

ผลกระทบของการดำเนินงานเขื่อนเจ้าพระยาต่อสภาพชลศาสตร์น้ำหลากในบริเวณที่เหนือน้ำ



นาย สุธรรม วิสุทธิเมธีกร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF THE OPERATION OF CHAO PHRAYA DAM UPON
THE UPSTREAM FLOOD HYDRAULICS

Mr. Sutham Visutimeteegorn

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Engineering Program in Water Resources Engineering

Department of Water Resources Engineering
Faculty of Engineering Chulalongkorn University

Academic year 2006

Copyright of Chulalongkorn University

490887

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลกระทบของการดำเนินงานเขื่อนเจ้าพระยาต่อสภาพชลศาสตร์น้ำ
หลากในบริเวณที่เหนือน้ำ

โดย

นาย สุธรรม วิสุทธิเมธีกร

สาขาวิชา

วิศวกรรมแหล่งน้ำ


อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ดร. ครรชิต ลิขิตเดชาโรจน์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ศาสตราจารย์ ดร. สุภัทท์ วงศ์วิเศษสมใจ

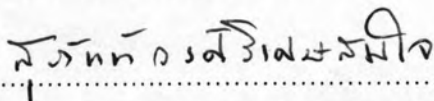
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิต

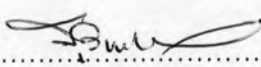

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. ดิเรก ลาวณิชย์ศิริ)


คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ทวนทัน กิจไพศาลสกุล)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร. ครรชิต ลิขิตเดชาโรจน์)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ศาสตราจารย์ ดร. สุภัทท์ วงศ์วิเศษสมใจ)


..... กรรมการ
(นาย สุวิทย์ ธิโนภาณุวัฒน์)


..... กรรมการ
(นาย สัญญา บุญกล่อม)

สุธรรม วิสุทธิเมธีกร : ผลกระทบของการดำเนินงานเขื่อนเจ้าพระยาต่อสภาพชลศาสตร์น้ำ
 หลากในบริเวณที่เหนือน้ำ. (EFFECTS OF THE OPERATION OF CHAO PHRAYA DAM
 UPON THE UPSTREAM FLOOD HYDRAULICS) อ. ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร. ครรชิต ลิขิต
 เตชาโรจน์, อ. ที่ปรึกษาร่วม : ศาสตราจารย์ ดร. สุภัทท์ วงศ์พิเศษสมใจ 297 หน้า.

การดำเนินงานเขื่อนเจ้าพระยามีความสำคัญต่องานบริหารจัดการน้ำหลากในพื้นที่ลุ่มน้ำ
 เจ้าพระยา โดยประกอบด้วยการควบคุมปริมาณน้ำระบายลงสู่ด้านท้ายน้ำ และการผันน้ำเข้าคลองส่ง
 น้ำต่างๆ ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลการดำเนินงานเขื่อนเจ้าพระยาในช่วงฤดูน้ำหลากในอดีตที่ผ่านมา
 พบว่า การควบคุมปริมาณน้ำที่ปล่อยออกไปยังพื้นที่ส่วนต่างๆ มีปัจจัยที่ต้องพิจารณาทุกด้าน
 ปริมาณน้ำฝน-น้ำท่าในบริเวณต่างๆ ของลุ่มน้ำ ความจุของลำน้ำ สภาพของน้ำในพื้นที่ชลประทาน
 โดยต้องคำนึงถึงสถานการณ์ในแต่ละปีที่แตกต่างกัน ผู้บริหารเขื่อนเจ้าพระยาจึงต้องนำข้อมูลต่างๆ มา
 ประมวลประกอบการตัดสินใจด้วยประสบการณ์ที่สะสมมาเป็นแนวทางในการทำงาน ในส่วนทางด้าน
 ชลศาสตร์นั้น เขื่อนเจ้าพระยาก่อให้เกิดสภาพน้ำเอ่อทางด้านเหนือน้ำ โดยเฉพาะในปีที่มีปริมาณน้ำ
 เหนือไหลหลากลงมามาก สภาพน้ำเอ่อก็จะเป็นปัญหามากขึ้น แต่การดำเนินงานเขื่อนที่เหมาะสมก็จะ
 ช่วยบรรเทาปัญหาน้ำเอ่อ และน้ำท่วมลงได้

ในการศึกษาวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาผลกระทบเนื่องจากการดำเนินงานเขื่อนเจ้าพระยาที่มีต่อ
 สภาพชลศาสตร์ในบริเวณเหนือน้ำและท้ายน้ำในช่วงฤดูน้ำหลาก และศึกษาหาแนวทางการปรับปรุง
 การดำเนินงานเขื่อนเจ้าพระยาให้มีแบบแผนการดำเนินงานที่ชัดเจนและมีประสิทธิภาพอันจะเป็น
 ประโยชน์ต่อการบริหารจัดการน้ำหลากในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

โดยในการศึกษานี้ทำการเปรียบเทียบ และสอบถามแบบจำลองแม่น้ำเจ้าพระยา ช่วงระหว่าง
 สถานีวัดน้ำ C.2 ลงมาถึง C.13 ผลการศึกษาพบว่า การดำเนินงานเขื่อนเจ้าพระยาจะต้องมีการ
 ดำเนินการทั้งการควบคุมการระบายน้ำด้วยบานประตูเขื่อนเจ้าพระยา และการผันน้ำเข้าคลองส่งน้ำ
 ควบคู่กันอย่างประสานสอดคล้องกัน จึงจะช่วยบรรเทาปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่ทั้งทางด้านเหนือน้ำ และ
 ท้ายน้ำของเขื่อนเจ้าพระยาในช่วงฤดูน้ำหลากได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีการปรับปรุงวิธีการ
 ดำเนินการเปิดบานประตูเขื่อนเจ้าพระยาด้วยความเร็วช้าอย่างต่อเนื่อง และการผันน้ำในรูปแบบการ
 ผันน้ำแบบผันเต็มความจุ 5 วัน และผันครึ่งความจุ 5 วันแบบสลับฝั่งซ้ายขวา ก็จะสามารถลดระดับน้ำ
 เอ่อทางด้านเหนือน้ำ และลดปริมาณน้ำท่วมตลิ่งได้ดียิ่งขึ้น

ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ ลายมือชื่อนิสิต..... 55555
 สาขาวิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
 ปีการศึกษา 2549 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4571827021 : MAJOR WATER RESOURCES ENGINEERING

KEY WORD: CHAO PHRAYA RIVER / FLOOD INUNDATION / HYDRAULICS / HEC-RAS

SUTHAM VISUTIMETEEGORN : (EFFECTS OF THE OPERATION OF CHAO PHRAYA DAM UPON THE UPSTREAM FLOOD HYDRAULICS) THESIS ADVISOR : DR.KANCHIT LIKITDECHAROTE, THESIS CO-ADVISOR : PROFESSOR DR.SUPHAT VONGSESSOMJAI, 297 pp.

The operation of Chao Phraya Dam is important for the flood management in the Chao Phraya River Basin. It composes of gate operation (to control the downstream released discharge) and water diversion into the main canals. From study of the operation of Chao Phraya Dam in the past, it showed that water diversion to any area depended on many factors, i.e. rainfall-run off in the areas , river capacity , hydraulic condition in the irrigation areas that was different in each year. The administrators of Chao Phraya Dam had to use many informations and their experiences for planning decision. About hydraulic condition, Chao Phraya Dam effects to the backwater, especially in the high flood period , but the operation of Chao Phraya Dam will be suitably mitigated the backwater and flood inundation problems.

This research studies about the effects of the operation of Chao Phraya Dam upon the upstream and downstream flood hydraulics; find out new operation of Chao Phraya Dam that is efficient to the flood management in the Chao Phraya River Basin.

This study calibrates and verifies the model of the Chao Phraya River between Sta. C.2 and C.13. The study results show that the operation of Chao Phraya Dam must operate both the gates and water diversion simultaneously which will mitigate the ustream and downstream flood inundation. In addition, the modified patterns of continuous gate opening during the rising stage of peak flood period together with 5-day alternated water diversion between left and right banks will mitigate the upstream back water more efficiently.

