เอกสารประกอบการบรรยาย
หลักสูตรการจัดการน้ำเพื่อการชลประทาน
สำหรับข้าราชการลาว ระหว่าง 28 พ.ย. 2537 - 23 ธ.ค. 2537

การจัดส่งน้ำระดับโครงการ

(Project Water Delivery)

โดย

รองศาสตราจารย์ ดร.วราวุธ วุฒิวณิชย์

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
นครปฐม 73140

เอกสารประกอบการบรรยาย
หลักสูตรการจัดการน้ำเพื่อการชลประทาน
สำหรับข้าราชการลาว ระหว่าง 28 พ.ย. 2537 - 23 ธ.ค. 2537

การจัดส่งน้ำระดับโครงการ

(Project Water Delivery)

โดย

รองศาสตราจารย์ ดร.วราวุธ วุฒิวณิชย์

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
นครปฐม 73140

การจัดส่งน้ำระดับโครงการ

โดย รศ.ดร.วราวุธ วุฒิวณิชย์

---

1. คำนำ

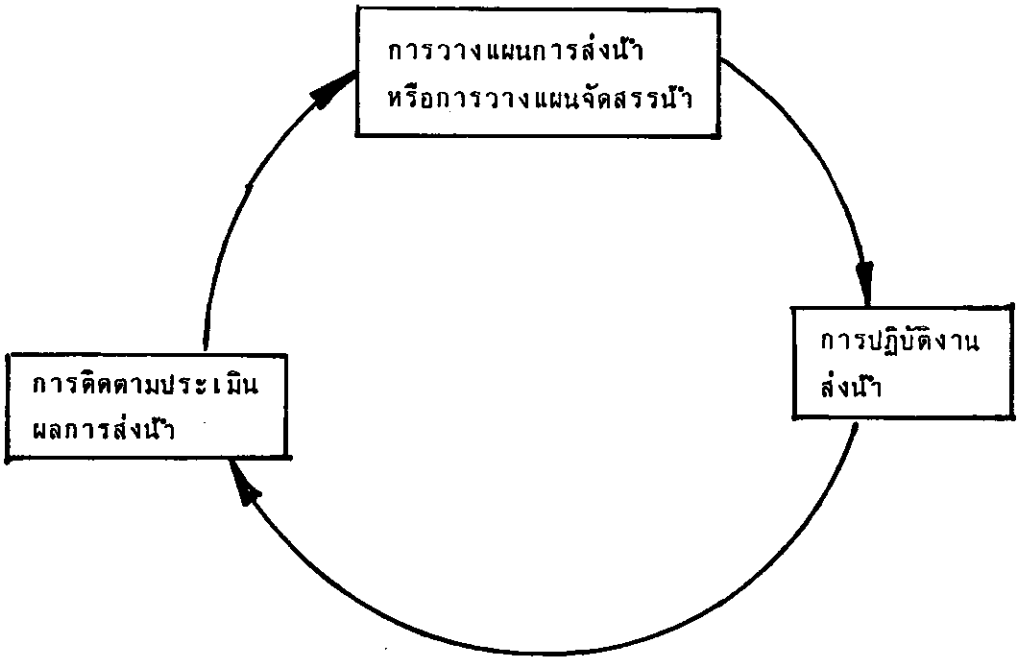
วัตถุประสงค์หลักของการจัดการน้ำชลประทานคือ การส่งน้ำในปริมาณที่เหมาะสมให้กับพื้นที่เพาะปลูกหรือบุคคลที่เหมาะสม และส่งในช่วงเวลาที่เหมาะสม ดังคำภาษาอังกฤษที่ว่า (To deliver the right amount of water to the right person at the right time) การที่จะบรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว จะต้องมีการดำเนินการเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1) การวางแผนการส่งน้ำ หรือวางแผนการจัดสรรน้ำ

(2) การปฏิบัติงานส่งน้ำตามแผนที่วางไว้ และ

(3) การติดตามประเมินผลการส่งน้ำจริงในสนาม

ซึ่งกิจกรรมทั้ง 3 เป็นกิจกรรมที่ต่อเนื่องกันและสามารถนำมาเขียนอธิบายให้เข้าใจได้ง่ายดังรูปที่ 1 รายละเอียดในการจัดส่งน้ำทั้ง 3 ขั้นตอนจะได้กล่าวถึงในหัวข้อถัดไปตามลำดับ



รูปที่ 1 วงจรการจัดส่งน้ำในระดับโครงการ

2. การวางแผนการส่งน้ำหรือจัดสรรน้ำ

การวางแผนการส่งน้ำ คือการกำหนดล่วงหน้าว่า

- ควรส่งน้ำ **ให้ใคร**
- ควรส่งน้ำ **อย่างไร**
- ควรส่งน้ำ **เมื่อไร**
- ควรส่งให้ **เท่าใด**

โดยมีเป้าหมายในใจว่า จะต้องพยายามให้ทุกคนได้รับน้ำตาม **เวลา** ที่ต้องการ และตาม **จำนวน** ที่ต้องการให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ แผนการส่งน้ำที่ดี จะต้องมีความยืดหยุ่นพอที่จะสามารถทำการปรับแก้ในสนามได้ ถ้าสภาพการณ์ต่าง ๆ ไม่เป็นไปตามที่คาดไว้ เช่น เกิดฝนตก หรือเกษตรกรไม่ปลูกพืชตามแผนที่วางไว้หรือไม่มารับน้ำตามเวลาที่กำหนด

การวางแผนการส่งน้ำอาจยุ่งยากซับซ้อน เช่น การวางแผนการส่งน้ำในโครงการขนาดใหญ่ ที่มีระบบยุ่งยากซับซ้อน หรืออาจง่ายโดยเพียงจัดประชุมผู้ใช้น้ำเพื่อตกลงเกี่ยวกับอัตราการส่งน้ำและตารางเวลาในการส่งน้ำ ความยากหรือง่ายในการวางแผนจัดสรรน้ำจะแตกต่างกันไปในแต่ละโครงการ ทั้งนี้ทั้งนั้นจะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำต้นทุน ชนิดของพืชที่ปลูกและลักษณะเกษตรกร การวางแผนการส่งน้ำประกอบด้วยกิจกรรมที่สำคัญ 5 ประการคือ

(1) การเลือกวิธีการส่งน้ำ
(2) การประเมินปริมาณน้ำต้นทุน
(3) การประเมินความต้องการน้ำ
(4) การปรับความต้องการน้ำให้พอดีกับน้ำต้นทุนที่มีอยู่
(5) การจัดทำตารางการส่งน้ำ

2.1 การเลือกวิธีการส่งน้ำ

วิธีการส่งน้ำที่ปฏิบัติกันโดยทั่วไป แบ่งออกได้เป็น 4 วิธี คือ

1. Continuous
2. Rotation
3. On - demand
4. Reservoir

2.2 การประเมินปริมาณน้ำต้นทุน

การประเมินจะต้องพิจารณาถึงประเภทของแหล่งน้ำต้นทุนและจะต้องประเมินทั้งปริมาณน้ำต้นทุนที่มีหรือที่จะหามาได้สำหรับตลอดฤดูกาล และที่มีในแต่ละเดือน แต่ละสัปดาห์ ในกรณีที่น้ำต้นทุนไม่แน่นอน ควรประเมินโดยใช้ Safe Probability 75 ถึง 80 %

2.3 การประเมินความต้องการน้ำ

ความต้องการน้ำชลประทานจะต้องประเมินจาก

- รูปแบบการปลูกพืช
- ปริมาณการใช้น้ำของพืช และปริมาณการใช้น้ำในการเตรียมแปลง
- การรั่วซึมของน้ำในแปลงนา
- ความถี่ในการใช้น้ำ
- ฝนคาดการณ์
- ประสิทธิภาพการชลประทานของโครงการ

2.4 การปรับความต้องการน้ำให้พอดีกับปริมาณน้ำต้นทุน

หลังจากที่ประเมินปริมาณน้ำต้นทุนและปริมาณความต้องการน้ำแล้ว จะทราบถึงสภาพการณ์ในการจัดส่งน้ำ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 กรณีคือ

กรณีที่ 1 ปริมาณน้ำต้นทุน $\geq$ ปริมาณความต้องการน้ำ

กรณีที่ 2 ขาดน้ำปานกลาง (10-20 %)

กรณีที่ 3 ขาดน้ำมาก (> 50 %)

แนวทางการปรับความต้องการน้ำให้พอดีกับน้ำต้นทุนทำได้ 3 แนวทางคือ

1. ปรับรูปแบบการปลูกพืช ซึ่งทำได้ดังนี้
   - ปรับช่วงเวลาในการปลูก
   - เปลี่ยนจากพืชที่ใช้น้ำมากเป็นพืชที่ใช้น้ำน้อย เช่น จากข้าวเป็นพืชอื่น
   - ลดพื้นที่
2. ปรับรูปแบบการส่งน้ำ
3. ขึ้นราคาค่าน้ำ

