

การจัดการคุณภาพน้ำของกลุ่มน้ำเพชรบุรี โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์



นางสาวปัทมาพร ยอดสันติ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**WATER QUALITY MANAGEMENT OF THE PHETCHABURI RIVER BASIN
BY MATHEMATICAL MODEL**

Miss Pattamaporn Yodsanti

**A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy Program in Environmental Science**

(Interdisciplinary Program)

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 2008

Copyright of Chulalongkorn University

510004

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การจัดการคุณภาพน้ำของกลุ่มน้ำเพชรบุรีโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

โดย

นางสาวปีทมาพร ยอดสันติ

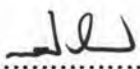
สาขาวิชา

วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

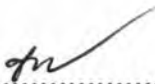
รองศาสตราจารย์ ดร. ฐเรศ ศรีสถิตย์

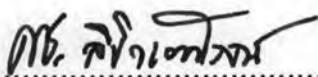
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาคุณวุฒิปบัณฑิต

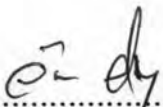

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.พรพจน์ เปี่ยมสมบูรณ์)

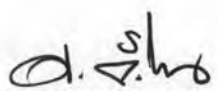
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชาญวิทย์ โฉมจิตานนท์)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร. ฐเรศ ศรีสถิตย์)


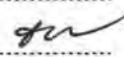

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ครรชิต ลิขิตเคหาโรจน์)


..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. วันเพ็ญ วิโรจนัญญ)


..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุภิชัย ตั้งใจตรง)

ปีทมาพร ยอดสันติ : การจัดการคุณภาพน้ำของกลุ่มน้ำเพชรบุรีโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์. (Water Quality Management of the Phetchaburi River Basin by Mathematical Model) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.ดร. ชเรศ ศรีสถิตย์, 313 หน้า.

การจัดการคุณภาพน้ำของกลุ่มน้ำเพชรบุรีโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ได้ทำการศึกษาคุณภาพน้ำ โดยดัชนีคุณภาพน้ำที่ทำการศึกษา ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ความสกปรกในรูปบีโอดี ของแข็งที่ละลายน้ำ ของแข็งแขวนลอย ฟอสเฟต แอมโมเนีย ไนเตรท โลหะหนัก โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด และฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย แหล่งกำเนิดศึกษาปริมาณน้ำเสียและปริมาณความสกปรกจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่ถูกระบายลงสู่แม่น้ำเพชรบุรี และลำน้ำสาขาในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม 2549 ถึงเดือนเมษายน 2550 และทำแผนจัดการคุณภาพน้ำ พบว่า บริเวณที่มีคุณภาพน้ำเสื่อมโทรม ได้แก่ เขตเทศบาลตำบลท่าช้างและเทศบาลตำบลบ้านแหลม ปริมาณน้ำเสียเฉลี่ยที่ถูกทิ้งลงสู่แม่น้ำเพชรบุรีมีค่าเท่ากับ 220,718 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งคิดเป็นความสกปรกเฉลี่ยเท่ากับ 3,504 กิโลกรัมต่อวัน แหล่งกำเนิดน้ำเสียที่สำคัญ ได้แก่ ชุมชนและนาข้าว เมื่อคาดการณ์คุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีในอีก 30 ปีข้างหน้าโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE11 พบว่า ค่าความสกปรกในรูปบีโอดีของแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่างจะมีค่าเพิ่มจาก 2.75 มิลลิกรัมต่อลิตรในปี 2550 เป็น 2.94 มิลลิกรัมต่อลิตรในปี 2580 ถ้าไม่มีการจัดการคุณภาพน้ำ สาเหตุสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรี ได้แก่ น้ำเสียจากชุมชนและนาข้าวริมแม่น้ำเพชรบุรี และน้ำเสียจากห้วยแม่ประจันต์ ดังนั้นแผนการจัดการคุณภาพน้ำจึงถูกกำหนดขึ้น เพื่อลดความรุนแรงของปัญหาคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีเสื่อมโทรมและเพื่อให้คุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 และ 3 ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 85 แผนจัดการคุณภาพน้ำของกลุ่มน้ำเพชรบุรีประกอบด้วย 1 ยุทธศาสตร์ คือ ควบคุมและป้องกันมลพิษที่จะส่งผลกระทบต่อแม่น้ำเพชรบุรีและลำน้ำสาขา ซึ่งมีทั้งหมด 3 มาตรการ ได้แก่ อนุรักษ์และฟื้นฟูคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีให้อยู่ในมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 และ 3 เร่งรัดให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจัดสร้างระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสม และส่งเสริมการทำนาข้าวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมลายมือชื่อนิสิต 
ปีการศึกษา 2551ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก 

