

บทที่ 4

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์และโครงการที่ใช้ศึกษา

4.1 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

การหาปริมาณน้ำชลประทานอัตราเดียวนั้น ใช้วิธีสมมูลย์ปริมาณน้ำในแปลงนาหาปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องการในแต่ละพื้นที่ย่อยที่เกิดกิจกรรมในสัปดาห์เดียวกัน ตั้งแต่เริ่มการเตรียมแปลงของพื้นที่ย่อยแรก ส่วนพื้นที่ยังไม่เตรียมแปลงมีการเก็บกักปริมาณน้ำฝนไว้ก่อน จะมีผลต่อเนื่องตามอายุของข้าว 13 สัปดาห์ นับตั้งแต่เริ่มปักดำเป็นต้นไป

ถ้ากำหนดให้พื้นที่ย่อย A_i มีหน่วยเป็นไร่ในจำนวน n จะได้พื้นที่ทั้งหมด A ไร่

$$A = \sum A_i \quad \dots\dots\dots(4.1)$$

สมการสมมูลย์น้ำในแปลงนาของพื้นที่ A_i ในสัปดาห์ j ดังแสดงในรูป 4.1 คือ

$$D_{i,j+1} = D_{i,j} + R_{Pri,j} + I_{Ri,j} - E_{Ti,j} - P_{i,j} - S_{pi,j} \quad \dots\dots\dots(4.2)$$

ในเมื่อ

$D_{i,j+1}$ = ความลึกของน้ำในแปลงนา A_i ต้นสัปดาห์ $j+1$, มิลลิเมตร

$D_{i,j}$ = ความลึกของน้ำในแปลงนา A_i ต้นสัปดาห์ j , มิลลิเมตร

$R_{Pri,j}$ = ปริมาณฝนความเป็นไปได้ที่ตกลงในแปลงนา A_i ในสัปดาห์ j , มิลลิเมตร

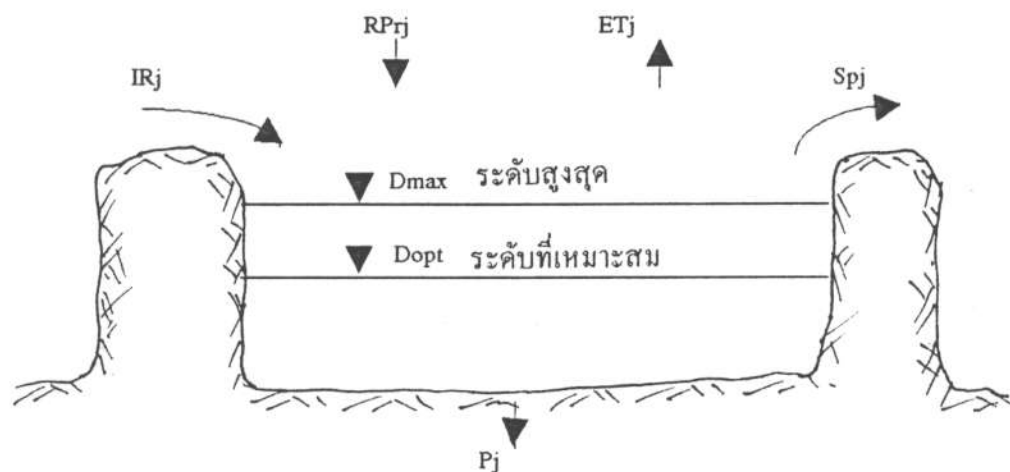
$I_{Ri,j}$ = ปริมาณน้ำชลประทานที่ให้แปลงนา A_i ในสัปดาห์ j , มิลลิเมตร

$E_{Ti,j}$ = ค่าการคายระเหยของพืชในแปลง A_i ในสัปดาห์ j , มิลลิเมตร

$P_{i,j}$ = ค่าการซึมลึกในแปลง A_i ในสัปดาห์ j , มิลลิเมตร

$S_{pi,j}$ = ปริมาณน้ำระบายจากแปลง A_i ในสัปดาห์ j , มิลลิเมตร

ความลึกของน้ำในแปลงนาของต้นสัปดาห์ที่ 1 ของพื้นที่ย่อยแรกและใช้สำหรับพื้นที่ว่างที่ยังไม่เริ่มกิจกรรมด้วย โดยเริ่มที่ระดับความชื้น Field capacity สำหรับตัวแปรอื่นๆ กำหนดดังนี้



