

การพัฒนาแบบจำลองน้ำหลากผิวดินเชิงอุทกวิทยาเพื่อใช้สำหรับปากแม่น้ำ
ที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้น-น้ำลง

วิโรจน์ ละอองมณี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีภูมิศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา

มีนาคม 2550

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ วิโรจน์ ละอองมณี ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีภูมิศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชรภรณ์ เชื้อนแก้ว)
.....
(ดร.อานนท์ สนิทวงศ์ ณ อยุธยา)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชรภรณ์ เชื้อนแก้ว)
..... กรรมการ
(ดร.อานนท์ สนิทวงศ์ ณ อยุธยา)
..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งเรือง เลิศศิริวรกุล)
..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ อัมชา ก. บัวเกษร)
..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิญญัติ มั่นพะจิตร)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีภูมิศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประทุม ม่วงมี)
วันที่ ๑ เดือน สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๐

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการศึกษา

จากโครงการพัฒนาอาจารย์สาขาขาดแคลนเพื่อศึกษาในประเทศ

คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสารสนเทศ จันทบุรี

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชรภรณ์
เจือนแก้ว ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และดร. อานนท์ สนิทวงศ์ ณ อยุธยา อาจารย์ที่
ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง

ผู้ศึกษาขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ ไชยสุกร ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทาง
ทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาแนะนำกระบวนการทางธรรมชาติบริเวณ
ปากแม่น้ำ และกรุณาอนุญาตให้ใช้เครื่องมือวัดกระแสน้ำหลายระดับ ขอขอบคุณ อาจารย์สุธีระ
ทองขาว มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ซึ่งกรุณาสอนการใช้งาน เครื่องมือวัดกระแสน้ำหลายระดับ
ขอขอบคุณ นาวาเอกสมมาตร นิลเนียม โรงเรียนนายเรือ กองทัพเรือ ซึ่งกรุณาให้คำแนะนำเรื่องระดับ
น้ำ ดร.ชัยโชค ไวกาษา ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรม ขอขอบคุณ ดร.ดนัย ทายตะคุ
ภาควิชาภูมิสถาปัตย์ คณะสถาปัตยกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งแนะนำเรื่อง การใช้ข้อมูล
ดาวเทียม และขอขอบคุณ คุณเพ็ญจันทร์ ละอองมณี หัวหน้าแผนกแหล่งทำการประมง ศูนย์พัฒนาการ
ประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ช่วยเหลือในด้านวิชาการต่างๆ และเจ้าหน้าที่หน่วยงานอื่น ๆ
ที่ ผู้ศึกษาขอความอนุเคราะห์ ได้แก่ ศูนย์เรือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลง
ของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ กรมอุตุนิคมวิทยา กรมชลประทาน กรมพัฒนาที่ดิน
ศูนย์พัฒนาประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ การท่าเรือแห่งประเทศไทย
และผู้ที่ไม่ได้เอยนามไว้ ณ ที่นี้

วิโรจน์ ละอองมณี

46923466: สาขาวิชา: เทคโนโลยีภูมิศาสตร์; วท.ม. (เทคโนโลยีภูมิศาสตร์)

คำสำคัญ: แบบจำลองน้ำหลากผิวดิน/ น้ำขึ้น-น้ำลง/ ระดับน้ำจากการตรวจวัดด้วยดาวเทียม

วิโรจน์ ละอองมณี: การพัฒนาแบบจำลองน้ำหลากผิวดินเชิงอุทกวิทยา เพื่อใช้สำหรับปากแม่น้ำที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้น-น้ำลง (DEVELOPMENT OF A RUN-OFF MODEL FOR RIVER MOUTHS INFLUENCED BY THE TIDE) อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์: วัชรภรณ์ เชื้อนแก้ว, Ph. D., อานนท์ สนิทวงศ์ ณ อยุธยา, Ph. D. 91 หน้า. ปี พ.ศ. 2550.

วัตถุประสงค์หลักของการศึกษานี้เพื่อพัฒนาแบบจำลองคำนวณน้ำหลากผิวดิน เพื่อสามารถคำนวณอัตราการไหลของน้ำ ณ บริเวณปากแม่น้ำ ซึ่งมีอิทธิพลของน้ำขึ้น-น้ำลงจากระดับน้ำทะเล ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการข้อมูลอัตราการไหลของน้ำ ในบริเวณปากแม่น้ำ

การศึกษานี้แบ่งออกเป็นส่วนใหญ่ ๆ ได้ สามส่วนคือ ส่วนที่หนึ่งรวบรวมข้อมูลด้านอุณิคมวิทยา และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอุทกวิทยา ระหว่าง พ.ศ. 2546 – 2547 เพื่อนำเข้าแบบจำลอง Variable Infiltration Capacity Two Layers และแบบจำลอง Routing โดยใช้พื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา เป็นพื้นที่ศึกษา ส่วนที่สอง ศึกษาเปรียบเทียบผลจากการคำนวณน้ำหลากผิวดินจากแบบจำลองดังกล่าวกับผลจากการวัดอัตราน้ำไหล บริเวณสถานีป้อมพระจุลจอมเกล้า และส่วนที่สามศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลของแบบจำลอง ผลการตรวจวัดอัตราน้ำไหล และระดับน้ำจากการตรวจวัด เพื่อสร้างเป็นแบบจำลองคำนวณน้ำหลากผิวดินที่นำเอาอิทธิพลจากน้ำขึ้น-น้ำลง มาพิจารณาด้วย ใน การศึกษานี้ยังให้ข้อมูลระดับน้ำซึ่งอ่านได้จากการตรวจวัดโดยดาวเทียม (ERS-2) เพื่อใช้ทดแทนระดับน้ำที่ต้องตรวจวัดในแบบจำลองด้วย

ผลการศึกษาพบว่า (1) สามารถคำนวณอัตราการไหลของน้ำบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา ณ เวลาใด ๆ รายชั่วโมง ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยแบบจำลองน้ำหลากผิวดินที่พัฒนาขึ้นดังนี้ $Q_{ij} = -1700L_i + b_j + Q_{vic}$ เมื่อค่าคงที่ “-1700” ใช้ในการคำนวณอัตราการไหลของน้ำ ณ สถานีศูนย์พัฒนาการประมง ฯ “ L ” คือระดับน้ำที่อ่านได้ ณ สถานีน้ำร่อง ปากแม่น้ำเจ้าพระยา ณ เวลา i ส่วน “ b ” คือค่าสัมประสิทธิ์สำหรับอัตราการไหลของน้ำจากแบบจำลอง Routing ณ บริเวณ j และ “ Q_{vic} ” คืออัตราน้ำไหล ณ สถานีค่ายจระประวัดิ นครสวรรค์ ย้อนหลังไป 2 วัน และ (2) การใช้ระดับน้ำซึ่งวัดได้จากดาวเทียมสามารถนำมาใช้ทดแทนระดับน้ำที่ได้จากการตรวจวัด เมื่อปรับเทียบโดยสมการ $y = 1.8731x + 446.75$ เมื่อ y คือ ระดับน้ำที่วัดได้จากดาวเทียม(ERS-2) และ x คือ ระดับน้ำที่วัดได้ในพื้นที่

46923466: MAJOR: GEOGRAPHIC TECHNOLOGY; M.Sc. (GEOGRAPHIC TECHNOLOGY)

KEYWORDS: HYDROLOGY MODEL/ TIDE INFLUENCED/ ALTIMETRY

WIROTE LAONGMANEE: DEVELOPMENT OF A RUN-OFF MODEL FOR RIVER MOUTHS INFLUENCED BY THE TIDE. THESIS ADVISORS: WATCHARAPORN KEANKEO, Ph. D., ANOND SNIDVONGS, Ph. D. 91 P. 2007.

This study aimed to develop a run-off model for calculating water discharge at the mouths of the river influenced by the tide. The model could calculate water discharge hourly at an acceptable level. The results can serve other related research as information resources.

In order to achieve the result, this study was divided into three main stages. Firstly, the meteorological and hydrological data between years 2003 – 2004 were put into the Variable Infiltration Capacity Two-Layer model (VIC-2L) and the Routing model to obtain the water discharge of the Chao Phaya basin. Secondly, the calculated results from the models and observed water discharge data taken from Pom Phachul Chomkhao water measuring station were compared. And then, the relationship between observed data (Q_{ij}), and the results from the models (Q_{vic}) and water level data (L) at the station were investigated. In addition, the water level data taken from the satellite data (ERS-2) were used to develop the run-off model.

The findings revealed (1) the water discharge at the mouth of the river at each hour could be obtained by this developed model: $Q_{ij} = -1700L_i + b_j + Q_{vic}$, Where “-1700” is a constant for discharge calculated at Southeast Asian Fisheries Development Center station; “ L ” is the water level measured or calculated at the Pilot station at time “ i ”; “ b ” is coefficient from the Routing model at station “ j ” or at Nakhon Sawan water measuring station in this study, and “ Q_{vic} ” is a discharge of water taken two days earlier. (2) The water level data taken from the satellite (ERS-2) could be acceptably used to substitute observed water level data, if they are calibrated by $y = 1.8731x + 446.75$ where y is water level data taken from satellite; x is observed water level data.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญภาพ.....	ด
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะรับได้จากการวิจัย.....	2
ขอบเขตของการวิจัย.....	2
ข้อจำกัดของการวิจัย.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
สภาพภูมิประเทศของลุ่มน้ำเจ้าพระยา.....	5
ลักษณะด้านอุทกนิยมนิคมวิทยา.....	9
ลักษณะลำน้ำและพื้นที่หน้าตัดแม่น้ำเจ้าพระยา.....	12
ระดับน้ำและน้ำขึ้น-น้ำลง.....	13
การศึกษาปริมาณน้ำหลากผิวดิน โดยใช้แบบจำลอง Variable Infiltration Capacity.....	14
การใช้ข้อมูลดาวเทียมสำรวจทรัพยากรน้ำ.....	15
3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	17
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	17
ขอบเขตของพื้นที่ศึกษา.....	18
แบบจำลองอุทกวิทยา.....	19
การเตรียมข้อมูลเพื่อนำเข้าแบบจำลอง Variable Infiltration Capacity 2 Layers....	25
ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลอุทกนิยมนิคมวิทยา.....	26

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลสิ่งปกคลุมดิน (Land Cover).....	30
ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลคุณสมบัติของดิน.....	36
การดำเนินการแบบจำลอง VIC-2L.....	42
การเตรียมข้อมูลสำหรับแบบจำลอง Routing.....	43
การดำเนินการแบบจำลอง Routing.....	45
การพัฒนาแบบจำลองน้ำหลากผิวดินเพื่อคำนวณหาปริมาณน้ำหลากผิวดิน ณ บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา.....	49
การตรวจวัดอัตราการไหลด้วยเครื่องมือ Acoustic Doppler Current Profiler.....	50
ข้อมูลระดับน้ำจากการตรวจวัดโดยดาวเทียม.....	52
4 ผลการวิจัย.....	55
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านอุตุนิยวิทยา.....	55
การศึกษาปริมาณน้ำหลากผิวดินด้วยแบบจำลอง Variable Infiltration Capacity 2 Layers (VIC-2L) และแบบจำลอง Routing ในลุ่มน้ำเจ้าพระยา.....	63
การตรวจวัดอัตราการไหลด้วยเครื่องวัดกระแสในหลายระดับ.....	67
การพัฒนาแบบจำลองน้ำหลากผิวดินสำหรับปากแม่น้ำ.....	68
ระดับน้ำจากการตรวจวัดโดยดาวเทียม ERS-2 ในแบบจำลองน้ำหลากผิวดิน ณ ปากแม่น้ำเจ้าพระยา.....	71
5 สรุปและอภิปรายผล.....	74
สรุปผลการศึกษา.....	74
อภิปรายผลการศึกษา.....	76
ข้อเสนอแนะ.....	78
บรรณานุกรม.....	80
ภาคผนวก.....	83
ภาคผนวก ก สถานที่และตำแหน่งพิกัดอุตุนิยวิทยา.....	84
ภาคผนวก ข ตัวอย่างข้อมูลอุตุนิยวิทยา.....	86
ภาคผนวก ค ชุดคำสั่ง Interpolation ข้อมูลอุตุนิยวิทยาใน โปรแกรม Golden Software Surfer 7.0.....	89

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก ง การแบ่งชนิดสิ่งปกคลุมดิน.....	90
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	91

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 ลุ่มน้ำย่อยในลุ่มน้ำเจ้าพระยา	7
2-2 การบริหารจัดการน้ำโดยเขื่อนที่สำคัญในลุ่มน้ำเจ้าพระยา.....	8
2-3 การผันแปรของระดับน้ำสูงสุด-ต่ำสุดในแม่น้ำเจ้าพระยา.....	13
3-1 รายละเอียดข้อมูลของ Vegetation library ในแฟ้มข้อมูล veg_lib.....	33
3-2 รายละเอียดข้อมูลในแฟ้มข้อมูล SoilFile.....	39
3-3 แฟ้มข้อมูลตัวแปรสำหรับการสร้างแฟ้มข้อมูล SoilFile.....	40
3-4 ความเร็วของการไหลเฉลี่ยในแต่ละพื้นที่.....	45
3-5 ข้อมูลกราฟน้ำหลากผิวดินหนึ่งหน่วย (Unit Hydrograph).....	47
3-6 ผลการตรวจวัดอัตราน้ำไหล บริเวณสถานีศูนย์พัฒนาการประมง ฯ วันที่ 16 สิงหาคม พ.ศ. 2549.....	50
3-7 ข้อมูลระดับน้ำจากการตรวจวัดโดยดาวเทียมเปรียบเทียบกับข้อมูลจากมาตรน้ำ.....	54
4-1 รายละเอียดของผลลัพธ์จากแบบจำลอง VIC-2L.....	64
4-2 ผลการตรวจวัดอัตราน้ำไหล บริเวณสถานีศูนย์พัฒนาการประมง ฯ วันที่ 16 สิงหาคม 2549.....	67
4-3 ตัวอย่างผลลัพธ์จากแบบจำลองน้ำหลากผิวดิน ณ ปากแม่น้ำในวันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2546.....	70
4-4 ระดับน้ำที่อ่านค่าได้จากการตรวจวัดโดยดาวเทียม ERS-2.....	72
4-5 ผลลัพธ์ของแบบจำลองน้ำหลากผิวดิน จากการแทนค่าระดับน้ำจากดาวเทียม.....	73

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 แผนที่แสดงขอบเขตลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย.....	6
2-2 แผนที่แสดงค่าอุณหภูมิเฉลี่ยในคาบ 30 ปี.....	9
2-3 แผนที่แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยในคาบ 30 ปี.....	10
2-4 แผนที่แสดงอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยในคาบ 30 ปี.....	10
2-5 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยในคาบ 30 ปี.....	11
2-6 แผนที่แสดงปริมาณการระเหยของความชื้นเฉลี่ยในคาบ 30 ปี.....	11
2-7 แผนที่แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในคาบ 30 ปี.....	12
2-8 แสดงพื้นที่หน้าตัด ของแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณ ท่าเรือคลองเตย.....	12
2-9 ระดับน้ำขึ้น-น้ำลงในแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณป้อมพระจุลจอมเกล้า.....	14
3-1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	17
3-2 แผนที่แสดงขอบเขตลุ่มน้ำพื้นที่ศึกษา.....	18
3-3 แสดงหลักการทำงานของแบบจำลอง VIC-2L.....	20
3-4 แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรในแบบจำลอง VIC-2L.....	21
3-5 หลักการคำนวณของแบบจำลอง VIC-2L สำหรับดินชั้นบน.....	22
3-6 หลักการคำนวณของแบบจำลอง VIC-2L สำหรับดินชั้นล่าง.....	23
3-7 แสดงทิศทางการไหลของน้ำหลากผิวดินและน้ำใต้ดินออกจากพื้นที่.....	24
3-8 แนวคิดการทำงานของ แบบจำลอง Routing.....	24
3-9 แสดงขั้นตอนการเตรียมข้อมูลสำหรับแบบจำลอง VIC-2L.....	27
3-10 ตัวอย่างเพิ่มข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน.....	28
3-11 การแปลงข้อมูลอุณหภูมิตัวเฉลี่ย ด้วย Forcing Files Module โปรแกรม SeaBasin.....	29
3-12 ตัวอย่างรูปแบบข้อมูลอุณหภูมิตัวเฉลี่ยที่แบบจำลอง VIC-2L.....	29
3-13 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลสิ่งปกคลุมดิน.....	30
3-14 แผนที่แสดงสิ่งปกคลุมดิน.....	31
3-15 ตัวอย่างเพิ่มข้อมูล veg_mask.asc.....	32
3-16 ตัวอย่างเพิ่มข้อมูล veg_inde.asc.....	32
3-17 โปรแกรม SeaBasin VegFile Module สำหรับเตรียมข้อมูลสิ่งปกคลุมดิน.....	35
3-18 ตัวอย่างเพิ่มข้อมูล VegFile.....	35
3-19 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลคุณสมบัติดิน.....	36

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3-20 แผนที่แสดงชุดที่ดินในกลุ่มน้ำเจ้าพระยา.....	37
3-21 Module สำหรับสร้าง SoilFile ซึ่งค่าคุณสมบัติต่างของดิน.....	38
3-22 ตัวอย่างข้อมูลในแฟ้มข้อมูล SoilFile.....	38
3-23 แบบจำลอง VIC-2L บนระบบปฏิบัติการ Linux.....	42
3-24 ตัวอย่างผลลัพธ์ของแบบจำลอง VIC-2L.....	43
3-25 แผนที่แสดงชั้นความสูงของกลุ่มน้ำเจ้าพระยา.....	44
3-26 การดำเนินการแบบจำลอง Routing.....	48
3-27 แสดงตัวอย่างการเปรียบเทียบเพื่อปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลอง Routing...	49
3-28 แผนที่แสดงร่องน้ำบริเวณศูนย์พัฒนาการประมงฯ ป้อมพระจุลจอมเกล้า.....	51
3-29 แสดงตัวอย่างหน้าจอคอมพิวเตอร์ของโปรแกรม RD WinRiver ขณะวัดอัตราการไหล...	52
3-30 แสดงหน้าจอสืบค้นข้อมูลความสูงระดับน้ำจากโครงการ Real-Time Altimetry.....	53
3-31 แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีวัดระดับน้ำ และตำแหน่งการตรวจวัดด้วยดาวเทียม.....	54
4-1 แผนที่แสดงสถานีตรวจวัดน้ำฝนและปริมาณน้ำฝนสะสมในปี พ.ศ.2546.....	57
4-2 แผนที่แสดงสถานีตรวจวัดน้ำฝนและปริมาณน้ำฝนสะสมในปี พ.ศ.2547.....	58
4-3 แผนที่แสดงอุณหภูมิอากาศสูงสุดรายวันเฉลี่ยตลอดปี พ.ศ. 2546.....	59
4-4 แผนที่แสดงอุณหภูมิสูงสุดรายวันเฉลี่ยตลอดปี พ.ศ.2547.....	60
4-5 แผนที่แสดงอุณหภูมิอากาศต่ำสุดรายวันเฉลี่ยตลอดปี พ.ศ. 2546.....	61
4-6 แผนที่แสดงอุณหภูมิกอากาศต่ำสุดรายวันเฉลี่ยตลอดปี พ.ศ. 2547.....	62
4-7 ตัวอย่างแฟ้มข้อมูล ซึ่งคำนวณได้จากแบบจำลอง VIC-2L.....	63
4-8 แผนภูมิอัตราการไหลเฉลี่ยรายเดือน.....	65
4-9 แผนภูมิแสดงอัตราการไหลรายวัน.....	66
4-10 แผนภูมิแสดงอัตราการไหล ณ สถานีศึกษา ศูนย์พัฒนาการประมงฯ.....	66
4-11 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระดับน้ำ ณ สถานีศูนย์พัฒนาการประมงฯ กับ ADCP...	68
4-12 แผนภูมิแสดงอัตราการไหลของน้ำ รายชั่วโมง เดือนกันยายน พ.ศ. 2546.....	71
4-13 แผนภูมิความสัมพันธ์ระดับน้ำจากดาวเทียม ERS-2 กับระดับน้ำจากมาตราน้ำ.....	72
5-1 แผนภูมิเปรียบเทียบผลจากแบบจำลองกับผลการตรวจวัดอัตราการไหลของน้ำ.....	75