

การออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน



นางสาวอุณากร รัตน์เสถียร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-53-2534-1

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A DESIGN AND DEVELOPMENT OF A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR WATER
ALLOCATION IN AN IRRIGATION PROJECT

Miss Unakon Rattanasathian

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Computer Science

Department of Computer Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University


Academic Year 2005

ISBN 974-53-2534-1

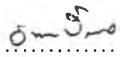
481662


หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำใน โครงการชลประทาน
โดย	นางสาวอุณากร รัตนเสถียร
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. โปรตปราน บุญยพุกกณะ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.สุจิต คุณธนกุลวงศ์

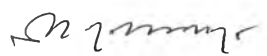
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารบัณฑิต

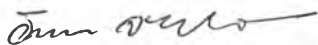

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

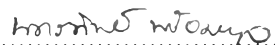
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วันพร ปั่นเก่า)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร.โปรดปราน บุญยพุกกณะ)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา(ร่วม)
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุจิต คุณธนกุลวงศ์)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธนาวรรณ จันทรัตนไพบูลย์)


..... กรรมการ
(อาจารย์ นครทิพย์ พร้อมพูล)

อุณากร รัตนเสถียร : การออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน. (A DESIGN AND DEVELOPMENT OF A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR WATER ALLOCATION IN AN IRRIGATION PROJECT) อ.ที่ปรึกษา : อ.ดร.โปรดปราน บุญยพุกกณะ, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ.ดร.สุจิต คุณธนกุลวงศ์, 197 หน้า. ISBN 974-53-2534-1.

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน โดยสะสมความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ ระบบเสนอทางเลือกในการตัดสินใจจัดสรรน้ำผ่านประตูน้ำเพื่อส่งไปในแต่ละพื้นที่ จากการคำนวณต้นแบบและสมการที่เกี่ยวข้องกับการชลประทานที่สำคัญและจำเป็น

การตัดสินใจจัดสรรน้ำจำเป็นต้องใช้ข้อมูลปริมาณมากและอาศัยประสบการณ์จากผู้เชี่ยวชาญ โดยเฉพาะในประเทศไทยที่ขาดแคลนวิศวกรผู้เชี่ยวชาญในการจัดสรรน้ำและมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกอย่างรวดเร็ว ดังนั้นระบบที่นำเสนอนี้จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะช่วยทำให้การตัดสินใจจัดสรรน้ำเป็นไปด้วยความสะดวก โดยรวบรวมต้นแบบและสมการการใช้น้ำของพืช ความสามารถของคลองส่งน้ำ นโยบายการจัดสรรน้ำแบบต่างๆ ระบบสามารถนำเสนอทางเลือกในการจัดสรรน้ำที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความต้องการน้ำของพืช ประวัติการจัดสรรน้ำในอดีต พื้นที่เสียหาย และปริมาณน้ำจากแหล่งอื่น นอกเหนือจากนั้น ระบบยังอนุญาตให้ผู้ใช้สามารถปรับแก้ค่าของตัวแปรที่ไม่อาจคาดการณ์ได้ และข้อมูลที่มีอาจคาดเดาล่วงหน้า เช่น ปริมาณฝน เป็นต้น และระบบจะจำลองผลลัพธ์เพื่อให้ผู้ใช้ได้เลือกวิธีการจัดสรรน้ำที่เหมาะสมได้

จากการทดสอบระบบพบว่าระบบการตัดสินใจจัดสรรน้ำที่เสนอนั้นให้ผลเป็นที่น่าพอใจ และสามารถช่วยแจ้งวิศวกรให้สามารถตัดสินใจจัดสรรน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และเป็นต้นแบบในการตัดสินใจจัดสรรน้ำให้กับพื้นที่โครงการชลประทานอื่นๆ ต่อไป

ภาควิชา... วิศวกรรมคอมพิวเตอร์..... ลายมือชื่อนิสิต..... ๑๙๙๙/.....
สาขาวิชา...วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา2548..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4570656821 : MAJOR Computer Engineering



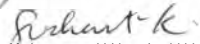
KEY WORD: DECISION SUPPORT SYSTEM / DSS, WATER ALLOCATION / IRRIGATION / IRRIGATION SYSTEM / WATER REQUIREMENT

UNAKON RATTANASATHIAN : A DESIGN AND DEVELOPMENT OF A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR WATER ALLOCATION IN AN IRRIGATION PROJECT. THESIS ADVISOR : PROADPRAN PUNYABUKKANA, Ph.D., THESIS COADVISOR : ASSOC. PROF. SUCHARIT KOONTANAKULVONG, Ph.D., 197 pp. ISBN 974-53-2534-1.

This thesis proposes a Decision Support System (DSS) for water allocation in an irrigation project in Thailand. By accumulating knowledge from experts, this systems offers decision to allocate water to each area through water gates using series of water usage and water allocation models.

Decision to allocate the right amount of water especially to the agriculture areas is a sensitive task that requires large amount of data and experiences. In Thailand, such problem is magnified due to the lack of experts and the rapid change of crops growing area. This thesis aims at collecting necessary models including water usage, capacity of canels, water allocation policy, etc. The system presents best decisions to allocate water through water gates based on historical data, damage areas and other water sources. Furthermore, the system allows the users to change some of the parameters to account for unknown data and other unanticipated information such as rains etc. The system simulates the results based on user-input parameters and recommends best solutions for the users.

