ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ)

ปริญญา

วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ	วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง การศึกษาสภาพทางชลศาสตร์ของแม่น้ำสุพรรณบุรีเพื่อการบริหารจัดการน้ำอย่างเหมาะสม

Study of Suphan Buri River Hydraulic Performance for Appropriate Water Management

นามผู้วิจัย นายมนตรี เนียมรอด

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ .....

(รองศาสตราจารย์สุวัฒนา จิตตลดากร, Ph.D.)

กรรมการ .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทีฆวุฒิ พุทธภิรมย์, M.Sc.)

กรรมการ .....

(รองศาสตราจารย์ประทีป ควงเดือน, M.Eng.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์สุวัฒนา จิตตลดากร, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์วินัย อาจคงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 1 **เดือน** สิงหาคม **พ.ศ.** 2549

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาสภาพทางชลศาสตร์ของแม่น้ำสุพรรณบุรีเพื่อการบริหารจัดการน้ำอย่างเหมาะสม

Study of Suphan Buri River Hydraulic Performance for Appropriate Water Management

โดย

นายมนตรี เนียมรอด

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ)
พ.ศ. 2549

ISBN 974-16-2489-1

มนตรี เนียมรอด 2549: การศึกษาสภาพทางชลศาสตร์ของแม่น้ำสุพรรณบุรีเพื่อการบริหารจัดการน้ำอย่างเหมาะสม ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ) สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ ประธานกรรมการที่ปรึกษา:
รองศาสตราจารย์สุวัฒนา จิตลดากร, Ph.D. 202 หน้า
ISBN 974-16-2489-1

แม่น้ำสุพรรณบุรี รับน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่ ตำบลมะขามเฒ่า อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท ผ่านประตูระบายน้ำพลเทพซึ่งจะส่งน้ำให้กับโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา ท่าโบสถ์ สามชุก และโพธิ์พระยา การจัดสรรน้ำของแต่ละโครงการมีประตูระบายน้ำทำหน้าที่ทดน้ำเพื่อให้ได้ระดับตามที่ออกแบบไว้เพื่อส่งน้ำเข้าคลองส่งน้ำสายใหญ่ไปยังพื้นที่ชลประทาน ในสภาพปัจจุบันการควบคุมการเปิด-ปิดประตูระบายน้ำของแต่ละโครงการมีการควบคุมที่ไม่สามารถควบคุมระดับน้ำด้านหน้าอย่างเหมาะสมเพื่อส่งน้ำเข้าคลองส่งน้ำได้อย่างพอเพียง โดยเฉพาะในช่วงการส่งน้ำในฤดูแล้ง การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพทางชลศาสตร์ของลำน้ำสุพรรณบุรี สำหรับใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการน้ำที่เหมาะสม ตามศักยภาพที่เป็นอยู่จริง ดำเนินการโดยการเก็บข้อมูล สอบเทียบอาคารจากสนาม จำลองระบบลงในแบบจำลองคณิตศาสตร์ สอบเทียบแบบจำลองเพื่อเป็นตัวแทนของระบบและทดสอบด้วยกรณีศึกษา เพื่อให้ได้ข้อแนะนำและแนวทางในการควบคุมประตูระบายน้ำ เพื่อนำไปใช้งานได้อย่างเหมาะสมของแต่ละโครงการต่อไป

ผลการสอบเทียบแบบจำลอง ได้ค่าความแตกต่างของข้อมูลอัตราการไหล อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานผิว Manning (n) ของแม่น้ำสุพรรณบุรี ดังนี้ ช่วงประตูระบายน้ำพลเทพ กม. 0+300 ถึง ประตูระบายท่าโบสถ์ กม.27+500 เท่ากับ 0.030 ช่วงประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ กม.27+500 ถึง ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ กม.80+000 เท่ากับ 0.027 และช่วงประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ กม.80+000 ถึง ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา กม.115+400 เท่ากับ 0.027 การทดสอบด้วยกรณีศึกษาได้กำหนดให้สอดคล้องกับการปฏิบัติงานตามแผนการส่งน้ำของสำนักชลประทานที่ 12 ผลการศึกษาพบว่ากรณีที่สามารถควบคุมระดับน้ำด้านหน้าประตูระบายน้ำให้ยกระดับน้ำเพื่อเข้าคลองสายใหญ่ของโครงการตามระดับที่ออกแบบไว้ คือกรณีที่เปิดบานประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเท่ากับ 0.25 ม., 0.1 ม. และ ระหว่าง 0.02 – 0.05 ม.ตามลำดับ ส่วนผลการศึกษาในกรณีอื่นๆที่ได้ปฏิบัติจริงของโครงการพบว่าประตูระบายน้ำไม่สามารถทดน้ำให้ได้ระดับน้ำตามที่ได้ออกแบบไว้ จึงได้ทำการทดสอบด้วยกรณีศึกษาเพิ่มเติมและเสนอแนะวิธีการควบคุมบานประตูอย่างเหมาะสมที่อัตราการไหลของปริมาณน้ำต่างๆไว้ในผลการศึกษา

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่อประธานกรรมการ 28 พ.ค. 49

Montri Neamrod 2006: Study of Suphan Buri River Hydraulic Performance for Appropriate Water Management. Master of Engineering (Water Resources Engineering),Major Field: Water Resources Engineering, Department of Water Resources Engineering.
Thesis Advisor: Associate Professor Suwatana Chittaladakorn, Ph.D. 202 page.
ISBN 974-16-2489-1

The Suphan Buri River is a subsidiary river of the Chao PhraYa river. It begins at tumbon Makamtao, Wat-Singha District, in the city of Chainat. It flows through Pholthep diversion dam which feeds three projects namely Thaboht, Samchuk and Phophraya. Water allocation for each of these projects is controlled by a gate which has main duty of keeping water at the designed level. At present, the control of these gates is inappropriately configured, thus the water feeding to downstream agricultural areas is insufficient especially during dry season. The objective of this research is to examine hydraulic characteristics of the Suphan Buri river so that it can be used as a guideline for appropriate water management at its existing conditions. The study began by collecting relevant data, and then validated it with actual operation. These data were input into mathematic model, which was calibrated and validated for accuracy so that it can be represented for the operation of the Suphan Buri river. And several studying cases of gate control operation were tested so that its results can recommend the suitable guideline for the control operation of each gate.

From validation process, the differences of flow rates between as simulated and from field data are in an acceptable range. The values of Manning roughness coefficient of the river are 0.030 for the range of Pholthep gate km. 0+300 to Thaboht gate km. 27+500, 0.027 for the range of Thaboht gate km. 27+500 to Chollamart-Pijarn gate km. 80+000, and 0.0270 for the range of Chollamart-Pijarn gate km. 80+000 to Phophraya gate km. 115+400. The mathematic model was then simulated with the actual water management operation's records of RID Branch Office 12. The results of case study indicates that if the water level in front of each gate could be raised at the designed level sufficiently for feeding main canals, the openings of each gate would be 0.25 m. for Thaboht gate, 0.1 m. for Chollamart-Pijarn gate, and between 0.02 and 0.05 m. for Phophraya gate. The results of other cases from the actual gate operations, found that the gate could not raise water to be at the designed level. The additional several studying cases were therefore determined and tested in order that the results could be as guideline for each gate operation, which was recommended in the results of this research.

Montri Neamrod

Student's signature

Thesis Advisor's signature

28 / May / 49

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒนา จิตตลดากร ประธานกรรมการที่ปรึกษาที่กรุณาสระเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษา วางแผนการวิจัยฉบับนี้ และกราบขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ทีฆวุฒิ พุทธภิรมย์, M.Sc. กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก รองศาสตราจารย์ประทีป ดวงเดือน, M.Eng. กรรมการที่ปรึกษาวิชารอง และผู้ช่วยศาสตราจารย์อัจฉรา ดวงเดือน อาจารย์ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาและตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์ จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

และขอระลึกถึงพระคุณของคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ขอขอบคุณผู้บังคับบัญชาภายในสำนักชลประทานที่ 12 ที่คอยช่วยเหลือส่งเสริมด้านการศึกษา กองวางโครงการ กรมชลประทาน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคกลาง เจ้าหน้าที่ของโครงส่งน้ำและบำรุงรักษาพลเทพ ท่าโบสถ์ สามชุก และโพธิ์พระยา ที่ได้อนุเคราะห์ข้อมูลในการทำวิจัยเล่มนี้ ขอขอบคุณเพื่อนนิสิตและเจ้าหน้าที่ธุรการภาควิชาทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือตลอดมา

สำหรับประโยชน์อันเนื่องมาจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่คณาจารย์ทุกท่านที่ได้เมตตาอบรมสั่งสอนวิชาความรู้ บิดามารดา ตลอดจนคนในครอบครัวและคนใกล้ชิดที่พยายามให้กำลังใจและคอยช่วยเหลือจนประสบความสำเร็จในการศึกษา

นายมนตรี เนียมรอด

พฤษภาคม 2549

สารบัญ

หน้า

สารบัญ (1)

สารบัญตาราง (2)

สารบัญภาพ (5)

คำนำ 1

วัตถุประสงค์ 2

ขอบเขตการศึกษา 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

การตรวจเอกสาร 4

แม่น้ำสุพรรณบุรี 4

รายละเอียดโครงการชลประทาน 7

งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 22

อุปกรณ์และวิธีการ 49

อุปกรณ์ 49

วิธีการ 49

ผลและวิจารณ์ 89

สรุปและข้อเสนอแนะ 112

สรุป 112

ข้อเสนอแนะ 113

เอกสารและสิ่งอ้างอิง 114

ภาคผนวก 117

ภาคผนวก ก ภาพอาคารหัวงานและสภาพคลองสายใหญ่ต่าง ๆ 118

ภาคผนวก ข แสดงรูปตัดตามยาวและรูปตัดตามขวางของลำน้ำสุพรรณบุรี 132

ภาคผนวก ค ตารางระดับน้ำและปริมาณน้ำผ่านอาคารต่าง ๆ 155

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณน้ำที่ผ่านแต่ละอาคารในลำน้ำสุพรรณบุรี ปี 2548	21
2	สัมประสิทธิ์ความขรุขระ (n) ของทางน้ำธรรมชาติ	38
3	บัญชีอาคารควบคุมการส่งน้ำในแม่น้ำสุพรรณบุรี เขตสำนักชลประทานที่ 12	52
4	แสดงการคำนวณปริมาณน้ำผ่านประตูระบายน้ำพลเทพ	54
5	แสดงการคำนวณปริมาณน้ำผ่านประตูระบายน้ำท่าโบสถ์	56
6	แสดงการคำนวณปริมาณน้ำผ่านประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์	58
7	แสดงการคำนวณปริมาณน้ำผ่านประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา	60
8	การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของการสอบเทียบแบบจำลองระหว่างข้อมูลที่ได้จากการวัดน้ำจริงและข้อมูลที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง ที่จุดด้านท้ายประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ กม.28+500	72
9	การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของการสอบเทียบแบบจำลองระหว่างข้อมูลที่ได้จากการวัดน้ำจริงและข้อมูลที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง ที่จุดด้านท้ายประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ กม.80+800	74
10	การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของการสอบเทียบแบบจำลองระหว่างข้อมูลที่ได้จากการวัดน้ำจริงและข้อมูลที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองที่จุดด้านเหนือประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา กม.115+100	76
11	การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของการสอบเทียบแบบจำลองระหว่างข้อมูลที่ได้จากการวัดน้ำจริงและข้อมูลที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองที่จุดด้านเหนือประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ กม.28+500	80
12	การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของการทดสอบแบบจำลองระหว่างข้อมูลที่ได้จากการวัดน้ำจริงและข้อมูลที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองที่จุดด้านท้ายประตูระบายน้ำชลมารค กม.80+800	82

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของการทดสอบแบบจำลองระหว่างข้อมูลที่ได้จากการวัดน้ำจริงและข้อมูลที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองที่จุดด้านท้ายประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา กม.115+100	84
14	ระดับน้ำที่เริ่มต้น และค่าการเปิดบานระบายในการกำหนดกรณีศึกษาทั้ง 8 กรณี	87
15	แผนการส่งน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภคและการเพาะปลูกในช่วงฤดูแล้ง	88
16	กรณีศึกษาทั้ง 8 กรณี	91
17	ผลการศึกษากรณีที่ 1 ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์เปิดบาน 0.25 เมตร ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ เปิดบาน 0.1 เมตร และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.02 เมตร	92
18	ผลการศึกษากรณีที่ 2 ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์เปิดบาน 0.25 เมตร ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ เปิดบาน 0.1 เมตร และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.02 เมตร	94
19	ผลการศึกษากรณีที่ 3 ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์เปิดบาน 0.25 เมตร ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ เปิดบาน 0.4เมตร และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.02 เมตร	96
20	ผลการศึกษากรณีที่ 4 ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์เปิดบาน 0.25 เมตร ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ เปิดบาน 0.4 เมตร และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.05 เมตร	98
21	ผลการศึกษากรณีที่ 5 ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์เปิดบาน 0.4 เมตร ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ เปิดบาน 0.1 เมตร และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.02 เมตร	100
22	ผลการศึกษากรณีที่ 6 ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์เปิดบาน 0.4 เมตร ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ เปิดบาน 0.1 เมตร และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.05 เมตร	102

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
23	ผลการศึกษากรณีที่ 7 ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์เปิดบาน 0.4 เมตร ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ เปิดบาน 0.4 เมตร และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.02 เมตร	104
24	ผลการศึกษากรณีที่ 8 ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์เปิดบาน 0.4 เมตร ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ เปิดบาน 0.4 เมตร และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.05 เมตร	106
25	ผลการจำลองการเปิดบานในกรณีศึกษาที่ 9	108
26	ผลการจำลองการเปิดบานในกรณีศึกษาที่ 10	109
27	ผลการจำลองการเปิดบานในกรณีศึกษาที่ 11	110

ตารางผนวกที่

1	ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลเทพ	156
2	ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าโบสถ์	159
3	ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก	168
4	ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโพธิ์พระยา	182

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	พื้นที่ศึกษาแม่น้ำสุพรรณบุรี กม.0+000 – กม. 115+400	6
2	ประตูระบายน้ำพลเทพ กม.0+300	8
3	ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ กม.27+500	10
4	ประตูระบายน้ำสามชุก กม. 80+000	12
5	ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา กม.115+400	12
6	แผนผังขั้นตอนการดำเนินการจัดแผนการส่งน้ำรายสัปดาห์ของแม่น้ำสุพรรณบุรี	17
7	แผนผังการส่งน้ำของแม่น้ำสุพรรณบุรี เขตสำนักชลประทานที่ 12 จังหวัดชัยนาท	19
8	แสดงลักษณะการไหลของน้ำในทางน้ำเปิด	27
9	การกระจายความเร็วของกระแสน้ำตามความลึก	30
10	การไหลท้ายประตูระบาย เป็น free flow	32
11	การไหลท้ายประตูระบาย Submerged flow	34
12	แสดงรูปทั่ว ๆ ไป ของน้ำไหลผ่านอาคารเมื่อเป็น Submerged flow	36
13	แผนผังวิธีการศึกษาสภาพความเหมาะสมทางชลศาสตร์ของแม่น้ำสุพรรณบุรี	51
14	การสอบเทียบประตูระบายน้ำพลเทพ	53
15	การสอบเทียบประตูระบายน้ำท่าโบสถ์	55
16	การสอบเทียบประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์	57
17	การสอบเทียบประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา	59
18	แสดงหน้าต่าง Simulation	61
19	แสดงหน้าต่าง Input data ในแบบจำลอง	61
20	แสดงหน้าต่างการนำเข้า Time Seriesในแบบจำลอง	62
21	แสดงหน้าต่าง River Network ในแบบจำลอง	62
22	แสดงหน้าต่างการนำเข้า Control Structure	63
23	แสดงหน้าต่าง Cross Section แม่น้ำสุพรรณบุรี	63

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
24	แสดงหน้าต่าง Boundary Condition ในแบบจำลอง	64
25	แสดงหน้าต่าง HD Parameters ในแบบจำลอง	64
26	แสดงหน้าต่าง Simulation ในแบบจำลอง	65
27	แสดงหน้าต่าง Results ในแบบจำลอง	65
28	แสดงหน้าต่าง Strart ในแบบจำลอง	66
29	แสดงหน้าต่างการแจ้งเตือนค่า Error และ Warning ในแบบจำลอง	66
30	แสดงหน้าต่าง Network ใน MIKE View	67
31	แสดงหน้าต่าง MIKE View ในแบบจำลอง	67
32	แสดงหน้าต่าง Cross Section ใน MIKE View	68
33	แสดงหน้าต่าง Time Series Water level ใน MIKE View	68
34	แสดงหน้าต่าง Time Series Discharge ใน MIKE View	69
35	แสดงหน้าต่างการสอบเทียบแบบจำลอง Time Series Water level	69
36	แสดงจุดดำเนินการสอบเทียบแบบจำลองของแม่น้ำสุพรรณบุรี กม.0+000 ถึง กม. 115+400	70
37	การเปรียบเทียบข้อมูลการสอบเทียบแบบจำลองระหว่างการวัดน้ำจริง และการวัดน้ำที่ได้จากการคำนวณ โดยแบบจำลอง ที่จุดด้านท้าย ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ กม.28+500	71
38	การเปรียบเทียบข้อมูลการสอบเทียบแบบจำลองระหว่างการเปรียบเทียบ ข้อมูลจากการวัดน้ำจริงและข้อมูลจากการวัดน้ำที่ได้จากการคำนวณ โดยแบบจำลอง ที่จุดด้านท้ายประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ กม.28+500 ช่วงเดือนมกราคม 2548	71
39	การเปรียบเทียบข้อมูลการสอบเทียบแบบจำลองระหว่างการวัดน้ำจริง และการวัดน้ำที่ได้จากการคำนวณ โดยแบบจำลอง ที่จุดด้านท้าย ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ กม.80+800	73

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
40	การเปรียบเทียบข้อมูลการสอบเทียบแบบจำลองระหว่างการเปรียบเทียบข้อมูลจากการวัดน้ำจริงและข้อมูลจากการวัดน้ำที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง ที่จุดด้านท้ายประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ กม.80+800 ช่วงเดือนมกราคม 2548	73
41	การเปรียบเทียบข้อมูลการสอบเทียบแบบจำลองระหว่างการวัดน้ำจริงและการวัดน้ำที่ได้จากการคำนวณ โดยแบบจำลอง ที่จุดด้านท้ายประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา กม.115+100	75
42	การเปรียบเทียบข้อมูลการสอบเทียบแบบจำลองระหว่างข้อมูลการวัดน้ำจริงและข้อมูลจากการวัดน้ำที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองที่จุดด้านท้ายประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา กม.115+100 ช่วงเดือนมกราคม 2548	75
43	ค่าสัมประสิทธิ์ความหยาบผิวของ Manning (n) แต่ละช่วงของแม่น้ำสุพรรณบุรี กม.0+000 ถึง กม. 115+400	77
44	แสดงจุดดำเนินการสอบเทียบแบบจำลองของแม่น้ำสุพรรณบุรี กม. 0+000 ถึง 115+400	78
45	การเปรียบเทียบค่าการทดสอบแบบจำลองระหว่างข้อมูลที่ได้จากการวัดน้ำจริงและข้อมูลการวัดน้ำที่ได้จากการคำนวณ โดยแบบจำลองที่จุดด้านท้ายประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ กม. 28+500	79
46	การเปรียบเทียบค่าการทดสอบแบบจำลองระหว่างข้อมูลจากการวัดน้ำจริงและข้อมูลการวัดน้ำที่ได้จากการคำนวณ โดยแบบจำลองที่จุดด้านท้ายประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ กม. 28+500 ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2548	79
47	การเปรียบเทียบค่าการทดสอบแบบจำลองระหว่างข้อมูลจากการวัดน้ำจริงและข้อมูลการวัดน้ำที่ได้จากการคำนวณ โดยแบบจำลองที่จุดด้านท้ายประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ กม.80+800	81

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
48	การเปรียบเทียบค่าการทดสอบแบบจำลองระหว่างข้อมูลจากการวัดน้ำจริง และข้อมูลการวัดน้ำที่ได้จากการคำนวณ โดยแบบจำลองที่จุดด้านท้ายประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ กม.80+800 ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2548	81
49	การเปรียบเทียบค่าการทดสอบแบบจำลองระหว่างข้อมูลจากการวัดน้ำจริง และข้อมูลการวัดน้ำที่ได้จากการคำนวณ โดยแบบจำลองที่จุดด้านท้ายประตูระบายโพธิ์พระยา กม.115+100	83
50	การเปรียบเทียบค่าการทดสอบแบบจำลองระหว่างข้อมูลจากการวัดน้ำจริง และข้อมูลการวัดน้ำที่ได้จากการคำนวณ โดยแบบจำลองที่จุดด้านท้ายประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา กม.115+100 ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2548	83
51	สภาพแม่น้ำสุพรรณบุรีในเขต อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี	85
52	สภาพของลำน้ำด้านหน้าประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ที่มีวัชพืชหนาแน่น	89
53	สภาพของลำน้ำด้านหน้าประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาที่มีวัชพืชหนาแน่น	90
54	สภาพลำน้ำสุพรรณบุรีเขต อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี	90
55	ระดับน้ำสูงสุดเปรียบเทียบกับอัตราการไหลเมื่อทำการปรับบานระบายน้ำตามระยะที่กำหนด ในกรณีศึกษาที่ 1	93
56	ระยะเวลาในการยกตัวของระดับน้ำจากระยะเริ่มต้น เมื่อทำการปรับบานระบายน้ำตามระยะที่กำหนด ในกรณีศึกษาที่ 1	93
57	ระดับน้ำสูงสุดเปรียบเทียบกับอัตราการไหลเมื่อทำการปรับบานระบายน้ำตามระยะที่กำหนด ในกรณีศึกษาที่ 2	95
58	ระยะเวลาในการยกตัวของระดับน้ำจากระยะเริ่มต้น เมื่อทำการปรับบานระบายน้ำตามระยะที่กำหนด ในกรณีศึกษาที่ 2	95
59	ระดับน้ำสูงสุดเปรียบเทียบกับอัตราการไหลเมื่อทำการปรับบานระบายน้ำตามระยะที่กำหนด ในกรณีศึกษาที่ 3	97
60	ระยะเวลาในการยกตัวของระดับน้ำจากระยะเริ่มต้น เมื่อทำการปรับบานระบายน้ำตามระยะที่กำหนด ในกรณีศึกษาที่ 3	97

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
61	ระดับน้ำสูงสุดเปรียบเทียบกับอัตราการไหลเมื่อทำการปรับบานระบายน้ำตามระยะที่กำหนด ในกรณีศึกษาที่ 4	99
62	ระยะเวลาในการยกตัวของระดับน้ำจากระยะเริ่มต้น เมื่อทำการปรับบานระบายน้ำตามระยะที่กำหนด ในกรณีศึกษาที่ 4	99
63	ระดับน้ำสูงสุดเปรียบเทียบกับอัตราการไหลเมื่อทำการปรับบานระบายน้ำตามระยะที่กำหนด ในกรณีศึกษาที่ 5	101
64	ระยะเวลาในการยกตัวของระดับน้ำจากระยะเริ่มต้น เมื่อทำการปรับบานระบายน้ำตามระยะที่กำหนด ในกรณีศึกษาที่ 5	101
65	ระดับน้ำสูงสุดเปรียบเทียบกับอัตราการไหลเมื่อทำการปรับบานระบายน้ำตามระยะที่กำหนด ในกรณีศึกษาที่ 6	103
66	ระยะเวลาในการยกตัวของระดับน้ำจากระยะเริ่มต้น เมื่อทำการปรับบานระบายน้ำตามระยะที่กำหนด ในกรณีศึกษาที่ 6	103
67	ระดับน้ำสูงสุดเปรียบเทียบกับอัตราการไหลเมื่อทำการปรับบานระบายน้ำตามระยะที่กำหนด ในกรณีศึกษาที่ 7	105
68	ระยะเวลาในการยกตัวของระดับน้ำจากระยะเริ่มต้น เมื่อทำการปรับบานระบายน้ำตามระยะที่กำหนด ในกรณีศึกษาที่ 7	105
69	ระดับน้ำสูงสุดเปรียบเทียบกับอัตราการไหลเมื่อทำการปรับบานระบายน้ำตามระยะที่กำหนด ในกรณีศึกษาที่ 8	107
70	ระยะเวลาในการยกตัวของระดับน้ำจากระยะเริ่มต้น เมื่อทำการปรับบานระบายน้ำตามระยะที่กำหนด ในกรณีศึกษาที่ 8	107
71	ผลการจำลองการเปิดบาน ในกรณีศึกษาที่ 9	108
72	ผลการจำลองการเปิดบาน ในกรณีศึกษาที่ 10	109
73	ผลการจำลองการเปิดบาน ในกรณีศึกษาที่ 11	110

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
ก1	อาคารรับน้ำปากคลองส่งน้ำ 1 ซ้ายท่าโบสถ์ กม.27+495	119
ก2	สภาพคลองส่งน้ำ 1 ซ้ายท่าโบสถ์ ช่วงต้นคลอง	119
ก3	อาคารรับน้ำปากคลองส่งน้ำ 1 ขวาท่าโบสถ์ กม.27+300	120
ก4	สภาพคลองส่งน้ำ 1 ขวาท่าโบสถ์ ช่วงต้นคลอง	120
ก5	อาคารปากคลอง 1 ซ้าย(ท่ามะนาว) กม.2+700	121
ก6	สภาพคลองส่งน้ำ 1 ซ้ายสามชุกช่วงกลางคลอง	121
ก7	ประตูระบายน้ำปากคลองส่งน้ำ 1 ขวาสามชุก กม. 0+075	122
ก8	สภาพคลองส่งน้ำ 1 ขวา สามชุก ช่วงต้นคลอง	122
ก9	ประตูระบายน้ำปากคลองส่งน้ำ 2 ขวาสามชุก กม.0+450	123
ก10	สภาพคลองส่งน้ำ 2 ขวาสามชุก ช่วงต้นคลอง	123
ก11	อาคารปากคลอง 1 ซ้ายโพธิ์พระยาช่วงกม. 8+000	124
ก12	ด้านท้ายอาคารปากคลอง 1 ซ้ายโพธิ์พระยาช่วงกม. 8+000	124
ก13	สภาพคลองส่งน้ำ 1 ซ้ายโพธิ์พระยาช่วงกม. 5+000	125
ก14	ประตูระบายน้ำปลายปากคลองส่งน้ำ 1 ขวา โพธิ์พระยา กม. 1+850	125
ก15	ด้านท้ายประตูระบายน้ำปลายปากคลองส่งน้ำ 1 ขวา โพธิ์พระยา	126
ก16	สภาพคลองส่งน้ำ 1 ซ้ายโพธิ์พระยาช่วงกม. 5+000	126
ก17	การสูบน้ำใช้เพื่อการเกษตรนอกแผนการส่งน้ำในแม่น้ำสุพรรณบุรี	127
ก18	การสูบน้ำใช้นอกแผน ของโรงงานช่างต้นน้ำในแม่น้ำสุพรรณบุรี	127
ก19	การสูบน้ำใช้นอกแผน ของกลุ่มเกษตรกรช่วง กม.20+000	128
ก20	การสูบน้ำใช้เพื่อการเกษตรขององค์การบริหารส่วนตำบล ช่วง กม.60+000 อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี	128
ก21	การสูบน้ำใช้เพื่อการเกษตรขององค์การบริหารส่วนตำบล ช่วง กม.65+000 อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี	129
ก22	เครื่องสูบน้ำใช้เพื่อการเกษตรขององค์การบริหารส่วนตำบล อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี	129
ก23	การก่อสร้างอาคารรับน้ำของส่วนท้องถิ่นเพื่อดึงน้ำช่วยชาวบ้าน	130

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
ก24	การสูบน้ำใช้เพื่อการเกษตรนอกแผนการส่งน้ำในคลองส่งน้ำ	130
ก25	ประตูระบายน้ำปลายคลองระบายสุพรรณ 1 ปิดในช่วงฤดูแล้ง	131
ก26	ประตูระบายน้ำปลายคลองระบายสามชุก ปิดในช่วงฤดูแล้ง	131
ข28	รูปตัดตามยาว แม่น้ำสุพรรณบุรี กม.0+000 - 114+500	133
ข29	ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.0+000 ถึง กม. 4 +000	134
ข30	ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม5+000 ถึง กม.9 +700	135
ข31	ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.10+600 ถึง กม. 14 +500	136
ข32	ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม15+500 ถึง กม. 20 +400	137
ข33	ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.21+500 ถึง กม. 26+600	138
ข34	ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.27+430 ถึง กม. 32 +200	139
ข35	ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.33+200 ถึง กม. 37+700	140
ข36	ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.38+800 ถึง กม. 43+600	141
ข37	ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.44+700 ถึง กม. 49+600	142
ข38	ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.50+600 ถึง กม. 54+600	143
ข39	ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.55+400 ถึง กม. 59 +600	144
ข40	ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.60+400 ถึง กม. 65 +120	145
ข41	ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.66+100 ถึง กม. 71 +750	146
ข42	ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.72+800 ถึง กม. 77 +700	147
ข43	ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.78+600 ถึง กม. 82+500	148
ข44	ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.83+300 ถึง กม. 88+300	149
ข45	ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.89+300 ถึง กม. 94+100	150
ข46	ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.95+900 ถึง กม. 99 +600	151
ข47	ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.100+500 ถึง กม. 105 +300	152
ข48	ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.106+300 ถึง กม. 111 +200	153
ข49	ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.112+100 ถึง กม. 117 +000	154

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

LMC.	=	คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้าย
กก./ม^2.	=	กิโลกรัมต่อตารางเมตร
กก.-ม.	=	กิโลกรัม-เมตร
ซม.	=	เซนติเมตร
ม.	=	เมตร
ม.^{2}	=	ตารางเมตร
ม./วินาที	=	เมตรต่อวินาที
ม.^{3}/ วินาที	=	ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที
ม^3./ วินาที / ม.	=	ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีต่อ 1 เมตร
ร.ท.ก.	=	ระดับน้ำทะเลปานกลาง
ร.ส.ม.	=	ระดับน้ำสมมติ
cms.	=	ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที
M	=	ตัวเลขแมนนิ่งเป็นส่วนกลับของค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning
n	=	สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของ Manning
Q	=	อัตราการไหล (ม.^{3}/ วินาที)
A	=	พื้นที่การไหล (กม.^{2})
R	=	ความต้านทานชลศาสตร์หรือ hydraulic resitance (ม.)
h	=	ความลึกน้ำเหนือระดับอ้างอิง (ม.)
q	=	การไหลเข้าด้านข้าง (ม^3./ วินาที / ม.)
R	=	รัศมีชลศาสตร์ (ม.)
P	=	เส้นรอบรูปเปียก (ม.)
C	=	ค่าสัมประสิทธิ์ของ Chezy ซึ่งแปรตามความลึก (ม.)
α	=	สัมประสิทธิ์การกระจายตัวของโมเมนตัม
V	=	ความเร็วหน้าตัดของการไหล (ม./วินาที)
g	=	ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (ม./วินาที)

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

y	=	ความลึก (ม.)
t	=	ช่วงเวลา (วินาที)
x	=	ระยะทางระหว่างกริดที่คำนวณ (ม.)
B	=	ความกว้างของผิวน้ำด้านบน (ม.)
A	=	พื้นที่หน้าตัดการไหล ($ม.^2$)
b	=	ความยาวสันฝาย (ม.)
C_d	=	สัมประสิทธิ์ของการไหล
h_1	=	ระดับน้ำด้านเหนือฝาย (ม.)
h_2	=	ระดับน้ำด้านท้ายฝาย (ม.)
z	=	ความลาดของตลิ่งด้านท้ายน้ำ

การศึกษาสภาพทางชลศาสตร์ของแม่น้ำสุพรรณบุรีเพื่อการบริหารจัดการน้ำอย่างเหมาะสม

Study of Suphan Buri River Hydraulic Performance for Appropriate Water Management

คำนำ

แม่น้ำสุพรรณบุรี รับน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่ ตำบลมะขามเฒ่า อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท สิ้นสุดที่ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา จังหวัดสุพรรณบุรี รวมระยะทาง 115.400 กิโลเมตร ส่วนน้ำที่ระบายออกจากนี้จะเรียกแม่น้ำท่าจีน และแม่น้ำนครไชยศรี ตามจังหวัดที่แม่น้ำได้ไหลผ่านคือ จังหวัดนครปฐม และจังหวัดสมุทรสาคร จนกระทั่งไหลลงสู่อ่าวไทย ตามลำดับ

หน่วยงานที่รับผิดชอบในการบริหารจัดการน้ำสุพรรณบุรี คือ สำนักชลประทานที่ 12 ซึ่งเป็นหน่วยงานของกรมชลประทาน ทำหน้าที่วางแผนและจัดสรรน้ำให้กับโครงการชลประทานที่อยู่ในเขตรับผิดชอบ ได้แก่ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าโบสถ์ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโพธิ์พระยา รวมพื้นที่ส่งน้ำชลประทาน 967,820 ไร่ ในพื้นที่ชลประทานเกษตรกรจะมีการทำนาเป็นหลักส่วนที่เหลือจะมีทำไร่,ทำสวนและอื่น ๆ การจัดสรรน้ำของสำนักชลประทานที่ 12 เริ่มจากการระบายน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาเข้าสู่ลำน้ำสุพรรณบุรีที่ประตูระบายน้ำพลเทพ ส่งน้ำให้โครงการชลประทานทั้ง 3 โครงการตามที่ได้กล่าว ซึ่งแต่ละโครงการจะมีประตูระบายน้ำ ทำหน้าที่ทดน้ำให้ได้ระดับที่จะทำการส่งน้ำเข้าคลองสายใหญ่ทั้ง 2 ฝั่ง สภาพปัจจุบันการส่งน้ำจะถูกจำกัดที่ระดับน้ำที่เขื่อนเจ้าพระยาซึ่งทำการทดน้ำให้กับประตูระบายน้ำพลเทพ และอีกประการ ระดับน้ำที่เขื่อนเจ้าพระยายังขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำในเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ การวางแผนการจัดสรรน้ำในที่ผ่านมาจะมีประสิทธิภาพเฉพาะพื้นที่ชลประทานที่ได้กำหนดเป็นพื้นที่ส่งน้ำให้พื้นที่เพาะปลูก ต่อมามีการขยายพื้นที่การเกษตรมากขึ้นอีกทั้งผลผลิตทางการเกษตรมีราคาที่สูงขึ้น ทำให้เกษตรการมีความต้องการใช้น้ำชลประทานที่เพิ่มมากขึ้น จึงประสบปัญหาเกี่ยวกับปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการของพื้นที่ชลประทานที่ต้องจัดสรรน้ำในช่วงฤดูแล้ง (ม.ค.-มิ.ย.) เนื่องจากมีการใช้น้ำชลประทานนอกแผนการใช้น้ำที่วางไว้ และจากการออกสนามเพื่อตรวจสภาพของลำน้ำจะพบเห็นได้จากการสูบน้ำมาใช้ของเกษตรกรทั้ง 2 ฝั่งของ

แม่น้ำสุพรรณบุรี เป็นผลให้โครงการชลประทานที่อยู่ด้านท้ายน้ำมีปริมาณน้ำไม่เพียงพอที่ประตูระบายน้ำของแต่ละโครงการจะทำการทดน้ำให้ได้ระดับที่ได้วางแผนการส่งน้ำไว้

ในการศึกษานี้จะใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาทำการวิเคราะห์สภาพทางชลศาสตร์ของแม่น้ำสุพรรณบุรีที่ไหลผ่านประตูระบายน้ำของโครงการชลประทาน เพื่อเป็นแนวทางที่จะทำการควบคุมระดับน้ำและปริมาณน้ำ ที่มีจำนวนจำกัด ให้เพียงพอต่อความต้องการน้ำในเขตพื้นที่ชลประทานซึ่งได้แก่ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าโบสถ์,โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโพธิ์พระยา

<u>วัตถุประสงค์</u>

1. เพื่อศึกษาสภาพทางชลศาสตร์ของลุ่มน้ำสุพรรณบุรี โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

2. เพื่อตรวจสอบปริมาณน้ำและระดับน้ำของแต่ละประตูระบายน้ำ ที่เพียงพอต่อการส่งน้ำให้พื้นที่ชลประทานในช่วงฤดูแล้ง

3. เพื่อวิเคราะห์ปัญหาโดยการทดสอบสภาพการไหลในแม่น้ำสุพรรณบุรีด้วยกรณีศึกษาในการจัดส่งน้ำต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อแนะนำในการปรับปรุงวิธีการส่งน้ำ

<u>ขอบเขตการศึกษา</u>

เพื่อให้การศึกษาแบบจำลองสภาพทางชลศาสตร์ของแม่น้ำสุพรรณบุรีเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ จึงได้กำหนดขอบเขตการศึกษาดังนี้

1. ข้อมูลสภาพทางชลศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษาได้รวบจาก สำนักชลประทานที่ 12 จังหวัดชัยนาท โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลเทพ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าโบสถ์ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโพธิ์พระยา

2. ศึกษาการส่งน้ำของแต่ละโครงการโดยทำการรวบรวมจาก แผนการส่งน้ำช่วงฤดูแล้งของโครงการที่รับน้ำจากแม่น้ำสุพรรณบุรี ได้แก่ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าโบสถ์ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโพธิ์พระยา

3. รวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาทางชลศาสตร์ในช่วง ฤดูแล้ง (มกราคม-มิถุนายน) ได้แก่ ข้อมูลระดับน้ำ ข้อมูลปริมาณน้ำ และมิติของอาคาร ของประตูระบายน้ำพลเทพ ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ ประตูระบายสามชุก และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา เพื่อใช้ในการน้ำเข้าในแบบจำลอง MIKE 11

4. ศึกษาตัวแปร และ Parameters ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องโดยใช้ข้อมูลการวัดน้ำจริงของทางสำนักอุทกวิทยาและการบริหารน้ำภาคกลาง โดยวัดน้ำที่ผ่านประตูระบายน้ำพลเทพ ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ ประตูระบายสามชุก และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเพื่อใช้สอบเทียบแบบจำลองให้สอดคลองสภาพความเป็นจริงมากที่สุด

6. ศึกษาสภาพทางชลศาสตร์ของแม่น้ำสุพรรณบุรีในแต่ละช่วงของประตูระบายน้ำ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้สอบเทียบแล้ว ทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและระดับน้ำด้านเหนือประตูระบายน้ำ โดยแบ่งกรณีศึกษาออกเป็น 8 กรณีศึกษาในการส่งน้ำและการควบคุมการระยะเปิด-ปิด บานระบายน้ำ โดยทำการศึกษาในช่วงการส่งน้ำได้แก่ ช่วงแรกประตูระบายน้ำพลเทพถึงประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ ช่วงที่สองประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ถึงประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ และช่วงที่สามตั้งแต่ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณาถึงประตูน้ำโพธิ์พระยา

<u>ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ</u>

1. วางแผนในการควบคุมปริมาณและระดับน้ำด้านเหนือของประตูระบายน้ำที่เหมาะสมของประตูระบายของโครงการชลประทานเพื่อส่งน้ำเข้าคลองส่งน้ำสายใหญ่ทั้ง 2 ฝั่ง ได้แก่ ประตูระบายน้ำพลเทพ ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ ประตูระบายน้ำสามชุก และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา

2. ผลการศึกษาสภาพทางชลศาสตร์ของแม่น้ำสุพรรณบุรี ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์ความหยาบผิวของแมนนิ่ง (n) และค่าการรั่วซึม สามารถนำมาปรับปรุงคลองในการไหลผ่านให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ลดระยะเวลาในการส่งน้ำในลำน้ำ

3. สามารถใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการตัดสินใจวางแผนการจัดสรรน้ำของแต่ละโครงการที่รับน้ำจากแม่น้ำสุพรรณบุรีในเขตสำนักชลประทานที่ 12

การตรวจเอกสาร

แม่น้ำสุพรรณบุรี

ลักษณะทั่วไปของแม่น้ำสุพรรณบุรี

สำนักชลประทานที่ 12 (2548) แม่น้ำสุพรรณบุรีเป็นแม่น้ำธรรมชาติที่ใช้เป็นคลองส่งน้ำสายใหญ่โดยรับน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่เหนือเขื่อนเจ้าพระยา 13.00 กิโลเมตรมีประตูระบายน้ำพลเทพของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลเทพ เป็นอาคารปากคลองที่ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณน้ำ โดยระบายน้ำได้สูงสุด 320 ลบ.ม./วินาที แม่น้ำสุพรรณบุรีมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปากแม่น้ำ คือ แม่น้ำท่าจีน และแม่น้ำนครไชยศรีมีความยาว 307 กิโลเมตรปริมาณน้ำในแม่น้ำสุพรรณบุรีจะระบายออก

ที่ตั้งและอาณาเขต

แม่น้ำสุพรรณบุรี ดังแสดงไว้ในภาพที่ 1 อยู่ในความรับผิดชอบของ สำนักชลประทานที่ 12 อยู่ทางตอนกลางของประเทศไทย เหนือเขื่อนเจ้าพระยา 13.00 กิโลเมตร รับน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาโดยระบายน้ำจากประตูระบายน้ำพลเทพลงสู่ทางตอนใต้ของจังหวัดชัยนาท ผ่านประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ เขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าโบสถ์ ,ประตูระบายน้ำสามชุก เขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก และไหลผ่านประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา เขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโพธิ์พระยา รวมระยะ 115.40 กิโลเมตร มีพื้นที่รับน้ำชลประทาน 967,820 ไร่

ลักษณะลุ่มน้ำวางตัวตามแนวทิศเหนือ-ใต้ ทิศเหนือติดกับลุ่มน้ำสะแกรัง ทิศใต้ติดแม่น้ำท่าจีน ทิศตะวันออกติดกับลุ่มน้ำเจ้าพระยา และทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำแม่กลองโดยมีลำห้วยกระเสียวไหลลงที่ อำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี

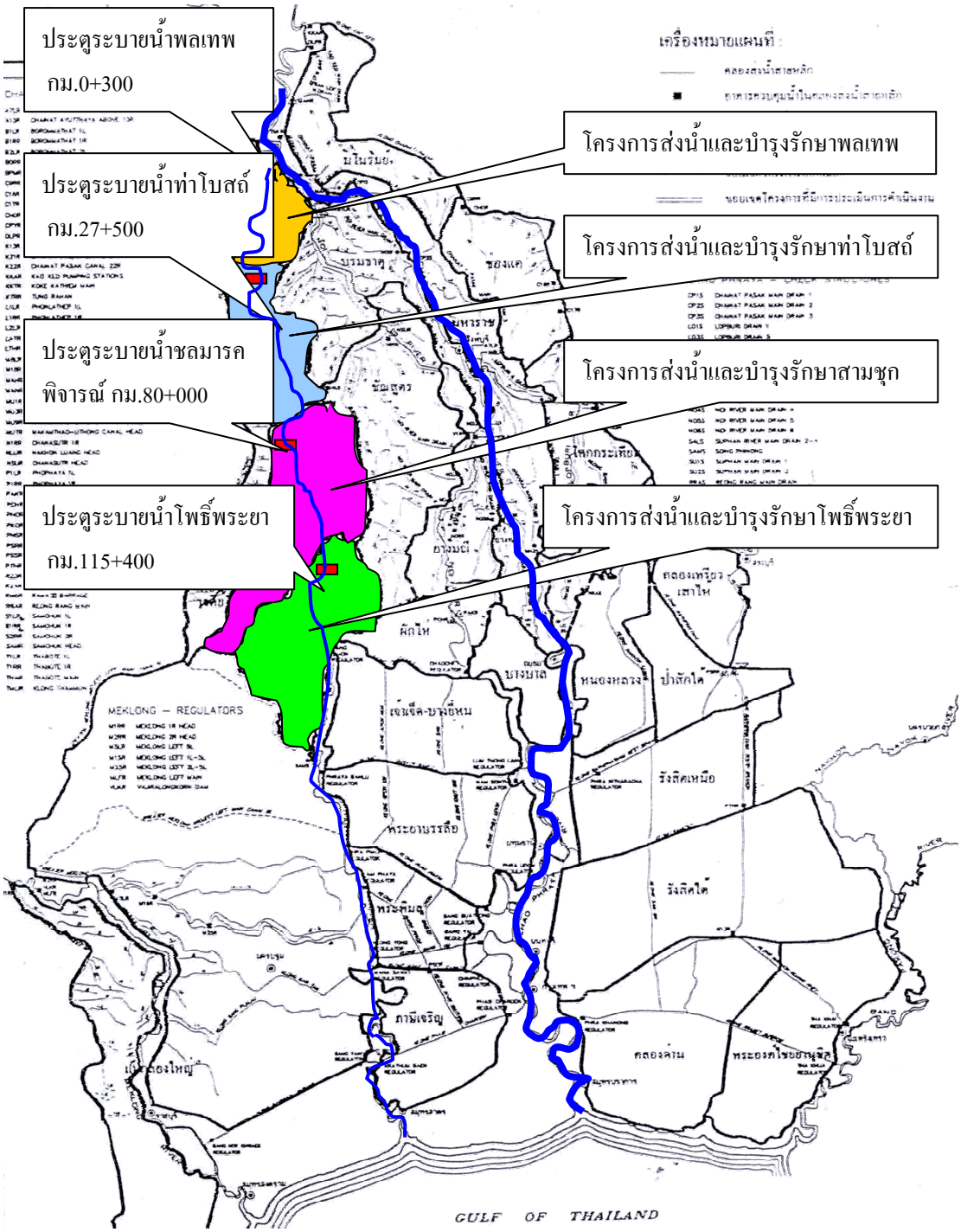
ลักษณะทางกายภาพ

สภาพทั่วไปของลุ่มน้ำสุพรรณบุรี เป็นที่ราบลุ่มริมแม่น้ำซึ่งเป็นที่ราบเดียวกับลุ่มน้ำเจ้าพระยาฝั่งตะวันตก ตอนบนของลุ่มน้ำเป็นที่เชิงเขาแต่มีระดับไม่สูงมากนัก ส่วนตอนกลางและตอนล่างเป็นที่ราบลุ่มติดต่อกับที่ราบลุ่มของลุ่มน้ำแม่กลอง แม่น้ำสุพรรณบุรีแยกออกมาทางฝั่งขวาของแม่น้ำเจ้าพระยาที่ตำบลมะขามเฒ่า อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท ไหลผ่านจังหวัดสุพรรณบุรี และลงสู่แม่น้ำท่าจีน ที่อำเภอบางปลาม้า จังหวัดสุพรรณบุรี

สภาพทางอุทกวิทยา

กรมชลประทาน (2546) แม่น้ำสุพรรณบุรี มีปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีเฉลี่ยของลุ่มน้ำประมาณ 1,040.8 มิลลิเมตร ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยต่ำสุดของลุ่มน้ำ ประมาณ 800 มม.ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยประมาณ 1,500 มม. การแพร่กระจายของฝนที่ตกในลุ่มน้ำ ฤดูฝนจะอยู่ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม ปริมาณฝนที่ตกในช่วงฤดูฝน คิดเป็นร้อยละ 88.10 ของปริมาณฝนที่ตกทั้งปี

ปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติของลุ่มน้ำสุพรรณบุรีเฉลี่ยรวม 1,364.4 ล้าน ลบ.ม.ต่อปี โดยเป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน 1,249.8 ล้าน ลบ.ม. (คิดเป็นร้อยละ 91.60 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) และเป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง 114.6 ล้าน ลบ.ม. (คิดเป็นร้อยละ 8.40 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) และคิดเป็นปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อพื้นที่รับน้ำฝนเท่ากับ 3.16 ลิตร/วินาที/ตร.กม.



<u>ภาพที่ 1</u> พื้นที่ศึกษาแม่น้ำสุพรรณบุรี กม.0+000 – กม. 115+400

ที่มา: สำนักชลประทานที่ 12

ลักษณะทางอุทกธรณีวิทยา

กรมชลประทาน (2546)ได้กล่าวว่า ลุ่มน้ำสุพรรณบุรีประกอบด้วย ชั้นหินที่เป็นหินร่วนประมาณร้อยละ 61.54 และชั้นหินที่เป็นหินแข็งประมาณร้อยละ 11.37 ส่วนที่เหลือเป็นชั้นหินทั่วไปซึ่งอาจอยู่ในประเภทหินร่วนหรือหินแข็งประมาณร้อยละ 21.09 ซึ่งอัตราการให้น้ำของชั้นหินร่วนที่อยู่ในบริเวณพื้นที่แม่น้ำสุพรรณบุรีอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำมาก โดยอัตราการให้น้ำของหินส่วนใหญ่จะอยู่ในเกณฑ์ 1-30 ลบ.ม./ชม. อัตราการให้น้ำของหินแข็งเกือบทั้งหมดจะอยู่ในเกณฑ์ 1 - 20 ลบ.ม./ชม. และชั้นหินทั่วไปมีพื้นที่ที่มีอัตราการให้น้ำต่ำและสูงใกล้เคียงกัน โดยพื้นที่ที่มีอัตราให้น้ำต่ำจะมีพื้นที่มากกว่าเล็กน้อย

สภาพเศรษฐกิจและสังคม

แม่น้ำสุพรรณบุรีมีพื้นที่อยู่ในเขตการปกครอง 2 จังหวัด ได้แก่ ชัยนาท และ สุพรรณบุรี มีจำนวนประชากรทั้งสิ้นประมาณ 0.973 ล้านคน และโดยประชากรส่วนใหญ่อาศัยกระจัดกระจายอยู่นอกเขตเมืองส่วนประชากรที่อาศัยอยู่ในเขตเมืองที่ค่อนข้างหนาแน่นได้แก่บริเวณอำเภอเมืองสุพรรณบุรี

ประชากรในลุ่มน้ำร้อยละ 34.18 ประกอบอาชีพเกษตรกรรม มีรายได้ภาคเกษตรต่อครัวเรือนประมาณ 313,343 บาท/ปี

<u>รายละเอียดโครงการชลประทาน</u>

<u>โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลเทพ</u>

ลักษณะทั่วไปของโครงการ

โครงการฯพลเทพ (2548) ที่ตั้งหัวงานอยู่ที่ ต.หาดท่าเสา อ.เมือง จ.ชัยนาท มีประตูระบายน้ำ ขนาดช่องระบายน้ำขนาด 6.50 ม.จำนวน 4 ช่อง ดังแสดงไว้ในภาพที่ 2 ระบายน้ำได้สูงสุด 318 ลูกบาศก์เมตร/วินาที เป็นประตูระบายน้ำประตูแรกที่รับน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาเพื่อระบายเข้าลำน้ำสุพรรณบุรี โดยเริ่มก่อสร้างเมื่อ พ.ศ. 2472 และแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2478 อยู่ในความรับผิดชอบของ

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลเทพ สำนักชลประทานที่ 12 ระบบส่งน้ำของโครงการจะรับน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาโดยตรงเข้าคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้ายและฝั่งขวารับน้ำจาก, และคลองมะขามเฒ่าอู่ทองและคลองสายใหญ่ระหาน รวมพื้นที่ชลประทาน 96,300 ไร่ ส่วนปริมาณน้ำที่ระบายจากประตูระบายน้ำพลเทพจะส่งให้โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าโบสถ์ โดยโครงการไม่มีระบบรับน้ำจากแม่น้ำสุพรรณบุรี โครงการฯ พลเทพมีอาณาเขตติดต่อดังนี้

ทิศเหนือ	จรดแม่น้ำเจ้าพระยา
ทิศใต้	จรดโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าโบสถ์
ทิศตะวันออก	จรดโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบรมธาตุ
ทิศตะวันตก	จรดโครงการชลประทานชัยนาท

โครงการตั้งอยู่ที่หมู่ 4 ตำบลหาดท่าเสา อำเภอเมือง จังหวัดชัยนาท พิกัด 155822 แผนที่ระวาง 5039 III เดินทางโดยทางหลวงหมายเลข 3183 (เขื่อนเจ้าพระยา- อุทัยธานี) แยกเข้าหัวงานที่ กม.18+400

<u>ภาพที่ 2</u> ประตูระบายน้ำพลเทพ กม.0+300

ลักษณะของอาคารหัวงานและคลองส่งน้ำ

1. ประตูระบายน้ำพลเทพรับน้ำจากการทดน้ำจากเขื่อนเจ้าพระยาที่อยู่ทางตอนล่างลงไป 13 กิโลเมตร เป็นอาคารชนิดประตูระบายน้ำมีรายละเอียดดังนี้

ระดับน้ำสูงสุด +16.50 เมตร (รทก.)
ระดับพื้นธรณีประตู +7.50 เมตร (รทก.)
ระดับสันตอม่อ +18.10 เมตร (รทก.)
จำนวน 4 ช่อง ขนาดกว้างช่องละ 6.50 เมตร

<u>โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าโบสถ์</u>

ลักษณะทั่วไปของโครงการ

โครงการฯท่าโบสถ์ (2548) ที่ตั้งหัวงานอยู่ที่ ต.ห้วยงู อ.หันคา จ.ชัยนาท มีประตูระบายน้ำขนาดช่องระบายน้ำขนาด 6.00 ม.จำนวน 4 ช่อง ดังแสดงไว้ในภาพที่ 3 รับน้ำต่อจากประตูระบายน้ำพลเทพระบายน้ำได้สูงสุด 318 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ระบบส่งน้ำประกอบด้วยคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้ายและฝั่งขวา ทำการส่งน้ำให้กับพื้นที่ชลประทาน 196,520 ไร่ มีอาณาเขตติดต่อดังนี้

ทิศเหนือ จรดโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลเทพ
ทิศใต้ จรดโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก
ทิศตะวันออก จรดโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบรมธาตุ
ทิศตะวันตก จรดคลองมะขามเฒ่าอู่ทอง

โครงการตั้งอยู่ที่หมู่ 6 ตำบลสามง่ามท่าโบสถ์ อำเภอหันคา จังหวัดชัยนาท เส้นรุ้งที่ 15-03-11 และเส้นแวงที่ 100-00-52 ตะวันออก ห่างจากอำเภอหันคา โดยเดินทางสายคันคลอง 1 ขวา – ท่าโบสถ์ ระยะทาง 13.88 กิโลเมตร

<u>ภาพที่ 3</u> ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ กม.27+500

ชนิดของบานระบาย เป็นชนิดตรง (มีถังถ่วง)
ปริมาณน้ำระบายสูงสุด (ตามที่ออกแบบ) 318 ลบ.ม./ วินาที

ลักษณะของอาคารหัวงานและคลองส่งน้ำ

1. ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ตั้งอยู่ กม.27+500 รับน้ำจากประตูระบายน้ำพลเทพ เป็นอาคารชนิดประตูระบายน้ำ มีรายละเอียดดังนี้

ระดับน้ำสูงสุด +13.54 เมตร (รทก.)
ระดับพื้นธรณีประตู +8.50 เมตร (รทก.)
ระดับ F.S.L. +13.10 เมตร (รทก.)
จำนวน 4 ช่อง ขนาดกว้างช่องละ 4.00 เมตร
ชนิดของบานระบาย เป็นชนิดบานโค้ง เปิด- ปิดด้วยระบบเกียร์มอเตอร์ไฟฟ้า
ปริมาณน้ำระบายสูงสุด (ตามที่ออกแบบ) 318 ลบ.ม./ วินาที

2. อาคารปากคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้าย เป็นอาคารรับน้ำเพื่อส่งเข้าคลอง 1 ซ้าย มีความยาวทั้งสิ้น 38.30 กิโลเมตร ตั้งอยู่เหนือประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ ที่ กม.27+495 ดังแสดงไว้ในภาพผนวกที่ ค1 ถึง ค2 มีรายละเอียดดังนี้

ระดับน้ำสูงสุด	+13.50 เมตร (รทก.)
ระดับพื้นธรณีประตู	+11.25 เมตร (รทก.)
ขนาดบาน	2 - □ 1.50 x 1.75 เมตร
ปริมาณน้ำสูงสุด	6.813 ลบ.ม./วินาที

3. อาคารปากคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งขวา เป็นอาคารรับน้ำเพื่อส่งเข้าคลอง 1 ขวา มีความยาวทั้งสิ้น 8.80 กิโลเมตร ปากคลองตั้งอยู่เหนือประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ที่ กม.27+300 อาคารตั้งอยู่ที่ กม.0+100 ดังแสดงไว้ในภาพผนวกที่ ค3 ถึง ค4 มีรายละเอียดดังนี้

ระดับน้ำสูงสุด	+13.60 เมตร (รทก.)
ระดับพื้นธรณีประตู	+12.25 เมตร (รทก.)
ขนาดบาน	3 - ϕ 1.00 เมตร
ปริมาณน้ำสูงสุด	1.11 ลบ.ม./วินาที

<u>โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก</u>

ลักษณะทั่วไปของโครงการ

โครงการฯสามชุก (2548) ที่ตั้งหัวงานอยู่ที่ ต.สามชุก อ.สามชุก จ.สุพรรณบุรี มีประตูระบายน้ำ ขนาดช่องระบายน้ำขนาด 12.50 ม.จำนวน 2 ช่อง ดังแสดงไว้ในภาพที่ 4 ระบายน้ำได้สูงสุด 318 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ระบบส่งน้ำประกอบด้วยคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้ายและฝั่งขวา ทำการส่งน้ำให้กับพื้นที่ชลประทาน 305,000 ไร่ มีอาณาเขตติดต่อดังนี้

ทิศเหนือ	จรดโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าโบสถ์
ทิศใต้	จรดโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโพธิ์พระยา
ทิศตะวันออก	จรดโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบรมธาตุและชัณสูตร
ทิศตะวันตก	จรดคลองมะขามเฒ่าอู่ทองและโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาดอนเจดีย์

ภาพที่ 4 ประตูระบายน้ำสามชุก กม. 80+000

ภาพที่ 5 ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา กม.115+400

ลักษณะของอาคารหัวงานและคลองส่งน้ำ

1. ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณตั้งอยู่ กม.80+000 รับน้ำจากประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ เป็นอาคารชนิดประตูระบายน้ำ มีรายละเอียดดังนี้

ระดับน้ำสูงสุด +9.15 เมตร (รทก.)
ระดับพื้นธรณีประตู +2.5 เมตร (รทก.)
ระดับ F.S.L. + 8.50 เมตร (รทก.)
จำนวน 2 ช่อง ขนาดกว้างช่องละ 12.50 เมตร
ชนิดของบานระบาย เป็นชนิดตรง
ปริมาณน้ำระบายสูงสุด (ตามที่ออกแบบ) 318 ลบ.ม./ วินาที

2. อาคารปากคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้าย เป็นอาคารรับน้ำเพื่อส่งเข้าคลอง 1 ซ้าย ความยาวทั้งสิ้น 25.00 กิโลเมตร ปากคลองอยู่เหนือประตูระบายน้ำ ที่ กม.72+000 อาคารตั้งอยู่ที่ กม.2+700 ของคลอง 1 ซ้าย เป็นอาคารชนิดไซฟอน ดังแสดงไว้ในภาพผนวกที่ ค5- ค6 มีรายละเอียดดังนี้

ระดับน้ำสูงสุด +9.35 เมตร (รทก.)
ระดับพื้นธรณีประตู +7.60 เมตร (รทก.)
ขนาดบาน 3 - □ 1.50 x 1.20x7.00 เมตร
ปริมาณน้ำสูงสุด 16.60 ลบ.ม./วินาที
พื้นที่ส่งน้ำ 144,637 ไร่

3. อาคารปากคลองส่งน้ำสายใหญ่ 1 ฝั่งขวา เป็นอาคารรับน้ำเพื่อส่งเข้าคลอง 1 ขวา มีความยาวทั้งสิ้น 35.40 กิโลเมตร ปากคลองตั้งอยู่เหนือประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ ที่ กม.79+900 อาคารตั้งอยู่ที่ กม.0+075 ของคลอง 1 ขวา เป็นอาคารชนิดไซฟอน ดังแสดงไว้ในภาพผนวกที่ ค7 - ค8 มีรายละเอียดดังนี้

ระดับน้ำสูงสุด +9.15 เมตร (รทก.)
ระดับพื้นธรณีประตู +6.09 เมตร (รทก.)
ขนาดบาน 2 - □ 2.00x2.90x8.00 เมตร

ปริมาณน้ำสูงสุด 12.00 ลบ.ม./วินาที
พื้นที่ส่งน้ำ 88,656 ไร่

4. อาคารปากคลองส่งน้ำสายใหญ่ 2 ฝั่งขวา เป็นอาคารรับน้ำเพื่อส่งเข้าคลอง 2 ขวา มีความยาวทั้งสิ้น 49.30 กิโลเมตร ปากคลองตั้งอยู่เหนือประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ ที่ กม. 79+500 อาคารตั้งอยู่ที่ กม.0+450 ของคลอง 2 ขวา เป็นอาคารควบคุม 2 บาน ดังแสดงไว้ในภาพผนวกที่ ค9 - ค10 มีรายละเอียดดังนี้

ระดับน้ำสูงสุด +9.105 เมตร (รทก.)
ระดับพื้นธรณีประตู +8.30 เมตร (รทก.)
ขนาดบาน 1 -□ 2.40x2.10x35.00 เมตร, 1 -□ 1.60x1.10x35.00 เมตร
ปริมาณน้ำสูงสุด 10.238 ลบ.ม./วินาที
พื้นที่ส่งน้ำ 63,679ไร่

<u>โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโพธิ์พระยา</u>

ลักษณะทั่วไปของโครงการ

โครงการฯโพธิ์พระยา (2548) ที่ตั้งหัวงานอยู่ที่ ต.โพธิ์พระยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี มีประตูระบายน้ำขนาดช่องระบายน้ำขนาด 12.50 ม.จำนวน 2 ช่อง ตามภาพที่ 5 ระบายน้ำได้สูงสุด 320 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ระบบส่งน้ำประกอบด้วยคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้ายและฝั่งขวา ทำการส่งน้ำให้กับ พื้นที่ชลประทาน 370,000 ไร่ มีอาณาเขตติดต่อดังนี้

ทิศเหนือ จรดโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก
ทิศใต้ จรดโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพระยาบรรลือและโครงการส่งน้ำและบำรุงรัษาสองพี่น้อง
ทิศตะวันออก จรดโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาผักไห่,โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชัณสูตร
ทิศตะวันตก จรดโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสาชุกและโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสองพี่น้อง

ลักษณะของอาคารหัวงานและคลองส่งน้ำ

1. ประตูระบายโพธิ์พระยาตั้งอยู่ กม.115+400 รับน้ำจากประตูระบายน้ำสามชุก เป็นอาคารชนิดประตูระบายน้ำ มีรายละเอียดดังนี้

ระดับน้ำสูงสุด +6.00 เมตร (รทก.)
ระดับพื้นธรณีประตู +0.20 เมตร (รทก.)
ระดับ F.S.L. + 5.50 เมตร (รทก.)
จำนวน 2 ช่อง ขนาดกว้างช่องละ 12.50 เมตร
ชนิดของบานระบาย เป็นชนิดบานตรง เปิด- ปิดด้วยระบบเกียร์มอเตอร์ไฟฟ้า
ปริมาณน้ำระบายสูงสุด (ตามที่ออกแบบ) 318 ลบ.ม./ วินาที

2. อาคารปากคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้าย เป็นอาคารรับน้ำเพื่อส่งเข้าคลอง 1 ซ้ายมีความยาวทั้งสิ้น 38.30 กิโลเมตร ปากคลองอยู่เหนือประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา ที่ กม.108+000 อาคารตั้งอยู่ที่ กม.8+000 ของคลอง 1 ซ้าย ดังแสดงไว้ในภาพผนวกที่ ค11 - ค13 มีรายละเอียดดังนี้ มีรายละเอียดดังนี้

ระดับน้ำสูงสุด + 5.76 เมตร (รทก.)
ระดับพื้นธรณีประตู + 2.25 เมตร (รทก.)
ขนาดบาน 1 - ∩ 4.00 เมตร
ปริมาณน้ำสูงสุด 26.68 ลบ.ม./วินาที
พื้นที่ส่งน้ำ 107,800 ไร่

3. อาคารปากคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งขวา เป็นอาคารรับน้ำเพื่อส่งเข้าคลอง 1 ขวา มีความยาวทั้งสิ้น 13.075 กิโลเมตรปากคลอง ปากคลองอยู่เหนือประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา ที่ กม. 114+400 อาคารตั้งอยู่ที่ กม.1+850 ดังแสดงไว้ในภาพผนวกที่ ค14 - ค16 มีรายละเอียดดังนี้

ระดับน้ำสูงสุด +6.00 เมตร (รทก.)
ระดับพื้นธรณีประตู +1.91 เมตร (รทก.)
ขนาดบาน 5∩ 4.00 เมตร

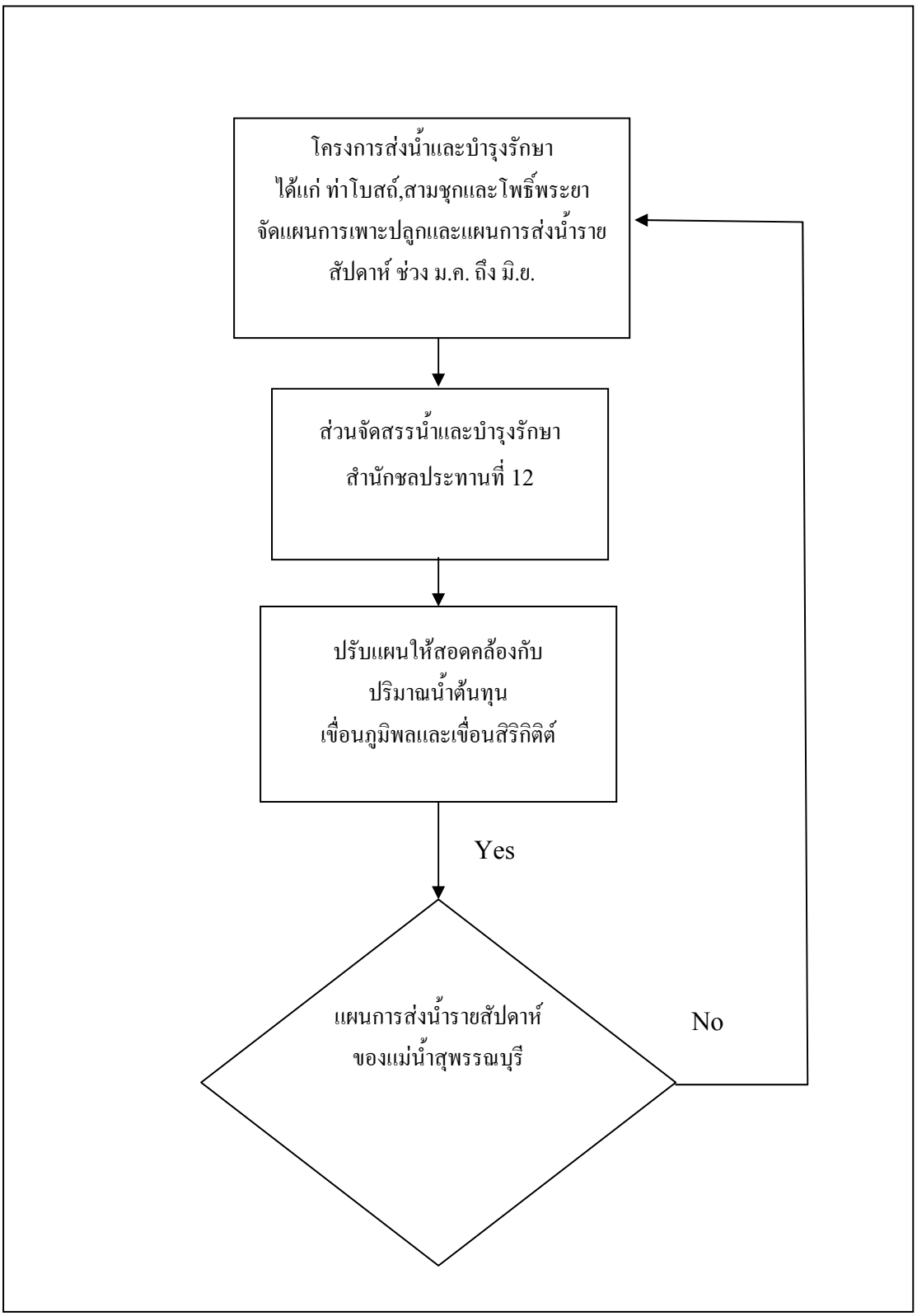
ปริมาณน้ำสูงสุด 39.9 ลบ.ม./วินาที
พื้นที่ส่งน้ำ 262,200 ไร่