Department...Water Resources Engineering.....Student's signature.....*Sutham*
Field of study...Water Resources Engineering.....Advisor's signature.....*Kanchit Likitdecharote*
Academic year 2006 Co-advisor's signature.....*Suphat Yongvisessomjai*

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลกระทบของการดำเนินงานเขื่อนเจ้าพระยาต่อสภาพชลศาสตร์น้ำหลากในบริเวณที่เหนื่อน้ำ จะไม่มีทางสำเร็จลุล่วงไปได้ถ้าปราศจากการให้ความช่วยเหลือจากบุคคลต่างๆ หลายท่าน ดังต่อไปนี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ครรชิต ลิขิตเดชาโรจน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และศาสตราจารย์ ดร.สุภัทท์ วงศ์วิเศษสมใจ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษา สนับสนุน และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดีเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ทวนทัน กิจไพศาลสกุล คุณสุวิทย์ ธิโนภาณุวัฒน์ และคุณสัญญา บุญกล่อม คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาสละเวลาของท่านในการให้คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ รวมทั้งคณาจารย์ภาควิชาแหล่งน้ำทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา และอบรมสั่งสอนข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาของการศึกษา

ขอขอบคุณภาควิชาแหล่งน้ำ และหน่วยปฏิบัติการวิจัยระบบการจัดการแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้การสนับสนุนทั้งด้านสถานที่ อุปกรณ์ และเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้การสนับสนุนเงินทุนบางส่วนในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ของภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำทุกท่าน และหน่วยปฏิบัติการวิจัยระบบการจัดการแหล่งน้ำทุกๆ ท่าน และรวมไปถึงพี่ น้องๆ นิสิตปริญญาเอก-โท ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในงานวิจัยนี้ และงานด้านอื่นๆ เป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาที่ข้าพเจ้าได้เข้ามาศึกษาในรั้วจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ และหน่วยงานต่างๆ อันได้แก่ กรมชลประทาน กรมอุตุนิยมวิทยา กรมทรัพยากรน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กรมการขนส่งทางน้ำและพาณิชยนาวี กรมทางหลวง กรมโยธาธิการและผังเมือง และสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ เป็นต้น ที่ได้ให้คำปรึกษา และให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลต่างๆ แก่ข้าพเจ้าสำหรับใช้ในการวิจัยนี้

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และพี่ น้องๆ ของข้าพเจ้า ผู้ให้ความรัก ความอบอุ่น และยอมเหนื่อยยากเพื่อให้การสนับสนุนการศึกษาแก่ข้าพเจ้าตลอดมา

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญรูป.....	ญ
สารบัญตาราง.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 นิยาม.....	1
1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.4 ขอบเขตการศึกษา.....	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา.....	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
บทที่ 2 ทบทวนผลการศึกษาที่ผ่านมา.....	6
2.1 การศึกษาการบริหารจัดการน้ำท่วม.....	6
2.2 การศึกษาสภาพชลศาสตร์โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์.....	12
บทที่ 3 สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา.....	19
3.1 สภาพภูมิประเทศ.....	19
3.2 สภาพภูมิอากาศ.....	24
3.3 สภาพการใช้ที่ดิน.....	27
3.4 สภาพการเกษตรในปัจจุบัน.....	27
3.5 สภาพน้ำท่วม และการบรรเทาน้ำท่วมพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาในอดีต.....	31
3.6 แผนงานบริหารจัดการน้ำช่วงฤดูน้ำหลากในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา.....	41
3.7 อาคารควบคุมบังคับน้ำในโครงการเจ้าพระยาใหญ่.....	46

