62	1.56	0.06
117920	1.62	1.56	0.06
119000	1.62	1.56	0.06



ระยะทาง (เมตร)	ระดับน้ำสูงสุดก่อนขุดคลองลัด (เมตร)	ระดับน้ำสูงสุดหลังขุดคลองลัด (เมตร)	ผลต่างของระดับน้ำ (เมตร)
120000	1.61	1.56	0.05
121000	1.61	1.56	0.05
122000	1.61	1.56	0.05
123000	1.6	1.56	0.04
124070	1.6	1.56	0.04
125000	1.6	1.56	0.04
126000	1.59	1.56	0.03
127000	1.59	1.56	0.03
128000	1.59	1.56	0.03
129000	1.59	1.56	0.03
130000	1.58	1.56	0.02
131000	1.58	1.56	0.02
132000	1.58	1.56	0.02
133000	1.58	1.56	0.02
133960	1.58	1.56	0.02
135000	1.58	1.56	0.02
136000	1.58	1.56	0.02
137000	1.57	1.56	0.01
137920	1.57	1.56	0.01
139000	1.57	1.56	0.01
140000	1.57	1.56	0.01
141000	1.57	1.56	0.01
142000	1.57	1.55	0.02
143000	1.57	1.55	0.02
144000	1.56	1.55	0.01
145000	1.56	1.55	0.01
146080	1.56	1.55	0.01
147000	1.56	1.55	0.01
148060	1.56	1.55	0.01
149000	1.56	1.55	0.01

ระยะทาง (เมตร)	ระดับน้ำสูงสุดก่อนขุดคลองลัด (เมตร)	ระดับน้ำสูงสุดหลังขุดคลองลัด (เมตร)	ผลต่างของระดับน้ำ (เมตร)
150000	1.55	1.55	0
151000	1.55	1.55	0
152000	1.55	1.55	0
153000	1.55	1.55	0
154120	1.55	1.55	0
155000	1.55	1.55	0
156000	1.54	1.55	-0.01
157000	1.54	1.55	-0.01
158000	1.54	1.55	-0.01
159000	1.54	1.54	0
160000	1.54	1.54	0
161000	1.54	1.54	0
162000	1.54	1.54	0
163000	1.54	1.54	0
164000	1.54	1.54	0
165000	1.54	1.54	0
166000	1.54	1.54	0
167000	1.53	1.54	-0.01
168000	1.53	1.54	-0.01
169000	1.53	1.53	0
170000	1.53	1.53	0
171000	1.53	1.53	0
172000	1.53	1.53	0
173000	1.53	1.53	0
173820	1.53	1.53	0
175000	1.53	1.53	0
176000	1.53	1.53	0
177000	1.53	1.53	0
178000	1.53	1.53	0
179000	1.53	1.53	0

ระยะทาง (เมตร)	ระดับน้ำสูงสุดก่อนขุดคลองลัด (เมตร)	ระดับน้ำสูงสุดหลังขุดคลองลัด (เมตร)	ผลต่างของระดับน้ำ (เมตร)
180000	1.53	1.53	0
181000	1.53	1.53	0
182000	1.52	1.53	-0.01
183000	1.52	1.53	-0.01
184000	1.52	1.52	0
185000	1.52	1.52	0
186000	1.52	1.52	0
187000	1.52	1.53	-0.01
188000	1.52	1.52	0
189000	1.52	1.52	0
190000	1.52	1.52	0
191000	1.52	1.52	0
192000	1.52	1.52	0
193000	1.53	1.52	0.01
194000	1.52	1.52	0
195000	1.52	1.53	-0.01
196000	1.52	1.52	0
197000	1.52	1.52	0
198000	1.52	1.52	0
199000	1.52	1.52	0
200000	1.52	1.52	0
201000	1.52	1.52	0
ค่าเฉลี่ยของระดับน้ำที่ลดลงจากการขุดคลองลัด			0.049