The test of the systems shows satisfactory results which would help notice water resource engineers to allocate the water more effectively. This systems may serve as a model to allocate water in other irrigation areas.

Department.....	Computer Engineering....	Student's signature.....	
Field of study....	Computer Science.....	Advisor's signature.....	
Academic year	2005.....	Co-advisor's signature.....	

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลและหน่วยงานต่างๆ ดังต่อไปนี้

ขอขอบคุณ กรมชลประทาน โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชั้นสูตรที่ให้ความอนุเคราะห์ ข้อมูลต่างๆ โดยเฉพาะคุณวิเชียร ศรีศักดิ์ และคุณยุทธนา เพชรอินทร์ ที่ให้ความรู้ ให้ ประสพการณ์ ให้คำแนะนำดีชมและแนวทางปรับปรุงแก้ไขจนกระทั่งวิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้า สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ที่ให้ทุนกับโครงการติดตามข้อมูลน้ำบาดาล ทำให้ผู้ศึกษาได้เข้าร่วมโครงการในตำแหน่งผู้ช่วยวิจัยและให้ข้อมูลต่างๆ กับการศึกษา ครั้งนี้ด้วย และขอขอบคุณนักวิจัยในโครงการทุกท่านที่ให้คำปรึกษา

ขอขอบคุณภาคีวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านอุปกรณ์ คอมพิวเตอร์ และบุคคลากรในหน่วยวิจัยโครงการติดตามข้อมูลน้ำบาดาลที่ให้ความช่วยเหลือใน ด้านการประสานงาน

ขอขอบคุณกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ผู้ช่วยศาสตราจารย์วันพร บั้นเก่า ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธนาวรรณ จันทร์ตนไพบูลย์ และอาจารย์นครทิพย์ พร้อมพูล ที่ให้คำแนะนำ ตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณอาจารย์ ดร.โปรดปราน พิตรสาธรร รองศาสตราจารย์ ดร.สุจิต คุนธนกุลวงศ์ คุณโชคชัย สุทธิธรรมจิต และคุณदनัย จำปานิล ซึ่งได้ให้คำปรึกษาแนะนำและให้ข้อคิดเห็นด้วยดี มาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณเพื่อนๆ พี่ๆ ในภาคีวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ที่ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือ ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณมารดาของข้าพเจ้าที่ให้อำลังใจและสนับสนุนตลอดมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฅ
สารบัญตาราง.....	ท
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	5
1.3 ขอบเขตงานวิจัย.....	5
1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย.....	6
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	8
1.6 ลำดับการจัดเรียงเนื้อหาในวิทยานิพนธ์.....	8
บทที่ 2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	9
2.1 ทฤษฎีด้านการออกแบบและพัฒนาระบบ.....	9
2.2 ทฤษฎีด้านระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System: DSS).....	10
2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System : DBMS) ..	11
2.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับปริมาณน้ำเพื่อการชลประทาน.....	12
2.5 งานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง.....	15
2.6 สรุป.....	19
บทที่ 3 การศึกษาแนวทางการจัดสรรน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชั้นสูตร.....	20
3.1 ลักษณะของโครงการชลประทานโดยทั่วไปในเขตที่ราบภาคกลางตอนล่าง.....	20
3.2 รูปแบบการจัดสรรน้ำระดับโครงการของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชั้นสูตร.....	21
3.3 แนวทางการจัดสรรน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชั้นสูตร.....	24
บทที่ 4 การวิเคราะห์และออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการ ชลประทาน.....	28
4.1 การออกแบบการทำงานของโปรแกรม.....	28
4.2 การออกแบบความสัมพันธ์ข้อมูล และฐานข้อมูล.....	48

4.3 การออกแบบสถาปัตยกรรม.....	54
4.4 การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้.....	55
4.5 การออกแบบระบบรักษาความปลอดภัย	67
4.6 การออกแบบโปรแกรม	68
บทที่ 5 การพัฒนาระบบและทดสอบระบบ	77
5.1 ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ.....	77
5.2 การพัฒนาระบบ.....	77
5.3 การทดสอบระบบ	89
บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	96
6.1 บทสรุป	96
6.2 ข้อจำกัดของระบบ.....	97
6.3 ข้อเสนอแนะ	97
รายการอ้างอิง	98
ภาคผนวก	100
ภาคผนวก ก โครงสร้างของตารางที่ใช้ในระบบ.....	101
ภาคผนวก ข การออกแบบหน้าจอสำหรับแต่ละส่วนประสานงาน.....	122
ภาคผนวก ค แผนภาพแสดงระเบียบวิธีการคำนวณ.....	178
ภาคผนวก ง ตัวอย่างรายงานที่ใช้ในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชั้นสูงตร	188
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	197