4789667120 : MAJOR ENVIRONMENTAL SCIENCE

KEYWORDS : MATHEMATICAL MODEL / WATER QUALITY MANAGEMENT / PHETCHABURI RIVER BASIN / PHETCHABURI RIVER / MIKE11

PATTAMAPORN YODSANTI : WATER QUALITY MANAGEMENT OF THE PHETCHABURI RIVER BASIN BY MATHEMATICAL MODEL. ADVISOR : ASSO.PROF. THARES SRISATIT, Ph.D., 313 pp.

The purposes of this study are to study water quality (dissolved oxygen, biochemical oxygen demand, dissolved solids, suspended solids, phosphate, ammonia, nitrate, heavy metal, total coliform bacteria and fecal coliform bacteria), identify source of wastewater, calculate quantity and BOD loading of wastewater that was discharged into the Phetchaburi River and its tributaries between May 2006 and April 2007 and do water quality management plan. The results found that water quality of the Phetchaburi River was deteriorated when it flowed through Tha Yang Municipality and Ban Laem Municipality. Average quantity of wastewater that discharged into the Phetchaburi River and its tributaries was about 220,718 m³/day or 3,504 kg/day of average BOD loading. Water quality of the next thirty years was forecasted using MIKE11 programme. The results found that biochemical oxygen demand (BOD) of the lower Phetchaburi River will increase from 2.75 mg/l in year 2007 to 2.94 mg/l in year 2037 if there is no water quality management. Domestic and paddy field wastewater of the areas along the Phetchaburi River and wastewater of Huay Mae Prachan were the main causes that impacted on water quality of the Phetchaburi River. Thus water quality management plan of Phetchaburi River Basin was performed for mitigation of the water quality problem and protect water quality of the Phetchaburi River as type2 and type3 of surface water quality standard not less than 85%. A strategy of water quality management plan was protection and prevention of the pollution that impacted on water quality of the Phetchaburi River and its tributaries. The strategy consists of three measures. The first measure is to conserve and reclaim water quality of the Phetchaburi River to be type2 and type3 of surface water quality standard. The second measure is to encourage the local government for construction of efficient and suitable domestic wastewater treatment plants. The last measure is to enhance environmental friendly rice farming.

Field of Study : Environmental Science

Student's Signature

P. Yodsanti

Academic Year : 2008

Advisor's Signature

T. Sriratit

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือและการสนับสนุนอย่างดีจากบุคคลหลายท่าน ผู้เขียนขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ธเรศ ศรีสถิตย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.วันเพ็ญ วิโรจนกูฏ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภิชัย ตั้งใจตรง และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ครรชิต ลิขิตเดชาโรจน์ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมกับให้ความเห็นและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกัวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี และสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้การสนับสนุนทุนเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณคุณสมชาย ชลวัฒนาและคุณวารภรณ์ นุรณัฒม์ ผู้ประสานงาน DHI (ประเทศไทย) ที่กรุณาให้คำแนะนำและความช่วยเหลืออย่างดีเกี่ยวกับแบบจำลอง MIKE11

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศรชัย เย็นเปรม รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่กรุณาให้คำแนะนำและแนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับการจัดทำแผนพัฒนา

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเพชรบุรี เจ้าหน้าที่ของสำนักสำรวจและวิศวกรรม กรมการขนส่งทางน้ำและพาณิชยนาวี เจ้าหน้าที่ของสำนักอุทกวิทยา กรมชลประทาน เจ้าหน้าที่ของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 8 (ราชบุรี) และเจ้าหน้าที่ในหน่วยงานราชการและส่วนท้องถิ่นของจังหวัดเพชรบุรีที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานต่าง ๆ ในการดำเนินการศึกษา และขอขอบคุณผู้อำนวยการและเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือ และห้องปฏิบัติการวิเคราะห์น้ำ

ขอขอบคุณนางสาวดวงฤทัย บัวคิ้ว นายประชุม พันออก และเพื่อน ๆ ในสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่ให้กำลังใจและความช่วยเหลือทุก ๆ ด้านจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

สุดท้าย ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านตลอดมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์.....	3
สมมติฐาน.....	3
ขอบเขตการศึกษา.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
คำสำคัญ.....	4
2 ทบทวนเอกสาร.....	5
การจำลองคุณภาพน้ำ.....	5
กระบวนการเปลี่ยนแปลงสสารในแหล่งน้ำ.....	9
ดัชนีคุณภาพน้ำ.....	17
แบบจำลองคุณภาพน้ำ MIKE11.....	22
การจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม.....	25
การวางแผนโครงการแบบ ZOPP.....	27
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	31
3 สภาพพื้นที่ศึกษา.....	34
ลุ่มน้ำเพชรบุรี.....	34
สภาพภูมิประเทศของลุ่มน้ำเพชรบุรี.....	35
ปริมาณฝนในลุ่มน้ำเพชรบุรี.....	36
สภาพน้ำท่าในลุ่มน้ำเพชรบุรี.....	38
คุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรี.....	43
เขตการปกครองและประชากรในลุ่มน้ำเพชรบุรี.....	45

บทที่	หน้า
	สภาพเศรษฐกิจในกลุ่มน้ำเพชรบุรี..... 46
	สภาพสังคมในกลุ่มน้ำเพชรบุรี..... 53
4	อุปกรณ์ เครื่องมือและวิธีการดำเนินการศึกษา..... 58
	อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา..... 58
	วิธีการดำเนินการศึกษา..... 58
5	ผลการศึกษา..... 84
	การศึกษาคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีและลำน้ำสาขา..... 84
	การประเมินปริมาณและความสกปรกของน้ำเสียในพื้นที่ศึกษา..... 86
	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีเมื่อได้รับรับมลพิษ..... 102
	ทางน้ำในสถานการณ์ต่าง ๆ
	แผนการจัดการคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรี..... 212
6	สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ..... 226
	สรุปผลการศึกษา..... 226
	ข้อเสนอแนะ..... 235
	รายการอ้างอิง..... 236
	ภาคผนวก..... 241
	ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 313