ภาคผนวก ข แสดงอัตราการไหลที่เปลี่ยนแปลงจากการขุดคลองลัดแม่น้ำท่าจีน

ระยะทาง (เมตร)	อัตราการไหลสูงสุด ก่อนขุดคลองลัด (m <sup>3</sup> /s.)	อัตราการไหลสูงสุด หลังขุดคลองลัด (m <sup>3</sup> /s.)	ผลต่างของ อัตราการไหล (m <sup>3</sup> /s.)
0	150.07	150.07	0
1000	150.03	150.03	0
2000	149.98	149.98	0
3000	149.94	149.94	0
3920	149.91	149.93	0.02
4970	149.88	149.91	0.03
6000	149.83	149.88	0.05
7000	149.8	149.86	0.06
8000	149.77	149.83	0.06
9000	149.7	149.79	0.09
10000	149.68	149.78	0.1
11000	149.64	149.75	0.11
12000	149.59	149.73	0.14
13000	149.56	149.7	0.14
14000	149.5	149.67	0.17
15000	149.47	149.65	0.18
16000	149.44	149.63	0.19
17000	149.35	149.58	0.23
18000	149.3	149.55	0.25
19000	149.23	149.51	0.28
20000	149.15	149.47	0.32
21030	149.08	149.44	0.36
22000	149.03	149.43	0.4
23000	148.97	149.43	0.46
23070	148.97	149.4	0.43
25000	148.9	149.36	0.46
26000	148.85	149.34	0.49
27000	148.78	149.3	0.52
28000	148.73	149.27	0.54

ระยะทาง (เมตร)	อัตราการไหลสูงสุด ก่อนชุดคลองลัด ( $m^3/s.$ )	อัตราการไหลสูงสุด หลังชุดคลองลัด ( $m^3/s.$ )	ผลต่างของ อัตราการไหล ( $m^3/s.$ )
29000	148.75	149.25	0.5
30000	148.78	149.23	0.45
31000	148.81	149.2	0.39
32000	148.83	149.17	0.34
33000	148.84	149.14	0.3
34000	148.86	149.11	0.25
35000	148.87	149.1	0.23
36000	148.87	149.07	0.2
37000	148.88	149.02	0.14
38000	148.89	148.98	0.09
39000	148.89	148.95	0.06
40000	148.89	148.93	0.04
41000	148.89	148.89	0
41960	148.89	148.88	-0.01
43000	148.88	148.85	-0.03
44000	148.87	148.82	-0.05
45000	148.86	148.78	-0.08
46000	148.84	148.75	-0.09
47060	148.83	148.72	-0.11
47960	148.8	148.69	-0.11
48970	148.79	148.75	-0.04
50020	148.76	148.86	0.1
51000	148.79	148.99	0.2
52000	148.92	149.19	0.27
53000	149	149.31	0.31
53960	149.08	149.45	0.37
55000	149.19	149.6	0.41
55940	149.3	149.8	0.5
57060	149.39	149.96	0.57
58000	149.5	150.17	0.67

ระยะทาง (เมตร)	อัตราการไหลสูงสุด ก่อนชุดคลองลัด (m <sup>3</sup> /s.)	อัตราการไหลสูงสุด หลังชุดคลองลัด (m <sup>3</sup> /s.)	ผลต่างของ อัตราการไหล (m <sup>3</sup> /s.)
58960	149.58	150.32	0.74
60000	149.7	150.51	0.81
61000	149.84	150.69	0.85
62000	150.02	150.94	0.92
63000	150.18	151.1	0.92
64000	150.28	151.25	0.97
64870	150.38	151.38	1
66000	150.49	151.52	1.03
67000	150.65	151.73	1.08
68000	150.76	151.88	1.12
69000	150.94	152.1	1.16
69970	151.3	152.58	1.28
71960	151.6	152.95	1.35
73000	151.75	153.13	1.38
74000	151.87	153.29	1.42
75000	151.99	153.45	1.46
75920	152.16	153.65	1.49
76850	152.31	153.85	1.54
78000	152.47	154.05	1.58
79000	152.65	154.27	1.62
80110	152.84	154.5	1.66
81000	152.98	154.66	1.68
82000	153.09	154.79	1.7
83000	153.24	154.96	1.72
84000	153.39	155.15	1.76
85000	153.48	155.26	1.78
86000	153.64	155.45	1.81
87000	153.76	155.58	1.82
88000	153.92	155.77	1.85
89000	154.06	155.95	1.89