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 1.1 พื้นที่บริเวณโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชั้นสูตร และโครงการใกล้เคียง.....	3
รูปที่ 1.2 แผนผังแสดงทิศทางการไหลของน้ำ.....	4
รูปที่ 3.1 แผนผังการจัดสรรน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชั้นสูตร.....	22
รูปที่ 3.2 แผนผังแสดงระบบการจัดสรรน้ำทั้งโครงการในเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา ชั้นสูตร.....	25
รูปที่ 3.3 พื้นที่บริเวณโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชั้นสูตร และโครงการใกล้เคียง.....	26
รูปที่ 4.1 แผนภาพรวมของระบบสารสนเทศสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการ ชลประทาน.....	29
รูปที่ 4.2 กระบวนการทั้งหมดของระบบ (กระบวนการที่ 1 - 2).....	30
รูปที่ 4.3 กระบวนการทั้งหมดของระบบ (กระบวนการที่ 3 - 4).....	31
รูปที่ 4.4 กระบวนการทำงานในโหมดติดตั้งโครงการ.....	32
รูปที่ 4.5 กระบวนการทำงานในโหมดควบคุมบานประตูและจำลองสถานการณ์.....	34
รูปที่ 4.6 กระบวนการประมวลผลการจัดสรรน้ำ.....	35
รูปที่ 4.7 กระบวนการคำนวณความต้องการน้ำของพืชแบบละเอียด.....	37
รูปที่ 4.8 กระบวนการคำนวณความต้องการน้ำของพืชแบบรวดเร็ว.....	38
รูปที่ 4.9 กระบวนการจัดสรรน้ำตามนโยบาย.....	40
รูปที่ 4.10 กระบวนการประมวลผลโดยจัดสรรน้ำตามรอบเวร.....	42
รูปที่ 4.11 กระบวนการประมวลผลโดยจัดสรรน้ำตามความต้องการน้ำ.....	43
รูปที่ 4.12 กระบวนการประมวลผลโดยจัดสรรน้ำตามรูปแบบ.....	44
รูปที่ 4.13 กระบวนการประมวลผลโดยจัดสรรน้ำตามที่เคยจัดในอดีต.....	45
รูปที่ 4.14 กระบวนการวางแผนส่งน้ำรายฤดู.....	47
รูปที่ 4.15 กระบวนการทำงานในโหมดการสร้างรายงาน.....	48

รูปที่ 4.16 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในกลุ่มของบ่อน้ำใต้ดินของ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน.....	48
รูปที่ 4.17 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในกลุ่มของสถานีวัดปริมาณน้ำฝนของ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน.....	49
รูปที่ 4.18 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในกลุ่มของอาคารบังคับน้ำของ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน.....	49
รูปที่ 4.19 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในกลุ่มของความก้าวหน้าการเพาะปลูกพืช รายสัปดาห์ของระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน.....	50
รูปที่ 4.20 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในกลุ่มของคลองส่งน้ำของระบบ สนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน.....	50
รูปที่ 4.21 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในกลุ่มของขอบเขตพื้นที่ของระบบ สนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน.....	51
รูปที่ 4.22 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในกลุ่มของรูปแบบการจัดสรรน้ำ และบันทึกการจัดสรรน้ำของระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการ ชลประทาน.....	51
รูปที่ 4.23 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในกลุ่มของแผนการปลูกข้าว และส่งน้ำรายฤดูของระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน.....	52
รูปที่ 4.24 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในกลุ่มของประสิทธิภาพการชลประทาน ของระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน.....	52
รูปที่ 4.25 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในกลุ่มของสิทธิการใช้งานของระบบ สนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน.....	53
รูปที่ 4.26 แผนภาพแสดงแต่ละส่วนประสานงาน.....	55
รูปที่ 4.27 โครงสร้างส่วนประสานงานที่ระดับบนสุด.....	56

รูปที่ 4.28 โครงสร้างส่วนประสานงานในโหมดการติดตั้งโครงการ.....	56
รูปที่ 4.29 โครงสร้างส่วนประสานงานปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงและปริมาณฝน รายเดือน.....	57
รูปที่ 4.30 โครงสร้างส่วนประสานงานรายละเอียดคลอง.....	57
รูปที่ 4.31 โครงสร้างส่วนประสานงานรายละเอียดอาคารบังคับน้ำ.....	57
รูปที่ 4.32 โครงสร้างส่วนประสานงานรายละเอียดตอนและโซน.....	58
รูปที่ 4.33 โครงสร้างส่วนประสานงานรายละเอียดสถานีวัดปริมาณน้ำฝน.....	58
รูปที่ 4.34 โครงสร้างส่วนประสานงานความลึกต่ำสุดที่สามารถสูบน้ำได้จากบ่อน้ำใต้ดิน และข้อมูลจังหวัด.....	58
รูปที่ 4.35 โครงสร้างส่วนประสานงานรายละเอียดอำเภอและตำบล.....	59
รูปที่ 4.36 โครงสร้างส่วนประสานงานระดับถ่วงน้ำหนัก.....	59
รูปที่ 4.37 โครงสร้างส่วนประสานงานปริมาณพื้นที่เพาะปลูกพืชและประสิทธิภาพการ ชลประทาน.....	59
รูปที่ 4.38 โครงสร้างส่วนประสานงานเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานและสาเหตุของความเสียหาย.....	60
รูปที่ 4.39 โครงสร้างส่วนประสานงานโหมดการนำเข้าข้อมูล.....	60
รูปที่ 4.40 โครงสร้างส่วนประสานงานผลก้วหน้าเพาะปลูกพืชรายสัปดาห์.....	60
รูปที่ 4.41 โครงสร้างส่วนประสานงานการสูบน้ำจากคลองระบายและสภาพขาดแคลนน้ำ.....	61
รูปที่ 4.42 โครงสร้างส่วนประสานงานสภาพน้ำท่วม.....	61
รูปที่ 4.43 โครงสร้างส่วนประสานงานสถานที่ตั้งบ่อบาดาล.....	61
รูปที่ 4.44 โครงสร้างส่วนประสานงานโหมดควบคุมบานประตูและจำลองสถานการณ์.....	62
รูปที่ 4.45 โครงสร้างส่วนประสานงานโหมดการสร้างรายงาน.....	62
รูปที่ 4.46 เมนูสำหรับเลือกโหมด.....	63
รูปที่ 4.47 ส่วนประกอบของหน้าจอหลัก.....	64