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1	ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรี..... 37
3.2	สถานีวัดน้ำฝนในลุ่มน้ำเพชรบุรี..... 38
3.3	สถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำเพชรบุรี..... 42
3.4	สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำในลุ่มน้ำเพชรบุรี..... 44
3.5	คุณภาพน้ำเฉลี่ยของแม่น้ำเพชรบุรี พ.ศ.2549..... 45
3.6	การแบ่งเขตการปกครองในจังหวัดเพชรบุรี..... 46
3.7	จำนวนประชากรในปี พ.ศ. 2549 ในพื้นที่ศึกษา..... 47
3.8	พื้นที่เกษตรกรรมในพื้นที่ศึกษาตามปีปฏิทิน พ.ศ.2550 50
3.9	จำนวนปศุสัตว์ในพื้นที่ศึกษา พ.ศ.2549..... 52
3.10	จำนวนและชนิดของอุตสาหกรรมในพื้นที่ศึกษา..... 54
3.11	จำนวนสถานศึกษาในพื้นที่การศึกษาเพชรบุรี..... 55
3.12	จำนวนวัดในจังหวัดเพชรบุรีและพื้นที่ศึกษา..... 55
3.13	โรงพยาบาลและสถานพยาบาลในจังหวัดเพชรบุรี..... 56
4.1	คุณภาพน้ำที่ทำการศึกษาและวิธีการวิเคราะห์..... 62
4.2	พื้นที่ศึกษาปริมาณและความสกปรกของน้ำเสีย..... 64
4.3	อัตราการเกิดน้ำเสียและปริมาณความสกปรกจากแหล่งกิจกรรมต่าง ๆ..... 66
4.4	ข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในแบบจำลอง MIKE11..... 68
5.1	ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรี..... 84
5.2	คุณภาพน้ำเฉลี่ยของแม่น้ำเพชรบุรีและลำน้ำสาขา..... 85
5.3	ปริมาณน้ำเสียจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่ลงสู่แม่น้ำเพชรบุรี..... 93
5.4	ค่าความสกปรกจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่ลงสู่แม่น้ำเพชรบุรี..... 95
5.5	จำนวนประชากรในพื้นที่ศึกษาปี พ.ศ. 2560 2570 และ 2580..... 99
5.6	ห้างสรรพสินค้าและตลาดในพื้นที่ศึกษาในปี พ.ศ. 2545-2550..... 100
5.7	จำนวนเตียงของโรงพยาบาลรัฐและเอกชนในพื้นที่ศึกษาในปี พ.ศ. 2545-2550..... 100
5.8	พื้นที่การทำนาและปลูกพืชไร่ (ไร่) ในพื้นที่ศึกษาในปี พ.ศ. 2546-2549..... 101
5.9	ปริมาณน้ำเสียจากแหล่งชุมชนในปี พ.ศ. 2560..... 103
5.10	ปริมาณน้ำเสียจากแหล่งชุมชนในปี พ.ศ. 2570..... 104
5.11	ปริมาณน้ำเสียจากแหล่งชุมชนในปี พ.ศ. 2580..... 105

ตารางที่	หน้า
5.12 ปริมาณน้ำเสียและความสกปรกในรูปบีโอดีที่ถูกทิ้งลงแม่น้ำเพชรบุรี ในปีพ.ศ. 2560.....	106
5.13 ปริมาณน้ำเสียและความสกปรกในรูปบีโอดีที่ถูกทิ้งลงแม่น้ำเพชรบุรี ในปีพ.ศ. 2570.....	107
5.14 ปริมาณน้ำเสียและความสกปรกในรูปบีโอดีที่ถูกทิ้งลงแม่น้ำเพชรบุรี ในปีพ.ศ. 2580.....	108
5.15 ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบ.....	132
5.16 ค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในขั้นตอนการตรวจสอบแบบจำลอง.....	136
5.17 ความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ (RMSE) ของคุณภาพน้ำ ในสถานีเปรียบเทียบจากขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้อง ของแบบจำลอง.....	137
5.18 ตัวชี้วัดของยุทธศาสตร์ที่ 1.....	218
5.19 ตัวชี้วัดและตัวอย่างโครงการในมาตรการต่าง ๆ ของยุทธศาสตร์ที่ 1.....	218
5.20 ระยะเวลาของแม่น้ำเพชรบุรีที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน ประเภทที่ 2 และ 3.....	219
6.1 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนใน สถานการณ์ต่าง ๆ.....	228
6.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่างใน สถานการณ์ต่าง ๆ.....	232