ระยะทาง (เมตร)	อัตราการไหลสูงสุด ก่อนชุดคลองลัด (m <sup>3</sup> /s.)	อัตราการไหลสูงสุด หลังชุดคลองลัด (m <sup>3</sup> /s.)	ผลต่างของ อัตราการไหล (m <sup>3</sup> /s.)
90000	154.23	156.16	1.93
91000	154.41	156.37	1.96
92090	154.63	156.64	2.01
92980	154.8	156.85	2.05
94080	155.04	157.06	2.02
95000	155.3	157.32	2.02
96040	155.56	157.6	2.04
97000	155.72	157.8	2.08
98000	155.85	157.94	2.09
98950	156.11	158.25	2.14
100100	156.37	158.53	2.16
101000	156.64	158.87	2.23
102000	156.9	159.13	2.23
103000	157.17	159.46	2.29
104000	157.43	159.72	2.29
105000	157.7	159.97	2.27
106000	157.88	160.18	2.3
107000	158.13	160.41	2.28
107960	158.32	160.64	2.32
109000	158.56	160.92	2.36
110000	158.72	161.06	2.34
111000	158.94	161.3	2.36
111940	159.24	162	2.76
113000	159.51	162.86	3.35
114000	159.83	162.86	3.03
115000	160.03	162.86	2.83
116000	160.33	162.86	2.53
117000	160.49	162.86	2.37
117920	160.71	162.86	2.15
119000	160.99	162.86	1.87

ระยะทาง (เมตร)	อัตราการไหลสูงสุด ก่อนขุดคลองลัด (m <sup>3</sup> /s.)	อัตราการไหลสูงสุด หลังขุดคลองลัด (m <sup>3</sup> /s.)	ผลต่างของ อัตราการไหล (m <sup>3</sup> /s.)
120000	161.19	162.86	1.67
121000	161.46	162.86	1.4
122000	161.64	162.86	1.22
123000	161.84	162.86	1.02
124070	162.17	163.63	1.46
125000	162.31	163.59	1.28
126000	162.54	163.93	1.39
127000	162.84	164.27	1.43
128000	163.08	164.7	1.62
129000	163.3	165.22	1.92
130000	163.68	165.22	1.54
131000	164.06	165.22	1.16
132000	164.38	165.22	0.84
133000	164.71	165.22	0.51
133960	165.03	165.22	0.19
135000	165.39	165.22	-0.17
136000	165.69	165.22	-0.47
137000	165.9	165.22	-0.68
137920	166.17	165.22	-0.95
139000	166.54	165.9	-0.64
140000	166.74	166.09	-0.65
141000	167.09	166.31	-0.78
142000	167.35	166.48	-0.87
143000	167.66	166.81	-0.85
144000	168.08	167.67	-0.41
145000	168.32	168.18	-0.14
146080	168.6	168.54	-0.06
147000	168.98	168.54	-0.44
148060	169.19	168.54	-0.65
149000	169.53	168.54	-0.99



ระยะทาง (เมตร)	อัตราการไหลสูงสุด ก่อนชุดคลองลัด (m <sup>3</sup> /s.)	อัตราการไหลสูงสุด หลังชุดคลองลัด (m <sup>3</sup> /s.)	ผลต่างของ อัตราการไหล (m <sup>3</sup> /s.)
150000	169.6	168.54	-1.06
151000	170.06	168.54	-1.52
152000	170.38	168.54	-1.84
153000	170.67	168.54	-2.13
154120	171.02	168.45	-2.57
155000	171.48	168.66	-2.82
156000	171.6	168.95	-2.65
157000	171.82	169.7	-2.12
158000	172.53	169.92	-2.61
159000	173.04	170.21	-2.83
160000	173.03	170.54	-2.49
161000	173.26	170.9	-2.36
162000	174.11	171.35	-2.76
163000	174.43	171.68	-2.75
164000	174.76	172.12	-2.64
165000	175.07	172.57	-2.5
166000	175.68	173.15	-2.53
167000	176.29	173.46	-2.83
168000	176.07	174.17	-1.9
169000	177.13	174.67	-2.46
170000	177.49	174.89	-2.6
171000	177.73	175.31	-2.42
172000	178.17	175.85	-2.32
173000	179.01	176.32	-2.69
173820	179.57	177.33	-2.24
175000	179.88	177.37	-2.51
176000	179.83	178.02	-1.81
177000	181.01	178.69	-2.32
178000	182.13	178.9	-3.23
179000	181.08	179.35	-1.73

ระยะทาง (เมตร)	อัตราการไหลสูงสุด ก่อนชุดคลองลัด (m <sup>3</sup> /s.)	อัตราการไหลสูงสุด หลังชุดคลองลัด (m <sup>3</sup> /s.)	ผลต่างของ อัตราการไหล (m <sup>3</sup> /s.)
180000	182.48	179.8	-2.68
181000	182.57	180.18	-2.39
182000	183.61	180.84	-2.77
183000	182.89	181.27	-1.62
184000	184.28	181.75	-2.53
185000	183.47	182.52	-0.95
186000	186.05	183.4	-2.65
187000	184.12	183.55	-0.57
188000	186.34	184	-2.34
189000	185.35	184.28	-1.07
190000	187.59	184.34	-3.25
191000	185.75	184.93	-0.82
192000	187.3	185.55	-1.75
193000	187.87	184.94	-2.93
194000	188.98	186.87	-2.11
195000	186.69	187.79	1.1
196000	189.55	186.89	-2.66
197000	191.5	188.66	-2.84
198000	184.78	190.15	5.37
199000	192.23	220.54	28.31
200000	189.29	188.15	-1.14
201000	189.29	188.15	-1.14
<b>ค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลที่เปลี่ยนแปลงจากการชุดคลองลัด</b>			<b>1.419</b>

ภาคผนวก ค แสดงพิกัดของรูปตัดขวางแม่น้ำท่าจีนที่ กม.0+000 ถึง 201+000 ของปี ค.ศ.1989

No.	X Coordinate	Y Coordinate	Branch	Chainage Type	Chainage	Type
1	620597	1605782	THACHIN	User Defined	0	Default
2	620633	1605041	THACHIN	User Defined	1000	Default
3	620686	1604355	THACHIN	User Defined	2000	Default
4	621202	1603684	THACHIN	User Defined	3000	Default
5	621611	1602934	THACHIN	User Defined	3920	Default
6	622056	1602275	THACHIN	User Defined	4970	Default
7	621278	1601695	THACHIN	User Defined	6000	Default
8	620648	1601104	THACHIN	User Defined	7000	Default
9	620860	1600338	THACHIN	User Defined	8000	Default
10	620560	1599525	THACHIN	User Defined	9000	Default
11	621073	1598803	THACHIN	User Defined	10000	Default
12	621137	1597845	THACHIN	User Defined	11000	Default
13	621066	1596908	THACHIN	User Defined	12000	Default
14	621810	1596354	THACHIN	User Defined	13000	Default
15	622417	1595753	THACHIN	User Defined	14000	Default
16	622877	1595140	THACHIN	User Defined	15000	Default
17	622674	1594301	THACHIN	User Defined	16000	Default
18	622484	1593365	THACHIN	User Defined	17000	Default
19	622722	1592563	THACHIN	User Defined	18000	Default
20	623517	1592160	THACHIN	User Defined	19000	Default
21	624269	1591536	THACHIN	User Defined	20000	Default
22	624844	1591820	THACHIN	User Defined	21030	Default
23	625395	1591906	THACHIN	User Defined	22000	Default
24	625947	1591340	THACHIN	User Defined	23000	Default
25	626448	1590677	THACHIN	User Defined	23070	Default
26	625956	1590196	THACHIN	User Defined	25000	Default
27	625590	1589357	THACHIN	User Defined	26000	Default
28	625157	1588845	THACHIN	User Defined	27000	Default
29	624716	1588269	THACHIN	User Defined	28000	Default

No.	X Coordinate	Y Coordinate	Branch	Chainage Type	Chainage	Type
30	624187	1587767	THACHIN	User Defined	29000	Default
31	624323	1586835	THACHIN	User Defined	30000	Default
32	624578	1585965	THACHIN	User Defined	31000	Default
33	624005	1585156	THACHIN	User Defined	32000	Default
34	623979	1584195	THACHIN	User Defined	33000	Default
35	624161	1583220	THACHIN	User Defined	34000	Default
36	624579	1582339	THACHIN	User Defined	35000	Default
37	624278	1581404	THACHIN	User Defined	36000	Default
38	623995	1580469	THACHIN	User Defined	37000	Default
39	623179	1580702	THACHIN	User Defined	38000	Default
40	623000	1580076	THACHIN	User Defined	39000	Default
41	623074	1579487	THACHIN	User Defined	40000	Default
42	622469	1578729	THACHIN	User Defined	41000	Default
43	622949	1577878	THACHIN	User Defined	41960	Default
44	622605	1577000	THACHIN	User Defined	43000	Default
45	622681	1576132	THACHIN	User Defined	44000	Default
46	622538	1575234	THACHIN	User Defined	45000	Default
47	621986	1574435	THACHIN	User Defined	46000	Default
48	621177	1573878	THACHIN	User Defined	47060	Default
49	621485	1573232	THACHIN	User Defined	47960	Default
50	621426	1572465	THACHIN	User Defined	48970	Default
51	620856	1571681	THACHIN	User Defined	50020	Default
52	620561	1570927	THACHIN	User Defined	51000	Default
53	620830	1569989	THACHIN	User Defined	52000	Default
54	621788	1569751	THACHIN	User Defined	53000	Default
55	621669	1569119	THACHIN	User Defined	53960	Default
56	621076	1568430	THACHIN	User Defined	55000	Default
57	621223	1567526	THACHIN	User Defined	55940	Default
58	620827	1566667	THACHIN	User Defined	57060	Default
59	621522	1566033	THACHIN	User Defined	58000	Default
60	622223	1565470	THACHIN	User Defined	58960	Default

No.	X Coordinate	Y Coordinate	Branch	Chainage Type	Chainage	Type
61	622637	1564574	THACHIN	User Defined	60000	Default
62	622808	1563611	THACHIN	User Defined	61000	Default
63	622892	1562634	THACHIN	User Defined	62000	Default
64	622701	1561698	THACHIN	User Defined	63000	Default
65	621739	1561539	THACHIN	User Defined	64000	Default
66	621706	1560633	THACHIN	User Defined	64870	Default
67	622281	1559839	THACHIN	User Defined	66000	Default
68	623200	1559592	THACHIN	User Defined	67000	Default
69	623978	1559084	THACHIN	User Defined	68000	Default
70	624712	1558442	THACHIN	User Defined	69000	Default
71	625653	1558687	THACHIN	User Defined	69970	Default
72	627352	1558039	THACHIN	User Defined	71960	Default
73	627036	1557325	THACHIN	User Defined	73000	Default
74	627029	1556389	THACHIN	User Defined	74000	Default
75	627460	1555494	THACHIN	User Defined	75000	Default
76	627769	1554562	THACHIN	User Defined	75920	Default
77	627594	1553603	THACHIN	User Defined	76850	Default
78	627202	1552722	THACHIN	User Defined	78000	Default
79	627389	1551749	THACHIN	User Defined	79000	Default
80	627442	1550771	THACHIN	User Defined	80110	Default
81	627851	1549899	THACHIN	User Defined	81000	Default
82	627942	1548966	THACHIN	User Defined	82000	Default
83	627992	1548009	THACHIN	User Defined	83000	Default
84	628115	1547066	THACHIN	User Defined	84000	Default
85	627896	1546128	THACHIN	User Defined	85000	Default
86	628123	1545178	THACHIN	User Defined	86000	Default
87	628707	1544574	THACHIN	User Defined	87000	Default
88	629685	1544708	THACHIN	User Defined	88000	Default
89	630520	1544647	THACHIN	User Defined	89000	Default
90	630061	1543891	THACHIN	User Defined	90000	Default
91	630211	1543167	THACHIN	User Defined	91000	Default

No.	X Coordinate	Y Coordinate	Branch	Chainage Type	Chainage	Type
92	631045	1542630	THACHIN	User Defined	92090	Default
93	630890	1541751	THACHIN	User Defined	92980	Default
94	630514	1540838	THACHIN	User Defined	94080	Default
95	630525	1539848	THACHIN	User Defined	95000	Default
96	630645	1538866	THACHIN	User Defined	96040	Default
97	631530	1538902	THACHIN	User Defined	97000	Default
98	631755	1538146	THACHIN	User Defined	98000	Default
99	630901	1537651	THACHIN	User Defined	98950	Default
100	631142	1536834	THACHIN	User Defined	100100	Default
101	631930	1536236	THACHIN	User Defined	101000	Default
102	632642	1535685	THACHIN	User Defined	102000	Default
103	632456	1534711	THACHIN	User Defined	103000	Default
104	632046	1533812	THACHIN	User Defined	104000	Default
105	631722	1532940	THACHIN	User Defined	105000	Default
106	632181	1532090	THACHIN	User Defined	106000	Default
107	632764	1531378	THACHIN	User Defined	107000	Default
108	632688	1530392	THACHIN	User Defined	107960	Default
109	632882	1529435	THACHIN	User Defined	109000	Default
110	632950	1528455	THACHIN	User Defined	110000	Default
111	632910	1527462	THACHIN	User Defined	111000	Default
112	632660	1526571	THACHIN	User Defined	111940	Default
113	631670	1526574	THACHIN	User Defined	113000	Default
114	630680	1526637	THACHIN	User Defined	114000	Default
115	630068	1527332	THACHIN	User Defined	115000	Default
116	629214	1527170	THACHIN	User Defined	116000	Default
117	628771	1526330	THACHIN	User Defined	117000	Default
118	629211	1525480	THACHIN	User Defined	117920	Default
119	629928	1524798	THACHIN	User Defined	119000	Default
120	630620	1524087	THACHIN	User Defined	120000	Default
121	631468	1523624	THACHIN	User Defined	121000	Default
122	632433	1523833	THACHIN	User Defined	122000	Default

No.	X Coordinate	Y Coordinate	Branch	Chainage Type	Chainage	Type
123	633167	1524408	THACHIN	User Defined	123000	Default
124	633952	1524705	THACHIN	User Defined	124070	Default
125	634752	1524134	THACHIN	User Defined	125000	Default
126	635011	1523234	THACHIN	User Defined	126000	Default
127	634547	1522413	THACHIN	User Defined	127000	Default
128	635321	1521858	THACHIN	User Defined	128000	Default
129	636280	1521966	THACHIN	User Defined	129000	Default
130	636870	1522748	THACHIN	User Defined	130000	Default
131	637817	1522809	THACHIN	User Defined	131000	Default
132	638796	1522636	THACHIN	User Defined	132000	Default
133	639334	1521956	THACHIN	User Defined	133000	Default
134	639129	1520988	THACHIN	User Defined	133960	Default
135	638648	1520143	THACHIN	User Defined	135000	Default
136	637873	1519535	THACHIN	User Defined	136000	Default
137	636935	1519270	THACHIN	User Defined	137000	Default
138	635967	1519490	THACHIN	User Defined	137920	Default
139	635063	1519864	THACHIN	User Defined	139000	Default
140	634252	1520019	THACHIN	User Defined	140000	Default
141	633730	1519178	THACHIN	User Defined	141000	Default
142	634185	1518434	THACHIN	User Defined	142000	Default
143	634883	1517827	THACHIN	User Defined	143000	Default
144	634648	1516904	THACHIN	User Defined	144000	Default
145	633717	1516697	THACHIN	User Defined	145000	Default
146	632726	1516766	THACHIN	User Defined	146080	Default
147	631781	1517062	THACHIN	User Defined	147000	Default
148	631105	1516619	THACHIN	User Defined	148060	Default
149	631330	1515657	THACHIN	User Defined	149000	Default
150	631185	1514680	THACHIN	User Defined	150000	Default
151	631827	1514149	THACHIN	User Defined	151000	Default
152	632775	1514275	THACHIN	User Defined	152000	Default
153	632972	1515230	THACHIN	User Defined	153000	Default

No.	X Coordinate	Y Coordinate	Branch	Chainage Type	Chainage	Type
154	633794	1515270	THACHIN	User Defined	154120	Default
155	634575	1514668	THACHIN	User Defined	155000	Default
156	634775	1513757	THACHIN	User Defined	156000	Default
157	634838	1512893	THACHIN	User Defined	157000	Default
158	635735	1512920	THACHIN	User Defined	158000	Default
159	636539	1513136	THACHIN	User Defined	159000	Default
160	636660	1512270	THACHIN	User Defined	160000	Default
161	636658	1511456	THACHIN	User Defined	161000	Default
162	637516	1510998	THACHIN	User Defined	162000	Default
163	637319	1510112	THACHIN	User Defined	163000	Default
164	636467	1509619	THACHIN	User Defined	164000	Default
165	635544	1509791	THACHIN	User Defined	165000	Default
166	635124	1510658	THACHIN	User Defined	166000	Default
167	634818	1509909	THACHIN	User Defined	167000	Default
168	634359	1509191	THACHIN	User Defined	168000	Default
169	633848	1509899	THACHIN	User Defined	169000	Default
170	633183	1510183	THACHIN	User Defined	170000	Default
171	632322	1509687	THACHIN	User Defined	171000	Default
172	631749	1508946	THACHIN	User Defined	172000	Default
173	631875	1507974	THACHIN	User Defined	173000	Default
174	632740	1507864	THACHIN	User Defined	173820	Default
175	633598	1508321	THACHIN	User Defined	175000	Default
176	633984	1507487	THACHIN	User Defined	176000	Default
177	633765	1506537	THACHIN	User Defined	177000	Default
178	632903	1506178	THACHIN	User Defined	178000	Default
179	631998	1506533	THACHIN	User Defined	179000	Default
180	632052	1505732	THACHIN	User Defined	180000	Default
181	633008	1505882	THACHIN	User Defined	181000	Default
182	633442	1505060	THACHIN	User Defined	182000	Default
183	633428	1504066	THACHIN	User Defined	183000	Default
184	633016	1503222	THACHIN	User Defined	184000	Default



No.	X Coordinate	Y Coordinate	Branch	Chainage Type	Chainage	Type
185	633520	1502605	THACHIN	User Defined	185000	Default
186	633673	1501693	THACHIN	User Defined	186000	Default
187	633765	1500833	THACHIN	User Defined	187000	Default
188	634597	1500389	THACHIN	User Defined	188000	Default
189	635025	1499503	THACHIN	User Defined	189000	Default
190	635833	1499127	THACHIN	User Defined	190000	Default
191	636155	1498213	THACHIN	User Defined	191000	Default
192	635858	1497270	THACHIN	User Defined	192000	Default
193	636070	1496366	THACHIN	User Defined	193000	Default
194	636980	1496213	THACHIN	User Defined	194000	Default
195	637431	1497095	THACHIN	User Defined	195000	Default
196	638308	1497344	THACHIN	User Defined	196000	Default
197	638833	1496595	THACHIN	User Defined	197000	Default
198	638260	1495903	THACHIN	User Defined	198000	Default
199	637622	1495439	THACHIN	User Defined	199000	Default
200	638204	1494648	THACHIN	User Defined	200000	Default
201	638689	1493800	THACHIN	User Defined	201000	Default
202	615510	1565830	SongPeeNong	User Defined	0	Default
203	620950	1566010	SongPeeNong	User Defined	50	Default
204	627730	1544370	Bangpla	User Defined	0	Default
205	620630	1543960	Bangpla	User Defined	50	Default
206	624920	1527370	ChediBucha	User Defined	0	Default
207	628480	1527250	ChediBucha	User Defined	50	Default
208	622680	1565530	PhrayaBanlue	User Defined	0	Default
209	625530	1565700	PhrayaBanlue	User Defined	50	Default
210	627500	1590700	Bangyeehon	User Defined	0	Default
211	632490	1590700	Bangyeehon	User Defined	50	Default
212	628740	1550750	PhraPimol	User Defined	0	Default
213	633730	1550980	PhraPimol	User Defined	50	Default
214	633540	1526470	Mahasawad	User Defined	0	Default
215	638750	1526420	Mahasawad	User Defined	50	Default

No.	X Coordinate	Y Coordinate	Branch	Chainage Type	Chainage	Type
216	626460	1508800	BangYang	User Defined	0	Default
217	630740	1508800	BangYang	User Defined	50	Default
218	619410	1580680	Branch10	User Defined	0	Default
219	622470	1580680	Branch10	User Defined	50	Default