2.5 การคำนวณและจัดทำตารางการส่งน้ำ

การจัดทำตารางการส่งน้ำมีจุดมุ่งหมายเพื่อตอบคำถามทั้ง 4 ข้อ ที่กล่าวถึงในวรรคแรกของหัวข้อที่ 2 ตัวอย่างการจัดทำตารางการส่งน้ำในระดับแฉกส่งน้ำแสดงอยู่ในตารางที่ 1

แนวทางการวางแผนการส่งน้ำในระดับโครงการอาจแบ่งออกได้เป็น 2 แนวทางคือ

1. การวางแผนการส่งน้ำล่วงหน้าตลอดฤดูกาล
2. การวางแผนการส่งน้ำประจำสัปดาห์

การวางแผนส่งน้ำล่วงหน้าตลอดฤดูกาลมีวัตถุประสงค์เพื่อประโยชน์ในการกำหนดพื้นที่ส่งน้ำสูงสุด โดยอาศัยข้อมูลกิจกรรมการเพาะปลูก สถิติฝน ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้น้ำและลักษณะโครงการ เป็นพื้นฐานในการวางแผน แนวทางการวางแผนการส่งน้ำเพื่อกำหนดพื้นที่ส่งน้ำสูงสุดที่นิยมใช้ในประเทศไทย คือการใช้ Dry Season Area Reduction Curve หรือ DSAR Curve ซึ่งจะได้กล่าวถึงในรายละเอียดในหัวข้อ 5

ส่วนการวางแผนการส่งน้ำประจำสัปดาห์คือ การคำนวณหาปริมาณน้ำที่ต้องส่งให้ ปตร. และพื้นที่รับน้ำต่าง ๆ ประจำสัปดาห์ โดยใช้ข้อมูลกิจกรรมการเพาะปลูกที่เป็นจริงในแต่ละสัปดาห์ สำหรับโครงการขนาดใหญ่ได้มีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวางแผนการส่งน้ำ เช่น โปรแกรม WASAM ซึ่งพัฒนาขึ้นมาครั้งแรกที่โครงการชลประทานแม่กลองใหญ่ ซึ่งจะได้กล่าวถึงรายละเอียดในหัวข้อ 6

3. การปฏิบัติงานส่งน้ำหรือการควบคุมการส่งน้ำตามแผนที่วางไว้

กิจกรรมในส่วนนี้ประกอบด้วย

1. การตรวจสอบแผนการส่งน้ำว่ามีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติมากน้อยเท่าใด
2. ศึกษาการทำงานของกลไกของอาคารแต่ละตัวในการควบคุมน้ำ โดยจะต้องรู้ว่าปรับบานเท่าใด สำหรับปริมาณน้ำที่กำหนดให้ ควรต้องมีการ Calibrate อาคารควบคุมน้ำที่สำคัญ
3. ศึกษาถึงกลไกการทำงานของอาคารที่สัมพันธ์กันตลอดทั้งคูและคลอง ต้องรู้ผลของการปรับบานเหนือน้ำต่อระดับน้ำหน้าอาคารด้านท้ายน้ำ และผลของการปรับบานท้ายน้ำต่อระดับน้ำท้ายอาคารเหนือน้ำ และปริมาณน้ำที่ไหลเข้าคลองซอย
4. วางแผนการปิด - เปิด - ปรับอาคารควบคุมน้ำต่าง ๆ เพื่อให้น้ำไหลไปตามแผนการส่งน้ำที่วางไว้

Table 1 : Calculation of water allocation schedule for rotation system under CHC No. 12 Km 4+100 of 3L Lateral

Unit	Area Rai	Ditch No.	Length of Ditch (m)		Discharge l/sec	BTA Hr.	TT Hr.	CL %	TCL Hr.	TTC Hr.	AT Hr.	FTC	Final time		AFT Hr.	Time Schedule
			LD	UD									Hr.	Min.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15	16
1	64	12	900	780	96	23.53	2.43	10.50	2.47	26.00	23.57	26.00	26	00	26	Mon. 06.00 - Tue. 08.00
2	77	12	900	340	96	28.31	1.79	6.10	1.73	30.04	27.23	29.02	29	01	29	Tue. 08.00 - Wed. 13.00
3	76	12.7	900	340	96	27.94	1.79	6.10	1.70	29.64	26.87	28.66	28	40	29	Wed. 13.00 - Thu. 18.00
4	64	12.7	900	-	96	23.53	1.30	2.70	0.63	24.16	21.90	23.20	23	12	23	Thu. 18.00 - Fri. 17.00
5	83	12.5	580	-	96	30.51	0.84	1.74	0.53	31.04	28.14	28.98	28	59	29	Fri. 18.00 - Sat. 22.00
6	46	12.3	-	-	96	16.90	-	-	-	16.90	15.32	15.32	15	19	15	Sat. 22.00 - Sun. 13.00
7	47	12.1	-	380	96	17.28	0.55	3.80	0.66	17.94	16.26	16.87	16	49	17	Sun. 13.00 - Mon. 06.00
	457					168	8.70			175.72	159.29	168				

Notes : LD = Lined ditch
UD = Unlined ditch
BTA = Basic time allocated
TT = Travelling time
CL = Conveyance loss
TCL = Time adjustment for conveyance loss
TTC = Total time compensated
AT = Adjusted time
FTC = Final time compensated
AFT = Adjusted final time

5. ประชุมชักซ้อมแผนการปิด - เปิด - ปรับอาคารกับพนักงานส่งน้ำ

6. ประชาสัมพันธ์หรือชี้แจงเกษตรกรให้ทราบตารางการส่งน้ำ

7. ติดตั้งเครื่องมือสำหรับช่วยตรวจวัดและควบคุมปริมาณน้ำ เช่น Staff Gage และติดตั้งอุปกรณ์เพื่อให้ทราบขนาดการเปิดบานแบบที่เห็นหรือวัดได้ชัดเจน

4. การติดตามประเมินผลการส่งน้ำ

กิจกรรมที่สำคัญได้แก่

1. กำหนดจุดที่ต้องการตรวจวัดน้ำ

2. การติดตั้งอาคารวัดน้ำตรงจุดที่กำหนดหรือทำการ Calibrate อาคารควบคุมน้ำเพื่อใช้อาคารในการตรวจวัดปริมาณน้ำในคลอง

3. ทำการตรวจวัดน้ำเป็นประจำวัน

4. ตรวจวัดปริมาณฝนที่ตก

5. ติดตามและตรวจสอบปัญหาการส่งน้ำในโครงการเป็นประจำวัน

6. วิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้น้ำและการทำงานของระบบ

7. การ Feedback และวางแผนการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำและประสิทธิภาพการทำงาน

WATER USE STUDY MODEL
(WUSM)
และการสร้าง DSAR CURVE

5. การหาพื้นที่ส่งน้ำสูงสุดในฤดูแล้งโดยใช้ DSAR Curve

DSAR หรือ Dry Season Area Reduction Curve คือโค้งที่ใช้ในการวางแผนการเพาะปลูกพืชฤดูแล้ง เพื่อไม่ให้เกิดการขาดแคลนน้ำ โดยเฉพาะในช่วงเตรียมแปลงเพาะปลูกข้าวต้นฤดูฝนของปีถัดไป และเพื่อไม่ให้น้ำแห้งอ่างระยะยาว ตัวอย่าง DSAR Curve ที่พัฒนาขึ้นมาสำหรับโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษามูลบน สำหรับกรณียอมให้ขาดน้ำได้ 5 ปี และ 8 ปี แสดงอยู่ในรูปที่ 2 และรูปที่ 3 ตามลำดับ โครงการฯ มูลบนมีพื้นที่ส่งน้ำทั้งสิ้น 41,400 ไร่ กำหนดให้ปลูกข้าวเต็มพื้นที่ในฤดูฝน และปลูกพืชไร่พืชผักในฤดูแล้ง

การสร้าง DSAR Curve ทำได้โดยการศึกษาการใช้น้ำด้วย Effective Rainfall Model, Irrigation Demand Model and System Simulation Model โดยใช้ข้อมูลทางอุทกวิทยาระยะยาว เช่น 25 ปีขึ้นไป ประกอบกับข้อมูลปริมาณน้ำใช้ในการเตรียมแปลงอัตราการรั่วซึมและประสิทธิภาพการชลประทานที่ได้มีการตรวจวัดไว้