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1	องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองคุณภาพน้ำ..... 6
2.2	การแพร่กระจายของสาร..... 10
2.3	ความสัมพันธ์ระหว่างการแพร่กระจายและการเคลื่อนย้าย..... 11
2.4	การแลกเปลี่ยนออกซิเจนของน้ำและอากาศ..... 13
2.5	กระบวนการเปลี่ยนแปลงออกซิเจนที่ละลายในแหล่งน้ำ..... 14
2.6	กระบวนการเปลี่ยนแปลงฟอสฟอรัสที่ละลายในแหล่งน้ำ..... 15
2.7	กระบวนการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนที่ละลายในแหล่งน้ำ..... 16
2.8	แผนผังของแบบจำลอง MIKE11 HD..... 24
2.9	แผนผังของแบบจำลอง MIKE11 ECOLab..... 26
2.10	ต้นไม้ปัญหา (Problem Tree)..... 29
2.11	แผนผังของวัตถุประสงค์ (Objective Tree)..... 30
3.1	อำเภอต่าง ๆ ที่แม่น้ำเพชรบุรีและลำน้ำสาขาไหลผ่าน..... 35
3.2	สถานีวัดน้ำฝนในกลุ่มน้ำเพชรบุรี..... 39
3.3	ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในห้วยผากและเขื่อนในกลุ่มน้ำเพชรบุรี..... 39
3.4	ปริมาณน้ำที่ระบายออกจากห้วยผากและเขื่อนในกลุ่มน้ำเพชรบุรี..... 40
3.5	แผนผังสภาพน้ำทำในกลุ่มน้ำเพชรบุรี..... 41
3.6	สถานีวัดน้ำทำในกลุ่มน้ำเพชรบุรี..... 42
3.7	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรี..... 43
3.8	สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ..... 44
3.9	สัดส่วนพื้นที่เกษตรกรรมของจังหวัดเพชรบุรี พ.ศ.2548..... 48
3.10	พื้นที่ชลประทานในกลุ่มน้ำเพชรบุรี..... 49
4.1	สถานีเก็บตัวอย่างน้ำ..... 59
4.2	สถานีเก็บตัวอย่างน้ำ st.1-st.8..... 60
4.3	สถานีเก็บตัวอย่างน้ำ st.9-st.16..... 61
4.4	สถานีเก็บตัวอย่างน้ำ st.17-st.19..... 62
4.5	พื้นที่ศึกษาปริมาณและความสกปรกของน้ำเสีย..... 63
4.6	สถานีเก็บตัวอย่างน้ำที่ใช้ในการปรับเทียบและตรวจความถูกต้อง ของแบบจำลอง..... 67

ภาพที่	หน้า
4.7 ขอบเขตของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบน.....	70
4.8 ขอบเขตของแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่าง.....	71
4.9 ขอบเขตและสถานีเปรียบเทียบสำหรับแบบจำลองการแพร่กระจาย ของแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่าง.....	73
4.10 ขอบเขตและสถานีเปรียบเทียบสำหรับแบบจำลองคุณภาพน้ำของ แม่น้ำเพชรบุรีตอนบน.....	75
4.11 ขอบเขตและสถานีเปรียบเทียบสำหรับแบบจำลองคุณภาพน้ำของ แม่น้ำเพชรบุรีตอนล่าง.....	76
4.12 ขั้นตอนการทำงานของแบบจำลอง MIKE11.....	78
5.1 ปริมาณและความสกปรกในรูปบีโอดีของน้ำเสียที่ระบายลงสู่ แม่น้ำเพชรบุรี.....	97
5.2 ลักษณะท้องน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนตามระยะทาง.....	109
5.3 ลักษณะท้องน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่างตามระยะทาง.....	110
5.4 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ที่สถานีสองพี่น้อง (B3).....	110
5.5 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ที่สถานีท่ายาง (B10).....	111
5.6 ความเร็วของน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบน.....	111
5.7 ความเร็วของน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่าง.....	112
5.8 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองการแพร่กระจายที่สถานีวัดในกลาง (PB9).....	113
5.9 การเปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำที่สถานีห้วยผาก (PB2).....	114
5.10 การเปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำที่สถานีท่าไม้รวก (PB3).....	114
5.11 ผลการเปรียบเทียบค่าความสกปรกในรูปบีโอดีของสถานีห้วยผาก (PB2).....	115
5.12 ผลการเปรียบเทียบค่าความสกปรกในรูปบีโอดีของสถานีท่าไม้รวก (PB3).....	116
5.13 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำเมื่อ P_{max} และอัตราการหายใจเท่ากับ 3 และ 3.5 $g/m^2/วัน$	116
5.14 ผลการเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำของสถานีห้วยผาก (PB2) เมื่อ SOD เท่ากับ 0.25 $g/m^2/day$	117
5.15 ผลการเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำของสถานีท่าไม้รวก (PB3) เมื่อ SOD เท่ากับ 0.25 $g/m^2/day$	118