รูปที่ 4.1 รูปจำลองแปลงนาและตัวแปรในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

4.1.1 ปริมาณฝนความเป็นไปได้

ข้อมูลปริมาณฝนจะจัดทำเป็นรายสัปดาห์จนกว่าจะสิ้นสุดอายุข้าวที่ต้องการใช้น้ำ โดยการนำข้อมูลที่สัปดาห์เดียวกันของทุกปีมาหาค่าเฉลี่ยคณิตศาสตร์ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำมาหาฝนรายสัปดาห์ที่ความเป็นไปได้ที่ต้องการจาก

$$RPrj = \mu + \alpha [-\ln \{-\ln (1/1-Pr)\}] \quad \dots\dots\dots(4.3)$$

ในเมื่อ

$$RPrj = \text{ปริมาณฝนความเป็นไปได้ในสัปดาห์ } j, \text{ มิลลิเมตร}$$

$$Pr = \text{ความเป็นไปได้}$$

4.1.2 ปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องการ

ปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องการจะมีเฉพาะในพื้นที่กิจกรรมกรณี $Di,j+1$ น้อยกว่าระดับที่เหมาะสมเมื่อใช้สมมูลปริมาณน้ำ มีวิธีคิดดังนี้

เริ่มต้นให้ $IR_{i,j} = 0$ จะได้ Di_{j+1} ในกรณีต่างๆกัน

ถ้า Di_{j+1} มากกว่าหรือเท่ากับระดับที่เหมาะสมจะได้ $IR_{i,j} = 0$

ถ้า Di_{j+1} น้อยกว่าระดับที่เหมาะสมจะได้ $IR_{i,j} = \text{ระดับที่เหมาะสม} - Di_{j+1}$ ซึ่ง

ทำให้ได้ $Di_{j+1} = Di_{j+1} + IR_{i,j}$ เท่ากับระดับที่เหมาะสม

4.1.3 ปริมาณการใช้น้ำของพืช

ปริมาณการใช้น้ำของพืชจะคิดจากการคายระเหยที่แท้จริงตามอายุข้าว นับตั้งแต่ปักดำ ส่วนในพื้นที่ว่างเปล่า พื้นที่เตรียมแปลงและยังไม่ปักดำจะมีปริมาณน้ำใช้โดยคิดเท่ากับการคายระเหยของพืชอ้างอิง (ET_{pj})

$$ET_{i,j} = K_{ci,j} \times ET_{pj} \quad \dots\dots\dots(4.4)$$

4.1.4 ปริมาณน้ำระบาย

จะมีปริมาณน้ำระบายในกรณีที่ Di_{j+1} มากกว่าระดับสูงสุดที่ยอมให้เมื่อใช้ในสมการสมดุลปริมาณน้ำ มีวิธีคิดดังนี้

เริ่มต้นให้ $Sp_{i,j} = 0$ จะได้ Di_{j+1} ในกรณีต่างๆกัน

ถ้า Di_{j+1} น้อยกว่าหรือเท่ากับระดับสูงสุดจะได้ $Sp_{i,j} = 0$

ถ้า Di_{j+1} มากกว่าระดับสูงสุดจะได้ $Sp_{i,j} = Di_{j+1} - \text{ระดับสูงสุด}$ ซึ่งทำให้ได้

$Di_{j+1} = Di_{j+1} - Sp_{i,j}$ เท่ากับระดับสูงสุด

4.1.5 ปริมาณน้ำชลประทานอัตราเดียว

ก่อนที่จะหาปริมาณน้ำชลประทานอัตราเดียวดังนั้น จะต้องคำนวณปริมาณน้ำชลประทานแต่ละพื้นที่ย่อยรวมกันในแต่ละสัปดาห์ก่อน จากสมการที่ (4.1) และค่า IR_{ij} ที่ได้จากสมการที่ (4.2) และหัวข้อ 4.1.2 จะได้

$$QIR_j = \frac{\sum IR_{i,j} \times A_i}{378,000} \quad \dots\dots\dots(4.5)$$

ในเมื่อ

$$QIR_j = \frac{\text{ปริมาณน้ำชลประทานในสัปดาห์ } j, \text{ ลูกบาศก์เมตร/วินาที}}{\frac{1}{378,000} \times \frac{\text{เป็นการแปลงหน่วย มิลลิเมตร ไร่ เป็น ลูกบาศก์เมตร}}{\text{สัปดาห์} \quad \text{วินาที}}}$$