4. อาคารปากคลองส่งน้ำ 1ซ้าย - 1ซ้าย เป็นอาคารรับน้ำเพื่อส่งเข้าคลอง 1 ซ้าย – 1 ซ้าย มีความยาวทั้งสิ้น 6.50 กิโลเมตร ปากคลองอยู่ที่ กม.5+300 จากจุดรับน้ำจากแม่น้ำสุพรรณบุรี อาคารตั้งอยู่ที่ กม.0+000 ของคลอง 1 ซ้าย- 1 ซ้าย มีรายละเอียดดังนี้

ระดับน้ำสูงสุด + 7.10 เมตร (รทก.)
ระดับพื้นธรณีประตู + 3.20 เมตร (รทก.)
ขนาดบาน 1 - ∩4.10 เมตร
ปริมาณน้ำสูงสุด 10.00 ลบ.ม./วินาที
พื้นที่ส่งน้ำ 45,800 ไร่

5. อาคารปากคลองส่งน้ำ 2 ซ้าย - 1ซ้าย เป็นอาคารรับน้ำเพื่อส่งเข้าคลอง 2 ซ้าย - 1ซ้าย มีความยาวทั้งสิ้น 5.20 กิโลเมตร ปากคลองอยู่ที่ กม.7+500 จากจุดรับน้ำจากแม่น้ำสุพรรณบุรี อาคารตั้งอยู่ที่ กม.0+000 ของคลอง 2 ซ้าย- 1ซ้าย มีรายละเอียดดังนี้

ระดับน้ำสูงสุด + 7.00 เมตร (รทก.)
ระดับพื้นธรณีประตู + 4.50 เมตร (รทก.)
ขนาดบาน 1 - □ 1.00 เมตร
ปริมาณน้ำสูงสุด 8.50 ลบ.ม./วินาที
พื้นที่ส่งน้ำ 55,800 ไร่

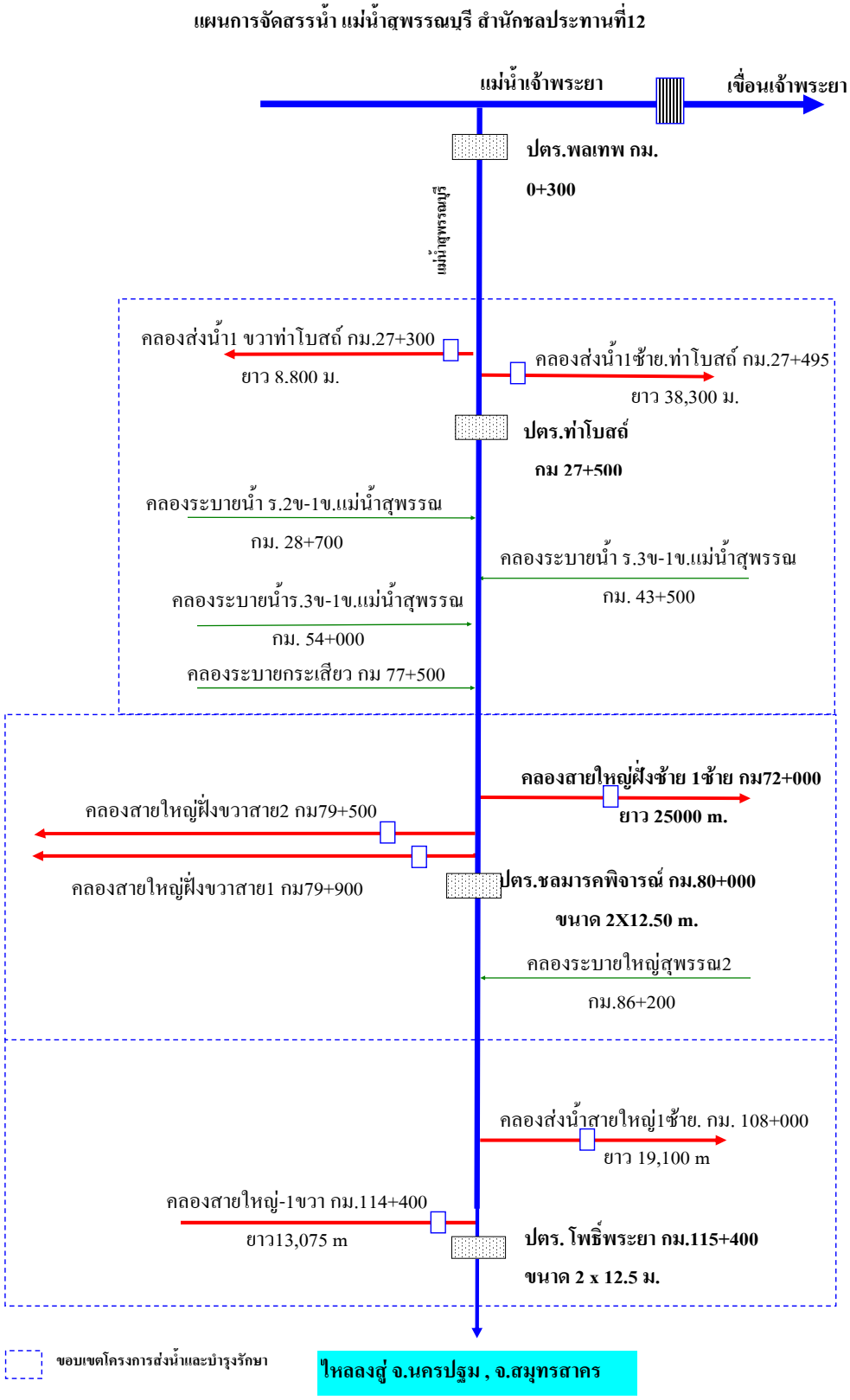


<u>ภาพที่ 6</u> แผนผังขั้นตอนการดำเนินการจัดแผนการส่งน้ำรายสัปดาห์ของแม่น้ำสุพรรณบุรี

วิธีการส่งน้ำของโครงการของแม่น้ำสุพรรณบุรี

สำนักชลประทานที่ 12 จ.ชัยนาท (2548) ได้กล่าวถึงวิธีการส่งน้ำให้พื้นที่เพาะปลูกในเขตการจัดสรรน้ำของโครงการเขตลุ่มน้ำสุพรรณบุรี โดยใช้วิธี การส่งน้ำตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งวิธีนี้โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาต้องส่งแผนการเพาะปลูกพร้อมแผนการจัดสรรน้ำรายสัปดาห์ให้ทางสำนักชลประทานที่ 12 เพื่อทำการปรับแผนเพื่อให้สอดคลองกับปริมาณน้ำต้นทุนของเขื่อนเจ้าพระยาที่ได้รับในแต่ละสัปดาห์ จากการระบายน้ำของเขื่อนภูมิพล และเขื่อนสิริกิติ์ในช่วงฤดูแล้ง (เริ่ม ม.ค.- มิ.ย.) และทำการแจ้งโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาที่อยู่ในพื้นที่ให้ทำการกำหนดการระบายน้ำของแต่ประประตูระบายน้ำในแต่ละสัปดาห์ ดังแสดงไว้ในภาพที่ 6 โครงการชลประทานที่อยู่ในเขตรับผิดชอบของสำนักชลประทานที่ 12 ที่รับน้ำจากแม่น้ำสุพรรณบุรี ได้แก่ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าโบสถ์ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโพธิ์พระยา

ระบบส่งน้ำของแม่น้ำสุพรรณบุรีเริ่มจากการระบายน้ำจากประตูระบายน้ำพลเทพ ดังแสดงไว้ในภาพที่ 7 จัดส่งน้ำแบบส่งตลอดเวลา24 ชั่วโมงด้วยอัตราการระบายน้ำคงที่ โดยระดับน้ำที่ด้านเหนือน้ำต้องรักษาระดับน้ำไว้ที่ ระดับ +16.50 เมตร (รทก.) ซึ่งระดับนี้ส่งผลให้ส่งน้ำโครงการชลประทานได้รับน้ำอย่างพอเพียง เมื่อเริ่มทำการส่งน้ำ แต่ละโครงการต้องทำการทดน้ำที่ประตูระบายน้ำของแต่ละโครงการเพื่อที่ให้มีระดับน้ำที่สามารถทดเข้าคลองส่งน้ำสายใหญ่ทั้ง 2 ฝั่ง ตามที่ได้วางแผนการส่งน้ำรายสัปดาห์ ซึ่งการส่งน้ำชลประทานได้ส่งน้ำเพื่อกิจกรรม 2 ลักษณะ คือ การส่งน้ำเพื่อการเกษตร และการส่งน้ำเพื่อการอุปโภค- บริโภค และเนื่องจากปริมาณน้ำต้นทุนมีอย่างจำกัดจึงกำหนดให้ส่งน้ำสลับระหว่าง 2 กิจกรรมของแต่ละฝั่งการส่งน้ำ กล่าวคือ คลองใดที่วางแผนการส่งน้ำเพื่อการเกษตร อีกฝั่งคลองจะต้องวางแผนส่งน้ำเพื่อการอุปโภค- บริโภค สลับกันเช่นนี้ทุกปี



ภาพที่ 7 แผนผังการส่งน้ำของแม่น้ำสุพรรณบุรีเขต สำนักชลประทานที่ 12 จังหวัดชัยนาท

ปัญหาการบริหารจัดการน้ำในลำน้ำสุพรรณบุรี

จากการศึกษาการบริหารจัดการน้ำจาก ส่วนจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา สำนักชลประทานที่ 12 และจากการได้ออกตรวจภาคสนามเพื่อสอบถามเจ้าหน้าที่ของโครงการส่งน้ำฯ แต่ละโครงการได้ประเด็นปัญหาต่าง ๆ ดังนี้

1. เกษตรกรไม่มีการรวมกลุ่มผู้ใช้น้ำ ทำให้ใช้น้ำตามความต้องการอีกทั้งมีการใช้น้ำเพื่อการเกษตรในท้องที่ตามใจชอบ ดังแสดงไว้ในภาพผนวก ก ได้แก่ การตั้งเครื่องสูบน้ำขององค์การปกครองส่วนท้องถิ่น การใช้เครื่องสูบน้ำเพื่อช่วยเหลือภัยแล้งของแต่ละพื้นที่ เป็นต้น

2. การส่งน้ำเป็นแบบส่งน้ำตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ไม่มีการจัดรอบเวร ทำให้สิ้นเปลืองน้ำมากในการจัดส่งน้ำ

3. ปริมาณน้ำต้นทุนมีจำนวนจำกัดทำให้โครงการต้องทำการเพิ่มระดับน้ำเพื่อให้สามารถส่งเข้าคลองสายใหญ่ได้ ทำให้ต้องลดระยะการเปิดบานลง ซึ่งส่งผลให้ปริมาณน้ำที่ระบายด้านท้ายได้รับน้อยลงด้วย

4. โครงการไม่ทราบระยะเวลาที่น้ำเคลื่อนตัวที่แน่นอน เพื่อการปรับบานระบายในการทดน้ำให้ได้ระดับที่ต้องการ

ตารางที่ 1 ปริมาณน้ำที่ผ่านแต่ละอาคารในลำน้ำสุพรรณบุรี ปี 2548

ลำดับ	ว/ด/ป	ปตร.พลเทพ ปริมาณน้ำ(m^3)	ปริมาณน้ำผ่านอาคาร(m^3) ปตร.ท่าโบสถ์	ปตร.ปาก คลองทั้ง 2 ฝั่ง	% น้ำที่เหลือจากการชลประทานและสูญเสียระหว่างทาง	ปริมาณน้ำผ่านอาคาร(m^3) ปตร.ปาก คลองทั้ง 2 ฝั่ง	ปตร.สามชุก	% น้ำที่เหลือจากการชลประทานและสูญเสียระหว่างทาง	ปริมาณน้ำผ่านอาคาร(m^3) ปตร.ปาก คลองทั้ง 2 ฝั่ง	ปตร.โพธิ์พระยา	% น้ำที่เหลือจากการชลประทานและสูญเสียระหว่างทาง
1	ม.ค.48	157,178,880	137,940,192	8,473,248	87.76	45,669,312	108,833,760	78.90	39,330,144	15,948,576	14.65
2	ก.พ.48	149,093,568	141,105,888	8,232,192	94.64	34,697,376	99,823,968	70.74	39,662,784	14,669,856	14.70
3	มี.ค.48	165,160,512	153,276,192	7,566,048	92.80	35,244,288	116,709,984	76.14	42,223,680	22,253,184	19.07
4	เม.ย.48	123,939,072	104,682,240	6,378,912	84.46	22,553,856	97,047,072	92.71	32,240,160	27,475,200	28.31
5	พ.ค.48	140,136,826	121,641,696	5,699,808	86.80	25,289,280	100,096,992	82.29	32,916,672	15,051,744	15.04
6	มิ.ย.48	218,675,808	185,397,984	5,492,448	84.78	49,830,336	137,045,088	73.92	37,733,472	67,156,992	49.00

ที่มา: 1ส่วนจัดสรรน้ำและบำรุงรักษาชลประทานที่ 12

งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

Habbi et al. (1996) ได้ทำการศึกษาปฏิบัติการในคลองส่งน้ำ Maria ซึ่งอยู่ในจังหวัดทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศปากีสถาน โดยใช้แบบจำลองทางชลศาสตร์ CanalMan เพื่อศึกษาพฤติกรรมทางชลศาสตร์ โดยแบ่งกรณีศึกษาออกเป็น 4 กรณี ได้แก่ กรณีที่ 1 จำลองระบบที่มีการส่งน้ำด้วยอัตราการไหลออกแบบ, กรณีที่ 2 เพิ่มค่า n เป็น 0..23 ทุกช่วงคลอง กรณีที่ 3 ลดปริมาณการไหลลงให้เหลือ 70% ของอัตราการไหลออกแบบ, กรณีที่ 4 จากกรณีที่ 3 เพิ่มอัตราการไหลให้เท่ากับอัตราการไหลออกแบบ ผลการศึกษาพบว่า กรณีมีการส่งน้ำด้วยอัตราการไหลออกแบบปริมาณการไหลจะมีเสถียรภาพในช่วงเวลา 10 ชั่วโมง ในกรณีที่ค่า n เพิ่มขึ้นมีผลให้ระยะเปิดบานเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ส่วนการเพิ่มและลดอัตราการไหล 30% จะใช้เวลา 1 หรือ 2 ชั่วโมงในการทำให้อัตราการไหลคงที่

Faruk (1998) ได้ทำการศึกษาการปฏิบัติการในคลองสายใหญ่โครงการชลประทานพิษณุโลก เพื่อหาสาเหตุของปัญหาที่โครงการขาดประสิทธิภาพโดยใช้แบบจำลอง CanalMan พบว่าการปฏิบัติการส่งน้ำด้วยระบบควบคุมตามความต้องการด้านท้ายน้ำ การปรับระยะเปิดบานเป็นสิ่งสำคัญ และควรเปลี่ยนอาคารอัดน้ำกลางคลองจากการควบคุมด้วยระบบ ใช้แรงคนมาเป็นระบบอัตโนมัติ ซึ่งทำให้ง่ายต่อการรักษาระดับน้ำให้ได้ที่ระดับเก็บกักสูงสุด (Full Supply Level)

1. ระบบชลประทานขาดประสิทธิภาพ อาคาร FTO และ CHO รับน้ำโดยตรงจากคลองสายใหญ่โดยไม่มีการปรับระดับการเปิด-ปิดบาน เนื่องจากความบกพร่องเรื่องการส่งข้อมูลและการสื่อสารทำให้ผู้ใช้น้ำทางด้านเหนือรับน้ำอย่างเกินพอแต่ด้านท้ายน้ำได้รับน้ำไม่เพียงพอ

2. ความไม่เพียงพอของปริมาณน้ำที่แหล่งต้นทุนเนื่องจากการจัดการ ทำให้ด้านเหนือน้ำได้รับน้ำที่มากเกินไปเป็นเหตุให้การส่งน้ำขาดประสิทธิภาพและทำให้ด้านท้ายน้ำได้รับน้ำไม่เพียงพอ

3. Delivery Performance Ratio (DPR) สำหรับโครงการย่อยมีค่าสูง ส่วนใหญ่ค่าในสัปดาห์จะไม่เกิน 1.0 ดังนั้นปริมาณน้ำที่มีจึงไม่เพียงพอแก่เกษตรกรในช่วงเวลานั้น ระดับน้ำด้านเหนือน้ำของอาคารอัดน้ำเฉลี่ยต่ำกว่าระดับเก็กกัก 0.50 เมตร และด้านท้ายน้ำจะต่ำกว่า 1.0 เมตร ซึ่งจะเป็นการยากที่จะรักษาระดับน้ำให้อยู่ที่ระดับเก็กกัก เมื่อมีการปิด-เปิดประตู ระบบ manual

4. ปริมาณการไหลเข้าใน reach ที่ 2 และ reach ที่ 5 น้อยกว่าปริมาณน้ำไหลออกแสดงว่าในระบบมีการวัดน้ำผิดพลาด ประสิทธิภาพการส่งน้ำของคลองสายใหญ่จะอยู่ที่ 90% ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ดี

5. การลดลงของพื้นที่หน้าตัดคลอง 10 – 52% จากที่ออกแบบไว้ในโครงการชลประทานย่อยพลายชุมพลทำให้ความจุคลองลดลง การปรับปรุงพื้นที่หน้าตัดคลองสายใหญ่ จะสามารถรักษาความจุคลองสูงสุดให้ได้ตามปริมาณน้ำที่ต้องส่งตามความต้องการของเกษตรกร

6. แบบจำลองทางชลศาสตร์ CanalMan ช่วยในปฏิบัติการระบบชลประทานแบบวันต่อวันได้ ซึ่งความถูกต้องของผลการศึกษาขึ้นอยู่กับคุณภาพข้อมูลนำเข้าของแบบจำลองและความละเอียดของผู้ใช้แบบจำลอง ความแตกต่างของขั้นเวลาไม่มีผลต่อระดับน้ำและปริมาณการไหล ช่วงเวลาที่ 1 นาที จะให้ผลลัพธ์ที่น่าพอใจด้วยค่า weighting factor 0.55

ไวทิต (2545) ได้ใช้แบบจำลอง CanalMan ศึกษาการควบคุมอาคารอัดน้ำในคลองสายใหญ่ฝั่งซ้าย ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 3 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่แฝก จังหวัดเชียงใหม่ โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 กลุ่ม คือ หาขนาดการเปิดบานที่อัตราการไหลต่าง ๆ ศึกษาการเข้าสู่สมดุลของน้ำในคลองกรณีลดอัตราการไหลและศึกษาการเข้าสู่สมดุลของน้ำในคลองกรณีเพิ่มอัตราการไหล จากการศึกษาพบว่า การส่งน้ำด้วยอัตราการไหล 1.14 ลบ.ม./วินาที หรือ 70% ของอัตราการไหลสูงสุด เป็นสภาวะที่ระดับน้ำในคลองสูงสุดโดยระดับน้ำจะต่ำกว่าระดับสันฝาย

โบว์แดง (2545) ศึกษาสภาพทางชลศาสตร์คลองส่งน้ำสายใหญ่ชัยนาท-ป่าสัก สำหรับใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการและบริหารจัดการน้ำที่เหมาะสม ตามศักยภาพที่เป็นอยู่จริง โดยทำการศึกษาเป็น 8 กรณี ผลการศึกษาสอบเทียบอาคาร ได้ค่าสัมประสิทธิ์การไหลผ่านประตูระบายมโนรมย์ ξ_{1s} เท่ากับ 0.6759 ξ_{2s} เท่ากับ 1.2256 และค่าสัมประสิทธิ์การไหลผ่านอาคารปากคลองซอยชนิดอื่น ๆ ξ_{1s} มีค่าอยู่ระหว่าง 0.6796 – 2.9597 ξ_{2s} มีค่าอยู่ระหว่าง 0.8341 – 1.1969 และค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่งของคลองอยู่ระหว่าง 0.0280 – 0.0299ซึ่งผลที่ได้สามารถนำไปคำนวณปริมาณน้ำในการปฏิบัติงานประจำวันได้ สำหรับผลการศึกษาด้วยแบบจำลองโดยเปรียบเทียบทั้ง 8 กรณีศึกษา เมื่อทำการปิด-เปิดอาคารในคลองทั้งสามช่วง ตามแต่ละกรณีศึกษาเมื่อกำหนดอัตราการไหลผ่านเท่ากัน พบว่าในคลองช่วงที่หนึ่งตั้งแต่ กม.0+630-16+000มี ระดับน้ำแตกต่างกัน 4-5 เซนติเมตร ในคลองช่วงที่สองตั้งแต่ กม. 16+000-32+000 มีระดับน้ำแตกต่างกัน

7-15 เซนติเมตร ในคลองช่วงที่สามตั้งแต่ กม. 32+000-47+000 มีระดับน้ำแตกต่างกัน15–20 เซนติเมตร และถ้าเปิดอาคารพร้อมกันในสองช่วงคลองหลังหรือตั้งแต่ กม. 16+000-47+000 จะมีระดับน้ำแตกต่างกัน 20-40 เซนติเมตร ซึ่งผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบทั้ง 8 กรณี พบว่าการควบคุมการส่งน้ำในคลองชัยนาท-ป่าสัก ช่วงโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษามโนรมย์ ควรปิดอาคารปากคลองซอยในช่วงที่สอง ตั้งแต่ กม. 16+000-32+000 ก่อน เพื่อให้ระดับน้ำยกตัวสูงขึ้นเหมาะสมทั้งระบบ ก่อนการชักน้ำเข้าปากคลองซอยด้วยการสูบน้ำในช่วงที่หนึ่งตั้งแต่ กม.0+630-16+000 และด้วยแรงโน้มถ่วงในช่วงที่สามตั้งแต่ กม. 32+000-47+000 แล้วจึงเปิดอาคารปากคลองซอยในช่วงที่สองดังกล่าว ตามลำดับการส่งน้ำของโครงการจึงจะเป็นไปอย่างทั่วถึง เต็มตามศักยภาพของระบบได้

DHI and Bangladesh Flood Plain Organization (1994) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การจัดการปัญหาน้ำท่วมในประเทศบังคลาเทศ โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 GIS ผลจากการศึกษาทำให้สามารถจัดทำแผนที่น้ำท่วม เพื่อเป็นข้อมูลในการควบคุมบริเวณน้ำท่วม การระบายน้ำปริมาณน้ำที่ท่วม และสิ่งก่อสร้างที่ต้องใช้ในการควบคุมและป้องกันความเสียหายที่เกิดจากน้ำท่วม นอกจากนั้นแบบจำลอง MIKE 11สามารถทำนายและวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดน้ำท่วม ซึ่งใช้เป็นข้อมูลสำหรับการเตือนภัยที่สำคัญ เพื่อเป็นข้อมูลในการกำหนดแผนและนโยบายหาแนวทางในการป้องกันน้ำท่วมต่อไป

วัชรี (2538) ได้ศึกษาการพยากรณ์สภาพการเกิดน้ำท่วมในลุ่มน้ำอู่ตะเภา เพื่อทำการพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วม ณ สถานีหาดใหญ่ โดยทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 โดยทำการปรับค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในลุ่มน้ำทั้งในส่วนของแบบจำลอง NAM (NAM Parameters) เพื่อคำนวณปริมาณน้ำท่าโดยใช้ข้อมูลฝนและการระเหย และในส่วนของ Hydro dynamic Module ในการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของน้ำในลำน้ำ โดยการปรับเทียบระดับน้ำและปริมาณน้ำที่คำนวณจากแบบจำลองให้มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลที่ทำการตรวจวัดไว้มากที่สุด หลังจากนั้นนำค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ได้ไปใช้ในการพยากรณ์ประจำวันต่อไป

DHI and Changjiang Water Resources (1995) ได้ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE 11 กับลุ่มน้ำแยงซีซึ่งตั้งอยู่ทางตอนกลางของประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนจีน ซึ่งบริเวณลุ่มน้ำแยงซีมีประชากรอาศัยอยู่มากกว่า 300 ล้านคน โดยส่วนใหญ่จะอาศัยอยู่บริเวณด้านท้ายน้ำแม่น้ำของพื้นที่ที่ทำการศึกษา โดยมีพื้นที่ในการศึกษาประมาณ 600,000

ตารางกิโลเมตร และครอบคลุมพื้นที่เกษตรกรรมที่สำคัญ โดยปริมาณการเกิดน้ำท่วมสูงสุดในแม่น้ำแยงซีมีอัตราการไหลถึง 100,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ซึ่งผลที่ได้นี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำระบบเตือนภัยต่อไป

Surachai (1995) ได้ทำการศึกษาถึงผลกระทบของน้ำท่วมในแม่น้ำป่าสักและแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง โดยทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ HEC-5 และ MIKE11 โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ระบบลุ่มน้ำคือ จากท้ายน้ำของเขื่อนป่าสักไปยังจังหวัดพระนครศรีอยุธยาตามแนวแม่น้ำป่าสัก และจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยาไปยังอ่าวไทยตามแนวแม่น้ำเจ้าพระยา โดยส่วนของแบบจำลอง HEC-5 จะใช้ทำการจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำผ่านอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักโดยใช้รอบปีการเกิดซ้ำที่ 20 50 100 200 500 และ1,000 ปี ตามลำดับ เป็นปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ และส่วนของแบบจำลอง MIKE 11 นั้น ใช้ทำการจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำในแม่น้ำป่าสักและแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง โดยผลการศึกษาสรุปได้ว่า เขื่อนป่าสักสามารถช่วยป้องกันน้ำท่วมในแม่น้ำป่าสักได้น้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำท่วมในแม่น้ำเจ้าพระยา อย่างไรก็ตามเขื่อนป่าสักจะช่วยให้ช่วงเวลาของการเกิดน้ำท่วมสูงสุดขึ้นช้าลง ซึ่งทำให้เป็นประโยชน์ในการเตือนภัยการเกิดน้ำท่วมในลุ่มน้ำเจ้าพระยาได้

Gelderland (1995) ได้ศึกษาการป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นจากสภาวะน้ำท่วมในประเทศเนเธอร์แลนด์ โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 และ MIKE 11 GIS เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาประสิทธิภาพของแบบจำลอง โดยพื้นที่ที่ทำการศึกษาตั้งอยู่ทางตะวันออกของประเทศเนเธอร์แลนด์ ซึ่งมีแม่น้ำสายหลัก 2 สาย คือ แม่น้ำไรนน์ และแม่น้ำแมส แบบจำลอง MIKE 11 ใช้เพื่อจำลองสภาพการไหลที่ซับซ้อนในระบบป้องกันน้ำท่วม โดยผลจากแบบจำลองจะใช้ในการดำเนินการงานที่เกี่ยวกับการเปิด-ปิดประตูระบายน้ำ อีกทั้งใช้ในการศึกษาการควบคุมน้ำท่วม โดยใช้สิ่งก่อสร้างขนาดเล็ก และสิ่งก่อสร้างขนาดใหญ่ ส่วนของแบบจำลอง MIKE 11 GIS ใช้จำลองสภาพน้ำท่วมในทุ่งน้ำท่วม ซึ่งผลจากการศึกษาสามารถใช้ในการจัดทำแผนที่น้ำท่วม และใช้ภาพเคลื่อนไหวในการทำให้เห็นส่วนของภาพการแพร่กระจายของการเกิดน้ำท่วม

Poomthaisong (1997) ประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 และ HEC-5 ในการควบคุมสภาพการเกิดน้ำท่วมของพื้นที่ลุ่มน้ำกกและลุ่มน้ำอิง โดยใช้ Rainfall-Runoff Module ในการหา Local Flow ด้านเหนือน้ำของลุ่มน้ำน่าน และใช้ Hydrodynamic Module (HD) ในการ

จำลองการไหลของน้ำในแม่น้ำน่าน โดยการจำลองการไหลของน้ำแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีการผันน้ำจากแม่น้ำอิง โดยผ่านแม่น้ำน่านไหลลงสู่เขื่อนสิริกิติ์ และกรณีการผันน้ำจากแม่น้ำน่านลงสู่อ่างเก็บน้ำเพื่อควบคุมน้ำท่วม และใช้ HEC-5 ในการจำลองระบบอ่างเก็บน้ำที่สร้างขึ้นใหม่เพื่อควบคุมการเกิดน้ำท่วม โดยเปรียบเทียบผลการจำลองการไหลของน้ำทั้ง 2 กรณี จากผลการศึกษาพบว่าอ่างเก็บน้ำในอนาคต เพื่อควบคุมน้ำท่วมสามารถลดขนาดของน้ำท่วมได้ อย่างไรก็ดีควรมีการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของลำน้ำท้ายน้ำ และทำคันกั้นน้ำเพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการควบคุมน้ำท่วม

<u>ลักษณะการไหลของน้ำในทางน้ำเปิด</u>

Chow (1959) ได้แบ่งรูปแบบการไหลในทางน้ำเปิดโดยการพิจารณาที่การเปลี่ยนแปลงความเร็วหรือความลึกการไหลเทียบกับเวลา และการเปลี่ยนแปลงความเร็วหรือความลึกการไหลจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ดังนี้

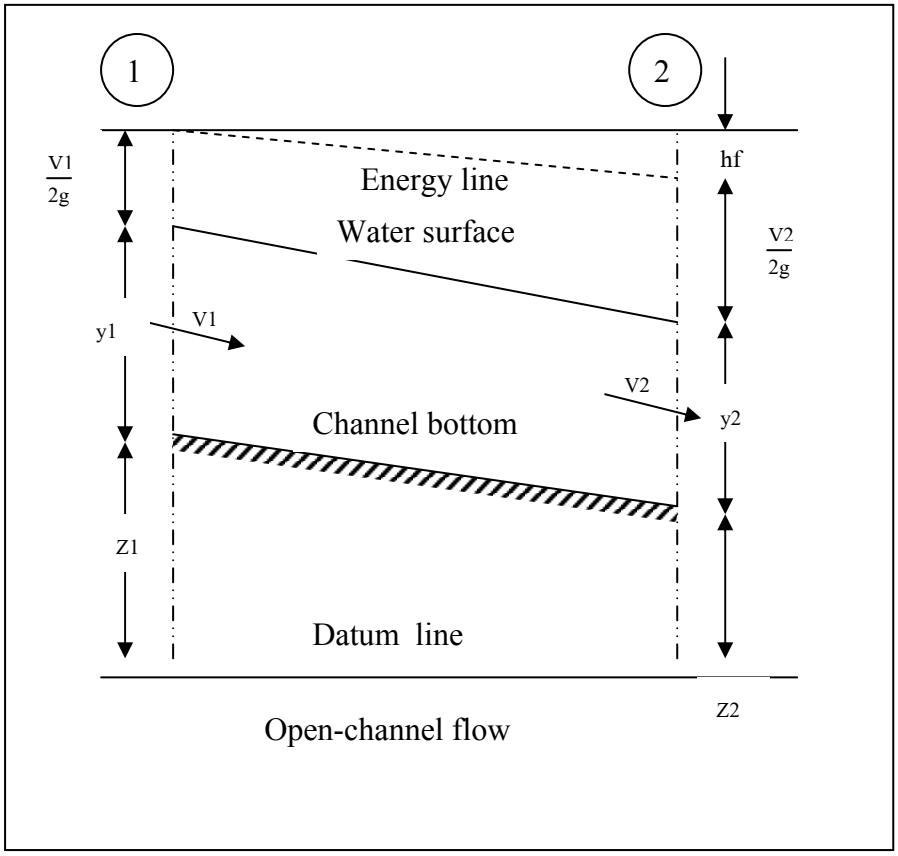
1. การไหลแบบ Steady Flows คือ การไหลแบบนี้เป็นการไหลที่มีลักษณะความเร็วหรือความลึกการไหลที่จุดใด ๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา

2. การไหลแบบ Unsteady Flows คือ การไหลแบบนี้เป็นการไหลของน้ำที่มีลักษณะที่ความเร็ว หรือความลึกการไหลที่จุดใด ๆ มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา

3. การไหลแบบ Uniform Flows คือ การไหลแบบที่มีลักษณะความเร็วหรือความลึกการไหลไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา โดยที่ความลึก (Depth) หน้าตัดการไหล (Area) ความเร็ว (Velocity) อัตราการไหล (Discharge) ที่ทุก ๆ หน้าตัดของช่วงการไหล จะมีค่าคงที่ และลาดของเส้นพลังงานการไหล (Energy Grade Line, S_f) เส้นผิวอิสระการไหล (Water Surface, S_w) ความลาดท้องคลอง (Channel Bottom, S_o) มีค่าเท่ากันโดยทั้งสามเส้นขนานกัน คือค่าความลาดของ $S_f = S_w = S_o$

4. การไหลแบบ Non – Uniform Flows คือ การไหลของน้ำในลักษณะที่ความเร็ว หรือความลึกการไหลมีการเปลี่ยนแปลงจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง

สุวัฒนา (2543) ได้อธิบายความหมายของความลาดเทผิวน้ำคือ Hydraulic Grade Line (HGL.) โดยมีความสูงของผิวน้ำเป็นความสูง Piezometric โดยที่ความหมายของ Energy Grade Line มีลักษณะคล้ายคลึงกับการไหลในท่อ ส่วนความสูง (Z) ของการไหลในทางน้ำเปิดวัดจากระดับอ้างอิงถึงระดับท้องคลอง ลักษณะการไหลของน้ำในทางน้ำเปิด ดังแสดงไว้ในภาพที่ 8



<u>ภาพที่ 8</u> แสดงลักษณะการไหลของน้ำในทางน้ำเปิด

ที่มา: สุวัฒนา (2543)

การไหลแบบคงที่ (Steady Flows) คือ การไหลที่คุณสมบัติการไหล เช่น ความเร็ว (V) พื้นที่หน้าตัดการไหล (A) ความลึก (Y) ที่ตำแหน่งใด ๆ ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา

$$(\partial Vx / \partial t) = 0 , (\partial Vy / \partial t = 0) , (\partial Az / \partial t) = 0 \quad (1)$$

การไหลแบบไม่คงที่ (Unsteady Flows) คือ การไหลที่คุณสมบัติการไหลที่ตำแหน่งใด ๆ เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา

$$(\partial Vx / \partial t) \neq 0 , (\partial Vy / \partial t) \neq 0 , (\partial Vz / \partial t) \neq 0 \quad (2)$$

การไหลแบบสม่ำเสมอ (Uniform Flows) คือ การไหลที่ตัวแปรการไหล เช่น ความเร็ว ความลึกและหน้าตัดการไหลไม่เปลี่ยนไปตามระยะทาง มักเกิดในทางน้ำรูปเรขาคณิต (Prismatic Channel) โดยมีความลาดเท (Slop) ของเส้นระดับพลังงาน (Energy Grade Line) พื้นผิวน้ำและท้องน้ำมีค่าเท่ากัน และความลึกของการไหลสม่ำเสมอคือความลึกปกติ (Normal Depht, Yn)

$$(\partial Vx / \partial x) = 0 , (\partial Vy / \partial y = 0) , (\partial Az / \partial z) = 0 \quad (3)$$

การไหลแบบไม่สม่ำเสมอ (Non-Uniform Flows) คือ การไหลที่ตัวแปรการไหล เช่น ความเร็วการไหล ความลึกการไหล และหน้าตัดการไหลเปลี่ยนไปตามระยะทางในทางน้ำ

$$(\partial Vx / \partial x) \neq 0 , (\partial Vy / \partial y) \neq 0 , (\partial Vz / \partial z) \neq 0 \quad (4)$$

สมการ Saint Venant คือ สมการที่อธิบายการไหลของน้ำแบบคงที่และไม่คงที่ประกอบไปด้วยสมการจำนวน 2 สมการ คือ สมการความต่อเนื่องและสมการโมเมนตัม ดังนี้

สมการความต่อเนื่อง (Continuity Equation)

$$\frac{\partial Q}{\partial X} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \quad (5)$$

สมการโมเมนตัม (Momentum equation) :

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial X}\left(\alpha\frac{Q^2}{A}\right) + gA\frac{\partial h}{\partial X} + \frac{gQ|Q|}{C^2AR} = 0 \quad (6)$$

$$\sqrt{R} = \frac{1}{A}\int_0^R Y^{\frac{3}{2}}db \quad (7)$$

โดยที่ Q เป็น อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)

A เป็น หน้าตัดทางขวางของการไหล (ตารางเมตร)

q เป็น ปริมาณการไหลเข้าด้านข้าง (ลบ.ม./วินาที)

h เป็น ระดับน้ำเหนือจุดอ้างอิง (เมตร)

C เป็น สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของ Chezy (เมตร$^{1/2}$/วินาที)

R เป็น รัศมีของความเสียดทาน (เมตร)

α เป็น สัมประสิทธิ์การแพร่กระจายของโมเมนตัม

Y เป็น ความลึกของน้ำ (เมตร)

B เป็น ความกว้างของผิวน้ำด้านบน (เมตร)

โดยทั่วไปแล้วการไหลในคลองส่งน้ำชลประทานไม่เป็นไปตามแบบ Uniform Flows เนื่องจากมีอาคารต่าง ๆ อยู่ในคลองหลายชนิด เช่น ประตูระบายน้ำ อาคารอัดน้ำปากคลองและกลางคลอง เป็นต้น เป็นผลทำให้การไหลของน้ำในคลองเปลี่ยนแปลงไป แต่อย่างไรก็ตามการคำนวณการไหลของน้ำในคลองชลประทานโดยทั่วไป ไม่สามารถคำนวณความถูกต้องได้อย่างแม่นยำ จึงมักใช้สูตรการคำนวณการไหลเป็นแบบ Uniform Flows ซึ่งใช้เป็นค่าคำตอบโดยประมาณ

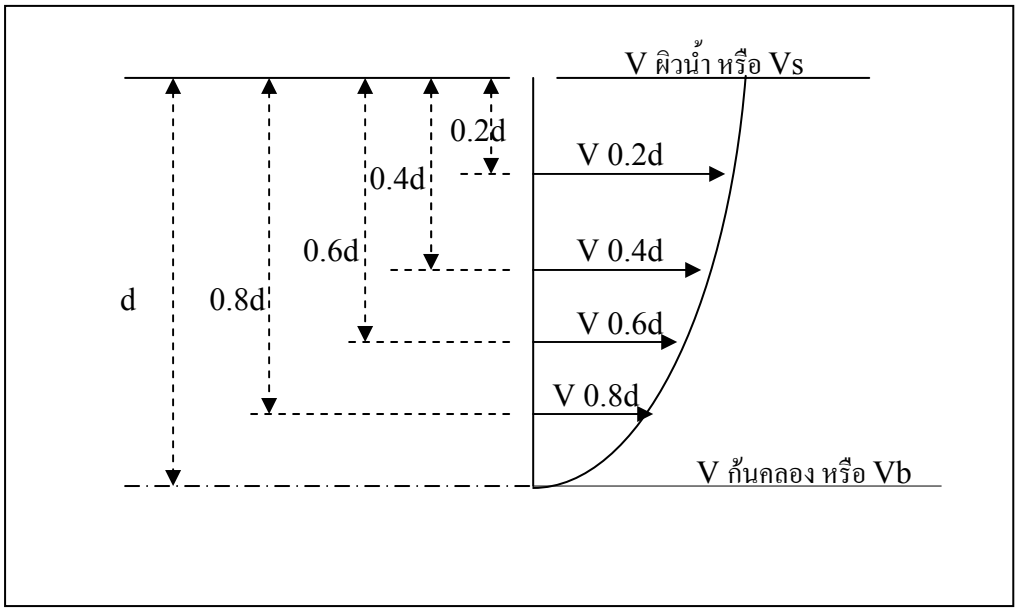
<u>การวัดน้ำ</u>

ฉลอง และ ชัยวัฒน์ (2523) การวัดน้ำผ่านอาคารจะวัดที่ห่างอาคารออกไปทางท้ายน้ำพอสมควร เพื่อทำให้การไหลของน้ำ Uniform คลองบริเวณที่วัดน้ำควรตรง และส่วนใหญ่วัดน้ำบนสะพาน หรือโดยการสร้างสะพานชั่วคราวโดยทั่วไป ระยะระหว่างรูปตัดที่วัดความเร็วของ

กระแสน้ำไม่ควรมากกว่า 1/20 ของความกว้างของรูปตัดที่ต้องการวัดปริมาณน้ำ การวัดปริมาณน้ำที่ผ่านอาคารมีขั้นตอนดังนี้

1. การวัดความเร็วของกระแสน้ำด้วยPrice Type AA อัตราความเร็วของกระแสน้ำหาได้โดยนับจำนวนรอบที่หมุนของเครื่องวัดเป็นเวลาประมาณ 60 วินาที แล้วหาความเร็วของกระแสน้ำเป็นเมตรต่อวินาทีได้จาก Calibration Chart อัตราความเร็วของกระแสน้ำวัดที่ 0.2 และ 0.8 ของความลึกจากผิวน้ำเมื่อความลึกน้อยกว่า 3 เมตร ถ้าความลึกมากกว่า 3 เมตร วัดความเร็ว 3 จุด โดยวัดที่ 0.6 ของความลึกเพิ่มขึ้น อัตราความเร็วเฉลี่ยหาได้โดยนำอัตราความเร็วเฉลี่ยที่ 0.2 และ 0.8 ของความลึกไปหาอัตราความเร็วเฉลี่ยกับอัตราความเร็วที่ความลึก 0.6 ของความลึก ดังแสดงไว้ในภาพที่ 9 หรือ

$$V_{\text{เฉลี่ย}} = \frac{\frac{V0.2 + V0.8}{2} + V0.6}{2}$$



<u>ภาพที่ 9</u> การกระจายความเร็วของกระแสน้ำตามความลึก

2. การคำนวณหาปริมาณน้ำ

การคำนวณหาปริมาณน้ำใช้วิธี “รูปตัดเฉลี่ย” สำหรับคำนวณปริมาณน้ำในคลอง วิธีดังกล่าวได้มาจากสมการ

$$Q = \left[\frac{V1 + V2}{2}\right] \left[\frac{y1 + y2}{2}\right] W \qquad (8)$$

ซึ่ง V_1 เป็น อัตราความเร็วเฉลี่ยที่รูปตัดหนึ่ง(เมตร/วินาที)

V_2 เป็น อัตราความเร็วเฉลี่ยที่รูปตัดข้างเคียง(เมตร/วินาที)

y_1 เป็น ความลึกที่รูปตัดหนึ่ง (เมตร)

y_2 เป็น ความลึกที่รูปตัดข้างเคียง (เมตร)

W เป็น ความกว้างระหว่างรูปตัดทั้งสอง (เมตร)

Q เป็น ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านระหว่างรูปตัดทั้งสอง (ลบ.ม/วินาที)

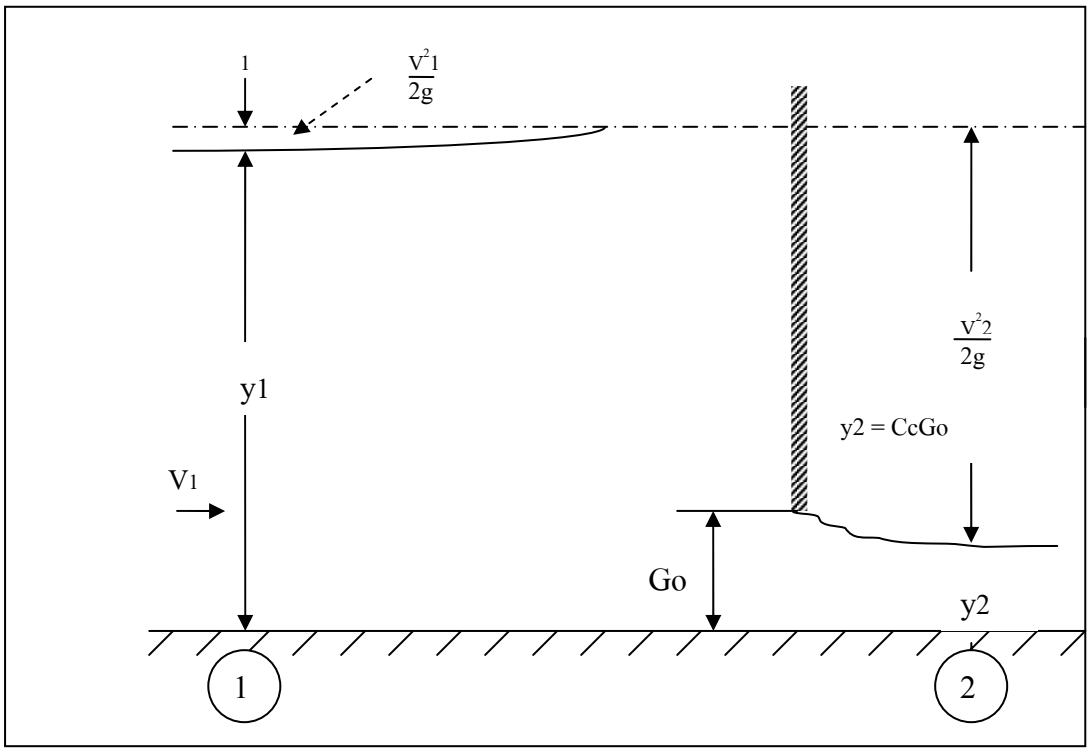
ในการวัดปริมาณน้ำที่อาคารใด ๆ จะเปิดบานที่มีความลึกต่าง ๆ กันอย่างน้อย 5 ครั้ง และจะวัดปริมาณน้ำทุกความลึกของบานที่เปิด การเปลี่ยนการเปิดบานแต่ละครั้งจะต้องรอไม่น้อยกว่า 20 นาที เพื่อให้การไหลของน้ำ Stable ระยะเวลาดังกล่าวขึ้นอยู่กับระยะทางระหว่างจุดที่วัดความเร็วและอาคารเป็นสำคัญ

<u>ทฤษฎีการไหลของน้ำผ่านใต้บานประตูของอาคารชลประทาน</u>

ฉลอง และ ชัยวัฒน์ (2523) กรณีที่น้ำไหลผ่านใต้บานประตู เกิดขึ้นในกรณีที่เปิดบานประตูเพียงบางส่วนให้น้ำไหลผ่าน ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการน้ำท้ายอาคาร ในระบบส่งน้ำชลประทาน ลักษณะการไหลของน้ำท้ายอาคารมีความสำคัญมาก เพราะยังมีอาคารชลประทานทางท้ายน้ำเป็นอาคารควบคุมการไหล จึงทำให้การไหลของน้ำผ่านใต้บานประตูอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะที่สำคัญ ๆ คือ

1. กรณีที่ทางออกท้ายน้ำ น้ำไหลโดยอิสระ (free flow)

กรณีนี้การไหลของน้ำท้ายประตูระบายเป็นอิสระ ไม่อยู่ใต้การถูกบังคับของการไหลท้ายน้ำดังแสดงในภาพที่ 10



<u>ภาพที่ 10</u> การไหลท้ายประตูระบาย เป็น free flow

สมการของ Energy ระหว่างรูปตัดทั้งสองจะได้

$$y_1 + \frac{V_1^2}{2g} = y_2 + \frac{V_2^2}{2g}$$ โดยสมมติว่า head losses มีค่าน้อยมากไม่นำมาคิด

$$y_1 + \frac{q^2}{2g\ y_1^2} = y_2 + \frac{q^2}{2g\ y_2^2}$$

เพราะว่า $Q = y_1 V_1 = y_2 V_2$ ปริมาณน้ำต่อหนึ่งหน่วยความกว้าง เมื่อจัดรูปของสมการใหม่จะได้

$$Q = y_1 y_2 \sqrt{\frac{2g}{y1 + y2}}$$

โดยทั่วไป มักเขียนสมการออกมาในรูปของ G0 คูณกับอัตราความเร็ว $\sqrt{2gy_1}$ และสัมประสิทธิ์ ปริมาณน้ำ C_d ซึ่งจะได้

$$Q = C_c G_0 \sqrt{\frac{2gy\ y1}{y1 + y2}}$$

โดยให้ $y_2 = C_c G_0$

หรือ $q = C_d G_0 \sqrt{2gy_1}$

ซึ่ง $C_d = C_c \sqrt{\frac{1}{1 + C_c \frac{G_0}{y_1}}}$

ดังนั้น ค่า C_c ขึ้นอยู่กับค่า $\frac{G_0}{y_1}$ เป็นสำคัญ ส่วนค่าอัตราความเร็ว $\sqrt{2gy_1}$ ไม่ได้เกิดขึ้นเป็นแต่เพียงเขียนออกมาในรูปของสมการมาตรฐานเท่านั้น

2. กรณีที่การไหลท้ายน้ำไม่เป็นอิสระ (Submerged flow)

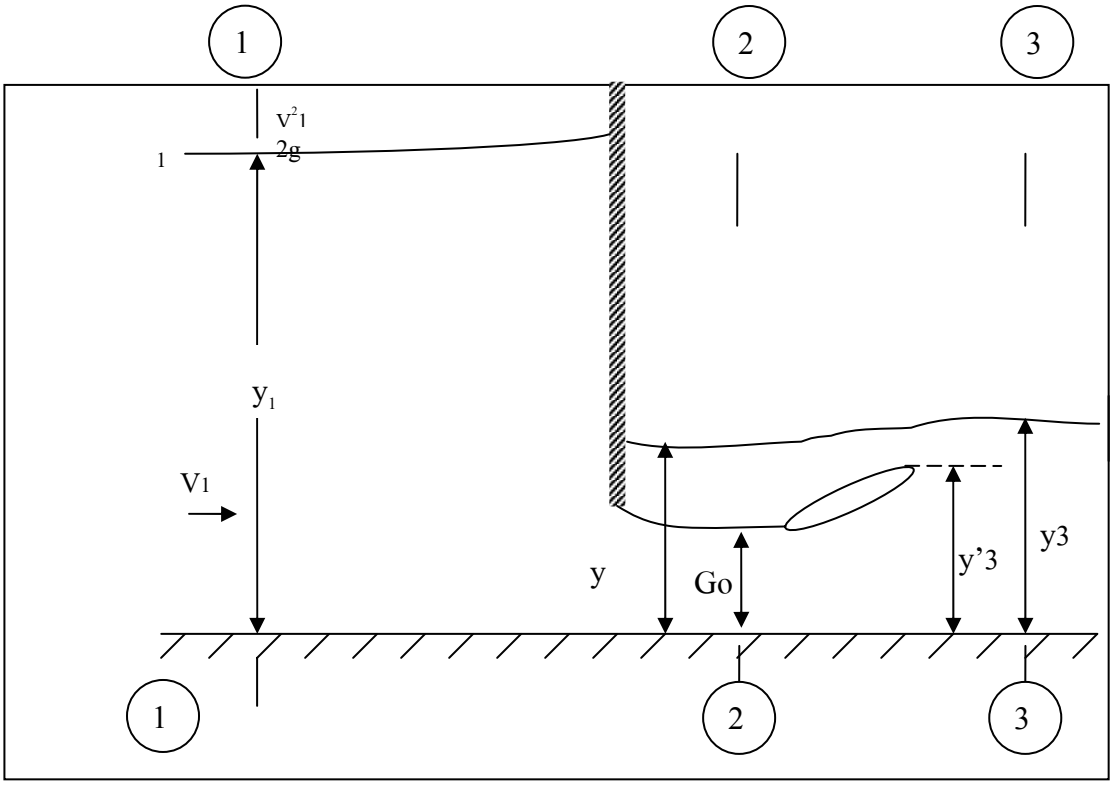
กรณีนี้ความลึกy_2 ที่เกิดจากการเปิดบาน และความลึก y_3 ที่เกิดจากลักษณะการควบคุมทางท้ายน้ำมีความสำคัญมาก กล่าวคือ ถ้า y_3 มีค่ามากกว่าความลึกหลังจากเกิด hydraulic jump (y'_3) เนื่องจาก y_2 ก็จะเกิด submerged ท้ายประตูที่เปิด ดังแสดงในภาพที่ 11

เนื่องจากการไหลจะเกิด head losses ระหว่างการไหลจากรูปตัด 1-1 ไปสู่รูปตัด 2-2 head losses จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อน้ำไหลจากรูปตัด 2-2 ไปสู่รูปตัด 3-3 เพราะว่า $E_1 = E_2$ ($E = y + \frac{V^2}{2g}$)

$$y_1 + \frac{V^2 1}{2g} = y + \frac{V^2 2}{2g}$$

หรือ $$y_1 + \frac{q^2}{2gy^2 1} = y + \frac{q^2}{2gy^2 2}$$

เพราะว่าค่า piezometric head ที่รูปตัด 2-2 เท่ากับความลึกทั้งหมด y ไม่ใช่ความลึกของ jet y_2



<u>ภาพที่ 11</u> การไหลท้ายประตูระบาย Submerged flow

ระหว่างรูปตัด 2-2 และรูปตัด 3-3 สามารถเขียนสมการของ momentum ได้ดังนี้

$$\Sigma F = Q\rho\Delta V$$

$$y^2\gamma y^2_3 = q\rho(V_2-V_3)$$

หรือ $$\frac{q^2}{2gy_2} + \frac{y^2}{2} = \frac{q^2}{2gy_3} + \frac{y^2_3}{2}$$

และได้มีผู้ทดลองหาความสัมพันธ์ของ Cd vs $\frac{y1}{Go}$ สำหรับ $\frac{y3}{2g1}$ ที่มีค่าต่าง ๆ กัน แต่ curves แสดงความสัมพันธ์ของค่าทั้งสามดังกล่าวไม่สะดวกที่จะนำไปใช้ในทางปฏิบัติในสนาม

สำหรับการไหลของน้ำผ่านอาคารชลประทานในระบบส่งน้ำโดยทั่วไปแล้วจะเป็นเช่นกรณีของ submerged flow เป็นส่วนใหญ่ แต่เปอร์เซ็นต์ของ submergence จะมากน้อยแตกต่างกันออกไป

สูตรที่นำมาใช้ในการคำนวณ ควรเป็นสูตรที่ง่าย สะดวกต่อการนำไปใช้ในสนาม และมีความถูกต้องมาก จึงยากแก่การที่จะหาสูตรที่จะนำมาใช้ในการคำนวณให้มีความสมบูรณ์ทุกประการดังที่ได้กล่าวไว้

ในชั้นนี้ ขอแนะนำให้ใช้สูตรของ U.S.Army Corps of Engineers ซึ่งใช้ได้เฉพาะกรณีที่ท้ายน้ำ submerged สูตรนี้ดัดแปลงมาจาก Conventional orifice formula ซึ่ง

$$Q = CA\sqrt{2g\Delta H} \qquad (9)$$

ซึ่ง Q เป็น ปริมาณน้ำ (ลบ.ม./วินาที)

C เป็น สัมประสิทธิ์ของปริมาณน้ำ โดยทั่วไปสมมุติให้มีค่าคงที่อยู่ระหว่าง 0.6 และ 0.7

A เป็น พื้นที่ที่เปิดบาน (ตารางเมตร)

ΔH เป็น ผลต่างของระดับน้ำเหนืออาคารและท้ายอาคาร (เมตร)

ค่า C จากสูตรที่ (2) หาได้ดังนี้

$$C = \frac{Q \text{ ที่วัดได้}}{A\sqrt{2g\Delta H}} \qquad (10)$$

โดยที่ตามความเป็นจริง อาคารชลประทานส่วนมาก เมื่อส่งน้ำจะอยู่ในลักษณะ submerged หรือกึ่ง submerged ตามภาพที่ 12 กล่าวคือ ระดับท้ายน้ำมีความสำคัญมากกว่าระดับธรณีประตู ดังนั้น U.S.Army Corps of Engineers จึงได้ทดลองทั้งในแบบจำลองและของจริง สำหรับอาคารที่มีบานโค้งและมีน้ำไหลผ่านในลักษณะ submerged กับได้เสนอแนะให้ใช้สูตรซึ่งได้ดัดแปลงมากจาก Conventional orifice formula คือ

$$Q = C_S L h_S \sqrt{2g\Delta H}$$

ซึ่ง Q เป็น ปริมาณน้ำ เป็น (ลบ.ม./วินาที)

C_S เป็น สัมประสิทธิ์ของปริมาณน้ำ ผันแปรอยู่ระหว่าง 0.02 และ 1.0 ซึ่งสัมพันธ์กับค่า $\frac{h_S}{G_O}$

ซึ่ง h_S เป็น ความลึกท้ายน้ำที่submerged (เมตร)

G_O เป็น บานที่เปิด (เมตร)

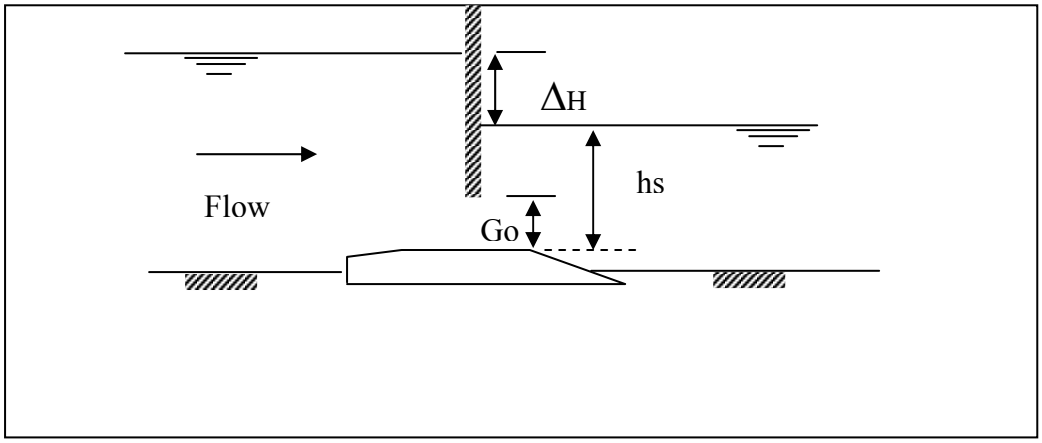
L เป็น ความกว้างของบานที่เปิด (เมตร)

ΔH เป็น ผลต่างของระดับน้ำเหนือน้ำและท้ายน้ำ (เมตร)

เมื่อเปิดบานแต่ละครั้งแล้ววัดปริมาณน้ำจะสามารถคำนวณค่า C_S ได้จากสูตร

$$Cs = \frac{Q \text{ ที่วัดได้}}{Lh_s\sqrt{2g\Delta H}} \qquad (11)$$

เมื่อนำค่า C_S ที่คำนวณได้ไป Plot กับค่า $\frac{h_S}{G_O}$ ในกระดาษกราฟ log-log ค่าที่ได้ในแต่ละอาคารจะมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง



ภาพที่ 12 แสดงรูปทั่ว ๆ ไป ของน้ำไหลผ่านอาคารเมื่อเป็น submerged flow

L= ความกว้างทั้งหมดของบาน

G_O = ระยะที่เปิดบาน

h_S = ผลต่างของระดับน้ำท้ายน้ำกับธรณีประตู

ΔH = ผลต่างของระดับน้ำเหนือน้ำและท้ายน้ำ

<u>ความต้านทานที่ท้องลำน้ำ</u>

แบบจำลอง MIKE 11 ทำการวิเคราะห์ความต้านทานของการไหลเนื่องจากความเสียดทานที่ท้องน้ำ สามารถคำนวณได้จากสมการของ Chezy หรือ Manning สำหรับสมการ Chezy แสดงความสัมพันธ์ได้ดังสมการที่ 12

$$Q = AC\sqrt{RS} \qquad (12)$$

เมื่อ Q เป็น อัตราการไหล (เมตร/วินาที)

A เป็น พื้นที่หน้าตัดการไหล (ตารางเมตร)

R เป็น รัศมีชลศาสตร์ (เมตร)

C เป็น สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของ Chezy

$$Q = \frac{1}{N} AR^{2/3}S^{1/2} = MAR^{2/3}S^{1/2} \qquad (13)$$

สำหรับสมการ Manning (n) แสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

เมื่อ n = สัมประสิทธิ์ความเสียดทางของ Manning

M = Manning number ซึ่งมีค่าสมมูลกับสัมประสิทธิ์ของ Strickler

ค่า M คือ ส่วนกลับของ Manning Coefficient n (M = 1/n) โดยค่า Manning' s "n" มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.01 จนถึง 0.10 ดังนั้นค่า M ที่สอดคล้องกันจะมีค่าตั้งแต่ 100

สัมประสิทธิ์ของ Chezy และสัมประสิทธิ์ของ Manning' s "n" ซึ่งแสดงความสัมพันธ์กันโดย Cunge et a1. (1980) แสดงได้ดังสมการ

$$C = \frac{R^{1/3}}{n} = MR^{1/6} \qquad (14)$$

การหาค่าสัมประสิทธิ์ของความต้านทางการไหล เนื่องจากความขรุขระของทางน้ำซึ่งก็จะหมายถึงค่า C n หรือ M นั้น สามารถประเมินได้โดยการปรับเทียบแบบจำลอง (Calibration) โดยการเปรียบเทียบระหว่างลักษณะทางภายภาพที่ได้จากแบบจำลอง และลักษณะทางกายภาพของสภาพความเป็นจริงที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลในสนาม นอกจากนั้นแล้วยังสามารถประเมินค่า Manning' s "n" ได้จากการเปรียบเทียบแบบจำลอง (Calibration) ของระบบการทำงานอื่นๆ ที่มีลักษณะทางกายภาพของภูมิประเทศที่คล้ายคลึงกัน สำหรับค่า Manning' s "n" โดยประมาณการไหลในทางน้ำเปิดทั่วไป ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สัมประสิทธิ์ความขรุขระ (n) ของทางน้ำธรรมชาติ

ชนิดและลักษณะของทางน้ำ	ต่ำสุด	ปานกลาง	สูงสุด
1. ลำน้ำย่อย (ความกว้างผิวน้ำที่เกิดจากอุทกภัย 100 ฟุต)			
1.1 ลำน้ำบนที่ราบ			
1. สะอาด ตรง ระดับสูงไม่มีแยกหรือบ่อเล็กๆ	0.025	0.030	0.033
2. เหมือนข้อแรก แต่มีหินและวัชพืชมากกว่า	0.030	0.035	0.040
3. สะอาด คดเคี้ยว มีบ่อและแก่งใต้น้ำ	0.033	0.035	0.045
4. เหมือนข้อ3) แต่วัชพืชและหิน	0.035	0.045	0.050
5. เหมือนข้อ4) แต่มีระดับต่ำกว่าความลาดเทและรูปตัดไม่	0.040	0.048	0.055
แน่นอน	0.045	0.050	0.060
6. เหมือนข้อ4) แต่มีหินมากกว่า	0.050	0.070	0.080
7. ช่วงไหลเข้า วัชพืช บ่อลึก	0.075	0.100	0.150
8. ช่วงที่มีวัชพืชมากบ่อลึกหรือทางอุทกภัยที่มีต้นไม้และพุ่ม			
หนาแน่น			

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ชนิดและลักษณะของทางน้ำ	ต่ำสุด	ปานกลาง	สูงสุด
1.2 ลำน้ำในหุบเขาไม่มีวัชพืชในทางน้ำตลิ่งลาดชัน ต้นไม้และพุ่มไม้ตามตลิ่งอยู่ใต้น้ำที่ระดับการไหลสูง			
1. ก้น : กรวด ก้อนหิน และหินก้อนใหญ่ ๆ	0.030	0.040	0.050
2. ก้น : ก้อนหิน หินก้อนใหญ่กว่า ข้อ 1)	0.040	0.050	0.070
2. ทาม (Flood plan)			
2.1 ทุ่งหญ้า ไม่มีหญ้าพุ่ม			
1. หญ้าสั้น	0.025	0.030	0.035
2. หญ้ายาว	0.030	0.035	0.050
2.2 พื้นที่เพาะปลูก			
1. ไม่มีพืช	0.020	0.030	0.040
2. พืชเป็นแถวที่แก่	0.025	0.035	0.045
2.3 ไม้พุ่ม			
1. ไม้พุ่มกระจัดกระจาย วัชพืชขึ้นหนา	0.035	0.050	0.070
2.4 ต้นไม้			
1. พื้นที่ว่างเปล่ามีต่อไม้ ไม่มีหน่อ	0.030	0.040	0.050
2. เหมือนข้อ 1) แต่มีหน่อมาก	0.050	0.060	0.080
3. มีไม้ยืนต้นมาก มีไม้ล้มเล็กน้อย ระดับน้ำต่ำกว่ากิ่งก้าน	0.080	0.100	0.120
4. เหมือนข้อ 3) แต่ระดับน้ำถึงกิ่งก้าน	0.100	0.012	0.160
3. ลำน้ำหนัก (ผิวน้ำเมื่อเกิดอุทกัยกว้าง 100 ฟุต) ค่า n น้อยกว่าลำน้ำย่อยที่มีลักษณะเหมือนกัน เพราะว่าความต้านทานบนตลิ่งน้อยกว่า			
1. รูปตัดสม่ำเสมอไม่มีก้อนหินหรือไม้พุ่ม	0.025	-	0.060
2. ไม่สม่ำเสมอและรูปตัดขรุขระ	0.035	-	0.100

ที่มา: Chow (1959)

<u>แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Hydraulics)</u>

แบบจำลอง RUBICON

Haskoning (1986) กล่าวว่าแบบจำลอง RUBICON เป็นแบบจำลองด้านอุกทกพลศาสตร์ (Hydro-Dynamic Model) พัฒนาขึ้นโดย HASKONING BV และ Delft Engineer Software เพื่อใช้ในการศึกษาปัญหาด้านวิศวกรรมชลศาสตร์ ได้แก่ การจำลองลักษณะการไหลของน้ำ การไหลแบบขึ้นลงของน้ำทะเลบริเวณปากแม่น้ำ ผลกระทบของอาคารชลศาสตร์ต่อผลการทบของอาคารชลศาสตร์ต่อระบบของทางน้ำ การเคลื่อนตัวของน้ำเนื่องจากการพังทลายของเขื่อน นอกจากนี้ยังสามารถทำการจำลองการไหลแบบคงที่ (Steady Flows) และการไหลแบบไม่คงตัว (Unsteady Flows) ในระบบทางน้ำเปิด โดนวิธีการวิเคราะห์เชิงตัวเลข (Numerical Analysis) ตามวิธีของ Preissmann ‘ s Implicit Finite Difference เพื่อหาคำตอบของสมการ Saint Venant แบบเต็มรูปแบบ ซึ่งผลที่ได้จากการจำลองประกอบด้วย อนุกรมเวลาของระดับน้ำและปริมาณการไหล ประกอบด้วยระบบย่อยพื้นฐาน 6 ระบบ ซึ่งแต่ละระบบย่อยสามารถดำเนินการให้เสร็จสิ้นได้ภายในตัวเอง และติดต่อสื่อสารกับระบบย่อยต่างๆโดยวิธีการทำงานของไฟล์ (Files) โดยระบบพื้นฐานทั้ง 6 ระบบมีดังนี้

1. ระบบย่อยสำหรับนิยามของโครงสร้างแบบจำลอง (MODDEF-Model Definition)

2. ระบบย่อยสำหรับปฏิบัติให้เป็นจริงของการจำลองสภาพการไหลด้วยแบบจำลอง (MODDEF-Model Computation)

3. ระบบย่อยสำหรับไฟล์ (Files) เพื่อจัดเตรียมรูปแบบของไฟล์ผลลัพธ์ แบบไม่มี รูปแบบจาก MODCOM (RDBUTL-Result Base Utilities)

4. ระบบย่อยสำหรับกรรมวิธีผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการจำลองสภาพการไหล (MODRES-Model Result)

5. ระบบย่อยสำหรับกรรมวิธีผลลัพธ์ที่ได้จากการดดำเนินการจำลองสภาพการ ไหล (MODPLT-Model Plots)

6. ระบบย่อยเพื่อสร้างตารางรูปตัดขวางสำหรับรวมเข้าไปใน (MODDEF RUBCRORUBICON Cross-Section Generator)

แบบจำลอง CanalMan

Gary P. MerKley (1997) กล่าวว่าแบบจำลองทางชลศาสตร์ CanalMan เป็นแบบจำลองที่สามรถวิเคราะห์การไหลแบบมั่นคง(Steady Flows)และแบบไม่มั่นคง (Unsteady Flows) ในคลองส่งน้ำ และสามารถแสดงผลการคำนวณออกมาในรูปแบบกราฟ และตารางได้ แบบจำลอง CanalMan ได้ถูกออกแบบและพัฒนามากจากสมการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สมการ Saint-VenantEquations of Continuity and Motion (Strelkoff, 1969) สำหรับการไหลในทางน้ำเปิด ซึ่งเป็นผลงานการพัฒนาของ Walker & Skogerboe ในปี ค.ศ. 1987