ภาพที่	หน้า
5.16 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำที่ได้จากสมการคำนวณค่าคงที่ของการเติม อากาศของสถานีห้วยผาก (PB2).....	118
5.17 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำที่ได้จากสมการคำนวณค่าคงที่ของการเติม อากาศของสถานีท่าไม้รวก (PB3).....	119
5.18 ผลการเปรียบเทียบค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำของสถานีห้วยผาก (PB2).....	119
5.19 ผลการเปรียบเทียบค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำของสถานีท่าไม้รวก (PB3).....	120
5.20 การเปรียบเทียบอุณหภูมิที่สถานีท่ายาง (PB6).....	121
5.21 การเปรียบเทียบอุณหภูมิที่สถานีวัดลาด (PB7).....	121
5.22 การเปรียบเทียบอุณหภูมิที่สถานีเทศบาลเมืองเพชรบุรี (PB8).....	122
5.23 การเปรียบเทียบอุณหภูมิที่สถานีวัดในกลาง (PB9).....	122
5.24 ผลการเปรียบเทียบค่าความสกปรกในรูปบีโอดีของสถานีท่ายาง (PB6).....	123
5.25 ผลการเปรียบเทียบค่าความสกปรกในรูปบีโอดีของสถานีวัดลาด (PB7).....	123
5.26 ผลการเปรียบเทียบค่าความสกปรกในรูปบีโอดีของสถานีเทศบาล เมืองเพชรบุรี (PB8).....	124
5.27 ผลการเปรียบเทียบค่าความสกปรกในรูปบีโอดีของสถานีวัดในกลาง (PB9).....	124
5.28 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำเมื่อ P_{max} และอัตราการหายใจเท่ากับ 3 และ 3.5 $g/m^2/วัน$	125
5.29 ผลการเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำของสถานีท่ายาง (PB6) เมื่อ SOD เท่ากับ 0.3 $g/m^2/day$	126
5.30 ผลการเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำของสถานีวัดลาด (PB7) เมื่อ SOD เท่ากับ 0.3 $g/m^2/day$	126
5.31 ผลการเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำของสถานีเทศบาล เมืองเพชรบุรี (PB8) เมื่อ SOD เท่ากับ 0.3 $g/m^2/day$	127
5.32 ผลการเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำของ สถานีวัดในกลาง (PB9) เมื่อ SOD เท่ากับ 0.3 $g/m^2/day$	127
5.33 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำที่ได้จากสมการคำนวณค่าคงที่ของการเติม อากาศของสถานีท่ายาง (PB6).....	128
5.34 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำที่ได้จากสมการคำนวณค่าคงที่ของการเติม อากาศของสถานีวัดลาด (PB7).....	129

ภาพที่	หน้า
5.35 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำที่ได้จากสมการคำนวณค่าคงที่ของการเติม อากาศของสถานีเทศบาล เมืองเพชรบุรี (PB8).....	129
5.36 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำที่ได้จากสมการคำนวณค่าคงที่ของการเติม อากาศของสถานีวัดในกลาง (PB9).....	130
5.37 ผลการปรับเทียบค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำของสถานีท่ายาง (PB6).....	130
5.38 ผลการปรับเทียบค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำของสถานีวัดลาด (PB7).....	131
5.39 ผลการปรับเทียบค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำของสถานีเทศบาลเมือง เพชรบุรี (PB8).....	131
5.40 ผลการปรับเทียบค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำของสถานีวัดในกลาง (PB9).....	132
5.41 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ของ สถานีสองพี่น้อง (B3).....	133
5.42 ระดับน้ำของสถานีท่ายาง (B10) เมื่อทดลองเปลี่ยนค่าสัมประสิทธิ์ ความขรุขระ.....	134
5.43 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ของ สถานีท่ายาง (B10).....	134
5.44 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองการแพร่กระจายของ สถานีวัดในกลาง (PB9).....	135
5.45 การเปรียบเทียบอุณหภูมิของสถานีห้วยผาก (PB2) ในการตรวจสอบ ความถูกต้องของแบบจำลองคุณภาพน้ำ.....	137
5.46 การเปรียบเทียบอุณหภูมิของสถานีท่าไม้รวก (PB3) ในการตรวจสอบ ความถูกต้องของแบบจำลองคุณภาพน้ำ.....	138
5.47 การเปรียบเทียบอุณหภูมิของสถานีท่ายาง (PB6) ในการตรวจสอบ ความถูกต้องของแบบจำลองคุณภาพน้ำ.....	138
5.48 การเปรียบเทียบอุณหภูมิของสถานีวัดลาด (PB7) ในการตรวจสอบ ความถูกต้องของแบบจำลองคุณภาพน้ำ.....	139
5.49 การเปรียบเทียบอุณหภูมิของสถานีเทศบาลเมืองเพชรบุรี (PB8) ในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองคุณภาพน้ำ.....	139
5.50 การเปรียบเทียบอุณหภูมิของสถานีวัดในกลาง (PB9) ในการตรวจสอบ ความถูกต้องของแบบจำลองคุณภาพน้ำ.....	140