จาก $\frac{\text{เมตร}}{1,000} \times \frac{1}{7 \times 24 \times 3600 \text{ วินาที}} \times 1,600 \text{ ตารางเมตร}$

ปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องการติดต่อกันหลายสัปดาห์ที่มีค่าสูงสุด ตั้งแต่สัปดาห์ j ถึงสัปดาห์ k นำมาหาค่าเฉลี่ยต่อสัปดาห์

$$SIR = \frac{\sum QIR_j}{(k-j+1)} \quad \dots\dots\dots(4.6)$$

ในเมื่อ

$$SIR = \text{ปริมาณน้ำชลประทานอัตราเฉลี่ย, ลูกบาศก์เมตร/วินาที}$$

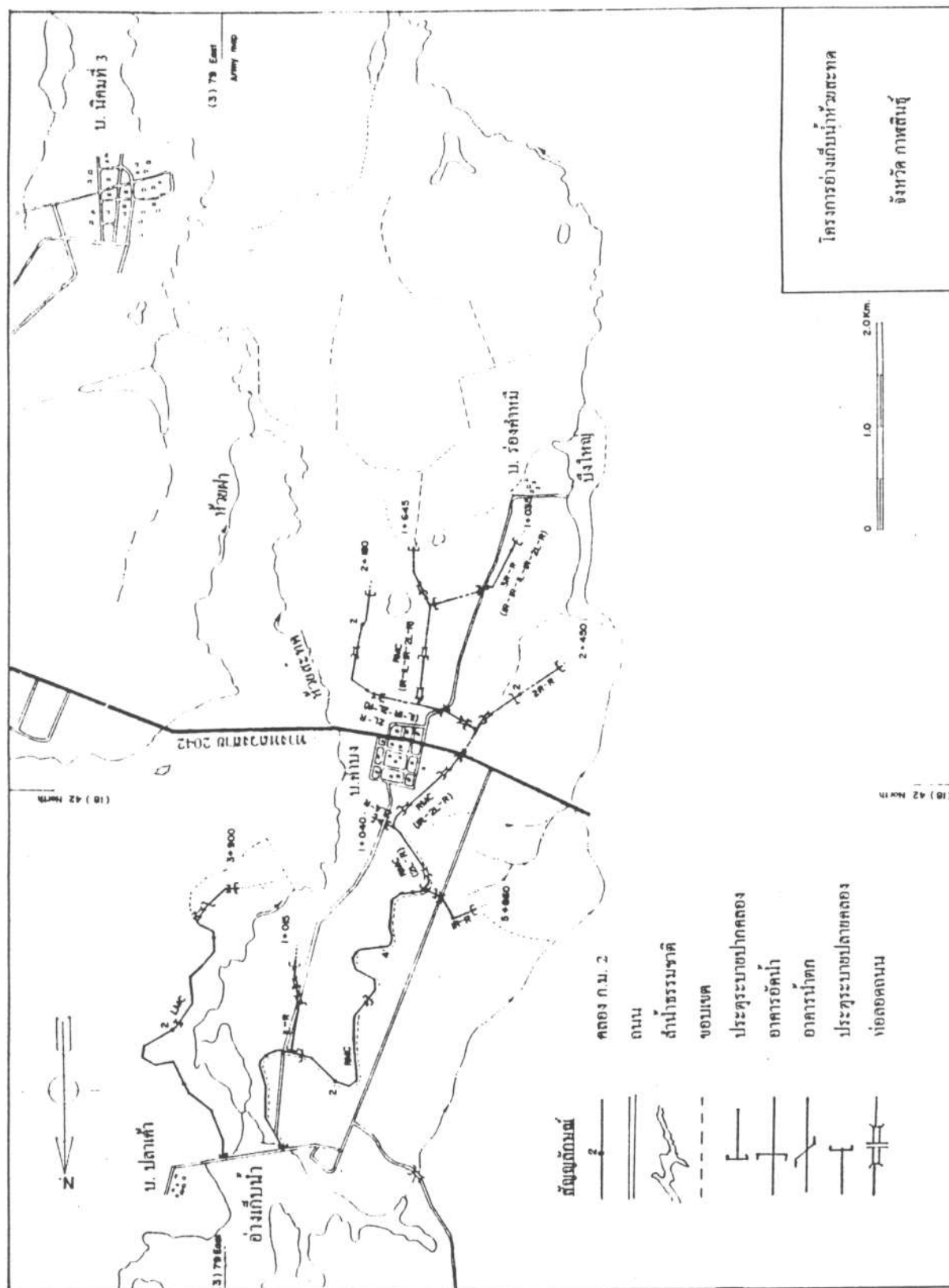
4.2 โครงการที่ใช้ศึกษา

โครงการอ่างเก็บน้ำห้วยสะทอมีตำแหน่งที่ตั้งในแผนที่รูปที่ 4.2 เป็นโครงการชลประทานประเภทอ่างเก็บน้ำขนาดกลาง ตั้งอยู่ที่บ้านคำบาง ตำบลคำบาง อำเภอห้วยผึ้ง จังหวัดกาฬสินธุ์ เริ่มก่อสร้างในปี พ.