แบบจำลอง CanalMan เป็นแบบจำลองด้านอุทกพลศาสตร์ (Hydro-Dynamic Model) พัฒนาขึ้นเพื่อแสดงลักษณะทางชลศาสตร์แบบ (Unsteady Flows)ในระบบชลประทาน (Branching Canal Networks) เป็นแบบจำลองซึ่งออกแบบขึ้นเพื่อการวิเคราะห์ ควบคุมปฏิบัติการดำเนินการต่างๆใช้ในการควบคุมการส่งน้ำ,การจัดสรรน้ำในระบบคลองชลประทาน

แบบจำลอง CanalMan สามารถแสดงถึงลักษณะทางชลศาสตร์แบบไม่คงตัว (Unsteady Flows) ในระบบชลประทานคือ สามารถวิเคราะห์และช่วยควบคุมการส่งน้ำทั้งแบบบุคคลและแบบอัตโนมัติ โดยมีรูปแบบอาคารได้หลายชนิด ผลการวิเคราะห์บอกให้ทราบค่าความลึกของการไหลแต่ละช่วงของคลอง อัตราการไหล การควบคุมอาคารต่างๆในขณะเวลาต่างๆ

แบบจำลอง API (Antecedent Precipitation Index Model)

เป็นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นโดย U.S. Weather Bureau ในปี พ.ศ. 2483 (ค.ศ.1940) Linsley Kohler and Paulhus (1949,p.418-424) กล่าวว่า API Model เป็นแบบจำลอง ซึ่งได้รวมความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของตัวแปรอุทกวิทยาเข้าไว้ด้วยกันในรูปของความสัมพันธ์แกนร่วม (Coaxial) ซึ่งทำให้สามารถประมาณค่าของปริมาณการไหลได้อย่างรวดเร็ว ความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้จัดทำขึ้นจากการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่เกิดพายุแต่ละครั้งที่ผ่านมา โดยปกติแล้วแบบจำลองนี้จะเป็นการคำนวณปริมาณการไหลจากปริมาณฝน แต่ก็สามารถประมาณค่าปริมาณการไหลที่เกิดขึ้นใน

ช่วงเวลาเฉพาะได้ เช่น ราย 6 ชั่วโมง โดยการใช้ Unit hydrograph พยากรณ์ปริมาณการไหลช่วงที่เกิดน้ำท่วม

แบบจำลอง Sacramento (The Sacramento Model)

เป็นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นโดย U.S. National Weather Service and the California Department of Water Resources เป็น lumped model ที่แตกต่างไปจาก SSARR model เนื่องจากแบบจำลองนี้ใช้ค่าความชื้นของดินเฉลี่ยคำนวณหาค่าปริมาณฝนที่มากเกินจนก่อให้เกิดการไหลของน้ำผิวดิน

องค์ประกอบของแบบจำลองนี้ได้กำหนดชั้นความชื้นออกเป็น 2 ชั้น คือ ชั้นความชื้นชั้นบน (upper moisture zone) และชั้นความชื้นล่าง (lower moisture zone) ซึ่งการแบ่งชั้นความชื้นแต่ละชั้น จะแบ่งออกได้ด้วยความสามารถในการอุ้มน้ำและกักเก็บน้ำอิสระ

ฝนที่ตกบนพื้นที่ที่น้ำไม่อาจซึมผ่านได้จะเกิดการไหลเป็นน้ำผิวดินโดยตรง ในขณะที่พื้นที่ที่น้ำซึมผ่านได้จะเกิดการดูดซึมสู่ความชื้นบนอย่างอิสระ และปริมาณน้ำจำนวนนี้ต่อไปจะกลายเป็นน้ำผิวดิน (surface runoff) น้ำไหลระหว่างชั้นดิน (interflow) และฐานน้ำใต้ดิน (base flow)

น้ำที่ซึมลงดินจะซึมลงสู่ที่ชั้นเก็บกักเสริมเข้ามา น้ำที่ไหลด้านข้าง (lateral flow) จะก่อให้เกิดชั้นน้ำใต้ดินและถูกดูดซึมลึกลงไปยังชั้นความชื้นล่าง

ความสัมพันธ์ของตัวแปร จะเป็นตัวที่ใช้สำหรับการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนตัวของน้ำในระบบ ค่าของตัวแปรที่ใช้ในตอนเริ่มต้นจะพิจารณาจาก การวิเคราะห์กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำหรือปริมาณน้ำกับเวลา (hydrograph analysis) และจากคุณลักษณะของลุ่มน้ำ ค่าเหล่านี้สามารถทำให้ใกล้เคียงของจริงที่สุดได้ โดยวิธีลองผิดลองถูก (trial and errors) หรือโดยวิธีการแบบอัตโนมัติ (automatic optimization) โดยจะทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณการไหลที่แท้จริงกับค่าที่ได้จากการคำนวณนั้นมีความแตกต่างกันน้อยที่สุด

แบบจำลอง MIKE 11

แบบจำลอง MIKE 11 ได้รับการพัฒนาให้สามารถใช้งานได้บน PC-DOS, PC-UNIX และ Workstation โดยเน้นระบบการใช้งานแบบง่าย ๆ (User-Friendly) โดยแต่ละหน่วยของการใช้งาน (Module) ซึ่งเป็นลักษณะของการอธิบายโดยตัวของมันเอง (Self-Explanatory) ได้ โดยแบบจำลอง MIKE11 จะเป็น Integrated-Package ซึ่งสามารถเชื่อมModule ที่เป็นอิสระต่าง ๆ ได้โดยผ่านทางโครงสร้างของระบบเมนู ทำให้แบบจำลอง MIKE 11 สามารถนำมาใช้งานได้โดยง่ายตลอดจนมีความคล่องตัวสูง

ระบบโครงสร้างของแบบจำลอง MIKE11 ประกอบด้วยหลาย Module ด้วยกัน โดย Module ที่สำคัญซึ่งจะนำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ Hydrodynamic Module (HD) ที่สามารถจำลองแบบการไหลแบบไม่คงที่กับเวลา (Unsteady Flows) ซึ่งเป็นของระบบการไหลในทางน้ำเปิด แบบจำลองนี้สามารถใช้อธิบายการไหลได้ทั้งแบบ Subcritical และ Supercritical Flow Conditions โดยใช้วิธีการคำนวณเชิงตัวเลข (Numerical Analysis) ซึ่งผลที่ได้จากการจำลองแบบโดยใช้ HD Module นั้น ประกอบด้วยอนุกรมเวลาของระดับน้ำ และปริมาณการไหล เป็นต้น

นอกจาก HD Module ในแบบจำลอง MIKE11 ที่ได้นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้แล้ว MIKE11 สามารถใช้ UHM (Unit Hydrograph Module) ซึ่งสามารถนำมาใช้เพื่อคำนวณปริมาณการไหลเข้าด้านข้าง (Lateral Flow) โดยจะพิจารณาการสูญเสียของปริมาณฝนโดยวิธี SCS (Soil Conservation Service) แบบจำลอง MIKE11 นอกจากกระบวนการเปลี่ยนน้ำฝนเป็นน้ำท่าแล้วยังสามารถจำลองการไหลทางชลศาสตร์ของแม่น้ำ การเคลื่อนย้ายตะกอน คุณภาพน้ำ และการเคลื่อนตัวของน้ำเนื่องจากการพังทลายของเขื่อน แบบจำลอง MIKE11 มีความคล่องตัวสูง สะดวกและง่ายต่อการใช้ เนื่องจากหลายสาเหตุ อาทิเช่น ใช้งานได้ง่ายและสามารถแยกใช้แต่ละโปรแกรมย่อยได้ ถ่ายโอนข้อมูลหรือผลการคำนวณระหว่างโปรแกรมย่อยได้โดยอัตโนมัติและคำนวณได้ผลรวดเร็ว MIKE11 ใช้การคำนวณผลโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ Finite Difference Equation ซึ่งจะทำการสร้างกริดที่ใช้ในการคำนวณขึ้นอย่างอัตโนมัติ ซึ่งประกอบด้วย Q-point และ h-point วางสลับกัน โดย Q-point จะอยู่กึ่งกลางระหว่าง h-point 2 จุด นั่นหมายความว่า ระหว่างจุดสองจุดที่รู้ค่าระดับน้ำจะสามารถหาค่าปริมาณน้ำที่จุดกึ่งกลางซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยได้ (นุชนารถ,2545)

แบบจำลอง MIKE 11 Version 3.11 ประกอบด้วยแบบจำลองย่อย (Modules) หลักดังนี้คือ

1. แบบจำลองทางอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic Module, HD) ใช้สำหรับการคำนวณหาปริมาณน้ำและระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาในลำน้ำ (Channel) และทุ่งน้ำท่วม (Flood Plain)

2. แบบจำลองการเคลื่อนตัวของตะกอน (Sediment Transport, ST) ใช้ในการศึกษาขบวนการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของตะกอน และจำลองสภาพของการตกตะกอนในลำน้ำ

3. แบบจำลองทางคุณภาพน้ำ (Water Quality, WQ) โดยใช้ร่วมกับแบบจำลองการแพร่กระจายตัว (TD) สำหรับการจำลองสภาพความเข้มข้นของตัวชี้วัดคุณภาพน้ำ และปฏิกิริยาภายในสิ่งเจือปนต่าง ๆ ที่อยู่ในน้ำ

4. แบบจำลองการแพร่กระจายตัว (Transport Dispersion, TD) ใช้ในการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวและการกระจายตัวของสารละลายและสารแขวนลอยในลำน้ำ รวมไปถึงแรงยึดเกาะกันของตะกอน เป็นต้น

5. แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (Precipitation-Runoff Model or Nedbor-Afstromning Model, NAM) ใช้ในการจำลองแบบปริมาณน้ำท่า เพื่อนำมาใช้เป็นปริมาณการไหลเข้าด้านข้าง (Lateral Inflow) สำหรับ Hydrodynamic Model (HD)

6. แบบจำลองกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า (Unit Hydrograph Model, UH) โดยประยุกต์ใช้ร่วมกับวิธี SCS (Soil Conservation Service) ในการประมาณค่าปริมาณการไหลเข้าด้านข้างของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย

MIKE 11 ใช้ลักษณะการแก้ปัญหาสมการทางคณิตศาสตร์ โดยวิธีเทคนิคระเบียบวิธีเชิงตัวเลข (Numerical) แบบ Implicit Finite Difference Scheme (พัฒนาโดย Abbott และ Ionescu 1967) ซึ่งเทคนิคดังกล่าวใช้คำนวณอัตราการไหล(Q, Discharge) และระดับน้ำ (h, Water Level) ในตำแหน่งที่สลับกันช่วงของตำแหน่ง Q และ h จะถูกกำหนดในโปรแกรม โดยใช้ระยะห่างของแต่ละช่วงหน้าตัดลำน้ำที่นำเข้าให้กับแบบจำลองเป็นตำแหน่ง แต่อย่างไรก็ตาม หากระยะห่างของหน้าตัดลำน้ำมากเกินกว่าค่า $\Delta x\text{-max}$ แบบจำลอง MIKE 11 จะทำการคำนวณค่าของรูปตัดลำน้ำ

ให้เองโดยใช้ข้อมูลจากรูปตัดลำน้ำข้างเคียง ซึ่งจากการกำหนดตำแหน่งตัวแปรต่างๆ ดังกล่าวนี้ ทำให้แบบจำลองเหมาะสำหรับการคำนวณสภาพทางชลศาสตร์ของลำน้ำ ที่มีรูปลักษณะแบบแขนง (Branch) หรือแบบโครงข่ายลำน้ำ (River – Network) โดยส่วนของการคำนวณสภาพทางชลศาสตร์ของแบบจำลอง MIKE 11 ได้พัฒนามาจากสมการ Saint Venant ซึ่งประกอบด้วย สมการความต่อเนื่อง (Continuity Equation) และสมการโมเมนตัม (Momentum Equation) แบบจำลองมีองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วน ดังนี้

1. Hydrological Information System หรือ HIS module เป็นส่วนที่ใช้ในการประมวลผลนำเสนอและวิเคราะห์ Time series ของข้อมูลอุทกวิทยาและอุตุนิยมวิทยา โดยใช้เป็นข้อมูลด้านเข้าให้แก่แบบจำลองทั้งในส่วนของอุทกวิทยา และการไหลของลำน้ำ

2. Rainfall – Runoff หรือ NAM module ใช้ในการคำนวณหาปริมาณการไหลของน้ำจากค่าปริมาณน้ำฝน แบบจำลองในส่วนนี้แบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำออกเป็นลุ่มน้ำย่อยๆ มีตัวแปรต่างกันไป

3. แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic (HD) Model) ได้ใช้วิธี Implicit Finite Difference ในการคำนวณสภาพการไหลแบบไม่คงที่ (Unsteady Flow) ในลำน้ำและบริเวณปากแม่น้ำ โดยแบบจำลองอุทกพลศาสตร์นี้สามารถอธิบายสภาพการไหลได้ทั้งการไหลแบบต่ำกว่าวิกฤต (Sub critical Flow) และการไหลแบบเหนือวิกฤต (Supercritical Flow) ตลอดจนสามารถคำนวณการไหลในระบบลำน้ำที่มีการไหลเข้าด้านข้าง และแสดงผลการคำนวณเปลี่ยนแปลงตามเวลา(Time) และสถานที่ (Space)

3.1 สมการพื้นฐาน

สมการพื้นฐานของแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ในแบบจำลอง MIKE 11 คือสมการ Saint Vacant ซึ่งเป็นสมการที่อธิบายสภาพการไหลในลำน้ำแบบ 1 มิติ (One Dimension) โดยมีสมมติฐานเบื้องต้นคือ

3.1.1 น้ำเป็นของเหลวที่ไม่สามารถอัดได้ (Incompressible Fluid) และความหนาแน่นคงที่ตลอดการไหล

3.1.2 ความลาดชันท้องลำน้ำมีค่าน้อย (Mild Slope)

3.1.3 การไหลเป็นแบบ 1 มิติ (One Dimension) ความลึกและความเร็วจะเปลี่ยนแปลงตามความยาวของลำน้ำ

3.1.4 สภาพการไหลเป็นแบบต่ำกว่าวิกฤต (Sub critical Flow)

แบบจำลอง MIKE 11 ได้กำหนดทางเลือกของลักษณะการไหลไว้ 3 ประเภท ดังนี้

1. Dynamic Approach เป็นการใช้สมการโมเมนตั้มแบบเต็มรูปแบบ (Full Momentum equation) ซึ่งประกอบด้วยแรงเนื่องจากความเร็ว(Acceleration Forces) ซึ่งสามารถใช้กับกรณีของการจำลองแบบของการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว (Fast Transients) การไหลของการขึ้นลงของน้ำทะเล(Tidal Flow) เป็นต้น ในขณะเดียวกัน Backwaters Profiles ก็สามารถถูกคำนวณออกมาได้เช่นกัน

2. Diffusion Wave Approach เป็นแบบจำลองที่จำลองแบบเฉพาะเทอมของความต้าน-ทานของท้องคลอง (Bed Friction)เทอมของแรงโน้มถ่วง (Gravity Force) และเทอมของความเปลี่ยนแปลงของความดันสถิตศาสตร์น้ำ (Hydrostatic Gradient)ในสมการโมเมนตั้มเท่านั้น การแก้สมการ ซึ่งหมายความว่าเฉพาะปรากฏการณ์ของ Relatively Strady Backwater Phenomena (จากการเปรียบเทียบกับช่วงเวลา) เท่านั้นที่ถูกแก้ปัญหา

3. Kinematic Wave สมมติฐานของการสมดุลระหว่างความต้านทาน (Friction) และแรงโน้มถ่วง (Gravity) ซึ่งหมายความว่า Kinematic Wave Approach นั้น ไม่สามารถทำการวิเคราะห์หาผลกระทบที่เกิดจากผลกระทบของน้ำเท้อ(Backwater Effects) ได้ ดังนั้นการใช้วิธีนี้เหมาะสมสำหรับแม่น้ำที่มีความลาดชันมาก (Relatively Steep Rivers) ที่ปราศจากผลกระทบที่เกิดจากน้ำเท้อ

ปกติแล้วสมควรเลือกใช้ Dynamic Wave Description สำหรับทุกๆ กรณีของการใช้งานและรวมทั้งในการศึกษาครั้งนี้ด้วย นอกจากว่าในกรณีที่มั่นใจได้ว่า Diffusive หรือ Kinematic descriptions นั้นมีความเหมาะสมเพียงพอในกรณีการศึกษานั้นๆ

Diffusive and Kinematic Wave Approximation ดังกล่าวนั้น เป็นการทำ Full Dynamic Description อยู่ในรูปแบบที่ง่ายขึ้นเพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณ อย่างไรก็ตามการนำวิธีทั้งสองไปใช้งานนั้นจะต้องแน่ใจได้ว่าเทอมที่ไม่พิจารณานั้นไม่มีความสำคัญต่อกรณีการศึกษานั้นๆ ดังนั้นการใช้ Full Dynamic Description จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดในทุกๆ กรณี อย่างไรก็แล้วแต่ทั้ง 3 ประเภทของการไหลนั้น ไม่มีวิธีการใดที่สามารถอธิบายรายละเอียดของการเกิด Hydraulic Jump ได้เลย นอกจากสามารถแสดงสภาพทางด้านเหนือน้ำ (Upstream) และสภาพทางด้านท้ายน้ำ (Downstream) จากบริเวณที่เกิด Hydraulic Jump เท่านั้น

การแสดงผลของ MIKE 11 ตรวจสอบได้จาก MIKE View ซึ่งสามารถแสดงผลได้หลายรูปแบบ ได้แก่ อัตราการไหล ณ จุดตรวจสอบ ระดับน้ำ ณ เวลาต่าง ๆ Cross-Section ที่พิเศษจะแสดงภาพเคลื่อนไหวแบบ Animation การขึ้นลงของระดับน้ำตามรูปตัดตามยาวของลำน้ำ ทำให้ง่ายต่อการศึกษาสภาพชลศาสตร์ของคลอง

ข้อมูลด้านเข้าแบบจำลอง MIKE 11

แบบจำลอง MIKE 11 ต้องการข้อมูลที่สำคัญคือ ข้อมูลสภาพลำน้ำและมิติต่างๆของอาคารในลำน้ำ ตลอดจนข้อมูลทางชลศาสตร์ที่ได้จากการเก็บข้อมูลจริงในสนาม การเก็บข้อมูลระดับน้ำในช่วงเวลาต่างๆ ข้อมูลเหล่านี้เป็นตัวแปรที่สำคัญของคำนวณของแบบจำลอง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วน ข้อมูลที่แบบจำลองต้องการแบ่งได้ 2 ลักษณะคือ

1. ข้อมูลที่ไม่ขึ้นต่อเวลา ได้แก่ข้อมูลทางกายภาพทั่วไป เช่น รูปตัดลำน้ำ ระยะทางขนาดของอาคารชลประทาน แผนที่ 1:50000 เป็นต้น

2. ข้อมูลที่ขึ้นต่อเวลา ได้แก่ ข้อมูลสถิติน้ำในปีที่ทำการศึกษา สถิติฝน แผนการจัดสรรน้ำของโครงการ เป็นต้น

ขีดจำกัดของแบบจำลอง MIKE 11

ในแบบจำลอง MIKE 11 มีข้อจำกัดที่ไม่สามารถดำเนินการได้บางลักษณะและต้องปรับข้อมูลเพื่อให้แบบจำลองทำงานได้ ดังนี้

1. ลักษณะอาคารให้เลือกในแบบจำลองมีจำนวนจำกัด ลักษณะบางอาคารต้องทำการปรับค่า Parameter เพื่อให้อาคารที่ต้องการที่ไม่มีในแบบจำลองใช้งานได้ หรือ เลี่ยงการใช้งานลักษณะนี้ โดยปรับใช้อัตราการไหลแทนการคำนวณอัตราการไหลผ่านอาคารแทน เป็นต้น

2. แบบจำลองไม่มีรายละเอียดค่าการสูญเสียน้ำในการระเหยและการรั่วซึมใน Models HD ในทางปฏิบัติต้องทำการศึกษาโดยการวัดจากสนามและนำมาใช้ในแบบจำลอง

จากการศึกษาแบบจำลอง แบบจำลอง RUBICON แบบจำลอง Canal Man แบบจำลอง API (Antecedent Precipitation Index Model) แบบจำลอง Sacramento (The Sacramento Model) และแบบจำลอง MIKE 11 ซึ่งเป็นแบบจำลองทางชลศาสตร์ โดยใช้สมการ Saint-Venant เป็นสมการพื้นฐานในการจำลองสภาพการไหลเช่นเดียวกันหมด ผลที่ได้คือ ระดับน้ำและอัตราการไหลที่ค่าอนุกรมเวลาต่าง ๆ ซึ่งแบบจำลองแบบจำลอง RUBICON มีการ Run ใน Ms-Dos Mode โดยต้อง Run ทีละส่วน ซึ่งไม่สะดวกในการใช้ ส่วนแบบจำลอง Canal Man การวิเคราะห์ตลิ่งจึงไม่ทราบค่าระดับของน้ำที่ล้นคลอง อีกทั้งไม่มีความหลากหลายของการแสดงผลการ Simulation ส่วนแบบจำลอง API (Antecedent Precipitation Index Model) แบบจำลอง Sacramento (The Sacramento Model) จะไม่เน้นการวิเคราะห์ทางด้านอาคารชลประทาน

การใช้งานใบแบบ MIKE 11 จะทำงานบนระบบ Window ง่ายต่อการใช้งานและมีเครื่องมือที่ใช้งานหลายรูปแบบ การแสดงผลของแบบจำลองทำให้ดูง่ายสะดวกต่อการวิเคราะห์และปรับแก้ข้อมูล ดังนั้นจึงเลือกใช้แบบจำลอง MIKE 11 ในการทำวิจัยครั้งนี้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์ PC และเครื่องพิมพ์ จำนวน 1 ชุด

2. แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 (version window)

3. ข้อมูลทางอุทกวิทยา และข้อมูลทางชลศาสตร์ของลุ่มน้ำสุพรรณบุรี

4. แผนที่ภูมิประเทศของลุ่มน้ำสุพรรณบุรี มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหารและแผนที่ 1:50,000 ของโครงการฯพลเทพ โครงการฯท่าโบสถ์ โครกการฯสามชุก และโครงการฯโพธิ์พระยา

5. ข้อมูลรูปตัดตามยาวและรูปตัดขวางของลำน้ำสุพรรณบุรีตั้งแต่ กม.0+000 ถึง กม. 317+000

6. ข้อมูลขนาดมิติต่างๆ ของอาคารชลประทานได้แก่ ปตร.และทรบ.ต่างๆของโครงการชลประทาน

วิธีการ

การศึกษาเพื่อหาสภาพความเหมาะสมทางชลศาสตร์ของแม่น้ำสุพรรณบุรีในขอบเขตการรับผิดชอบของสำนักชลประทานที่ 12 จังหวัดชัยนาท ตามภาพที่ 13 ประกอบด้วยวิธีการศึกษา 4 ขั้นตอนการศึกษา คือ 1. การรวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่ต้องนำเข้าแบบจำลองและข้อมูลประกอบในการวิเคราะห์ทางชลศาสตร์ 2. การสอบเทียบแบบจำลองและทดสอบแบบจำลอง 3. การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางชลศาสตร์ MIKE 11 โดยแยกกรณีศึกษา ออกเป็น 8 กรณีศึกษา4. เสนอผลที่ได้และวิจารณ์ 5. สรุปผลและข้อเสนอแนะในการบริหารจัดการน้ำแต่ละโครงการ

<u>การรวบรวมข้อมูล</u>

ในการศึกษาต้องทำการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่ต้องนำเข้าแบบจำลองและข้อมูลประกอบในการวิเคราะห์ทางชลศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

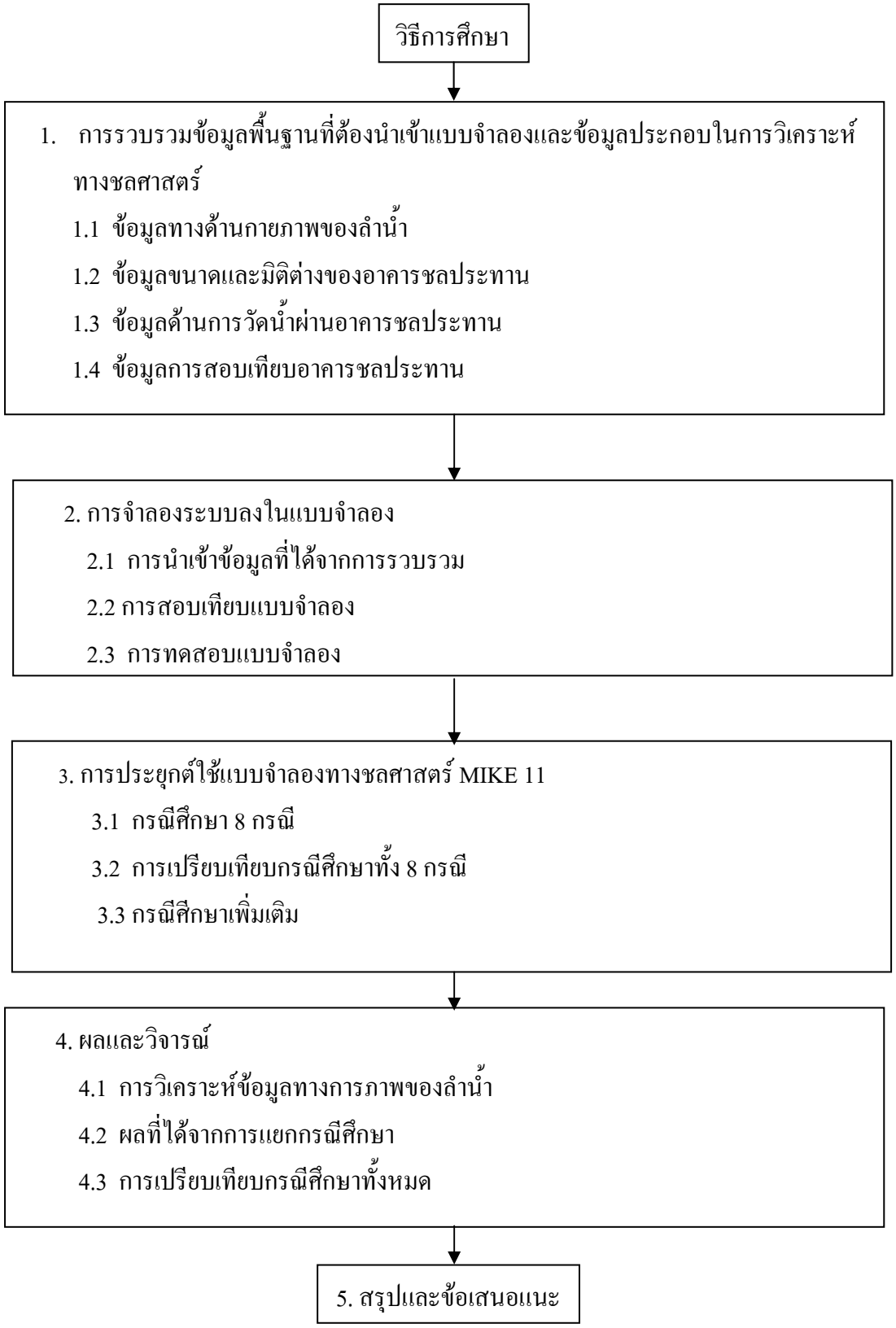
1. ข้อมูลทางกายภาพของลำน้ำสุพรรณบุรี ได้แก่ ข้อมูล Cross-Section ตามระยะต่างของแม่น้ำสุพรรณบุรีตั้งแต่ กม.0+000 ถึง กม.115+400โดยข้อมูลจากกองวางโครงการ กรมชลประทาน

2. ข้อมูลขนาดและมิติต่างของอาคารชลประทาน ได้แก่ ระยะที่ตั้งของอาคารข้อมูลขนาดบานระบาย ชนิดของอาคาร ระดับน้ำสูงสุด ระดับพื้นธรณี อัตราการไหลสูงสุด
ตามตารางที่ 3

3. ข้อมูลด้านการวัดน้ำผ่านอาคารชลประทาน ได้แก่ อัตราการไหลของน้ำที่ผ่านอาคารชลประทาน ระดับน้ำเหนือ – ท้ายอาคารชลประทาน ที่หัวงานโครงการและปากคลองส่งน้ำสายใหญ่ทั้งสองฝั่ง ตามตารางผนวกที่ 1

4. ข้อมูลการสอบเทียบอาคารชลประทาน ได้จากการรวบรวมการวัดน้ำจริงเพื่อทำการสอบเทียบอาคารชลประทานของศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคกลาง จังหวัดชัยนาท

ตามที่ได้ข้อมูลการสอบเทียบอาคารหัวงานจากศูนย์อุทกวิทยาและการบริหารน้ำภาคกลางที่ได้ทำการสำรวจปริมาณน้ำที่ผ่านอาคารชลประทาน ในเขตสำนักชลประทานที่ 12 ได้นำค่า Cs ที่ได้ของประตูระบายน้ำมาทำการปรับข้อมูลปริมาณน้ำที่ผ่านอาคารของโครงการเพื่อที่ได้ข้อมูลปริมาณน้ำใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้จากการวัดจริงค่อนข้างไม่ตรงกับการคำนวณน้ำผ่านอาคาร เนื่องจากการปฏิบัติงานจริงได้ใช้ค่า Cs เฉลี่ยในการคำนวณ จึงต้องมีการปรับแก้ข้อมูล โดยใช้ข้อมูลของโครงการเฉพาะค่าระดับน้ำด้านเหนือและด้านท้าย มาทำการปรับแก้โดยการใช้ค่า Cs จากการวัดน้ำจริง แล้งจึงทำการคำนวณใหม่เพื่อให้ได้ข้อมูลในการนำเข้าในแบบจำลอง และเพื่อการสอบเทียบ ข้อมูลจากการวัดน้ำจริงรายสัปดาห์ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4 -77 และภาพที่ 14 -17

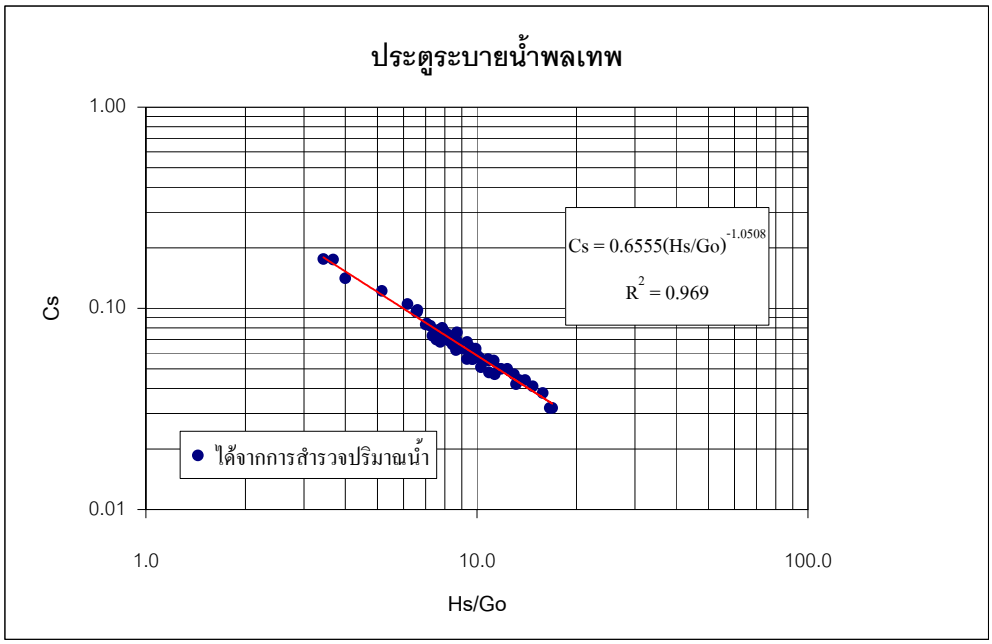


ภาพที่ 13 แผนผังวิธีการศึกษาสภาพความเหมาะสมทางชลศาสตร์ของแม่น้ำสุพรรณบุรี

ตารางที่ 3 บัญชีอาคารควบคุมการส่งน้ำในแม่น้ำสุพรรณบุรี เขตสำนักชลประทานที่ 12

ลำดับที่	ชื่ออาคาร	KM	โครงการ	ชนิดของบาน	จำนวนช่อง	ความกว้างของบาน (เมตร)	ระดับธรณี (ร.ท.ก.)	ระดับ F.S.L (ร.ท.ก.)	อัตราการไหลสูงสุด ลบ.ม./วินาที
1	ประตูระบายน้ำพลเทพ	0+300	พลเทพ	Slide	4	6.50	7.50	16.50	320.00
2	ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์	27+500	ท่าโบสถ์	Radial	4	6.00	8.75	13.50	318.00
3	อาคารปากคลอง 1 ซ้าย	0+005	ท่าโบสถ์	Slide	1	1.50	11.25	13.50	6.81
4	อาคารปากคลอง 1 ขวา	0+100	ท่าโบสถ์	Slide	3	1.00	12.25	13.60	1.12
5	ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์	80.0000	สามชุก	Slide	2	12.50	2.50	9.15	318.00
6	อาคารปากคลอง 1R	0.0750	สามชุก	Slide	1	2.50	6.09	9.15	11.90
7	อาคารปากคลอง 2R	0.4500	สามชุก	Slide	2	1.50	7.01	9.11	10.24
8	อาคารปากคลอง 1L	2.7000	สามชุก	Slide	1	4.00	0.00	0.00	16.80
9	ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา	115.4000	โพธิ์พระยา	Slide	2	12.50	0.20	6.00	318.00
10	อาคารปากคลอง 1L	8.0000	โพธิ์พระยา	Slide	2	4.00	2.25	7.02	0.00
11	อาคารปากคลอง 1R	0.0500	โพธิ์พระยา	Slide	5	4.01	1.91	6.33	0.00

ที่มา : ส่วนจัดสรรน้ำและบำรุงรักษา สำนักชลประทานที่ 12



$$Cs = \frac{Q}{L * Hs \sqrt{2g\Delta H}}$$

<u>รายละเอียด</u>

โครงการ พลเทพ

ชื่ออาคาร ประตูระบายน้ำพลเทพ

ลักษณะของอาคาร

บานประตู จำนวน 4 บาน

ความกว้างของบาน 6.50 เมตร

ระดับธรณีประตู 7.50 เมตร

L = ความกว้างของบาน X จำนวนบาน = 6.50 X 4 = 26 เมตร

<u>ข้อแนะนำในการใช้สูตร</u>

1. หาค่าการเปิดบาน (Go)
2. คำนวณค่า Hs = ระดับน้ำด้านท้ายน้ำ - ระดับธรณีประตู
3. หาค่า Hs / Go
4. ใช้ค่า Hs /Go ที่คำนวณได้หาค่า Cs จากกราฟ
5. หาค่า Δ H = ระดับน้ำด้านเหนือน้ำ - ระดับน้ำด้านท้ายน้ำ
6. คำนวณ Q = Cs * L * Hs * $\sqrt{2g\Delta H}$

<u>ภาพที่ 14</u> การสอบเทียบประตูระบายน้ำพลเทพ

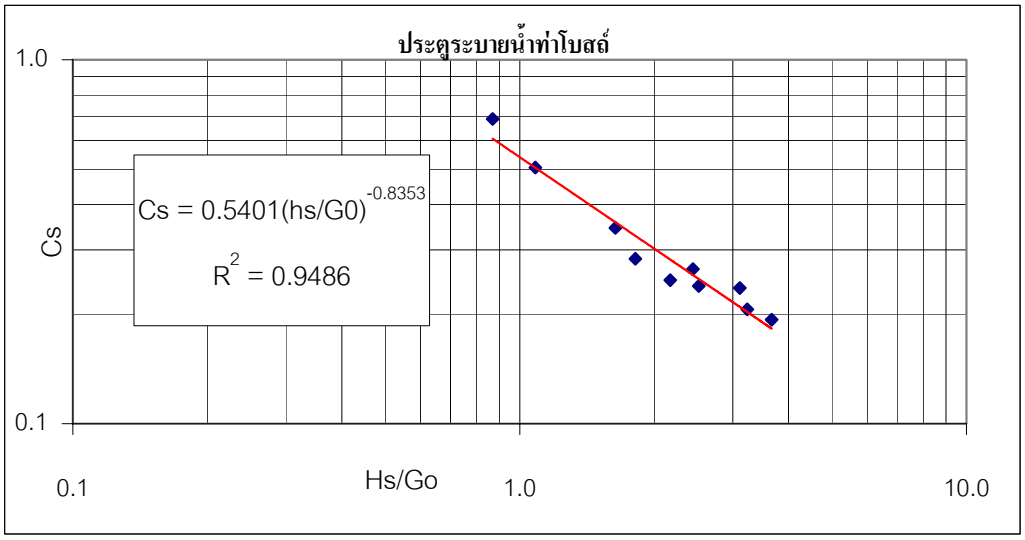
ที่มา: สำนักอุทกวิทยาและการบริหารน้ำภาคกลาง จ.ชัยนาท

<u>ตารางที่ 4</u> แสดงการคำนวณปริมาณน้ำผ่านประตูระบายน้ำพลเทพ

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลเทพ สำนักชลประทานที่ 12

วัน เดือน ปี	ระดับน้ำ		Go	ระดับธรณี	L (6.50*4)	Hs / Go	Cs	Q
	เหนือ	ท้าย	ระดับยกบาน	ปตร.	ความกว้าง			Cs*L*Hs $\sqrt{2g\Delta H}$
5เมย.48	15.40	13.75	0.66	7.50	26	9.47	0.06	57.093
11เมย.48	16.45	13.80	0.48	7.50	26	13.13	0.04	51.756
18เมย.48	15.65	13.60	0.53	7.50	26	11.51	0.05	50.600
22เมย.48	14.98	13.27	0.58	7.50	26	9.95	0.06	50.949
25เมย.48	15.11	13.27	0.51	7.50	26	11.31	0.05	46.169
29เมย.48	15.07	13.26	0.56	7.50	26	10.29	0.06	50.524
2พค.48	14.78	13.09	0.58	7.50	26	9.64	0.06	50.732
3	14.70	13.02	0.58	7.50	26	9.52	0.06	50.614
9	14.91	13.28	0.59	7.50	26	9.80	0.06	50.640
10	14.95	13.28	0.59	7.50	26	9.80	0.06	51.258
16	14.65	13.12	0.61	7.50	26	9.21	0.06	50.884
24	15.04	13.34	0.63	7.50	26	9.27	0.06	55.377
30 พค.48	15.08	13.38	0.68	7.50	26	8.65	0.07	59.984
7มิย.48	15.10	13.41	0.68	7.50	26	8.69	0.07	59.792
8	14.94	13.35	0.70	7.50	26	8.36	0.07	59.821
14	14.21	13.00	0.67	7.50	26	8.21	0.07	49.994
16	14.34	13.08	0.66	7.50	26	8.45	0.07	50.180
20 มิย.48	15.68	13.54	0.54	7.50	26	11.19	0.05	52.750

ที่มา: สำนักอุทกวิทยาและการบริหารน้ำภาคกลาง จ.ชัยนาท



<u>รายละเอียด</u>

โครงการ ท่าโบสถ์

ชื่ออาคาร ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์

ลักษณะของอาคาร

บานประตู จำนวน 4 บาน

ความกว้างของบาน 6.0 เมตร

ระดับธรณีประตู 8.75 เมตร

L = ความกว้างของบาน X จำนวนบาน = 6.0 X 4 = 24 เมตร

<u>ข้อแนะนำในการใช้สูตร</u>

1. หาค่าการเปิดบาน (Go)
2. คำนวณค่า Hs = ระดับน้ำด้านท้ายน้ำ - ระดับธรณีประตู
3. หาค่า Hs / Go
4. ใช้ค่า Hs /Go ที่คำนวณได้หาค่า Cs จากกราฟ
5. หาค่า H = ระดับน้ำด้านเหนือน้ำ - ระดับน้ำด้านท้ายน้ำ
6. คำนวณ $Q = Cs * L * Hs * \sqrt{2 g \Delta H}$

<u>ภาพที่ 15</u> การสอบเทียบประตูระบายน้ำท่าโบสถ์

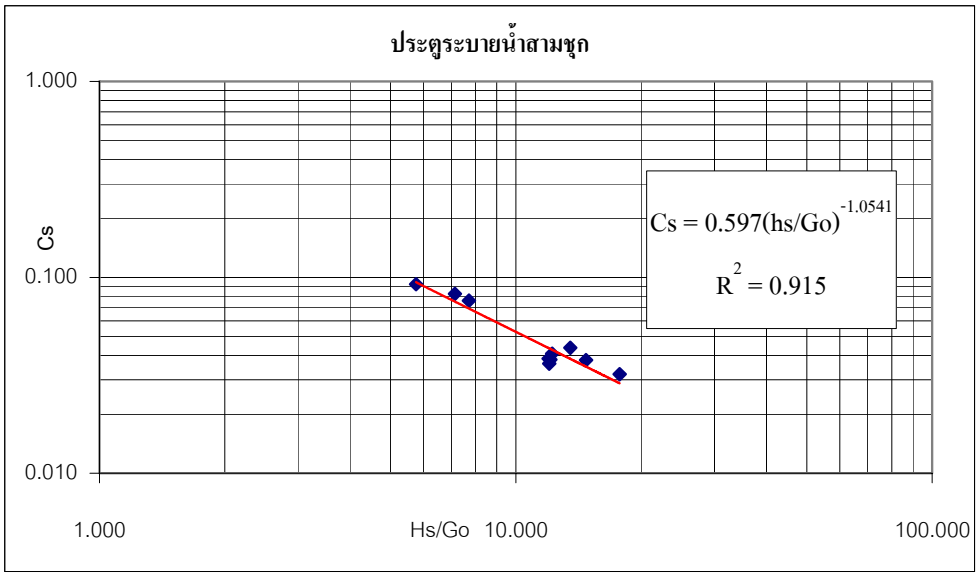
ที่มา: สำนักอุทกวิทยาและการบริหารน้ำภาคกลาง จ.ชัยนาท

ตารางที่ 5 แสดงการคำนวณปริมาณน้ำผ่านประตูระบายน้ำท่าโบสถ์

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าโบสถ์ สำนักชลประทานที่ 12

วัน เดือน ปี	ระดับน้ำ		Go	ระดับธรณี	L (6*4)	Hs / Go	Cs	Q
	เหนือ	ท้าย	ระดับยกบาน	ปตร.	ความกว้าง			Cs*L*Hs $\sqrt{2g\Delta H}$
5เมย.48	13.20	9.70	0.44	8.75	24	2.16	0.28	53.217
11เมย.48	12.97	9.52	0.50	8.75	24	1.54	0.38	57.431
18เมย.48	13.15	9.43	0.27	8.75	24	2.52	0.25	34.355
22เมย.48	13.06	9.24	0.27	8.75	24	1.81	0.33	33.346
25เมย.48	13.58	9.59	0.27	8.75	24	3.11	0.21	36.583
29เมย.48	12.75	8.98	0.23	8.75	24	1.00	0.55	26.092
2พค.48	12.96	9.34	0.36	8.75	24	1.64	0.36	42.705
3	13.35	9.38	0.29	8.75	24	2.17	0.28	37.386
9	12.78	9.72	0.4	8.75	24	2.43	0.25	45.932
10	12.92	9.40	0.6	8.75	24	1.08	0.51	66.466
16	13.64	9.96	0.33	8.75	24	3.67	0.18	43.878
24	13.18	9.72	0.3	8.75	24	3.23	0.20	38.044
30 พค.48	13.7	10.9	0.88	8.75	24	2.44	0.25	96.758
7มิย.48	12.50	9.85	0.19	8.75	24	5.79	0.12	22.765
8	12.65	9.73	0.29	8.75	24	3.38	0.19	33.981
14	13.33	10.25	0.55	8.75	24	2.73	0.23	64.349

ที่มา: สำนักอุทกวิทยาและการบริหารน้ำภาคกลาง จ.ชัยนาท



<u>รายละเอียด</u>

โครงการ สามชุก

ชื่ออาคาร ประตูระบายน้ำสามชุก

ลักษณะของอาคาร

บานประตู จำนวน 2 บาน

ความกว้างของบาน 12.5 เมตร

ระดับธรณีประตู 7.5 เมตร

L = ความกว้างของบาน X จำนวนบาน = 12.50 X 2 = 25 เมตร

<u>ข้อแนะนำในการใช้สูตร</u>

1. หาค่าการเปิดบาน (Go)
2. คำนวณค่า Hs = ระดับน้ำด้านท้ายน้ำ - ระดับธรณีประตู
3. หาค่า Hs / Go
4. ใช้ค่า Hs /Go ที่คำนวณได้หาค่า Cs จากกราฟ
5. หาค่า $\triangle$ H = ระดับน้ำด้านเหนือน้ำ - ระดับน้ำด้านท้ายน้ำ
6. คำนวณ Q = Cs * L * Hs * $\sqrt{2 g \Delta H}$

<u>ภาพที่ 16</u> การสอบเทียบประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์

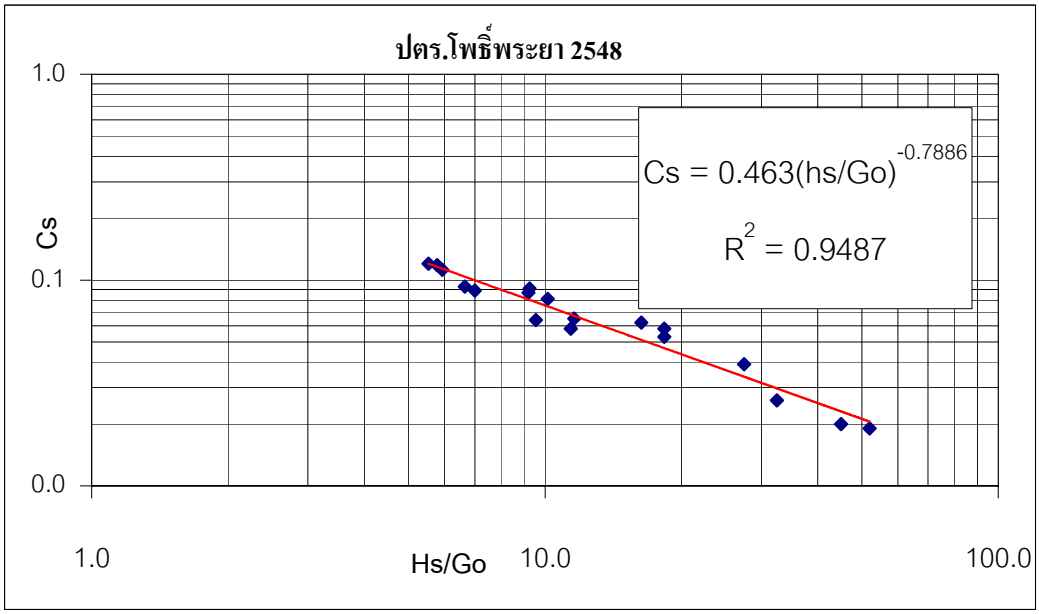
ที่มา: สำนักอุทกวิทยาและการบริหารน้ำภาคกลาง จ.ชัยนาท

<u>ตารางที่ 6</u> แสดงการคำนวณปริมาณน้ำผ่านประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก สำนักชลประทานที่ 12

วัน เดือน ปี	ระดับน้ำ		Go	ระดับธรณี	L (12.5*2)	Hs / Go	Cs	Q
	เหนือ	ท้าย	ระดับยกบาน	ปตร.	ความกว้าง			Cs*L*Hs $\sqrt{2g\Delta H}$
5เมย.48	8.91	6.02	0.38	2.50	25	9.26	0.16	22.059
11เมย.48	9.13	6.11	0.30	2.50	25	12.03	0.15	25.195
18เมย.48	9.07	6.10	0.30	2.50	25	12.00	0.15	26.408
22เมย.48	9.17	6.13	0.30	2.50	25	12.10	0.15	26.682
25เมย.48	8.68	5.68	0.26	2.50	25	12.23	0.18	24.873
29เมย.48	6.95	6.01	0.50	2.50	25	7.02	0.16	18.634
2พค.48	9.16	6.50	0.56	2.50	25	7.14	0.14	59.426
3	8.48	5.45	0.2	2.50	25	14.75	0.19	21.458
9	9.17	6.53	0.7	2.50	25	5.76	0.14	66.759
10	9.14	5.88	0.25	2.50	25	13.52	0.17	29.557
16	9.11	6.60	0.35	2.50	25	11.71	0.13	51.695
24	9.09	6.05	0.2	2.50	25	17.75	0.16	21.922
30 พค.48	9.11	6.35	0.3	2.50	25	12.83	0.14	50.487
7มิย.48	9.17	6.13	0.3	2.50	25	12.10	0.15	23.247
8	9.18	6.36	0.50	2.50	25	7.72	0.14	54.536

ที่มา: สำนักอุทกวิทยาและการบริหารน้ำภาคกลาง จ.ชัยนาท



<u>รายละเอียด</u>

โครงการ โพธิ์พระยา

ชื่ออาคาร ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา

ลักษณะของอาคาร

บานประตู จำนวน 2 บาน

ความกว้างของบาน 12.50 เมตร

ระดับธรณีประตู 0.20 เมตร

L = ความกว้างของบาน X จำนวนบาน = 12.50 X 2 = 25 เมตร

<u>ข้อแนะนำในการใช้สูตร</u>

1. หาค่าการเปิดบาน (Go)
2. คำนวณค่า Hs = ระดับน้ำด้านท้ายน้ำ - ระดับธรณีประตู
3. หาค่า Hs / Go
4. ใช้ค่า Hs /Go ที่คำนวณได้หาค่า Cs จากกราฟ
5. หาค่า Δ H = ระดับน้ำด้านเหนือน้ำ - ระดับน้ำด้านท้ายน้ำ
6. คำนวณ Q = Cs * L * Hs * $\sqrt{2g\Delta H}$

<u>ภาพที่ 17</u> การสอบเทียบประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา

ที่มา: สำนักอุทกวิทยาและการบริหารน้ำภาคกลาง จ.ชัยนาท

<u>ตารางที่ 7</u> แสดงการคำนวณปริมาณน้ำผ่านประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโพธิ์พระยา สำนักชลประทานที่ 12

วัน เดือน ปี	ระดับน้ำ		Go	L (12.50*2)	Hs	ΔH	Hs / Go	Cs	Q
	เหนือ	ท้าย	ระดับยกบาน	ความกว้าง					$Cs*L*Hs\sqrt{2g\Delta H}$
2 เม.ย.48	5.37	0.77	0.05	25	0.57	4.60	11.40	0.068	9.197
29 เม.ย.48	4.98	0.69	0.01	25	0.49	4.29	49.00	0.022	2.418
6 พ.ค.48	5.37	0.47	0.03	25	0.27	4.90	9.00	0.082	5.418
10 พ.ค.48	5.65	0.59	0.03	25	0.39	5.06	13.00	0.061	5.951
16 พ.ค.48	5.50	0.59	0.02	25	0.39	4.91	19.50	0.044	4.257
24 พ.ค.48	5.48	0.75	0.03	25	0.55	4.73	18.33	0.047	6.187
30 พ.ค.48	5.48	0.75	0.03	25	0.55	4.73	18.33	0.047	6.187
7 มิ.ย.48	5.49	0.86	0.03	25	0.66	4.63	22.00	0.040	6.362
14 มิ.ย.48	5.39	0.75	0.02	25	0.55	4.64	27.50	0.034	4.451
21มิ.ย.48	5.59	0.88	0.02	25	0.68	4.71	34.00	0.029	4.690
29 มิ.ย.48	5.93	3.38	0.55	25	3.18	2.55	5.78	0.116	65.253
6ก.ค.48	5.53	0.93	0.02	25	0.73	4.60	36.50	0.027	4.705
11ก.ค.48	5.39	0.85	0.02	25	0.65	4.54	32.50	0.030	4.561
18ก.ค.48	6.00	2.69	0.45	25	2.49	3.31	5.53	0.120	60.265
25ก.ค.48	5.80	1.24	0.02	25	1.04	4.56	52.00	0.021	5.048
3ส.ค.48	5.95	1.72	0.15	25	1.52	4.23	10.13	0.075	25.808
10ส.ค.48	5.99	1.36	0.10	25	1.16	4.63	11.60	0.067	18.522
17ส.ค.48	5.85	1.03	0.03	25	0.83	4.82	27.67	0.034	6.813
23ส.ค.48	5.94	2.13	0.30	25	1.93	3.81	6.43	0.107	44.500

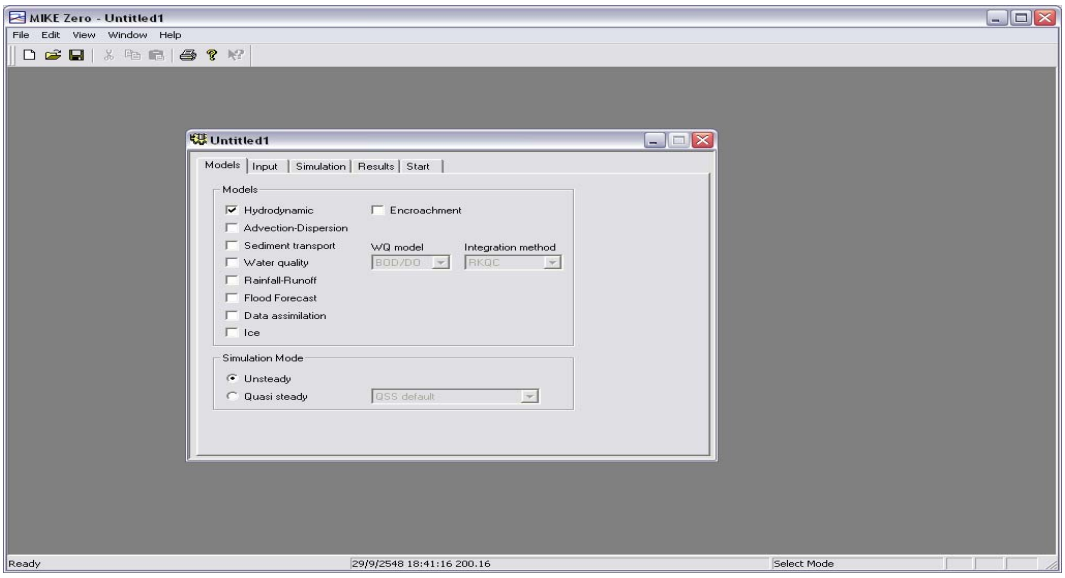
ที่มา: สำนักอุทกวิทยาและการบริหารน้ำภาคกลาง จ.ชัยนาท

<u>การจำลองระบบลงในแบบจำลอง</u>

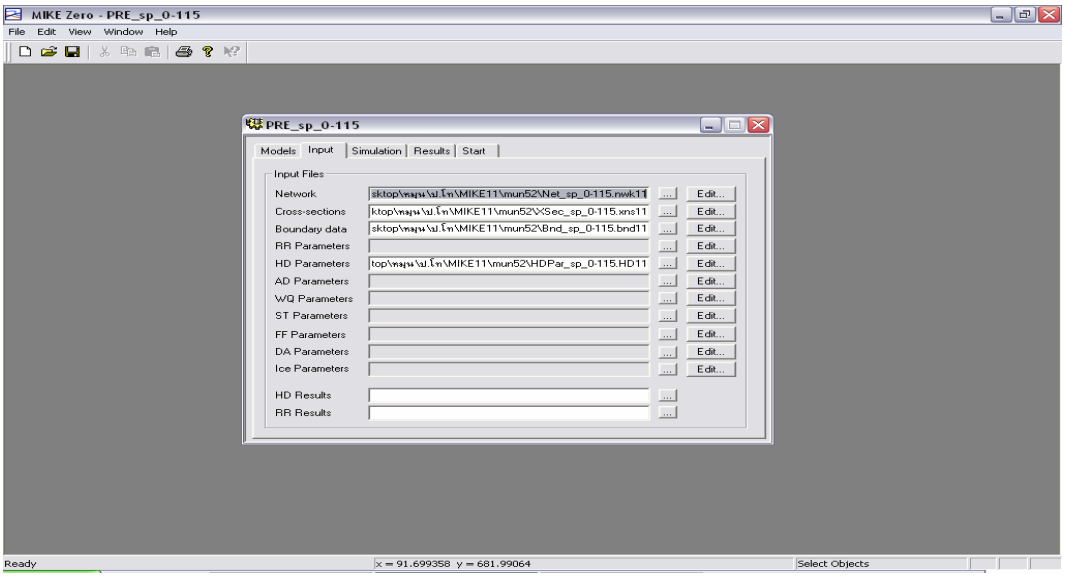
1. การนำเข้าข้อมูลที่ได้จากการรวบรวม

นำผลที่ได้จากข้อ (1) ถึงข้อ (5) นำมาเป็นข้อมูลด้านเข้า (Input) ในแบบจำลอง MIKE 11 ใช้ค่าการวัดน้ำจริงในสนามช่วงวันที่ 1 ม.ค. 48 ถึงวันที่ 31 ม.ค.48 ตามตารางผนวก ค จุดที่นำเข้า

ข้อมูลอัตราการไหลใช้ข้อมูลการไหลเข้าที่ ประตูระบายน้ำพลเทพและข้อมูลการไหลออกที่ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา ตามภาพที่ 18-19

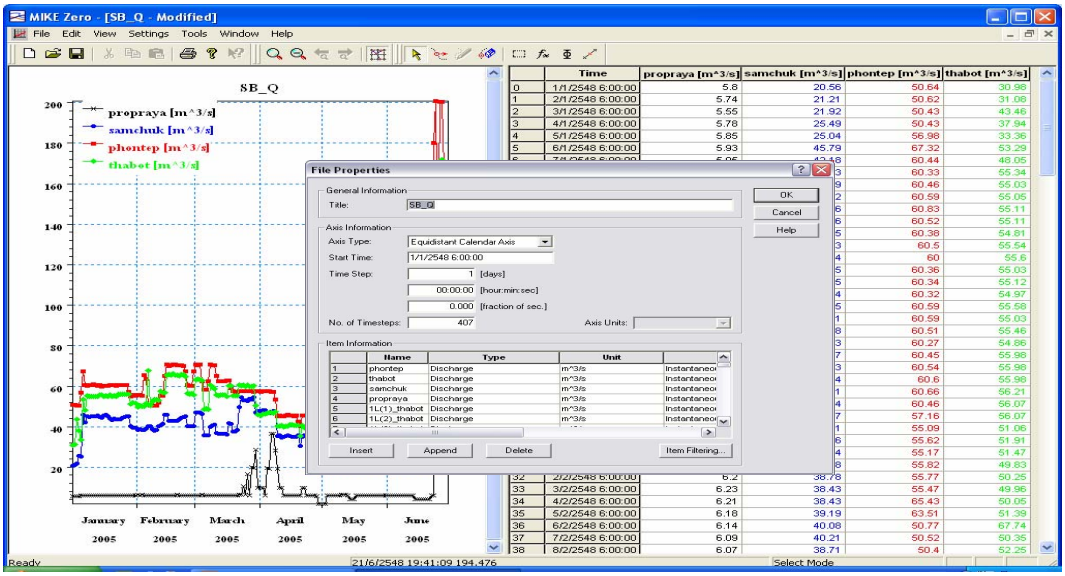


ภาพที่ 18 แสดงหน้าต่าง Simulation

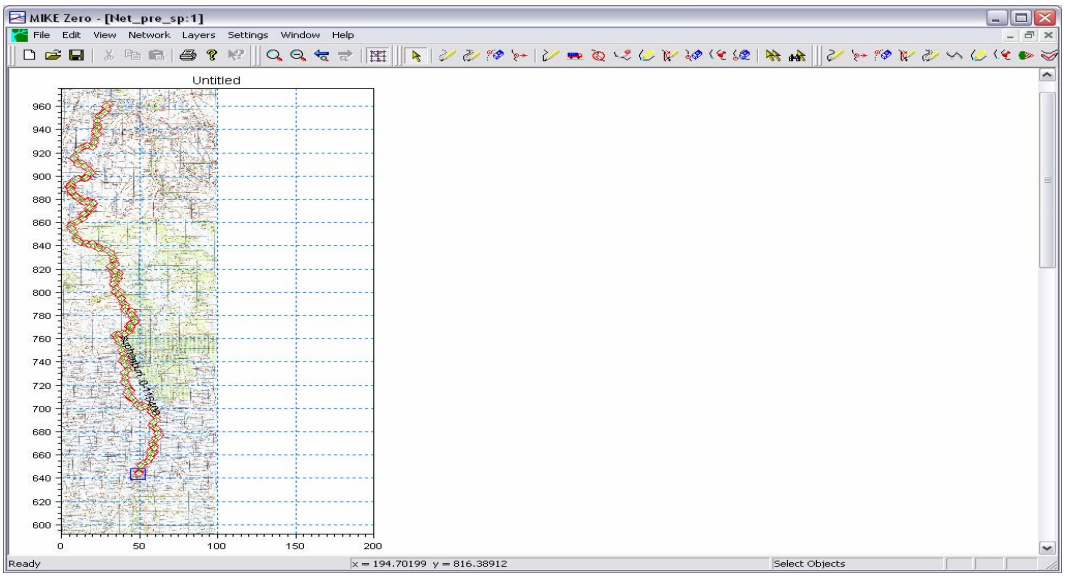


ภาพที่ 19 แสดงหน้าต่าง Input data ในแบบจำลอง

ภาพที่ 18-19 แสดงการนำเข้าข้อมูลเพื่อทำการ Simulation ได้แก่ ข้อมูล River Network , ข้อมูล Cross Section , ข้อมูล Boundary Condition และข้อมูล HD Parameters

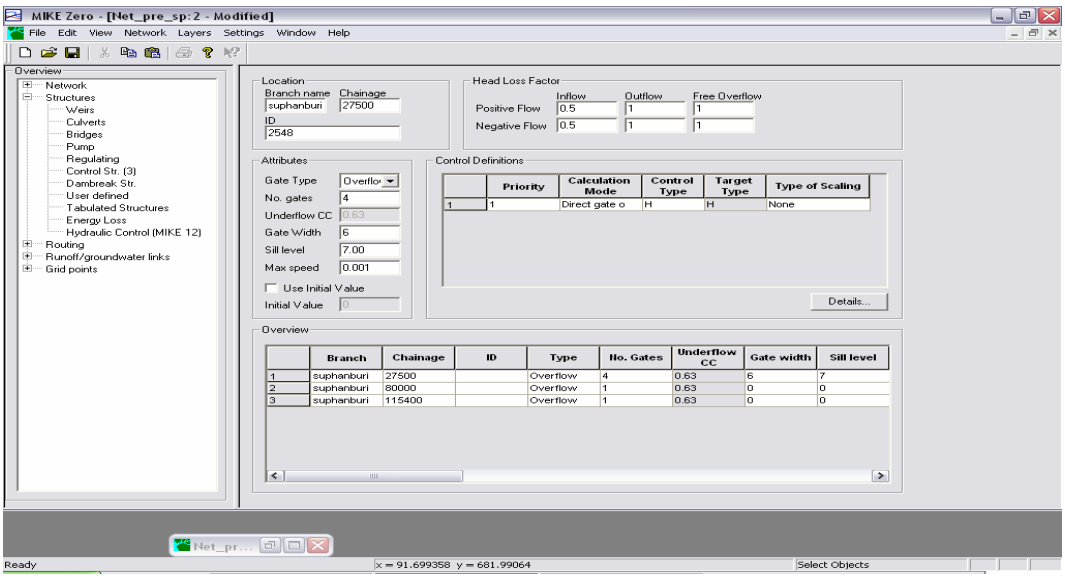


ภาพที่ 20 แสดงหน้าต่างการนำเข้า Time Series ในแบบจำลอง

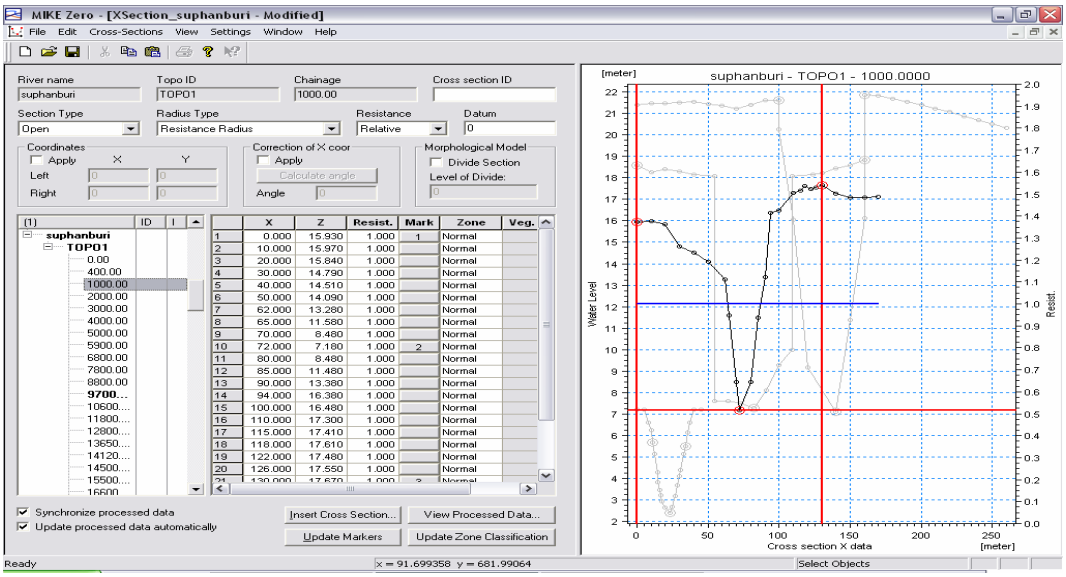


ภาพที่ 21 แสดงหน้าต่าง River Network ในแบบจำลอง

จากภาพที่ 20 แสดงการนำเข้าข้อมูล Time Series เพื่อใช้ในการดึงข้อมูลในการกำหนดขอบเขตของลำน้ำมีการนำเข้าได้หลายรูปแบบ ได้แก่ Discharge , Water Level , Gate Level เป็นต้น ส่วนภาพที่ 21 แสดงการสร้าง River Network ซึ่งต้องนำเข้าแผนที่ทหารมาตราส่วน 1:50000 แล้วทำการลากเส้นลำน้ำและกำหนดจุดควบคุมน้ำต่าง ๆ ในแบบจำลอง

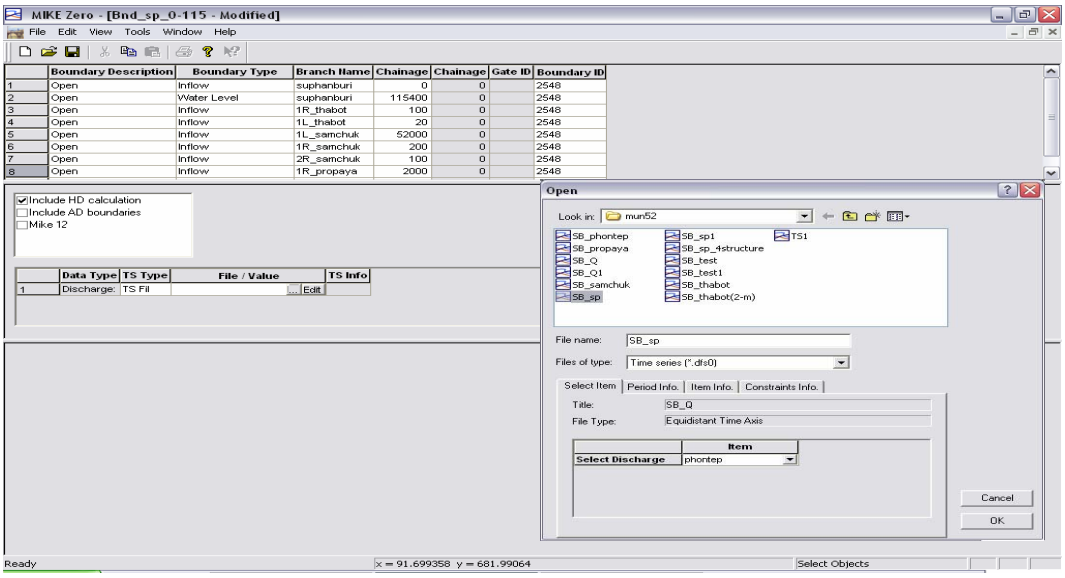


ภาพที่ 22 แสดงหน้าต่างการนำเข้า Control Structure

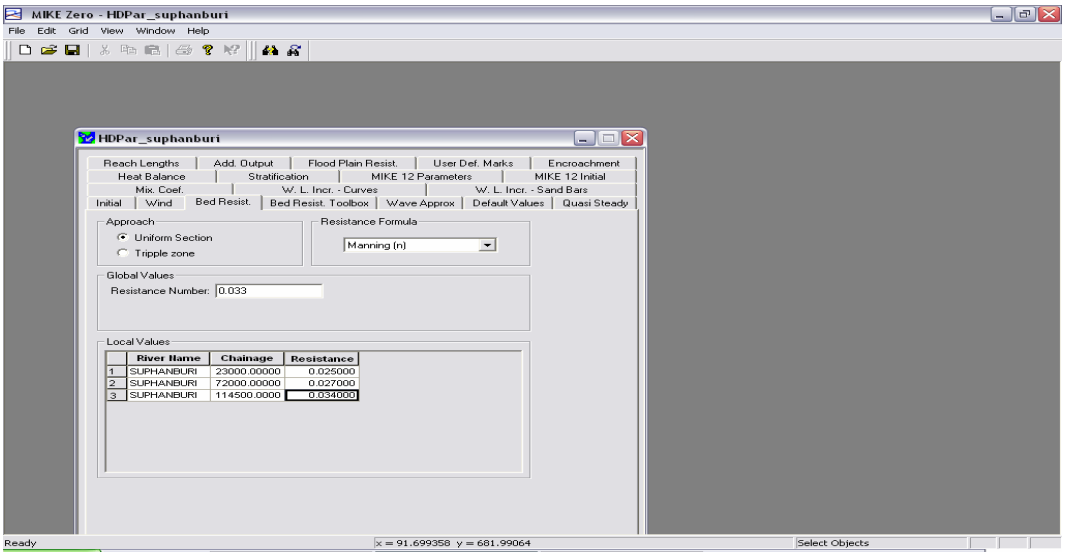


ภาพที่ 23 แสดงหน้าต่าง Cross Section แม่น้ำสุพรรณบุรี

ภาพที่ 22 แสดงการกำหนดมิติต่าง ๆ ของการควบคุม Control Structure ในแต่ละแห่งของลำน้ำ ส่วนภาพที่ 23 แสดงการนำเข้า Cross Section ของลำน้ำโดย Import ค่าระดับและความกว้าง-ยาว ของลำน้ำจากข้อมูลผลสำรวจ