ภาพที่	หน้า
5.51 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของความสกปรกในรูปบีไอดี ของสถานีห้วยผาก (PB2).....	140
5.52 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของความสกปรกในรูปบีไอดี ของสถานีท่าไม้รวก (PB3).....	141
5.53 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของความสกปรกในรูปบีไอดี ของสถานีท่าช้าง (PB6).....	141
5.54 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของความสกปรกในรูปบีไอดี ของสถานีวัดลาด (PB7).....	142
5.55 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของความสกปรกในรูปบีไอดี ของสถานีเทศบาลเมืองเพชรบุรี (PB8).....	142
5.56 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของความสกปรกในรูปบีไอดี ของสถานีวัดในกลาง (PB9).....	143
5.57 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ของสถานีห้วยผาก (PB2).....	143
5.58 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ของสถานีท่าไม้รวก (PB3).....	144
5.59 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ของสถานีท่าช้าง (PB6).....	144
5.60 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ของสถานีวัดลาด (PB7).....	145
5.61 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ของสถานีเทศบาลเมืองเพชรบุรี (PB8).....	145
5.62 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ของสถานีวัดในกลาง (PB9).....	146
5.63 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำตามระยะทางของ แม่น้ำเพชรบุรีตอนบน.....	147
5.64 การเปลี่ยนแปลงค่าความสกปรกในรูปบีไอดีตามระยะทางของ แม่น้ำเพชรบุรีตอนบน.....	148

ภาพที่	หน้า
5.65 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำตามระยะทางของ แม่น้ำเพชรบุรีตอนล่าง.....	149
5.66 การเปลี่ยนแปลงค่าความสกปรกในรูปบีโอดีตามระยะทางของ แม่น้ำเพชรบุรีตอนล่าง.....	150
5.67 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนเมื่อไม่มี ระบบบำบัดน้ำเสีย.....	151
5.68 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนเมื่อมี ระบบบำบัดน้ำเสียที่อำเภอแก่งกระจาน.....	153
5.69 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนเมื่อมี ระบบบำบัดน้ำเสียในพื้นที่ติดกับห้วยแม่ประจันต์.....	154
5.70 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนเมื่อมี ระบบบำบัดน้ำเสียในอำเภอแก่งกระจานและพื้นที่ติดกับ ห้วยแม่ประจันต์.....	156
5.71 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนเมื่อมี การลดปริมาณน้ำเสียจากพื้นที่เกษตรกรรม พ.ศ. 2560.....	157
5.72 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนเมื่อมี การลดปริมาณน้ำเสียจากพื้นที่เกษตรกรรม พ.ศ. 2570.....	158
5.73 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนเมื่อมี การลดปริมาณน้ำเสียจากพื้นที่เกษตรกรรม พ.ศ. 2580.....	159
5.74 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนปี พ.ศ. 2560 เมื่อมีการลดปริมาณน้ำเสียจากพื้นที่เกษตรกรรมลงร้อยละ 10 และมี ระบบบำบัดน้ำเสีย.....	161
5.75 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนปี พ.ศ. 2560 เมื่อมีการลดปริมาณน้ำเสียจากพื้นที่เกษตรกรรมลงร้อยละ 20 และมี ระบบบำบัดน้ำเสีย.....	162
5.76 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนปี พ.ศ. 2560 เมื่อมีการลดปริมาณน้ำเสียจากพื้นที่เกษตรกรรมลงร้อยละ 30 และมี ระบบบำบัดน้ำเสีย.....	163