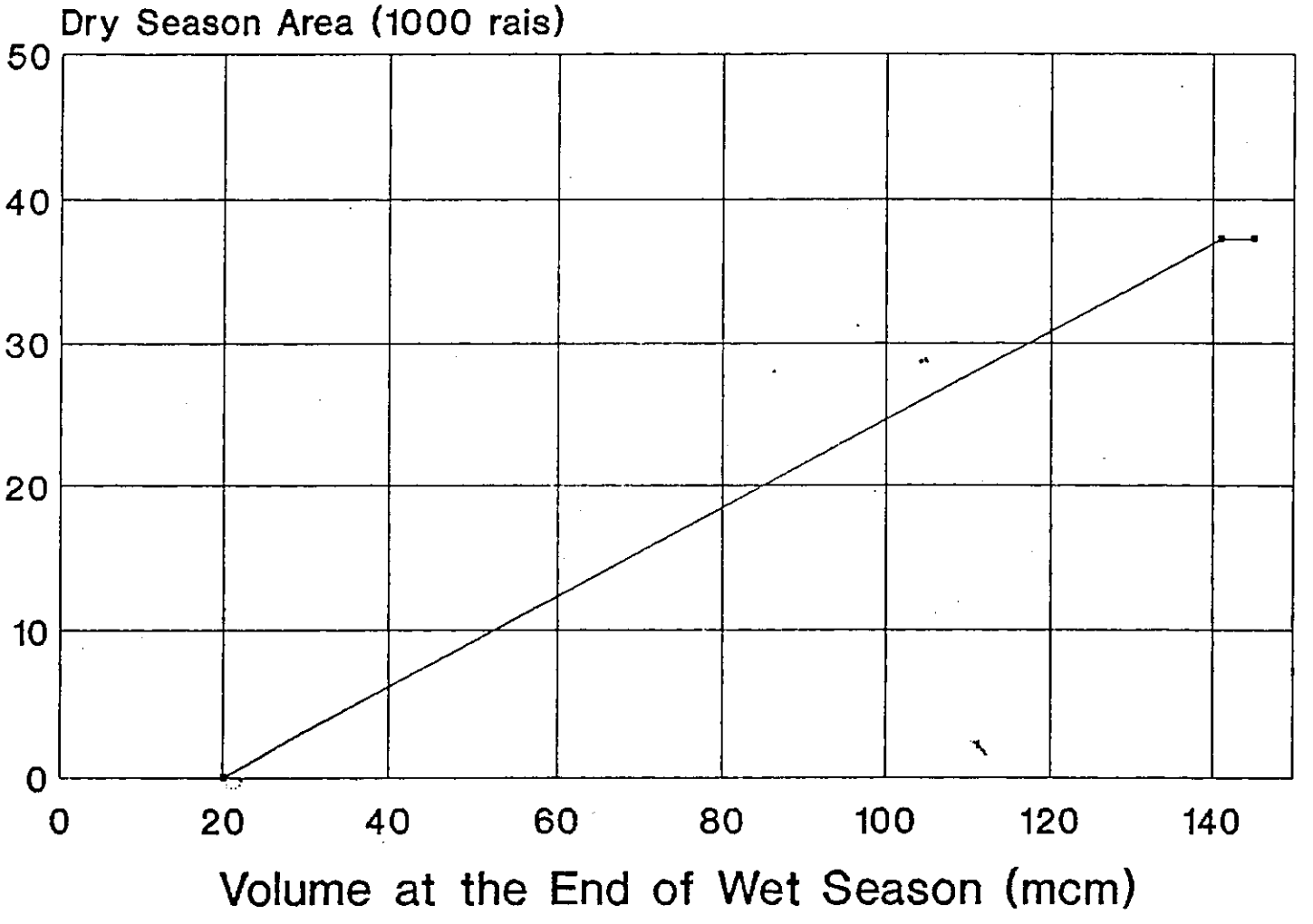
โปรแกรม WUSM (Water Use Study Model) ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้จำลองการปฏิบัติงานของอ่าง และเพื่อใช้หา DSAR Curve ดังกล่าว ต่อไปจะกล่าวถึงรายละเอียดของ WUSM และตัวอย่างการศึกษาการใช้น้ำของโครงการมูลบนด้วยแบบจำลอง WUSM

5.1 Water Use Study Model (WUSM)

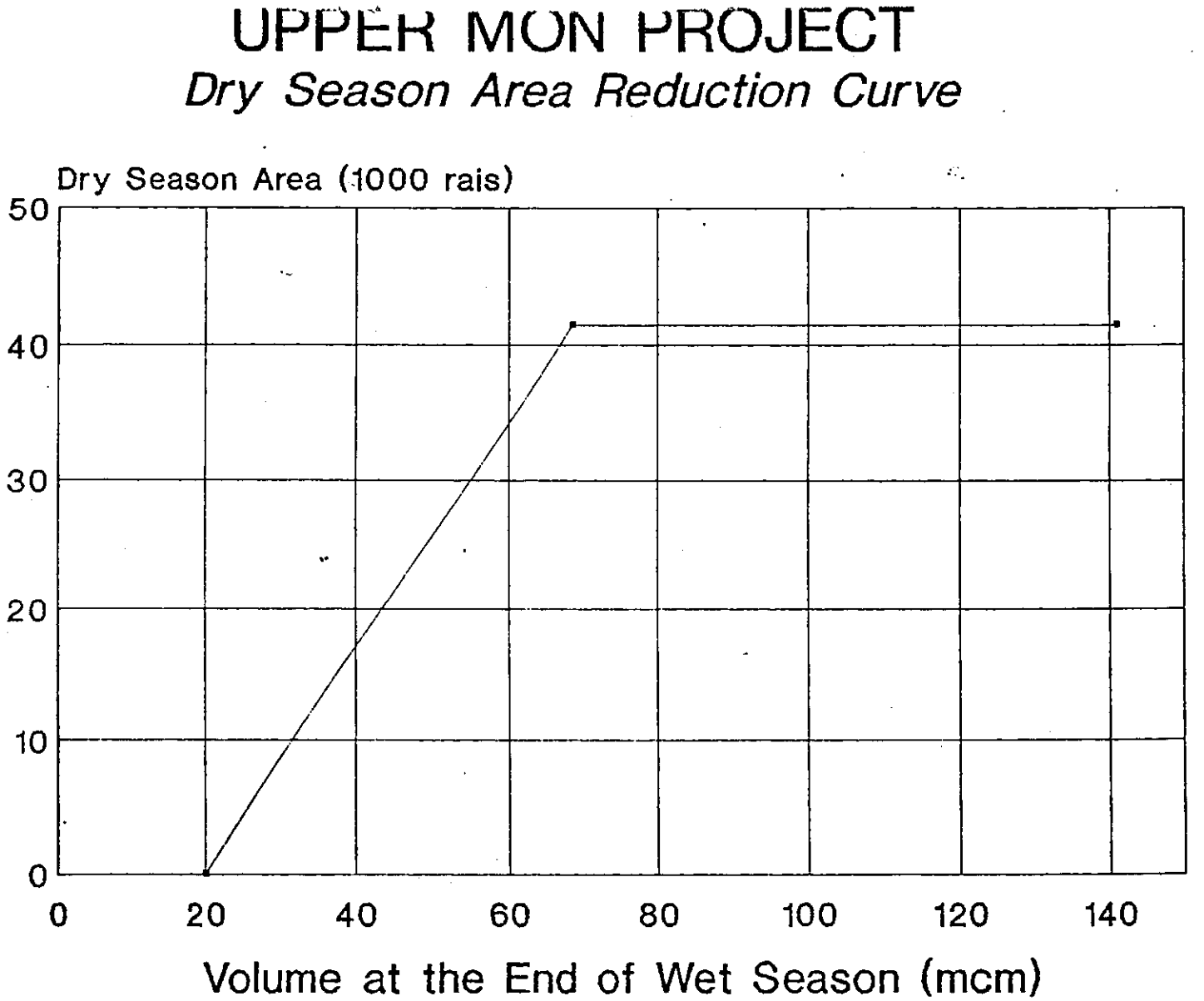
ประกอบด้วยแบบจำลองฝนใช้การ (Effective Rainfall Model) แบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน (Irrigation Model) และแบบจำลองระบบลุ่มน้ำ (River Basin System Simulation Model) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันดังรูปที่ 4