ศ. 2510 อ่างเก็บน้ำมีความจุ 12.69 ล้านลูกบาศก์เมตร คิดเป็นปริมาตรน้ำสำหรับการใช้การได้ 11.67 ล้านลูกบาศก์เมตร มีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำโดยเฉลี่ย 25.2 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี

ระบบชลประทานดังรูปที่ 4.3 จัดทำเป็นผังแสดงระบบคลองส่งน้ำดังรูปที่ 4.4 ประกอบด้วยระบบคลองส่งน้ำ และระบบส่งน้ำในแปลงนาแบ่งเป็น 2 ผังคือคลองสายใหญ่ฝั่งซ้าย มีพื้นที่ชลประทานสุทธิ 790 ไร่ และคลองสายใหญ่ฝั่งขวามีพื้นที่ชลประทานสุทธิ 4,192 ไร่ และมีได้ขยายพื้นที่ในคลองสายใหญ่ฝั่งขวาเพิ่มเติมอีกประมาณ 2,000 ไร่ ทั้งนี้พื้นที่ส่วนเพิ่มเติมสร้างคลองส่งน้ำไว้แล้วแต่ยังไม่มีระบบส่งน้ำในแปลงนา รวมพื้นที่ชลประทานสุทธิในคลองสายใหญ่ฝั่งขวาประมาณ 6,192 ไร่