รูปที่ 4.48 ตัวอย่างหน้าจอแสดงความผิดพลาด.....	65
รูปที่ 4.49 แสดงตัวอย่างการนำข้อมูลเข้า.....	66
รูปที่ 4.50 แสดงตัวอย่างการนำข้อมูลเข้า (ต่อ).....	66
รูปที่ 4.51 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมในระดับใหญ่สุด.....	68
รูปที่ 4.52 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมในโหมดการติดตั้งโครงการ.....	69
รูปที่ 4.53 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง.....	69
รูปที่ 4.54 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมปริมาณน้ำฝนรายเดือน.....	69
รูปที่ 4.55 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมรายละเอียดคลอง.....	70
รูปที่ 4.56 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมอาคารบังคับน้ำ.....	70
รูปที่ 4.57 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมตอน และ บริเวณ.....	70
รูปที่ 4.58 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมขนาดอาคารบังคับน้ำและประเภทอาคาร.....	71
รูปที่ 4.59 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมรายละเอียดโซนส่งน้ำ.....	71
รูปที่ 4.60 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมสถานีวัดปริมาณน้ำฝน.....	71
รูปที่ 4.61 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมความลึกต่ำสุดที่สามารถสูบน้ำได้ จากบ่อบาดาล.....	72
รูปที่ 4.62 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมจังหวัด และอำเภอ.....	72
รูปที่ 4.63 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมตำบล.....	72
รูปที่ 4.64 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมปริมาณพื้นที่เพาะปลูกพืช.....	73
รูปที่ 4.65 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมประสิทธิภาพการชลประทาน.....	73
รูปที่ 4.66 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน.....	73
รูปที่ 4.67 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมสาเหตุของความเสียหาย.....	74
รูปที่ 4.68 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมในโหมดการนำเข้าข้อมูล.....	74

รูปที่ 4.69 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมในโหมดการควบคุมบานประตู และจำลองสถานการณ์.....	75
รูปที่ 4.70 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมการจัดสรรน้ำ.....	75
รูปที่ 4.71 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมการเลือกนโยบายจัดสรรน้ำ.....	75
รูปที่ 4.72 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมในโหมดการสร้างรายงาน.....	76
รูปที่ ข.1 แสดงหน้าจอเมนูสำหรับเข้าไปใช้งานในโหมดต่างๆ.....	122
รูปที่ ข.2 แสดงหน้าจอเข้าสู่ระบบในโหมดการติดตั้งโครงการ.....	122
รูปที่ ข.3 แสดงหน้าจอหลักในโหมดการติดตั้งโครงการ.....	123
รูปที่ ข.4 แสดงหน้าจอหลักในโหมดการนำเข้าข้อมูล.....	123
รูปที่ ข.5 แสดงหน้าจอหลักในโหมดการควบคุมบานประตูและจำลองสถานการณ์.....	124
รูปที่ ข.6 แสดงหน้าจอหลักในโหมดการควบคุมบานประตูและจำลองสถานการณ์.....	124
รูปที่ ข.7 แสดงหน้าจอปริมาณการใช้น้ำของพีซีอ้างอิง.....	125
รูปที่ ข.8 แสดงหน้าจอสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพีซี.....	125
รูปที่ ข.9 แสดงหน้าจอปริมาณน้ำฝนรายเดือน.....	126
รูปที่ ข.10 แสดงหน้าจอรายละเอียดคลอง.....	126
รูปที่ ข.11 แสดงหน้าจอรายละเอียดอาคารบังคับน้ำ.....	127
รูปที่ ข.12 แสดงหน้าจอรายละเอียดโซนส่งน้ำ.....	127
รูปที่ ข.13 แสดงหน้าจอสถานีวัดปริมาณน้ำฝน.....	128
รูปที่ ข.14 แสดงหน้าจอความลึกต่ำสุดที่สามารถสูบน้ำได้จากบ่อบาดาล.....	128
รูปที่ ข.15 แสดงหน้าจอจังหวัด.....	129
รูปที่ ข.16 แสดงหน้าจออำเภอ.....	129
รูปที่ ข.17 แสดงหน้าจอตำบล.....	130
รูปที่ ข.18 แสดงหน้าจอการประเมินความสำคัญของคลองแต่ละสาย.....	130

