การประเมินความสามารถในการรองรับมลพิษของแม่น้ำแม่กลองตอนบน ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

นางสาวกนกทัศน์ ยลปราโมทย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EVALUATION OF POLLUTION LOAD CAPACITY OF UPPER MAEKLONG RIVER USING MATHEMATICAL MODEL

Miss Kanoktat Yolpramote

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Environmental Science
(Inter-Disciplinary Program)
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 2006
Copyright of Chulalongkorn University

491466

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประเมินความสามารถในการรองรับมลพิษของแม่น้ำแม่กลองตอนบนด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
โดย	นางสาวกนกทัศน์ ยลปราโมทย์
สาขาวิชา	สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.ศุภิชัย ตั้งใจตรง

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ม.ร.ว.กัลยา ติงศภัทิย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร.ศุภิชัย ตั้งใจตรง)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวงศ์ ศรีบุรี)

..... กรรมการ
(ดร.ชนินทร์ ทองธรรมชาติ)

นางสาวกนกทัศน์ ยลปราโมทย์: การประเมินความสามารถในการรองรับมลพิษของแม่น้ำแม่กลองตอนบนด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์. (EVALUATION OF POLLUTION LOAD CAPACITY OF UPPER MAEKLONG RIVER USING MATHEMATICAL MODEL) อ.ที่ปรึกษา: อ.ดร.ศุภิชัย ตั้งใจตรง, 119 หน้า.

การศึกษาครั้งนี้ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยแบบจำลองอุทกศาสตร์ RMA2 และแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP เพื่อประเมินความสามารถในการรองรับมลพิษสูงสุดต่อวันในรูปของปริมาณความต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ของแม่น้ำแม่กลองตอนบน ตั้งแต่ท้ายเขื่อนแม่กลองอำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี จนถึงอำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี รวมระยะทางประมาณ 70 กิโลเมตร โดยแบ่งการประเมินความสามารถในการรองรับมลพิษออกเป็น 2 ช่วงฤดู คือ ช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม ถึง เดือนตุลาคม) และช่วงฤดูแล้ง (เดือนพฤศจิกายน ถึง เดือนเมษายน) ผลการปรับเทียบค่าออกซิเจนละลาย (DO) และปริมาณความต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) ด้วยข้อมูลคุณภาพน้ำในปี พ.ศ.2546 และข้อมูลจากการออกภาคสนามในปี พ.ศ. 2549 พบว่าข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองและข้อมูลที่ได้จากการวัดมีความสอดคล้องกัน และเมื่อใช้แบบจำลองคุณภาพน้ำที่ปรับเทียบแล้วประเมินความสามารถในการรองรับมลพิษสูงสุดต่อวันของแม่น้ำแม่กลองตอนบน โดยการแบ่งการประเมินออกเป็นออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงกิโลเมตรที่ 1 ถึง 16 และช่วงกิโลเมตรที่ 17 ถึง 70 จากท้ายเขื่อนแม่กลอง พบว่า ในช่วงฤดูฝนแม่น้ำแม่กลองตอนบนมีความสามารถในการรองรับมลพิษในรูปของปริมาณความต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายอินทรีย์รวม เท่ากับ 109,341.52 กิโลกรัมต่อวัน โดยแบ่งเป็น ช่วงกิโลมตรที่ 1 ถึง 16 เท่ากับ 55,008.18 กิโลกรัมต่อวัน และช่วงกิโลเมตรที่ 17 ถึง 70 เท่ากับ 54,333.34 กิโลกรัมต่อวัน ส่วนในช่วงฤดูแล้งแม่น้ำแม่กลองตอนบนมีความสามารถในการรองรับมลพิษในรูปของปริมาณความต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายอินทรีย์รวม เท่ากับ 57,227.38 กิโลกรัมต่อวัน แบ่งเป็น ช่วงกิโลมตรที่ 1 ถึง 16 เท่ากับ 30,060.40 กิโลกรัมต่อวัน และช่วงกิโลเมตรที่ 17 ถึง 70 เท่ากับ 27,166.98 กิโลกรัมต่อวัน จากการศึกษา พบว่า หากมีการลดปริมาณภาระมลพิษบริเวณกิโลเมตรที่ 1 ถึง 16 จากท้ายเขื่อนแม่กลองในช่วงฤดูแล้งลงประมาณร้อยละ 35 จะทำให้แม่น้ำแม่กลองตอนบนมีคุณภาพน้ำเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ เป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 3 ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