3.7.1	ระบบและอาคารที่ทำหน้าที่เพื่อการส่งน้ำชลประทานเพียงอย่างเดียว	46
3.7.2	ระบบและอาคารที่ใช้งานหลายลักษณะ	48
3.8	ข้อมูลการส่งน้ำสู่ระบบส่งน้ำ	50
3.9	เกณฑ์การดำเนินงานเขื่อนเจ้าพระยาในช่วงฤดูน้ำหลาก	50
บทที่ 4	ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา	52
4.1	ทฤษฎีการไหลในทางน้ำเปิดแบบไม่คงตัว	52
4.2	ทฤษฎีการไหลของน้ำผ่านบานประตูน้ำ	59
4.2.1	การไหลของน้ำผ่านบานประตูแบบ free flow	59
4.2.2	การไหลของน้ำผ่านบานประตูแบบ submerge flow	62
4.2.3	การไหลของน้ำผ่านบานประตูน้ำที่ยกบานพื้นน้ำ	63
บทที่ 5	ข้อมูลที่ใช้และการสร้างแบบจำลองแม่น้ำเจ้าพระยา	64
5.1	ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา	64
5.1.1	ข้อมูลน้ำฝนน้ำท่า	64
5.1.2	ข้อมูลสำรวจสภาพภูมิประเทศ	69
5.2	การสร้างแบบจำลองแม่น้ำเจ้าพระยา	69
5.2.1	การสร้างโครงข่ายลำน้ำเจ้าพระยา	71
5.2.2	การกำหนดเงื่อนไขขอบเขตและเงื่อนไขเริ่มต้น	71
5.2.3	การ Run โปรแกรม HEC – RAS	76
5.3	การเปรียบเทียบและสอบทานแบบจำลองแม่น้ำเจ้าพระยา	76
5.4	เกณฑ์การเลือกค่าพารามิเตอร์สำหรับแบบจำลองแม่น้ำเจ้าพระยา	80
5.5	กรณีศึกษาการดำเนินงานเขื่อนเจ้าพระยาในรูปแบบต่างๆ	85
5.5.1	กรณีศึกษาผลกระทบจากการดำเนินงานเขื่อนเจ้าพระยาต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพชลศาสตร์	85
5.5.2	กรณีศึกษาการปรับปรุงการดำเนินงานเขื่อนเจ้าพระยา	85
บทที่ 6	การวิเคราะห์ผลการศึกษา	111

6.1 รอบปีการเกิดซ้ำของเหตุการณ์น้ำหลากที่เลือกมาศึกษา.....	111
6.2 ความสัมพันธ์ของอัตราการไหลและระดับน้ำสูงสุดระหว่างสถานี - วัดน้ำ C.2 และ C.13.....	114
6.3 ผลการเปรียบเทียบและสอบทานแบบจำลองแม่น้ำเจ้าพระยา.....	126
6.4 สภาพชลศาสตร์น้ำหลากในบริเวณพื้นที่ศึกษา.....	129
6.5 แผนการดำเนินงานเขื่อนเจ้าพระยาในอดีตที่ผ่านมา.....	130
6.6 แนวทางการปรับปรุงการดำเนินงานเขื่อนเจ้าพระยา.....	132
บทที่ 7 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....	140
7.1 สรุปผลการศึกษา.....	140
7.2 ข้อเสนอแนะ.....	144
รายการอ้างอิง.....	146
ภาคผนวก.....	149
ภาคผนวก ก การประเมินหาอัตราการไหลจากแม่น้ำสะแกกรัง และอัตราการไหลเข้าด้านข้าง.....	150
ภาคผนวก ข ข้อมูลอัตราการไหลสูงสุดฉบับพลันที่สถานีวัดน้ำ C.2 และ C.13.....	156
ภาคผนวก ค ผลการเปรียบเทียบหาค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองแม่น้ำเจ้าพระยา.....	158
ภาคผนวก ง ข้อมูลสำรวจรูปตัดตามขวางลำน้ำเจ้าพระยา.....	164
ภาคผนวก จ แบบ Drawing หน่วยงานโครงการเขื่อนเจ้าพระยา.....	175
ภาคผนวก ฉ การปรับปรุงการเปิดบานประตูเขื่อนเจ้าพระยาในกรณีต่างๆ.....	178
ภาคผนวก ช การปรับปรุงการผันน้ำเข้าคลองส่งน้ำในกรณีต่างๆ.....	186
ภาคผนวก ซ ผลการคำนวณหาค่าทางชลศาสตร์ต่างๆ ที่ตำแหน่งต่างๆ ตามแนว - ลำน้ำเจ้าพระยาด้วยข้อมูลจริง.....	210
ภาคผนวก ฌ ผลการคำนวณหาค่าทางชลศาสตร์ต่างๆ ที่ตำแหน่งต่างๆ ตามแนว - ลำน้ำเจ้าพระยา ณ วันที่ต่างๆ ช่วงเกิดน้ำหลาก.....	223
ภาคผนวก ญ ผลการคำนวณหาค่าผลต่างอัตราการไหลและผลต่างระดับน้ำโดยเปรียบเทียบ - ระหว่างกรณีการปรับปรุงการเปิดบานประตูกรณีต่างๆและกรณีจริง.....	240
ภาคผนวก ฎ ผลการคำนวณหาค่าผลต่างอัตราการไหลและผลต่างระดับน้ำโดยเปรียบเทียบ - ระหว่างกรณีการปรับปรุงการผันน้ำกรณีต่างๆและกรณีจริง.....	253

ภาคผนวก ก	ผลการคำนวณหาค่าผลต่างอัตราการใช้และผลต่างระดับน้ำโดยเปรียบเทียบ - ระหว่างกรณีการปรับปรุงการดำเนินงานแบบผสมผสานและกรณีจริง.....	266
ภาคผนวก ข	ผลการคำนวณหาระดับน้ำสูงสุดที่ตำแหน่งต่างๆ ตามแนวลำน้ำเจ้าพระยาโดย - เปรียบเทียบระหว่างกรณีการปรับปรุงการดำเนินงานแบบผสมผสานกรณีต่างๆ - และกรณีจริง.....	288
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....		296

สารบัญรูป

รูปที่

1-1	แผนผังขั้นตอนการดำเนินการศึกษา.....	4
3-1	ขอบเขตพื้นที่ศึกษาและขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา.....	20
3-2	ขอบเขตพื้นที่ศึกษาครอบคลุมลุ่มน้ำเจ้าพระยาสายหลักและลุ่มน้ำสะแกกรัง.....	21
3-3	ภาพโมเสคเชิงเลขจากข้อมูลดาวเทียมแลนด์ซาทแสดงสภาพภูมิประเทศของ - พื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง.....	22
3-4	ลมมรสุมและพายุจรที่พัดผ่านประเทศไทย.....	25
3-5	ข้อมูลภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนของพื้นที่ศึกษา.....	28
3-6	พื้นที่โครงการชลประทานเจ้าพระยาใหญ่.....	30
3-7	สภาพน้ำท่วมที่ตำแหน่งต่างๆ ในเดือนตุลาคม พ.ศ.2549.....	42
3-8	เส้นทางการผันน้ำเพื่อบรรเทาน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง.....	51
4-1	แรงและตัวแปรต่างๆในทางน้ำเปิดที่ใช้ในสมการ Saint Venant.....	53
4-2	ลักษณะทั่วไปของหน้าตัดลำน้ำธรรมชาติ.....	55
4-3	รูปตัดทั่วไปของเขื่อนเจ้าพระยา.....	61
4-4	ลักษณะการไหลของน้ำผ่านบานประตูเขื่อนเจ้าพระยา.....	62
5-1	แผนผังการสร้างแบบจำลองแม่น้ำเจ้าพระยา.....	70
5-2	แผนผังการสร้างโครงข่ายแม่น้ำ.....	72
5-3	แผนที่โครงข่ายลำน้ำเจ้าพระยาช่วงที่ทำการศึกษา.....	73
5-4	แผนผังโครงข่ายลำน้ำเจ้าพระยาช่วงที่ทำการศึกษา.....	74
5-5	แบบจำลองแม่น้ำเจ้าพระยา.....	75
5-6	แผนผังขั้นตอนการหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆในการทดสอบเปรียบเทียบ - แบบจำลองแม่น้ำเจ้าพระยา.....	77
5-7	แผนผังการเปรียบเทียบเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิง - สำหรับลำน้ำหลัก (n).....	78
5-8	การเปิดบานประตูเขื่อนเจ้าพระยา (1) ในปี พ.ศ.2538 (2) ในปี พ.ศ.2539 - (3) ในปี พ.ศ.2545 และ (4) ในปี พ.ศ.2549.....	86
5-9	ปริมาณน้ำที่ผันเข้าสู่คลองส่งน้ำสายหลักต่างๆ ในปี พ.ศ.2538.....	87
5-10	กรณีศึกษาการปรับปรุงการดำเนินงานเขื่อนเจ้าพระยาเฉพาะส่วน.....	97
5-11	กรณีศึกษาการปรับปรุงการดำเนินงานเขื่อนเจ้าพระยาแบบผสมผสานร่วมกัน -	