รูปที่ ข.19 แสดงหน้าจออัตราส่วนค่าวัดน้ำฝนแต่ละสถานีในโซน.....	131
รูปที่ ข.20 แสดงหน้าจอความสัมพันธ์ของ โซนคลอง และตำบล.....	131
รูปที่ ข.21 แสดงหน้าจอรอบเวรส่งน้ำ.....	132
รูปที่ ข.22 แสดงหน้าจอตัวเลือกการจัดสรรน้ำ.....	132
รูปที่ ข.23 แสดงหน้าจอประสิทธิภาพการชลประทาน.....	133
รูปที่ ข.24 แสดงหน้าจอเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน.....	133
รูปที่ ข.25 แสดงหน้าจอสาเหตุของความเสียหาย.....	134
รูปที่ ข.26 แสดงหน้าจอนำเข้าข้อมูลจากไฟล์ปริมาณการใช้น้ำของพีชอ้างอิง.....	134
รูปที่ ข.27 แสดงรูปแบบไฟล์ปริมาณการใช้น้ำของพีชอ้างอิงที่เตรียมนำเข้าระบบ.....	135
รูปที่ ข.28 แสดงหน้าจอนำเข้าข้อมูลปริมาณการใช้น้ำของพีชอ้างอิงด้วยการกรอก แบบฟอร์ม.....	135
รูปที่ ข.29 แสดงหน้าจอค้นหาข้อมูลปริมาณการใช้น้ำของพีชอ้างอิง.....	136
รูปที่ ข.30 แสดงหน้าจอนำเข้าข้อมูลจากไฟล์ปริมาณน้ำฝนรายเดือน.....	136
รูปที่ ข.31 แสดงรูปแบบไฟล์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนที่เตรียมนำเข้าระบบ.....	137
รูปที่ ข.32 แสดงหน้าจอปริมาณน้ำฝนรายเดือนด้วยการกรอกแบบฟอร์ม.....	137
รูปที่ ข.33 แสดงหน้าจอค้นหาข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือน.....	138
รูปที่ ข.34 แสดงหน้าจอเงื่อนไขการค้นหารายละเอียดคลอง.....	138
รูปที่ ข.35 แสดงหน้าจอผลการค้นหารายละเอียดคลอง.....	139
รูปที่ ข.36 แสดงหน้าจอประเภทคลอง.....	139
รูปที่ ข.37 แสดงหน้าจอเงื่อนไขการค้นหาประเภทคลอง.....	140
รูปที่ ข.38 แสดงหน้าจอผลการค้นหาประเภทคลอง.....	140
รูปที่ ข.39 แสดงหน้าจอเงื่อนไขการค้นหารายละเอียดอาคารบังคับน้ำ.....	141
รูปที่ ข.40 แสดงหน้าจอผลการค้นหารายละเอียดอาคารบังคับน้ำ.....	141

รูปที่ ข.41 แสดงหน้าจอรายละเอียดตอน.....	142
รูปที่ ข.42 แสดงหน้าจอรายละเอียดบริเวณที่ตั้งอาคารบังคับน้ำ.....	142
รูปที่ ข.43 แสดงหน้าจอเงื่อนไขการค้นหารายละเอียดบริเวณที่ตั้งอาคารบังคับน้ำ.....	143
รูปที่ ข.44 แสดงหน้าจอผลการค้นหารายละเอียดบริเวณที่ตั้งอาคารบังคับน้ำ.....	143
รูปที่ ข.45 แสดงหน้าจอขนาดประตูระบายน้ำ.....	144
รูปที่ ข.46 แสดงหน้าจอเงื่อนไขการค้นหาขนาดประตูระบายน้ำ.....	144
รูปที่ ข.46 แสดงหน้าจอเงื่อนไขการค้นหาขนาดประตูระบายน้ำ.....	144
รูปที่ ข.48 แสดงหน้าจอประเภทอาคารบังคับน้ำ.....	145
รูปที่ ข.49 แสดงหน้าจอเงื่อนไขการค้นหาประเภทอาคารบังคับน้ำ.....	145
รูปที่ ข.50 แสดงหน้าจอผลการค้นหาประเภทอาคารบังคับน้ำ.....	146
รูปที่ ข.51 แสดงหน้าจอเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน.....	146
รูปที่ ข.52 แสดงหน้าจอแสดงหน้าจอเงื่อนไขการค้นหารายละเอียดโซน.....	147
รูปที่ ข.53 แสดงหน้าจอผลการค้นหารายละเอียดโซน.....	147
รูปที่ ข.54 แสดงหน้าจอรายละเอียดตอน.....	148
รูปที่ ข.55 แสดงหน้าจอเงื่อนไขการค้นหารายละเอียดตอน.....	148
รูปที่ ข.56 แสดงหน้าจอผลการค้นหารายละเอียดตอน.....	149
รูปที่ ข.57 แสดงหน้าจอเงื่อนไขการค้นหาสถานีวัดปริมาณน้ำฝน.....	149
รูปที่ ข.58 แสดงหน้าจอผลการค้นหาสถานีวัดปริมาณน้ำฝน.....	150
รูปที่ ข.59 แสดงหน้าจอเงื่อนไขการค้นหาความลึกต่ำสุดที่สามารถสูบน้ำได้จากบ่อบาดาล.....	150
รูปที่ ข.60 แสดงหน้าจอผลการค้นหาความลึกต่ำสุดที่สามารถสูบน้ำได้จากบ่อบาดาล.....	151
รูปที่ ข.61 แสดงหน้าจอเงื่อนไขการค้นหาจังหวัด.....	151
รูปที่ ข.62 แสดงหน้าจอผลการค้นหาจังหวัด.....	151
รูปที่ ข.63 แสดงหน้าจอเงื่อนไขการค้นหาอำเภอ.....	152

รูปที่ ข.64 แสดงหน้าจอผลการค้นหาอำเภอ.....	152
รูปที่ ข.65 แสดงหน้าจอเงื่อนไขการค้นหาตำบล.....	152
รูปที่ ข.66 แสดงหน้าจอผลการค้นหาตำบล.....	153
รูปที่ ข.67 แสดงหน้าจอระดับถ่วงน้ำหนักหลักๆ.....	153
รูปที่ ข.68 แสดงหน้าจอระดับถ่วงน้ำหนักความเสียหาย.....	154
รูปที่ ข.69 แสดงหน้าจอระดับถ่วงน้ำหนักปริมาณน้ำจากแหล่งอื่น.....	154
รูปที่ ข.70 แสดงหน้าจอเงื่อนไขการค้นหาปริมาณพื้นที่เพาะปลูกพืช.....	155
รูปที่ ข.71 แสดงหน้าจอผลการค้นหาปริมาณพื้นที่เพาะปลูกพืช.....	155
รูปที่ ข.72 แสดงหน้าจอนำเข้าข้อมูลจากไฟล์ประสิทธิภาพการชลประทาน.....	156
รูปที่ ข.73 แสดงหน้าจอนำเข้าข้อมูลประสิทธิภาพการชลประทานด้วยการกรอกแบบฟอร์ม.....	156
รูปที่ ข.74 แสดงหน้าจอค้นหาข้อมูลประสิทธิภาพการชลประทาน.....	157
รูปที่ ข.74 แสดงหน้าจอค้นหาข้อมูลประสิทธิภาพการชลประทาน.....	157
รูปที่ ข.76 แสดงหน้าจอผลการค้นหาเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน.....	158
รูปที่ ข.77 แสดงหน้าจอเงื่อนไขการค้นหาสาเหตุของความเสียหาย.....	158
รูปที่ ข.78 แสดงหน้าจอผลการค้นหาสาเหตุของความเสียหาย.....	159
รูปที่ ข.79 แสดงหน้าจอผลกำหนดหน้าเพาะปลูกรายสัปดาห์ในรูปแบบฟอร์ม.....	159
รูปที่ ข.80 แสดงหน้าจอปริมาณฝน.....	160
รูปที่ ข.81 แสดงหน้าจอการสูบน้ำจากคลองระบาย.....	160
รูปที่ ข.82 แสดงหน้าจอระดับน้ำคลองระบาย.....	161
รูปที่ ข.83 แสดงหน้าจอระดับน้ำในคลอง ณ ปตร.....	161
รูปที่ ข.84 แสดงหน้าจอระดับน้ำใต้ดิน ณ บ่อสังเกตการณ์.....	162
รูปที่ ข.85 แสดงหน้าจอสภาพขาดแคลนน้ำ.....	162
รูปที่ ข.86 แสดงหน้าจอหน้าท่อม.....	163

รูปที่ ข.87 แสดงหน้าจอสถานที่ตั้งบ่อบาดาล.....	163
รูปที่ ข.88 แสดงหน้าจอการกรอกข้อมูลอย่างรวดเร็วของผลก้ำหน้าเพาะปลูก รายสัปดาห์ในรูปแบบฟอร์ม.....	164
รูปที่ ข.89 แสดงหน้าจอข้อมูลผลก้ำหน้าเพาะปลูกรายสัปดาห์ที่รอกการบันทึก.....	164
รูปที่ ข.90 แสดงหน้าจอโซนที่บันทึกข้อมูลผลก้ำหน้าเพาะปลูกรายสัปดาห์ไปแล้ว.....	165
รูปที่ ข.91 แสดงหน้าจอโซนที่ยังบันทึกข้อมูลผลก้ำหน้าเพาะปลูกรายสัปดาห์ไม่ครบ.....	165
รูปที่ ข.92 แสดงหน้าจอข้อมูลการสูบน้ำจากคลองระบายที่รอกการบันทึก.....	166
รูปที่ ข.93 แสดงหน้าจอโซนที่บันทึกการสูบน้ำจากคลองระบายไปแล้ว.....	166
รูปที่ ข.94 แสดงหน้าจอข้อมูลสภาพขาดแคลนน้ำที่รอกการบันทึก.....	167
รูปที่ ข.95 แสดงหน้าจอโซนที่บันทึกข้อมูลสภาพขาดแคลนน้ำไปแล้ว.....	167
รูปที่ ข.96 แสดงหน้าจอข้อมูลน้ำท่วมที่รอกการบันทึก.....	168
รูปที่ ข.97 แสดงหน้าจอโซนที่บันทึกข้อมูลน้ำท่วมไปแล้ว.....	168
รูปที่ ข.98 แสดงหน้าจอบันทึกรายละเอียดน้ำท่วม.....	169
รูปที่ ข.99 แสดงหน้าจอรายละเอียดน้ำท่วม.....	169
รูปที่ ข.100 แสดงหน้าจอรายละเอียดน้ำท่วมที่รอกการบันทึก.....	170
รูปที่ ข.101 แสดงหน้าจอโซนที่บันทึกรายละเอียดน้ำท่วมไปแล้ว.....	170
รูปที่ ข.102 แสดงหน้าจอสถานที่ตั้งบ่อน้ำบาดาลที่รอกการบันทึก.....	171
รูปที่ ข.103 แสดงหน้าจอโซนที่บันทึกข้อมูลสถานที่ตั้งบ่อบาดาลไปแล้ว.....	171
รูปที่ ข.104 แสดงหน้าจอแผนการส่งน้ำประจำวัน.....	172
รูปที่ ข.105 แสดงหน้าจอผลทางเลือกการจัดสรรน้ำ.....	172
รูปที่ ข.106 แสดงหน้าจอปริมาณน้ำผ่านโซนและคลอง.....	173
รูปที่ ข.107 แสดงหน้าจอรายละเอียดการจัดสรรน้ำ.....	173
รูปที่ ข.108 แสดงหน้าจอปรับแก้รายละเอียดจัดสรรน้ำโดยผู้ใช้ระบบ.....	174