สาขาวิชา วิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขา) ลายมือชื่อนิสิต กนกทัศน์ ยลปราโมทย์

ปีการศึกษา 2549 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ศ. ธีรโน

4789051520: MAJOR ENVIRONMENTAL SCIENCE
KEYWORDS: TOTAL MAXIMUM DAILY LOAD; TMDL / WATER QUALITY MODEL / MAEKLONG RIVER

KANOKTAT YOLPRAMOTE: EVALUATION OF POLLUTION LOAD CAPACITY OF UPPER MAEKLONG RIVER USING MATHEMATICAL MODEL. THESIS ADVISER: SUPICHAI TANGJAITRONG, Ph.D., 119 pp.

In this study, RMA2 and WASP were used to evaluate pollution load capacity in a term of Total Maximum Daily Load (TMDL) of Biochemical Oxygen Demand (BOD) of upper Maeklong River (70 kilometers from Maeklong Dam, Thamuang District, Kanchanaburi Province to Potharam District, Rajaburi Province). The TMDL evaluation of upper Maeklong River was separated into 2 periods i.e., wet period (May to October) and dry period (November to April). The calibration results of Dissolve Oxygen and BOD with water quality data in 2003 and field survey data in 2006 showed a good agreement between simulated values and measured values. In the study about the evaluation of BOD TMDL of upper Meaklong River, this river was divided into 2 reaches: km 1 – 16 and km 17 – 70 from Maeklong Dam. This study showed that BOD TMDL of upper Maeklong River are 109,341.52 kg/day in wet period (55,008.18 kg/day in km 1 – 16 and 54,333.34 kg/day in km 17 - 70) and 57,227.38 kg/day in dry period (30,060.40 kg/day in km 1 – 16 and 27,166.98 kg/day in km 17 - 70). It is found that in order to meet water quality standard class 3, the BOD load form point sources around km 1 – 16 from Maeklong Dam should be reduced by 35%.

Field of study Environmental Science Student's signature Kanoktat Yolpramote
Academic year 2006 Adviser's signature Supichai Tangjaitrong

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยคำแนะนำและกำลังใจจากหลายท่าน ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ดร.ศุภิชัย ตั้งใจตรง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์สำหรับความช่วยเหลือ ความเข้าใจ และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ยิ่งในการศึกษาครั้งนี้ และขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวงศ์ ศรีบุรี และดร.ชนินทร์ ทองธรรมชาติ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ สำหรับคำแนะนำอันเป็นแนวทางที่ดีในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

นอกจากนี้ ผู้เขียนขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้ผู้เขียนทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ได้แก่ คุณทัศนีย์ กระตืองาน และคุณสุทิน ยลปราโมทย์ มารดาและบิดาของผู้เขียนที่สนับสนุนผู้เขียนมาตลอดทั้งการให้กำลังใจและทุนการศึกษา คุณฉวีวรรณ โพธิ์ดา ผู้มอบทุนการศึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ให้กับผู้เขียน คุณภัทรวรรรณ เลิศสุชาดวนิช เพื่อนผู้ให้กำลังใจผู้เขียนตลอดมา คุณเสาวนีย์ วิจิตรโกสุม พี่ที่ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์แก่ผู้เขียนเสมอ และเพื่อนๆ ชาวสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมทุกคน ท้ายที่สุดนี้ผู้เขียนขอขอบคุณ คุณลานนา คัมมินส์ ที่เป็นกำลังใจให้ผู้เขียนเสมอมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญภาพ ..... ญ
สารบัญตาราง ..... ฏ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ 2
1.3 สมมติฐาน 2
1.4 ขอบเขตการศึกษา 3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 แนวคิดในการจัดการคุณภาพน้ำในอดีตและปัจจุบัน 4
2.1.1 แนวคิดในการจัดการคุณภาพน้ำภาพรวม 4
2.1.2 แนวคิดในการจัดการคุณภาพน้ำในประเทศ 5
2.2 ความสามารถในการรองรับมลพิษสูงสุดต่อวัน 6
2.3 หลักการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์
ในการประเมินความสามารถในการรองรับมลพิษสูงสุดต่อวัน 7
2.4 การพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อการจัดการคุณภาพน้ำ 8
2.5 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษา 10
2.5.1 แบบจำลองอุทกศาสตร์ 10
2.5.2 แบบจำลองคุณภาพน้ำ 12
2.6 ตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12
บทที่ 3 ลุ่มน้ำแม่กลอง 16
3.1 ลักษณะทั่วไปของลุ่มน้ำแม่กลอง 16
3.2 สภาพปริมาณน้ำท่า 17
3.3 การใช้ประโยชน์ที่ดิน 17
3.4 ทรัพยากรแหล่งน้ำธรรมชาติ 18
3.4.1 แม่น้ำแควใหญ่ 18
3.4.2 แม่น้ำแควน้อย 18
3.4.3 แม่น้ำแม่กลอง 19
3.5 โครงการพัฒนาแหล่งน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ 19