รูปที่

	ระหว่างการปรับปรุงการเปิดบานประตูและการผันน้ำเข้าคลองส่งน้ำ.....	98
5-12	การปรับปรุงการเปิดบานประตูเขื่อนเจ้าพระยาในกรณีต่างๆ.....	99
5-13	การปรับปรุงการผันน้ำเข้าคลองส่งน้ำในกรณีต่างๆ.....	102
6-1	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและรอบปีการเกิดที่สถานีวัดน้ำ C.2 - และ C.13.....	112
6-2	ข้อมูลอัตราการไหลวัดจริงที่สถานีวัดน้ำ C.2 ที่เหนือเขื่อนและที่ท้ายเขื่อน.....	115
6-3	ข้อมูลระดับน้ำวัดจริงที่สถานีวัดน้ำ C.2 ที่เหนือเขื่อนและที่ท้ายเขื่อน.....	118
6-4	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลสูงสุดที่สถานีวัดน้ำ C.2 และ C.13.....	122
6-5	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำสูงสุดที่สถานีวัดน้ำ C.2 และ C.13.....	123
6-6	เปรียบเทียบข้อมูลระดับน้ำวัดจริงและค่าคำนวณที่สถานีวัดน้ำต่างๆ - ในการทดสอบเปรียบเทียบและสอบทานแบบจำลองด้วยข้อมูลปี 2538 และ 2539.....	127
6-7	เปรียบเทียบข้อมูลระดับน้ำวัดจริงและค่าคำนวณที่สถานีวัดน้ำต่างๆ - ในการทดสอบเปรียบเทียบและสอบทานแบบจำลองด้วยข้อมูลปี 2545 และ 2549.....	128

สารบัญตาราง

ตารางที่

3-1	ข้อมูลสถิติภูมิอากาศของพื้นที่ศึกษา.....	26
3-2	ปริมาณน้ำและระดับน้ำสูงสุดตามแนวอาคารและจุดวัดน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาใน - ปีที่เกิดน้ำท่วม.....	43
5-1	สถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ศึกษา.....	65
5-2	สถานีวัดน้ำท่าในพื้นที่ศึกษา.....	66
5-3	ปตร. และ ทรบ. ที่ปากคลองส่งน้ำต่างๆ ในพื้นที่ศึกษา.....	67
5-4	โรงสูบน้ำและเครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่ในช่วงระหว่าง จ.นครสวรรค์ถึงเขื่อนเจ้าพระยา.....	68
5-5	ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่งสำหรับแม่น้ำตามธรรมชาติ.....	80
5-6	ค่าสัมประสิทธิ์ของการไหลผ่านบานประตู.....	82
6-1	รอบปีการเกิดซ้ำของเหตุการณ์น้ำหลากที่เลือกมาศึกษา.....	114
6-2	อัตราการไหล ปริมาณน้ำ และระดับน้ำเปรียบเทียบที่สถานีวัดน้ำ C.2 และ C.13.....	117
6-3	อัตราการผันน้ำเข้าคลองส่งน้ำสายหลักในช่วงน้ำหลากในปีต่างๆ.....	119
6-4	ปริมาณน้ำที่ผันและสัดส่วนการผันน้ำเข้าคลองส่งน้ำสายหลักในช่วงน้ำหลาก - ในปีต่างๆ.....	119
6-5	ข้อมูลระดับน้ำและอัตราการไหลสูงสุดรายปีที่สถานีวัด C.2 และ C.13.....	120
6-6	ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับแบบจำลองแม่น้ำเจ้าพระยา.....	126