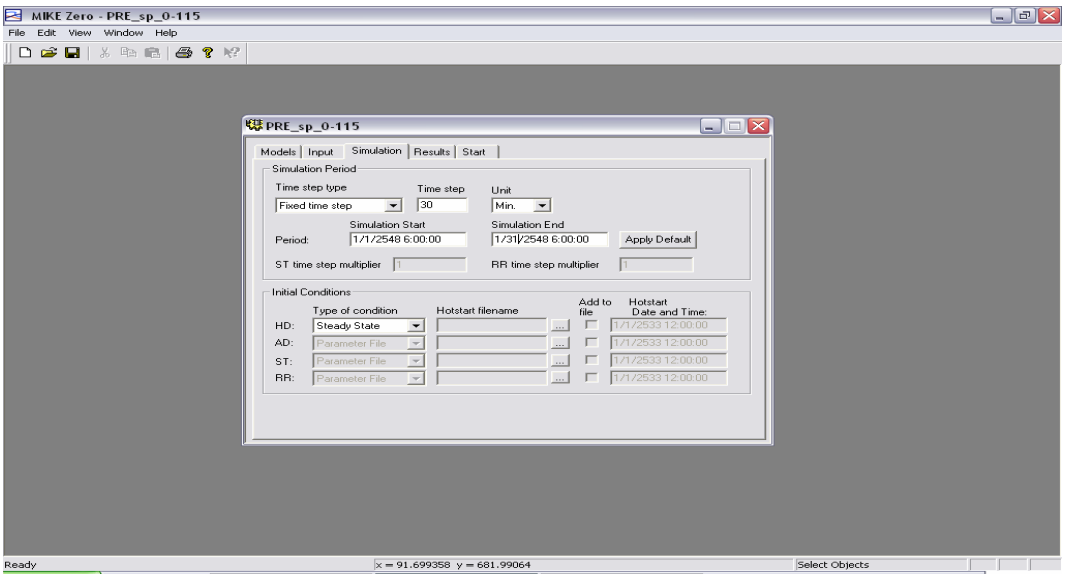


ภาพที่ 24 แสดงหน้าต่าง Boundary Condition ในแบบจำลอง

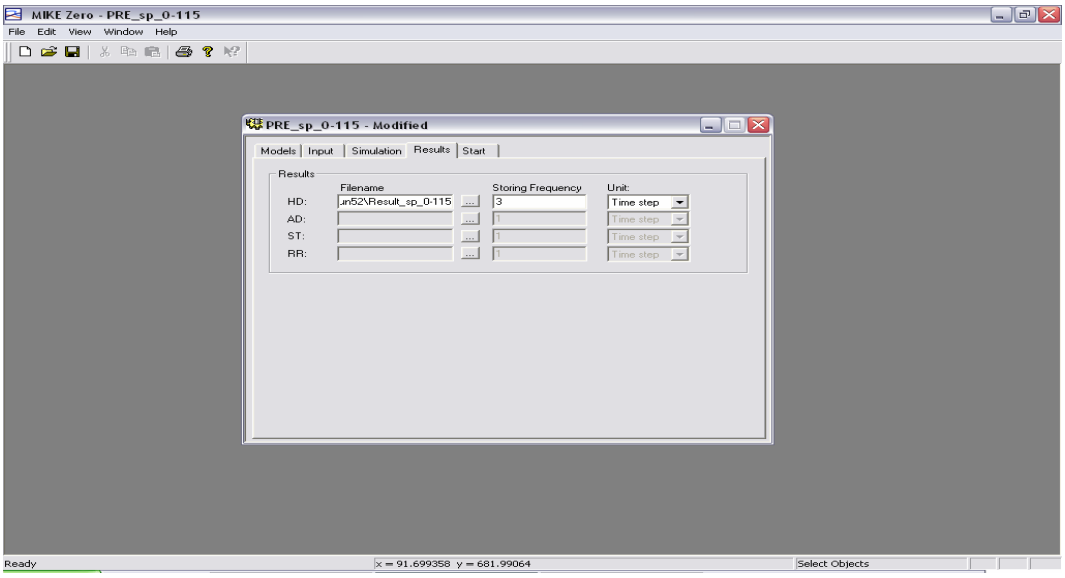


ภาพที่ 25 แสดงหน้าต่าง HD Parameters ในแบบจำลอง

ภาพที่ 24 แสดงการกำหนดขอบเขตของปริมาณน้ำด้านเข้าและปริมาณน้ำด้านออกของแต่ละ กม.ในลำน้ำที่ได้กำหนดจุดควบคุม โดยนำเข้าข้อมูลจากการ Link จาก Time Series ส่วนภาพที่ 25 แสดงหน้าต่าง HD Parameters ใช้ในการกำหนดค่าเริ่มต้นในการคำนวณในแบบจำลองและกำหนด ค่า Manning (n) เพื่อปรับค่า Parameters ต่างๆของการไหลแต่ละช่วงคลอง

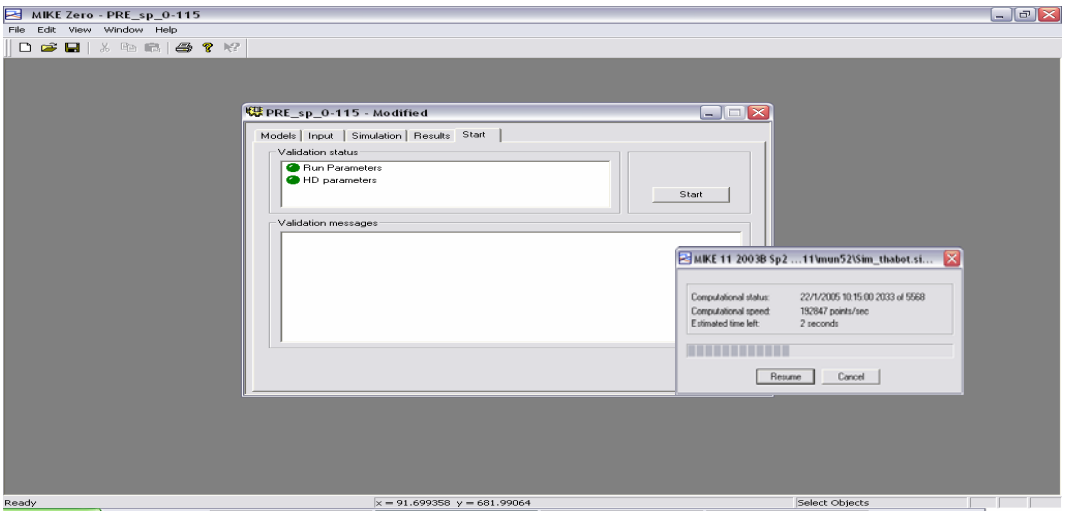


ภาพที่ 26 แสดงหน้าต่าง Simulation ในแบบจำลอง

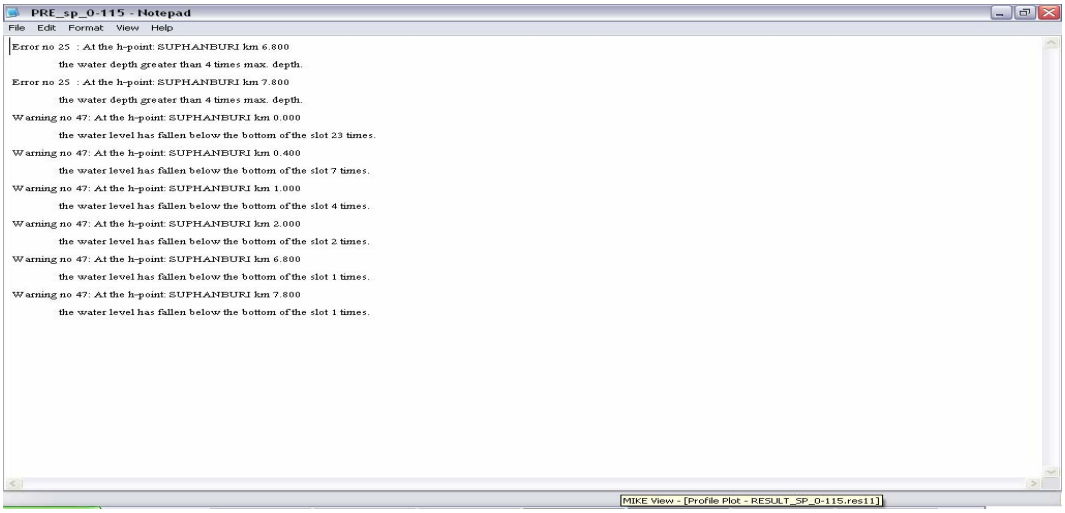


ภาพที่ 27 แสดงหน้าต่าง Results ในแบบจำลอง

ภาพที่ 26 แสดงหน้าต่าง Simulation ในการกำหนดช่วงเวลาเริ่มถึงสิ้นสุดในการคำนวณ และเลือกช่วงเวลา (Time Step) ที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดเสถียรภาพในการทำงาน และสมมติให้มีการไหลแบบ Steady State ส่วนภาพที่ 27 แสดงหน้าต่าง Results เพื่อกำหนดเวลาในการคำนวณ

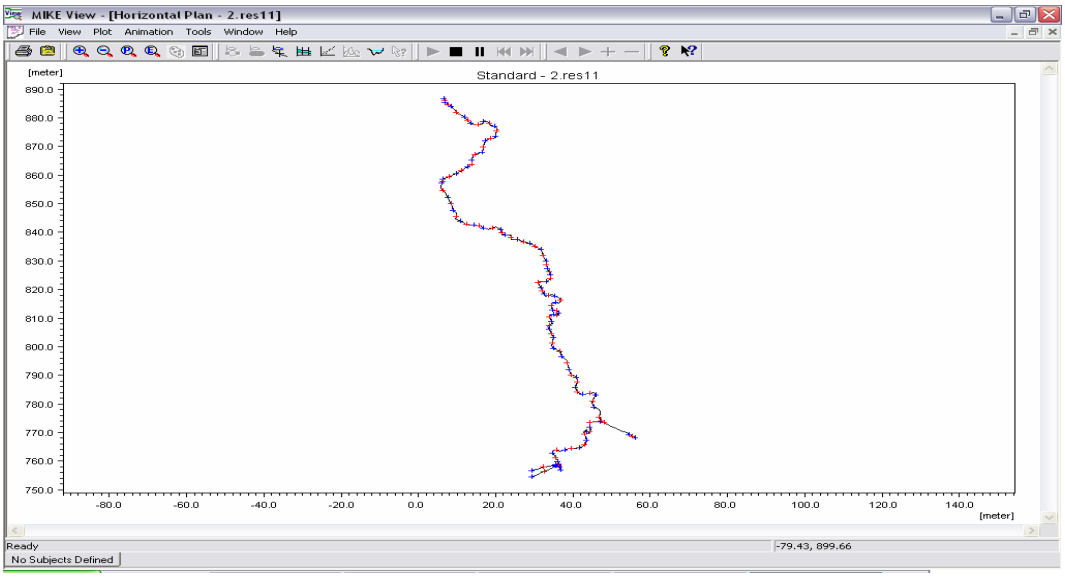


ภาพที่ 28 แสดงหน้าต่าง Start ในแบบจำลอง

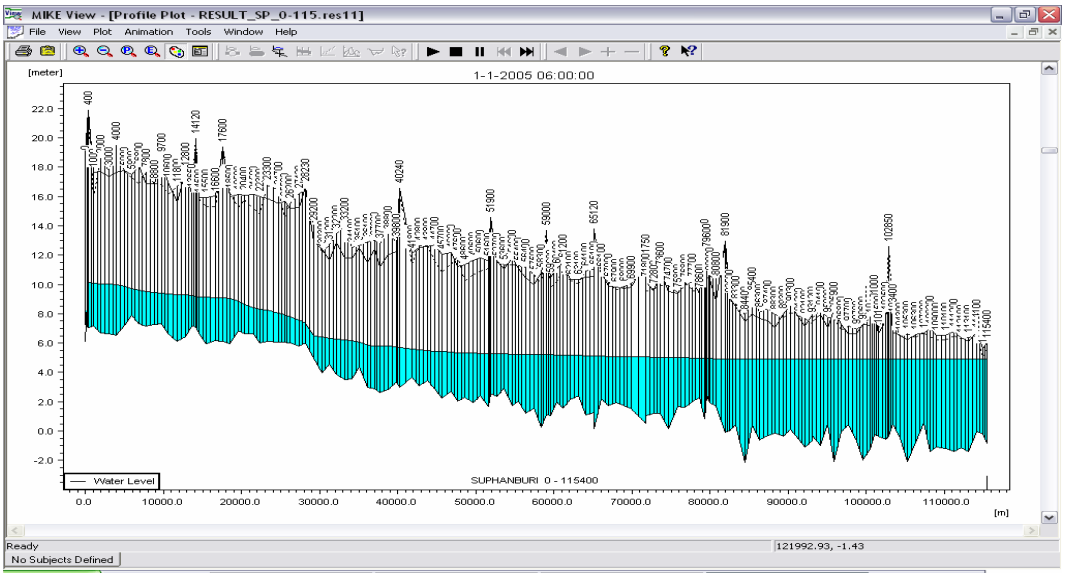


ภาพที่ 29 แสดงหน้าต่างการแจ้งเตือนค่า Error และ Warning ในแบบจำลอง

จากภาพที่ 28 แสดงหน้าต่าง Start เพื่อเริ่มการ RUN ข้อมูลและช่วงเวลาต่างๆที่นำเข้า ในแบบจำลอง กรณีที่มีสีเขียวแสดงให้เห็นว่า Parameter ใน Validation status พร้อมในการคำนวณ กรณีที่ Validation status มีสีแดงแสดงว่ามี Parameter ในแบบจำลองมีข้อผิดพลาดที่ต้องตรวจสอบให้ถูกต้องในการนำเข้าในแบบจำลองใหม่ ในกระบวนการ Start ได้แสดงผลที่เกิดความผิดพลาดต่างตามภาพที่ 29 แสดงค่า Error และ Warning เพื่อให้ทำการปรับและตรวจสอบการนำเข้าข้อมูลเพื่อความถูกต้องจากนั้นสามารถทำการ Start เพื่อเริ่มกระบวนการทำการคำนวณ Parameter ต่าง ๆ ซึ่งจะมีการแสดงผล ใน MIKE view ตามภาพที่ 30 ถึงภาพที่ 35

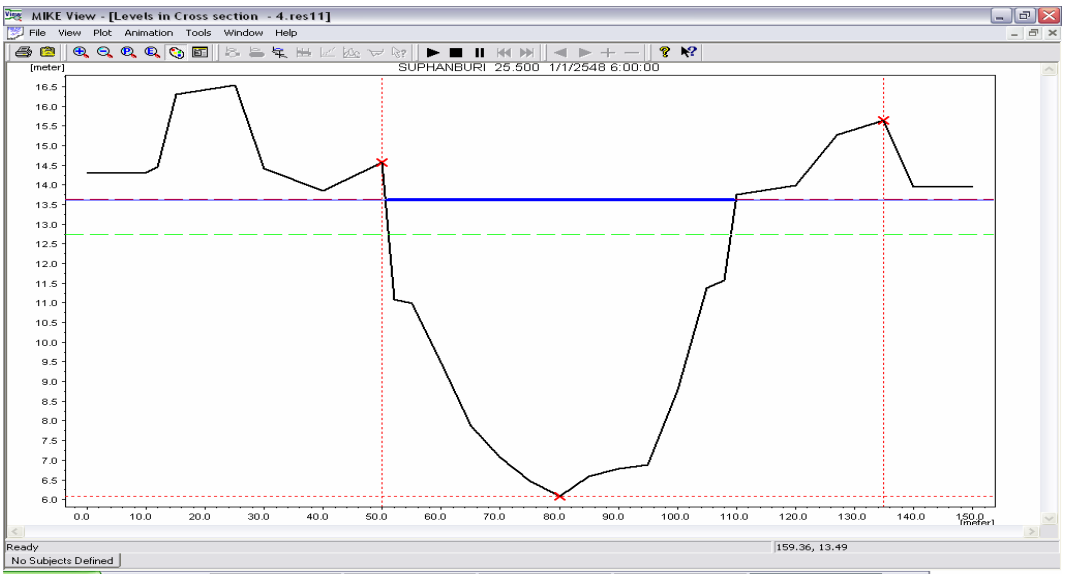


ภาพที่ 30 แสดงหน้าต่าง Network ใน MIKE View

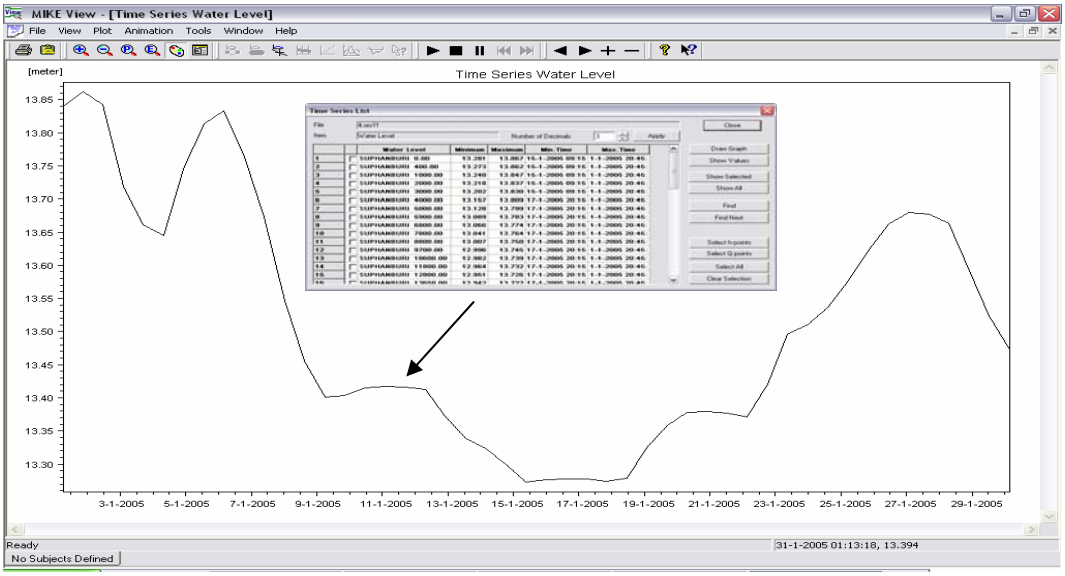


ภาพที่ 31 แสดงหน้าต่าง MIKE View ในแบบจำลอง

ภาพที่ 30 แสดงภาพ Network ที่ สามารถคลิกดูรายละเอียดต่างๆในแต่ละ กม.ของลำน้ำ ได้แก่ Discharge , Water level และ Cross Section ส่วนภาพที่ 31 แสดงรูปตัดลำน้ำและระดับน้ำ สามารถตรวจสอบค่าระดับน้ำที่ระยะต่างๆของลำน้ำที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลอง อีกทั้ง สามารถดูภาพ Animation ที่แสดงการขึ้น-ลงของระดับน้ำตั้งแต่ค่าต่ำสุดถึงจุดสูงสุดของระดับน้ำ

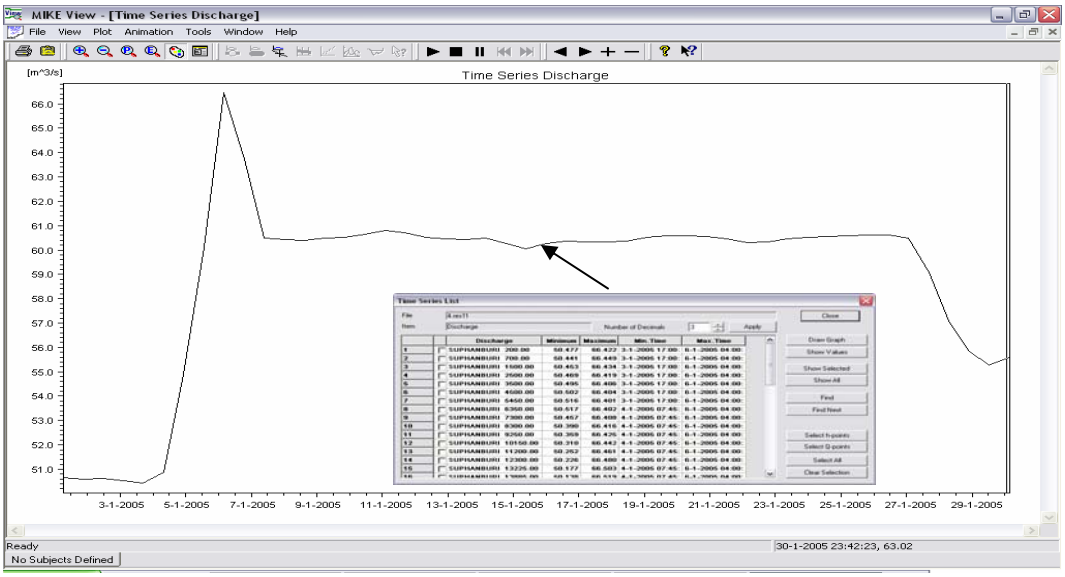


ภาพที่ 32 แสดงหน้าต่าง Cross Section ใน MIKE View

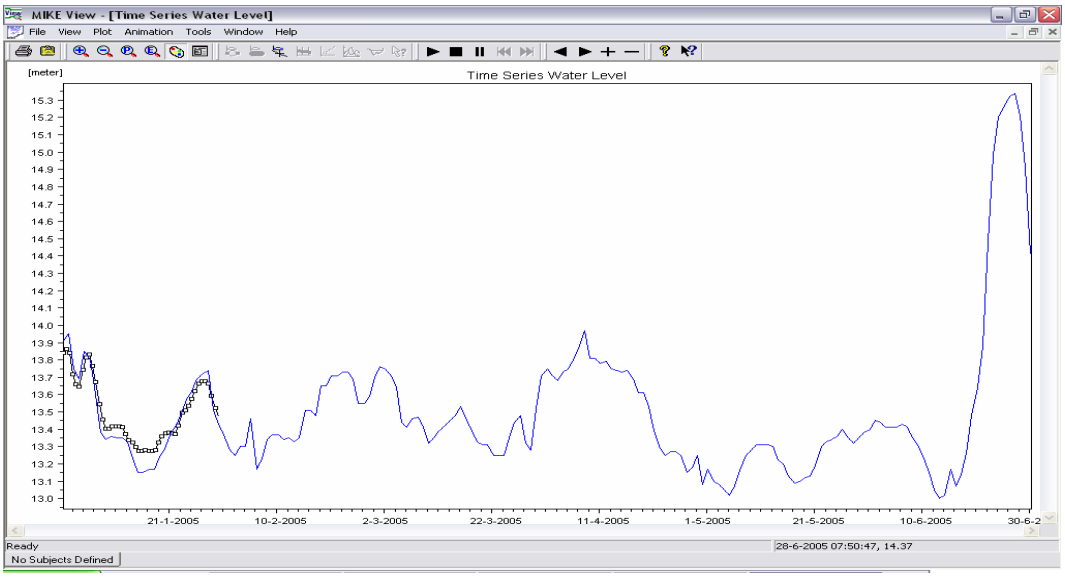


ภาพที่ 33 แสดงหน้าต่าง Time Series Water level ใน MIKE View

ภาพที่ 32 แสดง Cross Section ใน MIKE View พร้อมระดับน้ำตาม กม.ในลำน้ำ ที่ได้จากการนำเข้าข้อมูล ส่วนภาพที่ 33 แสดง Time Series Water level c และ Discharge ที่ได้จากการคำนวณในแบบจำลอง ตามลำดับ ค่าการสอบเทียบแบบจำลองสามารถตรวจสอบจากกราฟ Rating curve ตามภาพที่ 35



ภาพที่ 34 แสดงหน้าต่าง Time Series Discharge ใน MIKE View

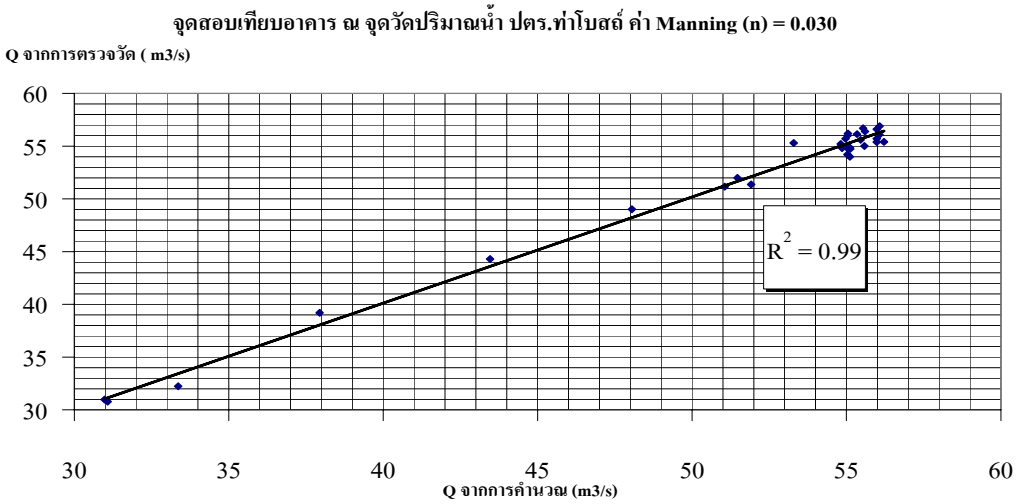


ภาพที่ 35 แสดงหน้าต่างการสอบเทียบแบบจำลอง Time Series Water level

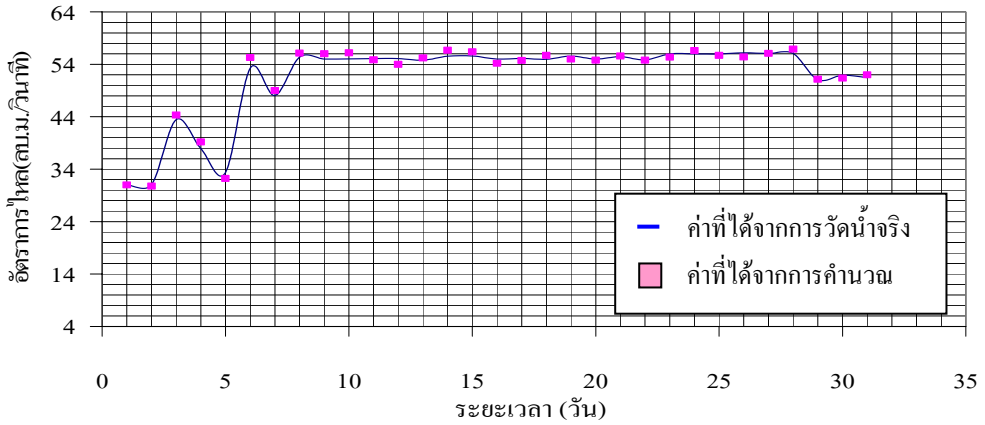
2. การสอบเทียบแบบจำลอง

การสอบเทียบแบบจำลองดำเนินการโดยนำค่าจากการวัดน้ำจริงในสนามของอัตราการไหลด้านท้ายประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ ค่าระดับน้ำที่ได้วัดจริงด้านท้ายประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์และค่าระดับน้ำที่ได้วัดจริงด้านเหนือประตูระบายน้ำโพธิ์ มาทำการเปรียบเทียบกับค่าที่ได้ในแบบจำลอง พร้อมทั้งปรับค่าสัมประสิทธิ์ความหยาบผิวของ Manning (n) เพื่อให้ได้ค่าในแบบจำลองที่ใกล้เคียงการวัดน้ำจริงในสนาม ณ เวลานั้นๆ และใช้เป็นตัวแทนในการวางแผนการจัดส่งน้ำในกรณีศึกษา การกำหนดจุดสอบเทียบแบบจำลองได้กำหนดตำแหน่งไว้ที่แต่ละประตูระบายน้ำ ดังแสดงไว้ในภาพที่ 36 โดยเริ่มต้นจากทางด้านท้ายประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ที่ กม. 28+500 ที่ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ กม. 80+800 และที่ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา กม. 115+100จากนั้นนำค่าระดับน้ำที่ได้จากการ Simulates กับค่าระดับน้ำที่ได้ทำการวัดจริงของศูนย์อุทกวิทยาภาคกลาง ช่วงเดือนมกราคม 2548 ดังแสดงไว้ในตารางผนวก ค นำมาสร้างกราฟเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล ของแต่ละจุดที่ใช้ในการสอบเทียบแบบจำลอง เพื่อให้ได้ค่า Manning (n) ที่นำไปใช้ในลำน้ำสุพรรณบุรี กม.0+000 ถึง กม. 115+400

<u>ภาพที่ 36</u> แสดงจุดดำเนินการสอบเทียบแบบจำลองของแม่น้ำสุพรรณบุรี กม.0+000 ถึง กม. 115+400



ภาพที่37 การเปรียบเทียบข้อมูลการสอบเทียบแบบจำลองระหว่างการวัดน้ำจริงและการวัดน้ำที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง ที่จุดด้านท้ายประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ กม.28+500

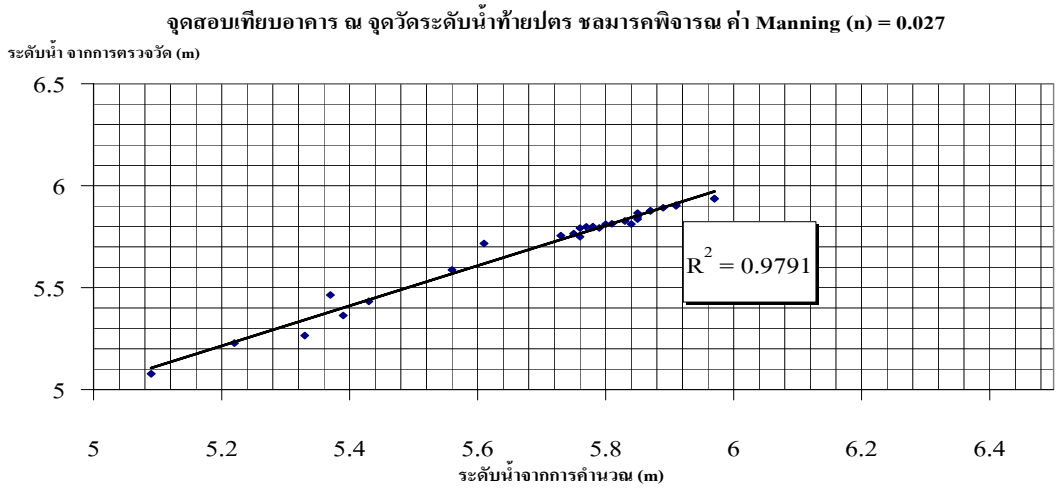


ภาพที่ 38 การเปรียบเทียบข้อมูลการสอบเทียบแบบจำลองระหว่างการเปรียบเทียบข้อมูลจากการวัดน้ำจริงและข้อมูลจากการวัดน้ำที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง ที่จุดด้านท้ายประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ กม.28+500 ช่วงเดือนมกราคม 2548

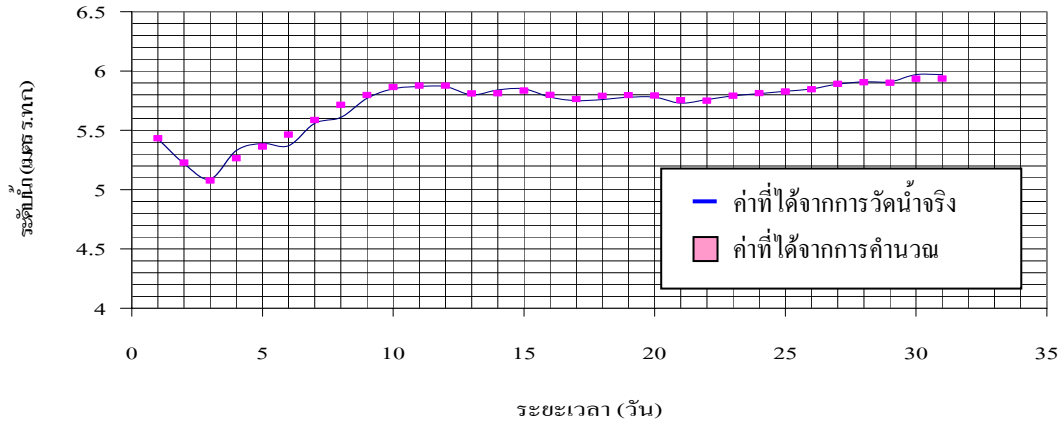
ผลการแสดงภาพที่ 37-38 ได้ผลการสอบเทียบแบบจำลองที่จุดทดสอบท้ายประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ที่ กม.28+500 โดยทำการปรับค่า Manning (n) ในค่าต่างๆ เพื่อให้ได้ค่าความแตกต่างของข้อมูลอัตราการไหลที่น้อยที่สุด ได้ค่า Manning (n) ที่เหมาะสมคือ 0.030 และมีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ย 0.344 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 8 ซึ่งเป็นค่าที่น้อยมาก สามารถนำมาใช้เป็นตัวแทนในการจำลองสภาพการไหลของแม่น้ำสุพรรณบุรี ช่วงประตูระบายน้ำพลเทพ กม.0+300 ถึงช่วง ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ กม.27+500 ได้

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของการสอบเทียบแบบจำลองระหว่างข้อมูลที่ได้จากการวัดน้ำจริงและข้อมูลที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองที่จุดด้านท้ายประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ กม.28+500

วันที่	เวลา	อัตราการไหลด้านท้ายประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ กม. 28+800		เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน
		อัตราการไหลจากการตรวจวัด (ลบ.ม./วินาที)	อัตราการไหลจากการคำนวณ (ลบ.ม./วินาที)	
1 ม.ค. 48	6:00:00	30.98	30.98	0.000
2 ม.ค. 48	6:00:00	30.79	31.08	-0.952
3 ม.ค. 48	6:00:00	44.30	43.46	1.896
4 ม.ค. 48	6:00:00	39.20	37.94	3.214
5 ม.ค. 48	6:00:00	32.24	33.36	-3.477
6 ม.ค. 48	6:00:00	55.29	53.29	3.616
7 ม.ค. 48	6:00:00	49.02	48.05	1.969
8 ม.ค. 48	6:00:00	56.15	55.34	1.434
9 ม.ค. 48	6:00:00	56.00	55.03	1.732
10 ม.ค. 48	6:00:00	56.20	55.05	2.046
11 ม.ค. 48	6:00:00	54.85	55.11	-0.470
12 ม.ค. 48	6:00:00	54.00	55.11	-2.056
13 ม.ค. 48	6:00:00	55.20	54.81	0.707
14 ม.ค. 48	6:00:00	56.70	55.54	2.046
15 ม.ค. 48	6:00:00	56.40	55.6	1.415
16 ม.ค. 48	6:00:00	54.20	55.03	-1.531
17 ม.ค. 48	6:00:00	54.74	55.12	-0.692
18 ม.ค. 48	6:00:00	55.70	54.97	1.311
19 ม.ค. 48	6:00:00	55.00	55.58	-1.049
20 ม.ค. 48	6:00:00	54.80	55.03	-0.420
21 ม.ค. 48	6:00:00	55.60	55.46	0.252
22 ม.ค. 48	6:00:00	54.80	54.86	-0.102
23 ม.ค. 48	6:00:00	55.39	55.98	-1.071
24 ม.ค. 48	6:00:00	56.61	55.98	1.118
25 ม.ค. 48	6:00:00	55.70	55.98	-0.503
26 ม.ค. 48	6:00:00	55.40	56.21	-1.462
27 ม.ค. 48	6:00:00	56.10	56.07	0.053
28 ม.ค. 48	7:00:00	56.90	56.07	1.459
29 ม.ค. 48	8:00:00	51.16	51.06	0.195
30 ม.ค. 48	9:00:00	51.37	51.91	-1.043
31 ม.ค. 48	10:00:00	52.00	51.47	1.019
			ค่าเฉลี่ย	0.344



ภาพที่ 39 การเปรียบเทียบข้อมูลการสอบเทียบแบบจำลองระหว่างการวัดน้ำจริงและข้อมูลจากการวัดน้ำที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง ที่จุดด้านท้ายประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ กม. 80+800

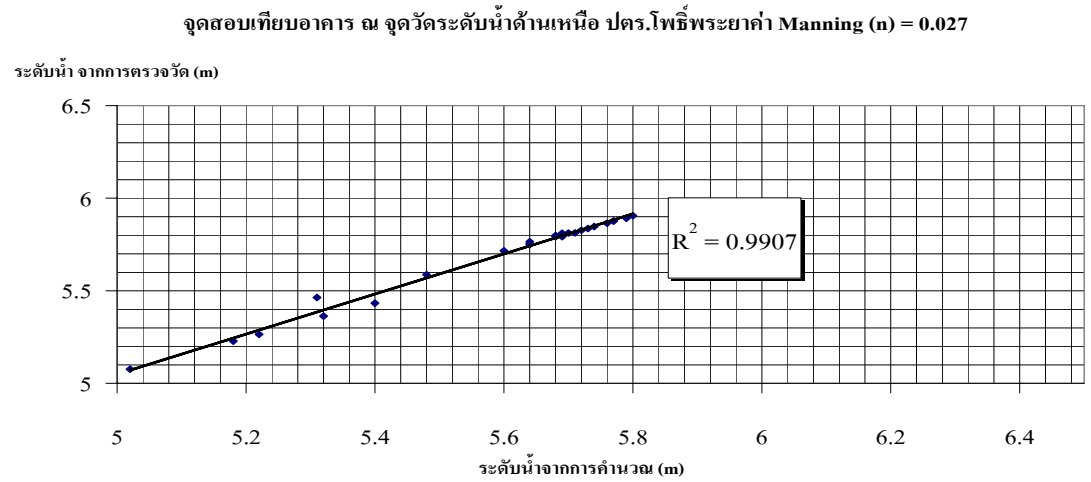


ภาพที่ 40 การเปรียบเทียบข้อมูลการสอบเทียบแบบจำลองระหว่างข้อมูลจากการวัดน้ำจริงและข้อมูลจากการวัดน้ำที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง ที่จุดด้านท้ายประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์กม.80+800 ช่วงเดือนมกราคม 2548

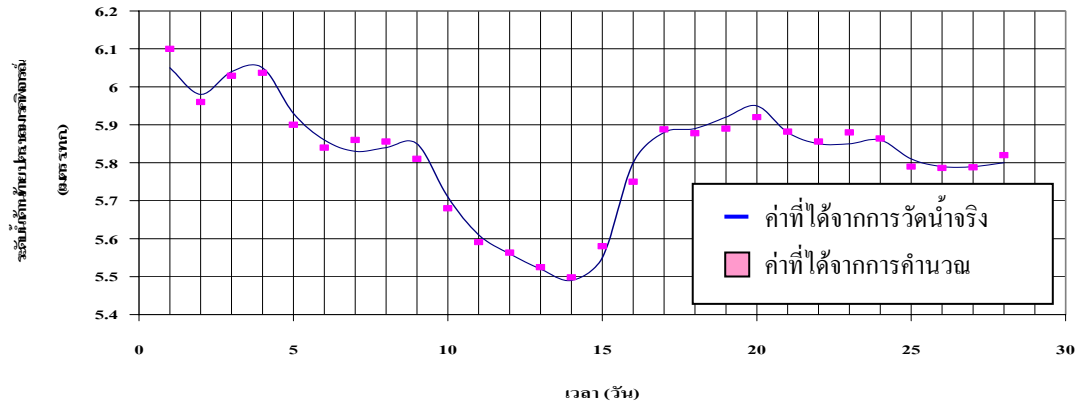
ผลการแสดงภาพที่ 39-40 ได้ผลการสอบเทียบแบบจำลองที่จุดทดสอบท้ายประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ที่ กม.80+800 โดยทำการปรับค่า Manning (n) ในค่าต่างๆ เพื่อให้ได้ค่าความแตกต่างของข้อมูลระดับน้ำที่น้อยที่สุด ได้ค่า Manning (n) ที่เหมาะสมคือ 0.027 และมีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ย -0.113 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 9 ซึ่งเป็นค่าที่น้อยมาก สามารถนำมาใช้เป็นตัวแทนในการจำลองสภาพการไหลของแม่น้ำสุพรรณบุรี ช่วงประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ กม.27+500 ถึงช่วง ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ 80+000 ได้

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของการสอบเทียบแบบจำลองระหว่างข้อมูลที่ได้จากการวัดน้ำจริงและข้อมูลที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองที่จุดด้านท้ายประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ กม.80+800

วันที่	เวลา	ระดับน้ำด้านท้ายประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ กม. 80+500 ระดับน้ำจากการตรวจวัด (เมตร ร.ท.ก.)	ระดับน้ำจากการคำนวณ (เมตร ร.ท.ก.)	เปอร์เซ็นต์ความความคลาดเคลื่อน
1 ม.ค. 48	6:00:00	5.43	5.43	0.000
2 ม.ค. 48	6:00:00	5.22	5.225	-0.096
3 ม.ค. 48	6:00:00	5.09	5.073	0.334
4 ม.ค. 48	6:00:00	5.33	5.262	1.276
5 ม.ค. 48	6:00:00	5.39	5.36	0.557
6 ม.ค. 48	6:00:00	5.37	5.453	-1.546
7 ม.ค. 48	6:00:00	5.56	5.579	-0.342
8 ม.ค. 48	6:00:00	5.61	5.707	-1.729
9 ม.ค. 48	6:00:00	5.77	5.79	-0.347
10 ม.ค. 48	6:00:00	5.85	5.857	-0.120
11 ม.ค. 48	6:00:00	5.87	5.869	0.017
12 ม.ค. 48	6:00:00	5.87	5.87	0.000
13 ม.ค. 48	6:00:00	5.8	5.803	-0.052
14 ม.ค. 48	6:00:00	5.84	5.804	0.616
15 ม.ค. 48	6:00:00	5.85	5.828	0.376
16 ม.ค. 48	6:00:00	5.78	5.791	-0.190
17 ม.ค. 48	6:00:00	5.75	5.756	-0.104
18 ม.ค. 48	6:00:00	5.76	5.784	-0.417
19 ม.ค. 48	6:00:00	5.78	5.789	-0.156
20 ม.ค. 48	6:00:00	5.78	5.787	-0.121
21 ม.ค. 48	6:00:00	5.73	5.747	-0.297
22 ม.ค. 48	6:00:00	5.76	5.742	0.312
23 ม.ค. 48	6:00:00	5.79	5.785	0.086
24 ม.ค. 48	6:00:00	5.81	5.806	0.069
25 ม.ค. 48	6:00:00	5.83	5.819	0.189
26 ม.ค. 48	6:00:00	5.85	5.839	0.188
27 ม.ค. 48	6:00:00	5.89	5.885	0.085
28 ม.ค. 48	7:00:00	5.91	5.898	0.203
29 ม.ค. 48	8:00:00	5.91	5.895	0.254
30 ม.ค. 48	9:00:00	5.97	5.93	0.670
31 ม.ค. 48	10:00:00	5.97	6.162	-3.216
			ค่าเฉลี่ย	-0.113



ภาพที่ 41 การเปรียบเทียบข้อมูลการสอบเทียบแบบจำลองระหว่างข้อมูลจากการวัดน้ำจริงและข้อมูลจากการวัดน้ำที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง ที่จุดด้านท้ายประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา กม.115+100



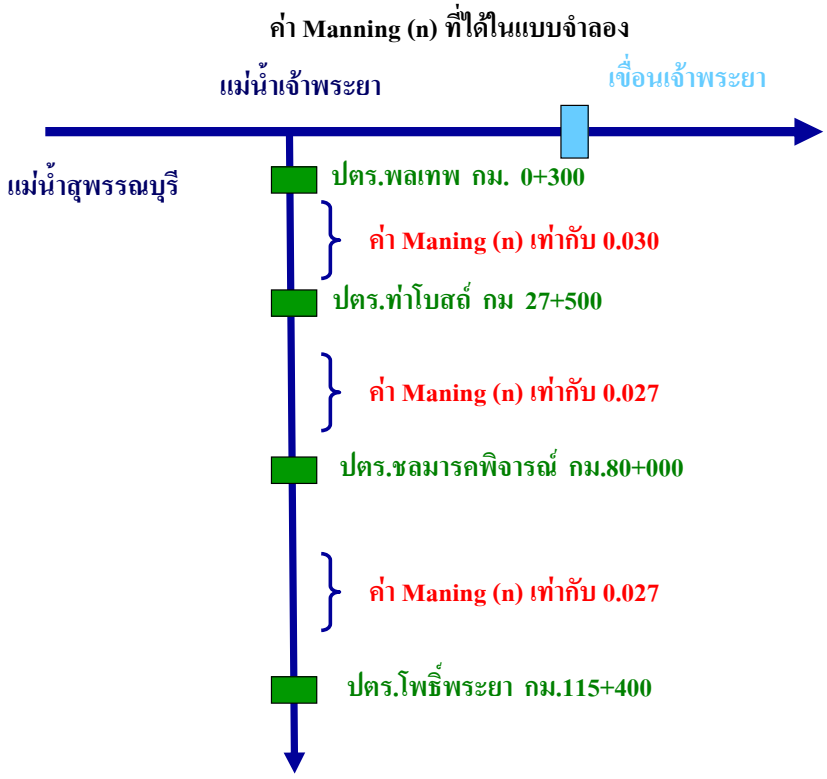
ภาพที่ 42 การเปรียบเทียบข้อมูลการสอบเทียบแบบจำลองระหว่างข้อมูลจากการวัดน้ำจริงและข้อมูลจากการวัดน้ำที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง ที่จุดด้านท้ายประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา กม.115+100 ช่วงเดือนมกราคม 2548

ผลการแสดงภาพที่ 41-42 ได้ผลการสอบเทียบแบบจำลองที่จุดทดสอบเหนือประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาที่ กม.115+100 โดยทำการปรับค่า Manning (n) ในค่าต่างๆ เพื่อให้ได้ค่าความแตกต่างของข้อมูลที่น้อยที่สุด ได้ค่า Manning (n) ที่เหมาะสมคือ 0.027 และมีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ย 0.323 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 10 ซึ่งเป็นค่าที่น้อยมาก สามารถนำมาใช้เป็นตัวแทนในการจำลองสภาพการไหลของแม่น้ำสุพรรณบุรี ช่วงประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ กม.80+000 ถึงช่วง ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา กม. 115+400 ได้

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของการสอบเทียบแบบจำลองระหว่างข้อมูลที่ได้จากการวัดน้ำจริงและข้อมูลที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองที่จุดด้านเหนือประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา กม.115+100

วันที่	เวลา	ระดับน้ำด้านเหนือประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา กม. 115+100 ระดับน้ำจากการตรวจวัด (เมตร ร.ท.ก.)	ระดับน้ำจากการคำนวณ (เมตร ร.ท.ก.)	เปอร์เซ็นต์ความความคลาดเคลื่อน
1 ม.ค. 48	6:00:00	5.4	5.37	0.556
2 ม.ค. 48	6:00:00	5.18	5.22	-0.772
3 ม.ค. 48	6:00:00	5.02	5.12	-1.992
4 ม.ค. 48	6:00:00	5.22	5.25	-0.575
5 ม.ค. 48	6:00:00	5.32	5.33	-0.188
6 ม.ค. 48	6:00:00	5.31	5.35	-0.753
7 ม.ค. 48	6:00:00	5.48	5.4	1.460
8 ม.ค. 48	6:00:00	5.6	5.57	0.536
9 ม.ค. 48	6:00:00	5.69	5.57	2.109
10 ม.ค. 48	6:00:00	5.76	5.68	1.389
11 ม.ค. 48	6:00:00	5.77	5.79	-0.347
12 ม.ค. 48	6:00:00	5.77	5.83	-1.040
13 ม.ค. 48	6:00:00	5.69	5.63	1.054
14 ม.ค. 48	6:00:00	5.7	5.63	1.228
15 ม.ค. 48	6:00:00	5.73	5.75	-0.349
16 ม.ค. 48	6:00:00	5.68	5.56	2.113
17 ม.ค. 48	6:00:00	5.64	5.69	-0.887
18 ม.ค. 48	6:00:00	5.68	5.72	-0.704
19 ม.ค. 48	6:00:00	5.69	5.45	4.218
20 ม.ค. 48	6:00:00	5.69	5.66	0.527
21 ม.ค. 48	6:00:00	5.64	5.68	-0.709
22 ม.ค. 48	6:00:00	5.64	5.59	0.887
23 ม.ค. 48	6:00:00	5.69	5.65	0.703
24 ม.ค. 48	6:00:00	5.71	5.6	1.926
25 ม.ค. 48	6:00:00	5.72	5.75	-0.524
26 ม.ค. 48	6:00:00	5.74	5.73	0.174
27 ม.ค. 48	6:00:00	5.79	5.74	0.864
28 ม.ค. 48	6:00:00	5.8	5.82	-0.345
29 ม.ค. 48	6:00:00	5.69	5.65	0.703
30 ม.ค. 48	6:00:00	5.64	5.6	0.709
31 ม.ค. 48	6:00:00	5.64	5.75	-1.950
			ค่าเฉลี่ย	0.323

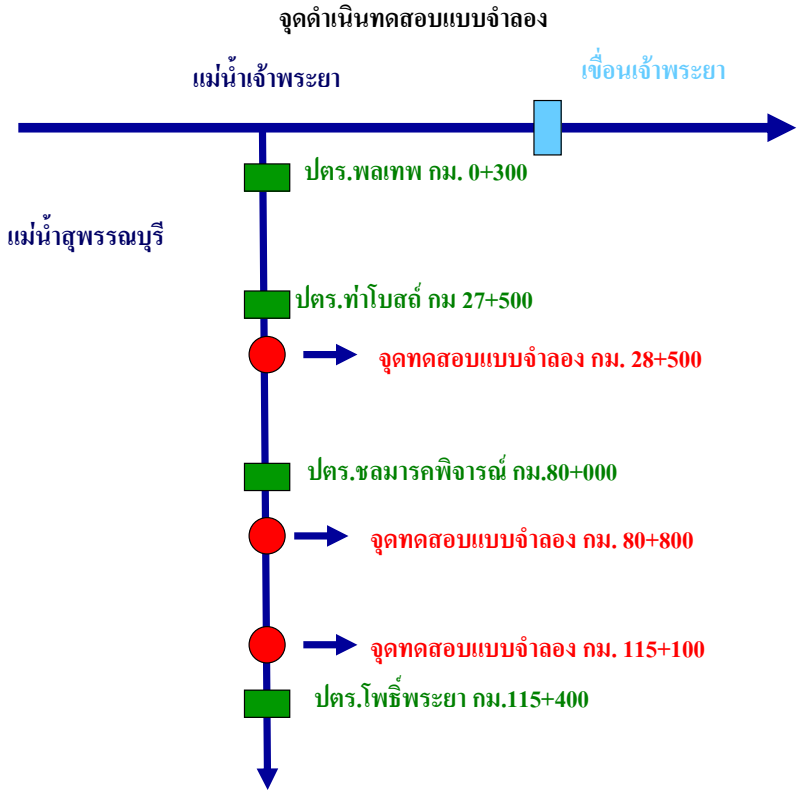
ผลจากการสอบเทียบแบบจำลองทำให้ได้ค่า Manning (n) ดังแสดงไว้ในภาพที่ 43 ที่สามารถนำไปใช้ในการจำลองสภาพการไหลของแม่น้ำสุพรรณบุรี กม.0+000 ถึง กม. 115+400 ที่เหมาะสมแต่ละช่วงประตูระบายน้ำดังนี้ ช่วงที่ 1 ประตูระบายน้ำพลเทพ กม.0+300 ถึง ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ กม.27+500 มีค่า Manning (n) เท่ากับ 0.030 ช่วงที่ 2 ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ กม. 27+500 ถึง ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ กม.80+000 มีค่า Manning (n) เท่ากับ 0.027 ช่วงที่ 3 ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ กม.80+000 ถึง ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา กม.115+400 มีค่า Manning (n) เท่ากับ 0.027 จากค่า Manning (n) ที่ได้แต่ละช่วงประตูระบายน้ำได้สอดคล้องกับสภาพของลำน้ำในปัจจุบันจึงใช้เป็นตัวแทนการไหลของแม่น้ำสุพรรณบุรีได้



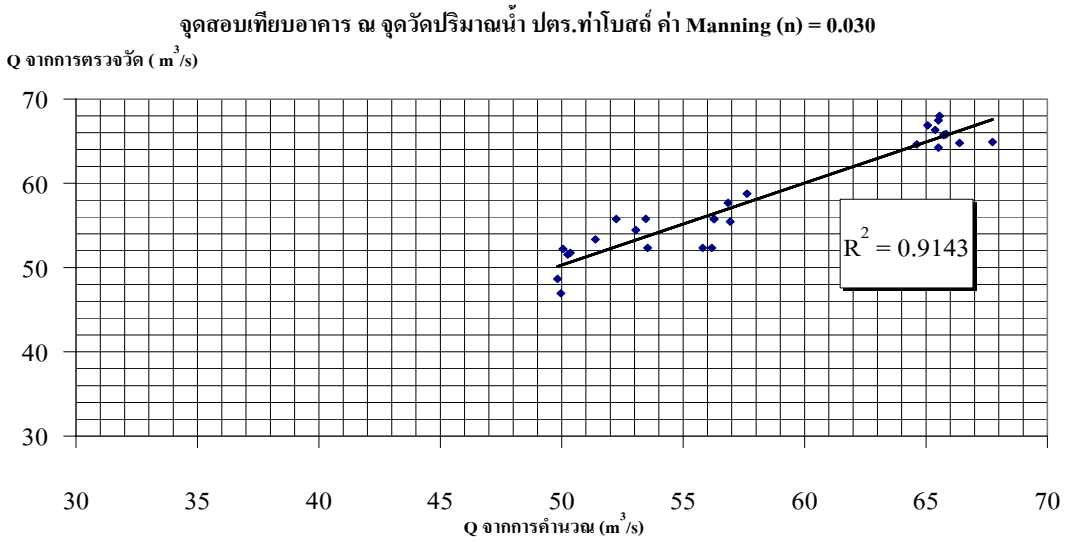
<u>ภาพที่ 43</u> ค่าสัมประสิทธิ์ความหยาบผิวของ Manning (n)แต่ละช่วงของแม่น้ำสุพรรณบุรี กม. 0+000 ถึง กม.115+400

3. การตรวจสอบแบบจำลอง

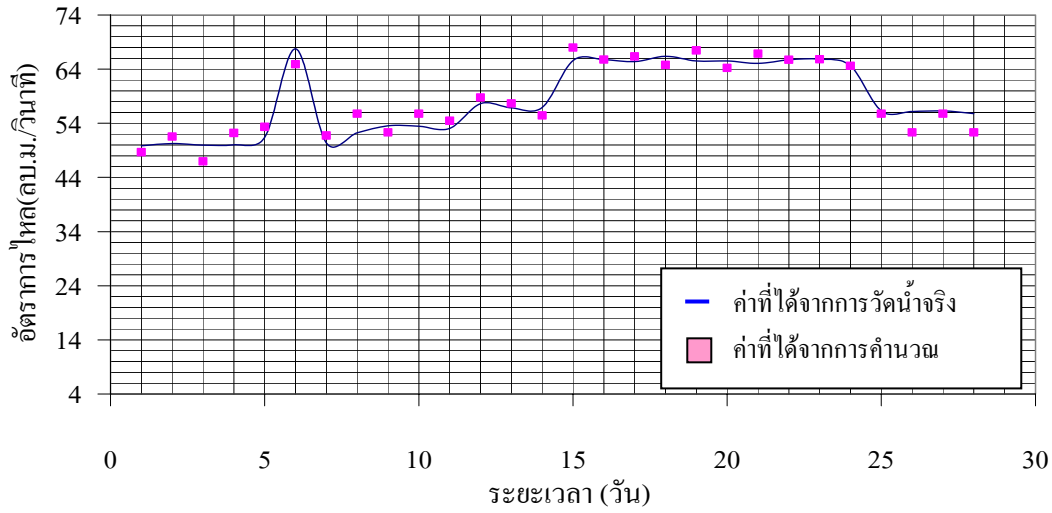
การทดสอบแบบจำลองได้ทำการใช้ค่า Manning (n) แต่ละช่วงของแม่น้ำสุพรรณบุรี กม. 0+000 ถึง กม.115+400 ที่ได้ในแต่ละช่วงของประตูระบายน้ำมาใช้กับข้อมูลการวัดน้ำในเดือนที่ต่างกันโดยเลือกใช้การวัดน้ำจริงในเดือนกุมภาพันธ์ 2548 ดังแสดงไว้ในตารางผนวก ค มาทำการทดสอบ และเลือกจุดดำเนินการทดสอบเป็นจุดเดียวกันกับจุดที่ดำเนินการสอบเทียบแบบจำลองโดยเริ่มต้นจากทางด้านท้ายประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ที่ กม.28+500 ที่ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ กม. 80+800 และที่ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา กม.115+100 ดังแสดงไว้ในภาพที่ 44



ภาพที่ 44 แสดงจุดดำเนินการสอบเทียบแบบจำลองของแม่น้ำสุพรรณบุรี กม.0+000 ถึง กม. 115+400



ภาพที่ 45 การเปรียบเทียบค่าการทดสอบแบบจำลองระหว่างข้อมูลที่ได้จากการวัดน้ำจริงและข้อมูลการวัดน้ำที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง ที่จุดด้านท้ายประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ กม.28+500

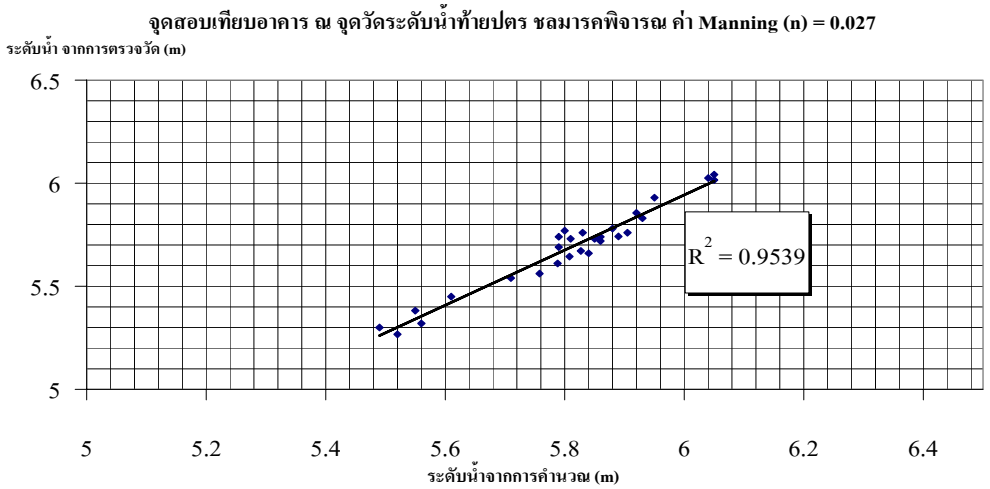


ภาพที่ 46 การเปรียบเทียบข้อมูลการสอบเทียบแบบจำลองระหว่างข้อมูลจากการวัดน้ำจริงและข้อมูลจากการวัดน้ำที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง ที่จุดด้านท้ายประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ กม.28+500 ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2548

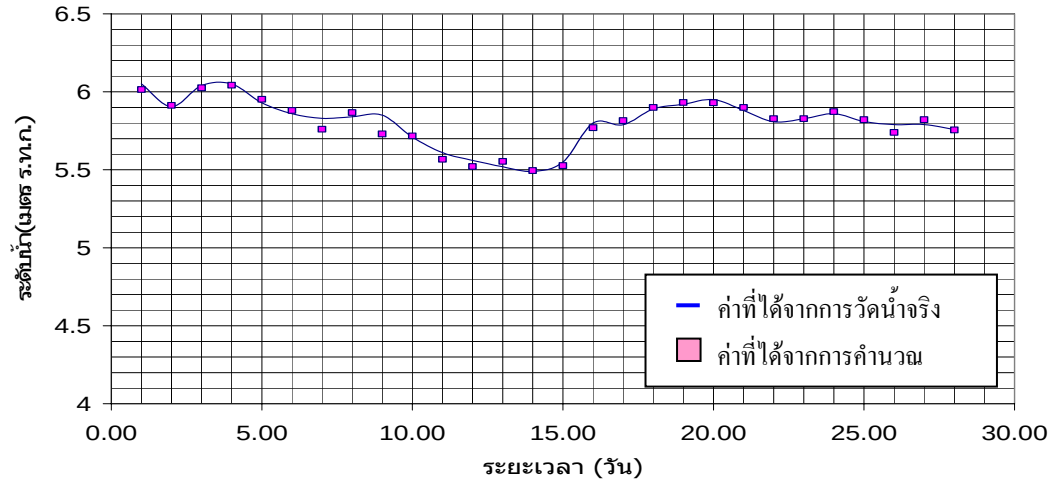
ผลการแสดงภาพที่ 45-46 ได้ผลการทดสอบแบบจำลองที่จุดทดสอบท้ายประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ที่ กม.28+500 โดยใช้ค่า Manning (n) เท่ากับ0.030 ได้ค่าความแตกต่างของข้อมูลอัตราการไหลน้อยมากและมีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ย – 0.164 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 11 ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ สามารถนำมาใช้ในกรณีศึกษาในการจำลองสภาพการไหลของแม่น้ำสุพรรณบุรีช่วงประตูระบายน้ำพลเทพ กม.0+300 ถึงช่วง ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ กม.27+500 ได้

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของการทดสอบแบบจำลองระหว่างข้อมูลที่ได้จากการวัดน้ำจริงและข้อมูลที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองที่จุดด้านท้ายประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ กม.28+500

วันที่	เวลา	อัตราการไหลด้านท้ายประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ กม. 28+800		เปอร์เซ็นต์ความ
		อัตราการไหลจากการตรวจวัด (ลบ.ม./วินาที)	อัตราการไหลจากการคำนวณ (ลบ.ม./วินาที)	ความคลาดเคลื่อน
1 ก.พ. 48	6:00:00	49.83	48.65	2.368
2 ก.พ. 48	6:00:00	50.25	51.54	-2.567
3 ก.พ. 48	6:00:00	49.96	46.95	6.025
4 ก.พ. 48	6:00:00	50.05	52.21	-4.316
5 ก.พ. 48	6:00:00	51.39	53.33	-3.775
6 ก.พ. 48	6:00:00	67.74	64.89	4.207
7 ก.พ. 48	6:00:00	50.35	51.74	-2.761
8 ก.พ. 48	6:00:00	52.25	55.76	-6.718
9 ก.พ. 48	6:00:00	53.54	52.32	2.279
10 ก.พ. 48	6:00:00	53.46	55.78	-4.340
11 ก.พ. 48	6:00:00	53.05	54.45	-2.639
12 ก.พ. 48	6:00:00	57.63	58.76	-1.961
13 ก.พ. 48	6:00:00	56.85	57.67	-1.442
14 ก.พ. 48	6:00:00	56.94	55.45	2.617
15 ก.พ. 48	6:00:00	65.56	67.98	-3.691
16 ก.พ. 48	6:00:00	65.77	65.77	0.000
17 ก.พ. 48	6:00:00	65.38	66.33	-1.453
18 ก.พ. 48	6:00:00	66.38	64.78	2.410
19 ก.พ. 48	6:00:00	65.51	67.45	-2.961
20 ก.พ. 48	6:00:00	65.51	64.23	1.954
21 ก.พ. 48	6:00:00	65.07	66.87	-2.766
22 ก.พ. 48	6:00:00	65.72	65.72	0.000
23 ก.พ. 48	6:00:00	65.83	65.83	0.000
24 ก.พ. 48	6:00:00	64.62	64.62	0.000
25 ก.พ. 48	6:00:00	56.27	55.76	0.906
26 ก.พ. 48	6:00:00	56.18	52.32	6.871
27 ก.พ. 48	6:00:00	56.27	55.76	0.906
28 ก.พ. 48	7:00:00	55.81	52.32	6.253
			ค่าเฉลี่ย	-0.164



ภาพที่ 47 การเปรียบเทียบค่าการทดสอบแบบจำลองระหว่างข้อมูลที่ได้จากการวัดน้ำจริงและข้อมูลการวัดน้ำที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง ที่จุดด้านท้ายประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ กม.80+800

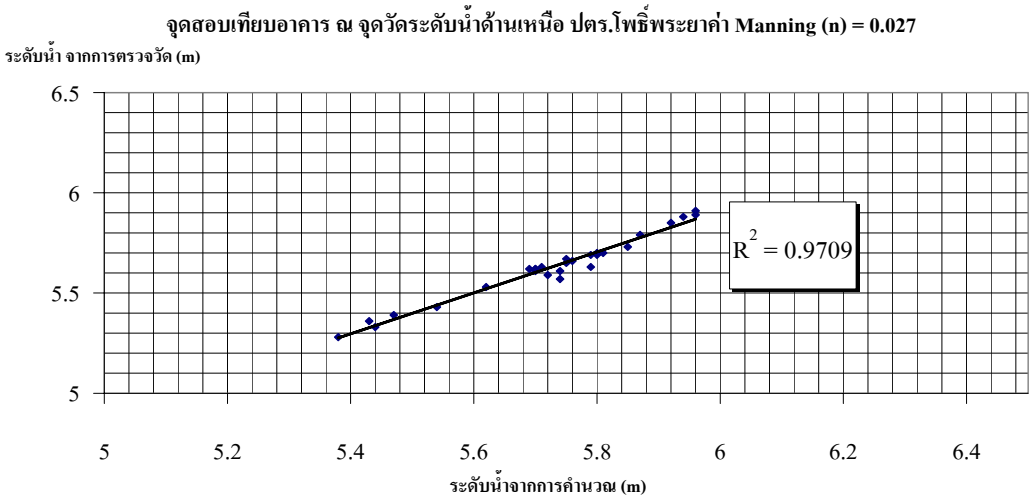


ภาพที่ 48 การเปรียบเทียบข้อมูลการสอบเทียบแบบจำลองระหว่างข้อมูลจากการวัดน้ำจริงและข้อมูลจากการวัดน้ำที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง ที่จุดด้านท้ายประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ กม.80+800 ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2548