รูปที่ 4.2 แผนที่แสดงที่ตั้งโครงการอ่างเก็บน้ำห้วยสะทวด



รูปที่ 4.3 แผนที่แสดงระบบชลประทานของโครงการอ่างเก็บน้ำห้วยสะทาด

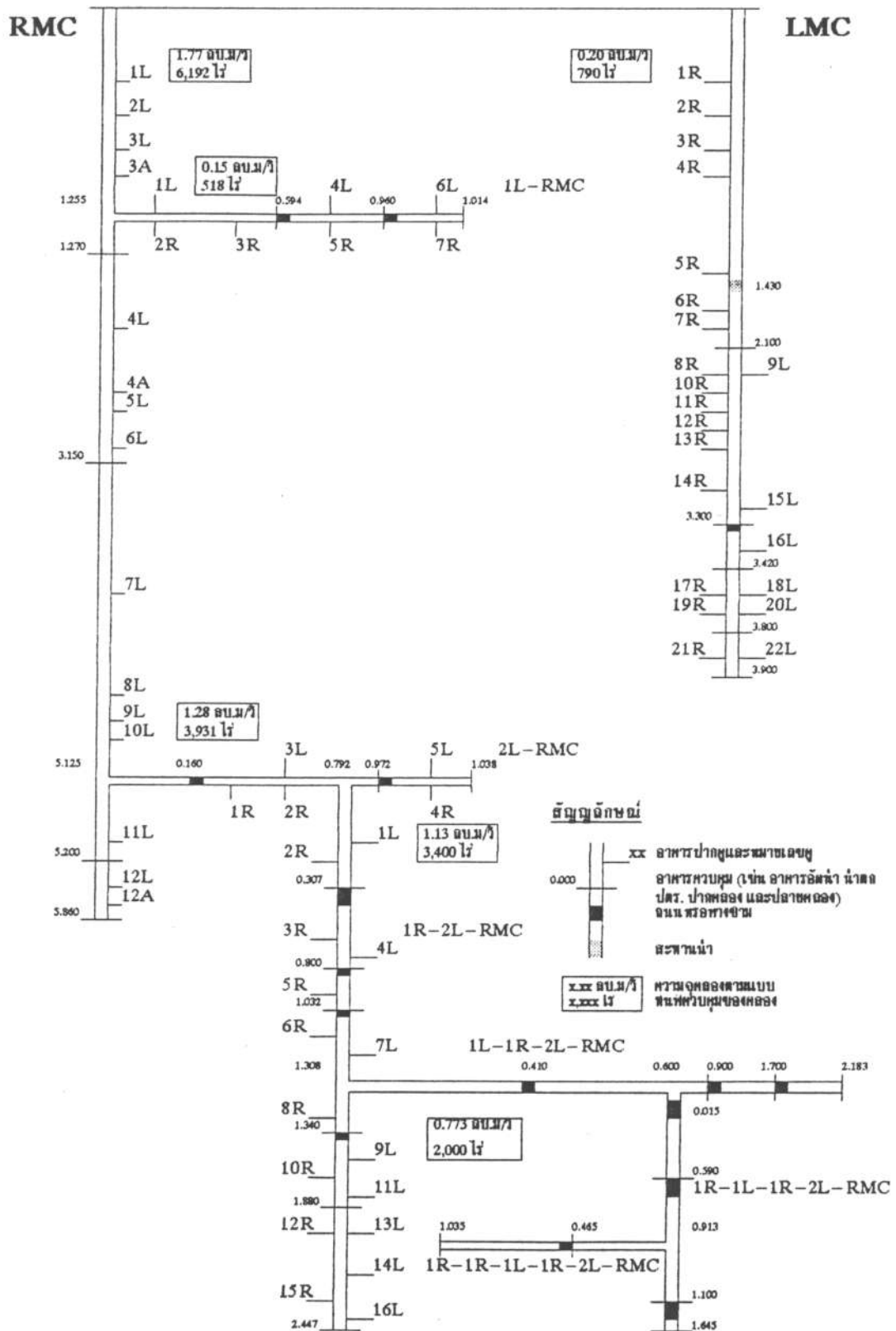


หอสมุดกลาง

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วพ
TC
81768

25



รูปที่ 4.4 แผนผังระบบคลองส่งน้ำชลประทาน

4.2.1 ที่มาของข้อมูลที่ใช้ศึกษา

4.2.1.1 ข้อมูลฝนรายวัน

ข้อมูลฝนรายวันใช้ข้อมูลของสถานีวัดน้ำฝนที่อ่างเก็บน้ำห้วยสะทาด ซึ่งเก็บรวบรวมไว้ที่โครงการชลประทานจังหวัดกาฬสินธุ์ และที่สำนักงานชลประทานที่ 5 ข้อมูลฝนรายวันมีระยะเวลา 22 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2517 ถึงปี พ.ศ. 2538 ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.