หน้า

3.5.1 โครงการพัฒนาแหล่งน้ำผิวดิน 19
3.5.2 โครงการพัฒนาแหล่งน้ำใต้ดิน 21
3.6 แหล่งกำเนิดมลพิษหลักในพื้นที่ลุ่มน้ำ 22
3.6.1 ชุมชน 22
3.6.2 โรงงานอุตสาหกรรม 22
3.6.3 การเกษตรกรรม 23
3.7 สถานการณ์คุณภาพน้ำของแม่น้ำแม่กลอง 24
บทที่ 4 วิธีการดำเนินการศึกษา 27
4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา 27
4.1.1 อุปกรณ์สำหรับการประเมินความสามารถในการรองรับมลพิษ 27
4.1.2 อุปกรณ์ออกภาคสนาม 27
4.1.3 อุปกรณ์สำหรับหาค่า BOD 27
4.2 วิธีการดำเนินการศึกษา 27
4.3 การประเมินภาระมลพิษ 41
4.3.1 แหล่งกำเนิดมลพิษจากชุมชน 41
4.3.2 แหล่งกำเนิดมลพิษปศุสัตว์ 41
4.3.3 แหล่งกำเนิดมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม 42
4.3.4 แหล่งกำเนิดมลพิษจากพื้นที่นาข้าว พื้นที่ป่าไม้
และพื้นที่เกษตรกรรม 43
บทที่ 5 ผลการศึกษาและอภิปรายผลการศึกษา 44
5.1 ภาระมลพิษของแม่น้ำแม่กลอง 44
5.1.1 แหล่งกำเนิดชุมชน 44
5.1.2 แหล่งกำเนิดอุตสาหกรรม 45
5.1.3 แหล่งกำเนิดปศุสัตว์ 45
5.1.4 แหล่งกำเนิดเกษตรกรรม 45
5.2 การปรับเทียบแบบจำลองอุทกศาสตร์ RMA2 46
5.2.1 อัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำแม่กลองตอนบน 46
5.2.2 ผลการปรับเทียบแบบจำลองอุทกศาสตร์ RMA2 47
5.3 การเลือกแบบจำลองคุณภาพน้ำที่ใช้ในการศึกษา 50
5.4 การปรับเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP 51
5.4.1 การปรับเทียบแบบจำลองในช่วงฤดูฝน 52
5.4.2 การปรับเทียบแบบจำลองในช่วงฤดูแล้ง 53
5.5 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP 55

หน้า

5.5.1 ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำจากการออกภาคสนาม 56
5.5.2 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง 57
5.6 การประเมิน TMDL ของแม่น้ำแม่กลองตอนบน 59
5.6.1 การกำหนดเงื่อนไขการจัดการเพื่อใช้ในการประเมิน TMDL ของแหล่งน้ำ 59
5.6.2 ผลการจำลองคุณภาพน้ำของแต่ละ scenario 61
5.6.3 การเลือก scenario เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการประเมิน TMDL 68
5.6.4 TMDL ของแม่น้ำแม่กลองตอนบน และข้อเสนอแนะในการจัดการคุณภาพน้ำ 69
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ 72
6.1 สรุปผลการศึกษา 72
6.1.1 ผลการปรับเทียบแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา 72
6.1.2 ค่าประมาณของ TMDL ในรูปของค่า BOD ของแม่น้ำแม่กลองตอนบน 73
6.2 ข้อเสนอแนะ 73
รายการอ้างอิง 74
ภาคผนวก 77
ภาคผนวก ก 78
ภาคผนวก ข 82
ภาคผนวก ค 100
ภาคผนวก ง 111
ภาคผนวก จ 116
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 119