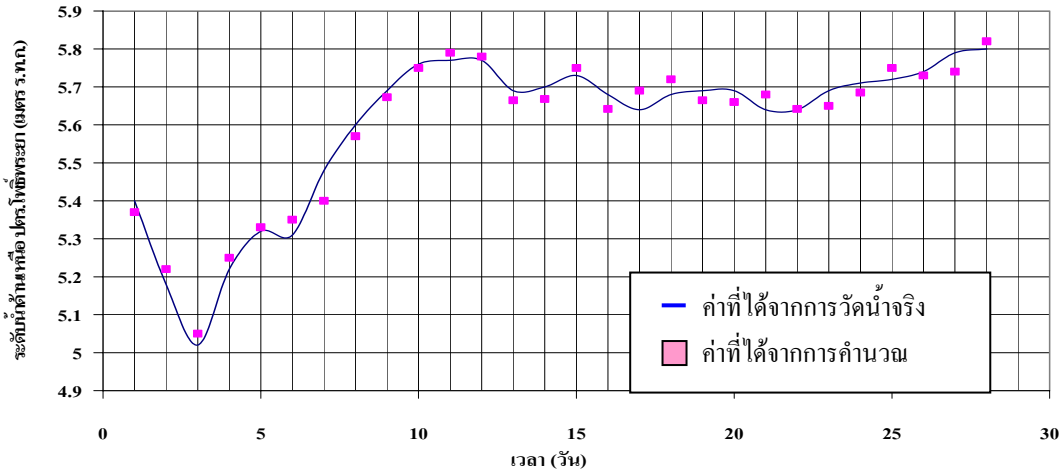
ผลการแสดงภาพที่ 47-48 ได้ผลการทดสอบแบบจำลองที่จุดทดสอบท้ายประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ ที่ กม.80+800 โดยใช้ค่า Manning (n) เท่ากับ0.027 ได้ค่าความแตกต่างของข้อมูลน้อยมากและมีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ย 0.104 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 12 ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ สามารถนำมาใช้ในกรณีศึกษาในการจำลองสภาพการไหลของแม่น้ำสุพรรณบุรี ช่วงประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ กม.27+500 ถึงช่วง ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ กม.80+000 ได้

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของการทดสอบแบบจำลองระหว่างข้อมูลที่ได้จากการวัดน้ำจริงและข้อมูลที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองที่จุดด้านท้ายประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ กม.80+800

วันที่	เวลา	ระดับน้ำด้านท้ายประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ กม. 80+500		เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน
		ระดับน้ำจากการตรวจวัด (เมตร ร.ท.ก.)	ระดับน้ำจากการคำนวณ (เมตร ร.ท.ก.)	
1 ก.พ. 48	6:00:00	6.05	6.02	0.579
2 ก.พ. 48	6:00:00	5.905	5.91	-0.135
3 ก.พ. 48	6:00:00	6.04	6.03	0.248
4 ก.พ. 48	6:00:00	6.05	6.04	0.132
5 ก.พ. 48	6:00:00	5.93	5.95	-0.371
6 ก.พ. 48	6:00:00	5.86	5.88	-0.341
7 ก.พ. 48	6:00:00	5.83	5.76	1.201
8 ก.พ. 48	6:00:00	5.84	5.87	-0.462
9 ก.พ. 48	6:00:00	5.85	5.73	2.051
10 ก.พ. 48	6:00:00	5.71	5.72	-0.123
11 ก.พ. 48	6:00:00	5.61	5.57	0.766
12 ก.พ. 48	6:00:00	5.56	5.52	0.701
13 ก.พ. 48	6:00:00	5.52	5.55	-0.616
14 ก.พ. 48	6:00:00	5.49	5.50	-0.091
15 ก.พ. 48	6:00:00	5.55	5.53	0.414
16 ก.พ. 48	6:00:00	5.8	5.77	0.517
17 ก.พ. 48	6:00:00	5.788	5.82	-0.466
18 ก.พ. 48	6:00:00	5.89	5.90	-0.170
19 ก.พ. 48	6:00:00	5.92	5.93	-0.203
20 ก.พ. 48	6:00:00	5.95	5.93	0.336
21 ก.พ. 48	6:00:00	5.88	5.90	-0.340
22 ก.พ. 48	6:00:00	5.808	5.83	-0.344
23 ก.พ. 48	6:00:00	5.827	5.83	-0.017
24 ก.พ. 48	6:00:00	5.86	5.87	-0.222
25 ก.พ. 48	6:00:00	5.81	5.82	-0.189
26 ก.พ. 48	6:00:00	5.79	5.74	0.864
27 ก.พ. 48	6:00:00	5.79	5.82	-0.535
28 ก.พ. 48	7:00:00	5.758	5.76	0.035
			ค่าเฉลี่ย	0.104



ภาพที่ 49 การเปรียบเทียบค่าการทดสอบแบบจำลองระหว่างข้อมูลที่ได้จากการวัดน้ำจริงและข้อมูลการวัดน้ำที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง ที่จุดด้านเหนือประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา กม.115+100



ภาพที่ 50 การเปรียบเทียบข้อมูลการสอบเทียบแบบจำลองระหว่างข้อมูลจากการวัดน้ำจริงและข้อมูลจากการวัดน้ำที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง ที่จุดด้านท้ายประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา กม.115+100 ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2548

ผลการแสดงภาพที่ 49-50 ได้ผลการทดสอบแบบจำลองที่จุดทดสอบท้ายประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา ที่ กม.115+100 โดยใช้ค่า Manning (n) เท่ากับ0.027 ได้ค่าความแตกต่างของข้อมูลระดับน้ำน้อยมากและมีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ย 0.028 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 13 ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ สามารถนำมาใช้ในกรณีศึกษาในการจำลองสภาพการไหลของแม่น้ำสุพรรณบุรี ช่วงประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ กม.80+000 ถึงช่วง ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ กม.115+400 ได้

ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของการทดสอบแบบจำลองระหว่างข้อมูลที่ได้จากการวัดน้ำจริงและข้อมูลที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองที่จุดด้านท้ายประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา กม.115+100

วันที่	เวลา	ระดับน้ำด้านเหนือประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา กม. 115+100		เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน
		ระดับน้ำจากการตรวจวัด (เมตร ร.ท.ก.)	ระดับน้ำจากการคำนวณ (เมตร ร.ท.ก.)	
1 ก.พ. 48	6:00:00	5.4	5.37	0.556
2 ก.พ. 48	6:00:00	5.18	5.22	-0.772
3 ก.พ. 48	6:00:00	5.02	5.05	-0.598
4 ก.พ. 48	6:00:00	5.22	5.25	-0.575
5 ก.พ. 48	6:00:00	5.32	5.33	-0.188
6 ก.พ. 48	6:00:00	5.31	5.35	-0.753
7 ก.พ. 48	6:00:00	5.48	5.4	1.460
8 ก.พ. 48	6:00:00	5.6	5.57	0.536
9 ก.พ. 48	6:00:00	5.69	5.673	0.299
10 ก.พ. 48	6:00:00	5.76	5.75	0.174
11 ก.พ. 48	6:00:00	5.77	5.79	-0.347
12 ก.พ. 48	6:00:00	5.77	5.78	-0.173
13 ก.พ. 48	6:00:00	5.69	5.665	0.439
14 ก.พ. 48	6:00:00	5.7	5.668	0.561
15 ก.พ. 48	6:00:00	5.73	5.75	-0.349
16 ก.พ. 48	6:00:00	5.68	5.642	0.669
17 ก.พ. 48	6:00:00	5.64	5.69	-0.887
18 ก.พ. 48	6:00:00	5.68	5.72	-0.704
19 ก.พ. 48	6:00:00	5.69	5.665	0.439
20 ก.พ. 48	6:00:00	5.69	5.66	0.527
21 ก.พ. 48	6:00:00	5.64	5.68	-0.709
22 ก.พ. 48	6:00:00	5.64	5.642	-0.035
23 ก.พ. 48	6:00:00	5.69	5.65	0.703
24 ก.พ. 48	6:00:00	5.71	5.685	0.438
25 ก.พ. 48	6:00:00	5.72	5.75	-0.524
26 ก.พ. 48	6:00:00	5.74	5.73	0.174
27 ก.พ. 48	6:00:00	5.79	5.74	0.864
28 ก.พ. 48	6:00:00	5.8	5.82	-0.345
			ค่าเฉลี่ย	0.028

ผลจากการทดสอบแบบจำลองจากการใช้ค่า Manning (n) ที่ได้ของแต่ละช่วงประตูระบายจะได้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยมาก สามารถนำไปใช้ในกรณีศึกษาการจำลองสภาพการไหลของแม่น้ำสุพรรณบุรี กม.0+000 ถึง กม. 115+400 ในช่วงแต่ละช่วงประตูระบายน้ำคือ ช่วงที่ 1 ประตูระบายน้ำพลเทพ กม.0+300 ถึง ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ กม.27+500 ใช้ค่า Manning (n) เท่ากับ 0.030 ช่วงที่ 2 ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ กม. 27+500 ถึง ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ กม. 80+000 ใช้ค่า Manning (n) เท่ากับ 0.027 ช่วงที่ 3 ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ กม.80+000 ถึง ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา กม.115+400 ใช้ค่า Manning (n) เท่ากับ 0.027 จากค่า Manning (n) ที่ได้แต่ละช่วงประตูระบายน้ำได้สอดคล้องกับสภาพของลำน้ำในปัจจุบันที่ได้ทำการสำรวจในภาคสนาม ดังแสดงตัวอย่างสภาพลำน้ำไว้ในภาพที่ 51 จึงสามารถใช้ในกรณีศึกษาต่างๆได้

ภาพที่ 51 สภาพแม่น้ำสุพรรณบุรีในเขต อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี

<u>การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางชลศาสตร์ MIKE 11</u>

กำหนดกรณีศึกษาเพื่อปรับใช้แบบจำลองเพื่อเป็นตัวแทนการจำลองสภาพการไหลในลำน้ำสุพรรณบุรี เริ่มต้นโดยการกำหนดการระบายน้ำด้านท้าย ประตูระบายน้ำพลเทพ ให้เป็น Inflow และจุดท้ายประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเป็น Outflow กำหนดการเปิดบานในกรณีต่าง ๆ ของบายระบายทั้ง 3 โครงการ ได้แก่ ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ ประตูระบายน้ำชลมาร์คพิจารณ์ และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา จากนั้นกำหนดค่าเริ่มต้นของระดับน้ำนอนคลองเพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาการยกตัวของระดับน้ำที่อัตราการไหลตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 14 และไม่คิดปริมาณน้ำสูญเสียจากการใช้น้ำวิธีอื่น ส่วนข้อมูลการส่งน้ำใช้การส่งน้ำรายสัปดาห์ ใช้ปี 2548 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 15 จากข้อมูลที่กำหนด สามารถแบ่งกรณีศึกษาออกเป็น 8 กรณี และกรณีศึกษาเพิ่มเติมอีก 3 กรณีเพื่อใช้เป็นแนวทางในการส่งน้ำของแต่ละประตูระบายน้ำ ดังนี้

<u>กรณีศึกษาที่ 1</u> ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ เปิดบาน 0.25 เมตร ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์เปิดบาน 0.1 เมตร และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.02 เมตร

<u>กรณีศึกษาที่ 2</u> ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ เปิดบาน 0.25 เมตร ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์เปิดบาน 0.1 เมตร และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.05 เมตร

<u>กรณีศึกษาที่ 3</u> ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ เปิดบาน 0.25 เมตร ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์เปิดบาน 0.4 เมตร และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.02 เมตร

<u>กรณีศึกษาที่ 4</u> ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ เปิดบาน 0.25 เมตร ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์เปิดบาน 0.4 เมตร และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.05 เมตร

<u>กรณีศึกษาที่ 5</u> ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ เปิดบาน 0.40 เมตร ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์เปิดบาน 0.1 เมตร และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.02 เมตร

<u>กรณีศึกษาที่ 6</u> ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ เปิดบาน 0.40 เมตร ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์เปิดบาน 0.1 เมตร และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.05 เมตร

กรณีศึกษาที่ 7 ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ เปิดบาน 0.40 เมตร ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์เปิดบาน 0.4 เมตร และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.02 เมตร

กรณีศึกษาที่ 8 ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ เปิดบาน 0.40 เมตร ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์เปิดบาน 0.4 เมตร และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.05 เมตร

กรณีศึกษาเพิ่มเติม

กรณีศึกษาที่ 9 การจำลองการเปิดบาน ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ ในกรณีอัตราการไหลต่างๆ กันใน ช่วง 1 สัปดาห์

กรณีศึกษาที่ 10 การจำลองการเปิดบาน ประตูระบายน้ำสามชุก ในกรณีอัตราการไหลต่างๆ กันใน ช่วง 1 สัปดาห์

กรณีศึกษาที่ 11 การจำลองการเปิดบาน ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาในกรณีอัตราการไหลต่างๆ กันใน ช่วง 1 สัปดาห์

ตารางที่ 14 ระดับน้ำที่เริ่มต้น และค่าการเปิดบานระบาย ในการกำหนด กรณีศึกษาทั้ง 8 กรณี

ลำดับที่	โครงการ	ประตูระบายน้ำ	ระดับน้ำเริ่มต้น	ค่าการเปิดบาน	
				ต่ำสุด	สูงสุด
1	ท่าโบสถ์	ท่าโบสถ์	12.5	0.25	0.4
2	สามชุก	ชลมารคพิจารณ์	8	0.1	0.4
3	โพธิ์พระยา	โพธิ์พระยา	5	0.02	0.05

ตารางที่ 15 แผนการส่งน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภคและการเพาะปลูกในช่วงฤดูแล้ง

วัน เดือน ปี	ปริมาณน้ำที่ระบาย	ปริมาณน้ำความต้องการ		
	ท้าย ปตร.พลเทพ	ท่าโบสถ์	สามชุก	โพธิ์พระยา
	ลบ.ม./วินาที	ลบ.ม./วินาที	ลบ.ม./วินาที	ลบ.ม./วินาที
24-30 ม.ค.2548	45	7	18	15
14-20 มี.ค.2548	55	8	24	18
4-10 เม.ย.2548	60	8	25	22

ผลและวิจารณ์

การศึกษาสภาพทางชลศาสตร์ในแม่น้ำสุพรรณบุรี ได้ดำเนินการสำรวจสภาพจริงของลำน้ำสุพรรณบุรี จากนั้นได้ทำการรวมรวมข้อมูลต่างๆที่ใช้ในการนำเข้าแบบจำลองเพื่อทำการสอบเทียบเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ความหยาบผิว Manning (n) ในแต่ละช่วงของลำน้ำและนำแบบจำลองที่ได้ทำการทดสอบแล้วจำลองสภาพการไหลในกรณีศึกษา 8 กรณี และเพิ่มเติมกรณีศึกษาอีก 3 กรณี ได้ผลดังต่อไปนี้

ข้อมูลทางกายภาพของลำน้ำสุพรรณบุรี

แม่น้ำสุพรรณบุรีในช่วงที่ทำการศึกษาตั้งแต่ กม.0+000 ถึง กม. 115+400 ประกอบด้วยขนาดลำน้ำที่ค่อนข้างไม่สม่ำเสมอ สังเกตุจาก Cross-Section แสดงไว้ในภาพผนวก ข สภาพลำน้ำจากการสำรวจภาคสนามแต่ละโครงการจะมีวัชพืชหนาแน่นค่อนข้างมาก โดยเฉพาะด้านหน้าประตูระบายน้ำของแต่ละโครงการ ดังแสดงไว้ในภาพที่ 52-54 ซึ่งสภาพโดยทั่วไปของลำน้ำได้สอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์ความหยาบผิว Manning (n) ที่ได้จากการสอบเทียบแบบจำลองของแต่ละช่วงประตูระบายน้ำ คือ ช่วงที่ 1 ประตูระบายน้ำพลเทพ กม.0+300 ถึง ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ กม.27+500 มีค่า Manning (n) เท่ากับ 0.030 เมตร ช่วงที่ 2 ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ กม. 27+500 ถึง ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ กม.80+000 มีค่า Manning (n) เท่ากับ 0.027 เมตร ช่วงที่ 3 ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ กม.80+000 ถึง ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา กม.115+400 มีค่า Manning (n) เท่ากับ 0.027 เมตร

ภาพที่ 52 สภาพของลำน้ำด้านหน้าประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ที่มีวัชพืชหนาแน่น

ภาพที่ 53 สภาพลำน้ำด้านหน้าประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาที่มีวัชพืชหนาแน่น

ภาพที่ 54 สภาพลำน้ำสุพรรณบุรีเขต อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี

<u>กรณีศึกษาทั้ง 8 กรณี</u>

แบบจำลอง MIKE 11 ที่ได้ทำการทดสอบแล้วสามารถใช้เป็นตัวแทนของระบบการไหลของลำน้ำสุพรรณบุรี เขตสำนักชลประทานที่ 12 ช่วง กม.0+300 ถึง กม. 115+400 ตั้งแต่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลเทพ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าโบสถ์ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโพธิ์พระยา โดยการกำหนดกรณีศึกษา 8 กรณีและกรณีศึกษาเพิ่มเติมอีก 3 กรณี ตามวิธีการส่งน้ำจริงของโครงการ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 16 ได้ผลการศึกษาดังนี้

<u>ตารางที่ 16</u> กรณีศึกษาทั้ง 8 กรณี

กรณีศึกษา	อัตราการไหล	ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์	ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์	ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา
		ระยะการเปิดบาน	ระยะการเปิดบาน	ระยะการเปิดบาน
	(ลบ.ม./วินาที)	(เมตร)	(เมตร)	(เมตร)
กรณีที่ 1	45	0.25	0.10	0.02
	55	0.25	0.10	0.02
	60	0.25	0.10	0.02
กรณีที่ 2	45	0.25	0.10	0.05
	55	0.25	0.10	0.05
	60	0.25	0.10	0.05
กรณีที่ 3	45	0.25	0.40	0.02
	55	0.25	0.40	0.02
	60	0.25	0.40	0.02
กรณีที่ 4	45	0.25	0.40	0.05
	55	0.25	0.40	0.05
	60	0.25	0.40	0.05
กรณีที่ 5	45	0.40	0.10	0.02
	55	0.40	0.10	0.02
	60	0.40	0.10	0.02
กรณีที่ 6	45	0.40	0.10	0.05
	55	0.40	0.10	0.05
	60	0.40	0.10	0.05
กรณีที่ 7	45	0.40	0.40	0.02
	55	0.40	0.40	0.02
	60	0.40	0.40	0.02
กรณีที่ 8	45	0.40	0.40	0.05
	55	0.40	0.40	0.05
	60	0.40	0.40	0.05

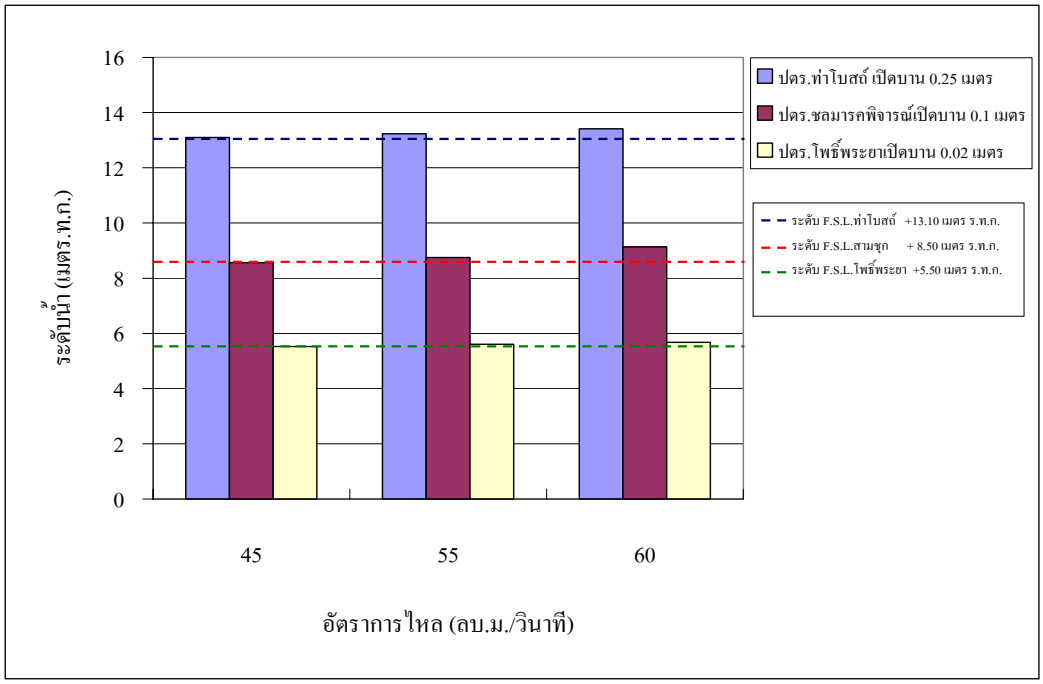
กรณีศึกษาที่ 1

ตารางที่ 17 ผลการศึกษากรณีที่ 1 ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ เปิดบาน 0.25 เมตร ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ เปิดบาน 0.1 เมตร และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.02 เมตร

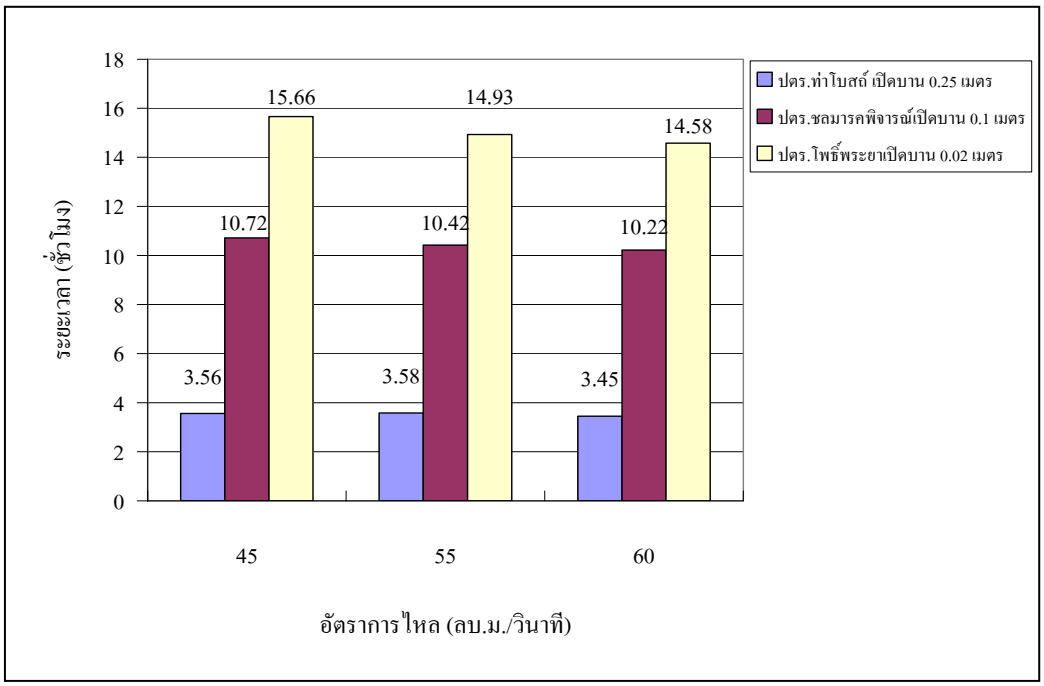
ประตูระบายน้ำ	กม.ในแบบจำลอง	ปริมาณน้ำระบายจาก ปตร.พลเทพ	การยกตัวของระดับน้ำด้านหน้าประตูระบายน้ำ	
			ระดับน้ำสูงสุด (รทก.)	ระยะเวลา ชั่วโมง
ท่าโบสถ์		45	13.10	3.56
		55	13.23	3.58
		60	13.41	3.45
ชลมารคพิจารณ์		45	8.56	10.72
		55	8.75	10.42
		60	9.13	10.22
โพธิ์พระยา		45	5.53	15.66
		55	5.61	14.93
		60	5.68	14.58

จากกรณีศึกษาที่ 1 แสดงผลไว้ดังตารางที่ 17 และแสดงผลไว้ดังภาพที่ 55 ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ เปิดบาน 0.25 เมตร ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์เปิดบาน 0.1 เมตร และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.02 เมตร ได้ผลดังนี้ ที่ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ ระดับน้ำได้ยกตัวสูงสุดในระดับที่เพียงพอต่อการระบายน้ำเข้าคลองสายใหญ่ ได้ ส่วนระดับน้ำที่หน้าประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ ระดับน้ำได้ยกตัวสูงสุดในระดับที่เพียงพอต่อการระบายน้ำเข้าคลองสายใหญ่ ได้และระดับน้ำที่ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา ระดับน้ำได้ยกตัวสูงสุดในระดับที่เพียงพอต่อการระบายน้ำเข้าคลองสายใหญ่ ได้

ในส่วนของระยะเวลาในการยกตัวของระดับน้ำที่หน้าประตูระบายน้ำทุกโครงการได้ใช้เวลาไม่ต่างกันมากนักจากอัตราการไหลตามที่กำหนดเนื่องจากการเคลื่อนตัวของคลื่นน้ำแต่ละช่วงของประตูระบายน้ำไม่ส่งผลต่อระยะเวลาในการยกตัวของระดับน้ำมากนัก แสดงไว้ดังภาพที่ 56



ภาพที่ 55 ระดับน้ำสูงสุดเปรียบเทียบกับอัตราการไหลเมื่อทำการปรับบานระบายน้ำตามระยะที่กำหนด ในกรณีศึกษาที่ 1



ภาพที่ 56 ระยะเวลาในการยกตัวของระดับน้ำจากระยะเริ่มต้น เมื่อทำการปรับบานระบายน้ำตามระยะที่กำหนด ในกรณีศึกษาที่ 1

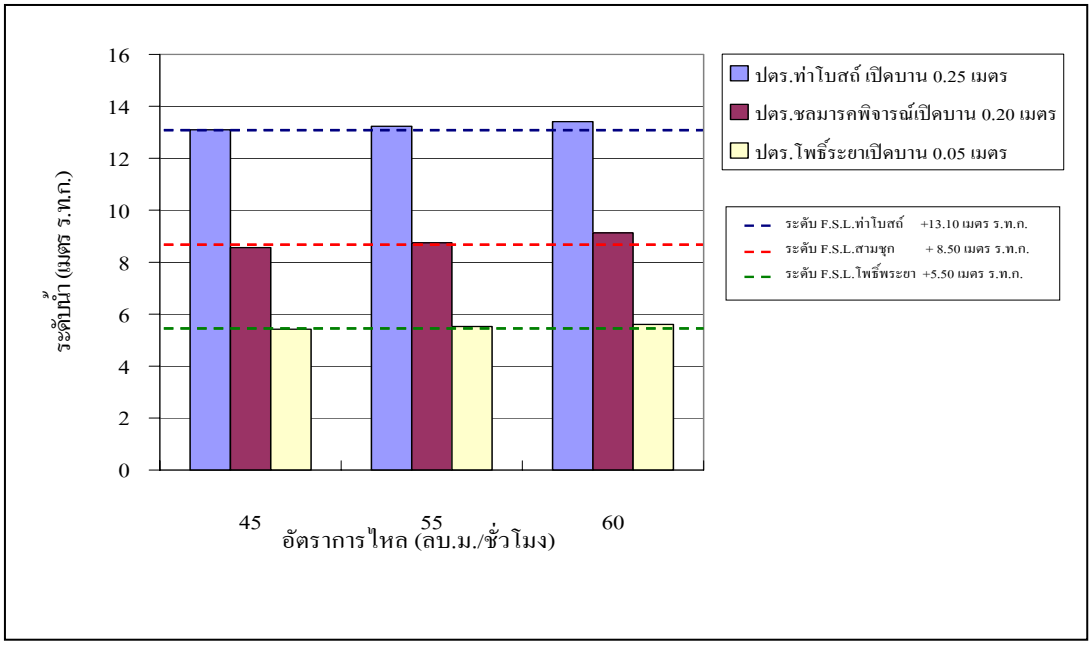
กรณีศึกษาที่ 2

ตารางที่ 18 ผลการศึกษากรณีที่ 1 ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ เปิดบาน 0.25 เมตร ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ เปิดบาน 0.1 เมตร และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.02 เมตร

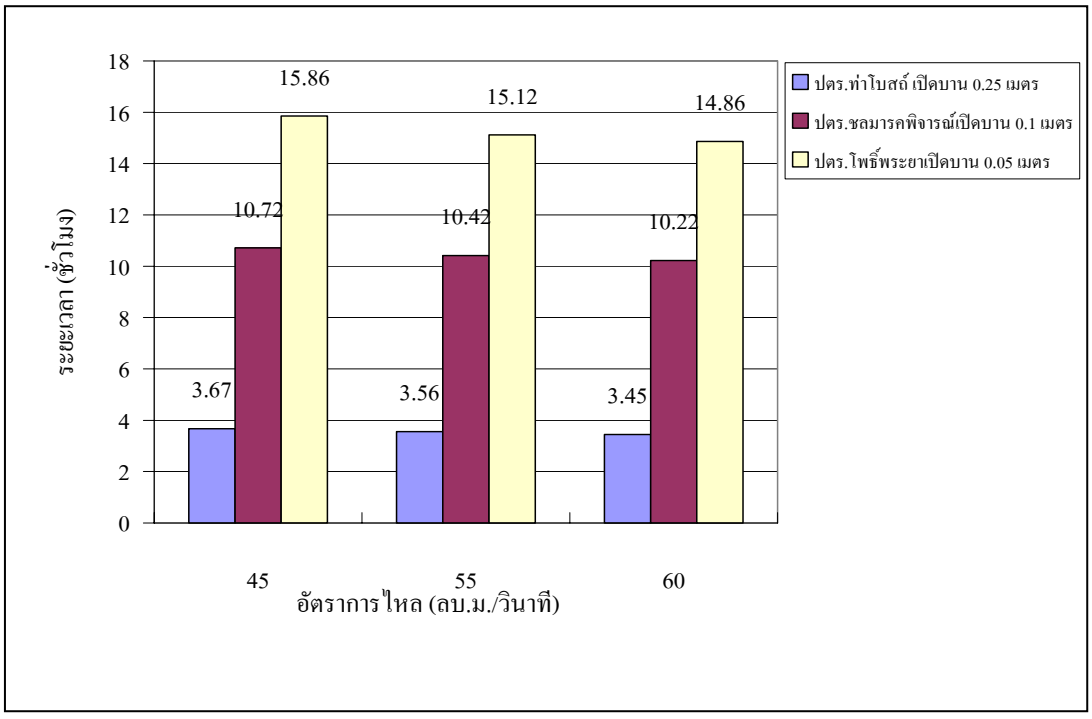
ประตูระบายน้ำ	กม.ในแบบจำลอง	ปริมาณน้ำระบายจาก ปตร.พลเทพ	การยกตัวของระดับน้ำด้านหน้าประตูระบายน้ำ	
			ระดับน้ำสูงสุด (รทก.)	ระยะเวลาชั่วโมง
ท่าโบสถ์	27+430	45	13.10	3.67
		55	13.23	3.56
		60	13.41	3.45
ชลมารคพิจารณ์	79+900	45	8.56	10.72
		55	8.75	10.42
		60	9.13	10.22
โพธิ์พระยา	114+900	45	5.42	15.86
		55	5.52	15.12
		60	5.60	14.86

จากกรณีศึกษาที่ 2 แสดงผลไว้ดังตารางที่ 18 และแสดงผลไว้ดังภาพที่ 57 ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ เปิดบาน 0.25 เมตร ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์เปิดบาน 0.1 เมตร และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.05 เมตร ได้ผลดังนี้ ที่ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ ระดับน้ำได้ยกตัวสูงสุดในระดับที่เพียงพอต่อการระบายน้ำเข้าคลองสายใหญ่ ได้ ส่วนระดับน้ำที่หน้าประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ ระดับน้ำได้ยกตัวสูงสุดในระดับที่เพียงพอต่อการระบายน้ำเข้าคลองสายใหญ่ได้และระดับน้ำที่ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา ระดับน้ำได้ยกตัวสูงสุดในระดับที่เพียงพอต่อการระบายน้ำเข้าคลองสายใหญ่ ได้ยกเว้นที่อัตราการไหลที่45 ลบ.ม./วินาที การยกตัวของระดับน้ำสูงสุดไม่เพียงพอในการส่งน้ำเข้าคลองสายใหญ่

ระยะเวลาการยกตัวของระดับน้ำที่หน้าประตูระบายน้ำทุกโครงการได้ใช้เวลาไม่ต่างกันมากนักตามอัตราการไหลที่กำหนดไว้เนื่องจากการเคลื่อนตัวของคลื่นน้ำแต่ละช่วงประตูระบายน้ำจะไม่ส่งผลต่อระยะเวลาในการยกตัวของระดับน้ำมากนัก แสดงไว้ดังภาพที่ 58



ภาพที่ 57 ระดับน้ำสูงสุดเปรียบเทียบกับอัตราการไหลเมื่อทำการปรับบานระบายน้ำตามระยะที่กำหนด ในกรณีศึกษาที่ 2



ภาพที่ 58 ระยะเวลาในการยกตัวของระดับน้ำจากระยะเริ่มต้น เมื่อทำการปรับบานระบายน้ำตามระยะที่กำหนด ในกรณีศึกษาที่ 2

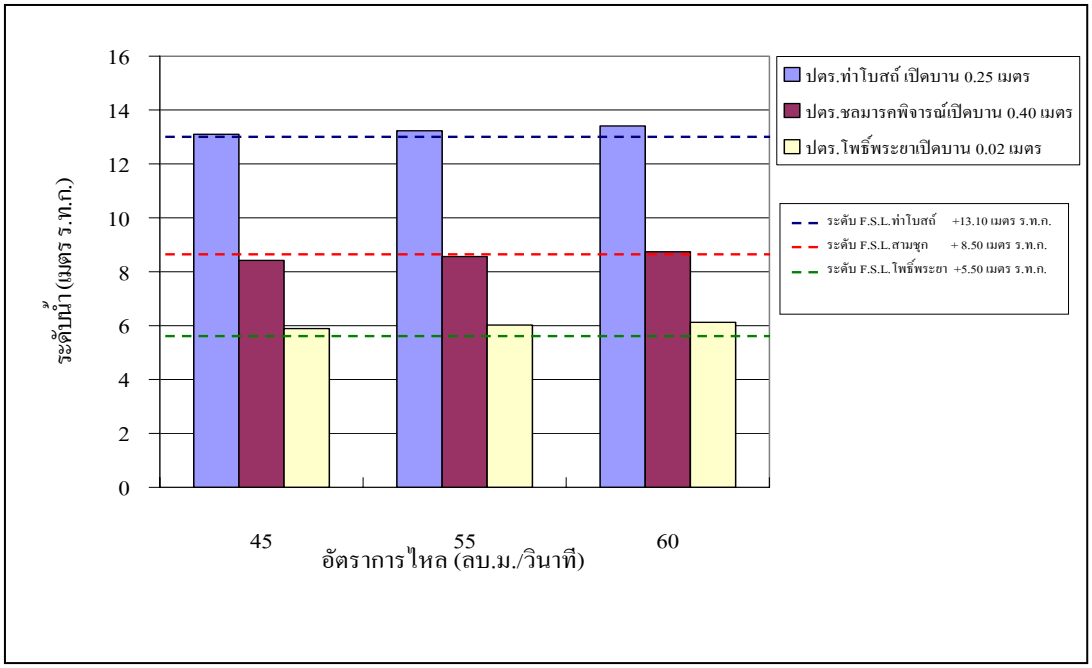
กรณีศึกษาที่ 3

ตารางที่ 19 ผลการศึกษากรณีที่ 3 ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ เปิดบาน 0.25 เมตร ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ เปิดบาน 0.4 เมตร และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.02 เมตร

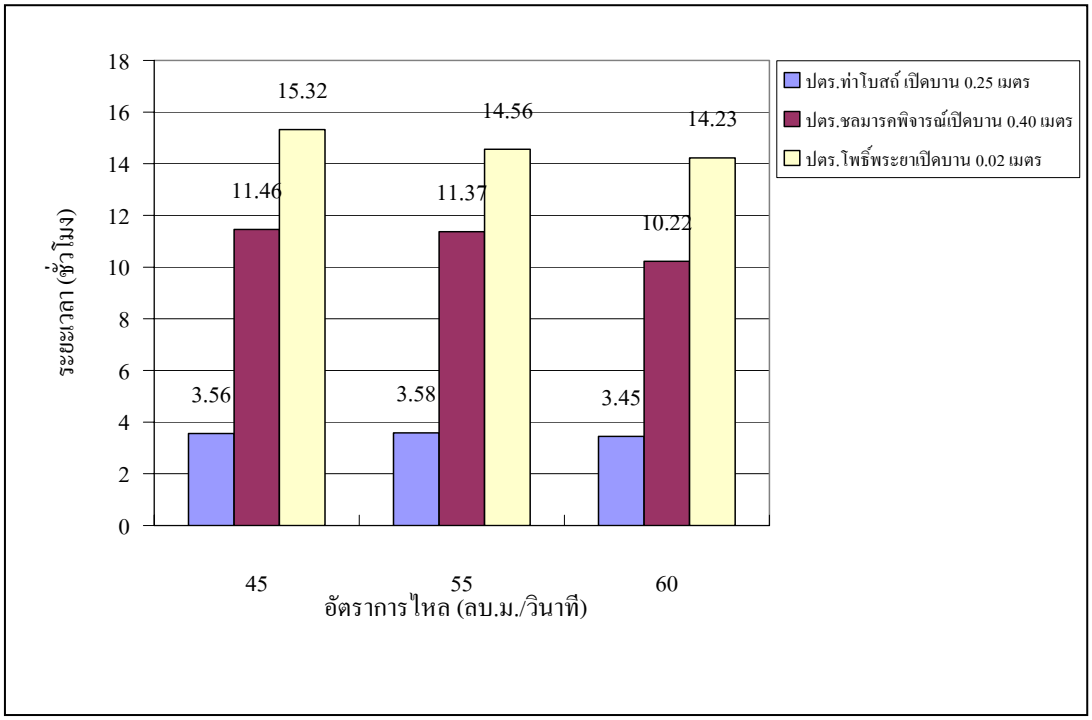
ประตูระบายน้ำ	กม.ในแบบจำลอง	ปริมาณน้ำระบายจาก ปตร.พลเทพ	การยกตัวของระดับน้ำด้านหน้าประตูระบายน้ำ	
			ระดับน้ำสูงสุด (รทก.)	ระยะเวลาชั่วโมง
ท่าโบสถ์	27+430	45	13.10	3.56
		55	13.23	3.58
		60	13.41	3.45
ชลมารคพิจารณ์	79+900	45	8.42	11.46
		55	8.56	11.37
		60	8.74	10.22
โพธิ์พระยา	114+900	45	5.89	15.32
		55	6.02	14.56
		60	6.12	14.23

จากกรณีศึกษาที่ 3 แสดงผลไว้ดังตารางที่ 19 และแสดงผลไว้ดังภาพที่ 59 ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ เปิดบาน 0.25 เมตร ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์เปิดบาน 0.4 เมตร และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.02 เมตร ได้ผลดังนี้ ที่ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ ระดับน้ำได้ยกตัวสูงสุดในระดับที่เพียงพอต่อการระบายน้ำเข้าคลองสายใหญ่ ได้ ส่วนระดับน้ำที่หน้าประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ ระดับน้ำได้ยกตัวสูงสุดในระดับที่เพียงพอต่อการระบายน้ำเข้าคลองสายใหญ่ ได้ยกเว้นที่อัตราการไหลที่45 ลบ.ม./วินาที การยกตัวของระดับน้ำสูงสุดไม่เพียงพอในการส่งน้ำเข้าคลองสายใหญ่ และระดับน้ำที่ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา ระดับน้ำได้ยกตัวสูงสุดในระดับที่เพียงพอต่อการระบายน้ำเข้าคลองสายใหญ่ ได้

ระยะเวลาการยกตัวของระดับน้ำที่หน้าประตูระบายน้ำทุกโครงการจะใช้เวลาไม่ต่างกันมากนักตามอัตราการไหลที่กำหนดไว้เนื่องจากการเคลื่อนตัวของคลื่นน้ำแต่ละช่วงประตูระบายน้ำไม่ส่งผลต่อระยะเวลาในการยกตัวของระดับน้ำมากนัก ดังแสดงไว้ดังภาพที่ 60



ภาพที่ 59 ระดับน้ำสูงสุดเปรียบเทียบกับอัตราการไหลเมื่อทำการปรับบานระบายน้ำตามระยะที่กำหนด ในกรณีศึกษาที่ 3



ภาพที่ 60 ระยะเวลาในการยกตัวของระดับน้ำจากระยะเริ่มต้น เมื่อทำการปรับบานระบายน้ำตามระยะที่กำหนด ในกรณีศึกษาที่ 3

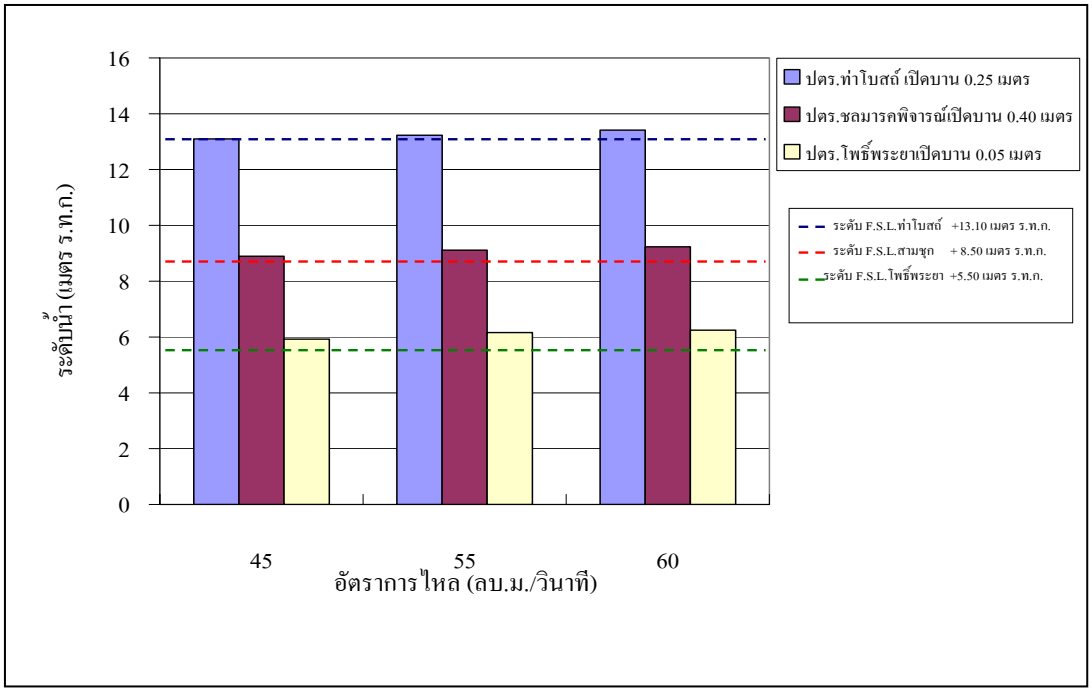
กรณีศึกษาที่ 4

ตารางที่ 20 ผลการศึกษากรณีที่ 4 ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ เปิดบาน 0.25 เมตร ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ เปิดบาน 0.4 เมตร และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.05 เมตร

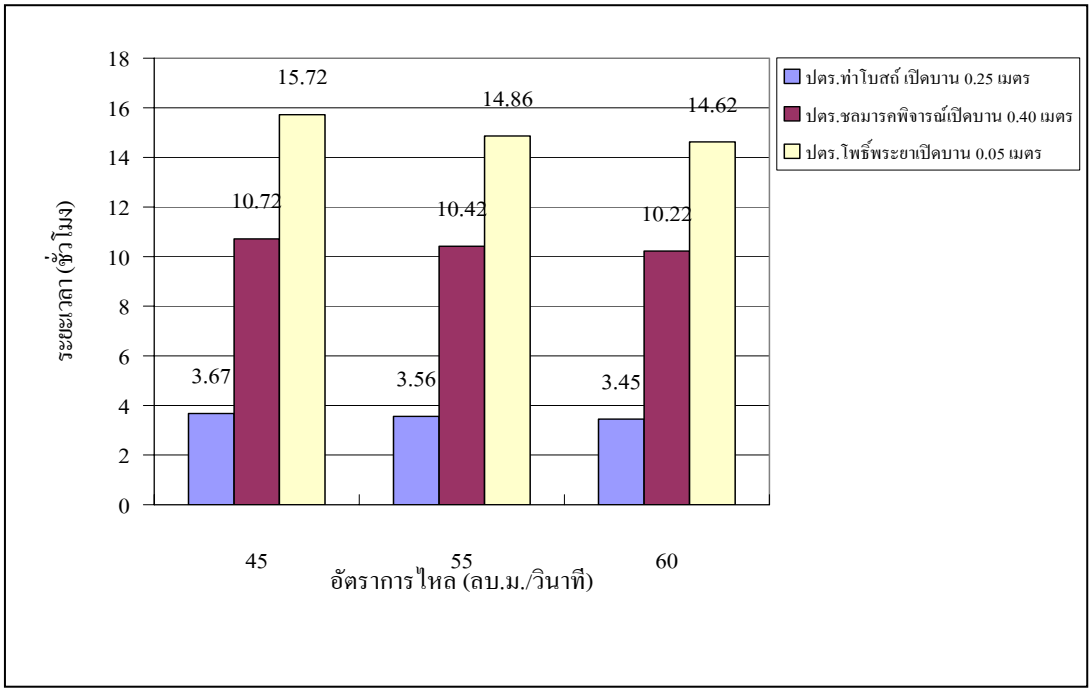
ประตูระบายน้ำ	กม.ในแบบจำลอง	ปริมาณน้ำระบายจาก ปตร.พลเทพ	การยกตัวของระดับน้ำด้านหน้าประตูระบายน้ำ ระดับน้ำสูงสุด (รทก.)	ระยะเวลาชั่วโมง
ท่าโบสถ์	27+430	45	13.10	3.67
		55	13.23	3.56
		60	13.41	3.45
ชลมารคพิจารณ์	79+900	45	8.89	10.72
		55	9.11	10.42
		60	9.23	10.22
โพธิ์พระยา	114+900	45	5.92	15.72
		55	6.16	14.86
		60	6.24	14.62

จากกรณีศึกษาที่ 4 แสดงผลไว้ดังตารางที่ 20 และแสดงผลไว้ดังภาพที่ 61 ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ เปิดบาน 0.25 เมตร ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์เปิดบาน 0.4 เมตร และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.05 เมตร ได้ผลดังนี้ ที่ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ ระดับน้ำได้ยกตัวสูงสุดในระดับที่เพียงพอต่อการระบายน้ำเข้าคลองสายใหญ่ ได้ ส่วนระดับน้ำที่หน้าประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ ระดับน้ำได้ยกตัวสูงสุดในระดับที่เพียงพอต่อการระบายน้ำเข้าคลองสายใหญ่ ได้ และระดับน้ำที่ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา ระดับน้ำได้ยกตัวสูงสุดในระดับที่เพียงพอต่อการระบายน้ำเข้าคลองสายใหญ่ ได้

ระยะเวลาการยกตัวของระดับน้ำที่หน้าประตูระบายน้ำทุกโครงการได้ใช้เวลาไม่ต่างกันมากนักตามอัตราการไหลที่กำหนดไว้เนื่องจากการเคลื่อนตัวของคลื่นน้ำแต่ละช่วงประตูระบายน้ำไม่ส่งผลต่อระยะเวลาในการยกตัวของระดับน้ำมากนัก แสดงไว้ดังภาพที่ 62



ภาพที่ 61 ระดับน้ำสูงสุดเปรียบเทียบกับอัตราการไหลเมื่อทำการปรับบานระบายน้ำตามระยะที่กำหนด ในกรณีศึกษาที่ 4



ภาพที่ 62 ระยะเวลาในการยกตัวของระดับน้ำจากระยะเริ่มต้น เมื่อทำการปรับบานระบายน้ำตามระยะที่กำหนด ในกรณีศึกษาที่ 4

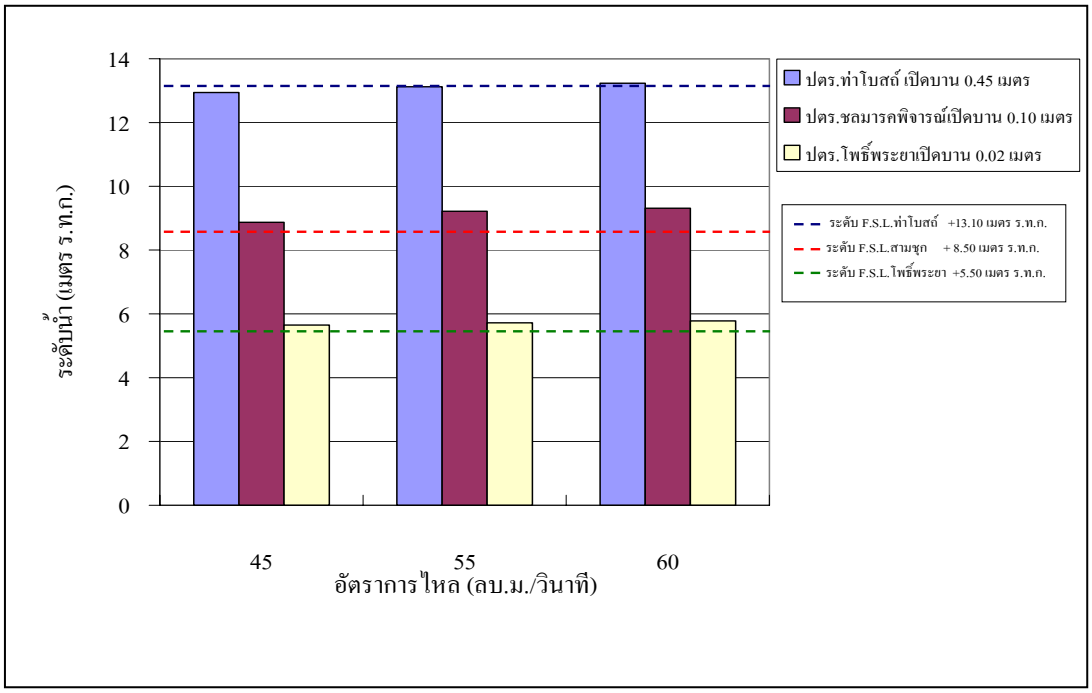
กรณีศึกษาที่ 5

ตารางที่ 21 ผลการศึกษากรณีที่ 5 ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ เปิดบาน 0.4 เมตร ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ เปิดบาน 0.1 เมตร และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.02 เมตร

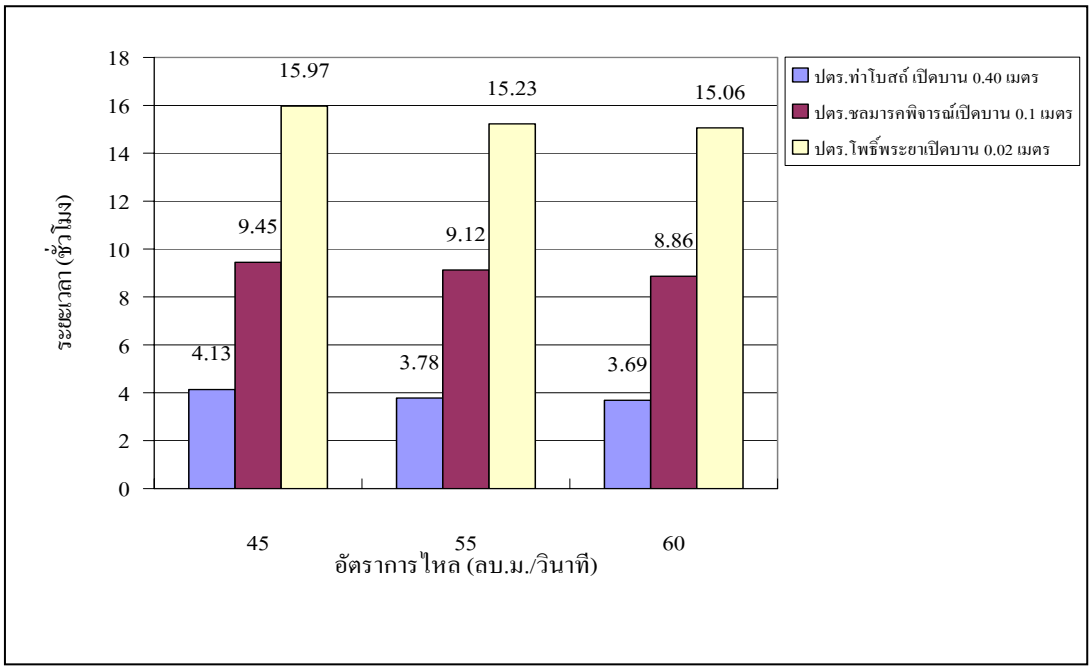
ประตูระบายน้ำ	กม.ในแบบจำลอง	ปริมาณน้ำระบายจาก ปตร.พลเทพ	การยกตัวของระดับน้ำด้านหน้าประตูระบายน้ำ	
			ระดับน้ำสูงสุด (รทก.)	ระยะเวลา ชั่วโมง
ท่าโบสถ์	27+430	45	12.94	4.13
		55	13.12	3.78
		60	13.23	3.69
ชลมารคพิจารณ์	79+900	45	8.87	9.45
		55	9.22	9.12
		60	9.31	8.86
โพธิ์พระยา	114+900	45	5.65	15.97
		55	5.72	15.23
		60	5.78	15.06

จากกรณีศึกษาที่ 5 แสดงผลไว้ดังตารางที่ 21 และแสดงผลไว้ดังภาพที่ 63 ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ เปิดบาน 0.4 เมตร ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์เปิดบาน 0.1 เมตร และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.02 เมตร ได้ผลดังนี้ ที่ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ ระดับน้ำได้ยกตัวสูงสุดในระดับที่เพียงพอต่อการระบายน้ำเข้าคลองสายใหญ่ ได้ ยกเว้นที่อัตราการไหลที่45 ลบ.ม./วินาที การยกตัวของระดับน้ำสูงสุดไม่เพียงพอในการส่งน้ำเข้าคลองสายใหญ่ ส่วนระดับน้ำที่หน้าประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ ระดับน้ำได้ยกตัวสูงสุดในระดับที่เพียงพอต่อการระบายน้ำเข้าคลองสายใหญ่ ได้ และระดับน้ำที่ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา ระดับน้ำได้ยกตัวสูงสุดในระดับที่เพียงพอต่อการระบายน้ำเข้าคลองสายใหญ่ ได้

ระยะเวลาการยกตัวของระดับน้ำที่หน้าประตูระบายน้ำทุกโครงการได้ใช้เวลาไม่ต่างกันมากนักตามอัตราการไหลที่กำหนดไว้เนื่องจากการเคลื่อนตัวของคลื่นน้ำแต่ละช่วงประตูระบายน้ำไม่ส่งผลต่อระยะเวลาในการยกตัวของระดับน้ำมากนัก แสดงไว้ดังภาพที่ 64



ภาพที่ 63 ระดับน้ำสูงสุดเปรียบเทียบกับอัตราการไหลเมื่อทำการปรับบานระบายน้ำตามระยะที่กำหนด ในกรณีศึกษาที่ 5



ภาพที่ 64 ระยะเวลาในการยกตัวของระดับน้ำจากระยะเริ่มต้น เมื่อทำการปรับบานระบายน้ำตามระยะที่กำหนด ในกรณีศึกษาที่ 5

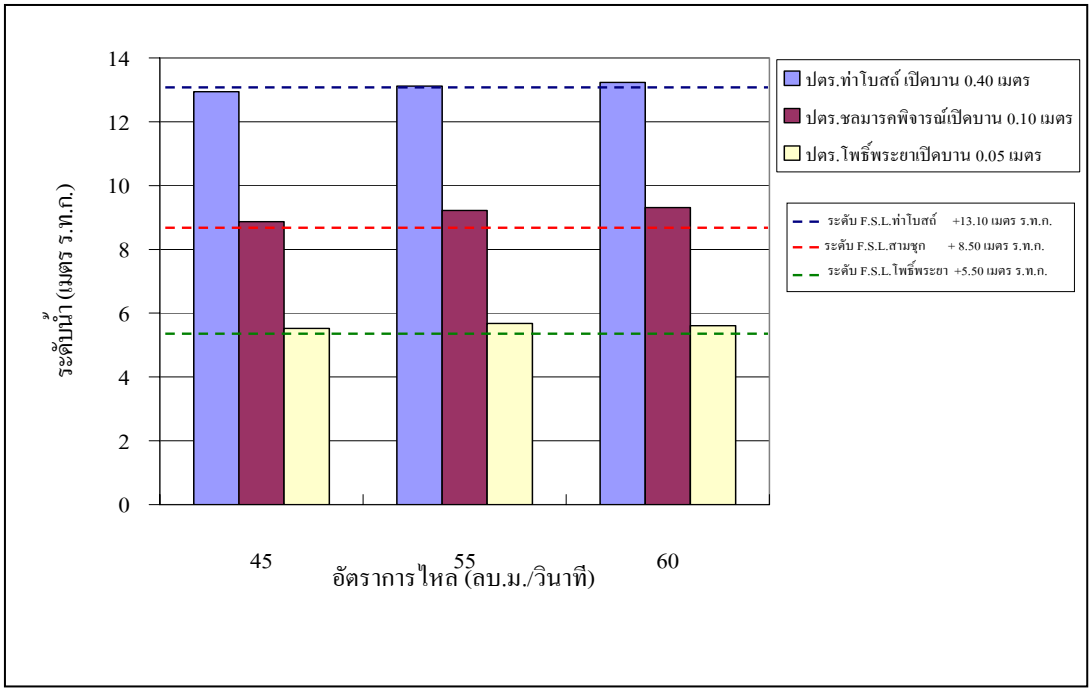
กรณีศึกษาที่ 6

ตารางที่ 22 ผลการศึกษากรณีที่ 6 ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ เปิดบาน 0.4 เมตร ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ เปิดบาน 0.1 เมตร และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.05 เมตร

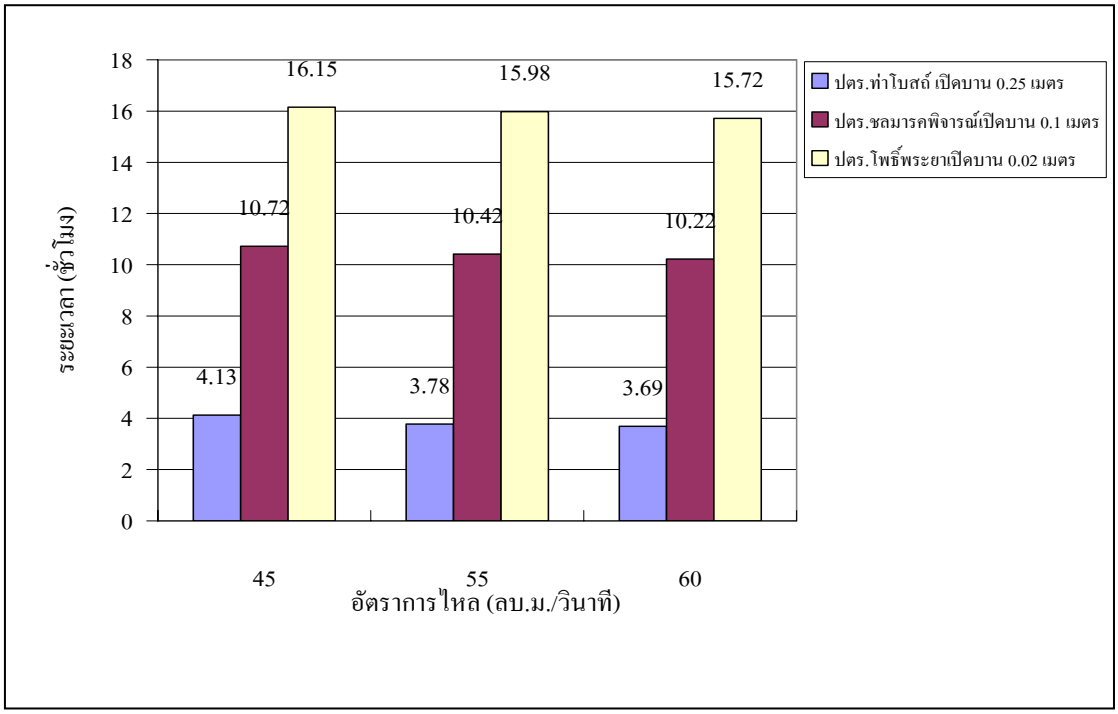
ประตูระบายน้ำ	กม.ในแบบจำลอง	ปริมาณน้ำระบายจาก ปตร.พลเทพ	การยกตัวของระดับน้ำด้านหน้าประตูระบายน้ำ ระดับน้ำสูงสุด (รทก.)	ระยะเวลา ชั่วโมง
ท่าโบสถ์	27+430	45	12.94	4.13
		55	13.12	3.78
		60	13.23	3.69
ชลมารคพิจารณ์	79+900	45	8.87	10.72
		55	9.22	10.42
		60	9.31	10.22
โพธิ์พระยา	114+900	45	5.52	16.15
		55	5.68	15.98
		60	5.61	15.72

จากกรณีศึกษาที่ 6 แสดงผลไว้ดังตารางที่ 22 และแสดงผลไว้ดังภาพที่ 65 ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ เปิดบาน 0.4 เมตร ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์เปิดบาน 0.1 เมตร และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.05 เมตร ได้ผลดังนี้ ที่ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ ระดับน้ำได้ยกตัวสูงสุดในระดับที่เพียงพอต่อการระบายน้ำเข้าคลองสายใหญ่ ได้ ยกเว้นที่อัตราการไหลที่45 ลบ.ม./วินาที การยกตัวของระดับน้ำสูงสุดไม่เพียงพอในการส่งน้ำเข้าคลองสายใหญ่ ส่วนระดับน้ำที่หน้าประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ ระดับน้ำได้ยกตัวสูงสุดในระดับที่เพียงพอต่อการระบายน้ำเข้าคลองสายใหญ่ ได้ และระดับน้ำที่ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา ระดับน้ำได้ยกตัวสูงสุดในระดับที่เพียงพอต่อการระบายน้ำเข้าคลองสายใหญ่ ได้

ระยะเวลาการยกตัวของระดับน้ำที่หน้าประตูระบายน้ำทุกโครงการได้ใช้เวลาไม่ต่างกันมากนักตามอัตราการไหลที่กำหนดไว้เนื่องจากการเคลื่อนตัวของคลื่นน้ำแต่ละช่วงประตูระบายน้ำไม่ส่งผลต่อระยะเวลาในการยกตัวของระดับน้ำมากนัก แสดงไว้ดังภาพที่ 66



ภาพที่ 65 ระดับน้ำสูงสุดเปรียบเทียบกับอัตราการไหลเมื่อทำการปรับบานระบายน้ำตามระยะที่กำหนด ในกรณีศึกษาที่ 6



ภาพที่ 66 ระยะเวลาในการยกตัวของระดับน้ำจากระยะเริ่มต้น เมื่อทำการปรับบานระบายน้ำตามระยะที่กำหนด ในกรณีศึกษาที่ 6

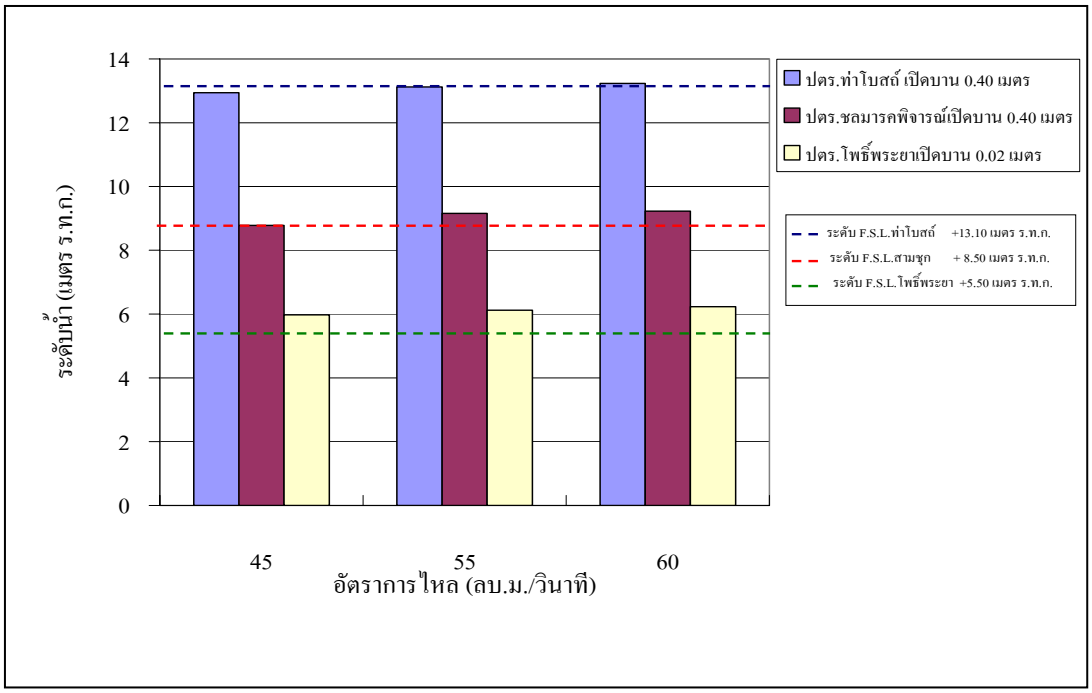
กรณีศึกษาที่ 7

ตารางที่ 23 ผลการศึกษากรณีที่ 7 ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ เปิดบาน 0.4 เมตร ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ เปิดบาน 0.4 เมตร และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.02 เมตร

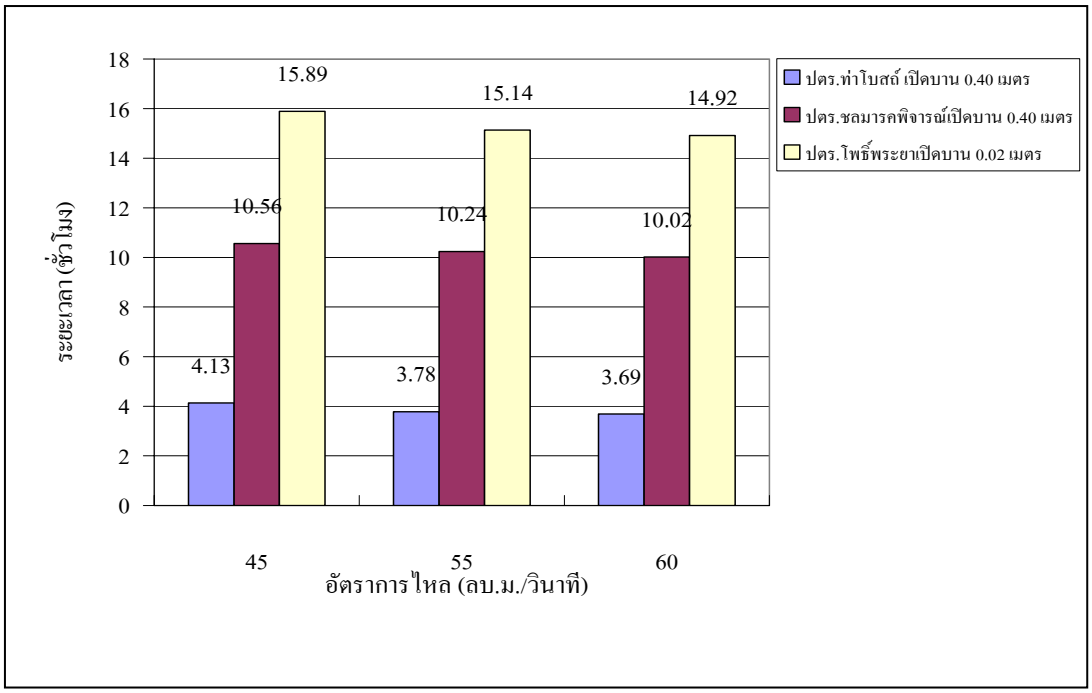
ประตูระบายน้ำ	กม.ในแบบจำลอง	ปริมาณน้ำระบายจาก ปตร.พลเทพ	การยกตัวของระดับน้ำด้านหน้าประตูระบายน้ำ	
			ระดับน้ำสูงสุด (รทก.)	ระยะเวลา ชั่วโมง
ท่าโบสถ์	27+430	45	12.94	4.13
		55	13.12	3.78
		60	13.23	3.69
ชลมารคพิจารณ์	79+900	45	8.78	10.56
		55	9.16	10.24
		60	9.23	10.02
โพธิ์พระยา	114+900	45	5.98	15.89
		55	6.12	15.14
		60	6.23	14.92

จากกรณีศึกษาที่ 7 แสดงผลไว้ดังตารางที่ 23 และแสดงผลไว้ดังภาพที่ 67 ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ เปิดบาน 0.4 เมตร ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์เปิดบาน 0.4 เมตร และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.02 เมตร ได้ผลดังนี้ ที่ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ ระดับน้ำได้ยกตัวสูงสุดในระดับที่เพียงพอต่อการระบายน้ำเข้าคลองสายใหญ่ ได้ ยกเว้นที่อัตราการไหลที่45 ลบ.ม./วินาที การยกตัวของระดับน้ำสูงสุดไม่เพียงพอในการส่งน้ำเข้าคลองสายใหญ่ ส่วนระดับน้ำที่หน้าประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ ระดับน้ำได้ยกตัวสูงสุดในระดับที่เพียงพอต่อการระบายน้ำเข้าคลองสายใหญ่ ได้ และระดับน้ำที่ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา ระดับน้ำได้ยกตัวสูงสุดในระดับที่เพียงพอต่อการระบายน้ำเข้าคลองสายใหญ่ ได้

ระยะเวลาการยกตัวของระดับน้ำที่หน้าประตูระบายน้ำทุกโครงการได้ใช้เวลาไม่ต่างกันมากนักตามอัตราการไหลที่กำหนดไว้เนื่องจากการเคลื่อนตัวของคลื่นน้ำแต่ละช่วงประตูระบายน้ำไม่ส่งผลต่อระยะเวลาในการยกตัวของระดับน้ำมากนัก ดังแสดงไว้ดังภาพที่ 68



ภาพที่ 67 ระดับน้ำสูงสุดเปรียบเทียบกับอัตราการไหลเมื่อทำการปรับบานระบายน้ำตามระยะที่กำหนด ในกรณีศึกษาที่ 7



ภาพที่ 68 ระยะเวลาในการยกตัวของระดับน้ำจากระยะเริ่มต้น เมื่อทำการปรับบานระบายน้ำตามระยะที่กำหนด ในกรณีศึกษาที่ 7

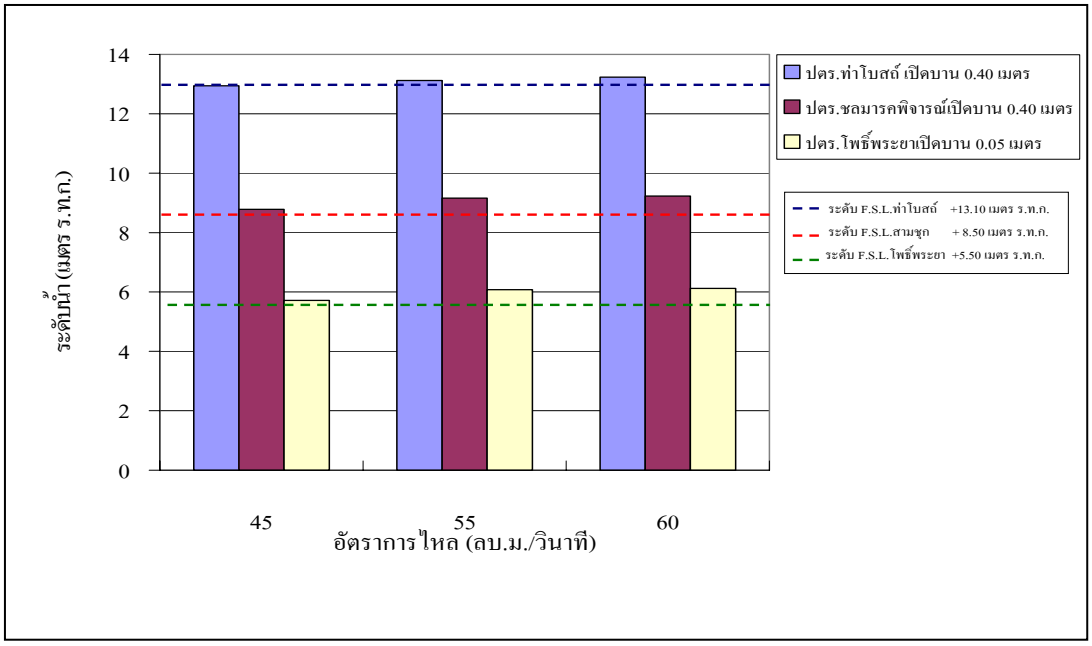
กรณีศึกษาที่ 8

ตารางที่ 24 ผลการศึกษากรณีที่ 8 ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ เปิดบาน 0.4 เมตร ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ เปิดบาน 0.4 เมตร และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.05 เมตร

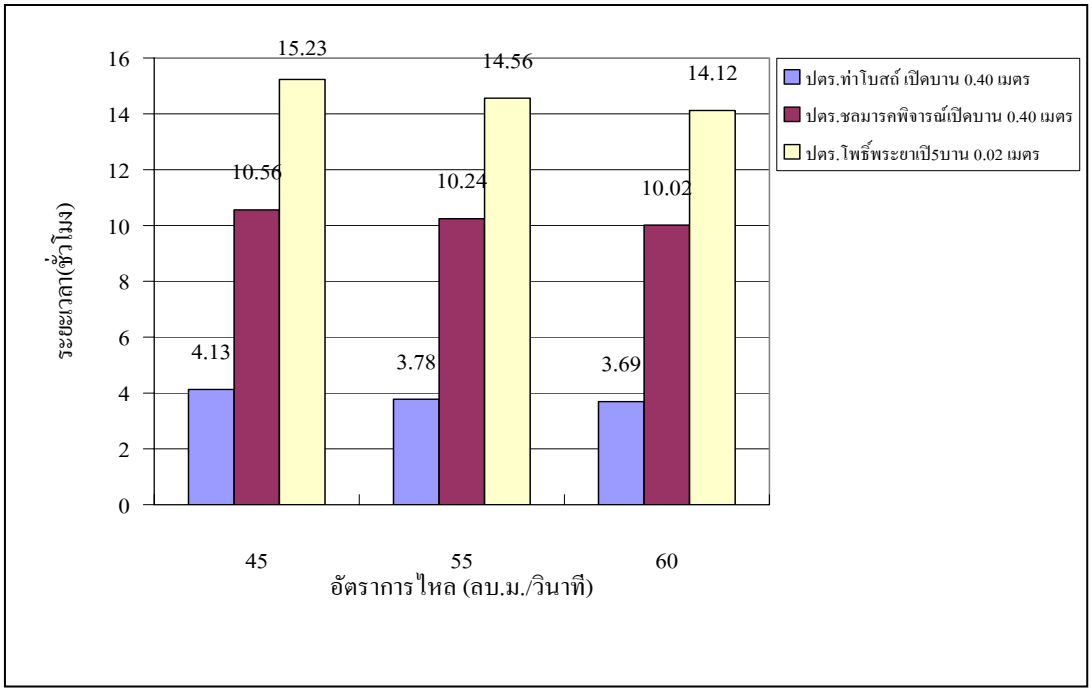
ประตูระบายน้ำ	กม.ในแบบจำลอง	ปริมาณน้ำระบายจาก ปตร.พลเทพ	การยกตัวของระดับน้ำด้านหน้าประตูระบายน้ำ	
			ระดับน้ำสูงสุด (รทก.)	ระยะเวลาชั่วโมง
ท่าโบสถ์	27+430	45	12.94	4.13
		55	13.12	3.78
		60	13.23	3.69
ชลมารคพิจารณ์	79+900	45	8.78	10.56
		55	9.16	10.24
		60	9.23	10.02
โพธิ์พระยา	114+900	45	5.72	15.23
		55	6.08	14.56
		60	6.12	14.12

จากกรณีศึกษาที่ 8 แสดงผลไว้ดังตารางที่ 24 และแสดงผลไว้ดังภาพที่ 69 ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ เปิดบาน 0.4 เมตร ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์เปิดบาน 0.4 เมตร และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.05 เมตร ได้ผลดังนี้ ที่ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ ระดับน้ำได้ยกตัวสูงสุดในระดับที่เพียงพอต่อการระบายน้ำเข้าคลองสายใหญ่ ได้ได้ยกเว้นที่อัตราการไหลที่45 ลบ.ม./วินาที การยกตัวของระดับน้ำสูงสุดไม่เพียงพอในการส่งน้ำเข้าคลองสายใหญ่ ส่วนระดับน้ำที่หน้าประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ ระดับน้ำได้ยกตัวสูงสุดในระดับที่เพียงพอต่อการระบายน้ำเข้าคลองสายใหญ่ ได้ และระดับน้ำที่ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา ระดับน้ำได้ยกตัวสูงสุดในระดับที่เพียงพอต่อการระบายน้ำเข้าคลองสายใหญ่ ได้

ระยะเวลาการยกตัวของระดับน้ำที่หน้าประตูระบายน้ำทุกโครงการได้ใช้เวลาไม่ต่างกันมากนักตามอัตราการไหลที่กำหนดไว้เนื่องจากการเคลื่อนตัวของคลื่นน้ำแต่ละช่วงประตูระบายน้ำไม่ส่งผลต่อระยะเวลาในการยกตัวของระดับน้ำมากนัก แสดงไว้ดังภาพที่ 70



ภาพที่ 69 ระดับน้ำสูงสุดเปรียบเทียบกับอัตราการไหลเมื่อทำการปรับบานระบายน้ำตามระยะที่กำหนด ในกรณีศึกษาที่ 8



ภาพที่ 70 ระยะเวลาในการยกตัวของระดับน้ำจากระยะเริ่มต้น เมื่อทำการปรับบานระบายน้ำตามระยะที่กำหนด ในกรณีศึกษาที่ 8

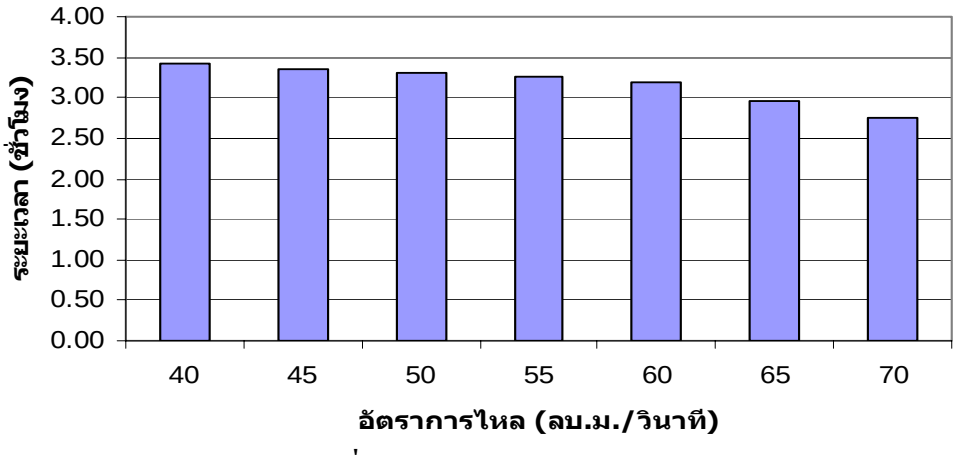
จากการศึกษาการเปิด- ปิดบานระบายทั้ง 8 กรณีตามสภาพการทำงานจริงของแต่ละโครงการ ได้ระยะเปิดบานที่ยังไม่เหมาะสมนัก จึงทำการกำหนดกรณีศึกษาเพิ่มเติม อีก 3 กรณีเพื่อกำหนดระยะการเปิด-ปิดบานที่เหมาะสมของแต่ละประตูระบายน้ำ ในอัตราการไหลต่าง ๆ

กรณีศึกษาที่ 9

จากการจำลองการเปิดบานในกรณีศึกษาที่ 9 ทำให้ได้ข้อมูลการการเปิดบานระบายน้ำที่ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ในอัตราการไหลต่าง ๆ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 25 และภาพที่ 71

ตารางที่ 25 ผลการจำลองการเปิดบานในกรณีศึกษาที่ 9

ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์				
อัตราการไหล	ระยะการเปิดบาน	ระยะเวลา	ระดับน้ำ	
			เหนือ	ท้าย
ลบ.ม./วินาที		ชั่วโมง	เมตร ร.ท.ก.	เมตร ร.ท.ก.
40	0.25	3.42	13.12	9.64
45	0.28	3.35	13.13	9.67
50	0.26	3.30	13.18	9.75
55	0.29	3.27	13.19	9.84
60	0.32	3.20	13.23	9.94
65	0.33	2.97	13.25	10.02
70	0.35	2.76	13.38	10.05



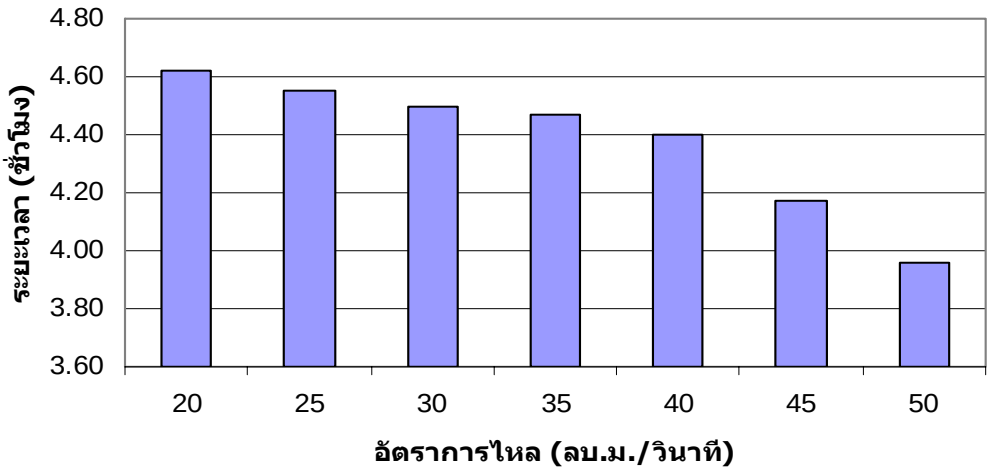
ภาพที่ 71 ผลการจำลองการเปิดบานในกรณีศึกษาที่ 9

กรณีศึกษาที่ 10

จากการจำลองการเปิดบานในกรณีศึกษาที่ 10 ทำให้ได้ข้อมูลการการเปิดบานระบายน้ำที่ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ในอัตราการไหลต่าง ๆ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 26 และภาพที่ 72

ตารางที่ 26 ผลการจำลองการเปิดบานในกรณีศึกษาที่ 10

ประตูระบายน้ำสามชุก				
อัตราการไหล	ระยะการเปิดบาน	ระยะเวลา	ระดับน้ำ	
			เหนือ	ท้าย
ลบ.ม./วินาที		ชั่วโมง	เมตร ร.ท.ก.	เมตร ร.ท.ก.
20	0.15	4.62	8.80	5.05
25	0.18	4.55	8.85	5.10
30	0.20	4.50	8.93	5.18
35	0.22	4.47	8.95	5.20
40	0.25	4.40	9.02	5.27
45	0.28	4.17	9.06	5.31
50	0.32	3.96	9.10	5.35



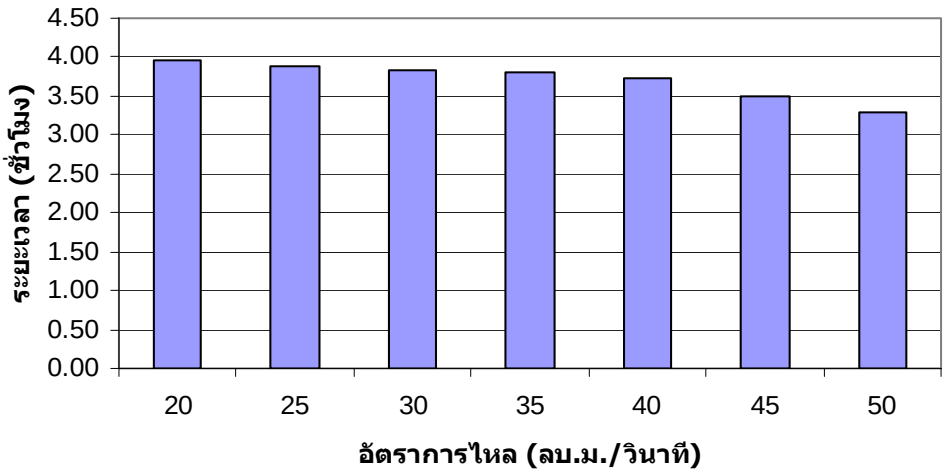
ภาพที่ 72 ผลการจำลองการเปิดบานในกรณีศึกษาที่ 10

กรณีศึกษาที่ 11

จากการจำลองการเปิดบานในกรณีศึกษาที่ 10 ให้ได้ข้อมูลการการเปิดบานระบายน้ำที่ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ในอัตราการไหลต่าง ๆ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 27 และภาพที่ 73

ตารางที่ 27 ผลการจำลองการเปิดบานในกรณีศึกษาที่ 11

ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา				
อัตราการไหล	ระยะการเปิดบาน	ระยะเวลา	ระดับน้ำ	
			เหนือ	ท้าย
ลบ.ม./วินาที		ชั่วโมง	เมตร ร.ท.ก.	เมตร ร.ท.ก.
20	0.013	3.96	5.53	0.97
25	0.015	3.89	5.70	0.84
30	0.022	3.84	5.76	0.97
35	0.023	3.81	5.80	0.83
40	0.025	3.74	5.84	0.82
45	0.028	3.51	5.92	0.85
50	0.030	3.30	6.02	0.92



ภาพที่ 73 ผลการจำลองการเปิดบานในกรณีศึกษาที่ 10

<u>การเปรียบเทียบกรณีศึกษาทั้ง 8 กรณี</u>

ผลที่ได้จากการศึกษากรณีที่ 1 ถึงกรณีที่ 8 ทำให้ทราบถึงระยะเวลาในการยกตัวของระดับน้ำสูงสุดที่สามารถส่งน้ำเข้าคลองสายใหญ่ของแต่ละโครงการได้ ส่วนระยะเวลาการเคลื่อนตัวของคลื่นน้ำแต่ละช่วงประตูระบายน้ำจะใช้เวลาไม่ต่างกันมากนักสำหรับแต่ละอัตราการไหลที่กำหนดไว้ การเปิดบานระบายทั้ง 8 กรณีจะมีผลกระทบกับประตูระบายน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา ดังนี้ การเปิดบานระบายน้ำกรณีที่ 1 และกรณีที่ 4 จะไม่ส่งผลกระทบกับระดับน้ำที่จะส่งเข้าคลองสายใหญ่ โดยทุกประตูระบายน้ำสามารถทำการทดน้ำได้ระดับ F.S.L ได้ทุกโครงการ ส่วนการเปิดบานกรณีอื่นๆ จะส่งผลกระทบต่อระดับน้ำในแต่ละประตูระบายน้ำ ทำให้ไม่สามารถทดน้ำให้ได้ระดับ F.S.L ที่กำหนดได้ ในการกำหนดกรณีศึกษาจากการทดลองเปิดบานทั้ง 8 รูปแบบนี้ยังไม่สามารถบอกระยะการ เปิดบานที่เหมาะสมมากนักของแต่ละอัตราการไหล แต่จะทำให้ทราบการการ เปิดบานระบายตามลักษณะการทำงานจริงในปัจจุบันของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา จึงทำการกำหนดกรณีศึกษาเพิ่มเติมอีก 3 กรณีศึกษาเพื่อจำลองระยะการเปิดบานระบายน้ำของแต่ละโครงการตามอัตราการไหลที่ได้จากแผนการส่งน้ำในช่วงปี 2548 ผลที่ได้จากกรณีศึกษาที่ 9 ถึง 10 จะใช้เป็นแนวทางในควบคุมระยะการเปิดบานระบายน้ำ เพื่อใช้ในการบริหารจัดการน้ำที่เหมาะสม ตามปริมาณน้ำที่โครงการได้ต่อไป

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากผลการศึกษาสภาพของแม่น้ำสุพรรณบุรีโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE 11 ในช่วง กม.0+000 ถึง กม. 115+400 เขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลเทพ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าโบสถ์ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโพธิ์พระยา โดยศึกษาอัตราการไหลผ่านประตูระบายน้ำ จำนวน 4 แห่ง ตั้งแต่ ประตูระบายน้ำพลเทพ ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา ได้ผลการศึกษา สรุปดังนี้

1. การจำลองสภาพทางชลศาสตร์ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE 11 มีความสอดคล้องกับสภาพจริงของแม่น้ำสุพรรณบุรี ได้ทำการทดสอบค่า สัมประสิทธิ์ความเสียดทานผิว Manning (n) มีค่าความคลาดเคลื่อนของอัตราการไหลน้อยมาก สามารถที่ยอมรับได้ ซึ่งค่า Manning (n) ของแม่น้ำสุพรรณบุรี ที่ได้มีดังนี้ ช่วงประตูระบายน้ำพลเทพ กม. 0+300 ถึง ประตูระบายท่าโบสถ์ กม.27+500 ได้ค่า Manning (n) เท่ากับ 0.030 ช่วงประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ กม.27+500 ถึง ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ กม.80+000 ได้ค่า Manning (n) เท่ากับ 0.027 และช่วงประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์ กม. 80+000 ถึง ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา ได้ค่า Manning (n) เท่ากับ 0.027

2. ปริมาณน้ำที่จัดส่งให้กับโครงการในช่วงฤดูแล้งในปี 2548 ตามที่ได้กำหนดในกรณีศึกษาที่ 1-8 คือ 45 ลบ.ม./วินาที , 55 ลบ.ม./วินาที และ 60 ลบ.ม./วินาที มีเพียง 2 กรณีที่ระดับน้ำด้านหน้าประตูระบายน้ำของทุกโครงการสามารถทำการส่งน้ำให้คลองสายใหญ่ได้ตามระดับที่ออกแบบไว้ คือ กรณีที่ 1 ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ เปิดบาน 0.25 ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์เปิดบาน 0.1 และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.02 และกรณีที่ 2 ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ เปิดบาน 0.25 ประตูระบายน้ำชลมารคพิจารณ์เปิดบาน 0.1 และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาเปิดบาน 0.05

3. การจัดส่งน้ำโดยการเปิดบานตามสภาพจริงในกรณีศึกษาที่ 1 ถึง 8 บางกรณี พบว่าประตูระบายน้ำของโครงการที่อยู่ด้านท้ายน้ำไม่สามารถทดน้ำให้ได้ระดับน้ำตามที่ได้ออกแบบไว้ จึงได้จำลองการควบคุมระยะการเปิดบานเพิ่มเติมในกรณีศึกษาที่ 9 ถึง 11 เพื่อกำหนดระยะการเปิด

บานระบายน้ำ ของแต่ละโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา ในอัตราการไหลต่างๆ เพื่อให้ได้แนวทางในการจัดส่งน้ำของแต่ละโครงการอย่างเหมาะสม

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาสภาพทางชลศาสตร์ของลำน้ำสุพรรณบุรี พบว่า ผลสำรวจลำน้ำมีความแตกต่างของระยะหน้าตัดของลำน้ำมาก และจะมีวัชพืชหนาแน่นโดยเฉพาะด้านหน้าของประตูระบายน้ำ ในการลดค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานผิว Manning (n) ของแม่น้ำสุพรรณบุรี ต้องทำการขุดลอกลำน้ำและทำการกำจัดวัชพืชเพื่อให้แม่น้ำสุพรรณบุรีมีการการระบายน้ำที่ดีขึ้น

2. การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการจำลองสภาพของลำน้ำเพื่อให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงสภาพจริงมากที่สุด ต้องมีผลสำรวจที่ละเอียดมากขึ้นของลำน้ำสุพรรณบุรี

3. แบบจำลอง MIKE 11 มีข้อจำกัดทางด้านการนำเข้าข้อมูลด้านอาคารชลประทาน ในอาคารบางชนิดไม่สามารถเพิ่มรายละเอียดได้ครบถ้วนตามชนิดของอาคาร การปฏิบัติงานจำเป็นต้องทำความเข้าใจกับรายละเอียดของแบบจำลองก่อนการดำเนินการปรับค่าต่างๆ เพื่อสามารถจำลองสภาพได้ไกลเคียงกับอาคารจริงมากที่สุด

4. ข้อมูลสำรวจของระดับและมิติต่างๆ ของอาคารชลประทานในแต่ละโครงการยังเป็นข้อมูลที่ยังไม่มีการปรับแก้ค่าการทรุดตัวของอาคาร ส่งผลให้ระดับน้ำที่นำเข้าในแบบจำลอง อาจมีคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงได้ จึงต้องทำการสำรวจใหม่เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องมากขึ้น

5. ข้อมูลการวัดน้ำของโครงการได้ใช้ค่าเฉลี่ย Cs ของบานระบายน้ำในการคำนวณปริมาณน้ำผ่านอาคาร จึงทำให้ได้ข้อมูลที่ได้ไม่ถูกต้องเท่าที่ควร เพื่อให้ได้ค่าอัตราการไหลที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด ควรนำค่า Cs ที่ได้จากการสอบเทียบอาคารชลประทานโดยการวัดน้ำจริง นำไปคำนวณปริมาณน้ำที่ผ่านบานระบายของทุกโครงการ

6. การทำการศึกษานอกเหนือจากผลการวิจัยครั้งนี้ ต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมใหม่จากแบบจำลอง ก่อนการนำไปใช้งานในลักษณะอื่นๆ เนื่องจากขอบเขตการศึกษาและการกำหนดกรณีศึกษามีข้อจำกัดใช้ได้ในการวิจัยนี้เท่านั้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

สำนักชลประทานที่ 12. 2548. แผนการจัดสรรน้ำสำนักชลประทานที่ 12.

กรมชลประทาน. 2546. แผนหลักรองรับการพัฒนาแหล่งน้ำและปรับปรุงโครงการ.

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลเทพ. 2548. แบบสรุปผลการดำเนินงาน.

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าโบสถ์. 2548. แบบสรุปผลการดำเนินงาน.

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก. 2548. แบบสรุปผลการดำเนินการ.

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโพธิ์พระยา. 2548. แบบสรุปผลการดำเนินการ.

สำนักอุทกวิทยาและการบริหารน้ำภาคกลาง. 2548. การวัดน้ำผ่านอาคารชลประทาน.

นายเริงฤทธิ์ เจียรสุมัย. 2547. การตรวจสอบหาค่าสัมประสิทธิ์อัตราการไหลของประตูระบายน้ำพลเทพและประตูระบายน้ำบรมธาตุ.การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นายโบแดง ทาแก้ว. 2545. การศึกษาสภาพชลศาสตร์คลองส่งน้ำสายใหญ่ชัยนาท-ป่าสัก โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษามโนรมย์ จังหวัดชัยนาท. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รศ.ฉลอง เกิดพิทักษ์, ชัยวัฒน์ ขยันการนาวี. 2523. คู่มือคำนวณปริมาณน้ำผ่านอาคารที่สร้างเสร็จแล้ว. เอกสารวิชาการ. กรมชลประทาน, กรุงเทพฯ.

ชูเกียรติ ทรัพย์ไพศาล และ ไตรรัตน์ ศรีวัฒนา. 2527. การไหลในทางน้ำเปิด. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นายรัชภูมิ ชัยวิรัตน์. 2545. การศึกษาสัมพันธภาพของลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างด้วยแบบจำลอง MIKE11 และข้อมูลดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นายเชวงศักดิ์ ฤทธิรอด. 2547. การศึกษาสภาพน้ำท่วมและมาตรการบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำตะโคง โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE11.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภูวดล พรหมชา. 2544. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกงโดยใช้ แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE11. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ยุพิน จันดา. 2539. การพยากรณ์สภาพน้ำท่วมในลุ่มน้ำบางปะกง โดยใช้แบบจำลอง MIKE11. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์. 2540. การศึกษาสภาวะน้ำท่วมของลุ่มน้ำปิงตอนบนโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE11. **วิศวกรรมสารเกษตรศาสตร์** 12:35.

พิลัยลักษณ์ อักษรรัตน์. 2540. การศึกษาการพังของเขื่อนโดยใช้แบบจำลอง MIKE 11 . วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วัชรี วีระพันธุ์. 2538. การจำลองน้ำท่วมในลุ่มน้ำอู่ตะเภา.เอกสารวิชาการเล่มที่ 1. กรมอุตุนิยมวิทยา, กรุงเทพฯ.

Kawinpoomstan, W. 1998. floodrisk Mapping of The Yom River Basin. AIT Thesis, Asian Institute of Technology,Bangkok, Thailand.

Danish Hydrarlic Institute. 1992. MIKE11 Refer4ence Manual.Horsholm.

Danish Hydrulic Institute, J. (1972), MIKE-11 Scientific Documentation Division of Water Resources, Asian Inatitute of technology Bangkok, Thailand.

Chow, V.T.1959.Open Channel Hydraulic.Mc Graw Hill,New York.

Hosking, J.R.M., J.R. Wallis, and E.F. Wood. 1984. Estimation of General Extreme Value Distribution By The Method of Probability eighted.Moments.Technometrics, Vol.27,No.3, PP251-261.

Ibrahim, A.B. and T. Tingsanchali. 1985. A mathematical Model For Cilamaya River Flood

Drainage Network. AIT Thesis No. Wa-85-10, Asian Institute of Technology Bangkok, Thailand.

Jain, D. and Singh, V.P.(1986), Comparison of SomeFloood Frequency Distirbutions Using Empirical Data. Hydorlogical Frequency Modeling D Riedel Publication Company,USA.

_____. 1988. Applied Hydrology.Mc Graw Hill, New York.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาพอาคารหัวงานและสภาพคลองสายใหญ่ต่าง ๆ

ภาพผนวกที่ ก1 อาคารรับน้ำปากคลองส่งน้ำ 1 ซ้ายท่าโบสถ์ กม.27+495

ภาพผนวกที่ ก2 สภาพคลองส่งน้ำ 1 ซ้ายท่าโบสถ์ ช่วงต้นคลอง

ภาพผนวกที่ ก3 อาคารรับน้ำปากคลองส่งน้ำ 1 ขวาท่าโบสถ์ กม.27+300

ภาพผนวกที่ ก4 สภาพคลองส่งน้ำ 1 ขวาท่าโบสถ์ ช่วงต้นคลอง

ภาพผนวกที่ ก5 อาคารปากคลอง 1 ซ้าย(ท่ามะนาว) กม.2+700

ภาพผนวกที่ ก6 สภาพคลองส่งน้ำ 1 ซ้ายสามชุกช่วงกลางคลอง

ภาพผนวกที่ ก7 ประตูระบายน้ำปากคลองส่งน้ำ 1 ขวาสามชุก กม. 0+075

ภาพผนวกที่ ก8 สภาพคลองส่งน้ำ 1 ขวาสามชุก ช่วงต้นคลอง

ภาพผนวกที่ ก9 ประตูระบายน้ำปากคลองส่งน้ำ 2 ขวาสามชุก กม.0+450

ภาพผนวกที่ ก10 สภาพคลองส่งน้ำ 2 ขวาสามชุก ช่วงต้นคลอง

ภาพผนวกที่ ก11 อาคารปากคลอง 1 ซ้ายโพธิ์พระยาช่วงกม. 8+000

ภาพผนวกที่ ก12 ด้านท้ายอาคารปากคลอง 1 ซ้ายโพธิ์พระยาช่วงกม. 8+000

ภาพผนวกที่ ก13 สภาพคลองส่งน้ำ 1 ซ้ายโพธิ์พระยาช่วงกม. 5+000

ภาพผนวกที่ ก14 ประตูระบายน้ำปลายปากคลองส่งน้ำ 1 ขวา โพธิ์พระยา กม. 1+850

ภาพผนวกที่ ก15 ด้านท้ายประตูระบายน้ำปลายปากคลองส่งน้ำ 1 ขวา โพธิ์พระยา

ภาพผนวกที่ ก16 สภาพคลองส่งน้ำ 1 ซ้ายโพธิ์พระยาช่วงกม. 5+000

ภาพผนวกที่ ก17 การสูบน้ำใช้เพื่อการเกษตรนอกแผนการส่งน้ำในแม่น้ำสุพรรณบุรี

ภาพผนวกที่ ก18 การสูบน้ำใช้นอกแผน ของโรงงานช่างต้นน้ำในแม่น้ำสุพรรณบุรี

ภาพผนวกที่ ก19 การสูบน้ำใช้นอกแผน ของกลุ่มเกษตรกรช่วง กม.20+000

ภาพผนวกที่ ก20 การสูบน้ำใช้เพื่อการเกษตรขององค์การบริหารส่วนตำบล
ช่วง กม.60+000 อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี

ภาพผนวกที่ ก21 การสูบน้ำใช้เพื่อการเกษตรขององค์การบริหารส่วนตำบล
ช่วง กม.65+000 อ. เดิมบางนางบวช จ. สุพรรณบุรี

ภาพผนวกที่ ก22 เครื่องสูบน้ำใช้เพื่อการเกษตรขององค์การบริหารส่วนตำบล
อ. เดิมบางนางบวช จ. สุพรรณบุรี

ภาพผนวกที่ ก23 การก่อสร้างอาคารรับน้ำของส่วนท้องถิ่นเพื่อดึงน้ำช่วยชาวบ้าน

ภาพผนวกที่ ก24 การสูบน้ำใช้เพื่อการเกษตรนอกแผนการส่งน้ำในคลองส่งน้ำ

ภาพผนวกที่ ก25 ประตูระบายน้ำปลายคลองระบายสุพรรณ 1 ปิดในช่วงฤดูแล้ง

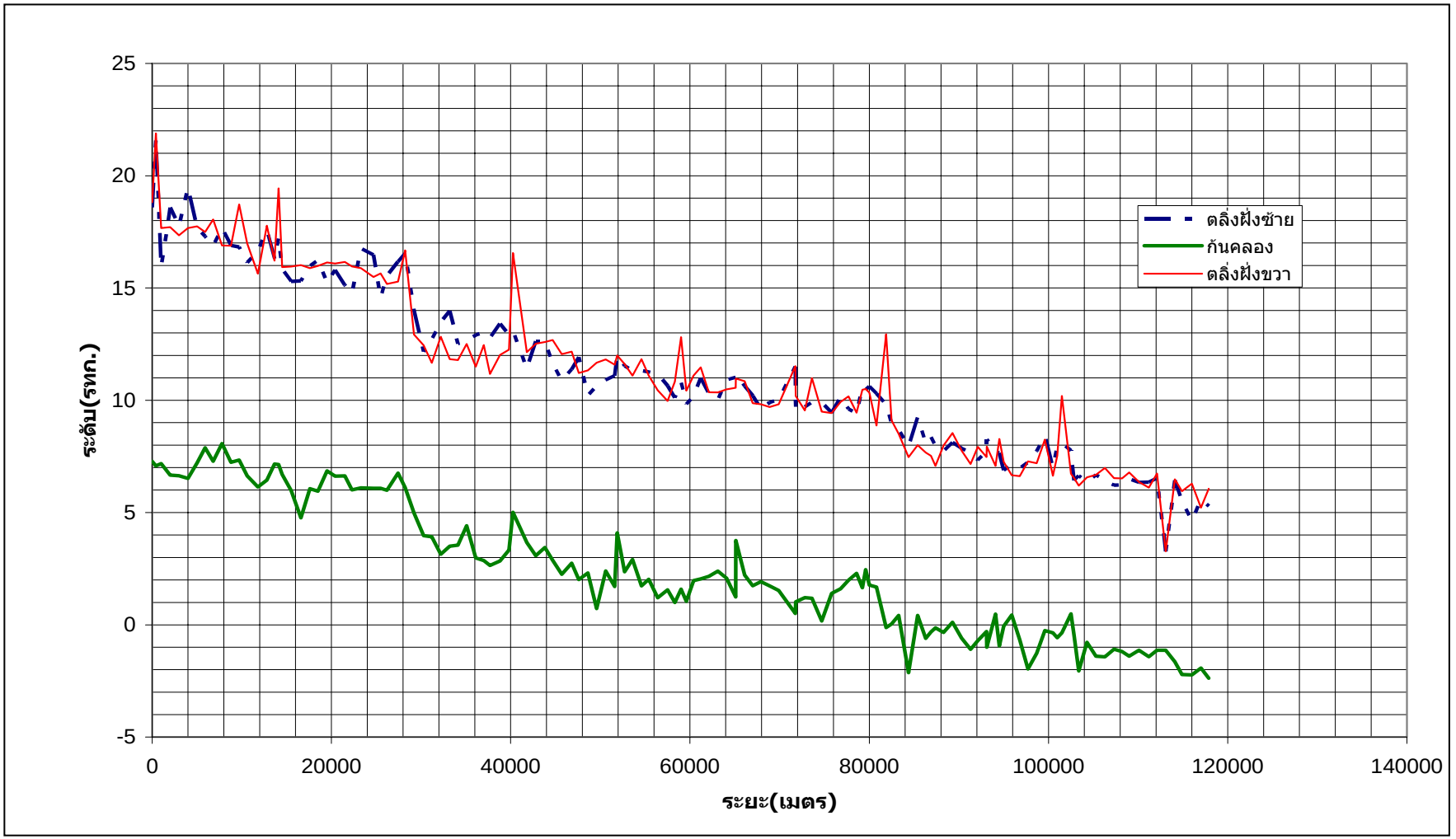
ภาพผนวกที่ ก26 ประตูระบายน้ำปลายคลองระบายสามชุก ปิดในช่วงฤดูแล้ง

ภาคผนวก ข

แสดงรูปตัดตามยาวและรูปตัดตามขวางของลำน้ำสุพรรณบุรี

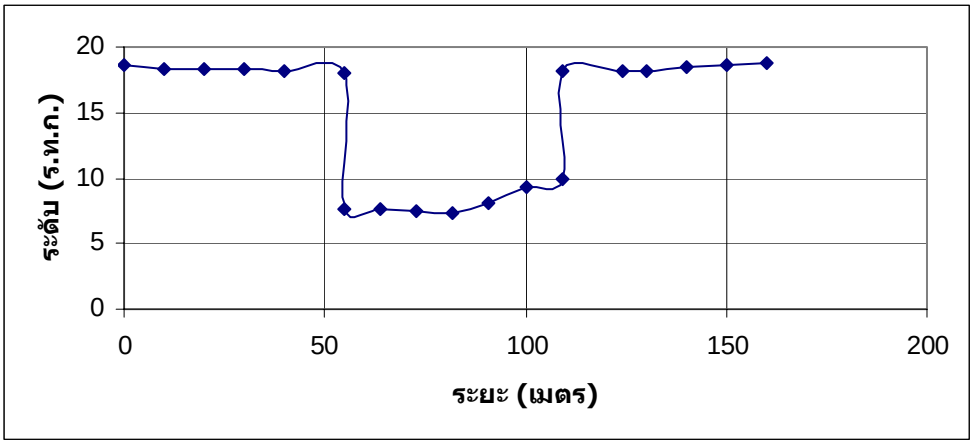
ภาคผนวก ค

ตารางระดับน้ำและปริมาณน้ำผ่านอาคารต่าง ๆ

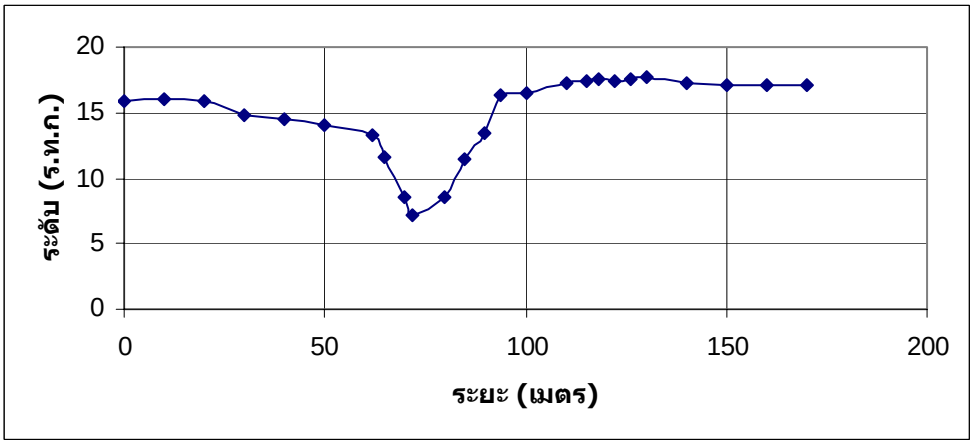


ภาพผนวกที่ ข28 รูปตัดตามยาวแม่น้ำสุพรรณบุรี กม.0+000 ถึง กม.117+000

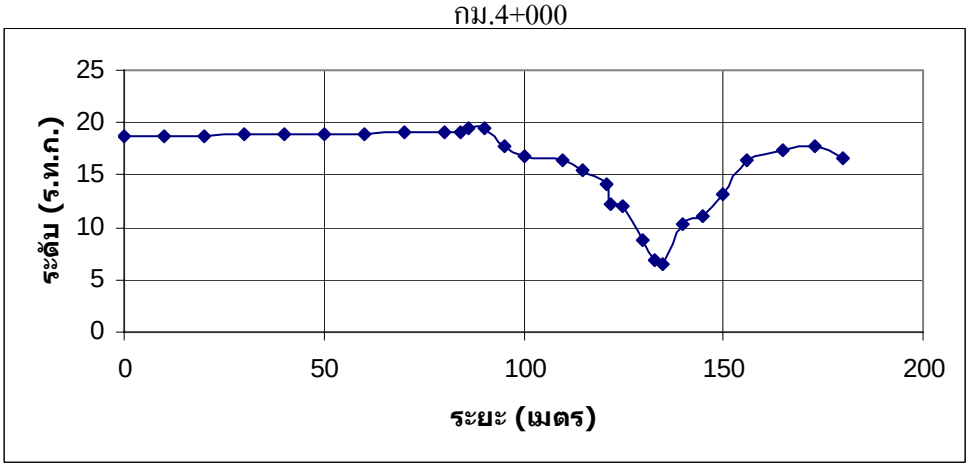
กม.0+000



กม.1+000

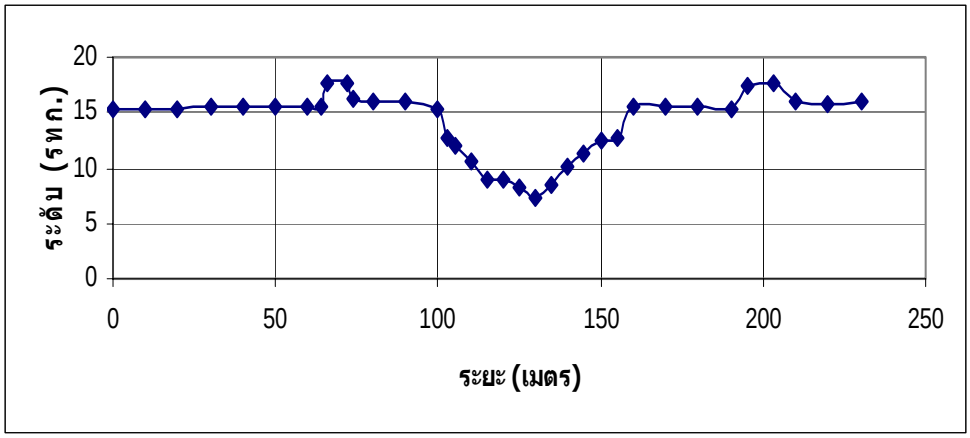


กม.4+000

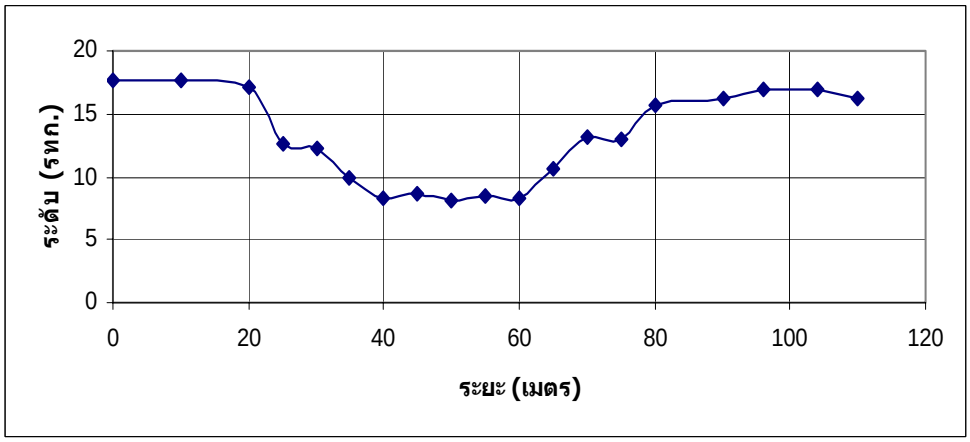


ภาพผนวกที่ ข29 ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.0+000 ถึง กม. 4 +000

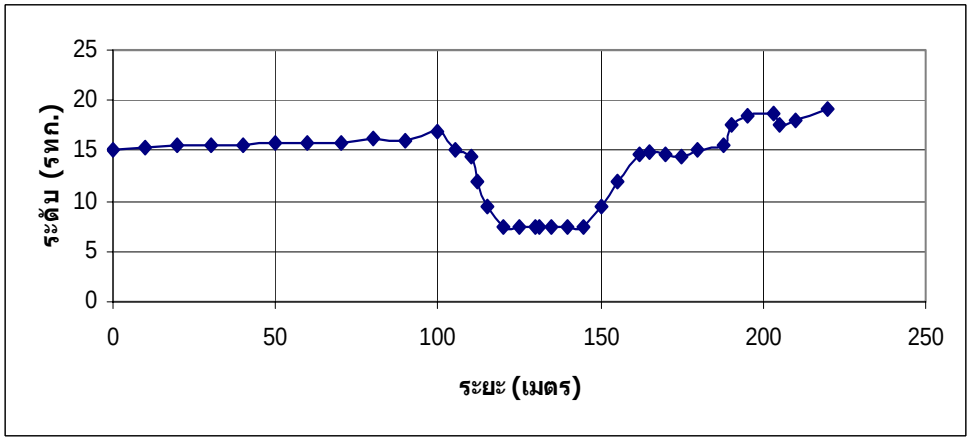
กม.5+000



กม.7+000

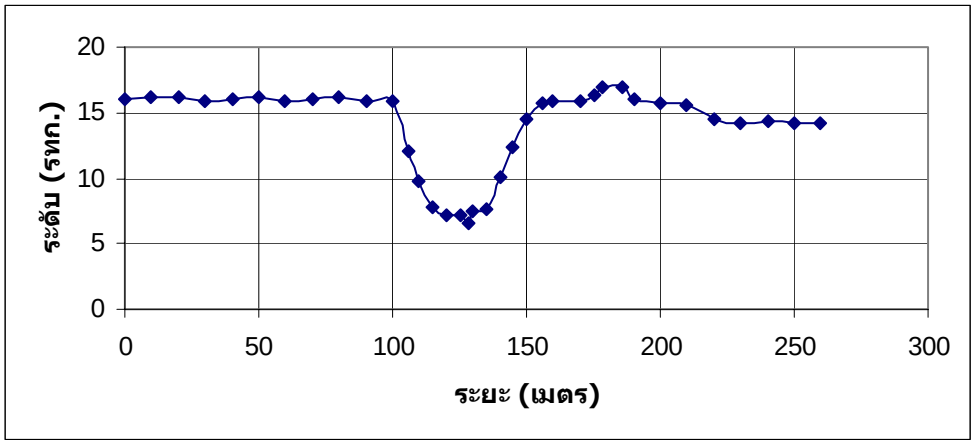


กม.9+700

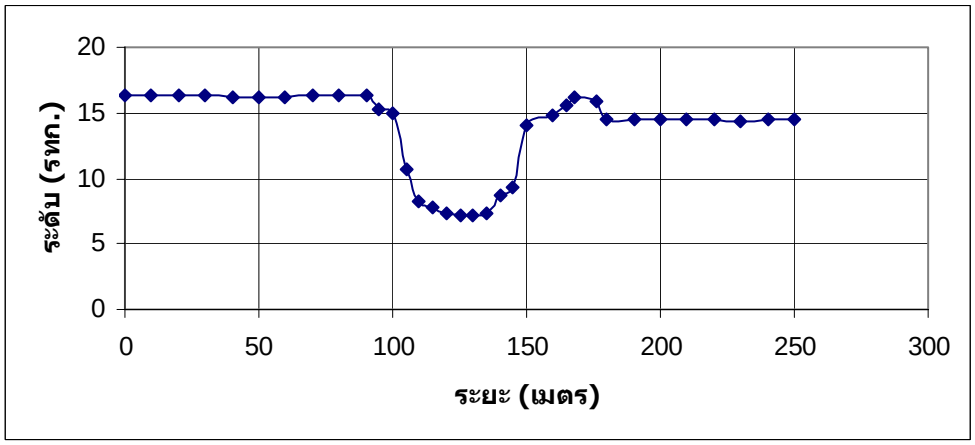


<u>ภาพผนวกที่ ข30</u> ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม5+000 ถึง กม.9 +700

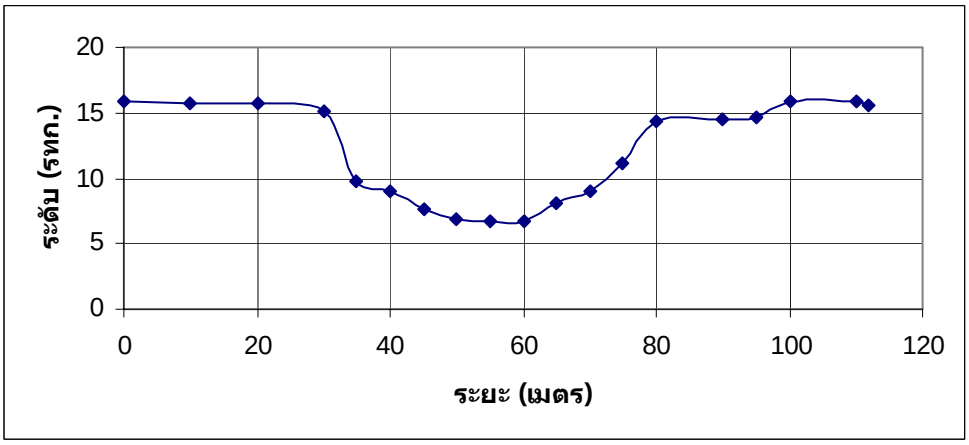
กม.10+600



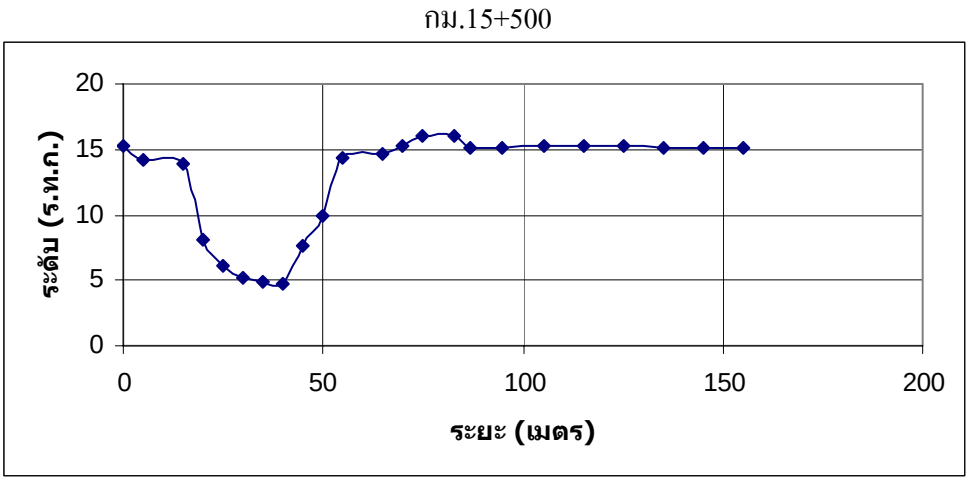
กม.13+650

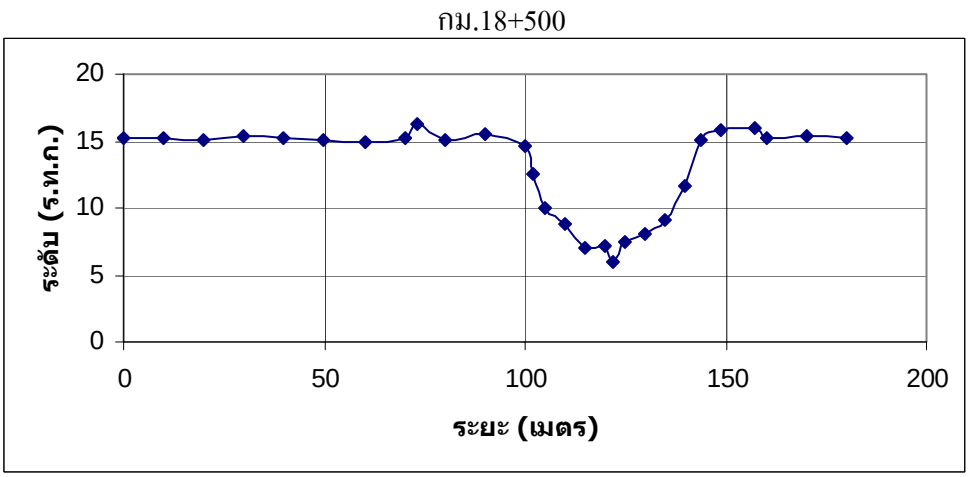


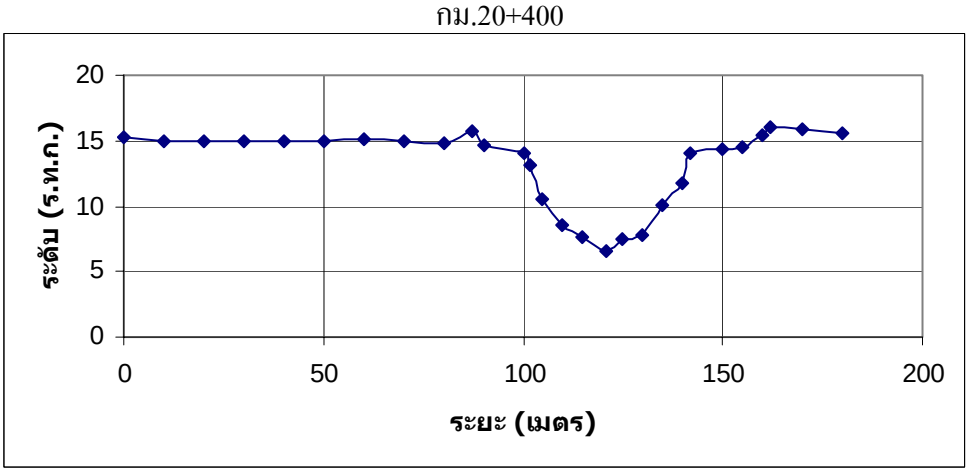
กม.14+500



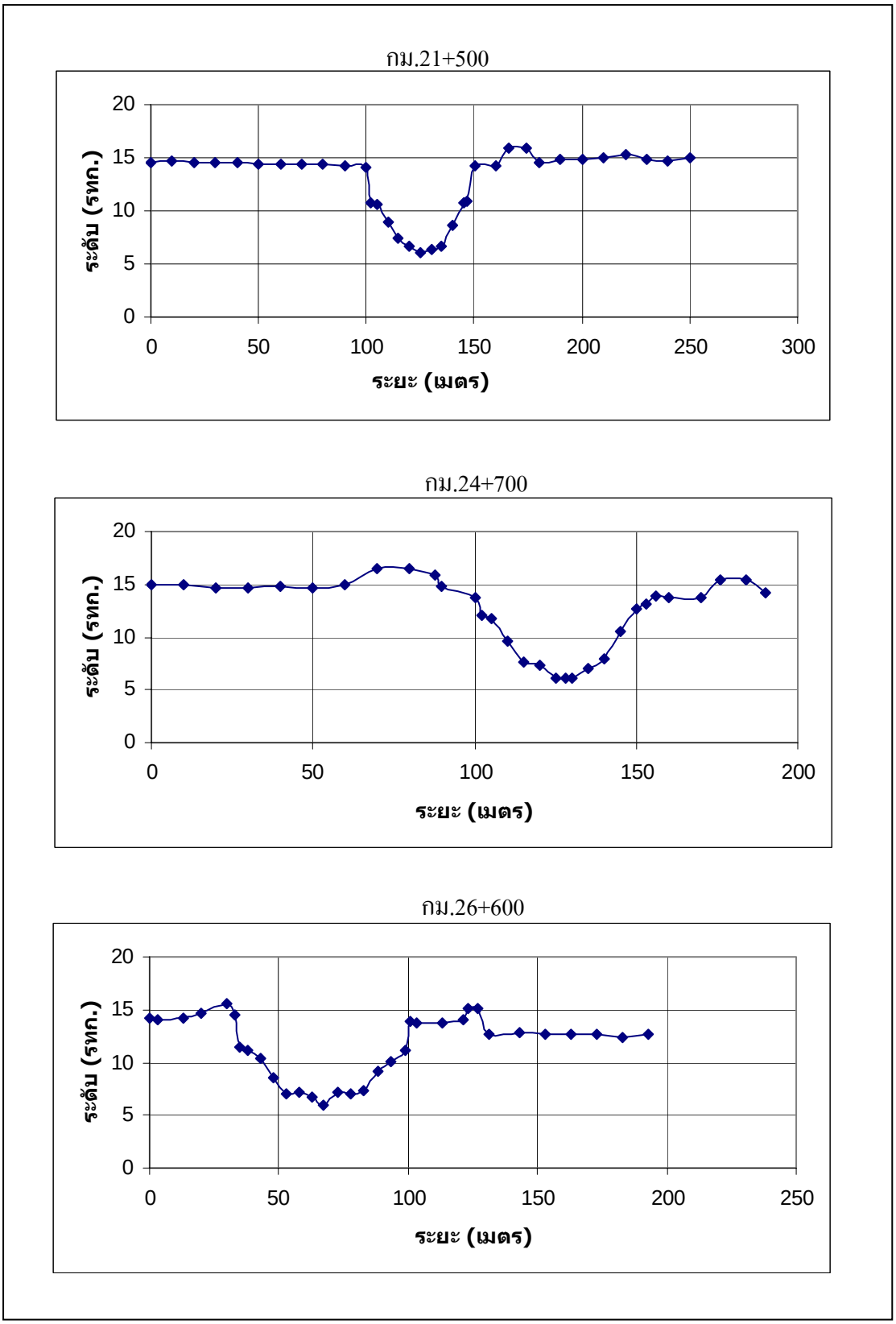
ภาพผนวกที่ ข31 ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.10+600 ถึง กม. 14 +500





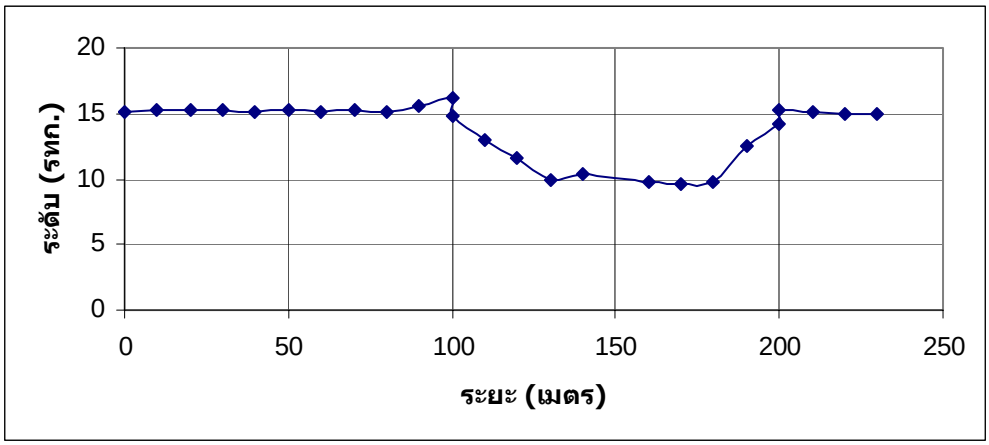


ภาพผนวกที่ ข32 ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม15+500 ถึง กม. 20 +400

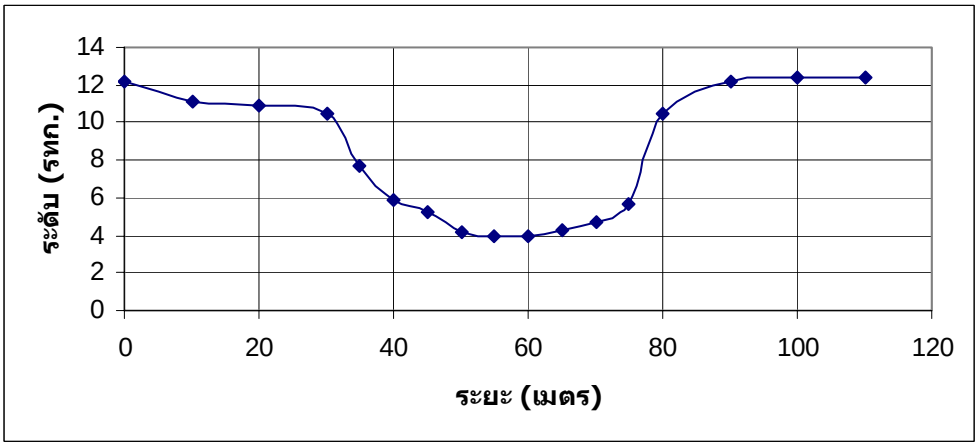


ภาพผนวกที่ ข33 ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.21+500 ถึง กม. 26+600

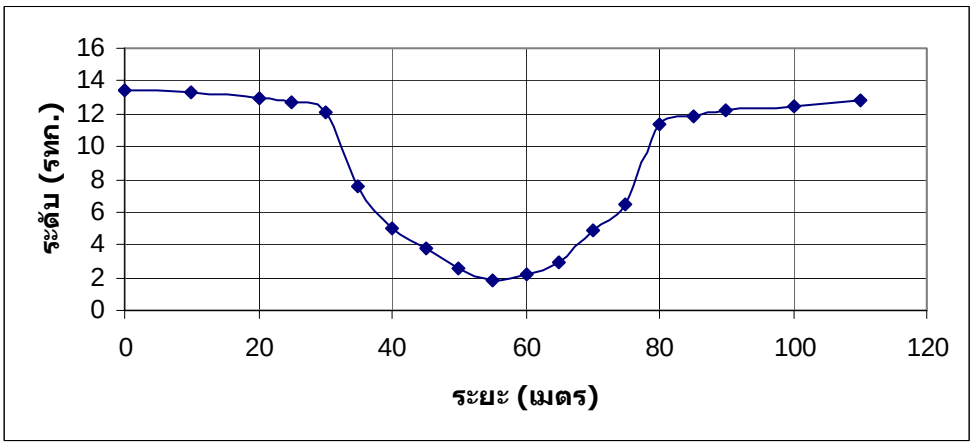
กม.27+43



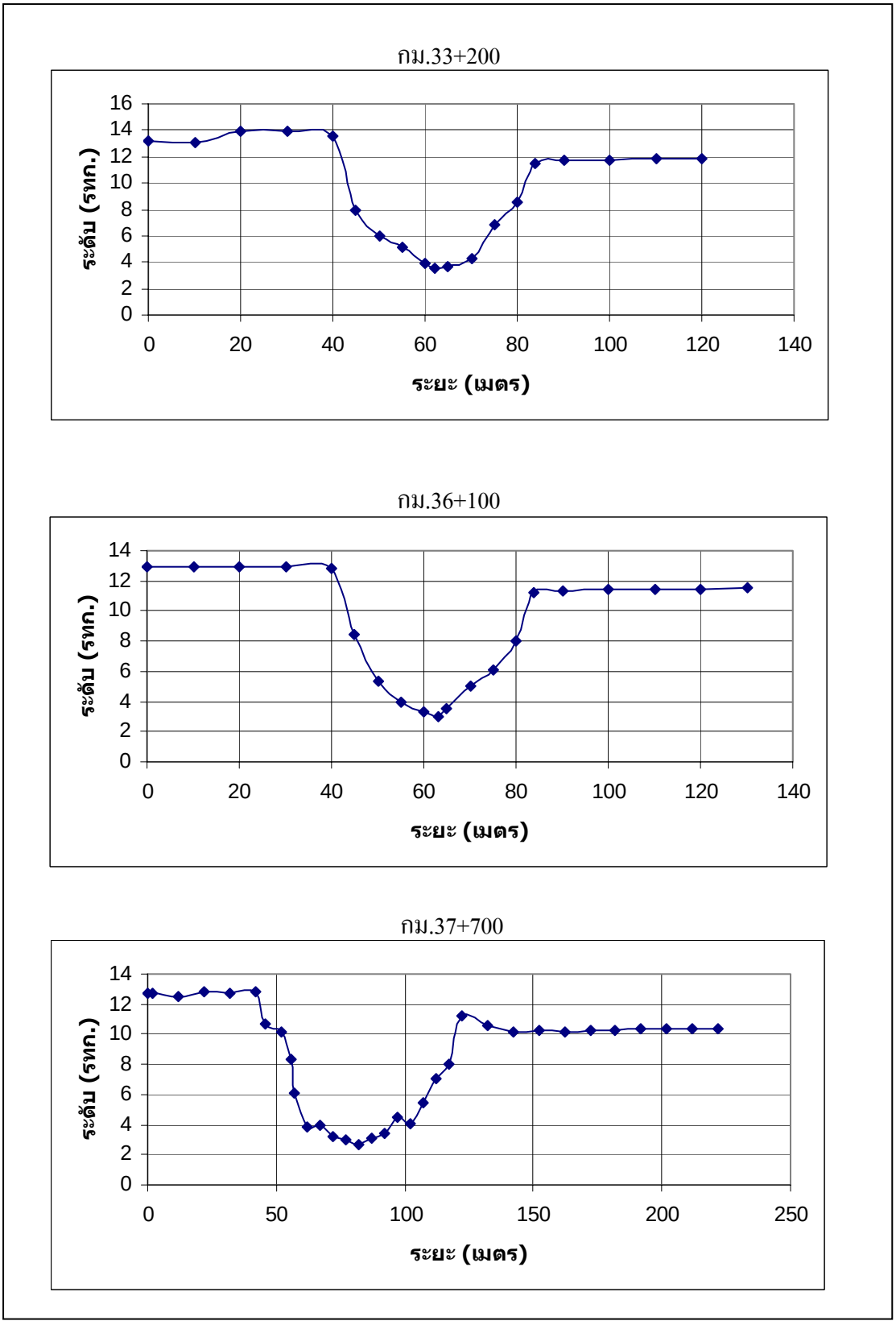
กม.30+300



กม.32+200

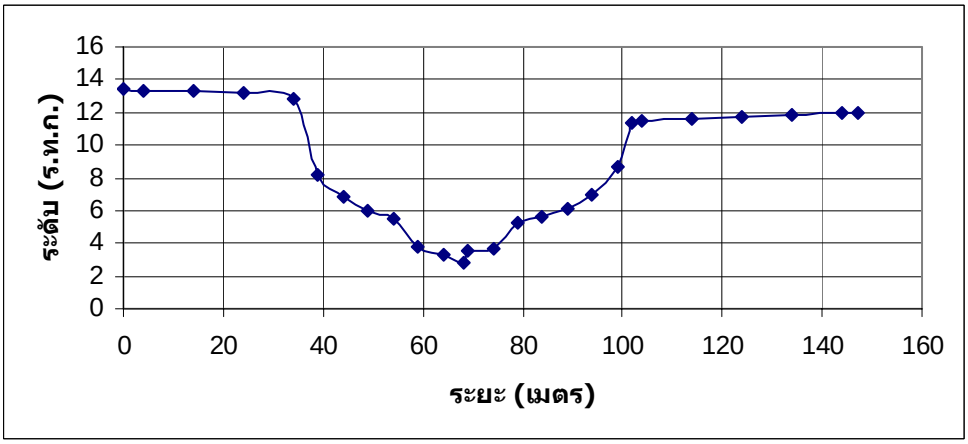


ภาพผนวกที่ ข34 ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.27+430 ถึง กม. 32 +200

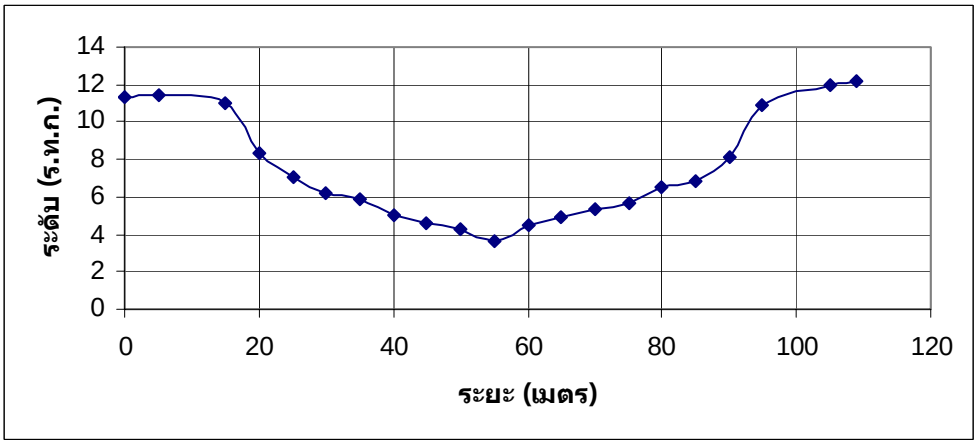


ภาพผนวกที่ ข35 ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.33+200 ถึง กม. 37+700