4.2.1.2 ข้อมูลแผนการเพาะปลูกข้าวฤดูฝน

การปลูกข้าวฤดูฝนได้จากเอกสารแนะนำโครงการและจากผลการสำรวจติดตามประเมินผล (Euroconsult, 1994) สรุปว่าเกษตรกรจะเริ่มเตรียมแปลงปักดำราวต้นเดือนมิถุนายน แล้วเสร็จราวกลางเดือน สิงหาคม ระยะเวลาเตรียมแปลงประมาณ 10 สัปดาห์ การศึกษาครั้งนี้จึงสมมุติให้การเตรียมแปลงเพิ่มขึ้นเท่ากันคือสัปดาห์ละ 10 เปอร์เซ็นต์ และปักดำหลังเตรียมแปลง แล้ว 1 สัปดาห์

4.2.1.3 ข้อมูลค่าการคายระเหยอ้างอิง

เนื่องจากข้อมูลสถิติภูมิอากาศ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2530) ที่ใช้สำหรับหาค่าการคายระเหยอ้างอิง (ETp) ไม่มีข้อมูลของจังหวัดกาฬสินธุ์ จึงใช้ข้อมูลของจังหวัดร้อยเอ็ดแทน ข้อมูลการคายระเหยอ้างอิงดังในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าการคายระเหยอ้างอิงของจังหวัดร้อยเอ็ด

เดือน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ค่า ETp (มม./วัน)	3.8	5.0	5.3	5.7	5.1	4.9	4.6	4.2	4.3	4.3	4.2	3.7

ที่มา : คู่มือการปฏิบัติงานส่งน้ำ กรมชลประทาน (2531)

4.2.1.4 ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์พืช

ค่าสัมประสิทธิ์พืช (Kc) ใช้ข้อมูลที่มีการศึกษาในโครงการชลประทานอื่นที่อยู่ในความดูแลของกรมชลประทาน เป็นข้อมูลรายสัปดาห์ สำหรับข้าวพันธุ์ กข อายุ 13 สัปดาห์หลังปักดำ (กรมชลประทาน, 2537) ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าสัมประสิทธิ์ข้าวพันธุ์ กข

สัปดาห์ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ค่า Kc	0.90	0.94	0.98	1.13	1.21	1.27	1.32	1.30	1.26	1.21	1.11	0.85	0.75

ที่มา : ค่าสัมประสิทธิ์และค่าสหสัมพันธ์พืช กรมชลประทาน (2537)

4.2.1.5 ข้อมูลชนิดดิน

ข้อมูลชนิดดินของอ่างเก็บน้ำห้วยสะทตที่กรมพัฒนาที่ดินทำการศึกษาดัตัวอย่างดินที่ความลึก 25 เซนติเมตร ได้ผลสรุปว่าเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2537) ซึ่งใช้เป็นสมมติฐานสำหรับประมาณช่องว่างในดินและการอุ้มน้ำ เพื่อหาความชื้นของดินที่ Field capacity และในขณะอิ่มตัวด้วยน้ำ

4.2.1.6 ค่าการซึมลึก

ค่าการซึมลึกที่ใช้อัตราคงที่ เคยมีการวัดในพื้นที่โครงการอ่างเก็บน้ำห้วยฝั้ง-ห้วยฝางในอำเภอห้วยฝั้งที่อยู่ใกล้เคียงกัน ซึ่งในรายงานดังกล่าวได้แนะนำให้ใช้ในการส่งน้ำเท่ากับ 3.0 มิลลิเมตรต่อวัน (GITEC Consult, 1988) ส่วนการวางแผนส่งน้ำในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาวที่อยู่ในจังหวัดกาฬสินธุ์ใช้ 1.5 มิลลิเมตรต่อวัน (GITEC Consult, 1988) ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ประมาณ 2 มิลลิเมตรต่อวันตามเกณฑ์การออกแบบ (Euroconsult, 1996)

4.2.3 คู่งน้ำที่ใช้ทดสอบการปฏิบัติตามแผน

คู่งน้ำที่ใช้ทดสอบการปฏิบัติจำนวน 3 สายอยู่ในคลองสายใหญ่ฝั่งขวา ได้แก่ คูหมายเลข 3A มีพื้นที่ตามการออกแบบเท่ากับ 314 ไร่ คูหมายเลข 4A มีพื้นที่ตามการออกแบบเท่ากับ 33 ไร่ และคูหมายเลข 6L มีพื้นที่ตามการออกแบบ 60 ไร่ ได้เริ่มใช้แผนตั้งแต่ต้นเดือนสิงหาคม จนถึงเดือนตุลาคม ซึ่งผลการปฏิบัติจะได้อาจจากการสังเกตในสนาม และการสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติ