สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การวิเคราะห์และออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน

การดำเนินการของการพัฒนาระบบสารสนเทศการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทานประกอบด้วย การออกแบบการทำงานของโปรแกรม การออกแบบความสัมพันธ์ข้อมูลและฐานข้อมูล การออกแบบสถาปัตยกรรม การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ การออกแบบระบบรักษาความปลอดภัย และการออกแบบโปรแกรม

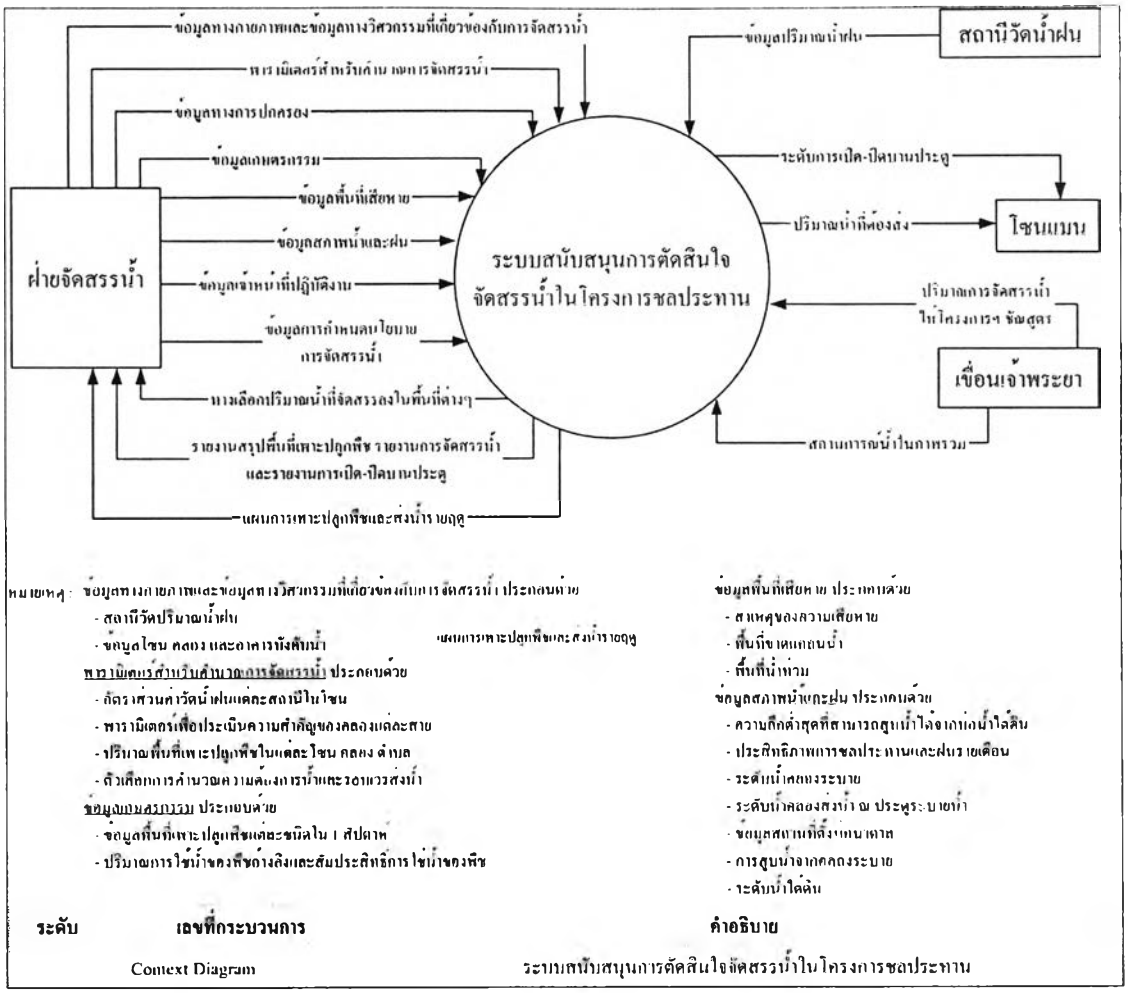
4.1 การออกแบบการทำงานของโปรแกรม

ในการออกแบบการทำงานของโปรแกรมจะต้องอาศัยแผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD) เป็นเครื่องมือที่ใช้ช่วยในการเขียนภาพที่ได้จากการวิเคราะห์ระบบ โดยออกแบบกระบวนการไว้ดังนี้คือ ออกแบบแผนภาพกระแสของข้อมูลรวมของระบบ (Context Diagram) ออกแบบแผนภาพกระแสของข้อมูลกระบวนการต่างๆ ของแผนภาพรวมไว้ในระดับที่ 0 ออกแบบแผนภาพกระแสของข้อมูลกระบวนการย่อยต่างๆ ของแผนภาพในระดับที่ 0 ไว้ในระดับที่ 1 และนัยเดียวกัน กระบวนการย่อยของแผนภาพระดับที่ 2 จะแสดงไว้ในระดับที่ 3 และกระบวนการย่อยของแผนภาพระดับที่ 3 จะแสดงไว้ในระดับที่ 4

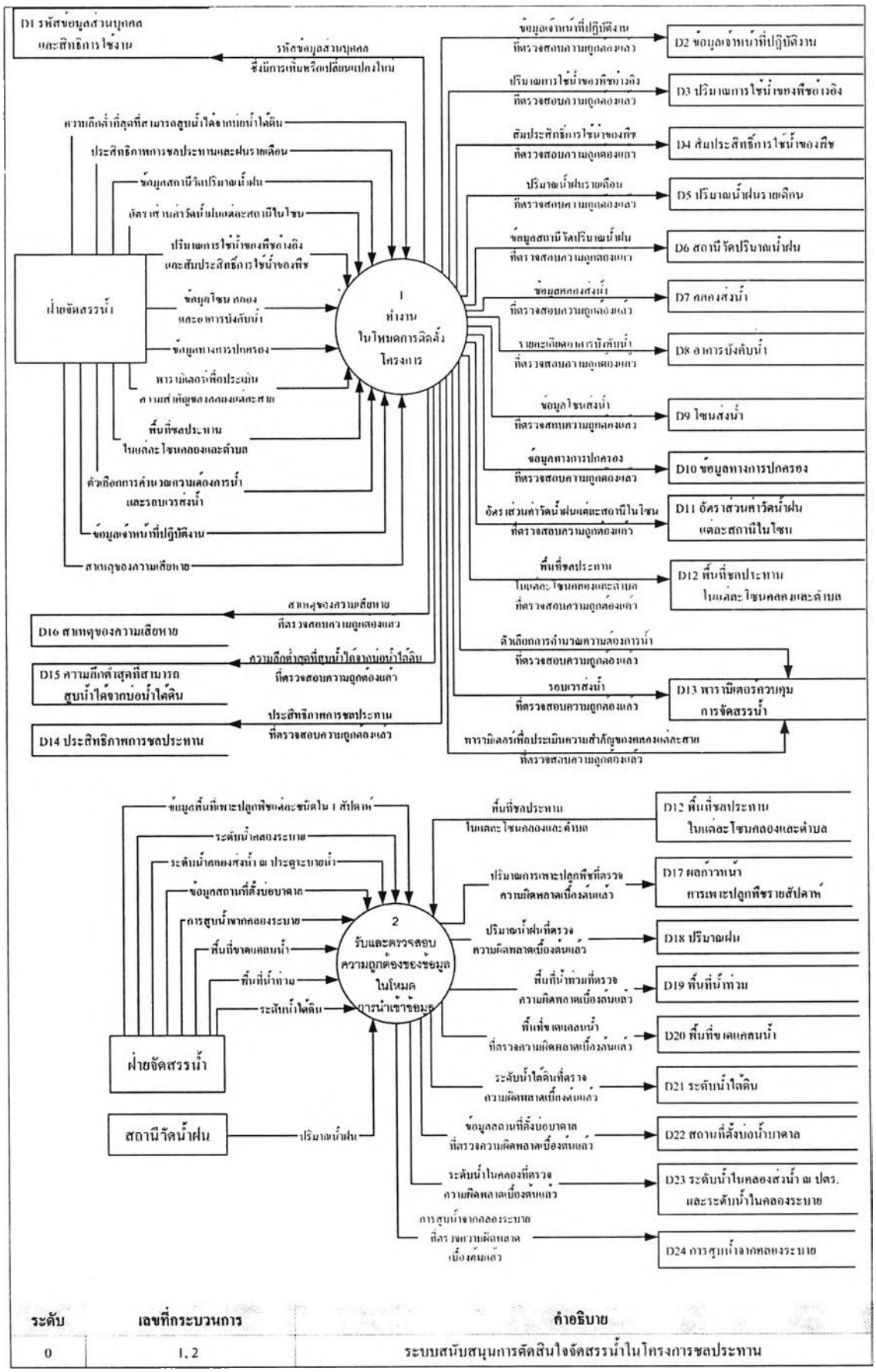
แผนภาพกระบวนการต่างๆ ในระดับที่ 0 แบ่งออกเป็น 4 กระบวนการดังนี้

1) กระบวนการทำงานในโหมดการติดตั้งโครงการ สำหรับการนำเข้าและแก้ไขข้อมูลที่นานๆ ครั้งจึงจะมีการเปลี่ยนแปลง เช่น ข้อมูลทางวิศวกรรม ข้อมูลทางการปกครอง เป็นต้น
2) กระบวนการทำงานในโหมดการนำเข้าข้อมูล สำหรับการนำเข้าข้อมูลที่มีปริมาณมากๆ มีความถี่ประมาณสัปดาห์ละ 1 ครั้ง เช่น ข้อมูลเกษตรกรรม ข้อมูลสภาพน้ำและฝน เป็นต้น
3) กระบวนการทำงานในโหมดควบคุมบานประตูและจำลองสถานการณ์ ผู้ใช้ระบบจัดสรรน้ำตามนโยบายในสถานการณ์การเพาะปลูกพืชปัจจุบัน และคำนวณระยะเปิดบานประตู
4) กระบวนการทำงานในโหมดการสร้างรายงาน ใช้ในการจัดพิมพ์รายงานต่างๆ ทั้งทางสถิติและผลการคำนวณ

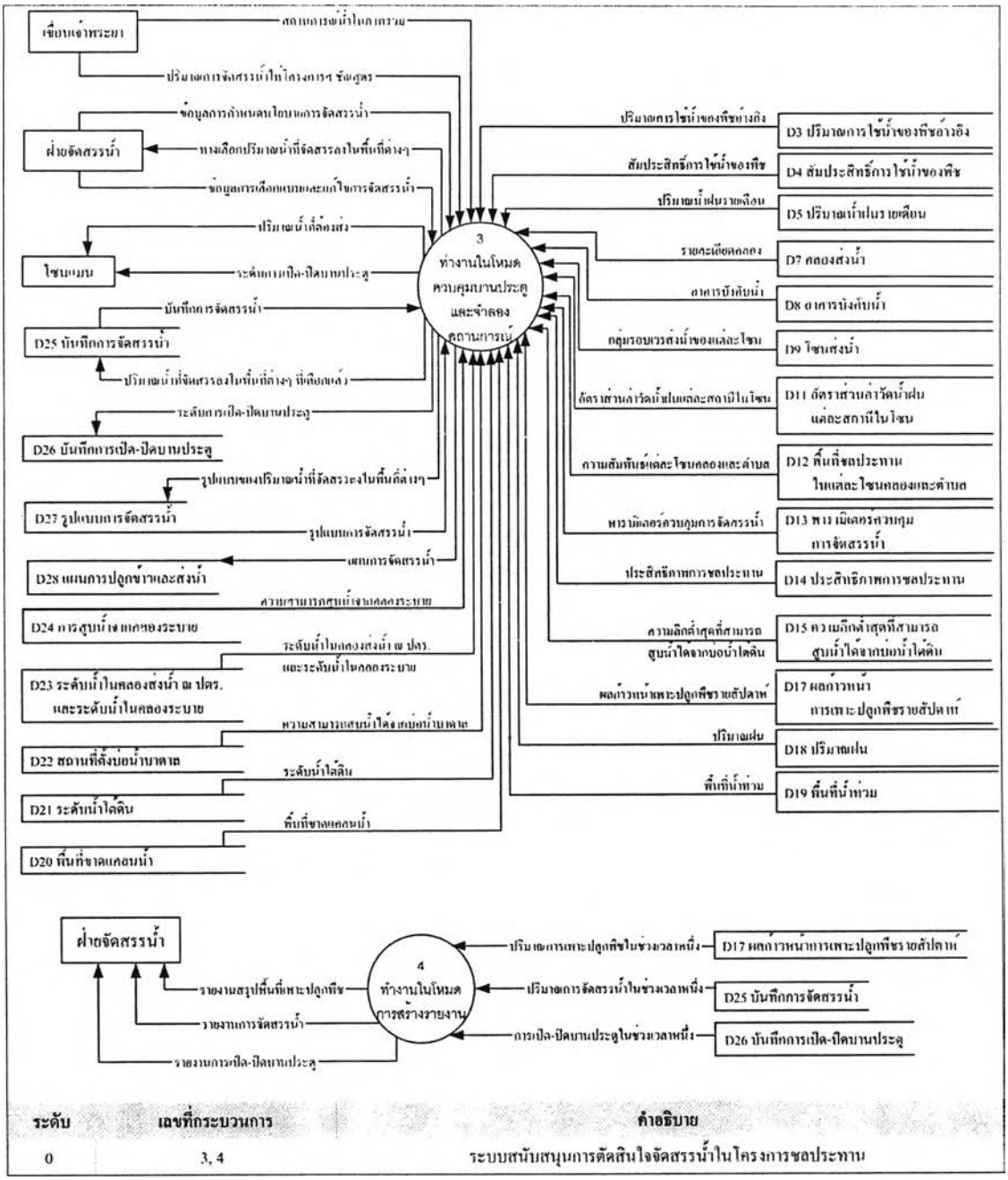
สำหรับรายละเอียดของกระบวนการทำงานในโหมดต่างๆ จะได้กล่าวเป็นลำดับต่อไป



รูปที่ 4.1 แผนภาพรวมของระบบสารสนเทศสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน



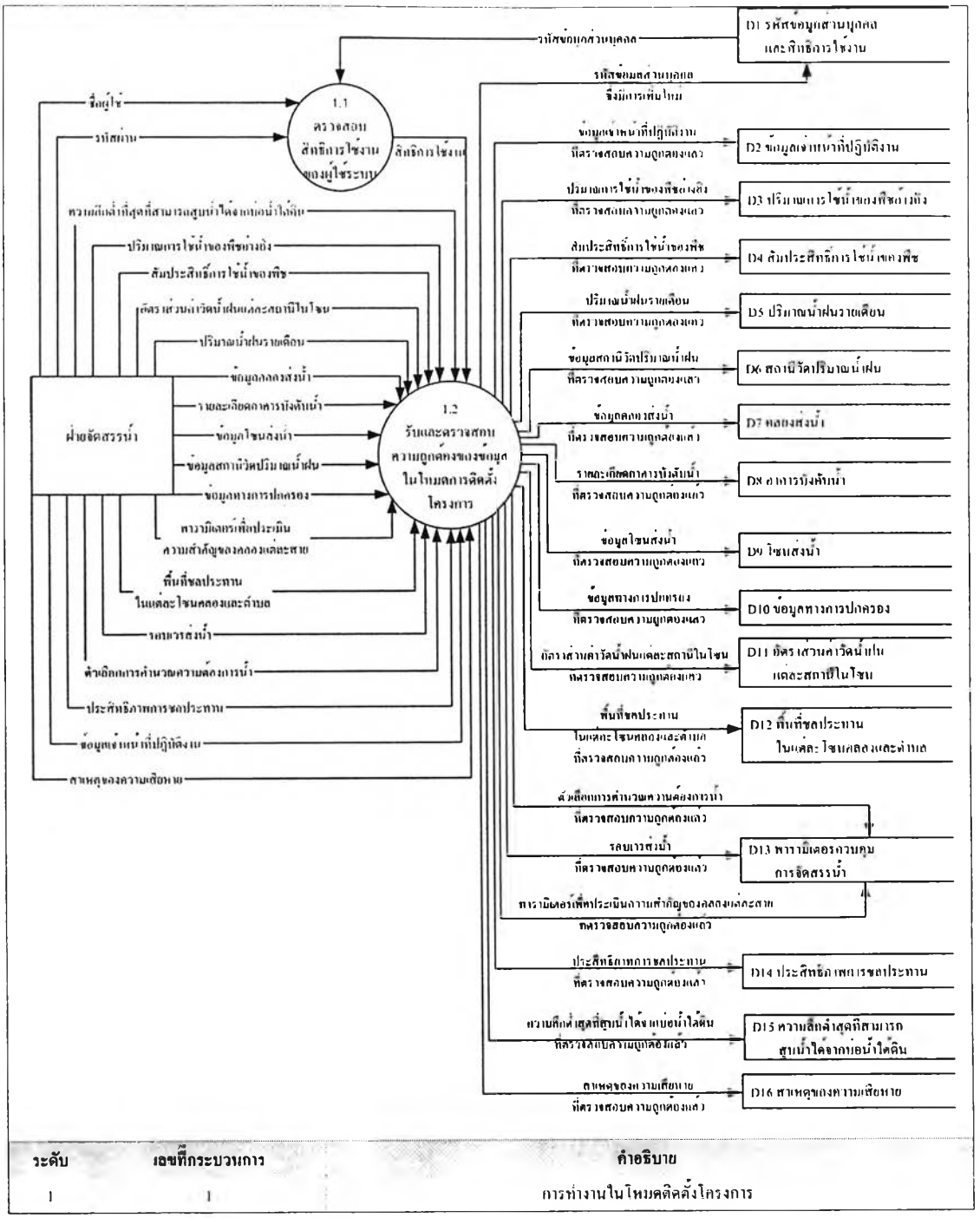
รูปที่ 4.2 กระบวนการทั้งหมดของระบบ (กระบวนการที่ 1 - 2)



รูปที่ 4.3 กระบวนการทั้งหมดของระบบ (กระบวนการที่ 3 - 4)

4.1.1 ทำงานในโหมดการติดตั้งโครงการ

เป็นกระบวนการสำหรับการนำเข้าและแก้ไขข้อมูลซึ่งนานๆ ครั้งจึงจะมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งในกระบวนการทำงานในโหมดนี้จำเป็นต้องกำหนดสิทธิ์ในการเปลี่ยนแปลงข้อมูล เพราะแม้จะมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขนานๆ ครั้งแต่ก็มีผลกระทบต่อการทำงานของโปรแกรมค่อนข้างมาก แผนภาพแสดงกระบวนการทำงานในโหมดการนำเข้าข้อมูลดังรูปที่ 4.4 และสำหรับผังการทำงานของกระบวนการตรวจสอบสิทธิการใช้งาน กล่าวไว้ในภาคผนวก ค



รูปที่ 4.4 กระบวนการทำงานในโหมดติดตั้งโครงการ

การทำงานในโหมดการติดตั้งโครงการมีการทำงานหลักๆ อยู่ 2 กระบวนการคือ

1) **ตรวจสอบสิทธิการใช้งานของผู้ใช้ระบบ** ผู้ที่สามารถแก้ไขข้อมูลหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลในโหมดนี้ได้จะต้องเป็นผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเท่านั้น

2) **ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล** การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในโหมดการติดตั้งโครงการมีดังนี้

(1) ตรวจสอบชนิดของข้อมูลที่รับเข้า

(2) ตรวจสอบขอบเขตบนและขอบเขตล่างของข้อมูล

(3) ตรวจสอบการใส่ข้อมูลเกิน นั่นคือตรวจสอบว่าผู้ใช้ใส่ข้อมูลซ้ำเหมือนเดิมหรือไม่ ซึ่งตรงส่วนนี้เป็นการทำงานเบื้องหลัง โปรแกรมจะไปค้นหาในฐานข้อมูลก่อนว่าแถวนี้มีการนำข้อมูลเข้าไปหรือยัง ถ้ามีการนำเข้าไปแล้วก็จะไม่บันทึกลงฐานข้อมูล

4.1.2 **ทำงานในโหมดการนำเข้าข้อมูล**

ในการนำเข้าข้อมูลบางประเภท มีการนำเข้าข้อมูลเป็นประจำ มีปริมาณมากๆ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้มีบางครั้งที่ผู้ใช้อาจคีย์ข้อมูลผิดได้ และมีผลกระทบต่อการทำงานของโปรแกรมมากหรือน้อยแล้วแต่กรณี ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีระบบตรวจสอบข้อมูลที่ดี การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในโหมดการนำเข้าข้อมูลมีดังนี้

(1) ตรวจสอบชนิดของข้อมูลที่รับเข้า

(2) ตรวจสอบขอบเขตบนและขอบเขตล่างของข้อมูล

(3) ตรวจสอบการใส่ข้อมูลผิด โดยการสร้างหน้าต่างให้ผู้ใช้ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อน ถ้าถูกต้องดีแล้วจึงยืนยันการนำเข้า โปรแกรมจึงจะบันทึกลงฐานข้อมูลให้

(4) ตรวจสอบการใส่ข้อมูลไม่ครบ มี 2 กรณี คือ

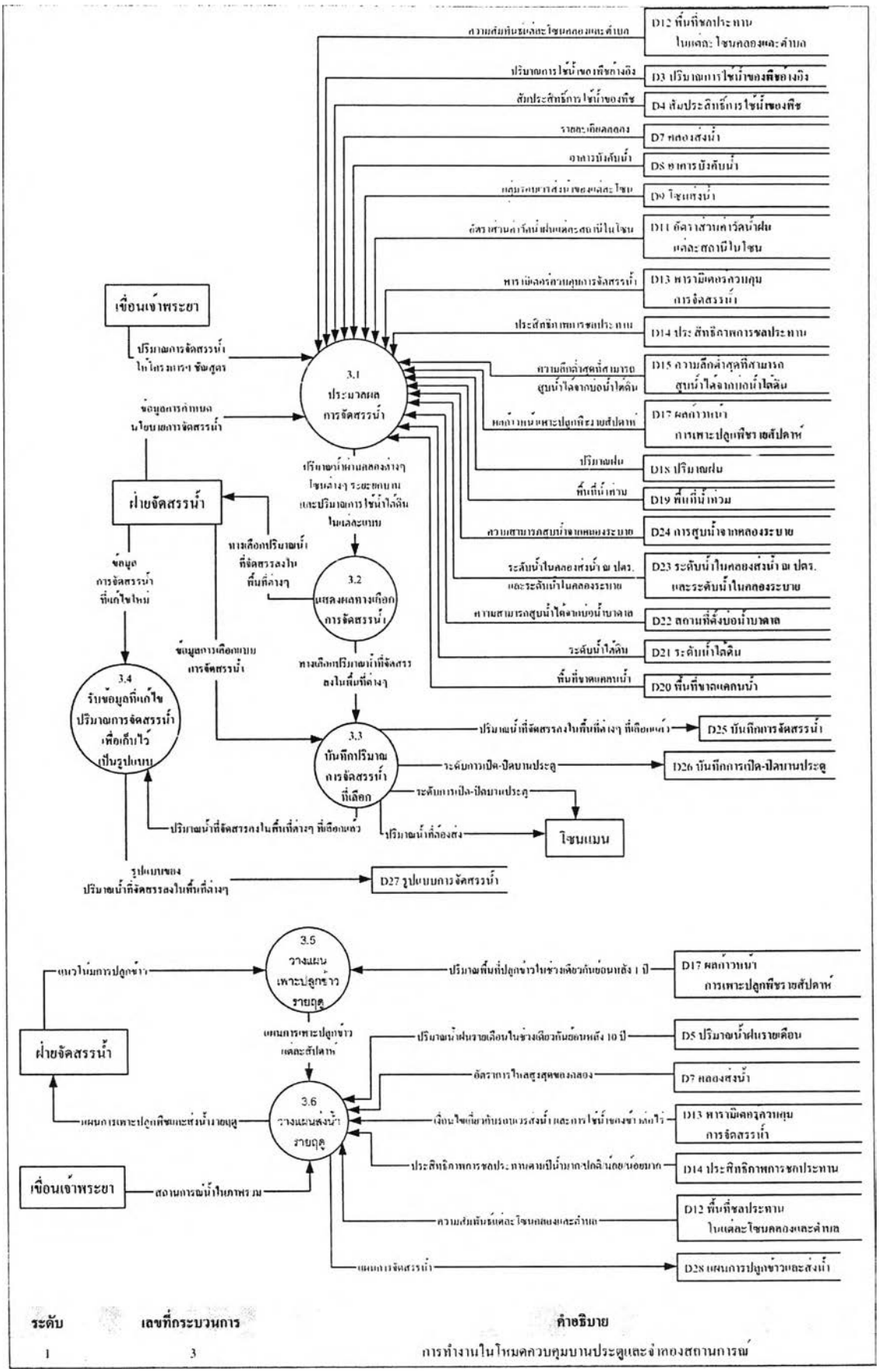
(4.1) กรณีข้อมูลไม่ครบบางฟิลด์ ฟิลด์ใดที่ยอมให้ไม่มีการป้อนข้อมูลได้ ก็จะกำหนดค่าโดยปริยาย (Default) ให้ และฟิลด์ใดที่จำเป็นต้องป้อนข้อมูลแต่ผู้ใช้ละเลยหรือลืมใส่ โปรแกรมจะไม่ยอมบันทึกจนกว่าจะใส่ค่าให้เรียบร้อย

(4.2) กรณีข้อมูลหายไปทั้งแถว โดยการสร้างหน้าต่างตรวจสอบการนำเข้าทั้งหมดในช่วงเวลาหนึ่ง แล้วค้นหาว่ามีแถวใดบ้างที่ยังไม่มีการบันทึกข้อมูล และมีแถวใดบ้างที่มีการบันทึกข้อมูลไปแล้ว

(5) ตรวจสอบการใส่ข้อมูลเกิน นั่นคือตรวจสอบว่าผู้ใช้ใส่ข้อมูลซ้ำเหมือนเดิมหรือไม่ ซึ่งตรงส่วนนี้เป็นการทำงานเบื้องหลัง โปรแกรมจะไปค้นหาในฐานข้อมูลก่อนว่าแถวนี้มีการนำข้อมูลเข้าไปหรือยัง ถ้ามีการนำเข้าไปแล้วก็จะไม่บันทึกลงฐานข้อมูล

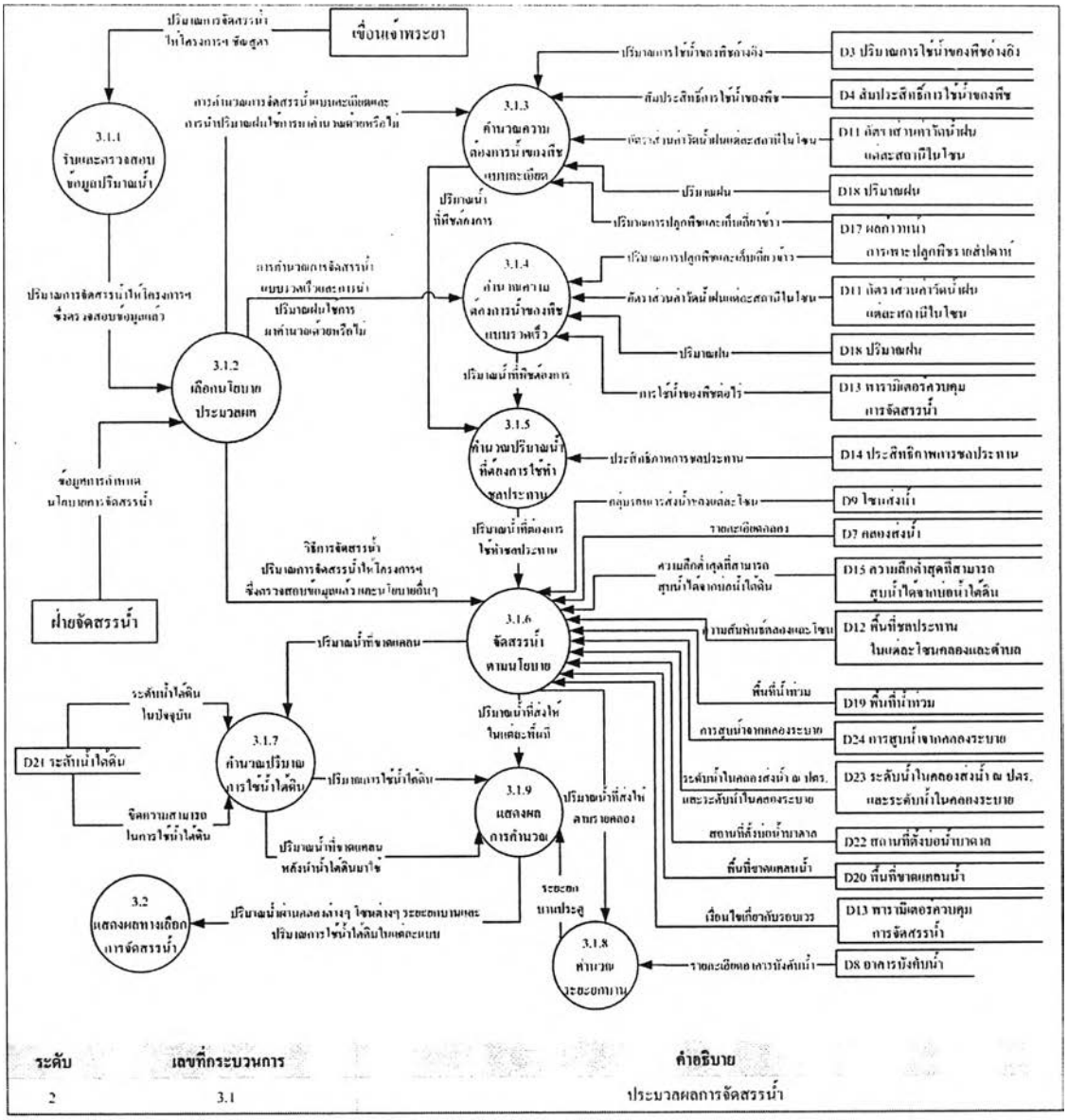
4.1.3 **ทำงานในโหมดควบคุมบานประตูและจำลองสถานการณ์**

สำหรับการคำนวณการจัดสรรน้ำและระยะยกบานนั้น จะเริ่มจากฝ่ายจัดสรรน้ำได้รับทราบปริมาณน้ำที่จัดสรรมาจากสำนักชลประทานต้นสังกัดผ่านทางวิทยุสื่อสาร แล้วจึงจัดสรรน้ำตามนโยบายของแต่ละโครงการฯ ให้กับตอนส่งน้ำและโซนส่งน้ำเป็นลำดับต่อไป แผนภาพแสดงกระบวนการทำงานในโหมดควบคุมบานประตูและจำลองสถานการณ์ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 กระบวนการทำงานในโหมดควบคุมบานประตูและจำลองสถานการณ์

ในกระบวนการประมวลผลการจัดสรรน้ำ(กระบวนการที่ 3.1) มีการทำงานหลักๆ อยู่ 9 กระบวนการดังรูปที่ 4.6 คือ



รูปที่ 4.6 กระบวนการประมวลผลการจัดสรรน้ำ

1) **กระบวนการรับและตรวจสอบข้อมูลปริมาณน้ำ** ซึ่งระบบจะแจ้งให้ผู้ใช้ทราบเมื่อมีการใส่ข้อมูลผิด หรือกดปุ่มคำสั่งให้ประมวลผลการจัดสรรน้ำโดยไม่ได้ใส่ปริมาณน้ำเข้าสู่โครงการ

2) **กระบวนการเลือกนโยบายประมวลผล** เป็นกระบวนการสำหรับสลับการทำงานไปยังกระบวนการที่สอดคล้องกับนโยบายของผู้ใช้ระบบ

T27761975

3) **การะบวนการคำนวณความต้องการน้ำของพืชแบบละเอียด** กระบวนการคำนวณความต้องการน้ำของพืชสามารถทำได้ 2 วิธีคือ การคำนวณความต้องการน้ำของพืชแบบละเอียด และการคำนวณความต้องการน้ำของพืชแบบรวดเร็ว ซึ่งถ้ามีการคำนวณความต้องการน้ำของพืชแบบละเอียดแล้วก็จะข้ามการทำงานกระบวนการคำนวณความต้องการน้ำของพืชแบบรวดเร็วไป

การคำนวณความต้องการน้ำของพืชแบบละเอียด มีข้อดีคือ สามารถคำนวณการใช้น้ำได้ค่อนข้างเที่ยงตรง แต่จะเที่ยงตรงแค่ไหนนั้นขึ้นอยู่กับความคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่นำเข้ามาคำนวณ

การคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชแบบละเอียดนั้น จะเริ่มจากการหาจุดเริ่มต้นของการเพาะปลูกพืชในแต่ละพื้นที่เพื่อหาปริมาณพื้นที่ในแต่ละช่วงอายุของพืช แล้วจึงใช้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชในแต่ละช่วงอายุ มาคูณกับปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง ดังสมการที่ (1)

$$W_{Crop} = (ET_{Crop} * 10^{-3}) * A \quad \text{---------- (5)}$$

เมื่อ A *คือ พื้นที่ (ตารางเมตร)*

ET_{Crop} *คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืชที่สนใจ (มิลลิเมตรต่อหน่วยเวลา)*

K_{Crop} *คือ สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชที่สนใจ (พืชชนิดเดียวกันแต่อายุต่างกัน ค่า* K_{Crop} *จะไม่เท่ากัน)*

ET_O *คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มิลลิเมตรต่อหน่วยเวลา)*

W_{Crop} *คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืช (ลูกบาศก์เมตรต่อหน่วยเวลา)*

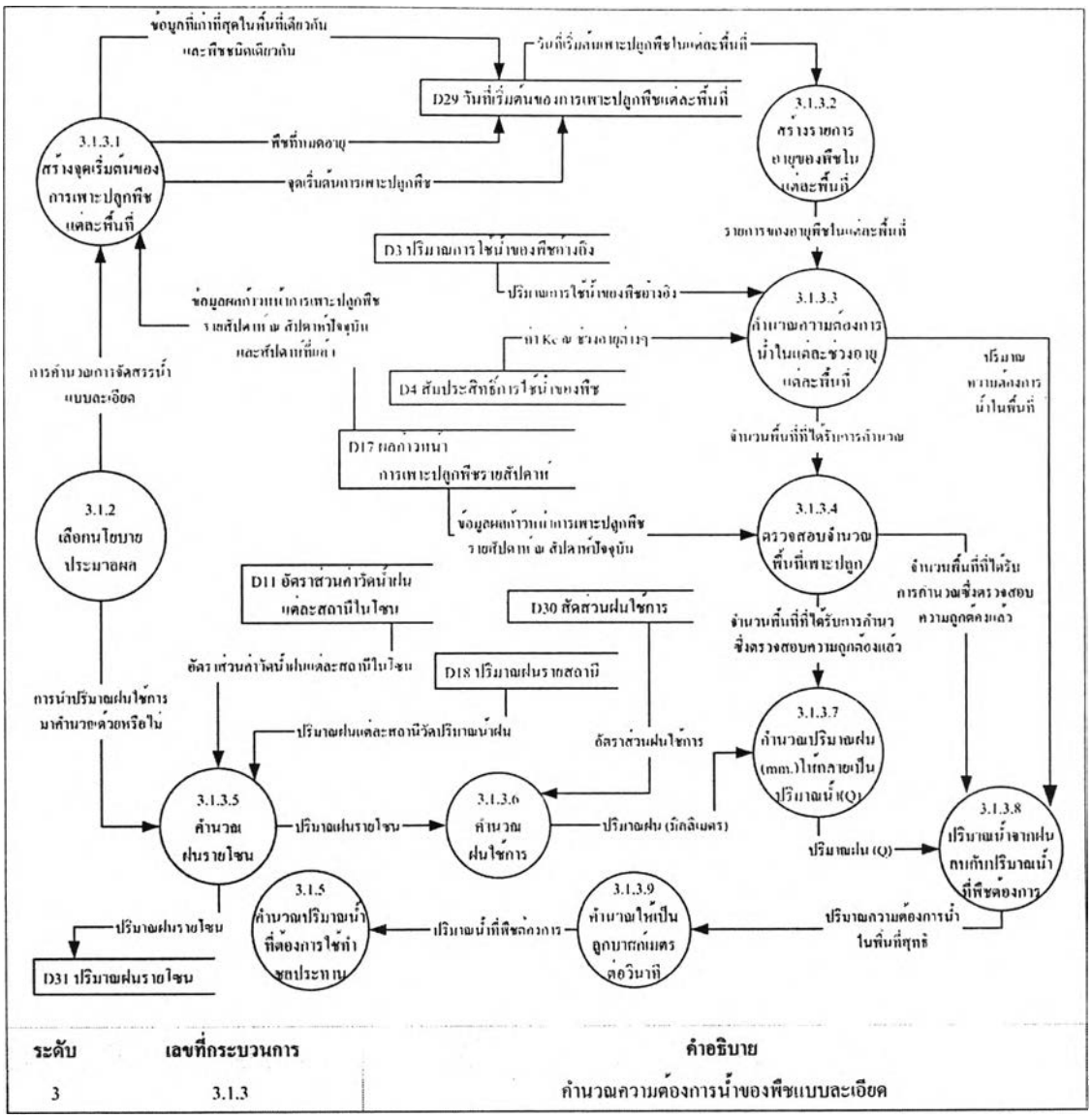
จากนั้นจึงคำนวณความต้องการน้ำของพืชในแต่ละพื้นที่โดยนำปริมาณฝนใช้การมาหักลบกับปริมาณการใช้น้ำของพืช ดังสมการที่ 6

$$W_{Require} = W_{Crop} - R_{Eff} \quad \text{---------- (6)}$$

เมื่อ $W_{Require}$ *คือ ความต้องการน้ำของพืช (ลูกบาศก์เมตรต่อหน่วยเวลา)*

R_{Eff} *คือ ปริมาณฝนใช้การ (ลูกบาศก์เมตรต่อหน่วยเวลา)*

ขั้นตอนการหาความต้องการน้ำของพืชแบบละเอียดดังแผนภาพแสดงกระบวนการคำนวณความต้องการน้ำของพืชดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 กระบวนการคำนวณความต้องการน้ำของพืชแบบละเอียด

4) **กระบวนการคำนวณความต้องการน้ำของพืชแบบรวดเร็ว** ในการประมวลผลถ้ามีการเลือกให้คำนวณปริมาณความต้องการน้ำของพืชแบบรวดเร็วก็จะข้ามขั้นตอนการคำนวณความต้องการน้ำของพืชแบบละเอียดไป

การคำนวณความต้องการน้ำของพืชแบบรวดเร็ว มีข้อมีดีคือ สามารถคำนวณได้อย่างรวดเร็ว แต่ปริมาณความต้องการน้ำอาจมีความคลาดเคลื่อนอยู่มาก

สำหรับวิธีการคำนวณนั้นจะนำปริมาณพื้นที่เพาะปลูกในวันที่ต้องการคำนวณคูณกับปริมาณการใช้น้ำของพืชต่อวัน

$$W_{Crop} = W_{Duty} * A \qquad \text{---------- (7)}$$

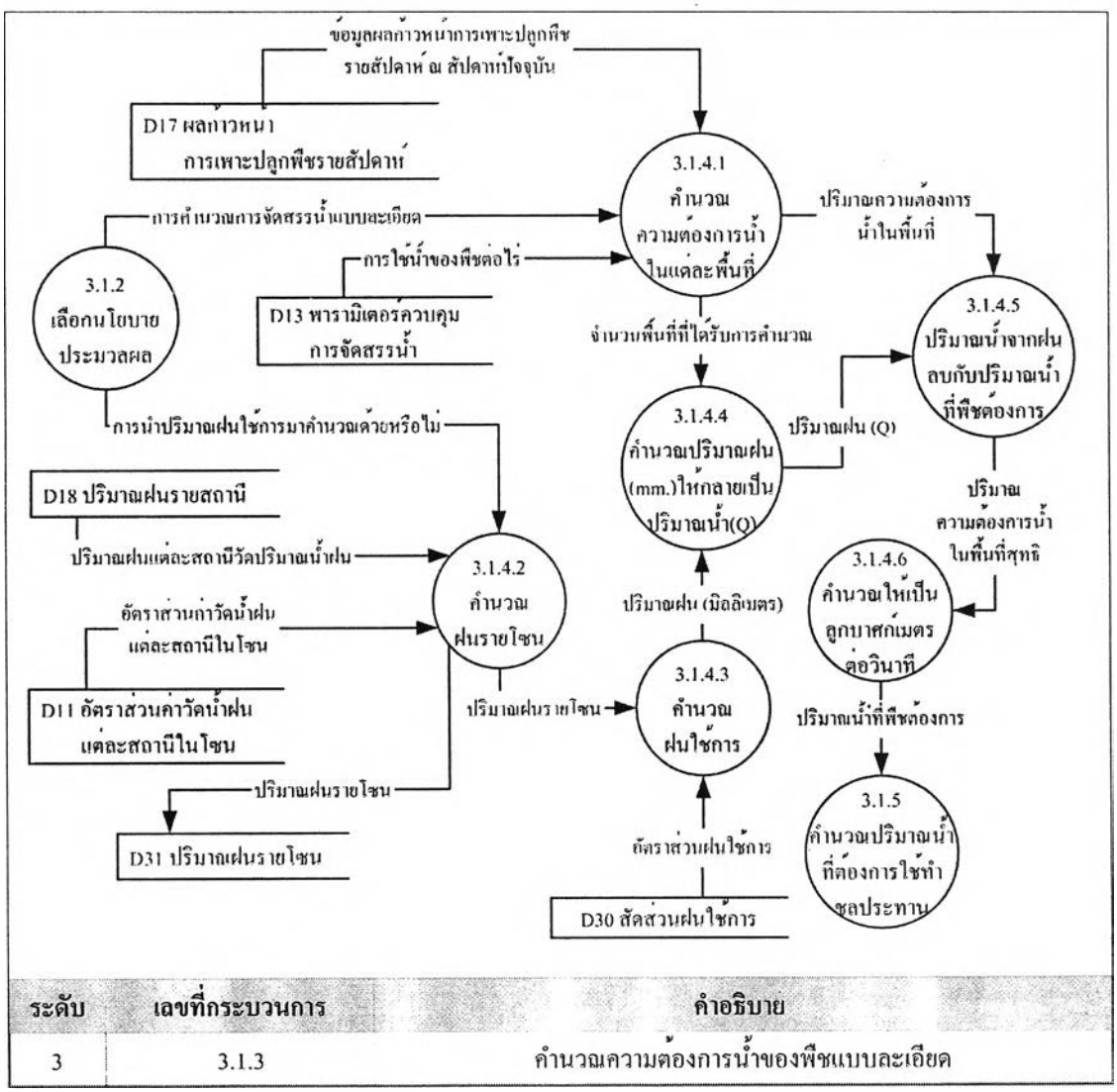
เมื่อ A *คือ พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)*

W_{Dul} *คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืชใน 1 ไร่ (ลูกบาศก์เมตรต่อวัน)*

W_{Crop} *คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืช (ลูกบาศก์เมตรต่อวัน)*

จากนั้นจึงคำนวณความต้องการน้ำของพืชในแต่ละพื้นที่โดยนำปริมาณฝนใช้การมาหักลบกับปริมาณการใช้น้ำของพืช ดังสมการที่ (6)

ขั้นตอนการหาความต้องการน้ำของพืชแบบรวดเร็วดังแผนภาพแสดงกระบวนการคำนวณความต้องการน้ำของพืชดังรูปที่ 4.8



ระดับ	เลขที่กระบวนการ	คำอธิบาย
3	3.1.3	คำนวณความต้องการน้ำของพืชแบบละเอียด

รูปที่ 4.8 กระบวนการคำนวณความต้องการน้ำของพืชแบบรวดเร็ว

5) **กระบวนการคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องการใช้ทำชลประทาน** เนื่องจากการส่งน้ำจากหัวงานเข้าไปยังพื้นที่เป้าหมาย จะต้องมีการสูญเสียน้ำระหว่างทาง เช่น จากการระเหยและรั่วซึม ดังนั้นจึงต้องนำค่าประสิทธิภาพการชลประทานเข้ามาคำนวณด้วยดังสมการที่ (4)

$E_{irr} = W_{net} / w_{gross}$ ----------(4)

เมื่อ E_{irr} *คือ ประสิทธิภาพของการชลประทาน (Iirrigation efficiency)*

W_{net} *คือ ปริมาณน้ำสุทธิที่ต้องการ (Net water requirement)*

W_{gross} *คือ ปริมาณน้ำที่ต้องเข้าระบบส่งน้ำ (Gross water application)*

6) **กระบวนการจัดสรรน้ำตามนโยบาย** ซึ่งนโยบายเหล่านี้ได้แก่

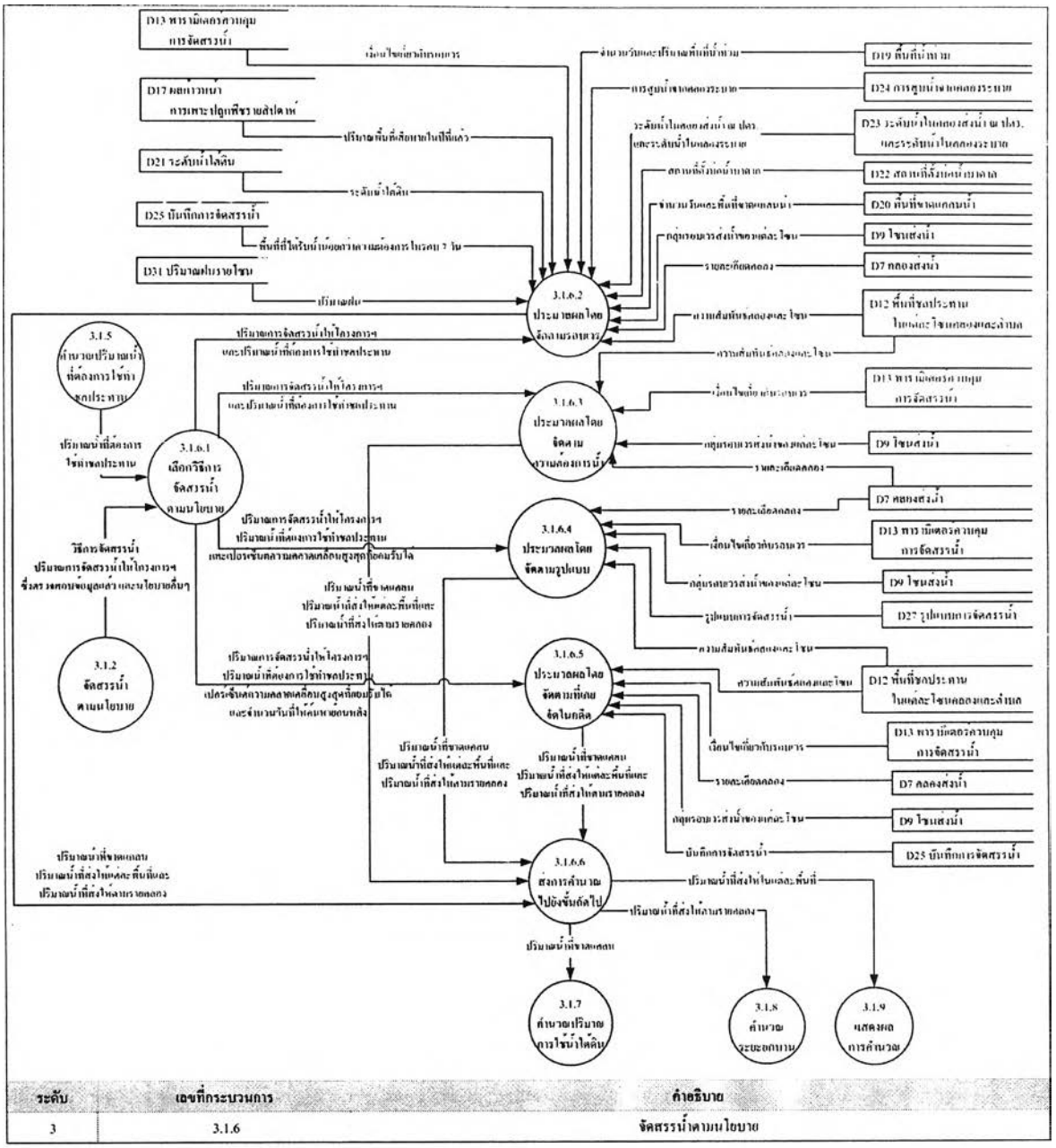
- การจัดรอบเวรส่งน้ำเป็นอย่างไร
- ให้มีการจัดสรรน้ำโดยวิธีการใดระหว่าง การจัดสรรน้ำโดยการจัดตามรอบเวรและลำดับความสำคัญของพื้นที่ การจัดสรรน้ำตามความต้องการน้ำของพืช การจัดสรรน้ำตามรูปแบบที่กำหนดไว้ และการจัดสรรน้ำเหมือนในอดีตที่มีสถานการณ์คล้ายกัน
- มีการใช้น้ำใต้ดินด้วยหรือไม่ และมีความเข้มงวดกับการใช้น้ำใต้ดินหรือไม่

สำหรับนโยบายเรื่องรอบเวรส่งน้ำนั้นแต่ละโครงการชลประทานอาจแตกต่างกัน หรือแม้แต่ในโครงการเดียวกันก็อาจมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นได้ สิ่งที่ต้องพิจารณาสำหรับรอบเวรส่งน้ำคือ

- พื้นที่ใดอยู่ในรอบเวร และพื้นที่ใดอยู่นอกรอบเวร
- ปริมาณน้ำที่ให้กับพื้นที่ในรอบเวรเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของอัตราการไหลสูงสุดในคลองตามที่ออกแบบ
- นอกรอบเวรมีการส่งน้ำหรือไม่
- ปริมาณน้ำที่ให้กับพื้นที่นอกรอบเวรเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของอัตราการไหลสูงสุดในคลองตามที่ออกแบบ
- นอกรอบเวรมีการสลับพื้นที่ในการให้น้ำหรือไม่
- จำนวนวันที่มีการสลับพื้นที่ให้น้ำและไม่ให้น้ำในพื้นที่นอกรอบเวร
- ปริมาณน้ำนอนคลองเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของอัตราการไหลสูงสุดในคลองตามที่ออกแบบ

สำหรับการตรวจสอบและปรับปรุงรอบเวรให้ทันสมัยซึ่งจะแสดงแผนผังการทำงานไว้ในภาคผนวก ค

แผนภาพแสดงกระบวนการประมวลผลการจัดสรรน้ำดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 กระบวนการจัดสรรน้ำตามนโยบาย

สำหรับการจัดสรรน้ำแบบต่างๆ ที่แสดงดังรูปที่ 4.9 คือ

(1) คำนวณปริมาณน้ำที่ส่งให้แต่ละพื้นที่โดยจัดตามรอบเวร ในกรณีที่ปริมาณน้ำไม่เป็นไปตามแผนจะจัดการโดยสร้างดรรชนีจัดลำดับความสำคัญของพื้นที่โดยการให้คะแนนในแต่ละปัจจัยที่มีผลกระทบ เพื่อเรียงลำดับคะแนนแล้วจัดสรรน้ำให้แต่ละพื้นที่ต่อไป ปัจจัยในการกำหนดความสำคัญของคลองเหล่านี้ได้แก่ ปริมาณความต้องการน้ำของพืช ปริมาณน้ำที่ได้รับน้อยกว่าความต้องการในรอบ 7 วัน ปริมาณพื้นที่และจำนวนวันที่ขาดแคลนน้ำ ปริมาณพื้นที่และความสูงของน้ำที่ท่วม จำนวนวันที่น้ำท่วม พื้นที่เสียหายในปีที่แล้ว ปริมาณฝนใช้การ ระดับน้ำใต้

ดิน จำนวนบ่อน้ำใต้ดิน และปริมาณน้ำชลประทานคงค้าง สำหรับการคำนวณคะแนนโดยการถ่วงน้ำหนักในแต่ละปัจจัยแสดงแผนภาพไว้ที่ภาคผนวก ค

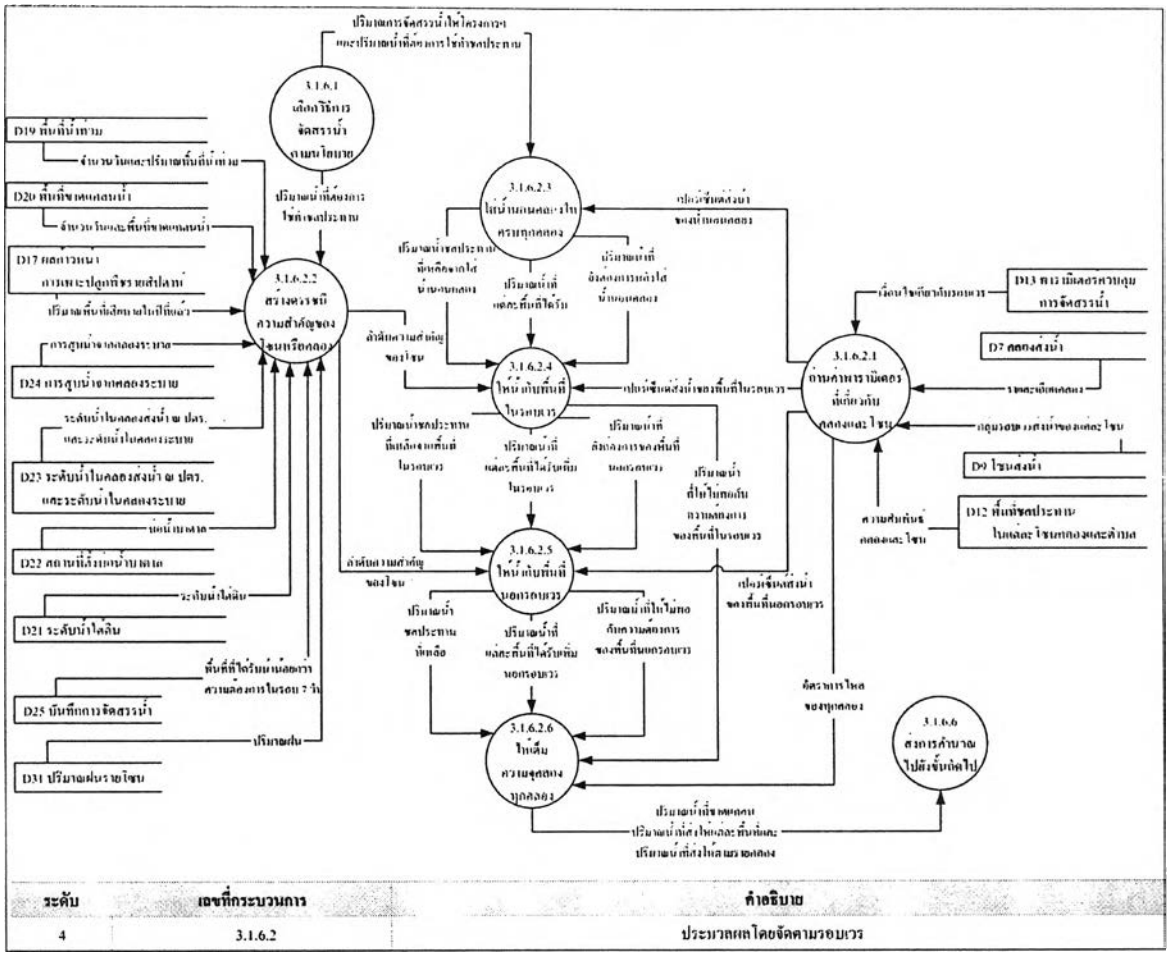
ในการให้น้ำหนักของแต่ละปัจจัยที่มีผลกระทบมีความแตกต่างกันในแต่ละทางเลือกคือ

- ทางเลือกที่ 1 ให้ค่าถ่วงน้ำหนักแต่ละปัจจัยที่เกี่ยวข้องตามที่ผู้ใช้เลือกเอง
- ทางเลือกที่ 2 ให้ค่าถ่วงน้ำหนักโดยเน้นปริมาณความต้องการน้ำของพืชและการจัดสรรน้ำในรอบ 7 วันที่ผ่านมา ซึ่งพื้นที่ใดอยู่ในรอบเวร มีความต้องการน้ำมาก แต่ได้รับการจัดสรรน้ำในปริมาณที่น้อย จะมีความสำคัญมากที่สุด
- ทางเลือกที่ 3 ให้ค่าถ่วงน้ำหนักโดยเน้นพื้นที่ใกล้จะเสียหาย ทั้งที่เกิดจากน้ำท่วม การขาดแคลนน้ำ หรือแม้กระทั่งพื้นที่เสียหายในปีที่แล้ว โดยพื้นที่น้ำท่วมจะจัดสรรน้ำให้ทีหลัง พื้นที่ขาดแคลนน้ำจะจัดสรรให้ก่อน และพื้นที่เสียหายในปีที่แล้วก็เช่นเดียวกัน จะเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญมากกว่า
- ทางเลือกที่ 4 คำนวณโดยเน้นปริมาณน้ำจากแหล่งอื่นเป็นหลัก โดยพื้นที่ที่มีศักยภาพในการหาปริมาณน้ำจากแหล่งอื่นมาทดแทนได้น้อยจะมีความสำคัญมากกว่า ศักยภาพในการหาปริมาณน้ำจากแหล่งอื่นนี้ได้แก่ ระดับน้ำคลองระบาย ความสามารถสูบน้ำจากคลองระบาย ระดับน้ำในบ่อน้ำใต้ดิน ความสามารถสูบน้ำได้จากบ่อน้ำใต้ดิน ปริมาณฝนใช้การ

การจัดการน้ำกรณีปริมาณน้ำที่ได้รับไม่เป็นไปตามแผนเป็นไปได้ 2 กรณีคือ

- กรณีปริมาณน้ำน้อยกว่าแผน พื้นที่ในรอบเวรที่มีความสำคัญน้อยกว่าจะถูกจัดให้อยู่นอกรอบเวรส่งน้ำชั่วคราว
- กรณีปริมาณน้ำมากกว่าแผน พื้นที่นอกรอบเวรที่มีความสำคัญมากกว่าจะถูกจัดให้อยู่ในรอบเวรส่งน้ำชั่วคราว

แผนภาพแสดงกระบวนการคำนวณปริมาณน้ำที่ส่งให้แต่ละพื้นที่โดยจัดตารมรอบเวรดังรูปที่ 4.10



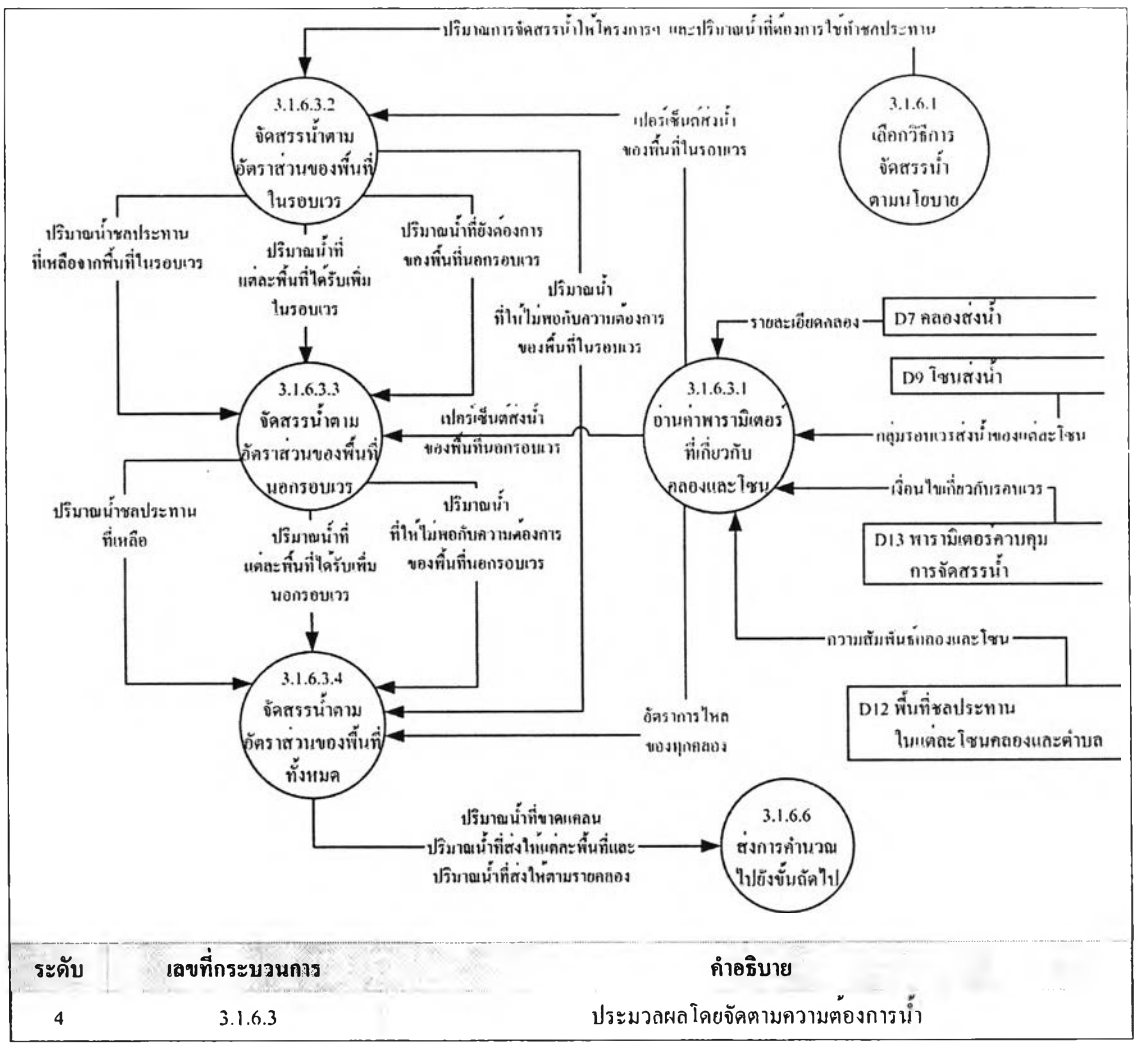
รูปที่ 4.10 กระบวนการประมวลผลโดยจัดสรรน้ำตามรอบเวร

(2) ประมวลผลโดยจัดตามความต้องการน้ำ ในการคำนวณปริมาณการจัดสรรน้ำด้วยวิธีนี้ มีความแตกต่างกันในแต่ละทางเลือกคือ

- ทางเลือกที่ 1 คำนวณโดยเฉลี่ยปริมาณน้ำทั้งโครงการตามสัดส่วนความต้องการน้ำ
- ทางเลือกที่ 2 คำนวณโดยส่งน้ำนอนคลองให้กับทุกคลองในอัตราที่กำหนด ถ้ายังมีน้ำเหลือจะเฉลี่ยส่งให้ทุกคลองในพื้นที่รอบเวรตามสัดส่วนความต้องการน้ำ โดยส่งให้ไม่เกินความต้องการน้ำของแต่ละพื้นที่ในรอบเวร ถ้ายังมีน้ำเหลืออีกจะเฉลี่ยส่งให้ในพื้นที่นอกรอบเวร โดยส่งให้ไม่เกินความต้องการน้ำของแต่ละพื้นที่นอกรอบเวร และถ้ายังมีน้ำเหลืออีกจะเฉลี่ยส่งให้ทุกคลอง
- ทางเลือกที่ 3 มีวิธีการคำนวณเช่นเดียวกับแบบที่ 2 แต่ในกรณีที่มีน้ำมากกว่าความต้องการน้ำ น้ำส่วนที่เหลือจะถูกปล่อยออกที่อาคารบังคับน้ำหัวงานโครงการฯ (สำหรับโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชัณสูตรจะปล่อยออกที่ท้ายประตูน้ำบางระจัน)

- ทางเลือกที่ 4 มีวิธีการคำนวณเช่นเดียวกับแบบที่ 2 แต่จะส่งน้ำให้ไม่เกินความจุของคลองแต่ละสาย น้ำส่วนที่เหลือจะถูกปล่อยออกที่อาคารบังคับน้ำหัวงานโครงการฯ (สำหรับโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชัณสูตรจะปล่อยออกที่ท้ายประตูน้ำบางระจัน)

แผนภาพกระบวนการประมวลผลโดยจัดตามความต้องการน้ำดังรูปที่ 4.11

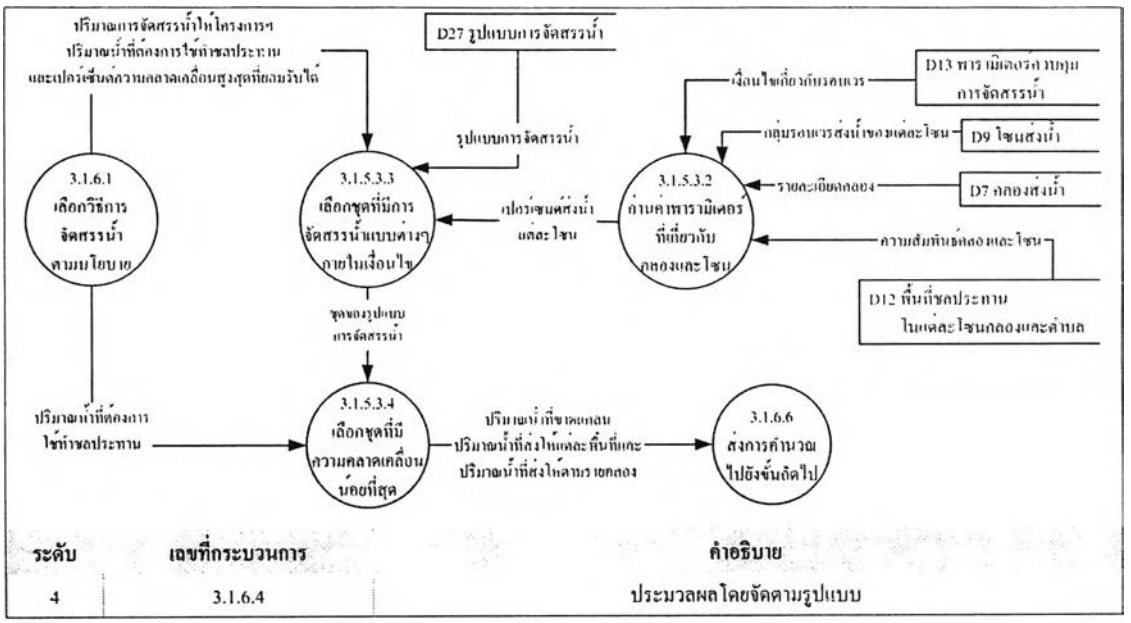


รูปที่ 4.11 กระบวนการประมวลผลโดยจัดสรรน้ำตามความต้องการน้ำ

(3) ประมวลผลโดยจัดตามรูปแบบ เป็นการคำนวณปริมาณการจัดสรรน้ำโดยวิธีการเลือกชุดการจัดสรรน้ำตามรูปแบบที่บันทึกไว้ในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกัน โดยรูปแบบที่บันทึกไว้นี้ได้มาจากการจัดสรรน้ำในอดีตซึ่งมีการปรับปรุงข้อมูลดีแล้วและบันทึกไว้เป็นรูปแบบมาตรฐาน

สำหรับการเปรียบเทียบเพื่อเลือกสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกันนั้นจะพิจารณาจาก ปริมาณน้ำที่ได้รับจากสำนักชลประทานต้นสังกัด รอบเวรส่งน้ำ และปริมาณที่ต้องการใช้ทำการชลประทาน

แผนภาพกระบวนการคำนวณปริมาณการจัดสรรน้ำโดยวิธีการเลือกชุดการจัดสรรน้ำตามรูปแบบดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 กระบวนการประมวลผลโดยจัดสรรน้ำตามรูปแบบ

ในการเลือกชุดรูปแบบที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดนั้น มีวิธีการเลือกได้หลายแบบที่แตกต่างกันคือ

- เมื่ออยู่ในรอบเวรเหมือนกัน ปริมาณน้ำที่ได้รับเท่ากัน ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานคลาดเคลื่อนโดยรวมน้อยที่สุด
- เมื่ออยู่ในรอบเวรเหมือนกัน ปริมาณน้ำที่ได้รับเท่ากัน ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานคลาดเคลื่อนมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับต้นแบบ
- เมื่ออยู่ในรอบเวรเหมือนกัน ปริมาณน้ำที่ได้รับเท่ากัน ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานคลาดเคลื่อนในช่วงที่ยอมรับได้เฉลี่ยค่า
- เมื่ออยู่ในรอบเวรเหมือนกัน ปริมาณน้ำที่ได้รับใกล้เคียงกัน ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานคลาดเคลื่อนโดยรวมน้อยที่สุด

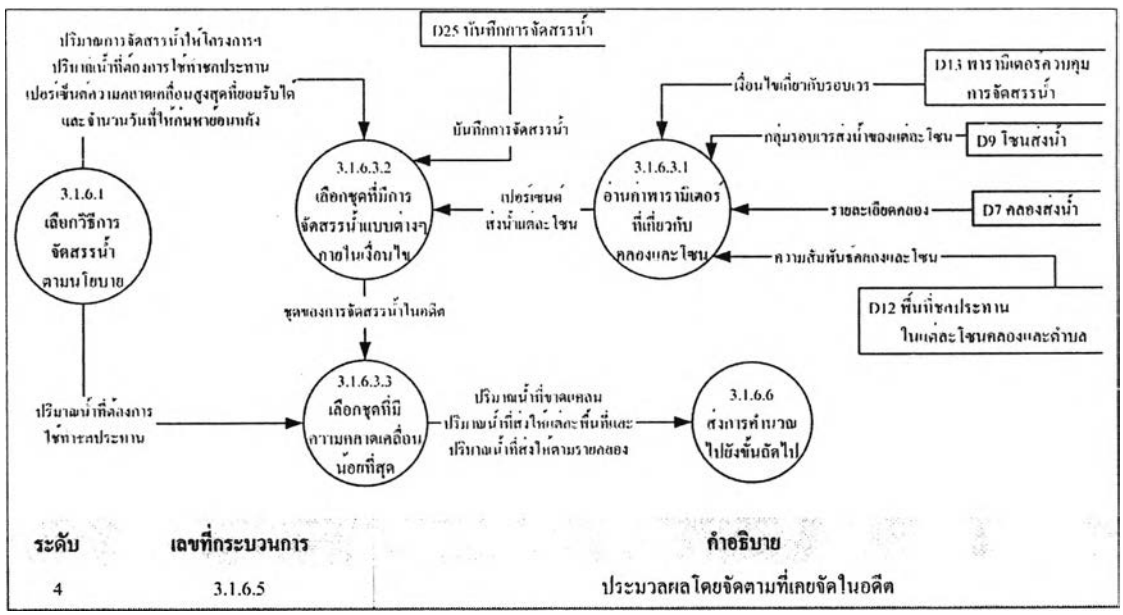
สำหรับแผนผังแสดงวิธีการเปรียบเทียบหาสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกันที่สุดนั้นแสดงอยู่ในภาคผนวก ค

(4) ประมวลผลโดยจัดสรรน้ำตามที่เคยจัดในอดีต เป็นการคำนวณปริมาณการจัดสรรน้ำโดยวิธีการเลือกชุดการจัดสรรน้ำเหมือนในอดีตในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกัน มีระเบียบวิธี

เหมือนกับการจัดสรรน้ำตามรูปแบบ แต่ต่างกันที่ข้อมูลที่นำมาใช้จะเป็นข้อมูลการจัดสรรน้ำในอดีต

สำหรับการเปรียบเทียบเพื่อเลือกสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกันนั้นจะพิจารณาจากปริมาณน้ำที่ได้รับจากสำนักชลประทานต้นสังกัด รอบเวรส่งน้ำ และปริมาณที่ต้องการใช้ทำการชลประทาน

แผนภาพกระบวนการประมวลผลโดยจัดสรรน้ำตามที่เคยจัดในอดีตดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 กระบวนการประมวลผลโดยจัดสรรน้ำตามที่เคยจัดในอดีต

7) **กระบวนการคำนวณปริมาณการใช้น้ำใต้ดิน** ซึ่งจะแสดงแผนผังการทำงานไว้ในภาคผนวก ค

8) **กระบวนการคำนวณระยะยกบาน** ในการคำนวณระยะยกบานนั้นข้อมูลที่ต้องใช้ คือ ข้อมูลทางวิศวกรรมของอาคารบังคับน้ำ เช่น อาคารบังคับน้ำนี้ตั้งอยู่ที่คลองอะไร กิโลเมตรที่เท่าไร มีจำนวณประตูระบายน้ำกี่ประตู รูปทรงเป็นอย่างไร มีขนาดเท่าไหร่ เป็นต้น และปริมาณน้ำที่ผ่านแต่ละคลอง การคำนวณระยะยกบานมีระเบียบวิธีดังนี้คือ

(1) คำนวณระยะยกบานประตูของอาคารบังคับน้ำต้นคลองจากปริมาณน้ำผ่านอาคารบังคับน้ำ

(2) คำนวณระยะยกบานอาคารบังคับน้ำกลางคลอง

(2.1) คำนวณปริมาณน้ำที่แยกไปกับคลองสายย่อยก่อนถึงอาคารบังคับน้ำ

(2.2) คำนวณปริมาณน้ำที่แยกไปกับคลองสายย่อยหลังผ่านอาคารบังคับน้ำ

(2.3) คำนวณปริมาณน้ำที่ส่งให้คลองเส้นนั้นโดยไม่รวมกับคลองแยกสายย่อย โดยนำปริมาณน้ำเข้าคลองลบด้วยปริมาณน้ำที่แยกไปกับคลองสายย่อยก่อนถึงอาคารบังคับน้ำและลบด้วยคำนวณปริมาณน้ำที่แยกไปกับคลองสายย่อยหลังผ่านอาคารบังคับน้ำ

(2.4) คำนวณปริมาณน้ำที่ส่งให้ใช้ในคลองเส้นนั้นก่อนถึงอาคารบังคับน้ำ

(2.5) คำนวณปริมาณน้ำที่ไหลผ่านอาคารบังคับน้ำกลางคลอง โดยนำปริมาณน้ำเข้าคลองลบกับปริมาณน้ำที่แยกไปกับคลองสายย่อยก่อนถึงอาคารบังคับน้ำและลบด้วยปริมาณน้ำที่ส่งให้ใช้ในคลองเส้นนั้นก่อนถึงอาคารบังคับน้ำ

(2.6) คำนวณระยะยกบานประตูของอาคารบังคับน้ำกลางคลองจากปริมาณน้ำที่ไหลผ่านอาคารบังคับน้ำกลางคลอง

(3) คำนวณระยะยกบานอาคารบังคับน้ำท้ายคลอง

(3.1) คำนวณปริมาณน้ำที่ส่งให้ใช้ในคลองเส้นนั้นก่อนถึงอาคารบังคับน้ำ

(3.2) คำนวณปริมาณน้ำที่แยกไปกับคลองสายย่อยก่อนถึงอาคารบังคับน้ำ

(3.3) คำนวณปริมาณน้ำที่ส่งให้คลองเส้นนั้นโดยไม่รวมกับคลองแยกสายย่อย โดยนำปริมาณน้ำเข้าคลองลบด้วยปริมาณน้ำที่แยกไปกับคลองสายย่อยก่อนถึงอาคารบังคับน้ำ

(3.4) คำนวณปริมาณน้ำที่ส่งให้ใช้ในคลองเส้นนั้นก่อนถึงอาคารบังคับน้ำ

(3.5) คำนวณปริมาณน้ำที่ไหลผ่านอาคารบังคับน้ำปลายคลอง โดยนำปริมาณน้ำเข้าคลองลบกับปริมาณน้ำที่แยกไปกับคลองสายย่อยก่อนถึงอาคารบังคับน้ำและลบด้วยปริมาณน้ำที่ส่งให้ใช้ในคลองเส้นนั้นก่อนถึงอาคารบังคับน้ำ

(3.6) คำนวณระยะยกบานประตูของอาคารบังคับน้ำปลายคลองจากปริมาณน้ำที่ไหลผ่านอาคารบังคับน้ำปลายคลอง

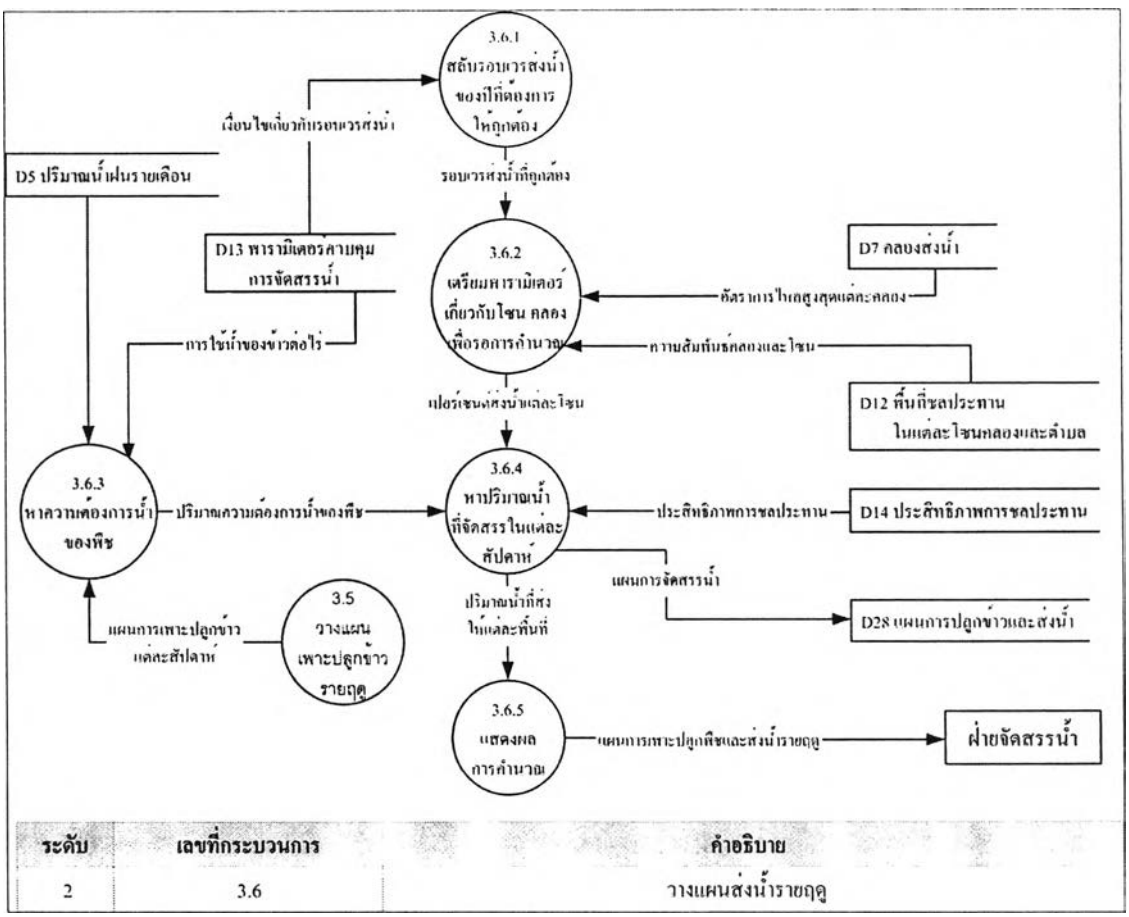
9) **กระบวนการแสดงผลการคำนวณ** ซึ่งผลลัพธ์ที่นำมาแสดงคือปริมาณการจัดสรรน้ำให้กับพื้นที่ต่างๆ คลองต่างๆ โซนต่างๆ ปริมาณน้ำที่ไม่พอกับความต้องการ ระยะยกบานประตู ปริมาณการใช้น้ำใต้ดิน และปริมาณฝนในพื้นที่นั้น ทุกผลลัพธ์คำนวณให้มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

4.1.4 **วางแผนเพาะปลูกข้าวรายฤดู**

การสร้างแผนการเพาะปลูกข้าวรายฤดูนั้นจะกระทำโดยนำข้อมูลการเพาะปลูกข้าวจริงในปีปัจจุบันมาปรับปรุงตามปริมาณน้ำในเขื่อนและแนวโน้มการเพาะปลูกข้าวที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง

4.1.5 **วางแผนส่งน้ำรายฤดู**

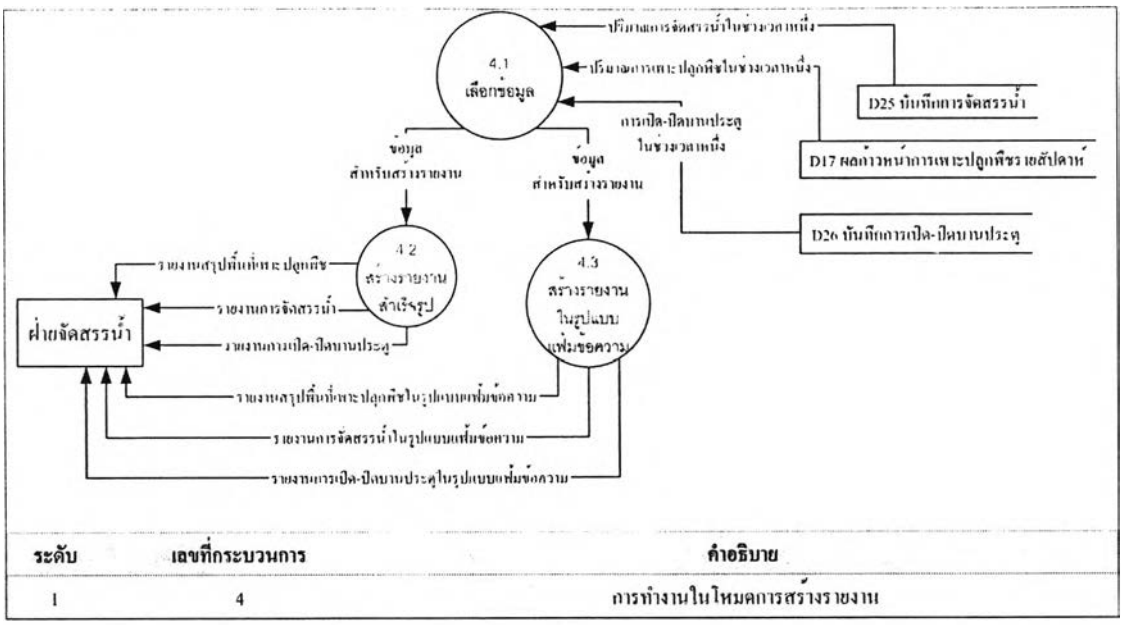
การสร้างแผนการส่งน้ำรายฤดูนั้นจะกระทำโดยสลับรอบเวรส่งน้ำในปีที่ต้องการคำนวณให้ถูกต้อง แล้วจึงหาพื้นที่ในรอบเวรเพื่อคำนวณแผนการส่งน้ำรายสัปดาห์ แผนภาพแสดงกระบวนการวางแผนส่งน้ำรายฤดูดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 กระบวนการวางแผนส่งน้ำรายฤดู

4.1.6 **ทำงานในโหมดการสร้างรายงาน**

โหมดการสร้างรายงานใช้ในการจัดพิมพ์รายงานต่างๆ ทั้งทางสถิติและการคำนวณ โดยข้อมูลที่นำมาใช้สร้างรายงานนั้นคือ ข้อมูลผลก้าวหน้าเพาะปลูกพืชรายสัปดาห์ซึ่งมาจากโหมดการนำเข้าข้อมูล ข้อมูลบันทึกการจัดสรรน้ำ ข้อมูลบันทึกการเปิด-ปิดบานประตู และข้อมูลรูปแบบการจัดสรรน้ำซึ่งมาจากการบันทึกผลการคำนวณในโหมดควบคุมบานประตูและจำลองสถานการณ์ แผนภาพแสดงกระบวนการทำงานในโหมดการสร้างรายงานดังรูปที่ 4.15

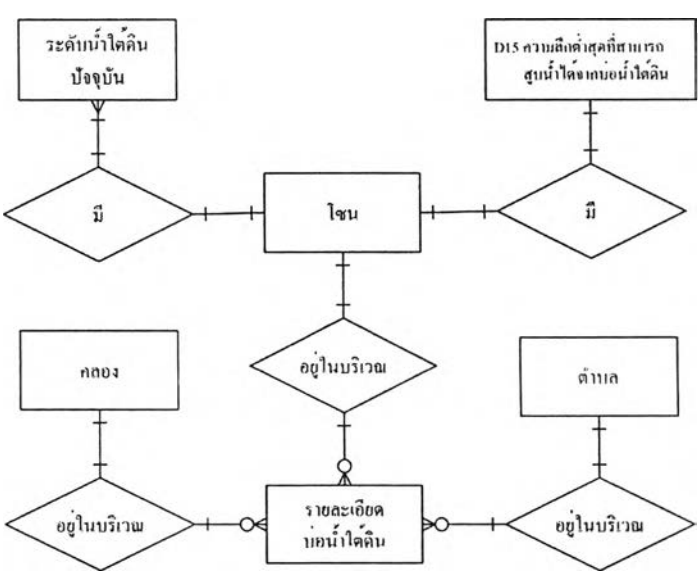


รูปที่ 4.15 กระบวนการทำงานในโหมดการสร้างรายงาน

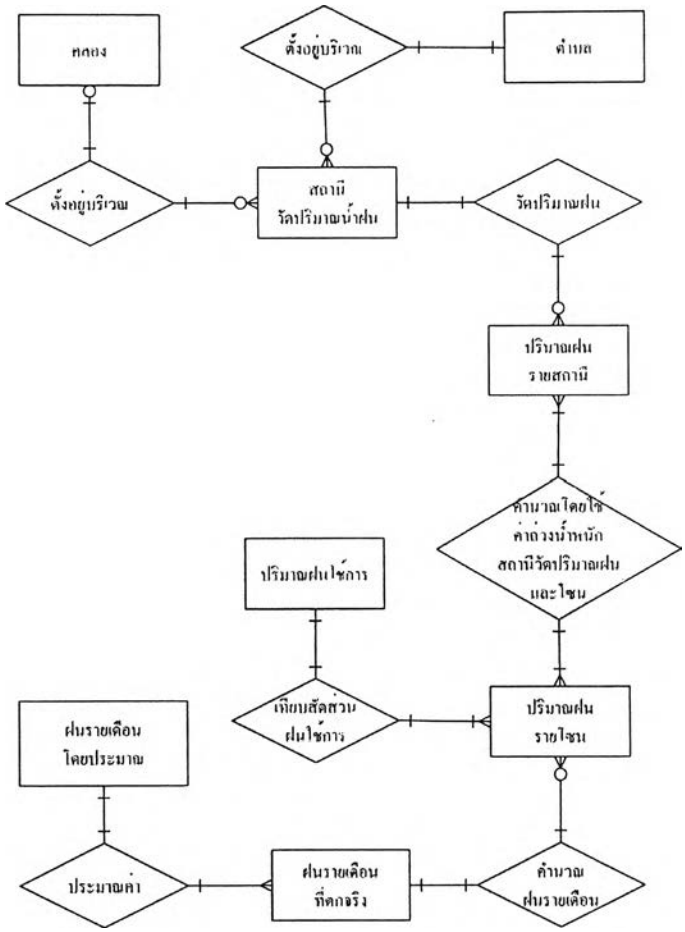
4.2 การออกแบบความสัมพันธ์ข้อมูล และฐานข้อมูล

เป็นการนำเอาแหล่งข้อมูลที่ได้จากแผนภาพกระแสข้อมูลในการออกแบบกระบวนการมาสร้างความสัมพันธ์ระหว่างเอนติตี และกำหนดรายละเอียดแต่ละเอนติตีประกอบด้วย 2 ส่วนคือ การสร้างความสัมพันธ์ข้อมูล และการออกแบบฐานข้อมูล

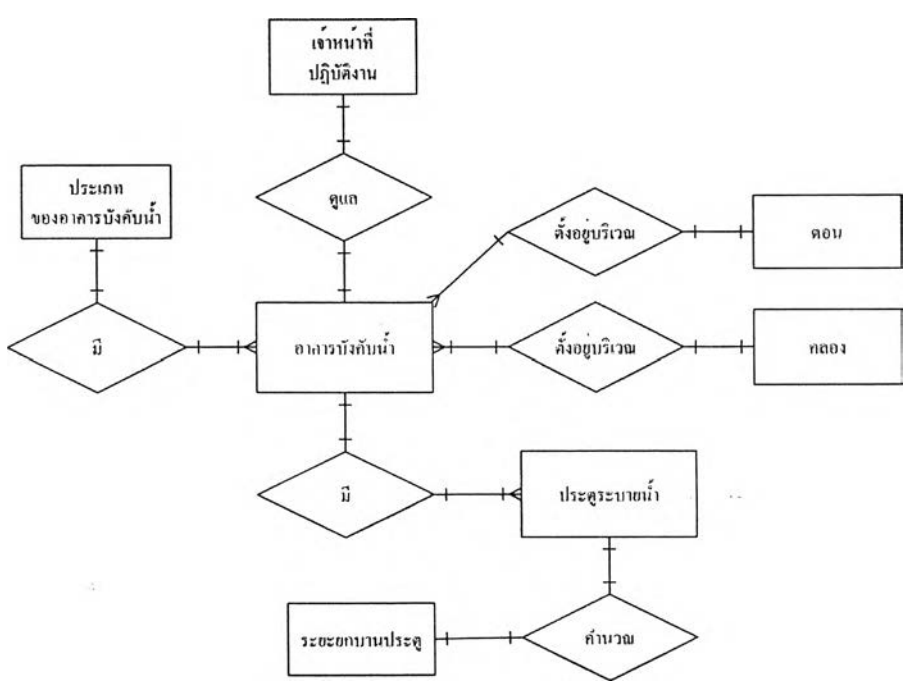
การสร้างความสัมพันธ์ข้อมูล เป็นการนำเอาข้อมูลที่ได้จากการออกแบบกระบวนการมาสร้างเป็นความสัมมพันธ์ระหว่างเอนติตี แผนภาพจำลองข้อมูลแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเอนติตี แสดงได้ดังรูปที่ 4.16



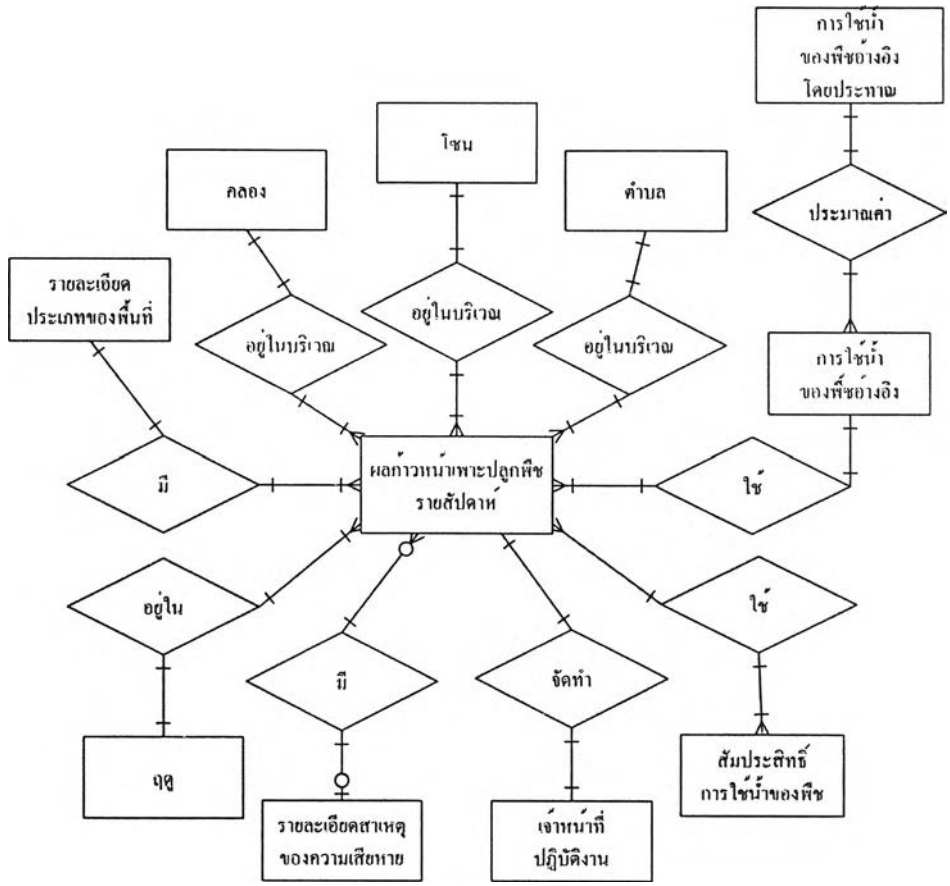
รูปที่ 4.16 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในกลุ่มของบ่อน้ำใต้ดินของระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน



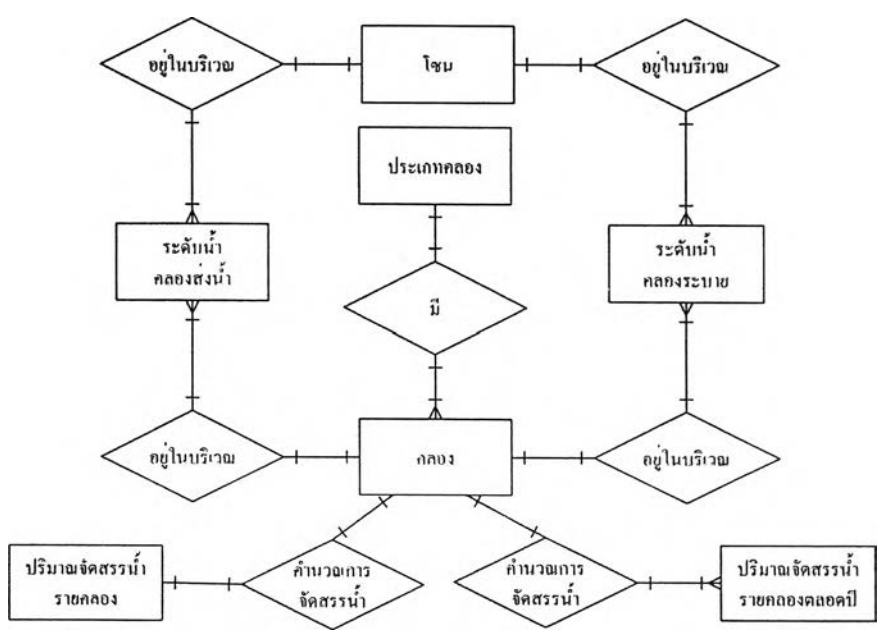
รูปที่ 4.17 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในกลุ่มของสถานีวัดปริมาณน้ำฝนของระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน



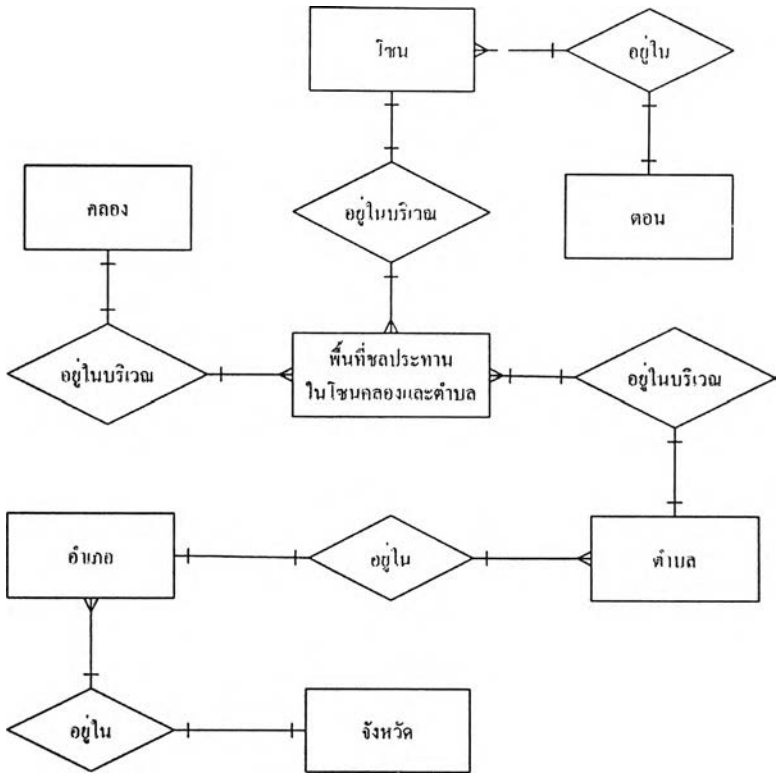
รูปที่ 4.18 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในกลุ่มของอาคารบังคับน้ำของระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน



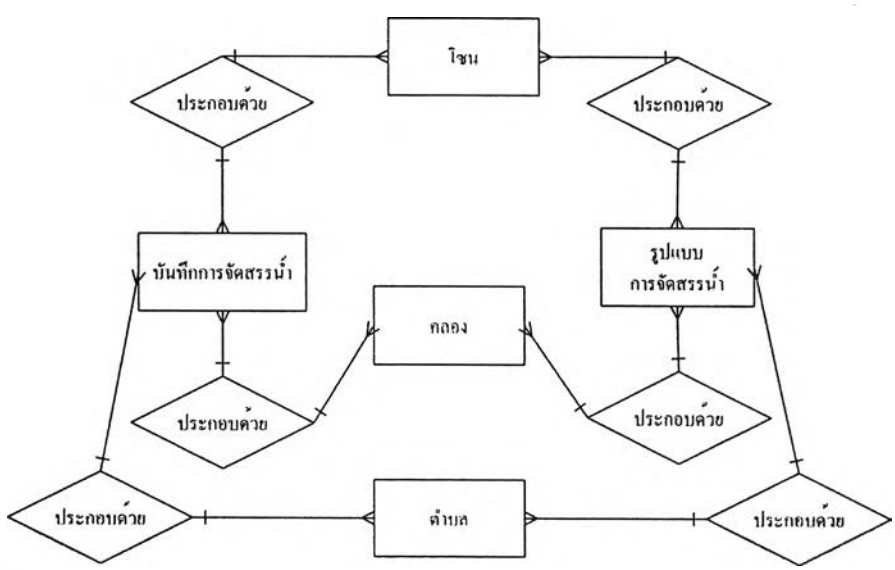
รูปที่ 4.19 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในกลุ่มของความก้าวหน้าการเพาะปลูกพืชรายสัปดาห์ของระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน



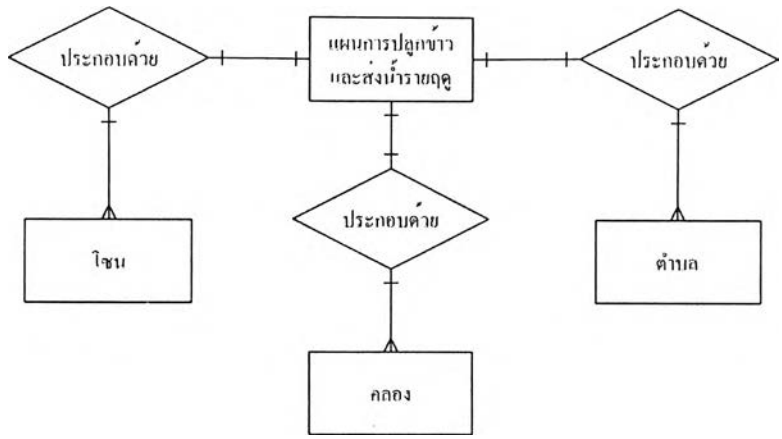
รูปที่ 4.20 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในกลุ่มของคลองส่งน้ำของระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน



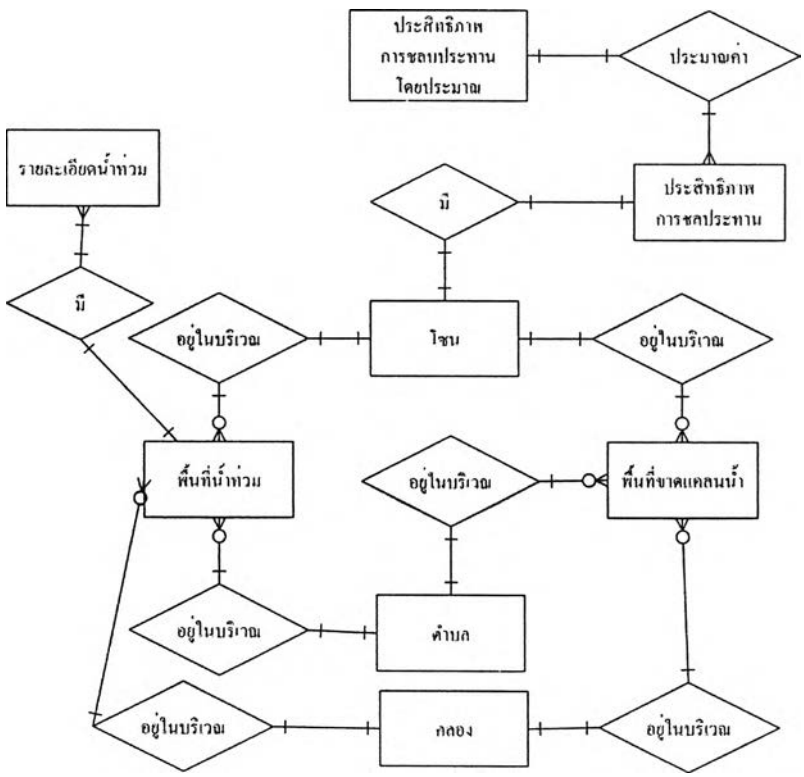
รูปที่ 4.21 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในกลุ่มของขอบเขตพื้นที่ของระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน



รูปที่ 4.22 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในกลุ่มของรูปแบบการจัดสรรน้ำและบันทึกการจัดสรรน้ำของระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน



รูปที่ 4.23 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในกลุ่มของแผนการปลูกข้าวและส่งน้ำรายฤดูของระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน



รูปที่ 4.24 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในกลุ่มของประสิทธิภาพการชลประทานของระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน

รูปที่ 4.25 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในกลุ่มของสิทธิการใช้งานของระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน

หลังจากออกแบบแผนภาพความสัมพันธ์ของข้อมูลแล้ว ต่อไปเป็นการสร้างฐานข้อมูลโดยนำเอนติตีต่างๆ มาสร้างเป็นฐานข้อมูล รายละเอียดโครงสร้างของตารางดังแสดงในภาคผนวก ก ข้อมูลที่นำมาสร้างตารางสรุปได้ดังนี้

1) ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณการจัดสรรน้ำรายวัน มีดังนี้

1.1) น้ำที่ได้รับจากสำนักชลประทานต้นสังกัด เป็นแหล่งน้ำต้นทุนหลักที่ใช้จัดสรรน้ำในฤดูแล้ง ซึ่งโครงการฯ จะทำแผนการส่งน้ำตลอดทั้งปีไปให้กับสำนักชลประทานต้นสังกัดในช่วงเดือนธันวาคมของปีก่อนหน้า แล้วสำนักชลประทานต้นสังกัดจะพิจารณาจัดสรรให้กับโครงการต่างๆ ตามปริมาณน้ำต้นทุนและแผนที่แต่ละโครงการฯ ส่งให้

1.2) พื้นที่เพาะปลูกพืช เพื่อนำมาคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืช การคำนวณนั้นสามารถทำได้ 2 แนวทางคือ

1.2.1) คำนวณโดยใช้ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง ทำได้โดยคำนวณหาอายุของพืชในแต่ละพื้นที่ แล้วใช้สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชในแต่ละช่วงอายุคูณกับปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงคูณกับจำนวนพื้นที่เพาะปลูก ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้ใช้เวลาคำนวณมากแต่ได้ค่าความต้องการน้ำของพืชใกล้เคียงกับสภาวะความเป็นจริงมากขึ้น มีความคลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อยซึ่งเกิดจากการประมาณค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิง

1.2.2) คำนวณโดยใช้ค่าชลภาระ วิธีการนี้มีการคำนวณอย่างรวดเร็ว แต่มีความคลาดเคลื่อนมากกว่า ความคลาดเคลื่อนนี้เกิดจากการใช้น้ำในแต่ละช่วงอายุของพืชไม่เท่ากัน แต่เหมารวมไปว่าเท่ากัน

1.3) ประสิทธิภาพการชลประทาน เพื่อนำมาคำนวณหาปริมาณน้ำที่ส่งจริงจากหัวงานโครงการฯ ประสิทธิภาพการชลประทานจะดีหรือไม่สาเหตุหลักขึ้นอยู่กับคลองส่งน้ำ หากพื้นคลองเป็นคลองดาดไม่มีรอยรั่วจะมีประสิทธิภาพดีกว่าพื้นคลองที่เป็นคลองดินโดยเฉพาะดินค่อนข้างร่วนหรือดินปนทราย

1.4) รอบเวรส่งน้ำ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับนโยบายของแต่ละโครงการฯ

1.5) ฝนใช้การ คำนวณมาจากปริมาณฝนที่ตกจริงแต่ละสถานีวัดปริมาณน้ำฝน

1.6) พื้นที่ขาดแคลนน้ำ เพื่อนำมาคำนวณลำดับความสำคัญของพื้นที่

1.7) พื้นที่น้ำท่วม เพื่อนำมาคำนวณลำดับความสำคัญของพื้นที่

1.8) นโยบายการใช้น้ำใต้ดิน

1.9) ความสามารถในการสูบน้ำได้จากบ่อบาดาลเพื่อนำมาคำนวณลำดับความสำคัญของพื้นที่

2) ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแผนการเพาะปลูกพืชตลอดทั้งปี ประกอบด้วย พื้นที่เพาะปลูกพืชในปัจจุบัน และแนวโน้มการเพาะปลูกพืชในปีถัดไป

3) ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแผนการส่งน้ำตลอดทั้งปี ประกอบด้วย แผนการเพาะปลูกพืชตลอดทั้งปี รอบเวรส่งน้ำ และปริมาณน้ำต้นทุน

4) ข้อมูลอื่นๆ ที่ใช้สนับสนุนการคำนวณการจัดสรรน้ำประกอบด้วย

4.1) ข้อมูลสภาพน้ำและฝน ได้แก่ ระดับน้ำคลองระบาย ระดับน้ำคลองส่งน้ำ ณ ประตูระบายน้ำ ระดับน้ำใต้ดิน และการสูบน้ำจากคลองระบาย

4.2) ข้อมูลทางกายภาพ ได้แก่ รายละเอียดคลอง รายละเอียดอาคารบังคับน้ำ ขนาดประตูระบายน้ำ ข้อมูลโซนส่งน้ำ และสถานที่ตั้งสถานีวัดปริมาณน้ำฝน

4.3) ข้อมูลทางด้านเกษตรกรรม ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช และปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง

4.4) ข้อมูลย้อนหลัง ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนย้อนหลัง x ปี และปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงย้อนหลัง x ปี

4.5) ข้อมูลทางการปกครอง ได้แก่ จังหวัด อำเภอ และตำบล

4.6) พารามิเตอร์ที่ใช้เพื่อการคำนวณ ได้แก่ พารามิเตอร์เพื่อประเมินความสำคัญของคลองแต่ละสาย อัตราส่วนค่าวัดน้ำฝนแต่ละสถานีในโซน ความสัมพันธ์ของโซน คลอง และตำบล และความลึกต่ำที่สุดที่สามารถสูบน้ำได้จากบ่อน้ำใต้ดิน

4.7) ตัวเลือกการจัดสรรน้ำ

4.8) ข้อมูลอื่นๆ ได้แก่ เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน และสาเหตุของความเสียหาย

4.3 การออกแบบสถาปัตยกรรม

การออกแบบสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์สำหรับระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทานจะใช้คอมพิวเตอร์แบบเครื่องเดียว ข้อกำหนดขั้นต่ำของสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์มีดังนี้

4.3.1 ฮาร์ดแวร์ของคอมพิวเตอร์ขั้นต่ำมีดังนี้

1) หน่วยประมวลผลกลางความเร็ว 1 GHz.

2) หน่วยความจำหลัก 512 MB.

3) ฮาร์ดดิสก์ความจุ 40 GB. ความเร็วรอบ 7200 รอบต่อวินาที

4) จอภาพ ความละเอียด 1024 * 768 พิกเซลล์

4.3.2 ซอฟต์แวร์ขั้นต่ำที่ต้องจัดเตรียม แก่ ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟต์วินโดว์ รุ่น 98 (Microsoft Windows 98) หรือสูงกว่านี้ พร้อมทั้งระบบจัดการฐานข้อมูล เอสคิวแอล เซอร์ฟเวอร์ รุ่น 2000 (SQL Server 2000)

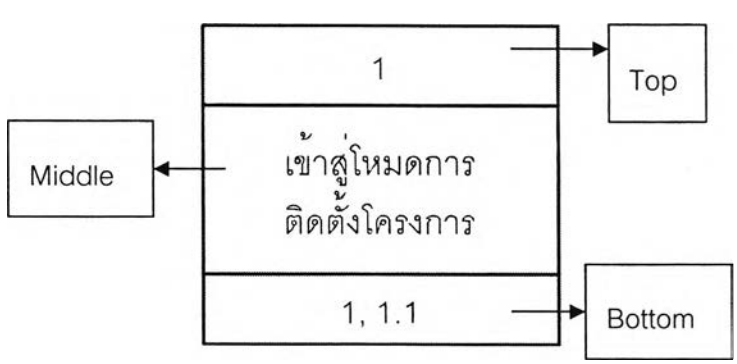
4.4 การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้

การออกแบบส่วนประสานงานกับผู้ใช้ของระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน ประกอบด้วย การออกแบบโครงสร้างส่วนประสานงาน การออกแบบการนำทาง

4.4.1 การออกแบบโครงสร้างส่วนประสานงาน (Interface Structure Diagram: ISD)

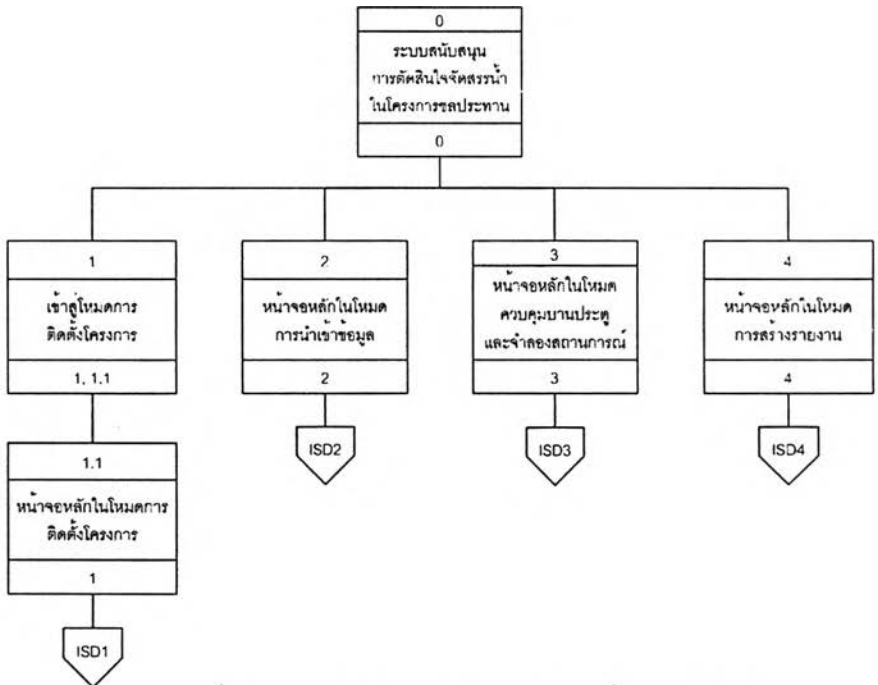
การออกแบบโครงสร้างส่วนประสานงานเป็นการออกแบบโครงสร้างเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประสานงาน ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่าผู้ใช้สามารถย้ายจากส่วนประสานงานหนึ่งไปยังอีกส่วนประสานงานหนึ่งได้อย่างไร วิธีการออกแบบโครงสร้างส่วนประสานงานโดยการนำเอาแต่ละกระบวนการที่ได้จากการออกแบบกระบวนการมาสร้างเป็นส่วนประสานงานงานโดยเรียงจากบนลงล่างและจากซ้ายไปขวาในลักษณะโครงสร้างแบบต้นไม้ที่สัมพันธ์กันเป็นโครงสร้างส่วนประสานงาน การออกแบบนี้แต่ละกระบวนการอาจมีหลายส่วนประสานงานสนับสนุนอยู่ ซึ่งแต่ละส่วนประสานงานประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังรูปที่ 4.26

1) ส่วนบน (Top) ของส่วนประสานงาน ใช้แสดงหมายเลขส่วนประสานงานกับผู้ใช้ ซึ่งจะแสดงหมายเลขในลักษณะโครงสร้างของต้นไม้ ซึ่งต้องเป็นตัวเลขที่ไม่ซ้ำกัน
2) ส่วนกลาง(Middle) ของส่วนประสานงานใช้แสดงชื่อส่วนประสานงานกับผู้ใช้ ซึ่งจะต้องเป็นชื่อที่ไม่ซ้ำกัน
3) ส่วนล่าง (Bottom) ของส่วนประสานงาน ใช้แสดงหมายเลขกระบวนการที่ส่วนประสานงานสนับสนุนอยู่ ซึ่งในหนึ่งกระบวนการอาจมีหลายส่วนประสานงานที่สนับสนุนอยู่ก็ได้

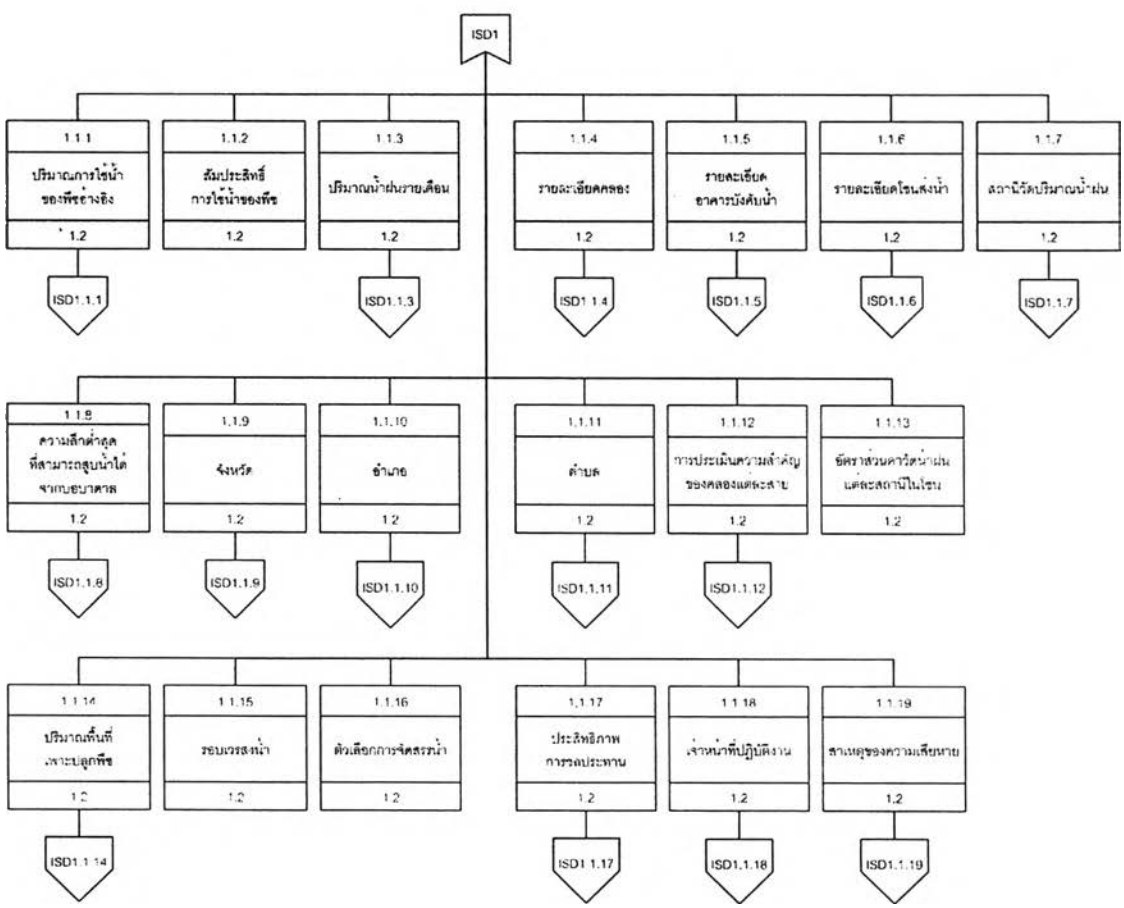


รูปที่ 4.26 แผนภาพแสดงแต่ละส่วนประสานงาน

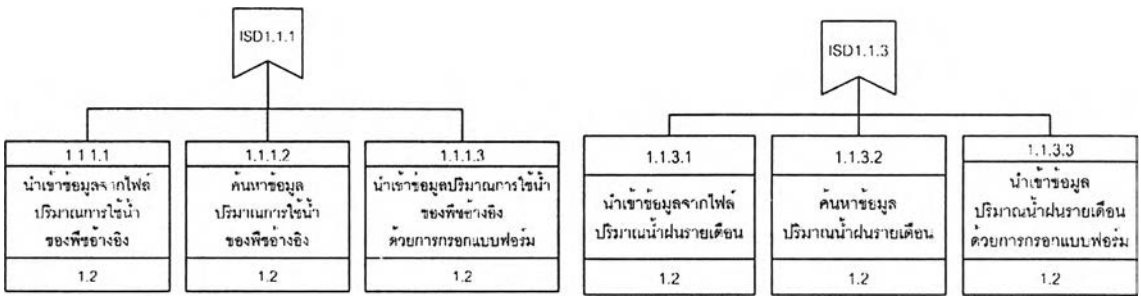
โครงสร้างส่วนประสานงานทั้งหมดของระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทานแสดงดังรูปที่ 4.27



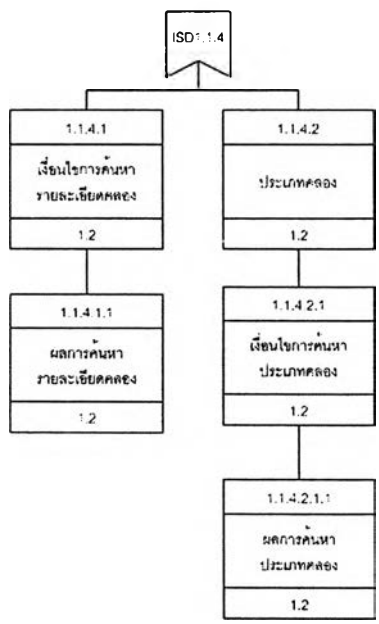
รูปที่ 4.27 โครงสร้างส่วนประสานงานที่ระดับบนสุด



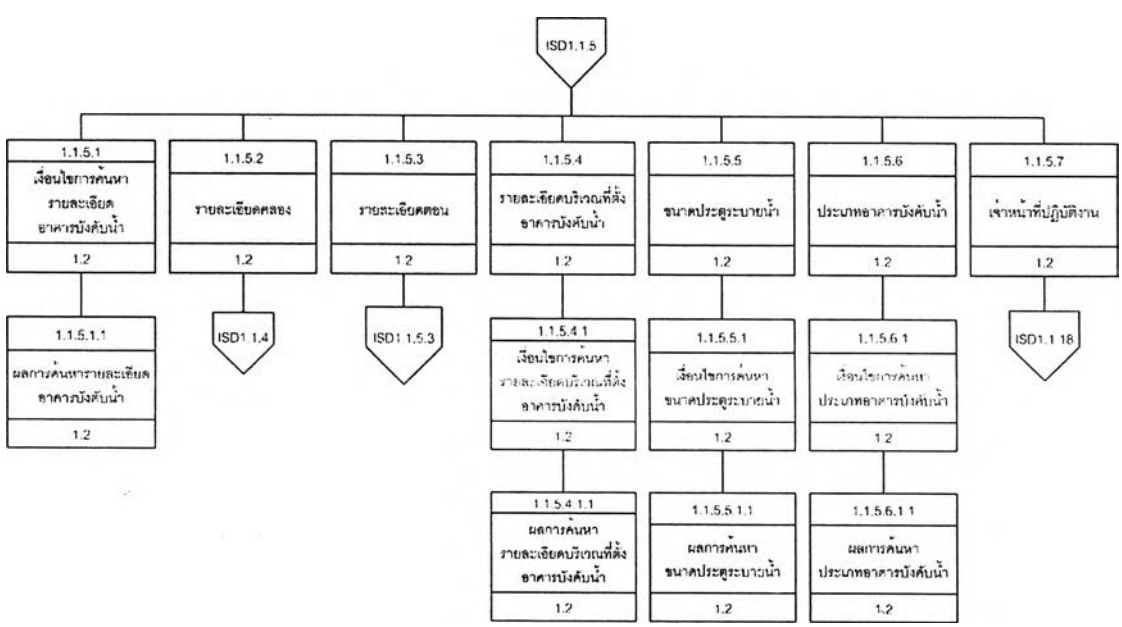
รูปที่ 4.28 โครงสร้างส่วนประสานงานในโหมดการติดตั้งโครงการ



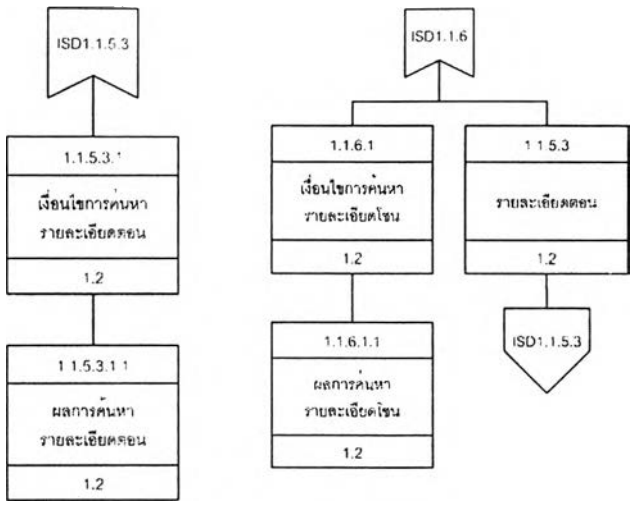
รูปที่ 4.29 โครงสร้างส่วนประสานงานปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงและปริมาณฝนรายเดือน



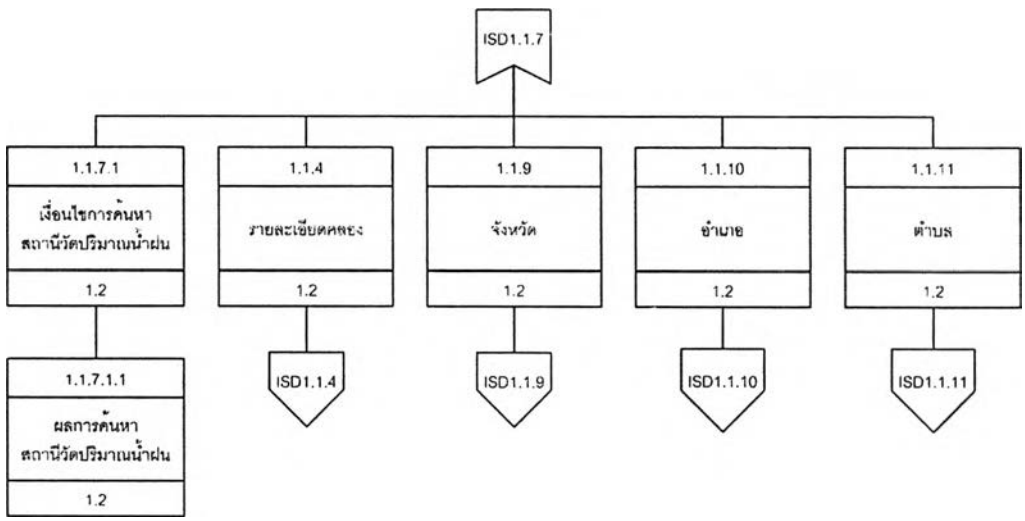
รูปที่ 4.30 โครงสร้างส่วนประสานงานรายละเอียดคลอง



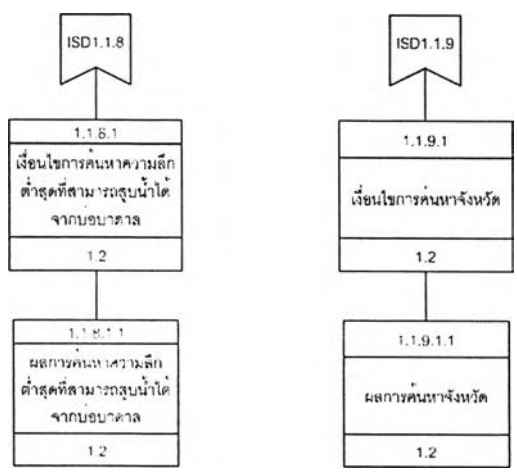
รูปที่ 4.31 โครงสร้างส่วนประสานงานรายละเอียดอาคารบังคับน้ำ



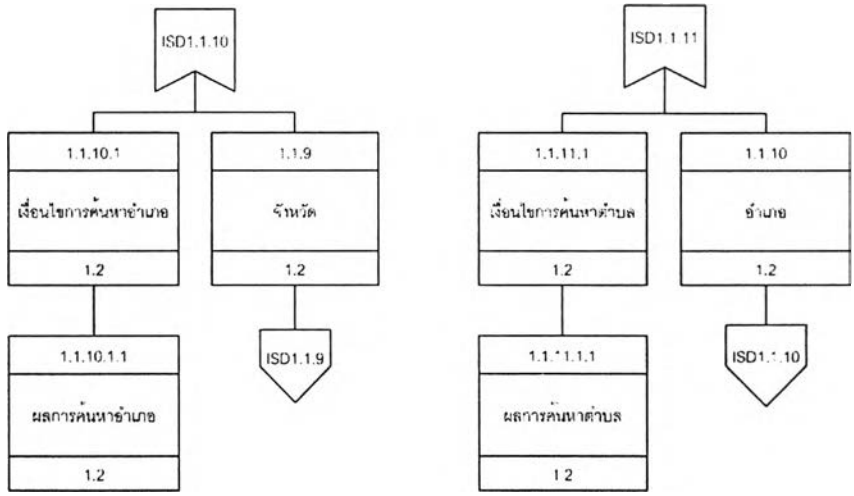
รูปที่ 4.32 โครงสร้างส่วนประสานงานรายละเอียดตอนและโซน



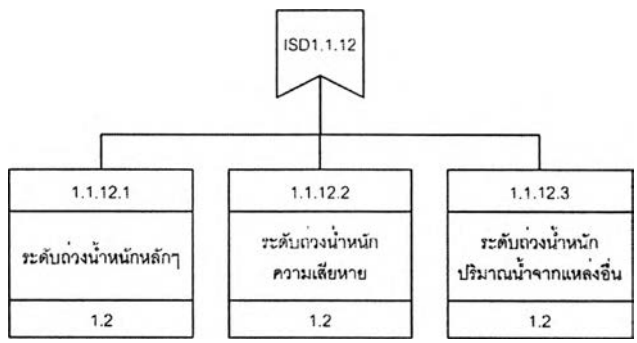
รูปที่ 4.33 โครงสร้างส่วนประสานงานรายละเอียดสถานีวัดปริมาณน้ำฝน



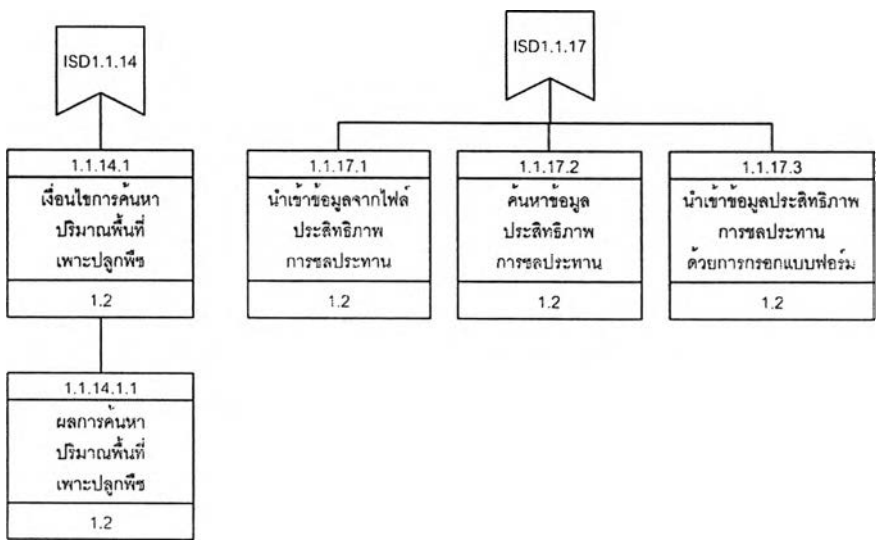
รูปที่ 4.34 โครงสร้างส่วนประสานงานความลึกต่ำสุดที่สามารถสูบน้ำได้จากบ่อน้ำใต้ดินและข้อมูลจังหวัด



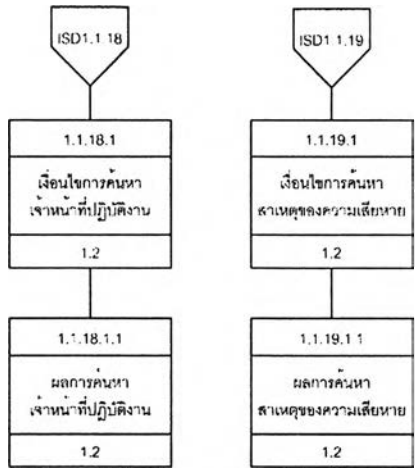
รูปที่ 4.35 โครงสร้างส่วนประสานงานรายละเอียดอำเภอและตำบล



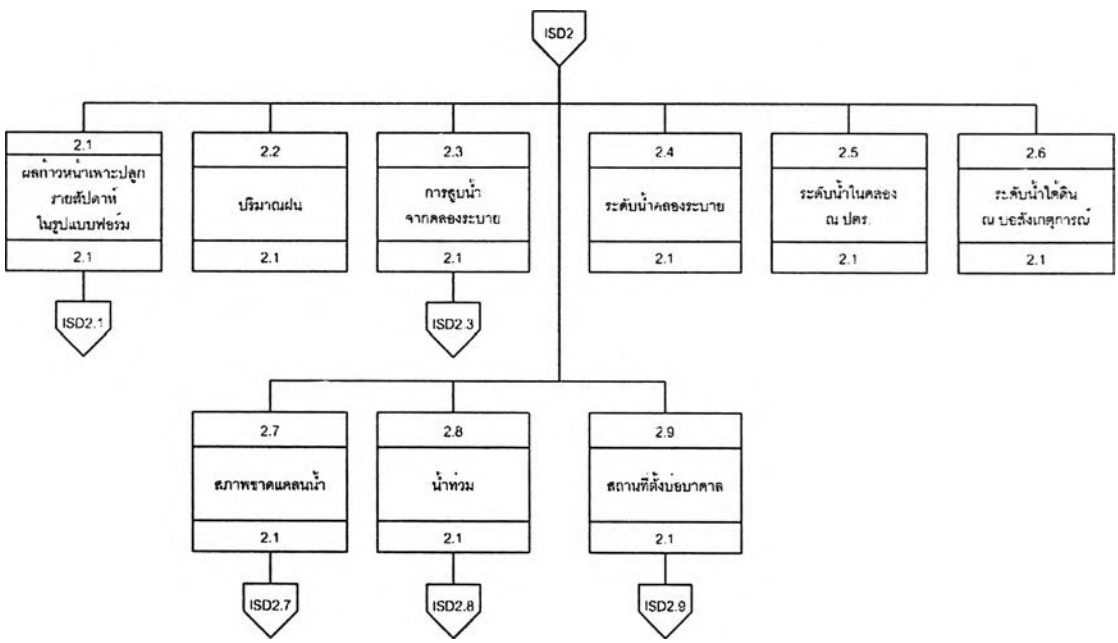
รูปที่ 4.36 โครงสร้างส่วนประสานงานระดับถ่วงน้ำหนัก



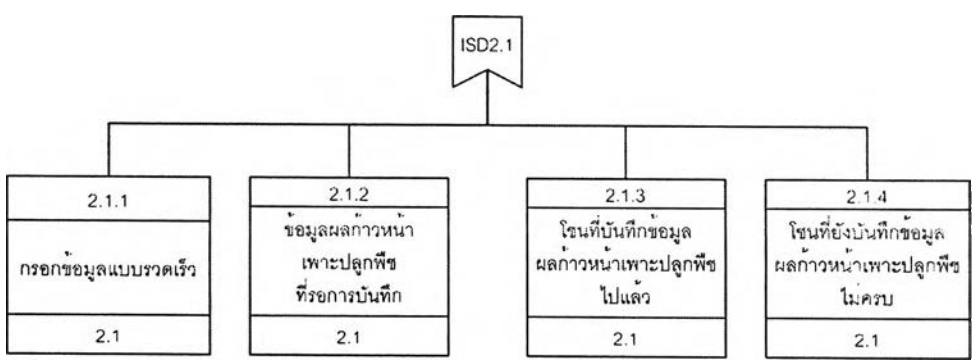
รูปที่ 4.37 โครงสร้างส่วนประสานงานปริมาณพื้นที่เพาะปลูกพืชและประสิทธิภาพการชลประทาน



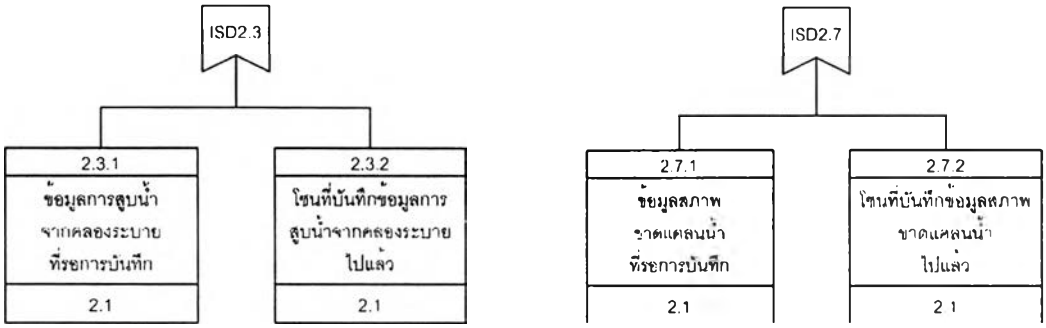
รูปที่ 4.38 โครงสร้างส่วนประสานงานเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานและสาเหตุของความเสียหาย



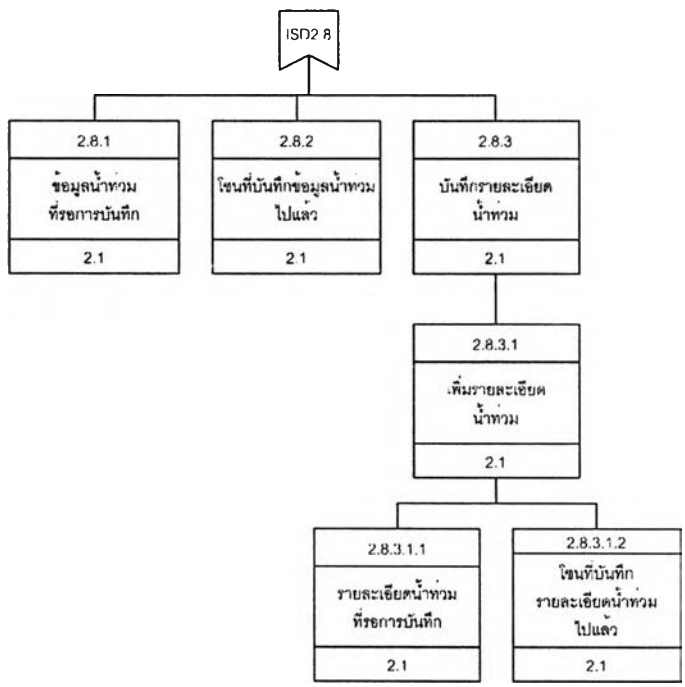
รูปที่ 4.39 โครงสร้างส่วนประสานงานโหมดการนำเข้าข้อมูล



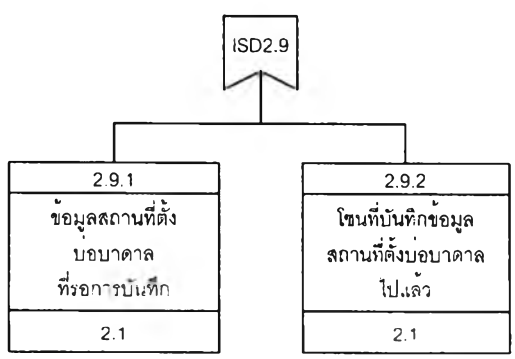
รูปที่ 4.40 โครงสร้างส่วนประสานงานผลก้าวหน้าเพาะปลูกพืชรายสัปดาห์



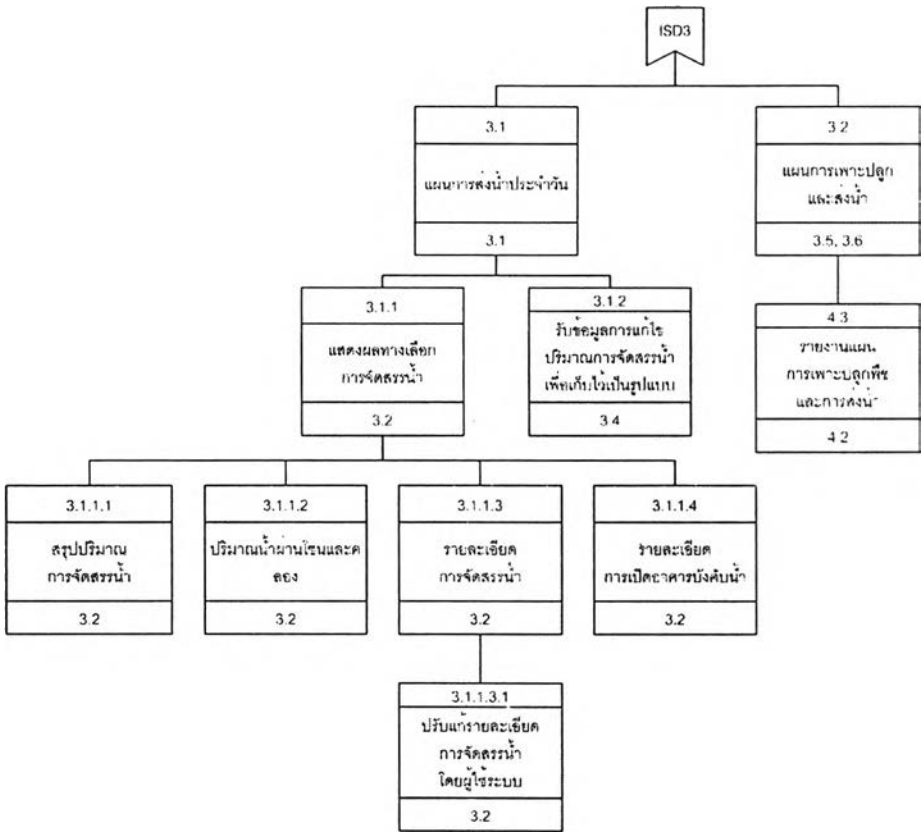
รูปที่ 4.41 โครงสร้างส่วนประสานงานการสูบน้ำจากคลองระบายและสภาพขาดแคลนน้ำ



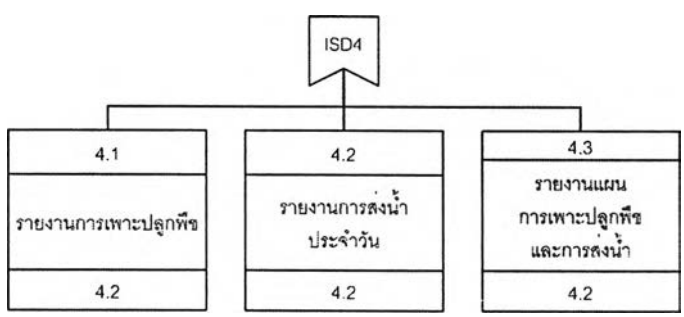
รูปที่ 4.42 โครงสร้างส่วนประสานงานสภาพน้ำท่วม



รูปที่ 4.43 โครงสร้างส่วนประสานงานสถานที่ตั้งบ่อบาดาล



รูปที่ 4.44 โครงสร้างส่วนประสานงานโหมดควบคุมบานประตูและจำลองสถานการณ์



รูปที่ 4.45 โครงสร้างส่วนประสานงานโหมดการสร้างรายงาน

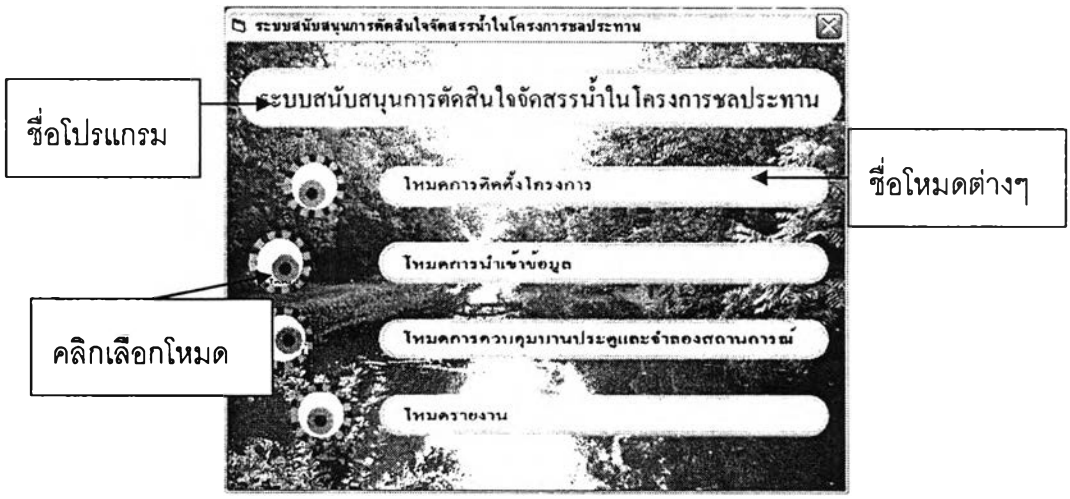
หลังจากออกแบบโครงสร้างส่วนประสานงานกับผู้ใช้แล้วจึงออกแบบหน้าจอสำหรับแต่ละส่วนประสานงานซึ่งอยู่ในรูปของฟอร์ม สำหรับหน้าจอของระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทานนี้แสดงไว้ในภาคผนวก ข โดยเรียงลำดับหมายเลขส่วนประสานงานจากบนลงล่างและจากซ้ายไปขวาตามที่ปรากฏในโครงสร้างส่วนประสานงาน

4.4.2 การออกแบบการนำทาง (Navigation Design)

การออกแบบการนำทาง ประกอบด้วยการออกแบบเมนู และการออกแบบข้อความ ดังนี้

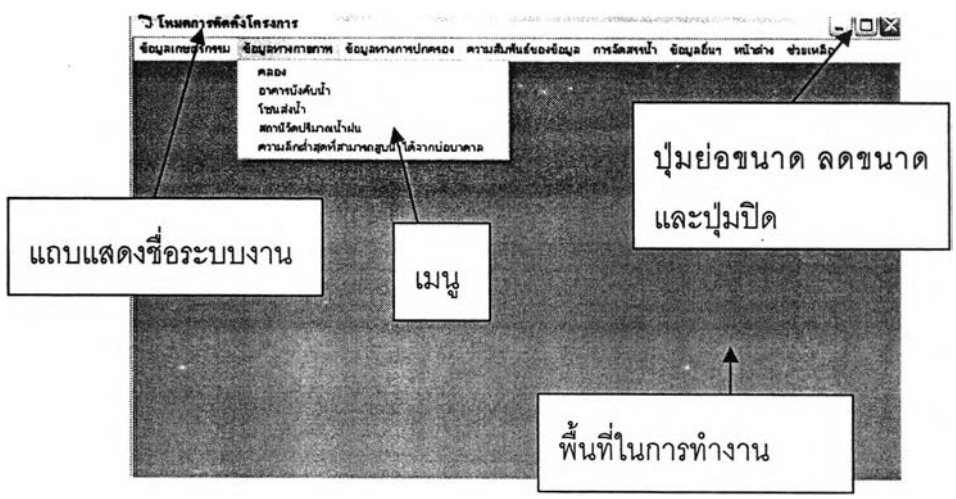
1) การออกแบบเมนูในแต่ละโหมดจะมีลักษณะเป็นโครงสร้างต้นไม้โดยการใช้วิธีการจัดกลุ่มของตัวเลือกเป็นชุดที่สัมพันธ์กัน รายละเอียดของเมนูมีดังนี้

(1) การเลือกโหมด



รูปที่ 4.46 เมนูสำหรับเลือกโหมด

(2) เมนูหน้าจอหลักของโหมดต่างๆ ส่วนประกอบโดยทั่วๆ ไปของหน้าจอหลักในทุกโหมดคือ แถบแสดงชื่อระบบงาน แถบเมนู และส่วนพื้นที่ในการทำงาน