UPPER MON PROJECT

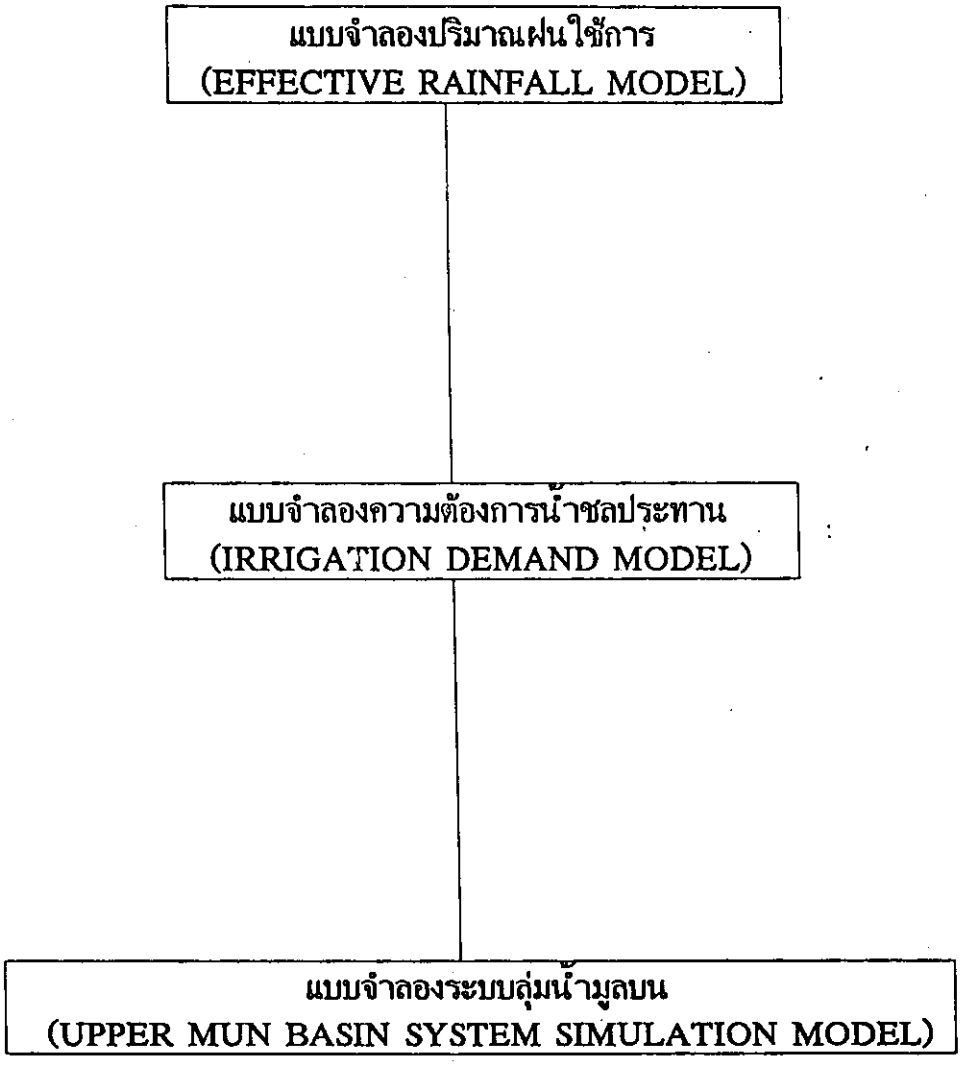
Dry Season Area Reduction Curve



รูปที่ 2 กราฟกำหนดพื้นที่เพาะปลูกฤดูแล้ว กรณียอมให้ขาดน้ำได้ 5 ปี



รูปที่ 3 กราฟกำหนดพื้นที่เพาะปลูกฤดูแล้ง กรณียอมให้ขาดน้ำได้ 8 ปี



รูปที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองใน WUSM

ก) <u>แบบจำลองฝนใช้การ</u> (Effective rainfall model)

รายละเอียดประกอบคำอธิบายแบบจำลองฝนใช้การได้แสดงในรูปที่ 5

จากรูปที่ 5 ซึ่งแสดงระดับน้ำบนแปลงเพาะปลูกที่ใช้กับวิธีนี้เพื่อคำนวณฝนใช้การในวันที่ n ให้

Rn = ฝนที่ตกในวันที่ n เป็น มม.

Stn-1 = ระดับน้ำในแปลงเพาปลูกที่เริ่มต้นของวันที่ n

Stn = ระดับน้ำในแปลงเพาะปลูกที่สิ้นสุดของวันที่ n

am = ปริมาณน้ำที่พืชต้องการเป็น มม./วัน ของเดือนที่มีวันที่ n

(Kc x ETp +OR)/N

ซึ่ง Kc = สัมประสิทธิ์พืชในเดือนที่ n

ETp = Potential evapotranspiration ในเดือนที่ m

OR = ความต้องการน้ำของพืชอื่นในเดือนที่ m

(โดยทั่วไปเป็นปริมาณน้ำใช้ในการเตรียมแปลง)

N = จำนวนวันในเดือนที่ m

Stn คำนวณจาก

$$Stn = Stn\text{-}1 + Rn - am$$

ถ้า Stn > STMAX, ฝนใช้การสำหรับวัน (RE) หาจาก

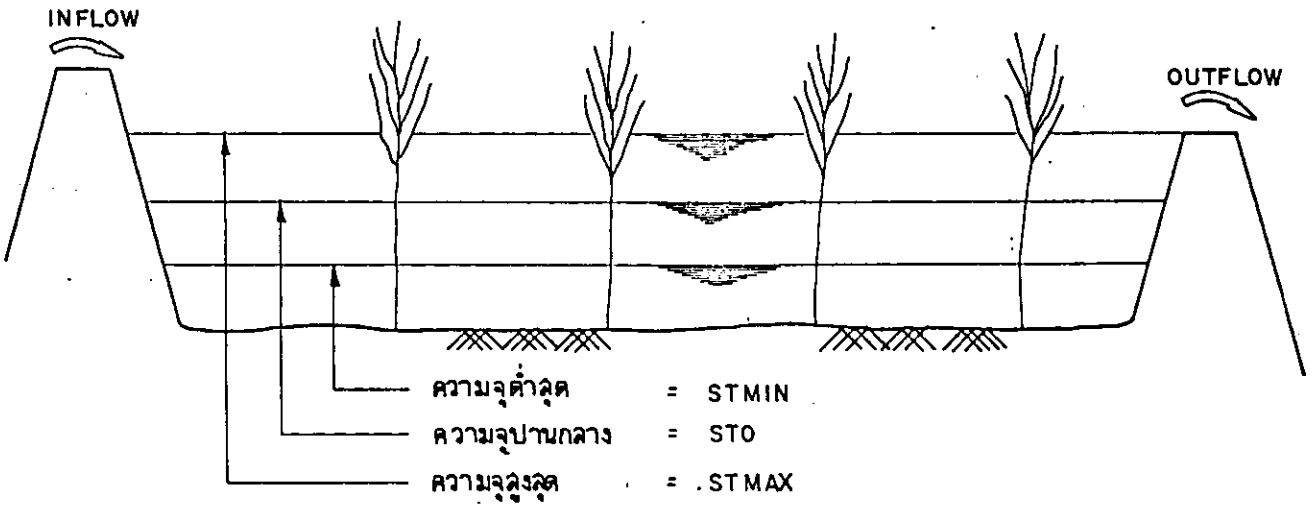
RE = STMAX + am - Stn-1 และ Stn ปรับเข้าสู่ STMAX

ถ้า Stn < STMAX, RE = R, และ Stn ยอมรับ แต่ ถ้า

Stn < STMIN, ซึ่งเป็นกรณีที่ Stn ต้องให้เท่ากับ STO

นั่นคือ มีการส่งน้ำชลประทานให้แปลงเพาะปลูก

แบบจำลองฝนใช้การที่พัฒนาขึ้นมา จะจำลองพฤติกรรมการดำเนินกิจกรรมการเพาะปลูกของพืชที่เกี่ยวข้องโดยใช้หลักการสมดุลย์ของน้ำ (Water Balance) โดยใช้ Daily Consumptive Use, Daily Weighted Rainfall, พฤติกรรมการเพาะปลูกพืชของเกษตรกร ลักษณะทางกายภาพของแปลงเพาะปลูกเพื่อ Simulate หา Daily Effective Rainfall แล้วรวบรวมทำเป็น Weekly Effective Rainfall จากข้อมูลทั้งหมดที่ใช้ โดยมีผังงานของแบบจำลองดังรูปที่ 6

