

496

แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่ารายเดือน



นาย สุชาติ ศิริจั่งสกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2539

ISBN 974-633-787-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I16923893

**A MONTHLY RAINFALL - RUNOFF MODEL**

**Mr. Suchart Sirijungsakul**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements**

**For the Degree of Master of Engineering**

**Department of Civil Engineering**

**Graduate School**

**Chulalongkorn University**

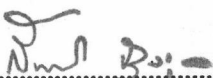
**1996**

**ISBN 974-633-787-4**

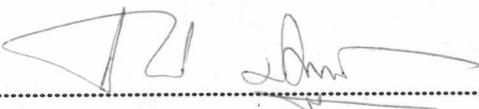
หัวข้อวิทยานิพนธ์                      แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่ารายเดือน  
โดย    นาย สุชาติ ศิริจิงสกุล  
ภาควิชา                                        วิศวกรรมโยธา  
อาจารย์ที่ปรึกษา                        รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพันธุ์ รักวิจัย

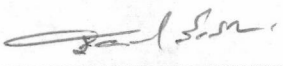


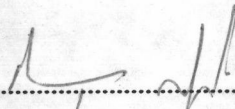
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น  
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

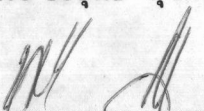
  
..... กณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ กุงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ประดิษฐานนท์)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพันธุ์ รักวิจัย)

  
..... กรรมการ  
(อาจารย์ ชัยยุทธ สุขศรี)

  
..... กรรมการ  
(อาจารย์ ดร.เสรี จันทรโยธา)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

สุชาติ ศิริจัสกุล : แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่ารายเดือน  
(A MONTHLY RAINFALL-RUNOFF MODEL) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ชัยพันธุ์ รักวิจัย,  
204 หน้า. ISBN 974-633-787-4

การศึกษานี้มุ่งเน้นศึกษาแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่ารายเดือน โดยเริ่มจากแบบจำลอง WRECU-I ที่คิดขึ้นโดย รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพันธุ์ รักวิจัย ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อประมาณ พ.ศ. 2536-2537 ซึ่งเป็นแบบจำลอง ประเภท Non-linear Lumped และ Deterministic Model ใช้ข้อมูลป้อนเข้าคือปริมาณฝนรายเดือนโดยคิดปริมาณฝนย้อนหลัง (Antecedent Rainfall) 3 เดือน รวมเดือนปัจจุบัน และให้ผลลัพธ์เป็นข้อมูลน้ำท่ารายเดือน กำหนดพื้นที่ศึกษา กลุ่มน้ำเพชรบุรี และกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตะวันตกหรือกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์ และใช้แบบจำลองสังเคราะห์น้ำท่ารายเดือน ของกลุ่มน้ำย่อยทั้งหมด 14 กลุ่มน้ำ (14 สถานีวัดน้ำท่า) มีพื้นที่รับน้ำฝนประมาณ 11 ถึง 7,500 ตร.กม. และใช้แบบจำลอง HEC-4PC สังเคราะห์น้ำท่าจากข้อมูลน้ำฝน เป็นระบบทั้งกลุ่มน้ำ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบ และทดลองใช้แบบจำลอง WRECU-I กับกลุ่มน้ำป่าสักที่สถานี S.9 พื้นที่รับน้ำฝน 14,374 ตร.กม. และกลุ่มน้ำแควใหญ่สถานี KE.8 พื้นที่รับน้ำฝน 4,960 ตร.กม.

ผลการศึกษาสรุบได้ว่าแบบจำลอง WRECU-I สังเคราะห์น้ำท่ารายเดือนให้ผลลัพธ์ได้ดีกับ กลุ่มน้ำเพชรบุรี และกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์ โดยเฉพาะช่วงเวลาที่มียัตตราการไหลสูงสุด (Peak Flow) แบบจำลองให้ค่าใกล้เคียงข้อมูลจากการวัด การใช้แบบจำลองกับกลุ่มน้ำป่าสัก และกลุ่มน้ำแควใหญ่ พบว่าที่การไหลสูงสุด แบบจำลองคงให้ค่าที่ใกล้เคียงเช่นกัน แต่ที่การไหลต่ำ (Low Flow) แบบจำลองให้ค่าที่แตกต่างจากแบบจำลองอื่นมาก ดังนั้นการนำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้งานจึงเหมาะสำหรับใช้ศึกษาการใช้น้ำ (Water Use Study) แต่ไม่เหมาะกับการศึกษาที่อัตราการไหลต่ำ เช่น เรื่องคุณภาพน้ำ เป็นต้น

เมื่อศึกษาเปรียบเทียบกับแบบจำลอง HEC-4PC พบว่าแบบจำลอง WRECU-I สังเคราะห์น้ำท่าในช่วงที่มีการไหลสูงแม่นยำทั้งปริมาณและช่วงเวลาที่เกิด ในขณะที่แบบจำลอง HEC-4PC ให้ค่าสถิติที่สำคัญของข้อมูลน้ำท่าสังเคราะห์ใกล้เคียงกับข้อมูลน้ำท่าจากการวัด แต่ให้ค่าการไหลสูงสุดไม่ตรงกับปรากฏการณ์ที่น้ำจะเป็นเมื่อเทียบกับข้อมูลน้ำฝน

ภาควิชา ..... วิศวกรรมโยธา .....  
สาขาวิชา ..... วิศวกรรมแหล่งน้ำ .....  
ปีการศึกษา ..... 2538 .....

ลายมือชื่อนิสิต .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....



## C515309 : MAJOR CIVIL ENGINEERING  
KEY WORD: A MONTHLY RAINFALL-RUNOFF MODEL/RAINFALL-RUNOFF MODEL

SUCHART SIRIJUNSAKUL : A MONTHLY RAINFALL-RUNOFF MODEL.

THESIS ADVISOR : ASSO.PROF.CHAIPANT RUKVICHAI, Ph.D. 204pp.

ISBN 974-633-787-4

This study aims at a monthly rainfall-runoff model beginning with WRECU-I Model. It was initiated by Assoc.Prof. Chaipant Rukvichai, Ph.D., Department of Water Resources Engineering, Chulalongkorn University in 1993-1994. The model is nonlinear, lumped and deterministic. The model input are antecedent rainfall during the past 3 month period and the model output is the synthesized runoff for the current month. The study area are the Petchaburi Basin and the West Coast Gulf of Thailand Basin or the Prachuab Kirikhan Coast Basin. The model are used to synthesize runoff of 14 subbasins ranging from 11-7,500 sq.km. in basin area. The model HEC-4PC are adopted to synthesize runoff from rainfall data in a systematic manner for comparison. Finally, the WRECU-I Model are tested with runoff of the Pasak Riverbasin at Station S.9 and the Quae Yai Riverbasin at Station KE.8 which have the basin areas of 14,374 and 4,960 sq.km. respectively.

It is concluded that the WRECU-I Model can synthesize monthly runoff very well for Petchaburi Basin and Prachuab Kirikhan Coast Basin. The peak flow synthesized by the model mostly agree with the observed data. Similar results are found with the Pasak Riverbasin and the Quae Yai Riverbasin. However, the low flow resulting from the model are quite different with other models. Consequently, the model use is appropriate with the case of water use study and may be in applicable with the study related to low flow e.g. water quality etc.

When compared with the HEC-4PC, the WRECU-I Model can better synthesize runoff during the high flow period in terms of both quantity and time of occurrence. Though, the HEC-4PC give the important statistics of the synthesized runoff very close to those of the observed data. The resulted peak flow are often unreliable comparing with rainfall data.

ภาควิชา..... วิศวกรรมโยธา.....

สาขาวิชา..... วิศวกรรมแหล่งน้ำ.....

ปีการศึกษา..... 2538.....

ลายมือชื่อนิติ.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



ฉ

## กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าใคร่ขอกราบพระคุณคณาจารย์ของภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนวิชาความรู้ต่างๆ แก่ข้าพเจ้าโดยเฉพาะรองศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ประดิษฐานนท์ อาจารย์ชัยยุทธ สุขศรี และอาจารย์ ดร.เสรี จันทโรโยธา และโดยเฉพะอย่างยิ่ง รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพันธุ์ รักรวิชัย ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ท่านได้ให้ความช่วยเหลือ ความรู้ และปรัชญาในการดำรงชีวิต ตลอดจนครอบครัวของท่านที่เอื้อเฟื้อไมตรีจิตที่ดีกับข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาที่ศึกษาอยู่

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ เร่งรัดพัฒนาชนบทจังหวัดกาญจนบุรี คุณปราณี สุพรรณพงศ์ และหัวหน้าฝ่ายสำรวจและออกแบบ คุณไพบูลย์ วัชรนทรวงศ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ต่อข้าพเจ้าในการทำวิทยานิพนธ์นี้เป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ชาวมรมวิศวกรรมแหล่งน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่าน ที่ได้ช่วยเหลือให้การสนับสนุนด้วยดี โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คุณประกอบ ยิ่งชล คุณฉัฐวุฒิ วรรณานุสาร และคุณชรินทร์ ไชยมาเสรีกุล ที่นอกจากจะพิมพ์/ทานวิทยานิพนธ์แล้วยังให้ความอนุเคราะห์ต่อข้าพเจ้าในการทำวิทยานิพนธ์นี้เป็นอย่างสูง

สุดท้ายข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดา-มารดา และพี่ๆ ของข้าพเจ้า โดยเฉพาะคุณจุตพร คุณย์กิจธรรม ที่สนับสนุนให้ข้าพเจ้าได้รับการศึกษาจนถึงปัจจุบัน ขอขอบคุณ คุณนพดลและคุณอมรรัตน์ บัวแก้ว ที่ให้ความอนุเคราะห์อย่างยิ่ง และขอขอบคุณภรรยาข้าพเจ้าที่ให้การสนับสนุนและอดทนเป็นกำลังใจแก่ข้าพเจ้าตลอดมา

สุชาติ ศิริจัสกุล

สารบัญ



	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญรูป.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์.....	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา.....	2
1.4 วิธีการดำเนินการศึกษา.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา.....	6
2.1 ที่ตั้งทางภูมิศาสตร์และระบบคมนาคม.....	6
2.2 สภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศ.....	8
2.3 ลักษณะดิน.....	20
2.4 การใช้ที่ดิน.....	26
2.5 สภาพฝน.....	27
2.6 สภาพอุทกวิทยาน้ำท่า.....	40
2.7 สรุปความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำฝน-น้ำท่า.....	41
บทที่ 3 การศึกษาที่ผ่านมา.....	43
3.1 แบบจำลองทางอุทกวิทยา (Hydrological Models).....	43
3.2 แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า.....	45
3.3 แบบจำลอง Stanford Watershed Model IV (SWM).....	48
3.4 แบบจำลอง SSARR (Streamflow Synthesis and Reservoir Regulation).....	51



สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5 แบบจำลอง SACRAMENTO.....	52
3.6 แบบจำลองถัง (TANK MODEL).....	56
3.7 แบบจำลอง NAM.....	60
3.8 แบบจำลอง HEC-4.....	64
3.9 การคำนวณน้ำท่าจากน้ำฝนและลักษณะลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....	69
3.10 การประเมินหาน้ำท่ารายเดือนโดยใช้วิธี Linear Programming.....	71
บทที่ 4 แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่ารายเดือน.....	74
4.1 ขั้นตอนและวิธีการ.....	74
4.2 การใช้แบบจำลองทางสถิติ HEC-4.....	76
4.3 แบบจำลอง WRECU-I.....	77
4.4 การทดสอบแบบจำลองในลุ่มน้ำเพชรบุรี.....	79
4.5 การทดสอบแบบจำลองในลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์.....	94
4.6 การทดสอบแบบจำลองในลุ่มน้ำอื่น ๆ.....	103
4.7 บทวิเคราะห์ผลการพัฒนาและทดสอบแบบจำลอง WRECU-I.....	107
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	119
5.1 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	119
5.2 ข้อคิดเห็นเสนอแนะ.....	122
รายการอ้างอิง.....	123
ภาคผนวก ก เอกสารข้อมูลการศึกษาสภาพฝน.....	125
ภาคผนวก ข เอกสารข้อมูลผลการศึกษาสภาพน้ำท่า.....	145
ภาคผนวก ค ตัวอย่างผลการสังเคราะห์น้ำท่ารายเดือนจากแบบจำลอง WRECU-I.....	166
ภาคผนวก ง กราฟเปรียบเทียบข้อมูลน้ำท่าสังเคราะห์จาก WRECU-I และ HEC-4 กับข้อมูล น้ำฝน และตัวอย่างข้อมูลน้ำฝนจากการสังเคราะห์โดย HEC-4.....	183
ประวัติผู้เขียน.....	204



สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	สถิติภูมิอากาศ อ.เมือง จ.เพชรบุรี.....	17
2-2	สถิติภูมิอากาศของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ในคาบ 30 ปี (พ.ศ.2504-2533).....	19
2-3	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดเพชรบุรี.....	35
2-4	การจำแนกการใช้ที่ดินจังหวัดเพชรบุรี.....	36
2-5	ข้อมูลการใช้ที่ดินประจำอำเภอต่าง ในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์.....	37
2-6	การเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดินถือครองทางการเกษตร จังหวัดประจวบคีรีขันธ์...	38
3-1	ตัวอย่างรายชื่อแบบจำลองประเภท EBSS และส่วนประกอบของแบบจำลอง.....	49
3-2	ตัวอย่างรายชื่อแบบจำลองประเภท CSS และส่วนประกอบของแบบจำลอง.....	50
3-3	ค่า Constant, C ของ 18 ลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....	73
4-1	สรุปชุดของสถานีน้ำฝน-น้ำท่าที่ใช้ในการสังเคราะห์ โดยแบบจำลอง HEC-4PC.....	80
4-2	ความสัมพันธ์ของข้อมูลน้ำฝนและน้ำท่ารายเดือนระหว่างสถานีต่าง ๆ ในลุ่มน้ำเพชรบุรี.....	85
4-3	สรุปเปรียบเทียบค่าสถิติที่สำคัญของผลการทดสอบแบบจำลอง WRECU-I ที่ห้วยแม่ประจันต์ (B.7).....	89
4-4	สรุปเปรียบเทียบค่าสถิติที่สำคัญของผลการทดสอบแบบจำลอง WRECU-I ที่ห้วยผาก (B.8).....	93
4-5	ความสัมพันธ์ของข้อมูลน้ำฝนและน้ำท่ารายเดือนที่สถานีต่าง ๆ ในลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์.....	95
4-6	สรุปเปรียบเทียบค่าสถิติที่สำคัญของผลการทดสอบแบบจำลอง WRECU-I ที่คลองกุย (Ky.2).....	98
4-7	สรุปเปรียบเทียบค่าสถิติที่สำคัญของผลการทดสอบแบบจำลอง WRECU-I ที่คลองบางสะพานใหญ่ (GT.7).....	102
4-8	สรุปเปรียบเทียบค่าสถิติที่สำคัญของผลการทดสอบแบบจำลอง WRECU-I ที่คลองบางสะพานน้อย (GT.11).....	106
4-9	สรุปค่าพารามิเตอร์ แบบจำลอง WRECU-I สมการ (I) ของลุ่มน้ำย่อยที่ศึกษา.....	117
4-10	การเปรียบเทียบค่าสถิติที่สำคัญของข้อมูลจากการวัดและจากการสังเคราะห์ โดยแบบจำลอง WRECU-I และ แบบจำลอง HEC-4PC.....	118

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1-1	ตำแหน่งที่ตั้งลุ่มน้ำเพชรบุรีและลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตะวันตก.....	5
2-1(ก)	แผนที่ลักษณะภูมิประเทศลุ่มน้ำเพชรบุรี.....	10
2-1(ข)	แผนที่ลักษณะภูมิประเทศลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์.....	11
2-2	รูปตัดตามยาวแม่น้ำในลุ่มน้ำเพชรบุรี.....	13
2-3	สถิติข้อมูลสภาพอากาศ อ.เมืองเพชรบุรี (2504-2533).....	16
2-4	สถิติภูมิอากาศ สถานี อ.เมืองจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ในคาบ 30 ปี (2504-2533).....	18
2-5	ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะภูมิประเทศกับดินชุดต่าง ๆ ในลุ่มน้ำเพชรบุรี.....	23
2-6	ลักษณะดินจังหวัดเพชรบุรี.....	24
2-7	ลักษณะสภาพดินของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์.....	25
2-8	แผนที่แสดงหน่วยดินจังหวัดเพชรบุรี.....	29
2-9	แผนที่แสดงการใช้ที่ดินจังหวัดเพชรบุรี.....	32
2-10	แผนที่แสดงการใช้ที่ดินของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์.....	34
2-11	ทิศทางลมมรสุมที่พัดผ่านประเทศไทย.....	39
3-1	การจำแนกประเภทของแบบจำลองทางอุทกวิทยา.....	44
3-2	โครงสร้างของแบบจำลองประเภท Continuous Streamflow Simulation (CSS).....	50
3-3	โครงสร้างของแบบจำลอง Stanford Watershed Model IV.....	53
3-4	การทำงานของแบบจำลอง SSARR (Watershed และ Channel Models).....	54
3-5	แนวคิดการสร้างแบบจำลอง Sacramento.....	55
3-6	ตัวอย่างโครงสร้างของแบบจำลองดัง.....	57
3-7	โครงสร้างของแบบจำลอง NAM (DHI, 1986).....	62
3-8	Isoline ของค่าคงที่ C ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย.....	72
4-1	ขั้นตอนและขบวนการในการพัฒนาแบบจำลอง WRECU-I .....	75
4-2	ขั้นตอนการทำงานของแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า รายเดือน WRECU-I.....	81

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4-3(ก) ตำแหน่งสถานีวัดน้ำท่าและน้ำฝนของพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำเพชรบุรีและลุ่มน้ำชายฝั่งทะเล ประจวบคีรีขันธ์.....	83
4-3(ข) อัตราส่วนของพื้นที่รับน้ำฝนในลุ่มน้ำเพชรบุรีที่สถานี B.7 และ B.8 แบ่งโดยวิธี THIESSEN POLYGON .....	84
4-4 เปรียบเทียบน้ำท่าสังเคราะห์กับวัดจริง ที่ห้วยแม่ประจันต์ (B.7) โดยใช้ฝนเดี่ยว.....	86
4-5 เปรียบเทียบน้ำท่าสังเคราะห์กับวัดจริง ที่ห้วยแม่ประจันต์ (B.7) โดยใช้ฝนลุ่มน้ำ .....	87
4-6 เปรียบเทียบน้ำท่าสังเคราะห์กับวัดจริง ที่ห้วยแม่ประจันต์ (B.7) โดยใช้สมการ (II) (III ) และ (IV) .....	88
4-7 เปรียบเทียบน้ำท่าสังเคราะห์กับวัดจริง ที่ห้วยผาก (B.8) โดยสมการ (I).....	91
4-8 เปรียบเทียบน้ำท่าสังเคราะห์กับวัดจริง ที่ห้วยผาก (B.8) โดยใช้สมการ (II) (III) และ (IV).....	92
4-9 เปรียบเทียบน้ำท่าสังเคราะห์กับวัดจริง ที่คลองกุย โดยใช้สมการ (I) และ (II).....	96
4-10 เปรียบเทียบน้ำท่าสังเคราะห์กับวัดจริง ที่คลองกุย (Ky.2) โดยใช้สมการ (III) และ(IV)	97
4-11 เปรียบเทียบน้ำท่าสังเคราะห์กับวัดจริง ที่คลองสะพานใหญ่ (GT.7) สมการ (I).....	100
4-12 เปรียบเทียบน้ำท่าสังเคราะห์กับวัดจริงที่คลองบางสะพานใหญ่ (GT.7) สมการ(II) (III) และ (IV).....	101
4-13 เปรียบเทียบน้ำท่าสังเคราะห์กับวัดจริงที่คลองบางสะพานน้อย (GT.11) สมการ (I).....	104
4-14 เปรียบเทียบน้ำท่าสังเคราะห์กับวัดจริง ที่คลองบางสะพานน้อย(GT.11) โดยใช้สมการ (II) (III) และ (IV).....	105
4-15 ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนและอัตราส่วนของพื้นที่รับน้ำในลุ่มน้ำป่าสัก.....	110
4-16 เปรียบเทียบน้ำท่าสังเคราะห์กับวัดจริงของสถานี S.9 แม่น้ำป่าสัก.....	111
4-17 เปรียบเทียบน้ำท่าสังเคราะห์ (TANK และ WRECU-I MODEL) กับวัดจริงของสถานี S.9 แม่น้ำป่าสัก.....	112
4-18 ที่ตั้งลุ่มน้ำแควใหญ่ สถานี KE.8 และสถานีวัดน้ำฝนในลุ่มน้ำ.....	114
4-19 เปรียบเทียบน้ำท่าสังเคราะห์กับวัดจริงของสถานี KE.8 แม่น้ำแควใหญ่.....	115
4-20 เปรียบเทียบน้ำฝน-น้ำท่าวิเคราะห์โดยแบบจำลอง WRECU-I และโดย Linear Programming.....	116