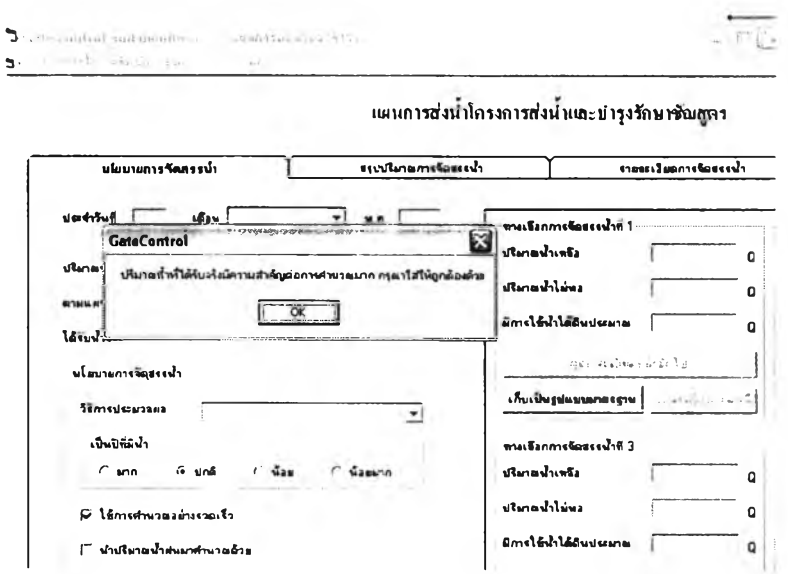
รูปที่ 4.47 ส่วนประกอบของหน้าจอหลัก

2) การออกแบบข้อความ ซึ่งประกอบด้วยข้อความประเภทต่างๆ ดังนี้

(1) ข้อความแจ้งความผิดพลาด เช่น

- ชื่อผู้ใช้หรือรหัสผ่านไม่ถูกต้อง

- กรุณาใส่จำนวนเต็มที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 32767
- กรุณาเลือกโซนก่อนเข้าไปเลือกข้อมูลมาใส่ในกล่องข้อความ
- กรุณาเลือกคลอง
- กรุณาใส่ชื่อเจ้าของบ่อน้ำ
- กรุณาใส่วันที่ให้ถูกต้อง
- กรุณาใส่ความสูงของต้นข้าว
- ยังไม่ได้มีการประมวลผลการจัดสรรน้ำในปัจจุบัน



รูปที่ 4.48 ตัวอย่างหน้าจอแสดงความผิดพลาด

2) ข้อความแสดงการยืนยันการทำงาน เช่น
   - มีค่าเท่ากันทุกโซนหนือไม่
   - คุณต้องการลบใช่หรือไม่
3) ข้อความบอกกล่าวแก่ผู้ใช้งาน
   - ข้อมูลถูกแก้ไขเรียบร้อยแล้ว
   - จากนี้ไปเป็นเวลา 15 วัน จะสลับรอบเวรให้โดยอัตโนมัติ
   - ประมวลผลเสร็จแล้ว กดปุ่มดูรายละเอียดหน้าถัดไปเพื่อดูผลการจัดสรรน้ำ
   - บันทึกข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว

4) ข้อความแสดงสถานะของการทำงาน

- อยู่ในหน้าการแก้ไข ถ้าจะเพิ่มข้อมูลให้คลิกปุ่ม "เพิ่ม" ก่อน
- อยู่ในขั้นตอนคำนวณระยะยกบานแบบที่ 2
- กลุ่มรอบเวรที่ 1 และ 2 ได้รับรอบเวรทั้งปี และกลุ่มรอบเวรที่ 3 ได้รับรอบเวรใน 15 วันนี้

4.4.3 **การออกแบบการนำเข้าข้อมูล** (Input Design)

การออกแบบสำหรับการนำข้อมูลเข้าสู่ระบบ คุณลักษณะที่สำคัญของการนำข้อมูลเข้าคือความพร้อมของข้อมูล สิ่งที่จะต้องนำเข้าต้องมีอยู่จริง จัดเก็บได้แน่นอน สิ่งที่นำเข้าต้องปราศจากข้อผิดพลาดหรือคลาดเคลื่อน การออกแบบการนำเข้าข้อมูลต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ตามชนิดของข้อมูลที่ระบุไว้ในตาราง การออกแบบการตรวจสอบข้อมูลเข้าเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความผิดพลาดคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดนั้นประกอบด้วย

1) ตรวจสอบชนิดของข้อมูลที่รับเข้า เช่น ชนิดข้อมูลเป็นตัวเลข ช่องรับข้อมูลเข้าก็จะรับได้เฉพาะตัวเลขเท่านั้น

2) ตรวจสอบขอบเขตบนและขอบเขตล่างของข้อมูล เช่น การรับข้อมูลจำนวนเต็มไม่น้อยกว่า 0

3) ตรวจสอบการใส่ข้อมูลผิด โดยการสร้างหน้าต่างให้ผู้ใช้ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อน ถ้าถูกต้องดีแล้วจึงยืนยันการนำเข้า โปรแกรมจึงจะบันทึกลงฐานข้อมูลให้

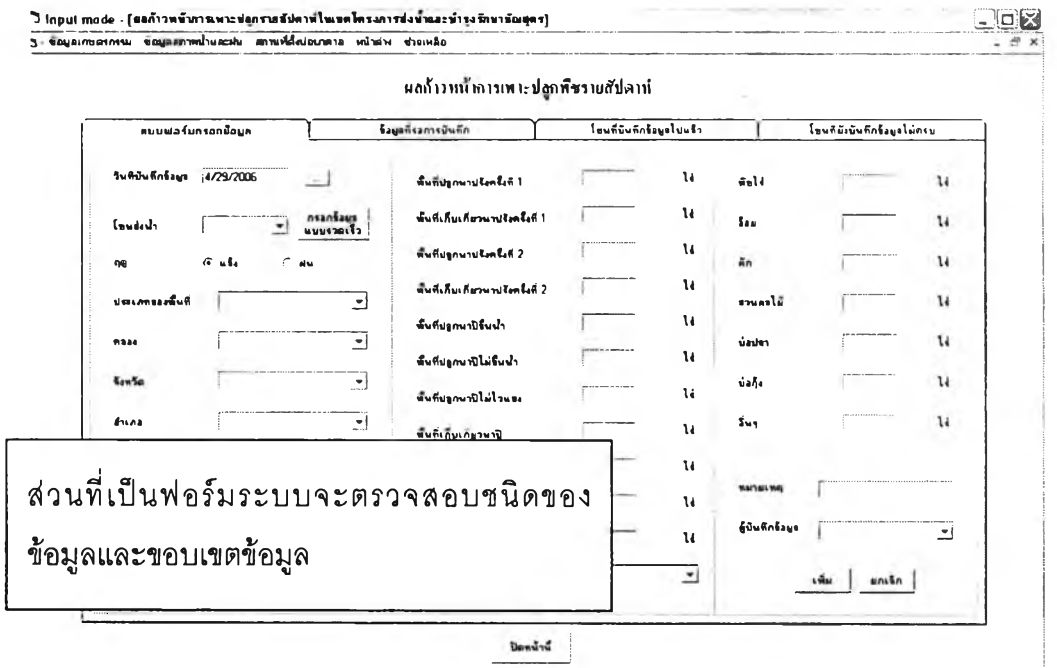
4) ตรวจสอบการใส่ข้อมูลไม่ครบ มี 2 กรณี คือ

(1) กรณีข้อมูลไม่ครบบางฟิลด์ ฟิลด์ใดที่ยอมให้ไม่มีการป้อนข้อมูลได้ ก็จะกำหนดค่าโดยปริยาย (Default) ให้ และฟิลด์ใดที่จำเป็นต้องป้อนข้อมูลแต่ผู้ใช้ระบบละเลยหรือลืมใส่ โปรแกรมจะแจ้งเตือนและไม่ยอมบันทึกจนกว่าจะใส่ค่าให้เรียบร้อย

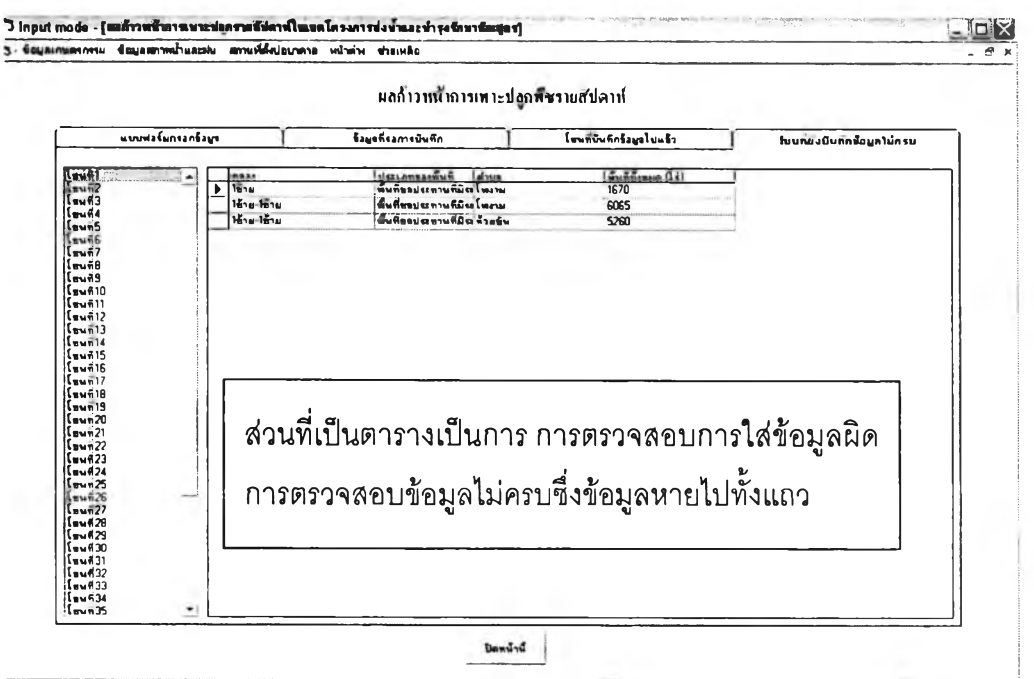
(2) กรณีข้อมูลหายไปทั้งแถว โดยการสร้างหน้าต่างตรวจสอบการนำเข้าทั้งหมดในช่วงเวลาหนึ่ง แล้วค้นหาว่ามีแถวใดบ้างที่ยังไม่มีการบันทึกข้อมูล และมีแถวใดบ้างที่มีการบันทึกข้อมูลไปแล้ว

5) ตรวจสอบการใส่ข้อมูลเกิน นั่นคือตรวจสอบว่าผู้ใช้ใส่ข้อมูลซ้ำเหมือนเดิมหรือไม่ ซึ่งตรงส่วนนี้เป็นการทำงานเบื้องหลัง โปรแกรมจะไปค้นหาในฐานข้อมูลก่อนว่าแถวนี้มีการนำข้อมูลเข้าไปหรือยัง ถ้ามีการนำเข้าไปแล้วก็จะไม่บันทึกลงฐานข้อมูลพร้อมทั้งแจ้งความผิดพลาดให้ผู้ใช้ทราบ

ในโหมดการนำเข้าข้อมูลโดยทั่วไปมีการแบ่งหน้าจอออกเป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนที่เป็นฟอร์ม และส่วนที่เป็นตาราง ส่วนที่เป็นฟอร์มนั้นระบบจะตรวจสอบความผิดพลาดให้ทันทีที่มีการป้อนข้อมูล การตรวจสอบเหล่านี้ได้แก่ การตรวจสอบชนิดของข้อมูลและขอบเขตข้อมูล สำหรับในส่วนที่เป็นตารางจะเป็นการอำนวยความสะดวกในการตรวจสอบข้อมูล ซึ่งได้แก่ การตรวจสอบการใส่ข้อมูลผิด การตรวจสอบข้อมูลไม่ครบซึ่งข้อมูลหายไปทั้งแถว



รูปที่ 4.49 แสดงตัวอย่างการนำข้อมูลเข้า



รูปที่ 4.50 แสดงตัวอย่างการนำข้อมูลเข้า

4.4.4 การออกแบบการแสดงผลลัพธ์

ผลลัพธ์ที่ได้ในการพัฒนาระบบ นับว่าเป็นสิ่งสำคัญ เพราะระบบที่พัฒนาจะประสบความสำเร็จหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับผลลัพธ์ที่ผู้ใช้งานสามารถนำไปใช้งานได้ ถ้าผลลัพธ์ที่ได้ไม่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ระบบ ผู้ใช้ระบบก็ไม่สามารถนำไปใช้งานได้ ลักษณะที่สำคัญของผลลัพธ์คือความเที่ยงตรง สิ่งที่ได้รับต้องตรงกับความต้องการหรือความคาดหวังของผู้ใช้ระบบ การนำเข้าข้อมูลเหมือนกัน ผลลัพธ์ต้องเหมือนกันด้วย ผู้ใช้ระบบต้องได้รับประโยชน์อย่างเต็มที่จากผลลัพธ์ดังกล่าว และสามารถนำเสนออย่างมีระบบทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจได้ง่าย

การออกแบบผลลัพธ์ของระบบงานแบ่งตามประเภทการแสดงผลลัพธ์ออกเป็น 3 แบบคือ การแสดงผลลัพธ์ทางจอภาพ การแสดงผลลัพธ์ทางเครื่องพิมพ์ และการแสดงผลลัพธ์ทางแฟ้ม โดยมีนัยที่ต่างกันคือ

1) การแสดงผลลัพธ์ทางจอภาพ เป็นผลลัพธ์ที่เกิดจากผู้ใช้ประมวลผลจากข้อมูลเข้าและเงื่อนไขต่างๆ ซึ่งผลลัพธ์เหล่านี้มีทั้งส่วนที่แสดงออกมาในรูปของแบบฟอร์มสรุปและในส่วนที่เป็นตารางแสดงรายละเอียด

2) การแสดงผลลัพธ์ทางเครื่องพิมพ์ เป็นผลลัพธ์ที่เกิดจากการนำเอาข้อมูลที่บันทึกไว้ในฐานข้อมูลมาแสดงผล โดยผู้ใช้ระบบสามารถสั่งพิมพ์ได้ทันที

3) การแสดงผลลัพธ์ทางแฟ้ม เป็นผลลัพธ์ที่เกิดจากการนำเอาข้อมูลที่บันทึกไว้ในฐานข้อมูลมาสร้างเป็นแฟ้มข้อความ (Text File) เนื่องจากจุดอ่อนในด้านความยืดหยุ่นของการแสดงผลลัพธ์ทางเครื่องพิมพ์และการเปลี่ยนแปลงรูปแบบรายงานอยู่เสมอ ทำให้บ่อยครั้งรูปแบบของรายงานที่ระบบสร้างออกมาไม่ตรงกับความต้องการใช้งาน ดังนั้นจึงมีการจัดทำเนื้อหาของรายงานเก็บไว้ในแฟ้มข้อความเพื่อให้ผู้ใช้ระบบสามารถนำเนื้อหาเหล่านั้นมาประกอบเป็นรายงานต่อไปได้

4.5 การออกแบบระบบรักษาความปลอดภัย

การออกแบบการรักษาความปลอดภัยของระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทานนี้ใช้วิธีกำหนดสิทธิการใช้งานโดยมีการป้อนข้อมูลชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านในส่วนที่มีการปกป้องการเปลี่ยนแปลงข้อมูล

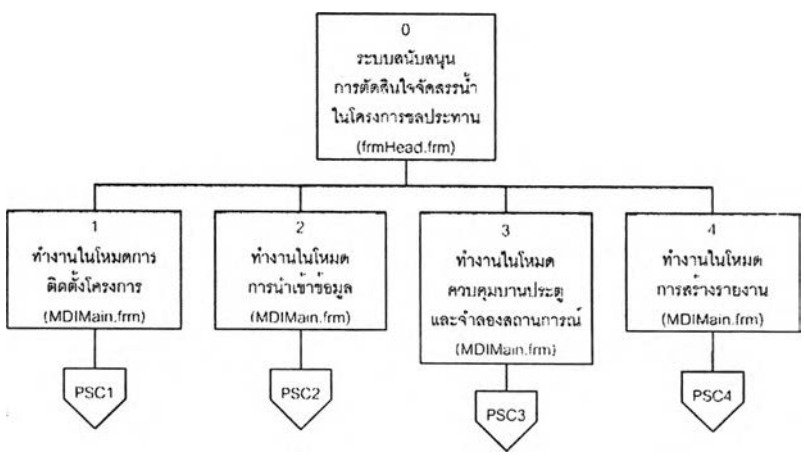
การกำหนดสิทธิการใช้งานจะมีอยู่ด้วยกัน 2 ระดับคือ ระดับทั่วไป และระดับผู้ดูแล ซึ่งแต่ละระดับนั้นจะมีสิทธิการเข้าใช้งานดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 การกำหนดสิทธิการใช้งาน

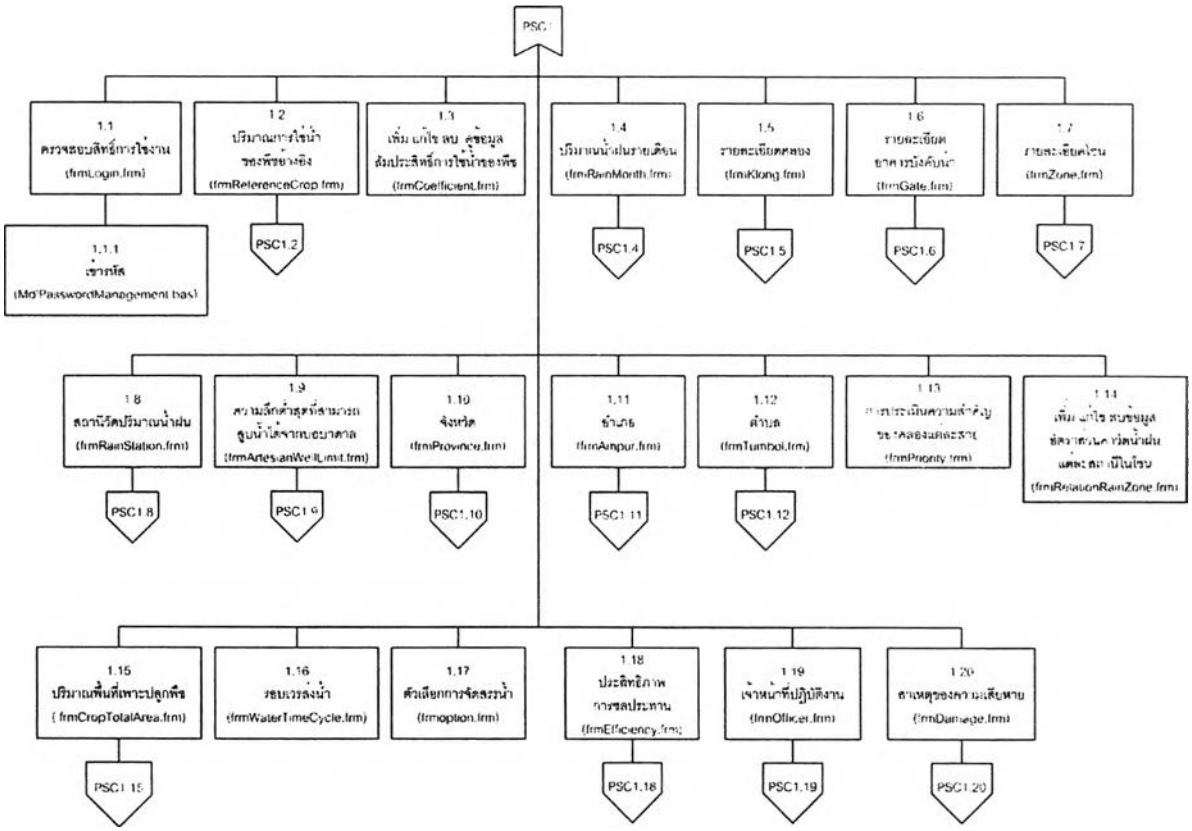
สิทธิการใช้งาน	ระดับผู้ดูแล	ระดับทั่วไป
การเข้าใช้งานในโหมดการติดตั้งโครงการ	ใช้ได้	-
การเข้าใช้งานในโหมดการนำเข้าข้อมูล	ใช้ได้	ใช้ได้
การเข้าใช้งานในโหมดการควบคุมบานประตูและจำลองสถานการณ์	ใช้ได้	ใช้ได้
การเข้าใช้งานในโหมดการสร้างรายงาน	ใช้ได้	ใช้ได้

4.6 การออกแบบโปรแกรม

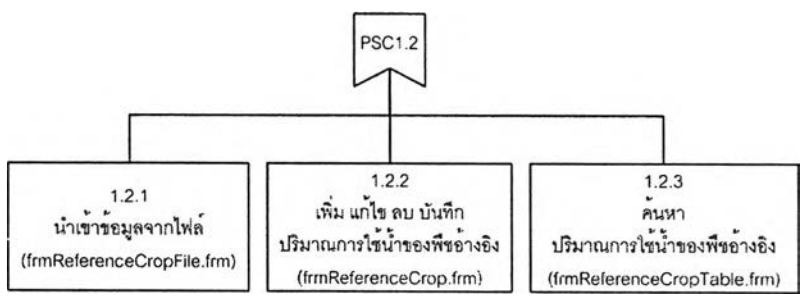
ขั้นตอนนี้เป็นการนำเอาการออกแบบระบวนการทั้งหมดมาออกแบบเป็นผังโครงสร้างโปรแกรม (Program Structure Chart : PSC) ของระบบในลักษณะโครงสร้างต้นไม้ เพื่อแสดงถึงโปรแกรมทั้งหมดที่จะพัฒนาขึ้นเป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน วิธีการออกแบบผังโครงสร้างโปรแกรมโดยการนำกระบวนการแต่ละกระบวนการมาสร้างเป็นหนึ่งโมดูล (Module) ในผังโครงสร้างโปรแกรมปกติจะออกแบบให้ 1 โมดูลต่อ 1 ฟอร์ม ต่อ 1 ฟังก์ชัน ในกรณีที่กระบวนการหนึ่งๆ มีการทำงานมากกว่า 1 ฟังก์ชัน ก็ให้แบกออกเป็นโมดูลย่อยไปตามลำดับ โดยเรียงจากบนลงล่างและจากซ้ายไปขวา ซึ่งการออกแบบโครงสร้างโปรแกรมจะใช้แผนภาพมาช่วยในการออกแบบ แต่ละโมดูลในผังโครงสร้างโปรแกรมจะประกอบด้วยหมายเลขผังโปรแกรม ชื่อผังโปรแกรม ชื่อแฟ้มหรือชื่อโปรแกรม ส่วนโมดูลที่ไม่มีชื่อแฟ้มหรือชื่อโปรแกรมแสดงว่าเป็นโมดูลย่อย ดังแสดงในรูปต่อไปนี้



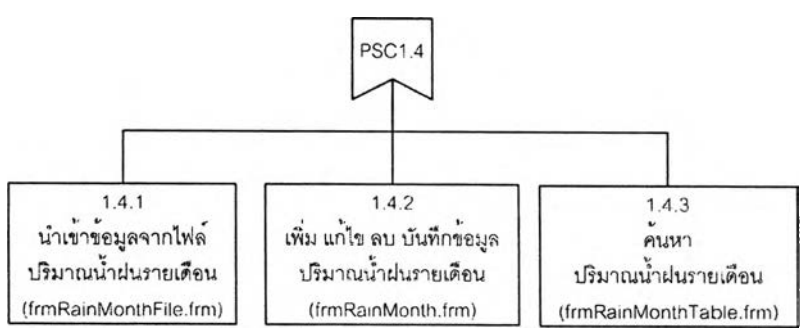
รูปที่ 4.51 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมในระดับใหญ่สุด



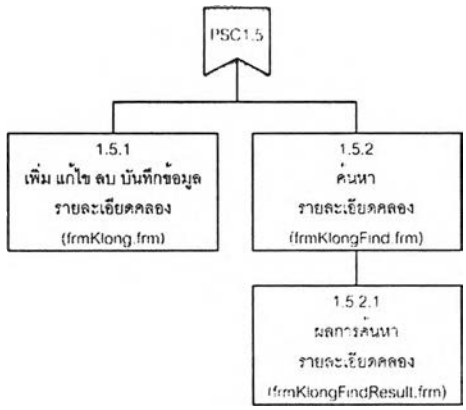
รูปที่ 4.52 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมในโหมดการติดตั้งโครงการ



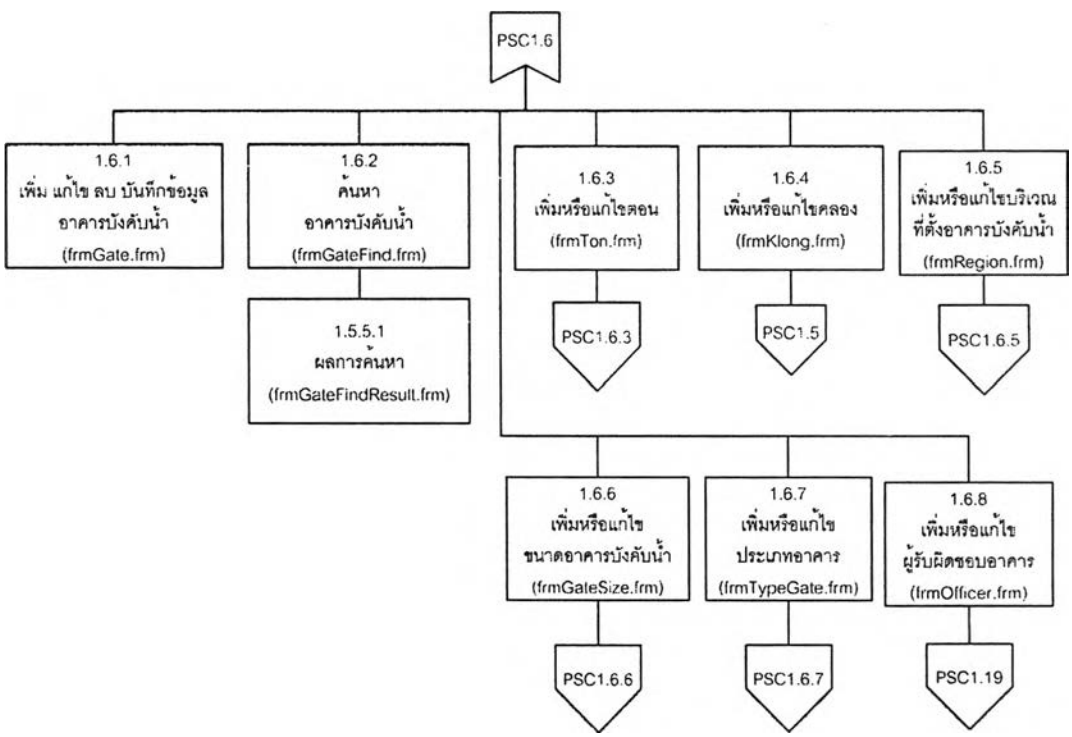
รูปที่ 4.53 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง



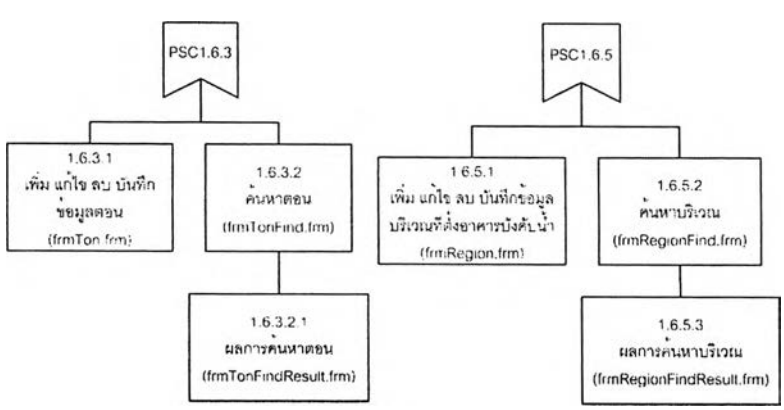
รูปที่ 4.54 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมปริมาณน้ำฝนรายเดือน



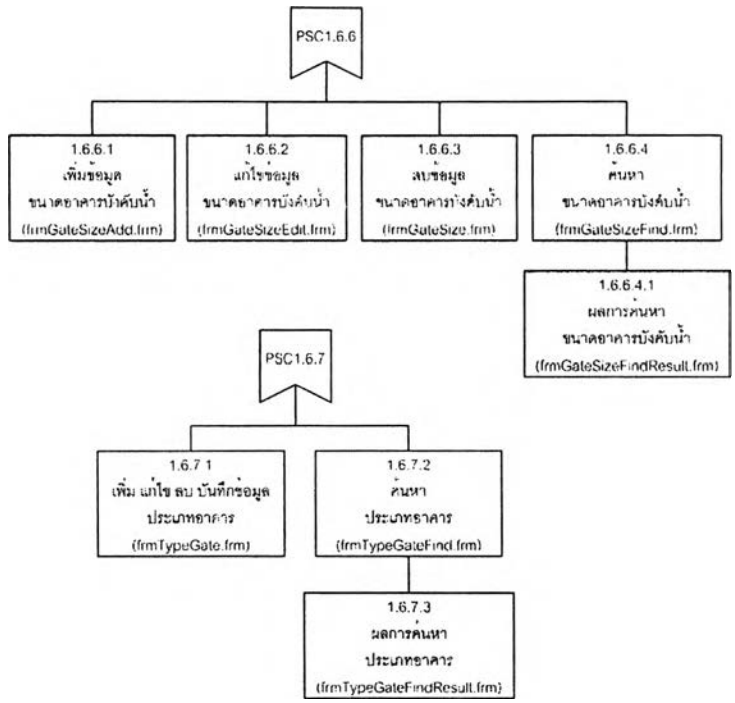
รูปที่ 4.55 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมรายละเอียดคลอง



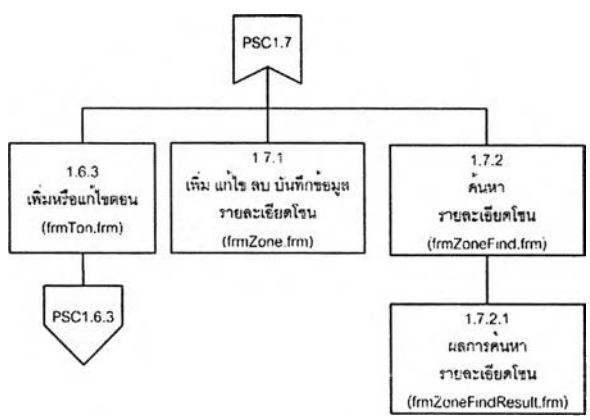
รูปที่ 4.56 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมอาคารบังคับน้ำ



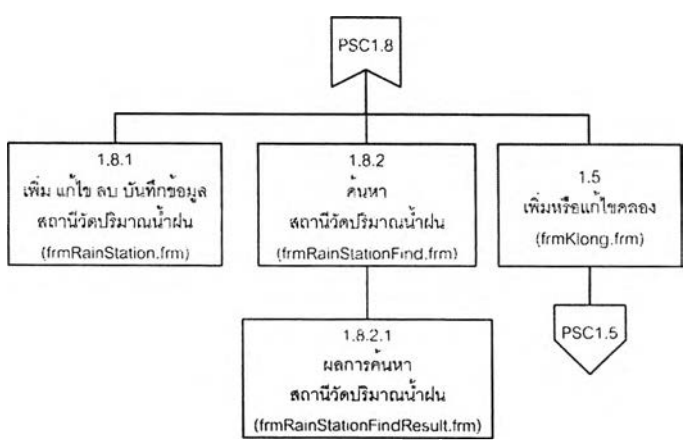
รูปที่ 4.57 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมตอน และ บริเวณ



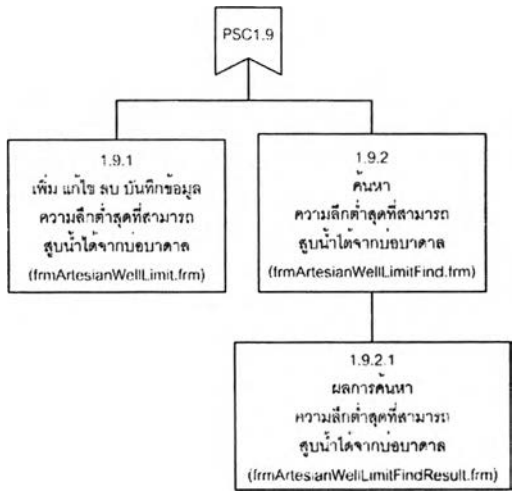
รูปที่ 4.58 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมขนาดอาคารบังคับน้ำและประเภทอาคาร



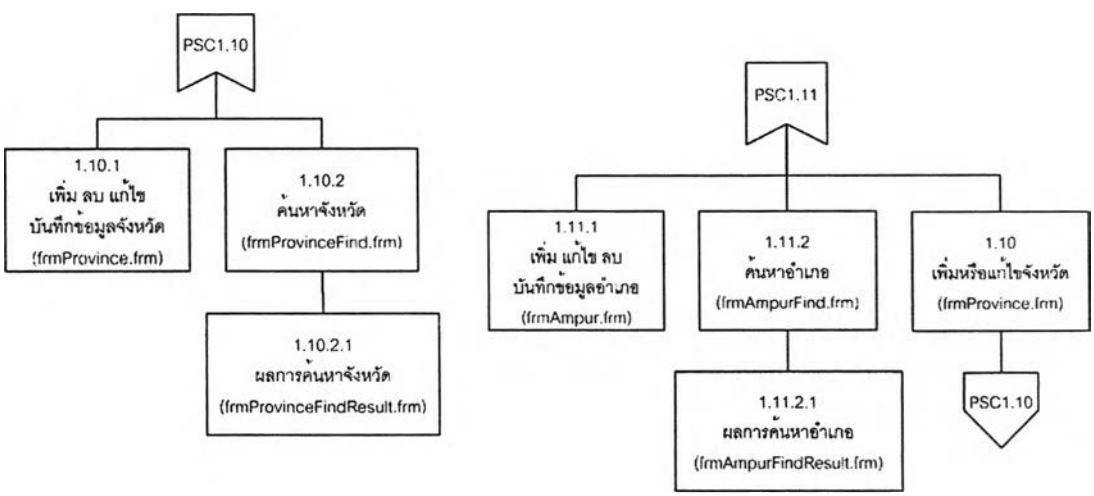
รูปที่ 4.59 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมรายละเอียดโซนส่งน้ำ



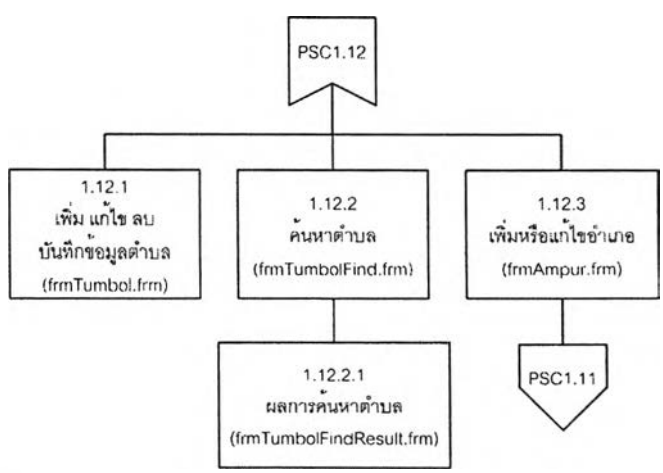
รูปที่ 4.60 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมสถานีวัดปริมาณน้ำฝน



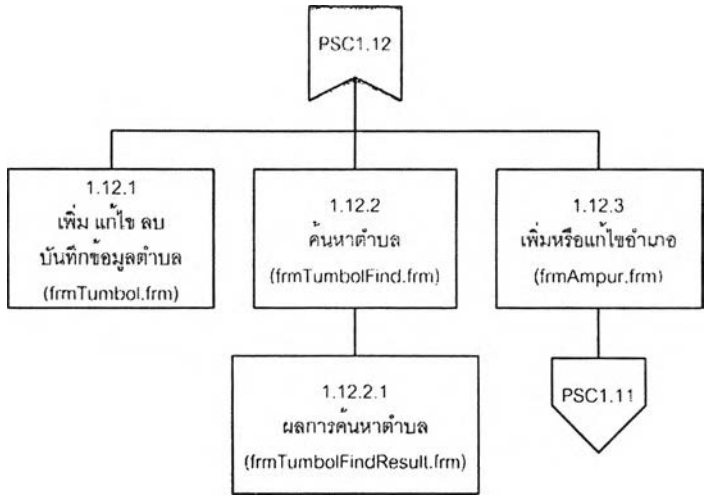
รูปที่ 4.61 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมความลึกต่ำสุดที่สามารถสูบน้ำได้จากบ่อบาดาล



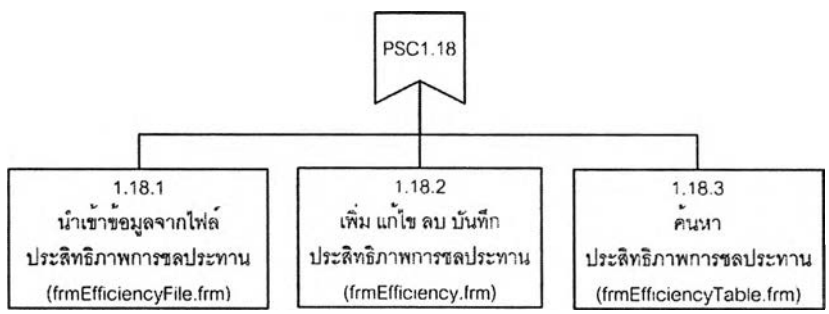
รูปที่ 4.62 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมจังหวัด และอำเภอ



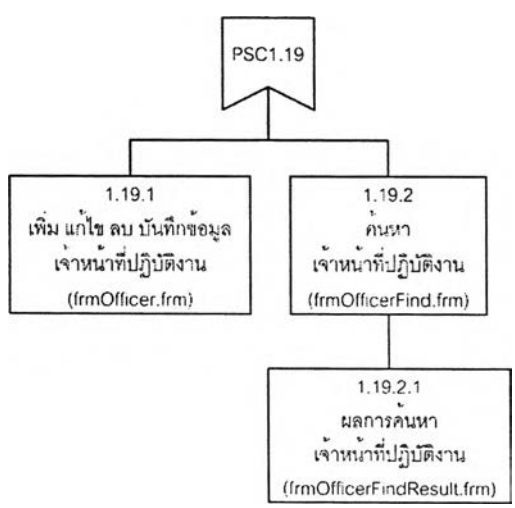
รูปที่ 4.63 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมตำบล



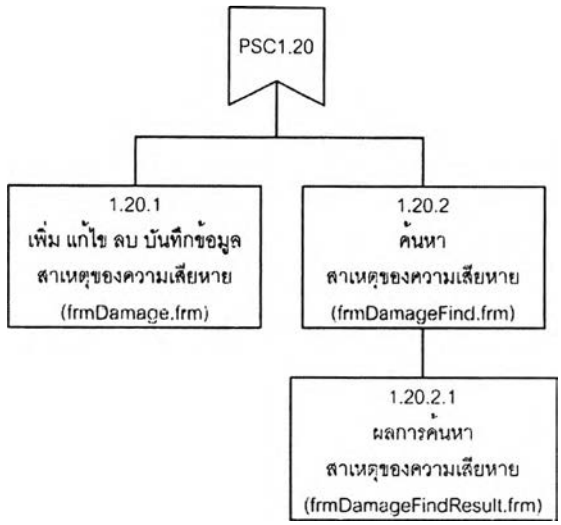
รูปที่ 4.64 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมปริมาณพื้นที่เพาะปลูกพืช



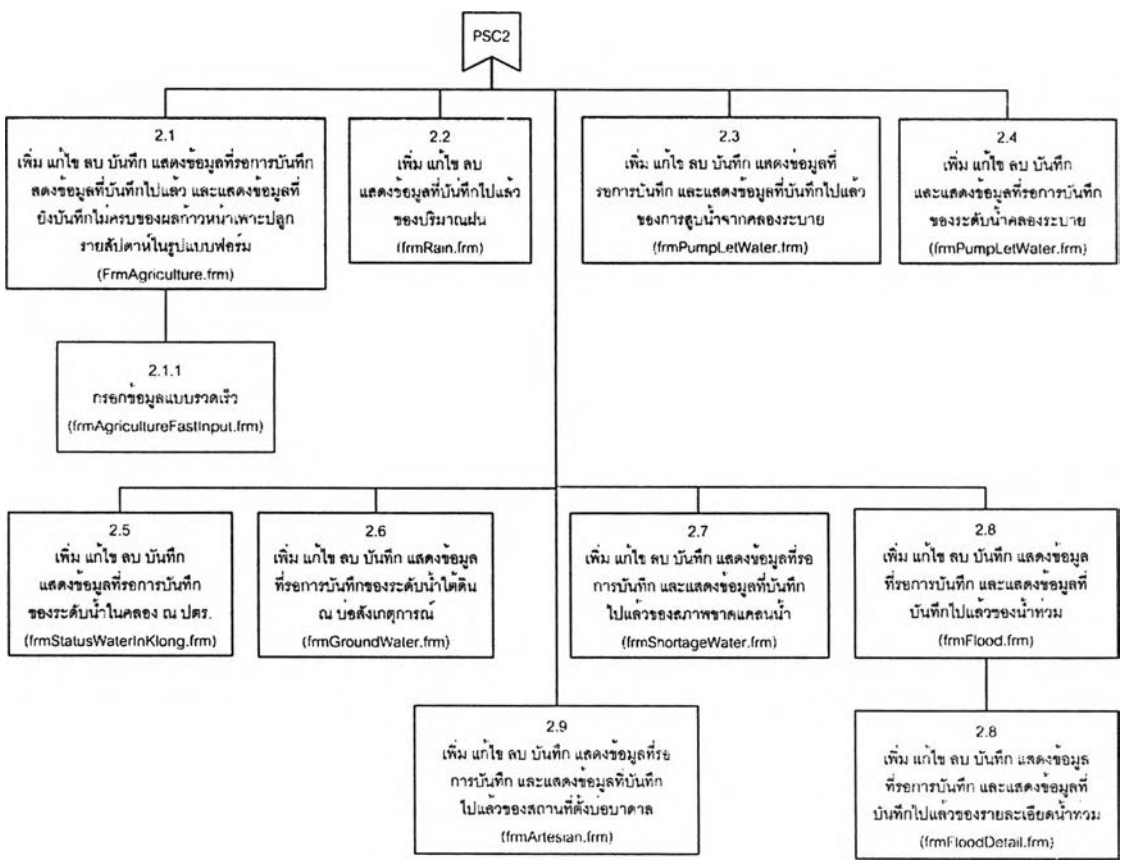
รูปที่ 4.65 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมประสิทธิภาพการชลประทาน



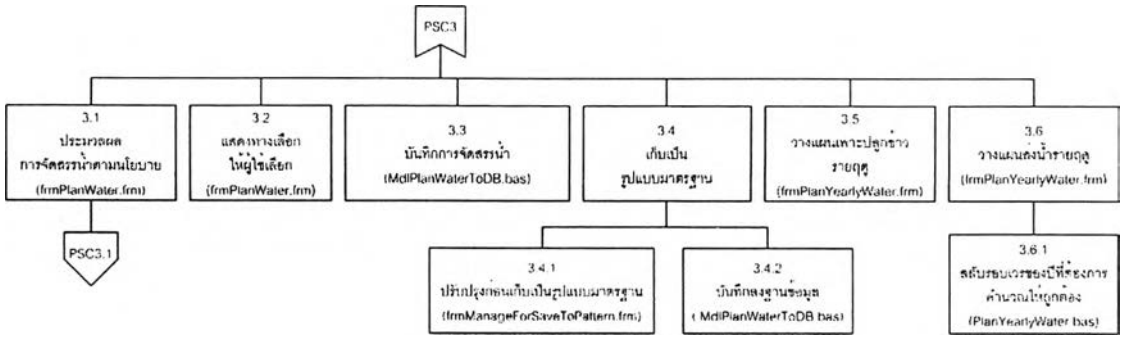
รูปที่ 4.66 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน



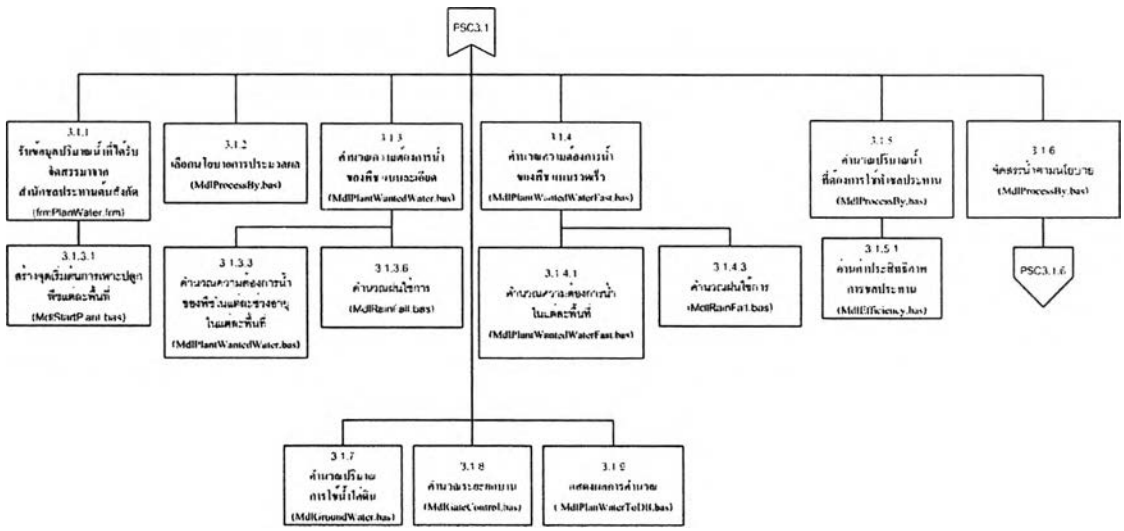
รูปที่ 4.67 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมสาเหตุของความเสียหาย



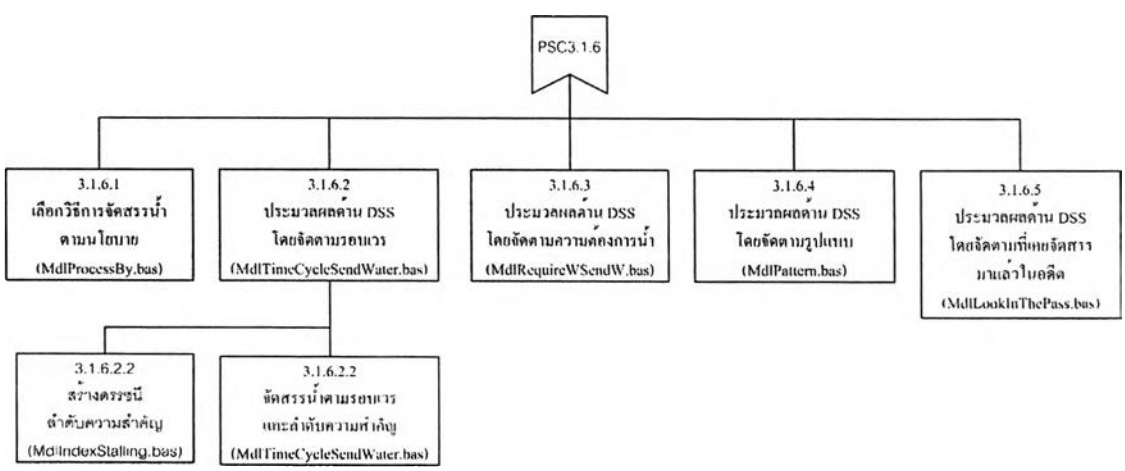
รูปที่ 4.68 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมในโหมดการนำเข้าข้อมูล



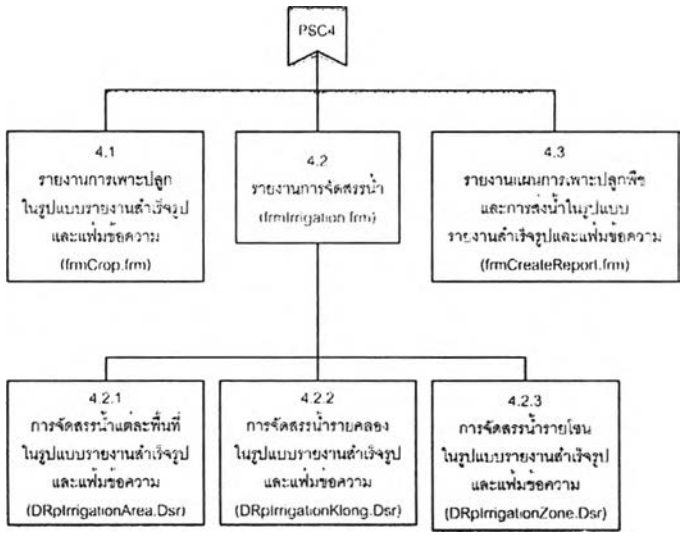
รูปที่ 4.69 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมในโหมดการควบคุมบานประตูและจำลองสถานการณ์



รูปที่ 4.70 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมการจัดสรรน้ำ



รูปที่ 4.71 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมการเลือกนโยบายจัดสรรน้ำ



รูปที่ 4.72 แผนภาพแสดงผังโครงสร้างโปรแกรมในโหมดการสร้างรายงาน