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3.1	ที่ตั้งลุ่มน้ำแม่กลอง	16
3.2	แผนภูมิแสดงสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดิน	17
3.3	ปริมาณออกซิเจนละลาย และค่า BOD ของแม่น้ำแม่กลองตามสถานีต่างๆ ในปี พ.ศ.2549	25
4.1	การนำเข้าข้อมูลลักษณะทางกายภาพของลำน้ำ	28
4.2	ตัวอย่าง element ของแม่น้ำแม่กลองตอนบน	29
4.3	ตัวอย่างการกำหนด boundary condition สำหรับแม่น้ำแม่กลองตอนบน	30
4.4	ขั้นตอนในการประเมิน TMDL ของแหล่งน้ำ	40
5.1	อัตราการไหลเฉลี่ยของน้ำในแม่น้ำแม่กลองตอนบนในช่วงฤดูฝน	46
5.2	อัตราการไหลเฉลี่ยของน้ำในแม่น้ำแม่กลองตอนบนในช่วงฤดูแล้ง	47
5.3	ความเร็วของกระแสน้ำในฤดูฝนที่ได้จากแบบจำลองอุทกศาสตร์ RMA2	49
5.4	ความเร็วของกระแสน้ำในฤดูแล้งที่ได้จากแบบจำลองอุทกศาสตร์ RMA2	50
5.5	การเปรียบเทียบค่า DO ที่ได้จากแบบจำลองกับค่าคุณภาพน้ำ ที่ได้จากการตรวจวัดในช่วงฤดูฝน	53
5.6	การเปรียบเทียบค่า BOD ที่ได้จากแบบจำลองกับค่าคุณภาพน้ำ ที่ได้จากการตรวจวัดในช่วงฤดูฝน	53
5.7	การเปรียบเทียบค่า DO ที่ได้จากแบบจำลองกับค่าคุณภาพน้ำ ที่ได้จากการตรวจวัดในช่วงฤดูแล้ง	54
5.8	การเปรียบเทียบค่า BOD ที่ได้จากแบบจำลองกับค่าคุณภาพน้ำ ที่ได้จากการตรวจวัดในช่วงฤดูแล้ง	55
5.9	ค่า DO ในช่วงฤดูฝนที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP ที่ปรับเทียบแล้ว เปรียบเทียบกับค่า DO ที่ได้จากการตรวจวัดคุณภาพน้ำภาคสนาม	57
5.10	ค่า BOD ในช่วงฤดูฝนที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP ที่ปรับเทียบแล้ว เปรียบเทียบกับค่า BOD ที่ได้จากการตรวจวัดคุณภาพน้ำภาคสนาม	58
5.11	ค่า DO ในช่วงฤดูแล้งที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP ที่ปรับเทียบแล้ว เปรียบเทียบกับค่า DO ที่ได้จากการตรวจวัดคุณภาพน้ำภาคสนาม	58
5.12	ค่า BOD ในช่วงฤดูแล้งที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP ที่ปรับเทียบแล้ว เปรียบเทียบกับค่า BOD ที่ได้จากการตรวจวัดคุณภาพน้ำภาคสนาม	59
5.13	ค่า DO ในช่วงฤดูฝนที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP เมื่อจำลองตามเงื่อนไขของ base scenario	61

ภาพที่ **หน้า**

5.14 ค่า BOD ในช่วงฤดูฝนที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP เมื่อจำลองตามเงื่อนไขของ base scenario 62
5.15 ค่า DO ในช่วงฤดูฝนที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP เมื่อจำลองตามเงื่อนไขของ scenario ที่ 1 ถึง scenario ที่ 3 63
5.16 ค่า BOD ในช่วงฤดูฝนที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP เมื่อจำลองตามเงื่อนไขของ scenario ที่ 1 ถึง scenario ที่ 3 63
5.17 ค่า DO ในช่วงฤดูฝนที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP เมื่อจำลองตามเงื่อนไขของ scenario ที่ 4 64
5.18 ค่า BOD ในช่วงฤดูฝนที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP เมื่อจำลองตามเงื่อนไขของ scenario ที่ 4 64
5.19 ค่า DO ในช่วงฤดูแล้งที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP เมื่อจำลองตามเงื่อนไขของ base scenario 65
5.20 ค่า BOD ในช่วงฤดูแล้งที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP เมื่อจำลองตามเงื่อนไขของ base scenario 65
5.21 ค่า DO ในช่วงฤดูแล้งที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP เมื่อจำลองตามเงื่อนไขของ scenario ที่ 1 ถึง scenario ที่ 4 66
5.22 ค่า BOD ในช่วงฤดูแล้งที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP เมื่อจำลองตามเงื่อนไขของ scenario ที่ 1 ถึง scenario ที่ 4 67
5.23 ค่า DO ในช่วงฤดูแล้งที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP เมื่อจำลองตามเงื่อนไขของ scenario 5 67
5.24 ค่า BOD ในช่วงฤดูแล้งที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP เมื่อจำลองตามเงื่อนไขของ scenario 5 68
5.25 ค่า DO และค่า BOD ในช่วงฤดูฝนที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP เมื่อจำลองตามเงื่อนไขของ scenario 4 68
5.26 ค่า DO และค่า BOD ในช่วงฤดูแล้งที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP เมื่อจำลองตามเงื่อนไขของ scenario 5 69

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	โครงการชลประทานขนาดเล็กในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลอง	21
3.2	สถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลอง	21
3.3	จำนวนบ่อบาดาลที่ขุดเจาะโดยหน่วยงานราชการต่างๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลอง	22
3.4	ค่า BOD ของน้ำทิ้งจากโรงงานบางประเภท	23
3.5	รายละเอียดของสถานีเก็บตัวอย่างน้ำแม่น้ำแม่กลองของกรมควบคุมมลพิษ	26
4.1	ปริมาตรของแต่ละ segment	36
4.2	รายละเอียดการป้อนข้อมูลลงแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP	37
4.3	จุดเก็บตัวอย่างน้ำในการเก็บตัวอย่างน้ำภาคสนาม	37
4.4	วิธีวิเคราะห์และการเก็บรักษาตัวอย่าง	38
4.5	มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3	38
4.6	อัตราการเกิดน้ำเสีย และค่า BOD ของสุกร ไก่ และโค	42
4.7	ปริมาณการใช้น้ำของพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำ	43
4.8	ค่า mean run off concentration (mg/l) ของแต่ละประเภทการใช้ที่ดิน	43
5.1	จำนวนประชากรในเทศบาลที่อยู่ห่างจากแม่น้ำแม่กลองไม่เกิน 1 กิโลเมตร	44
5.2	พื้นที่และการใช้น้ำในการเกษตรกรรมในพื้นที่ศึกษา	45
5.3	ผลการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในช่วงฤดูฝน	48
5.4	ผลการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในช่วงฤดูแล้ง	49
5.5	การกำหนดค่า k_d และค่า k_a ในการปรับเทียบแบบจำลองในช่วงฤดูฝน	52
5.6	การกำหนดค่า k_d และค่า k_a ในการปรับเทียบแบบจำลองในช่วงฤดูแล้ง	54
5.7	จุดเก็บตัวอย่างน้ำในการเก็บตัวอย่างน้ำภาคสนาม	56
5.8	ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำจากการออกภาคสนามวันที่ 19 สิงหาคม 2549	56
5.9	ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำจากการออกภาคสนามวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2550	57
5.10	scenario ในช่วงฤดูฝน	60
5.11	scenario ในช่วงฤดูแล้ง	60
5.12	ภาระมลพิษของแม่น้ำแม่กลองตอนบนเมื่อคิดตาม scenario ที่ 4 ในช่วงฤดูฝน	70
5.13	ภาระมลพิษของแม่น้ำแม่กลองตอนบนเมื่อคิดตาม scenario ที่ 5 ในช่วงฤดูแล้ง	70
6.1	ค่าของพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ได้จากการปรับเทียบแบบจำลองคุณภาพน้ำ WASP	71
6.2	ค่าประมาณของ TMDL ในรูปของค่า BOD ของแม่น้ำแม่กลองตอนบน	72