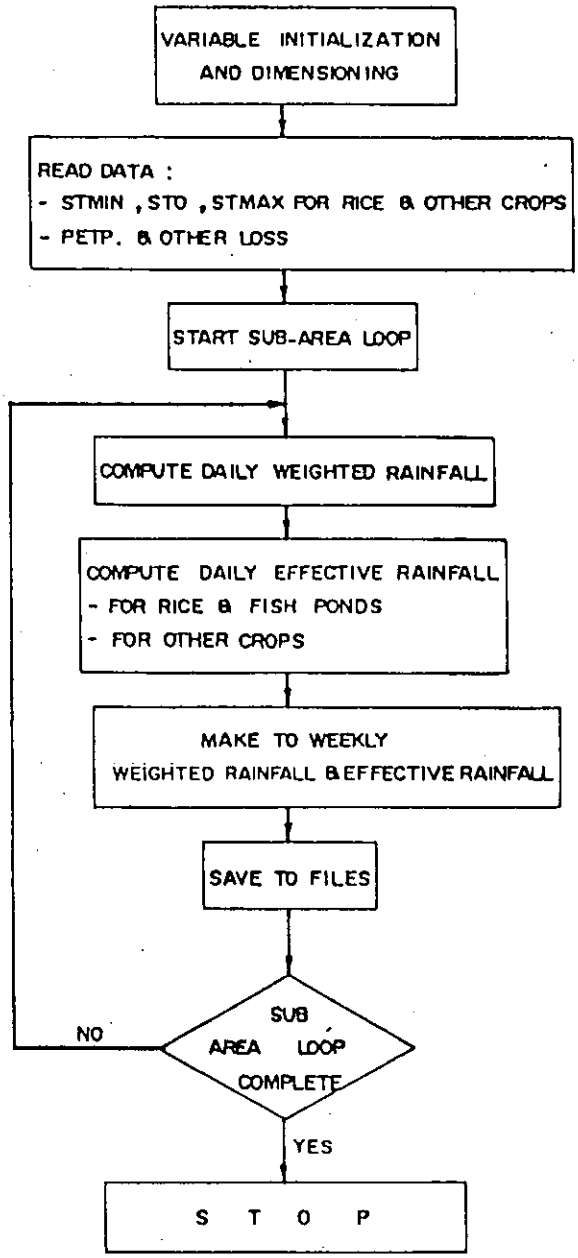


ความจุต่ำสุด - ความจุที่ความลึกของน้ำต่ำสุดอาจใช้เพื่อกำจัดวัชชพืช เริ่มให้น้ำซลประทานที่ความลึกนี้

ความจุปานกลาง - ความจุที่ความลึกหลังจากให้น้ำซลประทาน

ความจุสูงสุด - ความจุที่ความลึกสูงสุดถ้ามีน้ำส่งมาเพิ่มจะกลายเป็น runoff

รูปที่ 5 ระดับน้ำในแปลงนาข้าว สำหรับคำนวณหาฝนใช้การ



รูปที่ 6 ผังงานของแบบจำลองปริมาณฝนใช้การ

ข) แบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน (Irrigation demand model)

แบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน เป็นแบบจำลองที่ใช้คำนวณหาความต้องการน้ำชลประทาน และ Return flow เป็นรายสัปดาห์ แล้วรวบรวมทำเป็นรายเดือน โดยแบ่งพื้นที่ชลประทานของลุ่มน้ำออกเป็นบล็อค (Block)

สมการที่ใช้คำนวณความต้องการน้ำชลประทานในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย

(ก) Crop evapotranspiration (CRETP)

CRETP = WCRCF X PETP

เมื่อ WCRCF = Weekly weighted crop coefficient

หรือปริมาณการใช้น้ำของพืชตามน้ำหนักของพื้นที่รายสัปดาห์

PETP = Weekly potential evapotranspiration, มม./สัปดาห์

CRETP = Weekly crop evapotranspiration, มม./สัปดาห์

(ข) Land preparation water (LPW)

กำหนดให้การใช้น้ำในการเตรียมแปลงผันแปร 2 ช่วง คือในฤดูฝน และในฤดูแล้งและกำหนดให้มีน้ำในแปลงนาเพื่อใช้ในการปักดำหลังจากเตรียมแปลงด้วย ดังนั้นปริมาณความต้องการน้ำคือ

LPW = LPW + ST ในฤดูฝน

และ LPD = LPD + ST ในฤดูแล้ง

เมื่อ TCRETP = CRETP + LPW

และ TCRETP = CRETP + LPD

LPW = Wet season land preparation water, มม./สัปดาห์

LPD = Dry season land preparation water, มม./สัปดาห์

TCRETP = Total weekly crop water requirement, มม./สัปดาห์

(ค) Effective rainfall (ERFL)

Effective rainfall หรือฝนใช้การของแต่ละสัปดาห์ คำนวณจาก

ERFL = FUNC X WRFL

เมื่อ ERFL = Effective rainfall, มม./สัปดาห์

FUNC = Effective rainfall function ได้จาก Effective rainfall model

WRFL = Weighted rainfall, มม./สัปดาห์

(ง) Farm water requirement (FWR)

ปริมาณน้ำที่ส่งไปให้ที่แปลงเพาะปลูก หรือ Farm water requirment เป็นปริมาณน้ำที่พืชต้องการในแปลงเพาะปลูกที่ลบจากปริมาณของฝนใช้การ (Effective rainfall) แล้วหารด้วยประสิทธิภาพในการส่งน้ำทั้งหมด

$$FWR = \frac{(TCREPT - ERFL)}{FEFF}$$

เมื่อ FWR = Farm water requirement, มม./สัปดาห์

FEFF = Overall efficiency, เปอร์เซนต์

(จ) Minimum flow requirment (KK)

ในการส่งน้ำนั้น จะต้องคำนึงถึงปริมาณน้ำจำนวนหนึ่งที่จะต้องส่งน้ำนอนคลองเพื่อไม่ให้คลองแห้ง ในการศึกษาครั้งนี้กำหนดให้ต้องส่งน้ำต่ำสุดเท่ากับ 25% ของปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้จริงซึ่งลักษณะของการส่งน้ำจะมีลักษณะดังนี้

ถ้า $FWR > \frac{0.25 \times TCRETP}{FEFF}$ จะต้องส่งน้ำเท่ากับ FWR

ถ้า $FWR < \frac{0.25 \times TCRETP}{FEFF}$ นั่นคือการส่งน้ำไปให้ที่แปลงเพาะปลูก จะมีลักษณะดังนี้

$$FWR = \frac{0.25 \times TCRETP}{FEFF}$$

(ฉ) Crop water requirement (CWR)

ความต้องการใช้น้ำของพืชหรือ Crop water requirment คำนวณได้จากการเปลี่ยนแปลงความลึกของน้ำที่ต้องการคูณด้วยพื้นที่เพาะปลูกพืช

$$CWR = \frac{FWR \times AREAC \times 1,600}{1,000 \times 1,000,000}$$

เมื่อ CWR = Crop water requirment, MCM/สัปดาห์

AREAC= Area of any crop, ไร่

(ช)Final deversion demands (DWR)

ความต้องการน้ำที่ปากคลองส่งน้ำสายใหญ่ คำนวณได้จากการคิดประสิทธิภาพของคลองส่งน้ำที่จะต้องส่งไปให้แก่พืช

$$DWR = \frac{CWR}{CEFF}$$

เมื่อ DWR = ความต้องการน้ำที่ปากคลองสายใหญ่เป็น MCM/สัปดาห์

CEFF = Canal efficiency, เปอร์เซนต์

(ซ)Return flow (RF)

Return flow หรือปริมาณน้ำที่เหลือใช้จากแปลงเพาะปลูกที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ยึดถือหลักเกณฑ์ ดังนี้

-Return flow ในแปลงเพาะปลูกของพืชแต่ละชนิด คำนวณได้จากผลต่างระหว่างปริมาณน้ำที่ส่งไปยังแปลงเพาะปลูกและปริมาณฝนที่ตกกับปริมาณน้ำที่พืชใช้ ดังสมการ

$$RFLOC = \frac{[\frac{FWR}{CEFF} + WRFL - TCREP]AREAC \times 1,600}{1,000 \times 1,000,000} RFLOF \quad \text{——— (a)}$$

ในเมื่อ RELOC = Return flow, ของพื้นที่เพาะปลูก MCM/สัปดาห์

AREAC = Area of any crop, ไร่

RELOF = Return flow factor, เปอร์เซนต์

WRFL = Weigthed rainfall, มม./สัปดาห์

-Return flow ของพื้นที่ที่ไม่ได้เพาะปลูก

$$RFLONG = \frac{(WRFL - PETP) \times (AREA - AREAC) \times 1,600}{1,000 \times 1,000,000} \times RFLOF \quad \text{——— (b)}$$

ในเมื่อ AREA = Total project area, ไร่

RFLONG = Return flow ของพื้นที่ที่ไม่ได้เพาะปลูก MCM/สัปดาห์

ดังนั้น Return flow ทั้งหมดจะเท่ากับผลรวมของ Return flow ที่ได้จากสมการ (a) และ (b)

$$TRFLO = RFLOC + RFLONC$$

เมื่อ TRFLO = ปริมาณ Return flow ของทั้งหมด MCM/สัปดาห์

ดังนั้น เมื่อได้ปริมาณ Return flow เป็นรายสัปดาห์แล้วก็รวมเข้าเป็น Return flow รายเดือน