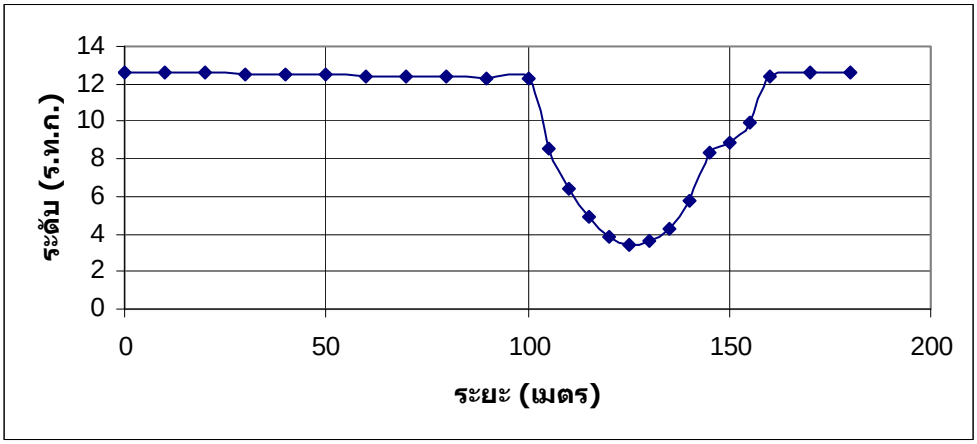
กม.38+800



กม.41+800

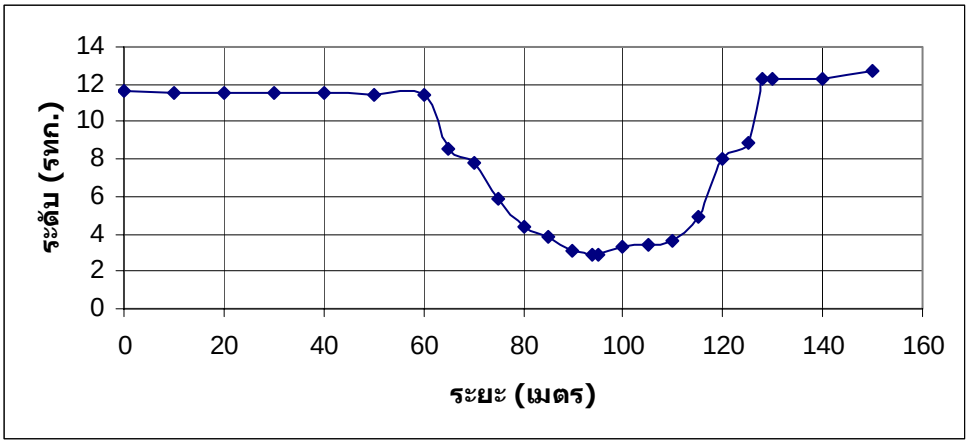


กม.43+600

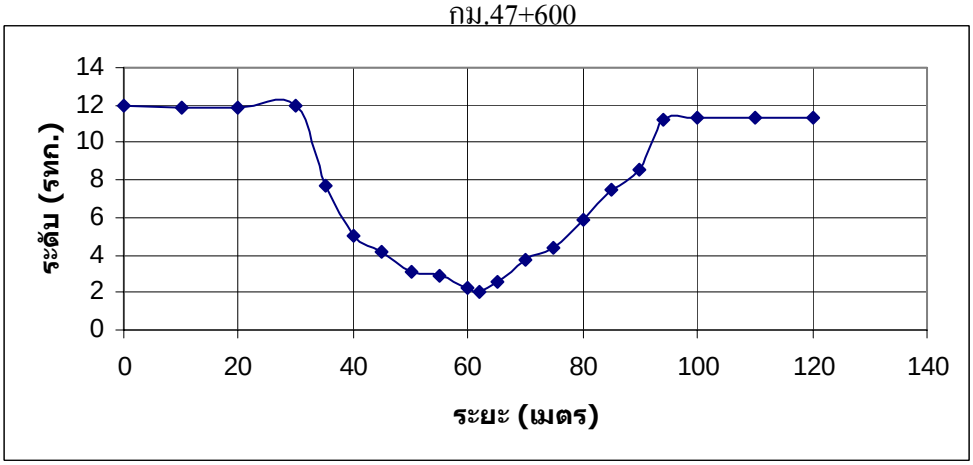


<u>ภาพผนวกที่ ข36</u> ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.38+800 ถึง กม. 43+600

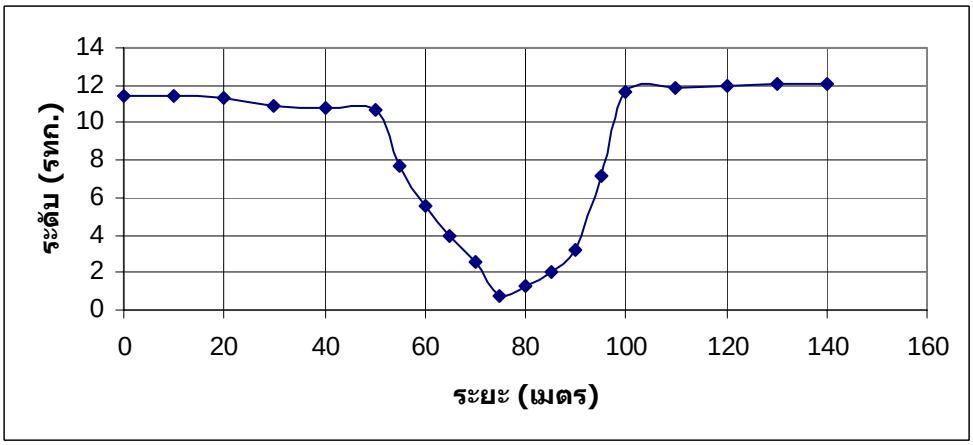
กม.44+700



กม.47+600

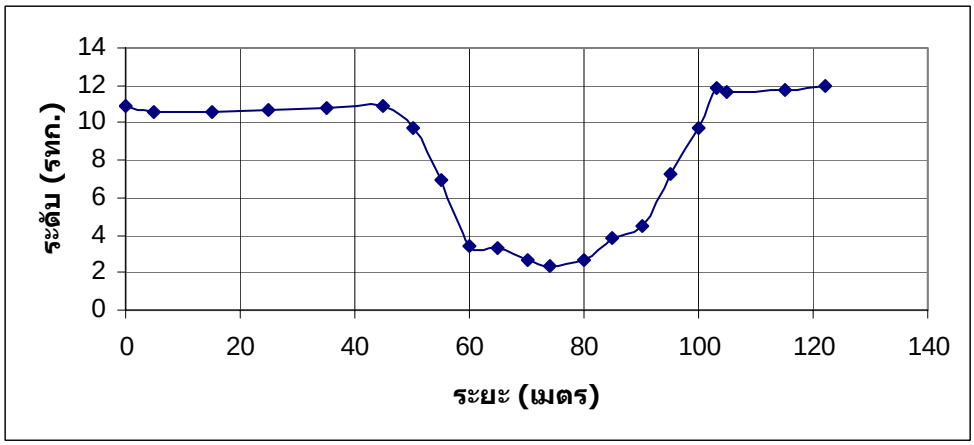


กม.49+600

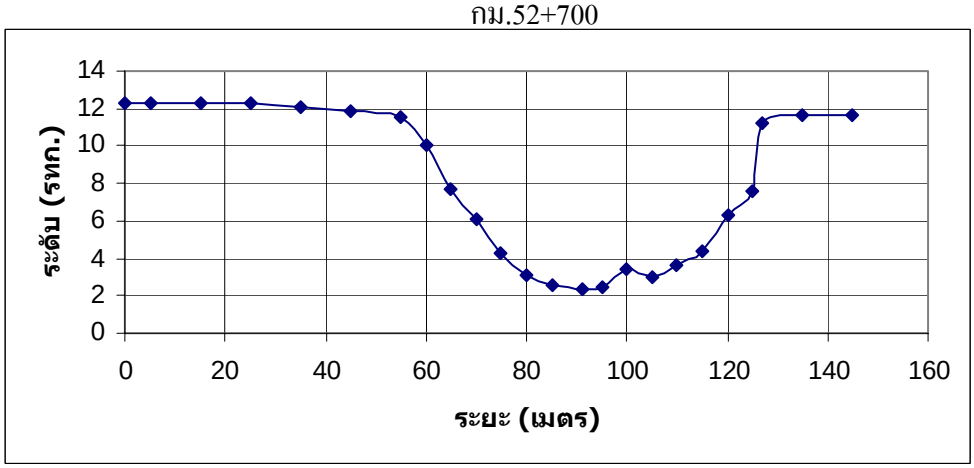


ภาพผนวกที่ ข37 ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.44+700 ถึง กม. 49+600

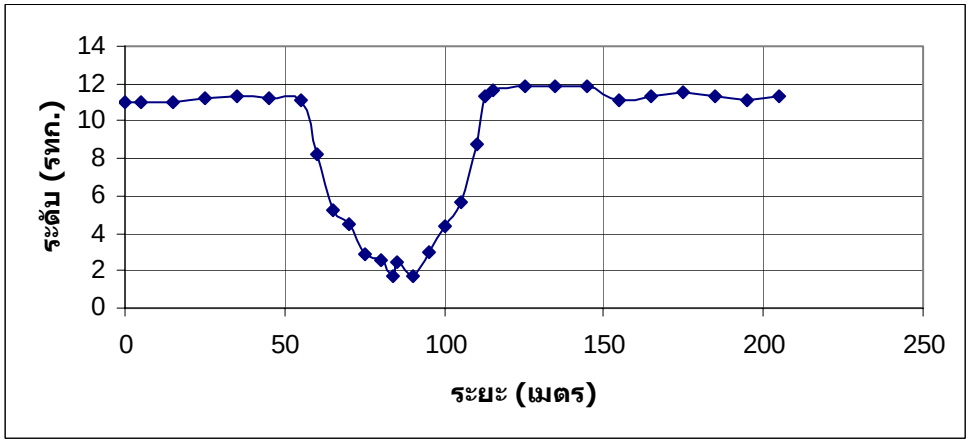
กม.50+600



กม.52+700

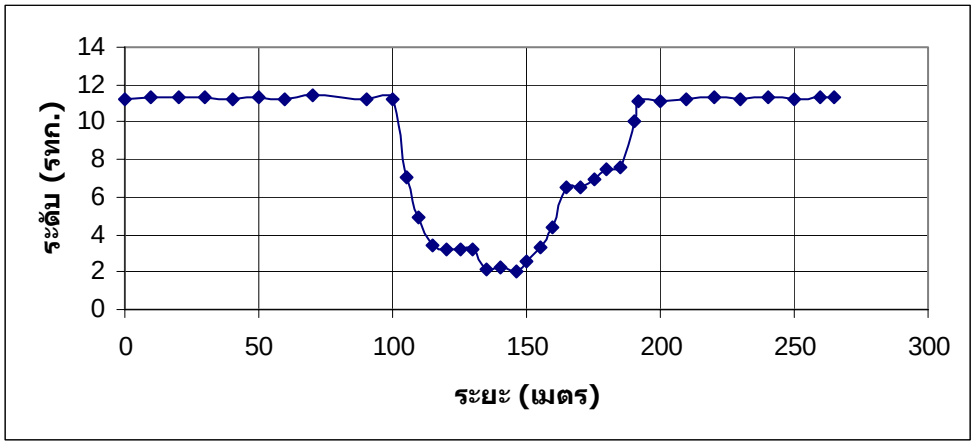


กม.54+600

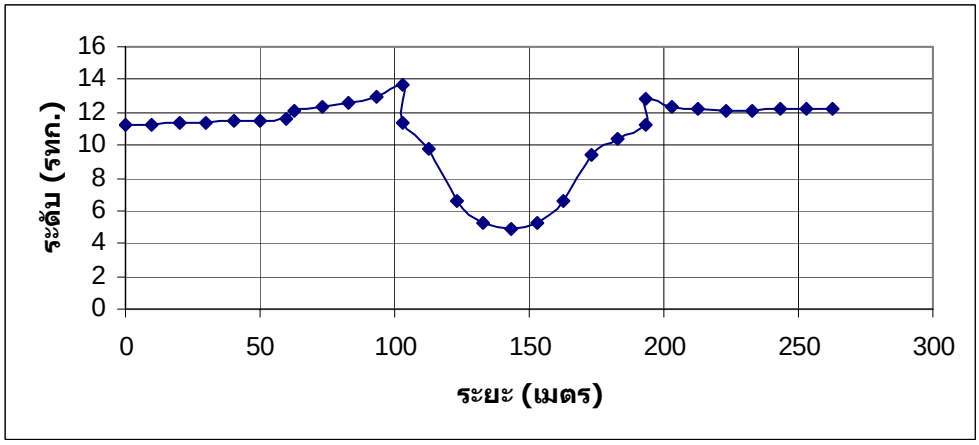


ภาพผนวกที่ ข38 ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.50+600 ถึง กม. 54+600

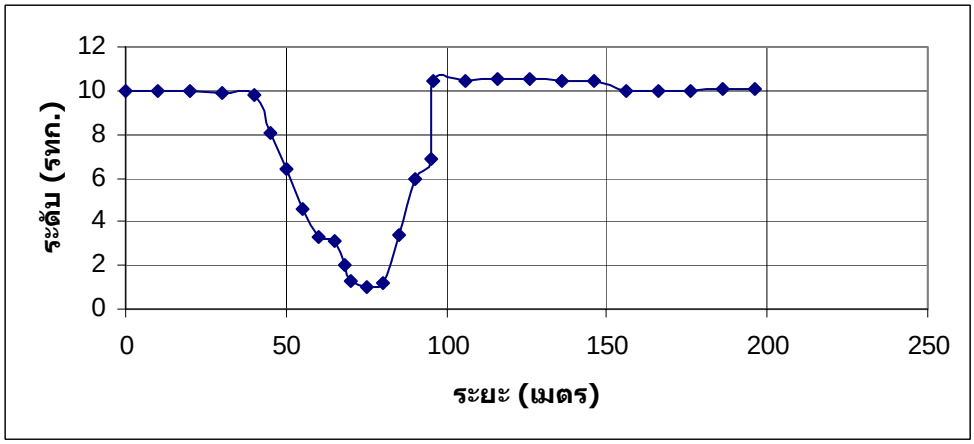
กม.55+400



กม.58+300

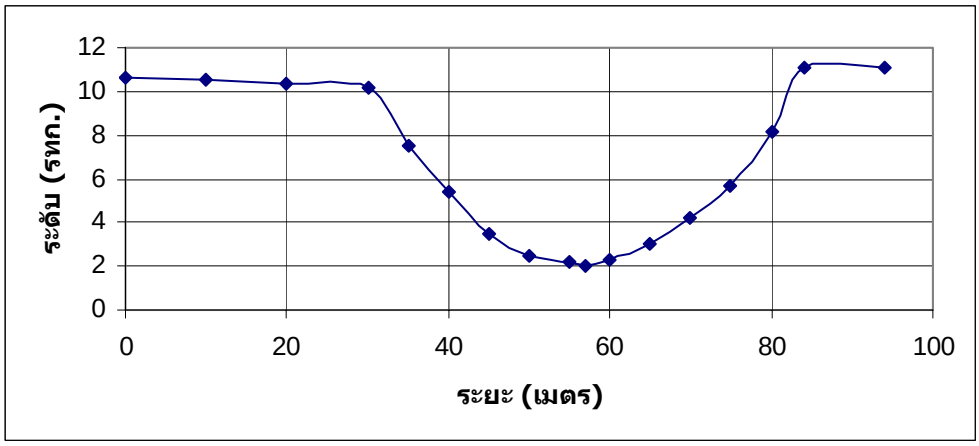


กม.59+600

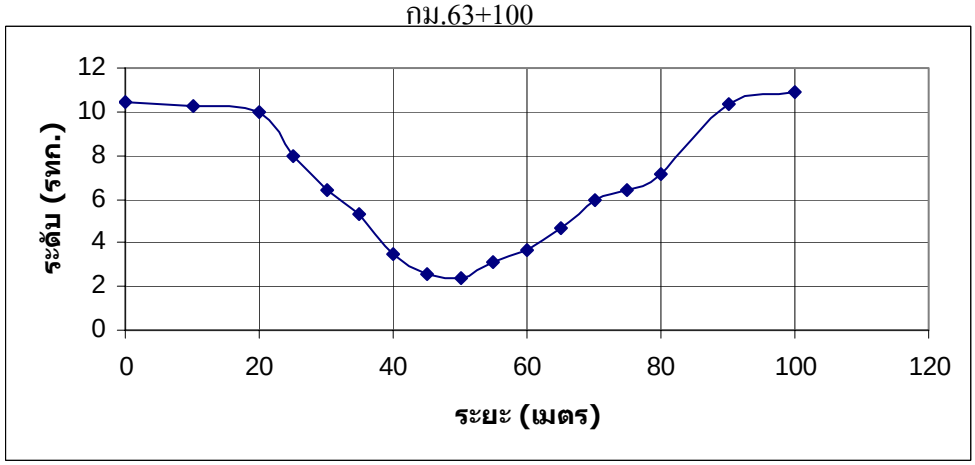


<u>ภาพผนวกที่ ข39</u> ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.55+400 ถึง กม. 59 +600

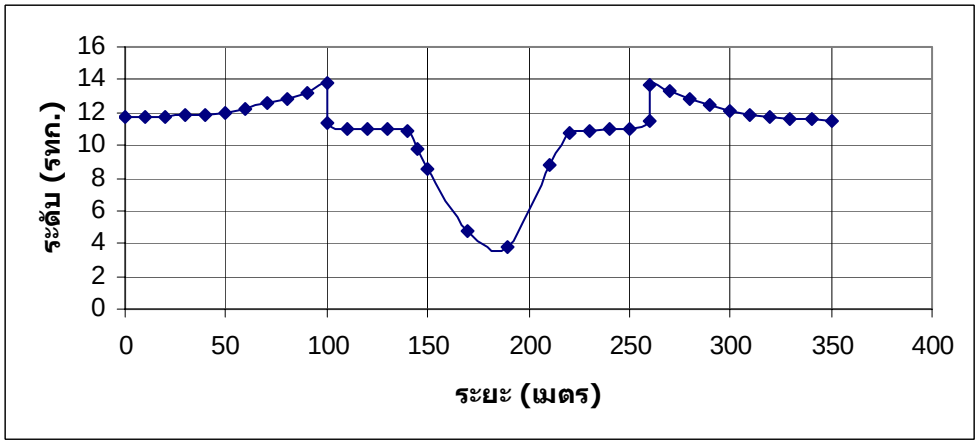
กม.60+400



กม.63+100

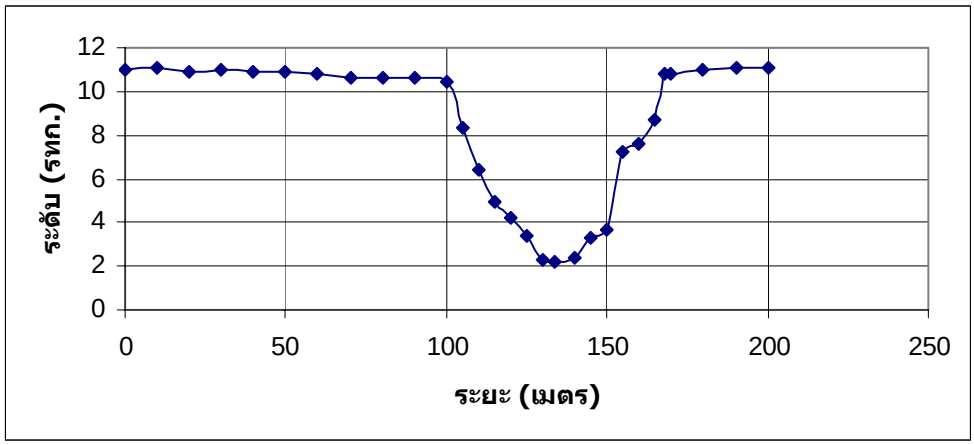


กม.65+120

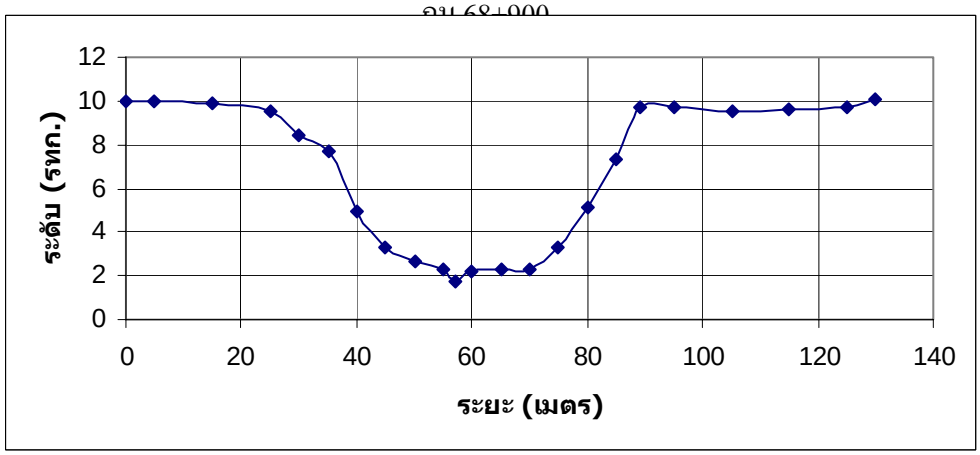


ภาพผนวกที่ ข40 ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.60+400 ถึง กม. 65 +120

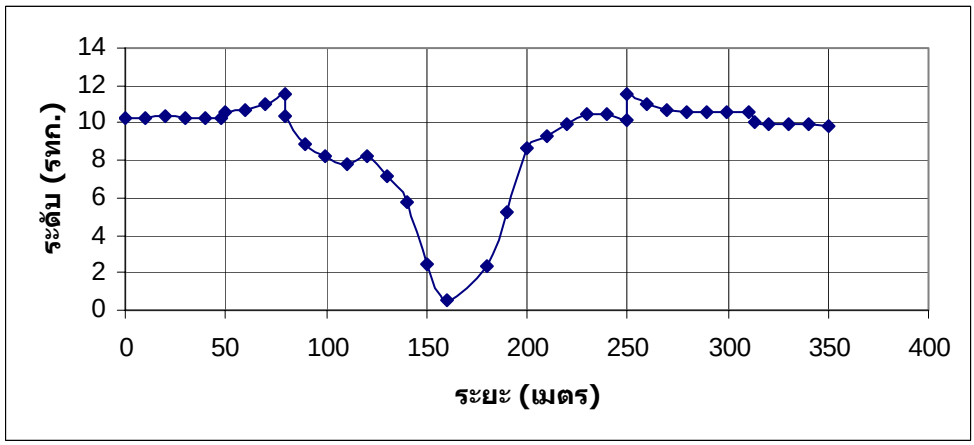
กม.66+100



กม.68+900

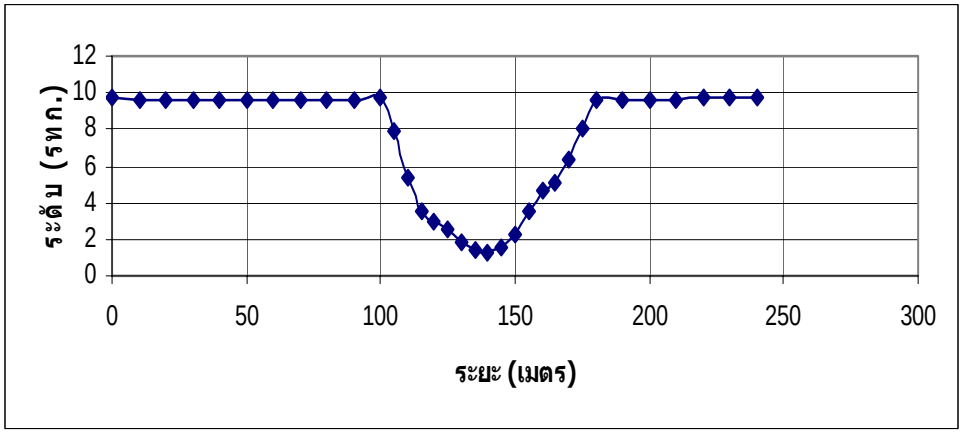


กม.71+750

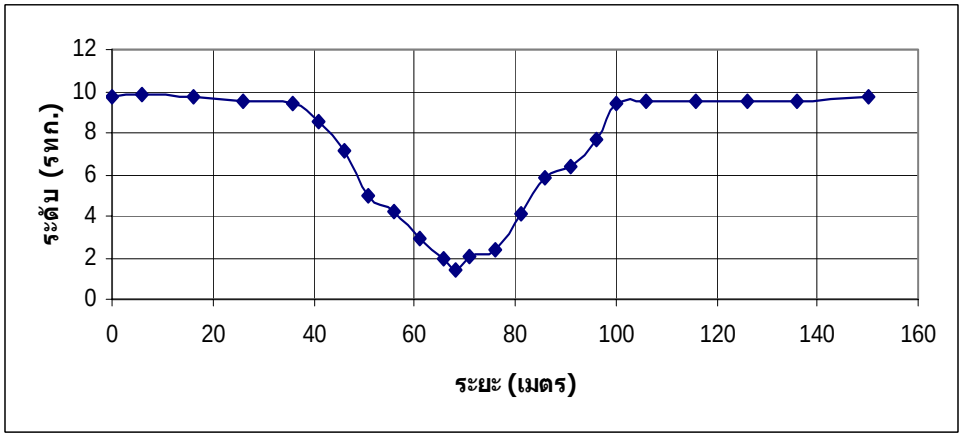


ภาพผนวกที่ ข41 ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.66+100 ถึง กม. 71 +750

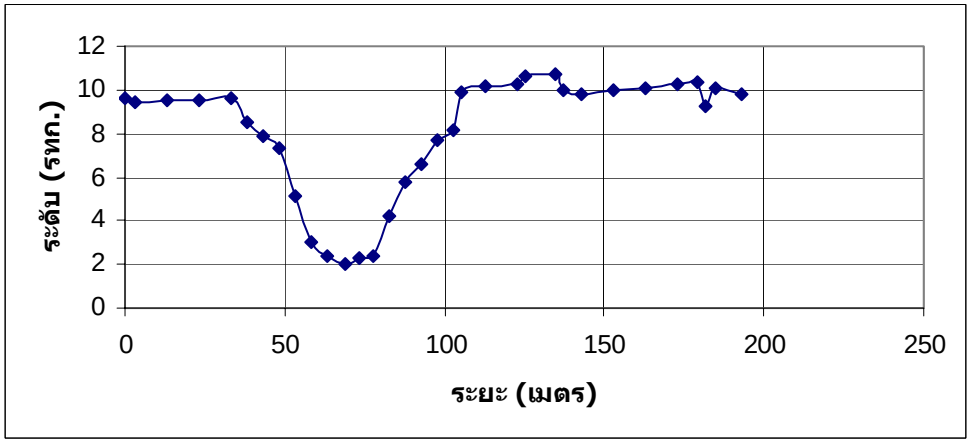
กม.72+800



กม.75+800

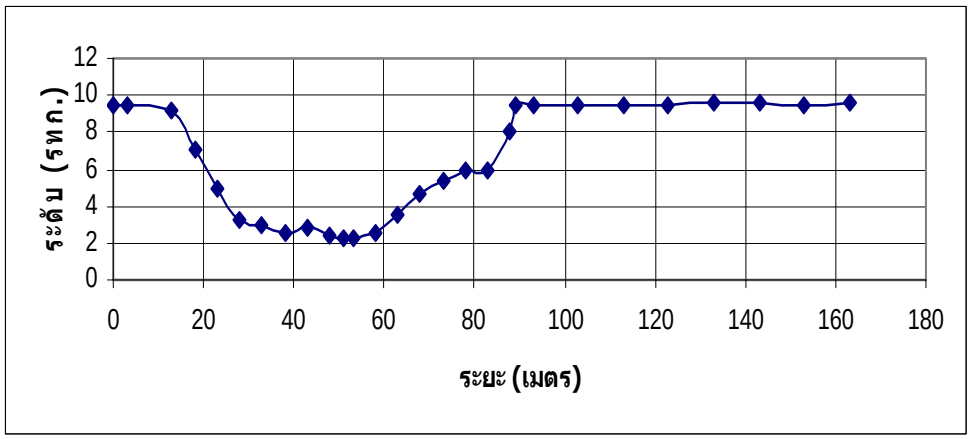


กม.77+700

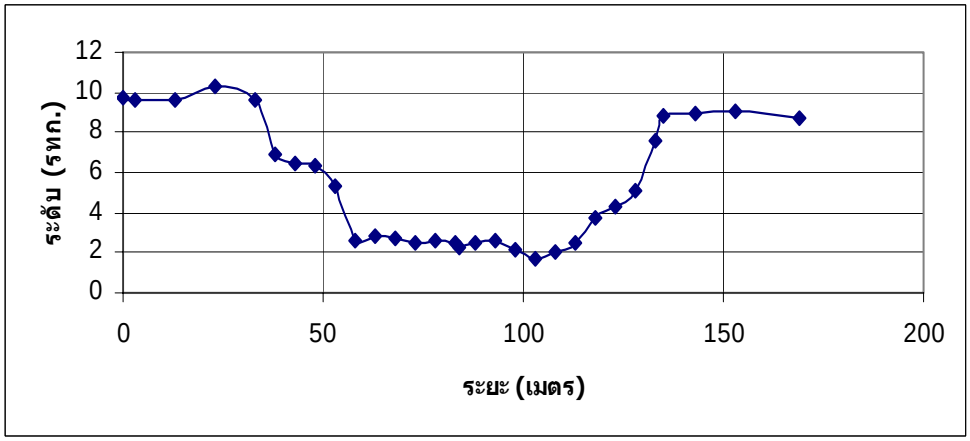


ภาพผนวกที่ ข42 ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.72+800 ถึง กม. 77 +700

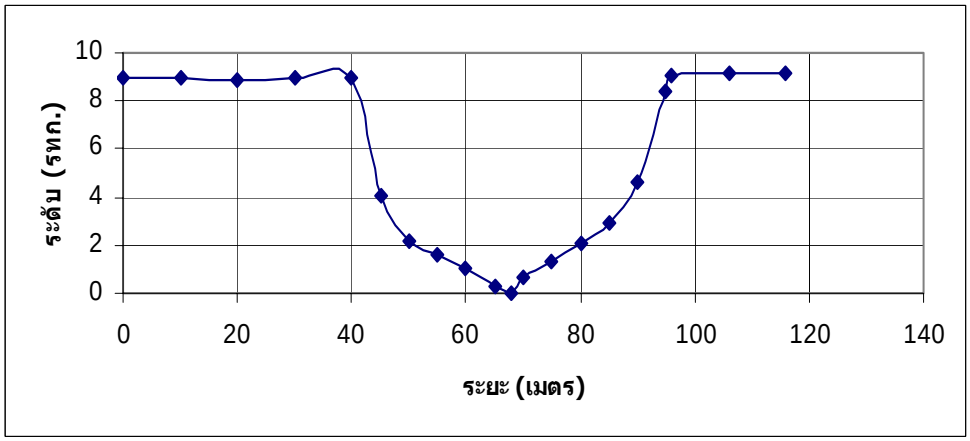
กม.78+600



กม.80+800

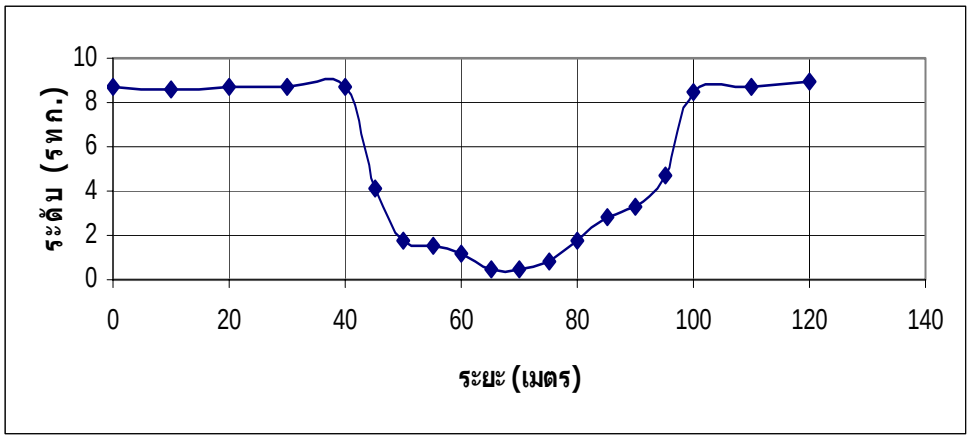


กม.82+500

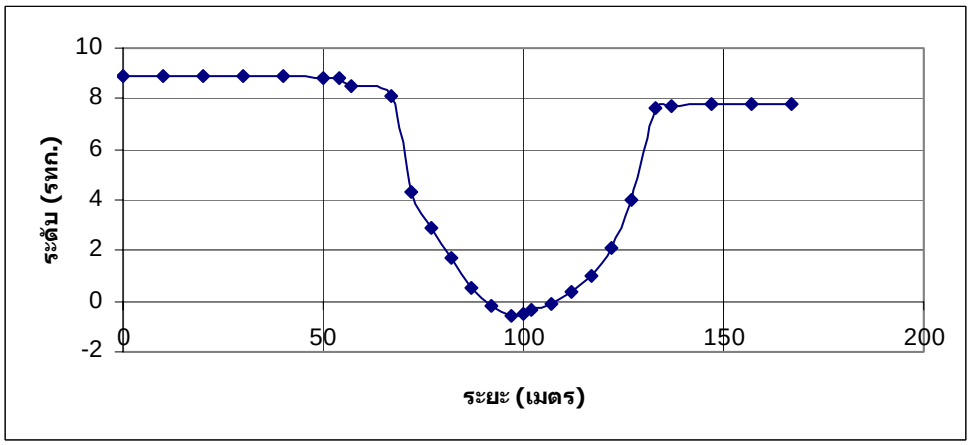


ภาพผนวกที่ ข43 ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.78+600 ถึง กม. 82+500

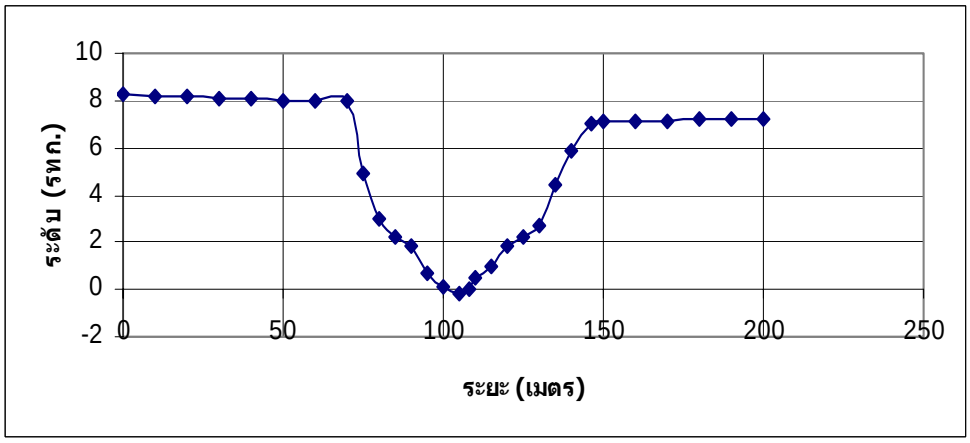
กม.83+300



กม.86+300

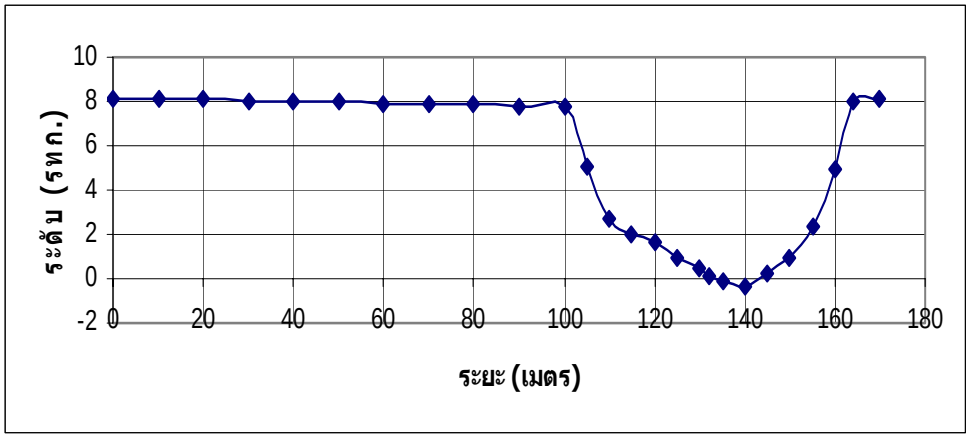


กม.88+300

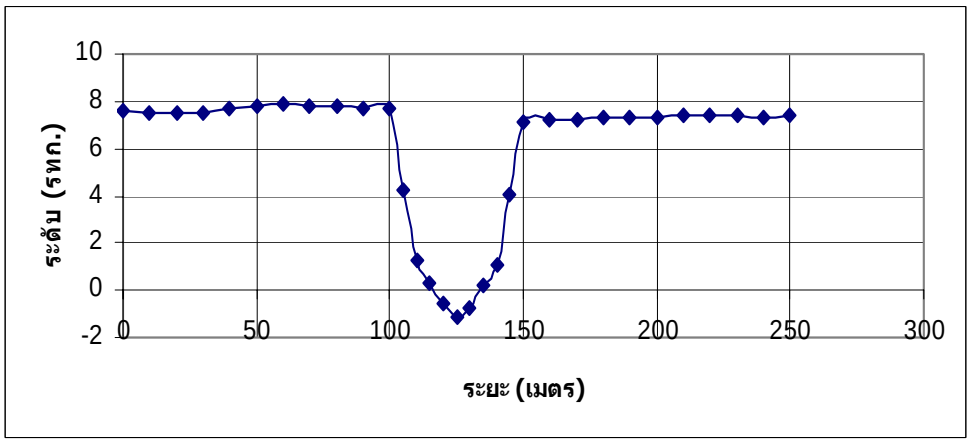


ภาพผนวกที่ ข44 ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.83+300 ถึง กม. 88+300

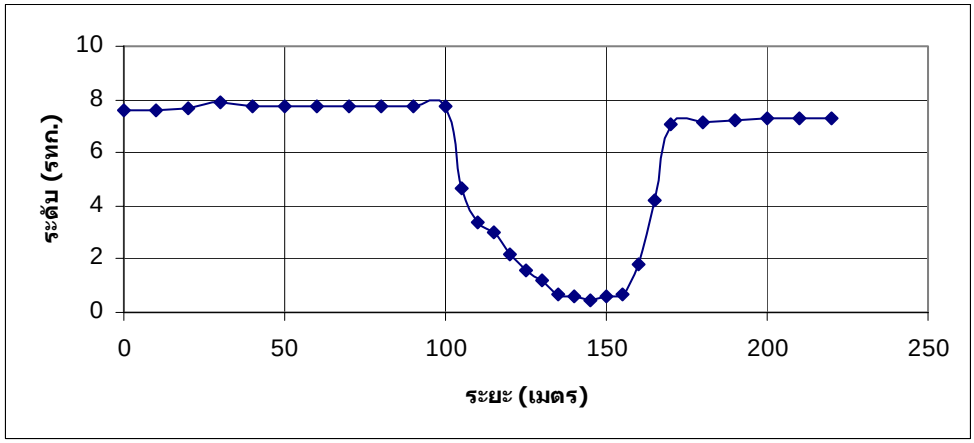
กม.89+300



กม.92+100

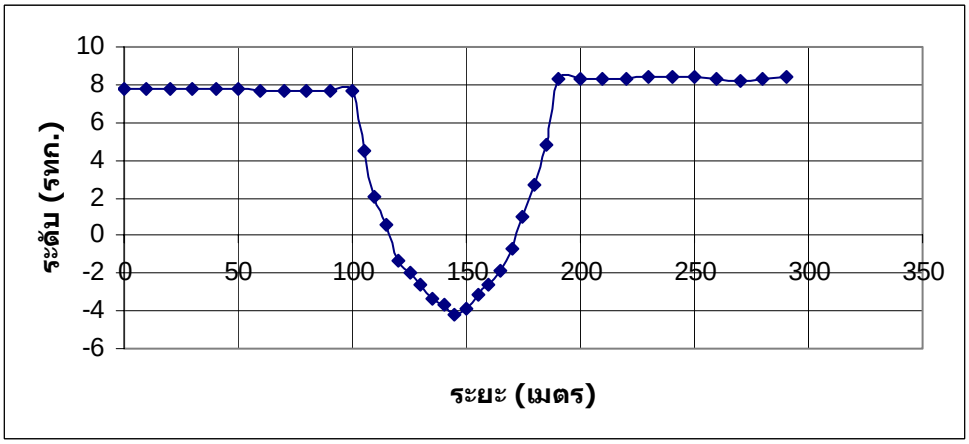


กม 94+100

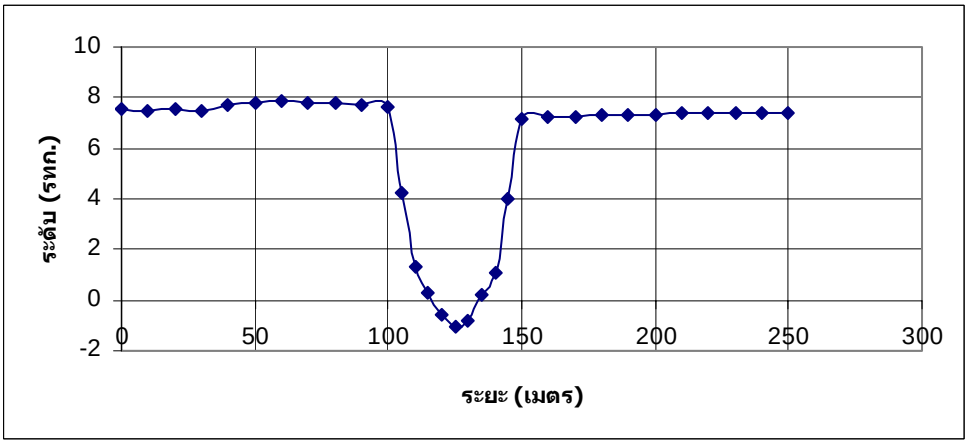


ภาพผนวกที่ ข45 ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.89+300 ถึง กม. 94+100

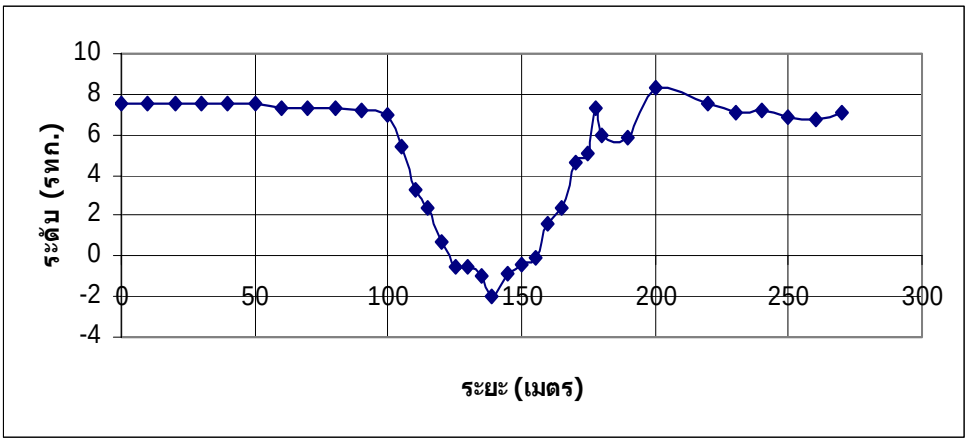
กม95+900



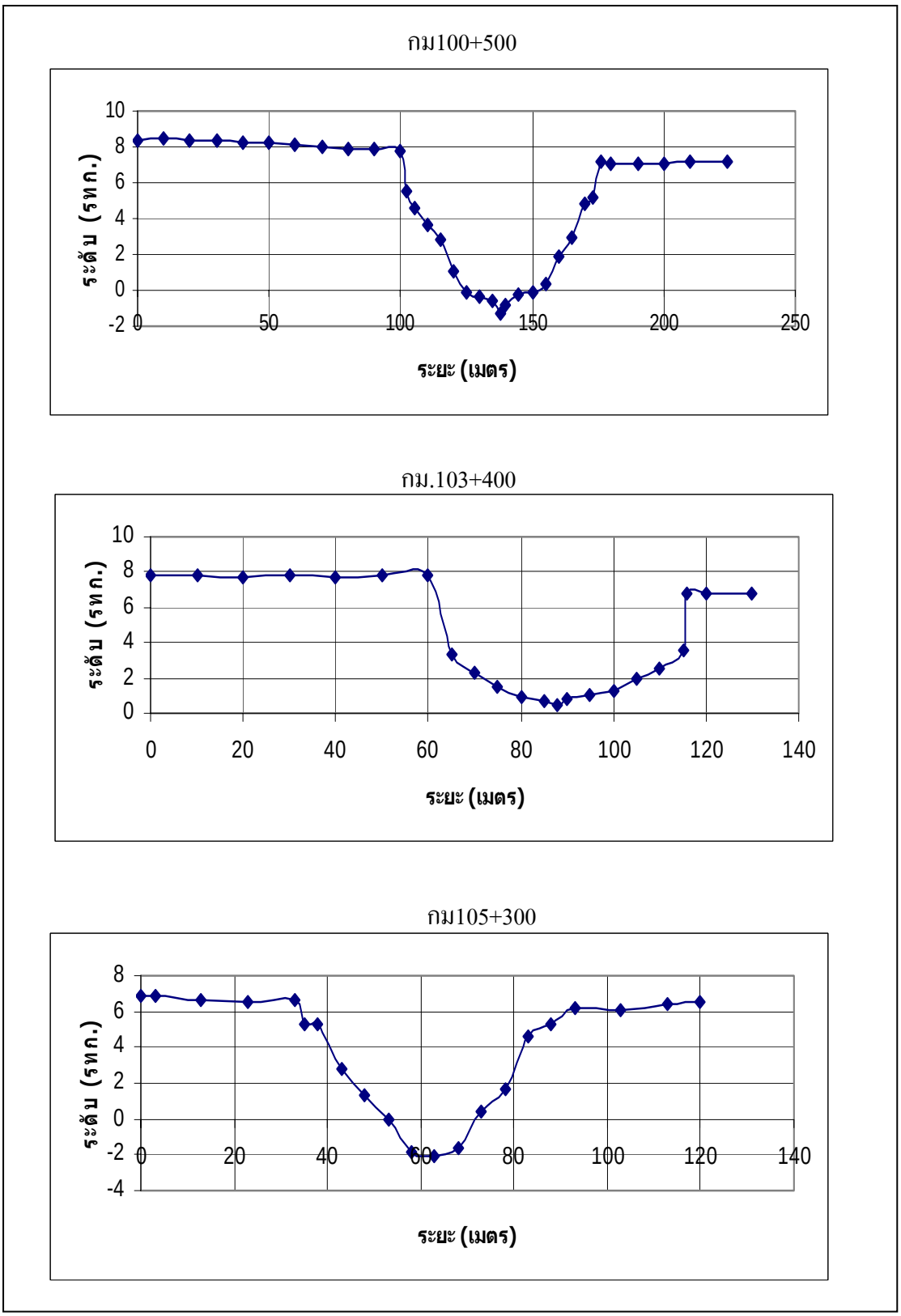
กม.97+700



กม99+600

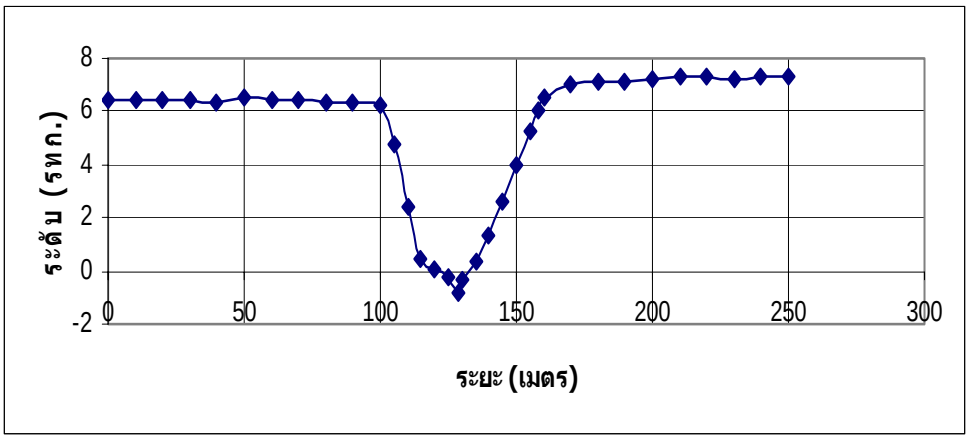


ภาพผนวกที่ ข46 ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.95+900 ถึง กม. 99 +600

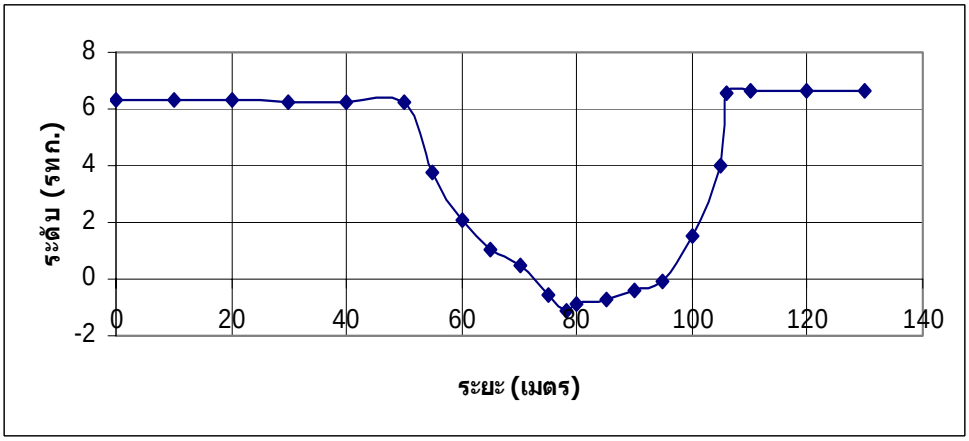


<u>ภาพผนวกที่ ข47</u> ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.100+500 ถึง กม. 105+300

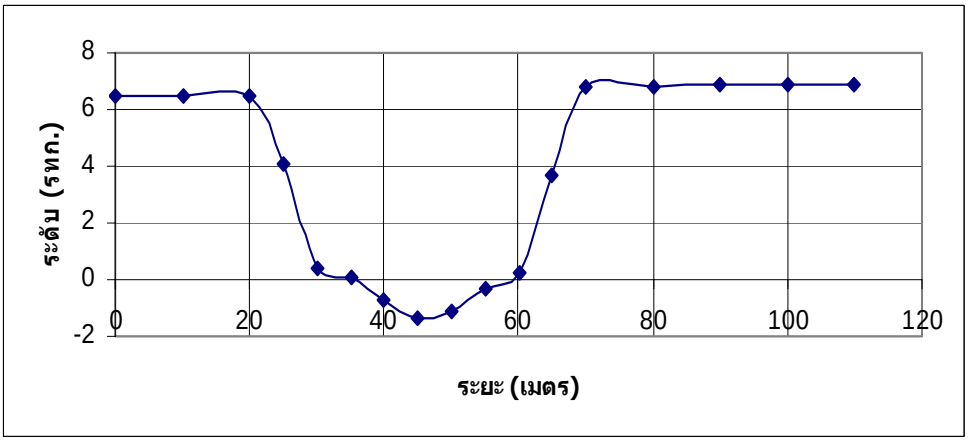
กม106+300



กม.109+400

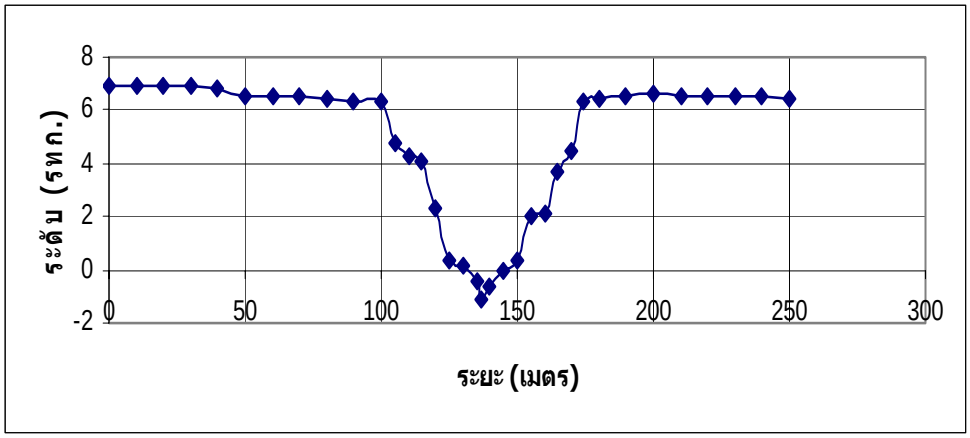


กม111+200

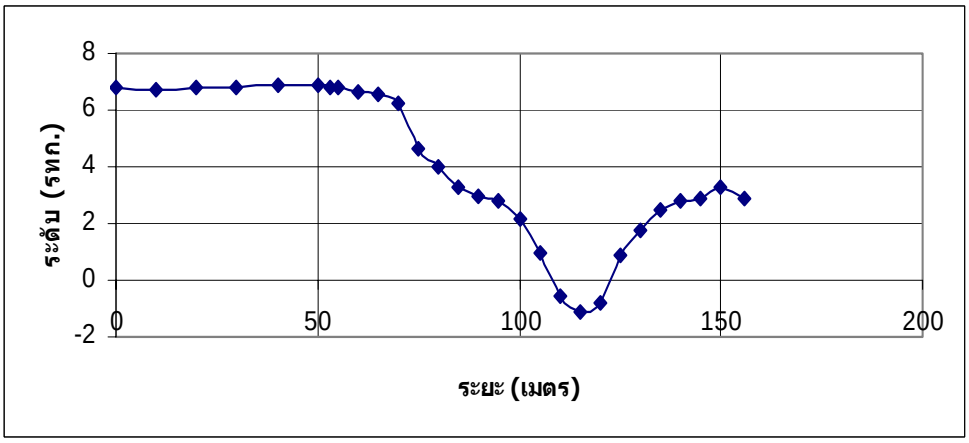


ภาพผนวกที่ ข48 ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.106+300 ถึง กม. 111 +200

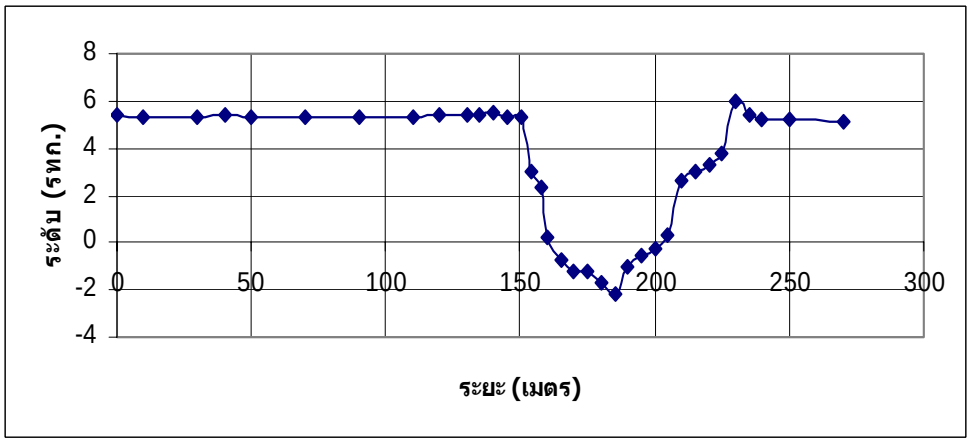
กม.112+100



กม.114+900



กม.117+00



ภาพผนวกที่ ข49 ภาพตัดลำน้ำสุพรรณบุรี กม.112+100 ถึง กม. 117 +000

ตารางผนวกที่ ค1 ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลเทพ

date	time	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)	date	time	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)
1/1/48	6:00:00	15.53	13.91	0.60	50.64	6/2/48	6:00:00	15.36	13.17	0.52	50.77
2/1/48	6:00:00	15.53	13.95	0.61	50.62	7/2/48	6:00:00	15.50	13.23	0.51	50.52
3/1/48	6:00:00	15.47	13.75	0.58	50.43	8/2/48	6:00:00	15.59	13.34	0.51	50.4
4/1/48	6:00:00	15.38	13.69	0.58	50.43	9/2/48	6:00:00	15.61	13.37	0.51	50.6
5/1/48	6:00:00	15.30	13.85	0.61	56.98	10/2/48	6:00:00	15.54	13.37	0.52	50.44
6/1/48	6:00:00	15.13	13.80	0.89	67.32	11/2/48	6:00:00	15.47	13.34	0.52	51.9
7/1/48	6:00:00	14.94	13.60	0.77	60.44	12/2/48	6:00:00	15.55	13.35	0.56	55.16
8/1/48	6:00:00	14.88	13.38	0.73	60.33	13/2/48	6:00:00	15.67	13.33	0.55	55.25
9/1/48	6:00:00	14.96	13.34	0.71	60.46	14/2/48	6:00:00	15.72	13.35	0.54	65.27
10/1/48	6:00:00	15.02	13.36	0.70	60.59	15/2/48	6:00:00	15.65	13.51	0.71	70.67
11/1/48	6:00:00	15.07	13.35	0.69	60.83	16/2/48	6:00:00	15.57	13.51	0.72	70
12/1/48	6:00:00	15.01	13.35	0.69	60.52	17/2/48	6:00:00	15.45	13.48	0.73	70.51
13/1/48	6:00:00	14.88	13.33	0.71	60.38	18/2/48	6:00:00	15.35	13.65	0.79	70.71
14/1/48	6:00:00	14.75	13.23	0.72	60.5	19/2/48	6:00:00	15.37	13.65	0.79	70.54
15/1/48	6:00:00	14.65	13.15	0.72	60	20/2/48	6:00:00	15.40	13.71	0.80	70.38
16/1/48	6:00:00	14.72	13.15	0.71	60.36	21/2/48	6:00:00	15.42	13.71	0.79	70.18
17/1/48	6:00:00	14.73	13.17	0.71	60.34	22/2/48	6:00:00	15.45	13.73	0.79	70.42
18/1/48	6:00:00	14.68	13.17	0.72	60.32	23/2/48	6:00:00	15.43	13.73	0.79	70.13
19/1/48	6:00:00	14.73	13.24	0.73	60.59	24/2/48	6:00:00	15.33	13.69	0.81	67.22
20/1/48	6:00:00	14.78	13.29	0.73	60.59	25/2/48	6:00:00	15.34	13.55	0.68	60.68
21/1/48	6:00:00	14.95	13.38	0.72	60.51	26/2/48	6:00:00	15.42	13.55	0.66	60.35
22/1/48	6:00:00	15.14	13.42	0.69	60.27	27/2/48	6:00:00	15.51	13.59	0.65	60.28
23/1/48	6:00:00	15.37	13.49	0.66	60.45	28/2/48	6:00:00	15.55	13.70	0.65	67.24
24/1/48	6:00:00	15.57	13.57	0.64	60.54	1/3/48	6:00:00	15.54	13.76	0.78	70.64
25/1/48	6:00:00	15.62	13.62	0.64	60.6	2/3/48	6:00:00	15.50	13.75	0.78	70.36
26/1/48	6:00:00	15.63	13.69	0.65	60.66	3/3/48	6:00:00	15.38	13.71	0.80	70.64
27/1/48	6:00:00	15.63	13.72	0.65	60.46	4/3/48	6:00:00	15.25	13.64	0.81	62.35
28/1/48	6:00:00	15.63	13.74	0.66	57.16	5/3/48	6:00:00	15.17	13.44	0.66	58.3
29/1/48	6:00:00	15.62	13.51	0.57	55.09	6/3/48	6:00:00	15.19	13.41	0.65	58.29
30/1/48	6:00:00	15.58	13.43	0.57	55.62	7/3/48	6:00:00	15.19	13.46	0.65	62.5
31/1/48	6:00:00	15.50	13.37	0.57	55.17	8/3/48	6:00:00	15.05	13.47	0.82	70.71
1/2/48	6:00:00	15.43	13.28	0.57	55.82	9/3/48	6:00:00	14.93	13.41	0.83	70.19
2/2/48	6:00:00	15.39	13.25	0.57	55.77	10/3/48	6:00:00	14.77	13.32	0.85	70.4

ตารางผนวกที่ ค1 (ต่อ)

date	time	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)	date	time	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)
3/2/48	6:00:00	15.29	13.30	0.59	55.47	11/3/48	6:00:00	14.65	13.35	0.89	65.2
4/2/48	6:00:00	15.19	13.30	0.58	65.43	12/3/48	6:00:00	14.63	13.39	0.83	62.57
5/2/48	6:00:00	15.22	13.46	0.78	63.51	13/3/48	6:00:00	14.68	13.42	0.82	62.58
14/3/48	6:00:00	14.74	13.45	0.81	62.58	22/4/48	6:00:00	14.98	13.29	0.53	45.69
15/3/48	6:00:00	14.82	13.48	0.79	62.32	23/4/48	6:00:00	15.02	13.25	0.52	45.51
16/3/48	6:00:00	14.85	13.53	0.80	62.87	24/4/48	6:00:00	15.07	13.27	0.52	45.37
17/3/48	6:00:00	14.80	13.45	0.79	62.73	25/4/48	6:00:00	15.12	13.27	0.51	45.7
18/3/48	6:00:00	14.69	13.39	0.80	59.09	26/4/48	6:00:00	15.20	13.25	0.50	38.68
19/3/48	6:00:00	14.64	13.33	0.74	57.71	27/4/48	6:00:00	15.25	13.15	0.42	35.27
20/3/48	6:00:00	14.64	13.31	0.73	57.33	28/4/48	6:00:00	15.19	13.18	0.42	40.35
21/3/48	6:00:00	14.69	13.31	0.73	57.36	29/4/48	6:00:00	15.06	13.25	0.56	50.24
22/3/48	6:00:00	14.74	13.25	0.70	57.59	30/4/48	6:00:00	14.96	13.08	0.54	50.43
23/3/48	6:00:00	14.80	13.25	0.69	57.47	1/5/48	6:00:00	14.88	13.17	0.58	50.38
24/3/48	6:00:00	14.81	13.25	0.68	57.4	2/5/48	6:00:00	14.81	13.10	0.58	50.15
25/3/48	6:00:00	14.92	13.35	0.68	57.52	3/5/48	6:00:00	14.18	13.08	0.57	50
26/3/48	6:00:00	15.08	13.44	0.67	57.48	4/5/48	6:00:00	14.78	13.05	0.57	50.33
27/3/48	6:00:00	15.22	13.48	0.66	57.61	5/5/48	6:00:00	14.70	13.02	0.58	50.34
28/3/48	6:00:00	15.38	13.32	0.61	57.43	6/5/48	6:00:00	14.72	13.07	0.58	50.33
29/3/48	6:00:00	15.56	13.28	0.58	57.35	7/5/48	6:00:00	14.82	13.18	0.59	50.35
30/3/48	6:00:00	15.64	13.52	0.59	57.63	8/5/48	6:00:00	14.88	13.25	0.59	50.25
31/3/48	6:00:00	15.63	13.71	0.61	57.38	9/5/48	6:00:00	14.91	13.28	0.59	50.31
1/4/48	6:00:00	15.59	13.75	0.69	57.02	10/5/48	6:00:00	14.98	13.31	0.59	50.3
2/4/48	6:00:00	15.55	13.71	0.63	57.57	11/5/48	6:00:00	14.99	13.31	0.58	50.6
3/4/48	6:00:00	15.47	13.68	0.64	57.55	12/5/48	6:00:00	14.95	13.31	0.59	50.56
4/4/48	6:00:00	15.43	13.73	0.65	57.45	13/5/48	6:00:00	14.89	13.30	0.60	50.71
5/4/48	6:00:00	15.47	13.75	0.66	57.42	14/5/48	6:00:00	14.85	13.22	0.59	50.46
6/4/48	6:00:00	15.60	13.80	0.65	57.33	15/5/48	6:00:00	14.78	13.20	0.60	50.32
7/4/48	6:00:00	15.87	13.88	0.63	57.33	16/5/48	6:00:00	14.65	13.13	0.61	50.69
8/4/48	6:00:00	16.24	13.97	0.60	53.45	17/5/48	6:00:00	14.68	13.09	0.61	47.08
9/4/48	6:00:00	16.44	13.81	0.49	45.31	18/5/48	6:00:00	14.73	13.10	0.53	45.74
10/4/48	6:00:00	16.50	13.81	0.48	45.47	19/5/48	6:00:00	14.73	13.12	0.54	45.57
11/4/48	6:00:00	16.45	13.78	0.48	45.31	20/5/48	6:00:00	14.79	13.13	0.53	45.18
12/4/48	6:00:00	16.45	13.79	0.48	45	21/5/48	6:00:00	14.90	13.19	0.53	45.62
13/4/48	6:00:00	16.35	13.75	0.49	45.61	22/5/48	6:00:00	14.99	13.30	0.62	55.39
14/4/48	6:00:00	16.21	13.74	0.50	45.74	23/5/48	6:00:00	15.02	13.33	0.64	55.77

ตารางผนวกที่ ค1 (ต่อ)

date	time	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)	date	time	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)
15/4/48	6:00:00	16.12	13.73	0.50	45.51	24/5/48	6:00:00	15.05	13.34	0.63	55.26
16/4/48	6:00:00	16.03	13.74	0.51	45.42	25/5/48	6:00:00	15.01	13.36	0.64	57.33
17/4/48	6:00:00	15.89	13.69	0.52	45.14	26/5/48	6:00:00	14.99	13.40	0.71	60.19
18/4/48	6:00:00	15.70	13.61	0.53	45.5	27/5/48	6:00:00	14.96	13.35	0.71	60.54
19/4/48	6:00:00	15.47	13.61	0.56	42.42	28/5/48	6:00:00	15.01	13.32	0.69	60.65
20/4/48	6:00:00	15.25	13.53	0.47	40.12	29/5/48	6:00:00	15.05	13.35	0.69	60.75
21/4/48	6:00:00	15.08	13.39	0.53	45.57	30/5/48	6:00:00	15.10	13.38	0.68	60.28
31/5/48	6:00:00	15.14	13.40	0.68	60.52						
1/6/48	6:00:00	15.16	13.45	0.68	60.27						
2/6/48	6:00:00	15.14	13.44	0.69	60.83						
3/6/48	6:00:00	15.11	13.41	0.69	60.78						
4/6/48	6:00:00	15.13	13.41	0.69	60.36						
5/6/48	6:00:00	15.17	13.41	0.68	60.85						
6/6/48	6:00:00	15.18	13.43	0.68	60.59						
7/6/48	6:00:00	15.12	13.41	0.68	60.56						
8/6/48	6:00:00	14.97	13.35	0.70	53.7						
9/6/48	6:00:00	14.75	13.31	0.63	50.63						
10/6/48	6:00:00	14.55	13.23	0.65	50.44						
11/6/48	6:00:00	14.41	13.15	0.66	50.36						
12/6/48	6:00:00	14.28	13.05	0.67	50.41						
13/6/48	6:00:00	14.20	13.00	0.68	50.53						
14/6/48	6:00:00	14.23	13.02	0.67	50.4						
15/6/48	6:00:00	14.33	13.17	0.70	50.41						
16/6/48	6:00:00	14.38	13.07	0.66	50.49						
17/6/48	6:00:00	14.61	13.14	0.63	50.41						
18/6/48	6:00:00	14.99	13.26	0.60	50.89						
19/6/48	6:00:00	15.40	13.48	0.57	50.44						
20/6/48	6:00:00	15.79	13.64	0.54	55.55						
21/6/48	6:00:00	16.31	13.88	0.65	69.08						
22/6/48	6:00:00	16.40	14.48	0.73	103.91						
23/6/48	6:00:00	16.43	14.98	1.47	180.37						
24/6/48	6:00:00	16.37	15.20	2.29	200.87						
25/6/48	6:00:00	16.39	15.27	2.47	119.7						
26/6/48	6:00:00	16.38	15.32	2.50	200.38						
27/6/48	6:00:00	16.31	15.34	2.62	200.48						
28/6/48	6:00:00	16.09	15.21	2.73	166.96						
29/6/48	6:00:00	15.90	14.91	1.80	120.05						
30/6/48	6:00:00	15.63	14.41	1.31	80.27						