รูปที่ ข.109 แสดงหน้าจอรายละเอียดการเปิดอาคารบังคับน้ำ.....	174
รูปที่ ข.110 แสดงหน้าจอการแก้ไขปริมาณการจัดสรรน้ำเพื่อเก็บไว้เป็นรูปแบบ.....	175
รูปที่ ข.111 แสดงหน้าจอแผนการเพาะปลูกและส่งน้ำ.....	175
รูปที่ ข.112 แสดงหน้าจอรายงานแผนการเพาะปลูกและส่งน้ำ.....	176
รูปที่ ข.113 แสดงหน้าจอรายงานการเพาะปลูกพืช.....	176
รูปที่ ข.114 แสดงหน้าจอแผนการเพาะปลูกและส่งน้ำ.....	177
รูปที่ ค.1 แผนภาพแสดงการตรวจสอบสิทธิการใช้งานโปรแกรมในกระบวนการที่ 1.1.....	178
รูปที่ ค.2 แผนภาพการตรวจสอบและปรับปรุงรอบเวรให้ทันสมัย.....	179
รูปที่ ค.3 แผนภาพการสร้างดรชนี้้อยลำดับความต้องการน้ำ.....	180
รูปที่ ค.4 แผนภาพการสร้างดรชนี้้อยลำดับพื้นที่ที่เสียหาย.....	180
รูปที่ ค.5 แผนภาพการสร้างดรชนี้้อยลำดับพื้นที่ขาดแคลนน้ำ.....	181
รูปที่ ค.6 แผนภาพการสร้างดรชนี้้อยลำดับพื้นที่น้ำท่วม.....	182
รูปที่ ค.7 แผนภาพการสร้างดรชนี้้อยลำดับความสามารถสูบน้ำจากคลองระบาย.....	183
รูปที่ ค.8 แผนภาพการสร้างดรชนี้้อยลำดับระดับน้ำลึกจากผิวดิน.....	183
รูปที่ ค.9 แผนภาพการสร้างดรชนี้้อยลำดับระดับน้ำลึกจากผิวดิน.....	184
รูปที่ ค.10 แผนภาพการสร้างดรชนี้้อยลำดับปริมาณฝนใช้การ.....	184
รูปที่ ค.11 แผนภาพแสดงการทำงานของโปรแกรมในการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อน รวมทั้งหมดของแต่ละชุดการจัดสรรน้ำ.....	185
รูปที่ ค.12 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบหาแนวโน้มที่ไปทางเดียวกันมากที่สุด.....	186
รูปที่ ค.13 แผนภาพแสดงการเฉลี่ยค่าของข้อมูลในทุกชุดในขอบเขตความคลาดเคลื่อน ที่ยอมรับได้.....	187
รูปที่ ค.14 แผนภาพแสดงการทำงานของโปรแกรมในการคำนวณปริมาณการใช้น้ำใต้ดิน.....	187
รูปที่ ง.1 แสดงตัวอย่างหน้าจอรายงานการส่งน้ำประจำวัน.....	194