ผังการทำงานของแบบจำลองความต้องการน้ำชลประทานดังแสดงในรูปที่ 7

ค) <u>แบบจำลองระบบ</u> (System simulation model)

แบบจำลองระบบลุ่มน้ำ เป็นแบบจำลองที่ simulate หาปริมาณการปล่อยน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการน้ำทั้งหมด (Total water demand) ทางด้านท้ายน้ำใช้หลักการจัดการลุ่มน้ำและการจัดสรรน้ำที่เหมาะสม โดยใช้กราฟกำหนดพื้นที่เพาะปลูกฤดูแล้ง (Dry Season Area Reduction Curve)

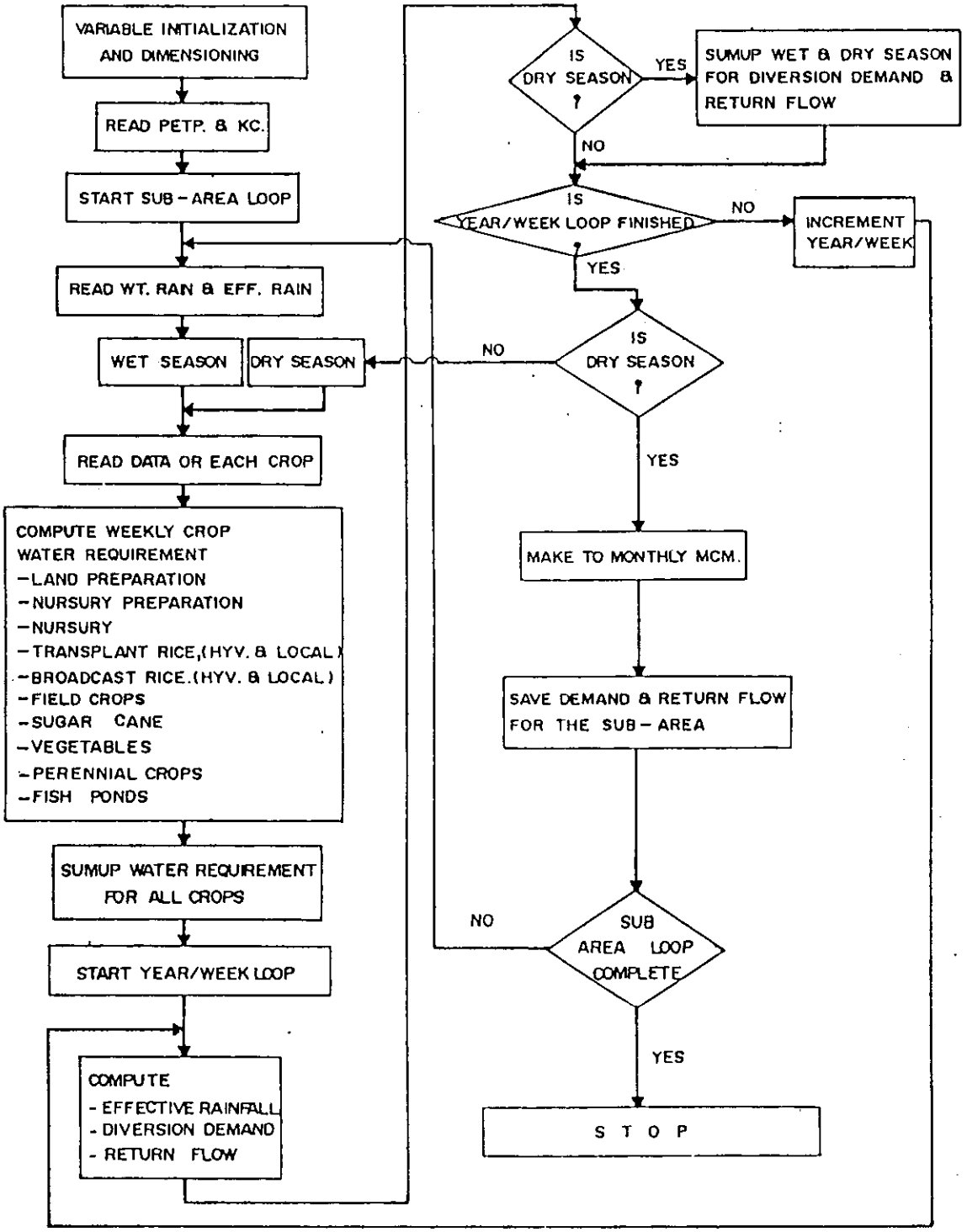
สมการที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองระบบลุ่มน้ำ

$$S_t = S_{t-1} + I_t + R_t + O_t + L_t + E_t$$

ซึ่ง
- S_t = ปริมาณน้ำที่เก็บกักไว้ที่สิ้นเดือน t
- S_{t-1} = ปริมาณน้ำที่เก็บกักไว้ที่สิ้นเดือน t-1
- I_t = ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างในช่วงเดือน t
- R_t = ปริมาณฝนที่ตกลงในบริเวณอ่างเก็บน้ำในช่วงเดือน t
- O_t = ปริมาณน้ำที่ปล่อยออกจากอ่างในช่วงเดือน t
- L_t = ปริมาณน้ำที่สูญเสียเนื่องจากการรั่วซึมจากอ่างในช่วงเดือน t
- E_t = ปริมาณน้ำที่สูญเสียเนื่องจากการระเหยจากผิวอ่างในช่วงเดือน t

โดยที่ R และ E เป็นฟังก์ชั่นของพื้นที่ผิวของอ่างเก็บน้ำส่วน Lt จะมีค่าเท่ากับ

$$\frac{(S_t + S_{t-1})}{2 \times 365} \times 0.10 \text{ ลูกบาศก์เมตร/วัน}$$



รูปที่ 7 ผังงานของแบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน

ปริมาณน้ำที่ปล่อยออกจากอ่างเก็บน้ำในลุ่มน้ำทั้งหมด O จะขึ้นอยู่กับ

$$O_t = \sum_{i=1}^{N} DL + DJ$$

เมื่อ DL = Local demand ของอ่างเก็บน้ำใด ๆ, MCM/เดือน

DJ = *Joint demand, MCM/เดือน*

N = จำนวนอ่างเก็บน้ำในลุ่มน้ำ

โดยที่ DL จะเป็นความต้องการน้ำท้ายอ่างเก็บน้ำใด ๆ ที่ต้องใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำนั้น ๆ เพียงอย่างเดียว

ส่วน DJ จะเป็นความต้องการน้ำร่วมของอ่างเก็บน้ำที่สามารถปล่อยออกจากหลาย ๆ อ่างที่เกี่ยวข้องกันได้

ดังนั้น O_t = DL + DJ เมื่อระดับน้ำในอ่าง i อยู่เหนือ Rationing Storage

DL = Local demand ของอ่างเก็บน้ำ i, MCM/เดือน

DJ = ปริมาณน้ำที่อ่าง i ปล่อยให้ joint demand, MCM/เดือน

โดยที่การปล่อยน้ำ DJ นั้นจะใช้หลักการที่ว่าอ่างเก็บน้ำใดมีเปอร์เซนต์ระดับเก็บกักสูงก็จะปล่อยออกมาด้วยเปอร์เซนต์ที่สูง และปล่อยออกมาด้วยเปอร์เซนต์ที่เท่ากันเมื่อเปอร์เซนต์ ระดับเก็บกักเท่ากัน

และ O_t = PDL เมื่อระดับน้ำในอ่าง i อยู่ต่ำกว่า Rationing Storage

เมื่อ PDL = สัดส่วนของปริมาณน้ำจากอ่าง i ที่ปล่อยให้กับ local demand, MCM/เดือน

วิธีการจัดการอ่างเก็บน้ำในลุ่มน้ำในช่วงฤดูแล้งมีอยู่ 2 วิธี คือ

(1) <u>วิธีการดำเนินการจัดการ</u> (Operation technique) เมื่อปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำใดอยู่ต่ำกว่า Rationing Storage แล้ว Local demand ของอ่างเก็บน้ำนั้น ๆ จะลดลงด้วยแฟคเตอร์ที่ใช้ปรับแก้สำหรับช่วงฤดูแล้ง(มีนาคม-กรกฎาคม) และฤดูฝน (สิงหาคม-กุมภาพันธ์)

(2) <u>วิธีการวางแผน</u>(Planning technique) การเพาะปลูกพืชฤดูแล้งจะเปลี่ยนแปลงไปจากพื้นที่เป้าหมายเป็นไปตามความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำที่เก็บกักของอ่างเก็บน้ำที่ปลายเดือนพฤษจิกายนกับแฟคเตอร์ของการเพาะปลูกที่จะนำไปคูณพื้นที่เป้าหมาย ซึ่งเรียกว่า Dry Season Area Reduction Curve

5.2 การศึกษาการใช้น้ำของโครงการมูลบนด้วยแบบจำลอง WUSM

5.2.1 ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย

(1) ข้อมูลฝน ข้อมูลฝนที่นำมาใช้ในการคำนวณหาฝนใช้การประจำสัปดาห์ เป็นข้อมูลฝนรายวัน ของสถานีหมายเลข 25093 อ.โชคชัย จ.นครราชสีมา ซึ่งข้อมูลฝนรายเดือนตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2495 ถึงปี พ.ศ. 2534 ดังแสดงในตารางที่ 2

(2) ข้อมูลกิจกรรมการเพาะปลูก ข้อมูลกิจกรรมการเพาะปลูกที่นำมาใช้ในการคำนวณหา Cropping pattern ของโครงการมูลบน คือ ข้อมูลกิจกรรมการเพาะปลูกของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำพระเพลิง ที่ซึ่งกิจกรรมการเพาะปลูกช่วงเตรียมแปลงและปักดำฤดูฝน พ.ศ. 2533-2535 ดังแสดงในรูปที่ 8 ข้อมูลกิจกรรมการเพาะปลูกข้าวฤดูแล้งช่วงเตรียมแปลงและปักดำตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533-2535 ดังแสดงในรูปที่ 9 และข้อมูลกิจกรรมการเพาะปลูกพืชอื่นช่วงเตรียมแปลง ดังแสดงในรูปที่ 10 นำข้อมูลกิจกรรมการเพาะปลูกของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำพระเพลิงดังแสดงในรูปที่ 8 , 9 และ 10 มาเป็นพื้นฐานในการกำหนด Cropping pattern ของโครงการมูลบน ที่ซึ่ง Cropping pattern ของโครงการมูลบนดังแสดงในรูปที่ 11

(3) ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำเขื่อนมูลบน ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำเขื่อนมูลบนที่นำมาใช้ในการศึกษา Reservoir simulation ประกอบด้วยความสัมพันธ์ระหว่าง ระดับ-ความจุ-พื้นที่ผิวน้ำ ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าว ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 12

(4) ข้อมูลสัมประสิทธิ์พืช (Kc) ข้อมูลสัมประสิทธิ์พืชที่นำมาใช้ดังแสดงในตารางที่ 4. ยกเว้นการเพาะปลูกข้าวฤดูฝน ใช้ข้อมูลสัมประสิทธิ์พืชดังนี้

สัปดาห์	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Kc	0.57	0.70	0.83	0.97	1.05	1.04	0.92	0.86	0.85	0.85	0.85	0.73	0.64	0.58	0.48

สำหรับสัมประสิทธิ์พืชของการเพาะปลูกพืชไร่ ใช้ค่า Kc เฉลี่ยของถั่วเหลือง คะน้า ถั่วลิสง และถั่วเขียว

(5) ข้อมูล Potential evapotranspiration (ETp) ใช้ข้อมูล Potential evapotranspiration คำนวณโดยวิธี modified Penman ที่ จ.นครราชสีมา ในการคำนวณหาความต้องการการใช้น้ำของพืช ค่า Potential evapotraspiration รายเดือน ที่ จ.นครราชสีมา มีดังนี้

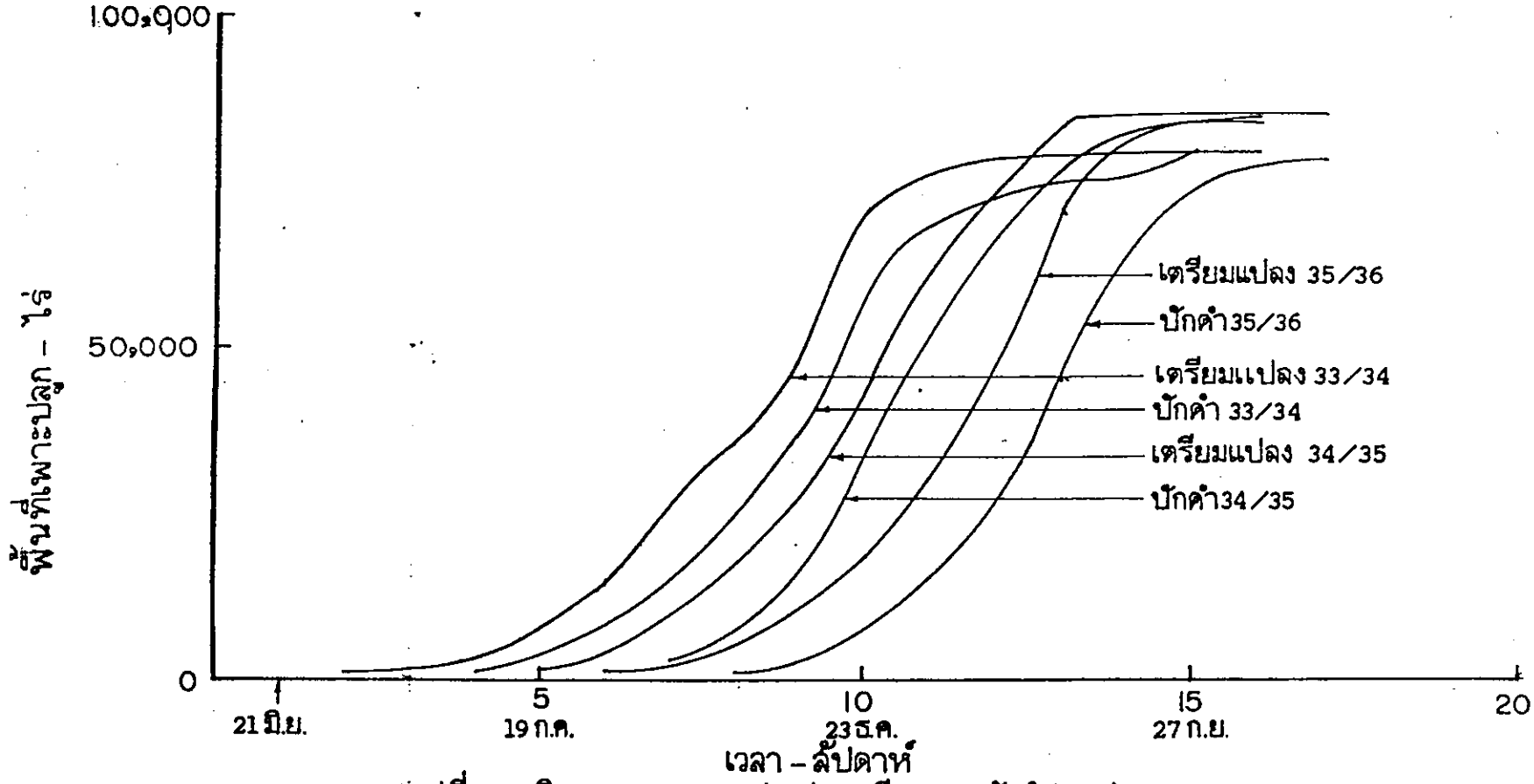
ตารางที่ 2 ฝนรายเดือนสถานี 25093 อ.โชคชัย จ.นครราชสีมา

Royal Irrigation Department, Thailand
Station - 25093 A. Chok Chai, Nakhon Ratchasima