ภาพที่	หน้า
5.86 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนปี พ.ศ. 2580 เมื่อมีการลดปริมาณน้ำเสียจากพื้นที่เกษตรกรรมลงร้อยละ 30 และมี ระบบบำบัดน้ำเสีย.....	179
5.87 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนปี พ.ศ. 2580 เมื่อมีการลดปริมาณน้ำเสียจากพื้นที่เกษตรกรรมลงร้อยละ 40 และมี ระบบบำบัดน้ำเสีย.....	180
5.88 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนปี พ.ศ. 2580 เมื่อมีการลดปริมาณน้ำเสียจากพื้นที่เกษตรกรรมลงร้อยละ 50 และมี ระบบบำบัดน้ำเสีย.....	182
5.89 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่างเมื่อไม่มี ระบบบำบัดน้ำเสีย.....	183
5.90 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่างเมื่อมี ระบบบำบัดน้ำเสียในเทศบาลตำบลท่าทราย-บ้านลาด-บ้านแหลม.....	185
5.91 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่างเมื่อมี ระบบบำบัดน้ำเสียในเทศบาลตำบลท่าทราย-บ้านลาด-บ้านแหลม และตำบลบ้านหม้อ-คันมะม่วง.....	186
5.92 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่างเมื่อมี การลดปริมาณน้ำเสียจากพื้นที่เกษตรกรรม พ.ศ. 2560.....	187
5.93 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่างเมื่อมี การลดปริมาณน้ำเสียจากพื้นที่เกษตรกรรม พ.ศ. 2570.....	188
5.94 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่างเมื่อมี การลดปริมาณน้ำเสียจากพื้นที่เกษตรกรรม พ.ศ. 2580.....	189
5.95 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่างปี พ.ศ. 2560 เมื่อมีการลดปริมาณน้ำเสียจากพื้นที่เกษตรกรรมลงร้อยละ 10 และมี ระบบบำบัดน้ำเสีย.....	191
5.96 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่างปี พ.ศ. 2560 เมื่อมีการลดปริมาณน้ำเสียจากพื้นที่เกษตรกรรมลงร้อยละ 20 และมี ระบบบำบัดน้ำเสีย.....	193

ภาพที่	หน้า
5.106 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่างปี พ.ศ. 2580 เมื่อมีการลดปริมาณน้ำเสียจากพื้นที่เกษตรกรรมลงร้อยละ 20 และมี ระบบบำบัดน้ำเสีย.....	207
5.107 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่างปี พ.ศ. 2580 เมื่อมีการลดปริมาณน้ำเสียจากพื้นที่เกษตรกรรมลงร้อยละ 30 และมี ระบบบำบัดน้ำเสีย.....	209
5.108 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่างปี พ.ศ. 2580 เมื่อมีการลดปริมาณน้ำเสียจากพื้นที่เกษตรกรรมลงร้อยละ 40 และมี ระบบบำบัดน้ำเสีย.....	210
5.109 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนล่างปี พ.ศ. 2580 เมื่อมีการลดปริมาณน้ำเสียจากพื้นที่เกษตรกรรมลงร้อยละ 50 และมี ระบบบำบัดน้ำเสีย.....	211
5.110 เหตุและผลของปัญหาคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีเสื่อมโทรม.....	216
5.111 วัตถุประสงค์เพื่อแก้ปัญหาคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีเสื่อมโทรม.....	217
5.112 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีปี 2560 เมื่อน้ำทิ้งจาก ระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนมีค่าความสกปรกในรูปบีโอดี 5-20 mg/l.....	220
5.113 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีปี 2570 เมื่อน้ำทิ้งจาก ระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนมีค่าความสกปรกในรูปบีโอดี 5-20 mg/l.....	221
5.114 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีปี 2580 เมื่อน้ำทิ้งจาก ระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนมีค่าความสกปรกในรูปบีโอดี 5-20 mg/l.....	222
5.115 คุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ การระบายน้ำ.....	224
5.116 คุณภาพน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ การระบายน้ำ.....	224