รูปที่ ง.2 แสดงตัวอย่างหน้าจอรายงานการเพาะปลูก.....196

สารบัญญัตินี้

	หน้า
ตารางที่ 4.1 การกำหนดสิทธิการใช้งาน.....	68
ตารางที่ 5.1 รายละเอียดของโปรแกรมต่างๆ ที่พัฒนาเป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจ จัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน	78
ตารางที่ 5.2 จัดสรรน้ำตามความต้องการน้ำเปรียบเทียบที่คลอง 1 ขวา กิโลเมตรที่ 0.1 แบบที่ 1 ถึง 4 เปรียบเทียบกับการจัดสรรน้ำจริง (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที).....	90
ตารางที่ 5.3 จัดสรรน้ำตามรอบเวรและความสำคัญของคลองส่งน้ำเปรียบเทียบ ที่คลอง 1 ขวา กิโลเมตรที่ 0.1 แบบที่ 1 ถึง 4 เปรียบเทียบกับการจัดสรรน้ำจริง (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที).....	93
ตารางที่ ก.1 รายละเอียดคลอง ..	101
ตารางที่ ก.2 ประเภทคลอง.....	101
ตารางที่ ก.3 รายละเอียดอาคารบังคับน้ำ	101
ตารางที่ ก.4 บริเวณที่ตั้งอาคารบังคับน้ำ.....	102
ตารางที่ ก.5 ประเภทอาคารบังคับน้ำ.....	103
ตารางที่ ก.6 ขนาดประตูระบายน้ำ.....	103
ตารางที่ ก.7 รูปแบบของประตูระบายน้ำ.....	103
ตารางที่ ก.8 ข้อมูลโซนส่งน้ำ	104
ตารางที่ ก.9 ข้อมูลตอนส่งน้ำ.....	104
ตารางที่ ก.10 ประเภทตอนส่งน้ำ.....	104
ตารางที่ ก.11 ประเภทของพื้นที่.....	104
ตารางที่ ก.12 สถานที่ตั้งสถานีวัดปริมาณน้ำฝน.....	105
ตารางที่ ก.13 ฤดู.....	105
ตารางที่ ก.14 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช.....	105
ตารางที่ ก.15 ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง.....	105
ตารางที่ ก.16 ปริมาณน้ำฝนย้อนหลัง x ปี	106
ตารางที่ ก.17 จังหวัด.....	106
ตารางที่ ก.18 อำเภอ	106

ตารางที่ ก.19	ตำบล.....	106
ตารางที่ ก.20	พารามิเตอร์เพื่อประเมินความสำคัญของคลองแต่ละสาย	107
ตารางที่ ก.21	อัตราส่วนค่าวัดน้ำฝนแต่ละสถานีในโซน	107
ตารางที่ ก.22	ความสัมพันธ์ของโซน คลอง และตำบล	107
ตารางที่ ก.23	ความลึกต่ำที่สุดที่สามารถสูบน้ำได้จากบ่อน้ำใต้ดิน.....	108
ตารางที่ ก.24	ประสิทธิภาพการชลประทาน.....	108
ตารางที่ ก.25	เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน.....	108
ตารางที่ ก.26	สิทธิการใช้งานโปรแกรมของเจ้าหน้าที่.....	109
ตารางที่ ก.27	สาเหตุของความเสียหาย.....	109
ตารางที่ ก.28	บันทึกรายงานผลก้าวหน้าพื้นที่เพาะปลูกรายสัปดาห์.....	109
ตารางที่ ก.29	ระดับน้ำคลองระบาย.....	110
ตารางที่ ก.30	ระดับน้ำคลองส่งน้ำ ณ ประตูระบายน้ำ.....	111
ตารางที่ ก.31	ระดับน้ำใต้ดิน.....	111
ตารางที่ ก.32	ปริมาณน้ำฝน.....	112
ตารางที่ ก.33	การสูบน้ำจากคลองระบาย.....	112
ตารางที่ ก.34	สภาพขาดแคลนน้ำ.....	113
ตารางที่ ก.35	พื้นที่น้ำท่วม.....	113
ตารางที่ ก.35	พื้นที่น้ำท่วม.....	114
ตารางที่ ก.36	รายละเอียดน้ำท่วม.....	114
ตารางที่ ก.37	สถานที่ตั้งบ่อน้ำบาดาล.....	114
ตารางที่ ก.38	ข้อมูลวันที่เริ่มต้นเพาะปลูก.....	115
ตารางที่ ก.39	ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงจากการประมาณค่า.....	116
ตารางที่ ก.40	ปริมาณความต้องการน้ำของพืชในแต่ละพื้นที่.....	116
ตารางที่ ก.41	ประสิทธิภาพการชลประทานจากการประมาณค่า.....	117
ตารางที่ ก.42	ข้อมูลสัดส่วนปริมาณฝนใช้การ.....	117
ตารางที่ ก.43	ข้อมูลการใช้ปริมาณฝนใช้การในรอบปี.....	117
ตารางที่ ก.44	ปริมาณน้ำฝนรายโซน.....	117
ตารางที่ ก.45	ปริมาณน้ำฝนรายเดือน.....	117
ตารางที่ ก.46	ปริมาณน้ำฝนรายเดือนจากการประมาณค่า.....	118
ตารางที่ ก.47	ปริมาณการจัดสรรน้ำรายคลองในปัจจุบัน.....	118

ตารางที่ ก.48 แผนการจัดการสรรน้ำรายคลองตลอดทั้งปี.....	118
ตารางที่ ก.49 ปริมาณการจัดการสรรน้ำรายโซนในปัจจุบัน.....	119
ตารางที่ ก.50 แผนการจัดการสรรน้ำรายโซนตลอดทั้งปี.....	119
ตารางที่ ก.51 แผนการเพาะปลูกข้าวตลอดทั้งปี.....	119
ตารางที่ ก.52 ระยะเวลาเปิดบานประตู.....	119
ตารางที่ ก.53 บันทึกรจัดการสรรน้ำ.....	120
ตารางที่ ก.54 รูปแบบการจัดการสรรน้ำ.....	120