ตารางผนวกที่ ค2 ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าโบสถ์

ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าโบสถ์										
		thabot gate					1L(1)_thabot			
date	time	up (m)	down (m)		open gate (m)	Q (m3/s)	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)
1/1/48	6:00:00	13.6	10.48	3.12	0.25	30.98	13.60	13.10	1.00	5.26
2/1/48	6:00:00	13.64	10.5	3.14	0.25	31.08	13.64	13.00	1.00	5.95
3/1/48	6:00:00	13.4	9.77	3.63	0.37	43.46	13.40	12.65	0.40	2.57
4/1/48	6:00:00	13.36	9.66	3.7	0.32	37.94	13.36	12.54	0.40	2.69
5/1/48	6:00:00	13.48	9.46	4.02	0.27	33.36	13.48	12.68	0.40	2.66
6/1/48	6:00:00	13.37	9.65	3.72	0.4	53.29	13.37	12.57	0.40	2.66
7/1/48	6:00:00	13.28	9.46	3.82	0.35	48.05	13.28	12.50	0.40	2.62
8/1/48	6:00:00	13	9.47	3.53	0.42	55.34	13.00	12.40	0.40	2.3
9/1/48	6:00:00	12.87	9.54	3.33	0.43	55.03	12.87	12.35	0.40	2.14
10/1/48	6:00:00	12.9	9.41	3.49	0.42	55.05	12.90	12.35	0.40	2.2
11/1/48	6:00:00	12.9	9.4	3.5	0.42	55.11	12.90	12.65	1.00	3.72
12/1/48	6:00:00	12.9	9.4	3.5	0.42	55.11	12.90	12.60	1.00	4.07
13/1/48	6:00:00	12.8	9.4		0.42	54.81	12.86	12.50	1.00	4.46
14/1/48	6:00:00	12.76	9.37		0.43	55.54	12.76	12.56	1.00	3.32
15/1/48	6:00:00	12.7	9.3		0.43	55.6	12.70	12.50	1.00	3.32
16/1/48	6:00:00	12.7	9.37		0.43	55.03	12.70	12.50	1.00	3.32
17/1/48	6:00:00	12.7	9.36		0.43	55.12	12.70	12.53	1.00	3.06
18/1/48	6:00:00	12.69	9.37		0.43	54.97	12.69	12.55	1.00	2.78
19/1/48	6:00:00	12.8	9.24		0.42	55.58	12.80	12.65	1.00	2.88
20/1/48	6:00:00	12.85	9.19		0.41	55.03	12.85	12.67	1.00	3.15
21/1/48	6:00:00	12.85	9.13		0.41	55.46	12.85	12.66	1.00	3.23
22/1/48	6:00:00	12.84	9.2		0.41	54.86	12.84	12.64	1.00	3.32
23/1/48	6:00:00	13.02	9.23		0.41	55.98	13.02	12.76	1.00	3.78
24/1/48	6:00:00	13.05	9.26		0.41	55.98	13.05	12.76	1.00	4
25/1/48	6:00:00	13.14	9.35		0.41	55.98	13.14	12.80	1.00	4.33
26/1/48	6:00:00	13.24	9.42		0.41	56.21	13.24	12.55	0.30	1.85
27/1/48	6:00:00	13.28	9.48		0.41	56.07	13.28	12.55	0.30	1.9
28/1/48	6:00:00	13.3	9.5		0.41	56.07	13.30	12.60	0.30	1.86
29/1/48	6:00:00	13.17	9.5		0.41	51.06	13.17	12.60	0.30	1.68
30/1/48	6:00:00	13.05	9.45		0.39	51.91	13.05	12.55	0.30	1.57
31/1/48	6:00:00	13	9.46		0.39	51.47	13.00	12.57	0.30	1.46
1/2/48	6:00:00	12.86	9.44		0.39	49.83	12.86	12.73	1.00	2.67
2/2/48	6:00:00	12.83	9.35		0.39	50.25	12.83	12.63	1.00	3.32
3/2/48	6:00:00	12.77	9.33		0.39	49.96	12.77	12.62	1.00	2.88

ตารางผนวกที่ ค2 (ต่อ)

ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าโบสถ์									
		thabot gate				1L(1)_thabot			
date	time	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)
4/2/48	6:00:00	12.71	9.26	0.39	50.05	12.71	12.60	1.00	2.46
5/2/48	6:00:00	13	9.36	0.39	51.39	13.00	12.73	1.00	3.86
6/2/48	6:00:00	12.69	9.44	0.52	67.74	12.69	12.60	1.00	2.23
7/2/48	6:00:00	12.73	9.37	0.38	50.35	12.93	12.55	1.00	3.15
8/2/48	6:00:00	12.87	9.25	0.38	52.25	12.87	12.65	1.00	3.49
9/2/48	6:00:00	12.95	9.15	0.38	53.54	12.95	12.70	1.00	3.72
10/2/48	6:00:00	12.95	9.16	0.38	53.46	12.95	12.70	1.00	3.72
11/2/48	6:00:00	12.93	9.2	0.38	53.05	12.93	12.70	1.00	3.56
12/2/48	6:00:00	12.95	9.2	0.38	57.63	12.95	12.65	0.80	3.25
13/2/48	6:00:00	12.9	9.25	0.38	56.85	12.90	12.60	0.80	3.25
14/2/48	6:00:00	12.91	9.25	0.4	56.94	12.91	12.63	0.80	3.14
15/2/48	6:00:00	12.95	9.48	0.48	65.56	12.95	12.70	0.80	2.97
16/2/48	6:00:00	12.98	9.49	0.48	65.77	12.98	12.72	0.80	3.03
17/2/48	6:00:00	12.98	9.43	0.48	65.38	12.98	12.68	0.80	3.25
18/2/48	6:00:00	13.08	9.42	0.48	66.38	13.08	12.70	0.80	3.66
19/2/48	6:00:00	13.17	9.45	0.47	65.51	13.17	12.83	0.80	3.47
20/2/48	6:00:00	13.19	9.47	0.47	65.51	13.19	12.89	0.80	3.25
21/2/48	6:00:00	13.17	9.5	0.47	65.07	13.17	12.80	0.80	3.61
22/2/48	6:00:00	13.19	9.6	0.48	65.72	13.19	12.80	0.80	3.71
23/2/48	6:00:00	13.2	9.6	0.48	65.83	13.20	12.80	0.80	3.76
24/2/48	6:00:00	13.27	9.65	0.47	64.62	13.27	12.80	0.80	4.07
25/2/48	6:00:00	13.1	9.56	0.42	56.27	13.10	12.75	0.80	3.51
26/2/48	6:00:00	13.08	9.55	0.42	56.18	13.08	12.70	0.80	3.66
27/2/48	6:00:00	13.1	9.56	0.42	56.27	13.10	12.70	0.80	3.76
28/2/48	6:00:00	13.17	9.58	0.42	55.81	13.17	12.75	0.80	3.85
1/3/48	6:00:00	13.18	9.76	0.48	63.22	13.18	12.78	1.00	3.76
2/3/48	6:00:00	13.23	9.77	0.48	63.59	13.23	12.80	1.00	3.89
3/3/48	6:00:00	13.2	9.78	0.48	63.22	13.20	12.78	1.00	3.85
4/3/48	6:00:00	13.17	9.8	0.48	62.84	13.17	12.71	1.00	4.03
5/3/48	6:00:00	13.26	9.66	0.37	48.5	13.26	12.66	0.60	3.45
6/3/48	6:00:00	13.03	9.58	0.38	48.76	13.03	12.64	0.60	2.78
7/3/48	6:00:00	13	9.59	0.38	48.47	13.00	12.50	0.60	3.15
8/3/48	6:00:00	13	9.6	0.46	60.39	13.00	12.62	0.60	2.75
9/3/48	6:00:00	12.93	9.61	0.46	59.7	12.93	12.62	0.60	2.48
10/3/48	6:00:00	12.83	9.62	0.46	58.58	12.83	12.56	0.60	2.31

ตารางผนวกที่ ค2 (ต่อ)

ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าโบสถ์									
		thabot gate				1L(1)_thabot			
date	time	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)
11/3/48	6:00:00	12.9	9.55	0.42	55.56	12.90	12.55	0.60	2.63
12/3/48	6:00:00	12.95	9.52	0.42	55.4	12.95	12.65	0.60	2.44
13/3/48	6:00:00	13	9.55	0.42	55.55	13.00	12.68	0.60	2.52
14/3/48	6:00:00	13.01	9.55	0.42	55.64	13.01	12.68	0.60	2.52
15/3/48	6:00:00	13.05	9.48	0.42	55.67	13.05	12.70	0.60	2.63
16/3/48	6:00:00	13.12	9.49	0.41	54.8	13.12	12.75	0.60	2.71
17/3/48	6:00:00	13	9.57	0.47	60.15	13.00	12.73	0.60	2.31
18/3/48	6:00:00	12.95	9.61	0.47	60.25	12.95	12.68	0.55	2.12
19/3/48	6:00:00	12.92	9.54	0.43	55.45	12.92	12.60	0.55	2.31
20/3/48	6:00:00	12.85	9.51	0.43	55.12	12.85	12.60	0.55	2.04
21/3/48	6:00:00	12.9	9.55	0.43	55.21	12.90	12.59	0.55	2.27
22/3/48	6:00:00	12.75	9.75	0.47	60.58	12.75	12.45	0.55	2.23
23/3/48	6:00:00	12.75	9.66	0.46	60.16	12.75	12.45	0.55	2.23
24/3/48	6:00:00	12.78	9.64	0.46	60.66	12.78	12.45	0.55	2.34
25/3/48	6:00:00	12.8	9.6	0.45	59.88	12.80	12.46	0.55	2.41
26/3/48	6:00:00	12.9	9.63	0.45	60.55	12.90	12.49	0.55	2.61
27/3/48	6:00:00	13	9.66	0.44	59.82	13.00	12.62	0.55	2.52
28/3/48	6:00:00	12.85	9.68	0.48	59.95	12.85	12.53	0.55	2.31
29/3/48	6:00:00	12.78	9.7	0.49	60.3	12.78	12.47	0.55	2.27
30/3/48	6:00:00	13.06	9.57	0.39	50.34	13.06	12.65	0.55	2.61
31/3/48	6:00:00	13.37	9.58	0.34	45.72	13.37	12.73	0.55	3.27
1/4/48	6:00:00	13.43	9.58	0.34	45.39	13.43	12.78	0.55	3.29
2/4/48	6:00:00	13.4	9.59	0.35	46.46	13.40	12.78	0.55	3.22
3/4/48	6:00:00	13.38	9.6	0.35	46.29	13.38	12.77	0.55	3.19
4/4/48	6:00:00	13.4	9.55	0.35	46.72	13.40	12.50	0.55	3.88
5/4/48	6:00:00	13.43	9.53	0.35	47.01	13.43	12.45	0.55	4.04
6/4/48	6:00:00	13.47	9.6	0.35	46.84	13.47	12.32	0.40	3.19
7/4/48	6:00:00	13.5	9.66	0.35	46.65	13.50	12.30	0.40	3.25
8/4/48	6:00:00	13.63	9.66	0.35	47.44	13.63	12.43	0.40	3.25
9/4/48	6:00:00	13.55	9.63	0.31	40.44	13.53	12.60	0.40	2.89
10/4/48	6:00:00	13.51	9.63	0.31	40.23	13.51	12.60	0.40	2.83
11/4/48	6:00:00	13.49	9.52	0.31	40.7	13.49	12.59	0.40	2.8
12/4/48	6:00:00	13.49	9.43	0.3	39.82	13.49	12.60	0.40	2.8
13/4/48	6:00:00	13.48	9.32	0.3	40.32	13.48	12.30	0.20	1.61
14/4/48	6:00:00	13.46	9.31	0.3	40.28	13.46	12.29	0.20	1.6

ตารางผนวกที่ ค2 (ต่อ)

ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าโบสถ์									
		thabot gate				1L(1)_thabot			
date	time	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)
15/4/48	6:00:00	13.48	9.2	0.3	40.89	13.48	12.29	0.20	1.62
16/4/48	6:00:00	13.48	9.21	0.3	40.85	13.48	12.30	0.20	1.61
17/4/48	6:00:00	13.47	9.28	0.3	40.46	13.47	12.30	0.20	1.6
18/4/48	6:00:00	13.35	9.15	0.3	40.52	13.35	12.25	0.20	1.55
19/4/48	6:00:00	13.39	9.14	0.3	40.75	13.39	12.30	0.20	1.55
20/4/48	6:00:00	13.32	9.18	0.26	35.42	13.32	12.25	0.20	1.53
21/4/48	6:00:00	13.27	9.2	0.3	40.53	13.27	12.27	0.20	1.48
22/4/48	6:00:00	13.08	9.2	0.3	39.56	13.08	12.30	0.20	1.31
23/4/48	6:00:00	13.03	9.15	0.3	39.56	13.03	12.40	0.20	1.18
24/4/48	6:00:00	13.03	9.1	0.3	39.82	13.03	12.45	0.20	1.13
25/4/48	6:00:00	13.04	9.1	0.25	32.69	13.04	12.26	0.20	1.31
26/4/48	6:00:00	13.03	8.97	0.25	33.72	13.03	12.47	0.55	3.06
27/4/48	6:00:00	12.92	8.9	0.24	30.17	12.92	12.38	0.55	3
28/4/48	6:00:00	12.85	9.12	0.25	30.28	12.85	12.48	0.55	2.48
29/4/48	6:00:00	13.03	9.27	0.25	30.4	13.03	12.57	0.60	3.02
30/4/48	6:00:00	12.63	9.55	0.37	41.39	12.63	12.39	0.60	2.18
1/5/48	6:00:00	12.83	9.47	0.35	40.92	12.83	12.48	0.60	2.63
2/5/48	6:00:00	12.73	9.45	0.35	40.43	12.73	12.45	0.60	2.44
3/5/48	6:00:00	12.7	9.26	0.35	41.39	12.70	12.43	0.60	2.31
4/5/48	6:00:00	12.7	9.06	0.35	42.57	12.70	12.40	0.60	2.44
5/5/48	6:00:00	12.68	8.88	0.35	43.51	12.68	12.35	0.60	2.56
6/5/48	6:00:00	12.65	8.75	0.35	44.07	12.65	12.46	0.60	1.94
7/5/48	6:00:00	12.82	8.6	0.3	39.3	12.82	12.60	0.60	2.09
8/5/48	6:00:00	12.91	8.5	0.3	40.18	12.91	12.66	0.60	2.23
9/5/48	6:00:00	12.98	8.53	0.3	40.36	12.98	12.68	0.60	2.44
10/5/48	6:00:00	12.99	8.44	0.3	40.82	12.99	12.65	0.60	2.6
11/5/48	6:00:00	13	8.37	0.3	41.16	13.00	12.58	0.60	2.89
12/5/48	6:00:00	13.01	8.33	0.3	41.39	13.01	12.57	0.60	2.96
13/5/48	6:00:00	13.01	8.32	0.3	41.43	13.01	12.40	0.50	2.9
14/5/48	6:00:00	12.9	8.53	0.34	45.33	12.90	12.18	0.30	1.89
15/5/48	6:00:00	12.87	8.76	0.35	45.25	12.87	12.17	0.30	1.86
16/5/48	6:00:00	12.8	8.82	0.35	44.52	12.80	12.17	0.30	1.77
17/5/48	6:00:00	12.75	8.9	0.35	43.8	12.75	12.17	0.30	1.69
18/5/48	6:00:00	12.77	8.92	0.32	40.05	12.77	12.17	0.30	1.72
19/5/48	6:00:00	12.82	9.03	0.33	40.96	12.82	12.17	0.30	1.79

ตารางผนวกที่ ค2 (ต่อ)

ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าโบสถ์									
		thabot gate				1L(1)_thabot			
date	time	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)
20/5/48	6:00:00	12.83	9.06	0.33	40.86	12.83	12.17	0.30	1.81
21/5/48	6:00:00	12.85	9.07	0.33	40.92	12.85	12.18	0.30	1.82
22/5/48	6:00:00	12.9	9.1	0.32	39.78	12.90	12.19	0.30	1.87
23/5/48	6:00:00	12.96	9.25	0.39	50.31	12.96	12.19	0.30	1.95
24/5/48	6:00:00	12.94	9.17	0.39	50.7	12.94	12.18	0.30	1.94
25/5/48	6:00:00	12.97	9.18	0.39	50.83	12.97	12.20	0.30	1.95
26/5/48	6:00:00	12.98	9.38	0.43	56.37	12.98	12.20	0.30	1.97
27/5/48	6:00:00	12.9	9.46	0.44	56.37	12.90	12.18	0.30	1.89
28/5/48	6:00:00	12.87	9.43	0.44	56.31	12.87	12.17	0.30	1.86
29/5/48	6:00:00	12.96	9.38	0.43	56.22	12.96	12.20	0.30	1.94
30/5/48	6:00:00	12.92	9.39	0.43	55.8	12.92	12.20	0.30	1.89
31/5/48	6:00:00	12.95	9.4	0.43	55.98	12.95	12.20	0.30	1.93
1/6/48	6:00:00	13	9.45	0.43	55.98	13.00	12.23	0.30	1.95
2/6/48	6:00:00	13	9.46	0.43	55.89	13.00	12.23	0.30	1.95
3/6/48	6:00:00	13	9.47	0.43	55.8	13.00	12.21	0.30	1.98
4/6/48	6:00:00	12.97	9.42	0.43	55.98	12.97	12.20	0.30	1.95
5/6/48	6:00:00	12.96	9.41	0.43	55.98	12.96	12.20	0.30	1.94
6/6/48	6:00:00	12.98	9.43	0.43	55.98	12.98	12.20	0.30	1.97
7/6/48	6:00:00	12.97	9.43	0.43	55.89	12.97	12.20	0.30	1.95
8/6/48	6:00:00	12.9	9.46	0.43	55.09	12.90	12.18	0.30	1.89
9/6/48	6:00:00	13.01	9.3	0.35	45.15	13.01	12.20	0.30	2
10/6/48	6:00:00	12.96	9.23	0.35	45.26	13.96	12.23	0.30	1.9
11/6/48	6:00:00	12.91	9.17	0.35	45.26	12.91	12.20	0.30	1.87
12/6/48	6:00:00	12.8	9.11	0.35	45.31	12.80	12.18	0.30	1.75
13/6/48	6:00:00	12.75	9.05	0.35	45.01	12.75	12.17	0.30	1.69
14/6/48	6:00:00	12.63	9.02	0.35	45.08	12.63	12.17	0.30	1.51
15/6/48	6:00:00	12.9	8.89	0.25	44.54	12.90	12.17	0.30	1.9
16/6/48	6:00:00	12.75	9	0.35	33.52	12.75	12.17	0.30	1.69
17/6/48	6:00:00	12.72	9	0.35	45.38	12.72	12.20	0.30	1.6
18/6/48	6:00:00	12.85	9.03	0.35	45.19	12.85	12.17	0.30	1.83
19/6/48	6:00:00	13.02	9.08	0.35	45.8	13.02	12.20	0.30	2.02
20/6/48	6:00:00	13.23	9.15	0.35	46.51	13.23	12.24	0.30	2.21

ตารางผนวกที่ ค2 (ต่อ)

ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าโบสถ์									
		thabot gate				1L(1)_thabot			
date	time	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)
21/6/48	6:00:00	13.26	9.38	0.42	47.33	13.26	12.30	0.30	2.18
22/6/48	6:00:00	13.55	9.63	0.49	58.03	13.55	12.38	0.30	2.41
23/6/48	6:00:00	13.47	10.57	0.97	67.97	13.47	12.43	0.30	2.27
24/6/48	6:00:00	13.4	11.17	1.3	129.89	13.40	12.38	0.30	2.25
25/6/48	6:00:00	13.55	11.14	1.3	163.02	13.55	12.95	0.60	3.45
26/6/48	6:00:00	13.6	11.3	1.3	165.53	13.60	12.96	0.60	3.57
27/6/48	6:00:00	13.55	11.55	1.45	171.72	13.55	12.65	0.60	4.23
28/6/48	6:00:00	13.51	11.37	1.45	169.53	13.51	12.35	0.40	3.2
29/6/48	6:00:00	13.65	11.25	1.4	103.75	13.65	12.35	0.15	1.29
30/6/48	6:00:00	13.43	11	0.91	90.44	13.43	12.32	0.15	1.17

ตารางผนวกที่ ค2 (ต่อ)

ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าโบสถ์

1R(1)_thabot											
date	time	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m^3/s)	date	time	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)
1/1/48	6:00:00	13.23	-	-	-	4/2/48	6:00:00	13.41	-	-	-
2/1/48	6:00:00	13.27	-	-	-	5/2/48	6:00:00	13.42	-	-	-
3/1/48	6:00:00	13.23	-	-	-	6/2/48	6:00:00	13.42	-	-	-
4/1/48	6:00:00	13.2	-	-	-	7/2/48	6:00:00	13.47	-	-	-
5/1/48	6:00:00	13.14	-	-	-	8/2/48	6:00:00	13.65	-	-	-
6/1/48	6:00:00	13	-	-	-	9/2/48	6:00:00	13.76	-	-	-
7/1/48	6:00:00	13.01	-	-	-	10/2/48	6:00:00	13.7	-	-	-
8/1/48	6:00:00	12.97	-	-	-	11/2/48	6:00:00	13.55	-	-	-
9/1/48	6:00:00	12.98	-	-	-	12/2/48	6:00:00	13.5	-	-	-
10/1/48	6:00:00	13.01	-	-	-	13/2/48	6:00:00	13.44	-	-	-
11/1/48	6:00:00	13.26	-	-	-	14/2/48	6:00:00	13.63	-	-	-
12/1/48	6:00:00	13.34	-	-	-	15/2/48	6:00:00	13.57	-	-	-
13/1/48	6:00:00	13.35	-	-	-	16/2/48	6:00:00	13.55	13.5	0.4	0.31
14/1/48	6:00:00	13.42	-	-	-	17/2/48	6:00:00	13.55	13.49	0.4	0.35
15/1/48	6:00:00	13.5	-	-	-	18/2/48	6:00:00	13.46	13.4	0.4	0.35
16/1/48	6:00:00	13.55	-	-	-	19/2/48	6:00:00	13.4	-	-	-
17/1/48	6:00:00	13.5	-	-	-	20/2/48	6:00:00	13.43	-	-	-
18/1/48	6:00:00	13.46	-	-	-	21/2/48	6:00:00	13.45	-	-	-
19/1/48	6:00:00	13.47	-	-	-	22/2/48	6:00:00	13.45	-	-	-
20/1/48	6:00:00	13.44	-	-	-	23/2/48	6:00:00	13.48	-	-	-
21/1/48	6:00:00	13.4	-	-	-	24/2/48	6:00:00	13.5	-	-	-
22/1/48	6:00:00	13.39	-	-	-	25/2/48	6:00:00	13.68	-	-	-
23/1/48	6:00:00	13.35	-	-	-	26/2/48	6:00:00	13.8	-	-	-
24/1/48	6:00:00	13.39	-	-	-	27/2/48	6:00:00	13.69	-	-	-
25/1/48	6:00:00	13.46	-	-	-	28/2/48	6:00:00	13.58	-	-	-
26/1/48	6:00:00	13.35	-	-	-	1/3/48	6:00:00	13.56	-	-	-
27/1/48	6:00:00	13.35	13.3	0.7	0.97	2/3/48	6:00:00	13.36	-	-	-
28/1/48	6:00:00	13.38	13.31	1	1.15	3/3/48	6:00:00	13.24	-	-	-
29/1/48	6:00:00	13.35	13.3	1	0.97	4/3/48	6:00:00	13.15	-	-	-
30/1/48	6:00:00	13.25	13.21	1	0.87	5/3/48	6:00:00	13.22	-	-	-
31/1/48	6:00:00	13.27	-	-	-	6/3/48	6:00:00	13.23	-	-	-
1/2/48	6:00:00	13.25	-	-	-	7/3/48	6:00:00	13.25	13.23	0.5	0.13
2/2/48	6:00:00	13.16	-	-	-	8/3/48	6:00:00	13.25	-	-	-
3/2/48	6:00:00	13.36	-	-	-	9/3/48	6:00:00	13.2	-	-	-

ตารางผนวกที่ ค2 (ต่อ)

ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าโบสถ์

1R(1)_thabot

date	time	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m˘/s)	date	time	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)
10/3/48	6:00:00	13.25	-	-	-	14/4/48	6:00:00	13.19	13.16	0.4	-
11/3/48	6:00:00	13.26	13.15	0.6	0.36	15/4/48	6:00:00	13.11	13.08	0.4	-
12/3/48	6:00:00	13.1	13.09	0.6	0.36	16/4/48	6:00:00	13.07	13.05	0.4	-
13/3/48	6:00:00	13.4	13.35	0.6	0.81	17/4/48	6:00:00	13.16	13.13	0.4	-
14/3/48	6:00:00	13	12.96	0.6	0.78	18/4/48	6:00:00	13.15	13.12	0.4	-
15/3/48	6:00:00	12.99	12.98	0.6	0.36	19/4/48	6:00:00	13.13	-	-	-
16/3/48	6:00:00	13.06	13.04	0.6	0.51	20/4/48	6:00:00	13.12	-	-	-
17/3/48	6:00:00	13.13	13.11	0.6	0.51	21/4/48	6:00:00	13.15	-	-	-
18/3/48	6:00:00	13.14	-	-	-	22/4/48	6:00:00	12.96	-	-	-
19/3/48	6:00:00	13.18	-	-	-	23/4/48	6:00:00	13	-	-	-
20/3/48	6:00:00	13.21	-	-	-	24/4/48	6:00:00	13.05	-	-	-
21/3/48	6:00:00	13.37	-	-	-	25/4/48	6:00:00	13.13	-	-	-
22/3/48	6:00:00	13.43	-	-	-	26/4/48	6:00:00	13.18	-	-	-
23/3/48	6:00:00	13.35	-	-	-	27/4/48	6:00:00	13.23	-	-	-
24/3/48	6:00:00	13.32	-	-	-	28/4/48	6:00:00	13.2	-	-	-
25/3/48	6:00:00	13	-	-	-	29/4/48	6:00:00	13.22	-	-	-
26/3/48	6:00:00	13	-	-	-	30/4/48	6:00:00	13.23	-	-	-
27/3/48	6:00:00	13.17	-	-	-	1/5/48	6:00:00	13.18	-	-	-
28/3/48	6:00:00	13	-	-	-	2/5/48	6:00:00	13.17	-	-	-
29/3/48	6:00:00	12.99	-	-	-	3/5/48	6:00:00	13.15	-	-	-
30/3/48	6:00:00	12.99	-	-	-	4/5/48	6:00:00	13.13	-	-	-
31/3/48	6:00:00	12.98	-	-	-	5/5/48	6:00:00	13.1	-	-	-
1/4/48	6:00:00	12.97	-	-	-	6/5/48	6:00:00	13.04	-	-	-
2/4/48	6:00:00	13.06	-	-	-	7/5/48	6:00:00	13.05	-	-	-
3/4/48	6:00:00	13.04	-	-	-	8/5/48	6:00:00	13.06	-	-	-
4/4/48	6:00:00	13.03	-	-	-	9/5/48	6:00:00	13.05	-	-	-
5/4/48	6:00:00	13.06	-	-	-	10/5/48	6:00:00	13.03	-	-	-
6/4/48	6:00:00	13.03	-	-	-	11/5/48	6:00:00	13.04	-	-	-
7/4/48	6:00:00	13.01	-	-	-	12/5/48	6:00:00	13.15	-	-	-
8/4/48	6:00:00	12.97	-	-	-	13/5/48	6:00:00	13.2	-	-	-
9/4/48	6:00:00	13.04	-	-	-	14/5/48	6:00:00	12.91	-	-	-
10/4/48	6:00:00	13.03	-	-	-	15/5/48	6:00:00	12.83	-	-	-
11/4/48	6:00:00	13.05	-	-	-	16/5/48	6:00:00	12.77	-	-	-
12/4/48	6:00:00	13.11	13.09	0.4	-	17/5/48	6:00:00	12.76	-	-	-
13/4/48	6:00:00	13.12	13.1	0.4	-	18/5/48	6:00:00	12.88	-	-	-

ตารางผนวกที่ ค2 (ต่อ)

ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าโบสถ์											
1R(1)_thabot											
date	time	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)	date	time	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)
19/5/48	6:00:00	12.98	-	-	-	26/6/48	6:00:00	13.57	-	-	-
20/5/48	6:00:00	13.03	-	-	-	27/6/48	6:00:00	13.57	-	-	-
21/5/48	6:00:00	13.15	-	-	-	28/6/48	6:00:00	13.5	-	-	-
22/5/48	6:00:00	13.32	-	-	-	27/5/48	6:00:00	13.58	-	-	-
23/5/48	6:00:00	13.44	-	-	-	28/5/48	6:00:00	13.59	-	-	-
24/5/48	6:00:00	13.55	-	-	-	29/5/48	6:00:00	13.57	-	-	-
25/5/48	6:00:00	13.58	-	-	-	29/6/48	6:00:00	13.3	-	-	-
26/5/48	6:00:00	13.57	-	-	-	30/6/48	6:00:00	13.35	-	-	-
30/5/48	6:00:00	13.5	-	-	-						
31/5/48	6:00:00	13.46	-	-	-						
1/6/48	6:00:00	13	-	-	-						
2/6/48	6:00:00	12.92	-	-	-						
3/6/48	6:00:00	12.85	-	-	-						
4/6/48	6:00:00	12.7	-	-	-						
5/6/48	6:00:00	12.55	-	-	-						
6/6/48	6:00:00	12.55	-	-	-						
7/6/48	6:00:00	12.57	-	-	-						
8/6/48	6:00:00	12.54	-	-	-						
9/6/48	6:00:00	12.51	-	-	-						
10/6/48	6:00:00	12.48	-	-	-						
11/6/48	6:00:00	12.5	-	-	-						
12/6/48	6:00:00	12.45	-	-	-						
13/6/48	6:00:00	12.56	-	-	-						
14/6/48	6:00:00	12.78	-	-	-						
15/6/48	6:00:00	13	-	-	-						
16/6/48	6:00:00	13.16	-	-	-						
17/6/48	6:00:00	13.3	-	-	-						
18/6/48	6:00:00	13	-	-	-						
19/6/48	6:00:00	13.55	-	-	-						
20/6/48	6:00:00	13.51	-	-	-						
21/6/48	6:00:00	13.51	-	-	-						
22/6/48	6:00:00	13.46	-	-	-						
23/6/48	6:00:00	13.56	-	-	-						
24/6/48	6:00:00	13.57	-	-	-						
25/6/48	6:00:00	13.57	-	-	-						

ตารางผนวกที่ ค3 ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก

ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก									
		samchuk gate				1L(1)_samchuk			
no	time	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)
1/1/48	6:00:00	9.02	5.43	0.14	20.56	8.98	8.53	1.42	11.85
2/1/48	6:00:00	9.04	5.22	0.14	21.21	8.99	8.58	1.43	11.32
3/1/48	6:00:00	9.17	5.09	0.14	21.92	9.02	8.62	1.43	11.18
4/1/48	6:00:00	9.07	5.33	0.17	25.49	9.08	8.87	1.42	8.09
5/1/48	6:00:00	9	5.39	0.17	25.04	9.01	8.81	1.42	7.9
6/1/48	6:00:00	9	5.37	0.31	45.79	9	8.8	1.42	7.9
7/1/48	6:00:00	8.85	5.56	0.30	42.18	8.86	8.73	1.42	6.37
8/1/48	6:00:00	8.75	5.61	0.33	45.33	8.8	8.65	1.42	6.84
9/1/48	6:00:00	8.85	5.77	0.33	44.9	8.81	8.73	1.43	5
10/1/48	6:00:00	8.78	5.85	0.34	45.12	8.78	8.67	1.42	5.86
11/1/48	6:00:00	8.78	5.87	0.34	44.96	8.83	7.41	0	0
12/1/48	6:00:00	8.78	5.87	0.34	44.96	8.86	7.39	0	0
13/1/48	6:00:00	8.8	5.8	0.34	45.65	8.84	0	0	0
14/1/48	6:00:00	8.72	5.84	0.34	44.73	8.8	0	0	0
15/1/48	6:00:00	8.68	5.85	0.34	44.34	8.74	0	0	0
16/1/48	6:00:00	8.76	5.78	0.34	45.5	8.81	0	0	0
17/1/48	6:00:00	8.79	5.75	0.34	45.95	8.84	0	0	0
18/1/48	6:00:00	8.68	5.76	0.34	45.04	8.62	8.34	0.76	4.98
19/1/48	6:00:00	8.56	5.78	0.34	43.95	8.54	8.1	0.57	4.69
20/1/48	6:00:00	8.8	5.78	0.32	43.31	8.43	8.03	0.57	4.47
21/1/48	6:00:00	8.54	5.73	0.34	44.18	8.55	7.85	0.38	3.94
22/1/48	6:00:00	8.5	5.76	0.34	43.63	8.53	7.83	0.38	3.94
23/1/48	6:00:00	8.51	5.79	0.34	43.47	8.53	7.83	0.38	3.94
24/1/48	6:00:00	8.55	5.81	0.34	43.63	8.58	7.83	0.38	4.08
25/1/48	6:00:00	8.66	5.83	0.34	44.34	8.72	0	0	0
26/1/48	6:00:00	8.74	5.85	0.34	44.81	8.8	0	0	0
27/1/48	6:00:00	8.81	5.89	0.34	45.04	8.85	0	0	0

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก

		samchuk gate				1L(1)_samchuk			
no	time	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)
28/1/48	6:00:00	8.86	5.91	0.34	45.27	8.9	0	0	0
29/1/48	6:00:00	8.9	5.91	0.30	40.21	8.96	0	0	0
30/1/48	6:00:00	8.87	5.97	0.30	39.6	8.94	0	0	0
31/1/48	6:00:00	8.86	5.97	0.30	39.54	8.94	0	0	0
1/2/48	6:00:00	8.76	6.05	0.30	38.28	8.83	0	0	0
2/2/48	6:00:00	8.76	5.98	0.30	38.78	8.93	0	0	0
3/2/48	6:00:00	8.77	6.04	0.30	38.43	8.83	0	0	0
4/2/48	6:00:00	8.78	6.05	0.30	38.43	8.82	0	0	0
5/2/48	6:00:00	8.77	5.93	0.30	39.19	8.8	0	0	0
6/2/48	6:00:00	8.83	5.86	0.30	40.08	8.79	0	0	0
7/2/48	6:00:00	8.82	5.83	0.30	40.21	8.8	0	0	0
8/2/48	6:00:00	8.61	5.84	0.30	38.71	8.59	8.26	0.57	4.06
9/2/48	6:00:00	8.5	5.85	0.30	37.86	8.52	8.18	0.57	4.12
10/2/48	6:00:00	8.57	5.71	0.29	38.33	8.53	8.1	0.57	4.63
11/2/48	6:00:00	8.62	5.61	0.30	40.35	8.57	8.17	0.57	4.47
12/2/48	6:00:00	8.62	5.56	0.30	40.68	8.59	8.24	0.57	4.19
13/2/48	6:00:00	8.66	5.52	0.30	41.21	8.59	8.24	0.57	4.19
14/2/48	6:00:00	8.71	5.49	0.33	45.9	8.6	8.25	0.57	4.19
15/2/48	6:00:00	8.77	5.55	0.33	45.9	8.66	8.23	0.57	4.63
16/2/48	6:00:00	8.61	5.8	0.33	42.88	8.63	8.26	0.57	4.3
17/2/48	6:00:00	8.67	5.88	0.33	42.73	8.65	8.26	0.57	4.41
18/2/48	6:00:00	8.68	5.89	0.33	42.73	8.66	8.27	0.57	4.41
19/2/48	6:00:00	8.72	5.92	0.33	42.81	8.68	8.29	0.57	4.41
20/2/48	6:00:00	8.74	5.95	0.33	42.73	8.73	8.4	0.57	4.06
21/2/48	6:00:00	8.78	5.88	0.33	43.56	8.75	8.4	0.57	4.17
22/2/48	6:00:00	8.87	5.85	0.33	44.46	8.94	0	0	0
23/2/48	6:00:00	8.93	5.85	0.33	44.89	9.04	0	0	0

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก

		samchuk gate				1L(1)_samchuk			
no	time	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)
24/2/48	6:00:00	8.98	5.86	0.33	45.33	9.02	0	0	0
25/2/48	6:00:00	9.01	5.81	0.29	40.21	9.01	0	0	0
26/2/48	6:00:00	8.99	5.79	0.29	40.21	9.03	0	0	0
27/2/48	6:00:00	8.99	5.79	0.29	40.21	9.01	0	0	0
28/2/48	6:00:00	9.01	5.8	0.29	40.28	9.05	0	0	0
1/3/48	6:00:00	9.06	5.87	0.34	47.07	9.09	0	0	0
2/3/48	6:00:00	9.13	5.97	0.32	46.85	9.15	0	0	0
3/3/48	6:00:00	9.2	6.02	0.34	47	9.22	0	0	0
4/3/48	6:00:00	9.17	6.07	0.34	46.41	9.23	0	0	0
5/3/48	6:00:00	9.17	6.04	0.26	35.66	9.24	0	0	0
6/3/48	6:00:00	9.12	5.95	0.26	35.89	9.15	0	0	0
7/3/48	6:00:00	9.03	5.89	0.26	35.72	9.09	0	0	0
8/3/48	6:00:00	8.98	5.81	0.29	40.03	8.99	8.27	0.57	6
9/3/48	6:00:00	9.02	5.78	0.29	40.47	9.04	8.35	0.57	5.87
10/3/48	6:00:00	9.07	5.74	0.29	41.02	9.07	8.38	0.57	5.87
11/3/48	6:00:00	9.06	5.73	0.26	36.78	9.06	8.37	0.57	5.87
12/3/48	6:00:00	9	5.71	0.26	36.56	9.01	8.35	0.57	5.74
13/3/48	6:00:00	8.99	5.7	0.26	36.56	8.98	8.32	0.57	5.74
14/3/48	6:00:00	8.96	5.69	0.26	36.45	8.98	8.32	0.57	5.74
15/3/48	6:00:00	8.94	5.69	0.26	36.34	9	8.28	0.57	6
16/3/48	6:00:00	8.94	5.7	0.26	36.28	9	8.27	0.57	6.04
17/3/48	6:00:00	9.02	5.71	0.30	41.61	9.01	8.29	0.57	6
18/3/48	6:00:00	9	5.75	0.30	41.23	9	8.37	0.57	5.61
19/3/48	6:00:00	9	5.79	0.27	37.5	9.01	8.38	0.57	5.61
20/3/48	6:00:00	8.99	5.76	0.27	37.62	8.99	8.42	0.57	5.34
21/3/48	6:00:00	9.1	5.73	0.26	38.42	9	8.45	0.57	5.24
22/3/48	6:00:00	9.22	5.87	0.35	49.66	9.21	8.75	0.95	7.99

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก

		samchuk gate				1L(1)_samchuk			
no	time	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)
23/3/48	6:00:00	6.13	6.03	0.40	54.6	9.11	8.61	0.57	5
24/3/48	6:00:00	9.05	6.14	0.40	52.9	9.05	8.63	0.57	4.58
25/3/48	6:00:00	9.03	6.09	0.40	53.17	9.04	8.63	0.57	4.53
26/3/48	6:00:00	9.07	6.17	0.40	52.8	9.07	8.73	0.57	4.12
27/3/48	6:00:00	9.1	6.09	0.40	53.8	9.1	8.71	0.57	4.41
28/3/48	6:00:00	9.13	6.15	0.40	53.44	9.13	8.75	0.57	4.36
29/3/48	6:00:00	9.19	6.1	0.40	54.51	9.23	8.8	0.57	4.63
30/3/48	6:00:00	9.11	6.13	0.35	46.84	9.19	0	0	0
31/3/48	6:00:00	9.19	6.11	0.35	47.62	9.23	0	0	0
1/4/48	6:00:00	9.19	6.11	0.35	47.62	9.2	0	0	0
2/4/48	6:00:00	9.2	6.07	0.35	48	9.24	0	0	0
3/4/48	6:00:00	9.22	6.09	0.35	48	9.24	0	0	0
4/4/48	6:00:00	9.08	6.11	0.35	46.76	9.1	0	0	0
5/4/48	6:00:00	9.06	6.09	0.35	46.75	9.1	0	0	0
6/4/48	6:00:00	9.15	6.11	0.35	47.31	9.16	0	0	0
7/4/48	6:00:00	9.21	6.09	0.35	47.92	9.25	0	0	0
8/4/48	6:00:00	9.18	6.13	0.35	47.38	9.27	0	0	0
9/4/48	6:00:00	9.15	6.08	0.26	35.31	9.2	0	0	0
10/4/48	6:00:00	9.2	6.05	0.26	35.77	8.22	0	0	0
11/4/48	6:00:00	8.97	6.02	0.26	34.62	9.05	8.25	0.76	8.43
12/4/48	6:00:00	8.95	5.94	0.26	34.95	9	8.22	0.76	8.32
13/4/48	6:00:00	8.9	5.79	0.26	35.54	8.98	8.15	0.76	8.58
14/4/48	6:00:00	8.89	5.73	0.26	35.71	8.93	8.15	0.76	8.32
15/4/48	6:00:00	8.85	5.77	0.26	35.37	8.65	8.15	0.76	6.67
16/4/48	6:00:00	8.79	5.75	0.26	35.14	8.64	8.15	0.76	6.59
17/4/48	6:00:00	8.77	5.74	0.26	35.08	8.78	8.05	0.47	5.02
18/4/48	6:00:00	8.71	5.7	0.26	34.97	8.71	8.1	0.47	4.6

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก

		samchuk gate				1L(1)_samchuk			
no	time	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)
19/4/48	6:00:00	8.81	5.68	0.26	35.66	8.79	8.11	0.48	4.86
20/4/48	6:00:00	8.85	5.65	0.22	30.51	8.8	8.17	0.48	4.68
21/4/48	6:00:00	8.85	5.58	0.25	35.05	8.85	8.17	0.48	4.86
22/4/48	6:00:00	8.85	5.48	0.25	35.58	8.84	8.17	0.47	4.82
23/4/48	6:00:00	8.82	5.46	0.25	35.52	8.84	8.17	0.47	4.82
24/4/48	6:00:00	8.76	5.47	0.25	35.15	8.81	8.09	0.48	5
25/4/48	6:00:00	8.68	5.45	0.25	34.83	8.68	8.09	0.48	4.53
26/4/48	6:00:00	8.63	5.4	0.25	34.83	8.66	8.05	0.47	4.6
27/4/48	6:00:00	8.76	5.26	0.14	20.3	8.67	8.18	0.47	4.12
28/4/48	6:00:00	8.92	5.06	0.14	21.32	8.66	8.21	0.47	3.95
29/4/48	6:00:00	8.9	5.01	0.23	35.61	8.85	8.43	0.48	3.82
30/4/48	6:00:00	9.22	4.99	0.23	36.67	9.19	8.65	0.47	4.32
1/5/48	6:00:00	9.11	5.2	0.23	35.26	9.09	8.67	0.48	3.82
2/5/48	6:00:00	9.05	5.32	0.23	34.48	9.04	8.62	0	0
3/5/48	6:00:00	8.81	5.42	0.27	38.54	8.81	0	0	0
4/5/48	6:00:00	8.5	5.53	0.34	45.42	8.63	0	0	0
5/5/48	6:00:00	8.27	5.56	0.34	43.39	8.3	0	0	0
6/5/48	6:00:00	8.15	5.5	0.34	42.91	8.18	0	0	0
7/5/48	6:00:00	7.98	5.42	0.34	42.17	8.13	0	0	0
8/5/48	6:00:00	7.86	5.39	0.34	41.42	7.94	0	0	0
9/5/48	6:00:00	7.88	5.3	0.29	36.11	7.93	0	0	0
10/5/48	6:00:00	7.6	5.7	0.50	53.43	7.75	0	0	0
11/5/48	6:00:00	7.5	5.91	0.50	48.87	7.6	0	0	0
12/5/48	6:00:00	7.29	5.85	0.50	49.03	7.6	0	0	0
13/5/48	6:00:00	7.7	5.7	0.28	30.7	0	0	0	0
14/5/48	6:00:00	9.16	5.58	0.26	32.37	0	0	0	0
15/5/48	6:00:00	8.27	5.63	0.26	32.75	8.08	7.94	0.19	0.88

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก

		samchuk gate				1L(1)_samchuk			
no	time	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)
16/5/48	6:00:00	8.27	5.63	0.26	32.75	8.17	7.81	0.38	2.82
17/5/48	6:00:00	8.39	5.65	0.26	33.36	8.25	7.78	0.37	3.17
18/5/48	6:00:00	8.53	5.58	0.23	30.62	8.42	7.85	0.38	3.56
19/5/48	6:00:00	8.63	5.5	0.22	30.17	8.5	8.28	0.57	3.31
20/5/48	6:00:00	8.65	5.49	0.22	30.32	8.54	8.17	0.76	5.73
21/5/48	6:00:00	8.69	5.49	0.22	30.51	8.53	8.28	0.76	4.71
22/5/48	6:00:00	8.72	5.48	0.22	30.7	8.58	8.3	0.76	4.98
23/5/48	6:00:00	8.74	5.52	0.26	36.17	8.62	8.3	0.76	5.33
24/5/48	6:00:00	8.6	5.57	0.26	35.05	8.47	8.28	0.76	4.11
25/5/48	6:00:00	8.63	5.5	0.23	31.54	8.51	8.32	0.76	4.11
26/5/48	6:00:00	8.75	5.45	0.25	35.21	8.69	8.46	0.76	4.52
27/5/48	6:00:00	8.83	5.48	0.28	39.73	8.79	8.52	0.76	4.88
28/5/48	6:00:00	8.79	5.49	0.28	39.37	8.72	8.5	0.76	4.42
29/5/48	6:00:00	8.74	5.53	0.28	38.89	8.7	8.5	0.76	4.22
30/5/48	6:00:00	8.75	5.56	0.28	38.77	8.69	8.43	0.76	4.81
31/5/48	6:00:00	8.76	5.61	0.28	38.52	8.7	8.51	0.76	4.11
1/6/48	6:00:00	8.8	5.65	0.28	38.52	8.72	8.5	0.76	4.42
2/6/48	6:00:00	8.79	5.67	0.28	38.34	8.69	8.38	0.76	5.25
3/6/48	6:00:00	8.8	5.68	0.28	38.34	8.69	8.38	0.77	5.33
4/6/48	6:00:00	8.75	5.69	0.28	37.97	8.69	8.35	0.76	5.49
5/6/48	6:00:00	8.76	5.7	0.28	37.97	8.7	8.35	0.76	5.57
6/6/48	6:00:00	8.75	5.72	0.28	37.78	8.68	8.33	0.76	5.57
7/6/48	6:00:00	8.81	5.61	0.28	34.67	8.7	8.4	0.76	5.17
8/6/48	6:00:00	8.86	5.58	0.25	35.1	8.74	8.42	0.76	5.33
9/6/48	6:00:00	8.8	5.57	0.24	33.44	8.72	8.4	0.76	5.33
10/6/48	6:00:00	7.73	5.65	0.24	32.65	8.7	8.38	0.77	5.42
11/6/48	6:00:00	8.7	5.59	0.24	32.81	8.71	8.38	0.76	5.42

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก

		samchuk gate				1L(1)_samchuk			
no	time	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)
12/6/48	6:00:00	8.65	5.55	0.24	32.76	8.58	8.3	0.76	4.98
13/6/48	6:00:00	8.57	5.54	0.24	32.39	8.49	8.27	0.76	4.42
14/6/48	6:00:00	8.53	5.48	0.24	32.49	8.43	8.15	0.76	4.98
15/6/48	6:00:00	8.47	5.49	0.24	32.12	8.35	8.14	0.76	4.32
16/6/48	6:00:00	8.48	5.49	0.24	32.17	8.35	8.12	0.66	3.95
17/6/48	6:00:00	8.51	5.49	0.24	32.33	8.37	8.2	0.66	3.4
18/6/48	6:00:00	8.5	5.54	0.24	32.01	8.35	8.05	0.66	4.51
19/6/48	6:00:00	8.54	5.56	0.24	32.13	8.35	8.06	0.66	4.44
20/6/48	6:00:00	8.59	5.59	0.24	32.22	8.4	8.15	0.66	4.12
21/6/48	6:00:00	8.75	5.65	0.24	32.76	8.45	8.26	0.67	3.6
22/6/48	6:00:00	8.88	5.78	0.29	39.58	8.73	8.43	0.66	4.51
23/6/48	6:00:00	9.23	6.02	0.55	76.39	9.2	8.58	0.66	6.49
24/6/48	6:00:00	8.79	6.6	1.23	141.1	8.93	8.49	0.66	5.47
25/6/48	6:00:00	8.96	6.58	1.05	125.57	9.09	8.6	0.66	5.77
26/6/48	6:00:00	9.13	6.65	0.90	109.87	9.28	8.7	0.66	6.28
27/6/48	6:00:00	9.19	6.68	0.90	110.53	9.37	8.71	0.66	6.7
28/6/48	6:00:00	9.19	6.7	0.95	116.21	9.4	8.75	0.67	6.65
29/6/48	6:00:00	9.13	6.7	0.75	90.63	9.2	8.7	1.14	10
30/6/48	6:00:00	9.2	6.57	0.44	55.32	9.33	8.8	1.14	10.29

ตารางผนวกที่ ค3 (ต่อ)

ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก

		samchuk gate				1L(1)_samchuk			
no	time	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)
1/1/48	6:00:00	8.95	8.08	1.00	7.23	9	8.86	1.3	3.41
2/1/48	6:00:00	8.97	8.1	1.00	7.23	9.01	8.87	1.3	3.41
3/1/48	6:00:00	9.1	8.13	1.00	7.63	9.13	9	1.3	3.49
4/1/48	6:00:00	8.99	8.1	1.00	7.31	9.04	8.9	1.3	3.61
5/1/48	6:00:00	8.87	8.05	1.00	7.02	8.93	8.79	1.3	3.61
6/1/48	6:00:00	8.93	8.03	1.00	7.35	8.97	8.83	1.3	3.61
7/1/48	6:00:00	8.74	8	1.00	6.67	8.81	8.67	1.3	3.61
8/1/48	6:00:00	8.7	7.97	1.00	6.62	8.75	8.61	1.3	3.61
9/1/48	6:00:00	8.75	7.99	1.00	6.76	8.78	8.63	1.3	3.75
10/1/48	6:00:00	8.67	7.98	1.00	6.44	8.73	8.58	1.3	3.75
11/1/48	6:00:00	8.67	7.97	1.00	6.48	8.73	8.58	1.3	3.75
12/1/48	6:00:00	8.67	7.97	1.00	6.48	8.73	8.58	1.3	3.75
13/1/48	6:00:00	8.67	7.95	1.00	6.58	8.73	8.58	1.3	3.75
14/1/48	6:00:00	8.63	7.93	1.00	6.48	8.67	8.52	1.3	3.75
15/1/48	6:00:00	8.67	8.03	1.20	7.44	8.64	8.5	1.3	3.62
16/1/48	6:00:00	8.65	8.07	1.20	7.08	8.72	8.58	1.3	3.62
17/1/48	6:00:00	8.68	8.09	1.20	7.14	8.75	8.61	1.3	3.62
18/1/48	6:00:00	8.57	8.05	1.20	6.71	8.65	8.53	1.3	3.35
19/1/48	6:00:00	8.45	7.98	1.20	6.38	8.52	8.4	1.3	3.35
20/1/48	6:00:00	8.37	7.93	1.20	6.17	8.43	8.3	1	2.68
21/1/48	6:00:00	8.43	7.96	1.20	6.38	8.43	8.3	1	2.68
22/1/48	6:00:00	8.38	7.95	1.20	6.1	8.45	8.32	1	2.68
23/1/48	6:00:00	8.4	7.95	1.20	6.24	8.46	8.33	1	2.68
24/1/48	6:00:00	8.45	7.95	1.20	6.57	8.52	8.39	1	2.68
25/1/48	6:00:00	8.55	8.03	1.20	6.71	8.61	8.48	1	2.68
26/1/48	6:00:00	8.65	8.07	1.20	7.08	8.69	8.56	1	2.68
27/1/48	6:00:00	8.7	8.1	1.20	7.2	8.76	8.64	1	2.57

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก

		samchuk gate				1L(1)_samchuk			
no	time	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)
28/1/48	6:00:00	8.75	8.13	1.20	7.32	8.8	8.67	1	2.68
29/1/48	6:00:00	8.8	8.19	1.30	7.86	8.85	8.72	1	2.68
30/1/48	6:00:00	8.78	8.18	1.30	7.8	8.83	8.7	1	2.68
31/1/48	6:00:00	8.77	8.17	1.30	7.8	8.81	8.7	1	2.47
1/2/48	6:00:00	8.65	8.13	1.30	7.27	8.71	8.6	1	2.47
2/2/48	6:00:00	8.65	8.12	1.30	7.33	8.71	8.6	1	2.47
3/2/48	6:00:00	8.67	8.13	1.30	7.4	8.71	8.6	1	2.47
4/2/48	6:00:00	8.67	8.13	1.30	7.4	8.73	8.62	1	2.47
5/2/48	6:00:00	8.68	8.13	1.30	7.47	8.73	8.62	1	2.47
6/2/48	6:00:00	8.74	8.15	1.30	7.74	8.79	8.68	1	2.47
7/2/48	6:00:00	8.71	8.15	1.30	7.54	8.77	8.66	1	2.47
8/2/48	6:00:00	8.5	8.05	1.30	6.76	8.55	8.43	1	2.47
9/2/48	6:00:00	8.37	7.97	1.30	6.37	8.43	8.31	1	2.58
10/2/48	6:00:00	8.47	8	1.30	6.91	8.53	8.41	1	2.58
11/2/48	6:00:00	8.5	8.07	1.30	6.61	8.57	8.45	1	2.58
12/2/48	6:00:00	8.51	8.08	1.30	6.61	8.55	8.43	1	2.58
13/2/48	6:00:00	8.55	8.13	1.30	6.53	8.6	8.48	1	2.58
14/2/48	6:00:00	8.6	8.14	1.30	6.83	8.65	8.53	1	2.58
15/2/48	6:00:00	8.65	8.13	1.30	7.27	8.69	8.57	1	2.58
16/2/48	6:00:00	8.53	8.07	1.30	6.83	8.58	8.47	1	2.47
17/2/48	6:00:00	8.55	8.08	1.30	6.91	8.61	8.5	1	2.47
18/2/48	6:00:00	8.5	8.05	1.30	6.76	8.62	8.51	1	2.47
19/2/48	6:00:00	8.54	8.06	1.30	6.98	8.65	8.54	1	2.47
20/2/48	6:00:00	8.55	8.08	1.30	6.91	8.68	8.57	1	2.47
21/2/48	6:00:00	8.5	8.05	1.30	6.76	8.75	8.64	1	2.47
22/2/48	6:00:00	8.62	8.1	1.30	7.27	8.83	8.72	1	2.47
23/2/48	6:00:00	8.71	8.15	1.30	7.54	8.89	8.78	1	2.47

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก

		samchuk gate				1L(1)_samchuk			
no	time	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)
24/2/48	6:00:00	8.79	8.2	1.30	7.73	8.93	8.82	1	2.47
25/2/48	6:00:00	8.8	8.2	1.30	7.8	8.95	8.76	1	3.24
26/2/48	6:00:00	8.85	8.02	1.00	7.06	8.97	8.84	1	2.68
27/2/48	6:00:00	8.85	8.02	1.00	7.06	8.97	8.84	1	2.68
28/2/48	6:00:00	8.88	8.03	1.00	7.15	9	8.87	1	2.68
1/3/48	6:00:00	8.95	8.05	1.00	7.35	9.05	8.92	1	2.68
2/3/48	6:00:00	9.03	8.07	1.00	7.59	9.13	8.83	0.8	3.26
3/3/48	6:00:00	9.1	8.11	1.00	7.71	9.19	8.88	0.8	3.31
4/3/48	6:00:00	9.07	8.1	1.00	7.63	9.15	8.84	0.8	3.31
5/3/48	6:00:00	9.07	8.12	1.00	7.55	9.15	8.84	0.8	3.31
6/3/48	6:00:00	9.01	8.12	1.01	7.39	9.1	8.8	0.8	3.26
7/3/48	6:00:00	8.95	8.1	1.00	7.15	9.02	8.73	0.8	3.21
8/3/48	6:00:00	8.87	8.03	1.00	7.1	8.95	8.67	0.8	3.15
9/3/48	6:00:00	8.95	8.07	1.00	7.27	8.99	8.69	0.8	3.26
10/3/48	6:00:00	8.99	8.11	1.00	7.27	9.05	8.72	0.8	3.42
11/3/48	6:00:00	8.97	8.11	1.00	7.19	9.05	8.72	0.8	3.42
12/3/48	6:00:00	8.93	8.07	1.00	7.19	9	8.67	0.8	3.42
13/3/48	6:00:00	8.9	8.05	1.00	7.15	8.97	8.64	0.8	3.42
14/3/48	6:00:00	8.87	8.06	1.00	6.98	8.95	8.62	0.8	3.42
15/3/48	6:00:00	8.85	8.05	1.00	6.93	8.91	8.58	0.8	3.42
16/3/48	6:00:00	8.85	8.05	1.00	6.93	8.91	8.58	0.8	3.42
17/3/48	6:00:00	8.93	8.09	1.00	7.1	9	8.68	0.8	3.37
18/3/48	6:00:00	8.93	8.08	1.00	7.15	9	8.67	0.8	3.42
19/3/48	6:00:00	8.91	8.07	1.00	7.1	8.97	8.64	0.8	3.42
20/3/48	6:00:00	8.91	8.1	1.00	6.98	8.97	8.64	0.8	3.42
21/3/48	6:00:00	9.03	7.58	0.50	4.67	9.09	8.5	0.8	4.57
22/3/48	6:00:00	9.23	6.75	0.00	0	9.24	8.1	0	0

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก

no	time	samchuk gate				1L(1)_samchuk			
		up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)
23/3/48	6:00:00	9.12	6.73	0.00	0	9.15	7.86	0	0
24/3/48	6:00:00	9.05	6.73	0.00	0	9.1	7.63	0	0
25/3/48	6:00:00	9.03	6.73	0.00	0	9.04	7.56	0	0
26/3/48	6:00:00	9.05	6.74	0.00	0	9.13	7.5	0	0
27/3/48	6:00:00	9.1	6.74	0.00	0	9.15	7.45	0	0
28/3/48	6:00:00	9.13	6.73	0.00	0	9.19	7.4	0	0
29/3/48	6:00:00	9.19	6.7	0.00	0	9.25	7.35	0	0
30/3/48	6:00:00	9.11	6.7	0.00	0	9.15	7.2	0	0
31/3/48	6:00:00	9.19	6.7	0.00	0	9.25	7.17	0	0
1/4/48	6:00:00	9.19	6.7	0.00	0	9.25	7	0	0
2/4/48	6:00:00	9.21	6.7	0.00	0	9.25	0	0	0
3/4/48	6:00:00	9.23	6.67	0.00	0	9.28	0	0	0
4/4/48	6:00:00	9.06	6.67	0.00	0	9.1	8.31	1	6.61
5/4/48	6:00:00	9.05	6.67	0.00	0	9.08	8.37	1	6.27
6/4/48	6:00:00	9.13	6.67	0.00	0	9.15	8.44	1	6.27
7/4/48	6:00:00	9.21	6.67	0.20	2.47	9.25	8.52	1	6.36
8/4/48	6:00:00	9.16	7.53	0.60	5.94	9.2	8.48	1	6.31
9/4/48	6:00:00	9.14	7.58	0.65	6.29	9.19	8.45	1	6.4
10/4/48	6:00:00	9.15	7.59	0.65	6.29	9.2	8.44	1	6.49
11/4/48	6:00:00	8.95	7.59	0.65	5.87	9	8.28	1	6.31
12/4/48	6:00:00	8.91	7.63	0.70	6.14	8.98	8.18	0.6	3.99
13/4/48	6:00:00	8.85	7.63	0.70	5.99	8.91	8.1	0.6	4.02
14/4/48	6:00:00	8.81	7.62	0.70	5.92	8.89	8.08	0.6	4.02
15/4/48	6:00:00	8.75	7.63	0.70	5.74	8.85	8.04	0.6	4.02
16/4/48	6:00:00	8.74	7.97	0.75	5.1	8.81	8	0.6	4.02
17/4/48	6:00:00	8.73	8.32	0.85	4.22	8.8	7.99	0.6	4.02
18/4/48	6:00:00	8.67	7.83	0.80	5.68	8.83	7.9	0	0

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก

		samchuk gate				1L(1)_samchuk			
no	time	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)
19/4/48	6:00:00	8.79	6.75	0.00	0	8.85	7	0	0
20/4/48	6:00:00	8.83	6.73	0.00	0	8.9	0	0	0
21/4/48	6:00:00	8.85	6.73	0.00	0	8.92	0	0	0
22/4/48	6:00:00	8.83	6.73	0.00	0	8.91	0	0	0
23/4/48	6:00:00	8.77	6.73	0.00	0	8.85	0	0	0
24/4/48	6:00:00	8.71	6.7	0.00	0	8.8	0	0	0
25/4/48	6:00:00	8.67	6.7	0.00	0	8.75	0	0	0
26/4/48	6:00:00	8.62	6.6	0.00	0	8.62	0	0	0
27/4/48	6:00:00	8.74	6.6	0.00	0	8.81	0	0	0
28/4/48	6:00:00	8.9	6.5	0.00	0	8.97	0	0	0
29/4/48	6:00:00	8.99	6.5	0.00	0	9.05	0	0	0
30/4/48	6:00:00	9.21	6.7	0.00	0	9.28	0	0	0
1/5/48	6:00:00	9.12	6.7	0.00	0	9.17	0	0	0
2/5/48	6:00:00	9.03	7.4	0.65	6.43	9.09	7.82	0.8	6.71
3/5/48	6:00:00	8.75	7.97	0.90	6.16	8.83	7.75	0.8	6.19
4/5/48	6:00:00	8.45	7.8	0.90	5.62	8.45	8.2	0.9	3.35
5/5/48	6:00:00	8.2	7.75	1.05	5.46	8.21	7.8	0.8	3.81
6/5/48	6:00:00	8.09	7.67	1.15	5.78	8.09	7.58	0.7	3.72
7/5/48	6:00:00	7.9	7.6	1.30	5.52	7.95	7.42	0.7	3.79
8/5/48	6:00:00	7.8	7.51	1.30	5.43	7.75	7.2	0.7	3.86
9/5/48	6:00:00	7.82	7.53	1.30	5.43	7.75	0	0	0
10/5/48	6:00:00	7.57	6.7	0.00	0	7.57	0	0	0
11/5/48	6:00:00	7.46	6.7	0.00	0	7.46	0	0	0
12/5/48	6:00:00	7.29	6.65	0.00	0	7.29	0	0	0
13/5/48	6:00:00	7.61	6.65	0.00	0	7.61	0	0	0
14/5/48	6:00:00	7.97	6.65	0.00	0	8.01	7.37	0.5	2.97
15/5/48	6:00:00	8.14	6.65	0.00	0	8.2	7.56	0.5	2.97

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก

		samchuk gate				1L(1)_samchuk			
no	time	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)	up (m)	down (m)	open gate (m)	Q (m3/s)
16/5/48	6:00:00	8.25	6.65	0.00	0	8.19	7.55	0.5	2.97
17/5/48	6:00:00	8.37	6.65	0.00	0	8.49	0	0	0
18/5/48	6:00:00	8.51	6.65	0.00	0	8.6	0	0	0
19/5/48	6:00:00	8.62	6.65	0.00	0	8.69	0	0	0
20/5/48	6:00:00	8.63	6.62	0.00	0	8.71	0	0	0
21/5/48	6:00:00	8.66	6.65	0.00	0	8.75	0	0	0
22/5/48	6:00:00	8.7	6.65	0.00	0	8.78	0	0	0
23/5/48	6:00:00	8.7	6.65	0.00	0	8.74	8.19	1.2	6.62
24/5/48	6:00:00	8.55	7.63	0.80	5.94	8.6	8.05	1.2	6.62
25/5/48	6:00:00	8.57	7.62	0.80	6.04	8.63	8.07	1	5.57
26/5/48	6:00:00	8.68	7.67	0.84	6.54	8.75	8.16	1	5.71
27/5/48	6:00:00	8.77	7.73	0.90	7.11	8.83	8.18	1	5.99
28/5/48	6:00:00	8.72	8	1.20	7.89	8.78	8.1	1	6.14
29/5/48	6:00:00	8.67	8	1.20	7.61	8.74	8.06	1	6.14
30/5/48	6:00:00	8.67	8.02	1.20	7.5	8.75	8.06	1	6.18
31/5/48	6:00:00	8.68	8.02	1.20	7.56	8.75	8.06	1	6.18
1/6/48	6:00:00	8.73	8.03	1.20	7.78	8.8	8.26	1	5.47
2/6/48	6:00:00	8.72	8.05	1.20	7.61	8.79	8.25	1	5.47
3/6/48	6:00:00	8.74	8.07	1.20	7.61	8.81	8.27	1	5.47
4/6/48	6:00:00	8.71	8.06	1.20	7.5	8.75	8.23	1	5.37
5/6/48	6:00:00	8.68	8.05	1.20	7.38	8.75	8.23	1	5.37
6/6/48	6:00:00	8.67	8.05	1.20	7.32	8.75	8.23	1	5.37
7/6/48	6:00:00	8.73	8.07	1.00	6.3	8.8	8.33	1	5.1
8/6/48	6:00:00	8.8	7.97	1.00	7.06	8.86	8.36	1	5.26
9/6/48	6:00:00	8.73	7.76	0.85	6.48	8.79	8.3	1	5.21
10/6/48	6:00:00	8.67	7.75	0.85	6.32	8.73	8.25	1	5.15
11/6/48	6:00:00	8.65	7.63	0.65	5.08	8.69	8.2	1	5.21

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก

		samchuk gate				1L(1)_samchuk			
no	time	up	down	open gate	Q	up	down	open gate	Q
		(m)	(m)	(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m3/s)
12/6/48	6:00:00	8.6	7.65	0.68	5.13	8.65	8.15	1	5.26
13/6/48	6:00:00	8.52	7.63	0.68	4.97	8.59	8.25	1	4.34
14/6/48	6:00:00	8.5	7.63	0.68	4.92	8.55	8.2	1	4.4
15/6/48	6:00:00	8.41	7.62	0.68	4.68	8.5	8.41	1	2.23
16/6/48	6:00:00	8.42	7.6	0.68	4.77	8.49	8.12	1	4.53
17/6/48	6:00:00	8.45	7.6	0.68	4.86	8.5	8.05	1	4.99
18/6/48	6:00:00	8.45	7.61	0.68	4.83	8.5	8.05	1	4.99
19/6/48	6:00:00	8.5	7.61	0.68	4.97	8.55	8.09	1	5.05
20/6/48	6:00:00	8.54	7.6	0.68	5.11	8.59	8.25	1	4.34
21/6/48	6:00:00	8.7	7.65	0.68	5.4	8.75	8.34	1	4.76
22/6/48	6:00:00	8.83	7.65	0.68	5.72	8.88	8.28	1	5.76
23/6/48	6:00:00	9.21	7.7	0.68	6.48	9.23	8.45	1	6.57
24/6/48	6:00:00	8.72	8.18	1.50	8.54	8.76	8.5	1	3.79
25/6/48	6:00:00	8.8	8.25	1.50	8.62	8.95	8.7	1	3.72
26/6/48	6:00:00	9.09	8.4	1.70	10.94	9.01	8.75	1	3.79
27/6/48	6:00:00	9.17	8.47	1.70	11.02	9.19	8.85	1	4.34
28/6/48	6:00:00	9.18	8.46	1.70	11.18	9.19	8.91	1.3	5.12
29/6/48	6:00:00	9.04	8.47	1.70	9.95	9.05	8.83	1.3	4.54
30/6/48	6:00:00	9.12	8.55	1.70	9.95	9.19	8.85	1.3	5.64