Computer Center
RFL/RNOHWY/3.00

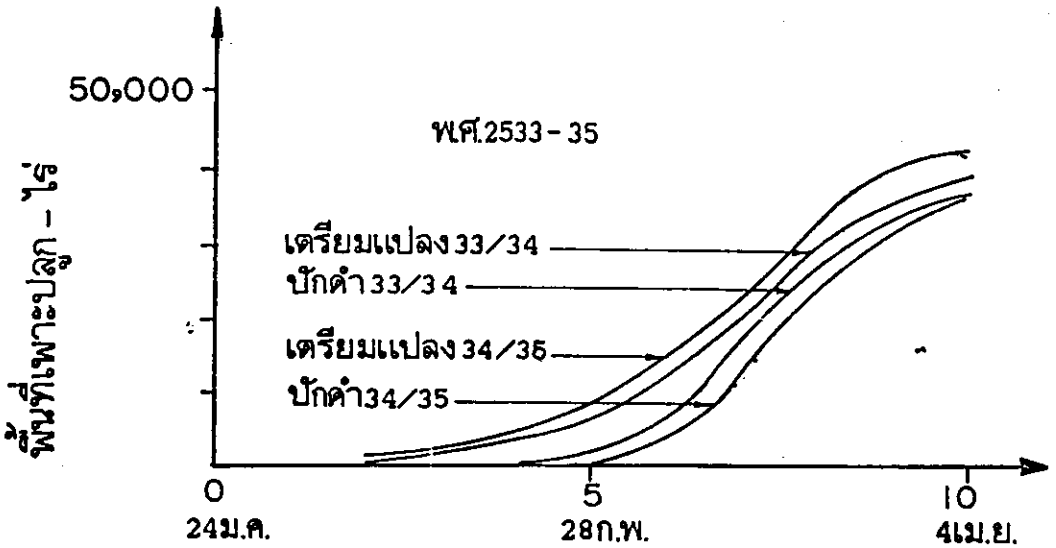
Monthly Rainfall in Millimeter

Water Year	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Annual	Days
1952	26.5	116.0	184.1	57.1	117.6	68.9	333.3	0.0	0.0	4.5	70.4	27.7	1006.1	73
1953	56.8	39.0	114.2	143.1	162.8	230.9	191.4	38.4	3.5	0.0	2.8	43.0	1025.9	73
1954	20.5	127.4	36.7	134.6	113.7	233.4	73.3	-	0.0	0.0	2.9	40.5	-	-
1955	78.9	69.8	305.8	94.1	120.0	369.7	59.2	53.8	0.0	0.0	3.0	12.5	1166.8	63
1956	124.0	107.7	11.0	260.2	77.8	222.8	181.2	9.5	0.0	0.0	0.0	64.0	1058.2	37
1957	29.5	36.1	73.6	170.5	86.6	321.8	205.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	923.8	38
1958	0.0	-	-	77.1	265.0	227.6	121.6	0.0	0.0	0.0	47.7	0.0	-	-
1959	32.8	34.3	96.7	93.5	40.5	558.6	208.2	15.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1079.7	50
1960	42.1	83.4	88.6	91.4	114.8	202.7	314.8	37.2	0.0	0.0	16.2	61.7	1052.9	93
1961	108.6	358.1	113.0	54.6	30.7	79.8	123.5	0.0	0.0	0.0	0.0	44.8	913.1	60
1962	-	155.9	68.3	92.5	83.7	312.0	204.8	63.0	5.0	0.0	0.0	33.8	-	-
1963	77.3	97.4	193.9	68.0	110.9	190.9	135.1	24.3	0.0	1.0	9.4	61.5	969.7	67
1964	22.6	210.0	41.6	134.3	107.7	267.6	89.0	8.1	0.0	0.0	102.4	29.2	1012.5	71
1965	28.2	150.7	70.7	27.3	153.0	207.0	199.3	49.3	0.3	0.0	20.0	74.1	979.9	92
1966	53.4	518.5	26.5	171.4	208.9	168.5	179.0	34.2	9.3	54.3	1.4	3.5	1428.9	110
1967	33.4	64.1	102.7	43.3	61.9	212.2	130.2	51.6	0.0	15.0	0.3	25.8	740.5	89
1968	146.5	62.6	96.8	63.7	43.3	144.1	52.2	0.0	0.0	76.3	0.0	37.5	723.0	77
1969	37.4	181.5	135.6	99.5	100.2	295.4	187.7	38.1	0.0	5.7	10.7	49.2	1141.0	130
1970	111.5	103.3	148.6	77.7	301.0	186.8	124.1	2.5	19.8	4.3	16.4	17.0	1113.0	123
1971	73.4	185.9	155.4	129.1	111.4	196.5	124.2	0.0	0.0	0.0	3.5	98.6	1078.0	109
1972	100.4	27.3	217.1	47.4	44.3	371.1	199.0	128.6	2.3	0.0	2.4	39.2	1179.1	110
1973	56.2	224.0	45.4	131.4	49.5	295.9	88.8	15.3	0.0	5.5	32.4	83.6	1028.0	117
1974	88.9	321.9	65.3	121.4	84.2	209.3	148.6	111.7	0.0	39.4	38.6	48.1	1277.4	117
1975	0.0	172.5	124.5	197.8	79.4	344.5	141.8	76.4	0.3	0.0	9.7	68.6	1215.5	117
1976	53.1	105.4	114.7	187.8	298.6	177.9	379.3	9.0	0.0	0.0	5.5	1.4	1332.7	129
1977	49.8	194.0	72.7	166.2	266.5	175.4	103.9	20.7	0.0	0.3	18.5	20.2	1088.2	109
1978	113.8	187.3	132.6	216.1	63.3	316.3	69.5	31.0	0.0	0.0	0.0	1.8	1131.7	106
1979	99.8	191.1	172.4	110.4	86.5	311.9	63.9	0.0	0.0	0.0	5.6	35.3	1076.9	91
1980	110.4	88.6	190.4	88.1	219.0	223.4	182.7	12.4	0.0	0.0	5.7	11.9	1132.6	120
1981	152.2	131.9	39.5	176.9	106.5	173.5	122.1	95.1	0.5	0.0	2.3	116.1	1116.6	121
1982	15.2	109.3	83.0	70.8	143.1	386.9	122.2	10.0	0.0	0.3	0.0	10.5	951.3	110
1983	26.2	80.5	47.1	236.7	289.8	324.3	353.8	56.0	2.6	0.0	27.1	34.3	1478.4	116
1984	104.0	78.2	165.0	62.0	95.9	175.8	218.2	42.7	0.0	34.9	11.1	1.4	989.2	106
1985	191.7	122.1	45.1	203.3	46.6	227.8	190.5	39.8	0.0	0.0	8.7	0.0	1075.6	116
1986	89.0	147.4	65.2	118.5	172.1	141.4	244.1	0.0	4.2	0.0	14.1	19.1	1015.1	105
1987	76.6	105.4	118.7	26.2	94.5	374.8	81.6	98.3	0.0	0.0	64.9	15.8	1056.8	125
1988	145.9	102.0	112.4	159.9	77.6	257.3	223.0	0.0	0.0	1.6	0.0	75.7	1155.4	109
1989	27.0	198.2	156.4	78.2	187.8	99.3	187.8	50.8	0.0	9.2	5.3	49.8	1049.8	109
1990	28.1	216.8	85.3	38.8	145.6	101.8	215.1	50.9	0.0	0.0	0.2	4.2	886.8	109
1991	30.7	145.3	100.8	44.1	233.7	176.1	138.4	0.0	4.3	6.3	3.5	15.2	898.4	114
Average	68.3	144.9	108.1	114.1	129.9	239.0	167.8	32.7	1.3	6.5	14.1	34.4	1061.1	
Rainy Days	6.3	12.8	11.2	11.6	13.3	17.1	11.9	3.7	0.5	0.9	2.2	3.6	95.0	



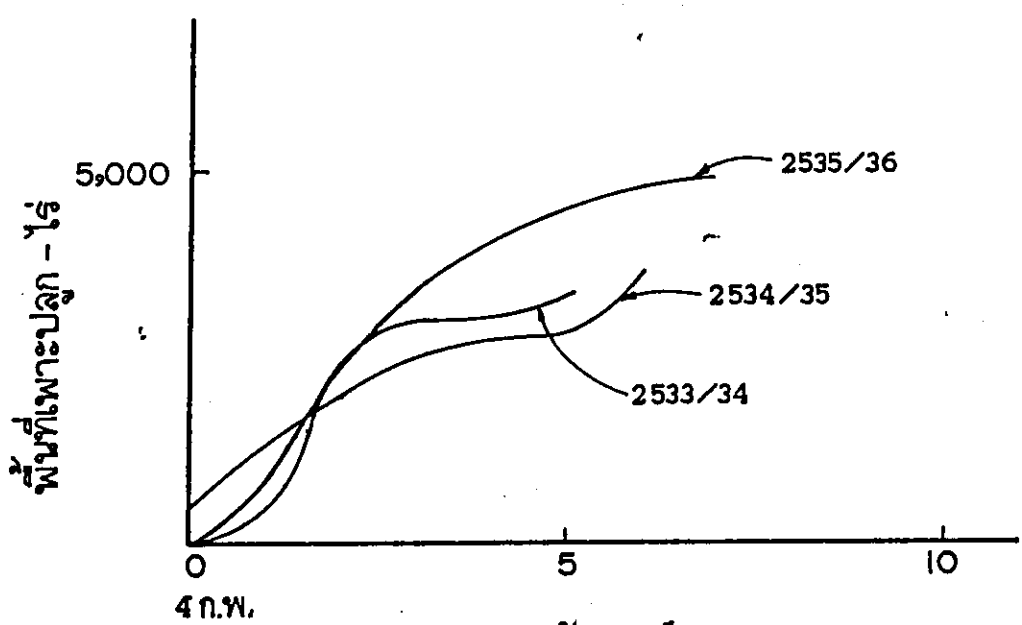
รูปที่ 8 กิจกรรมการเพาะปลูกช่วงเตรียมและปักดำ ฤดูฝน 2533-2535

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำพระเพลิง



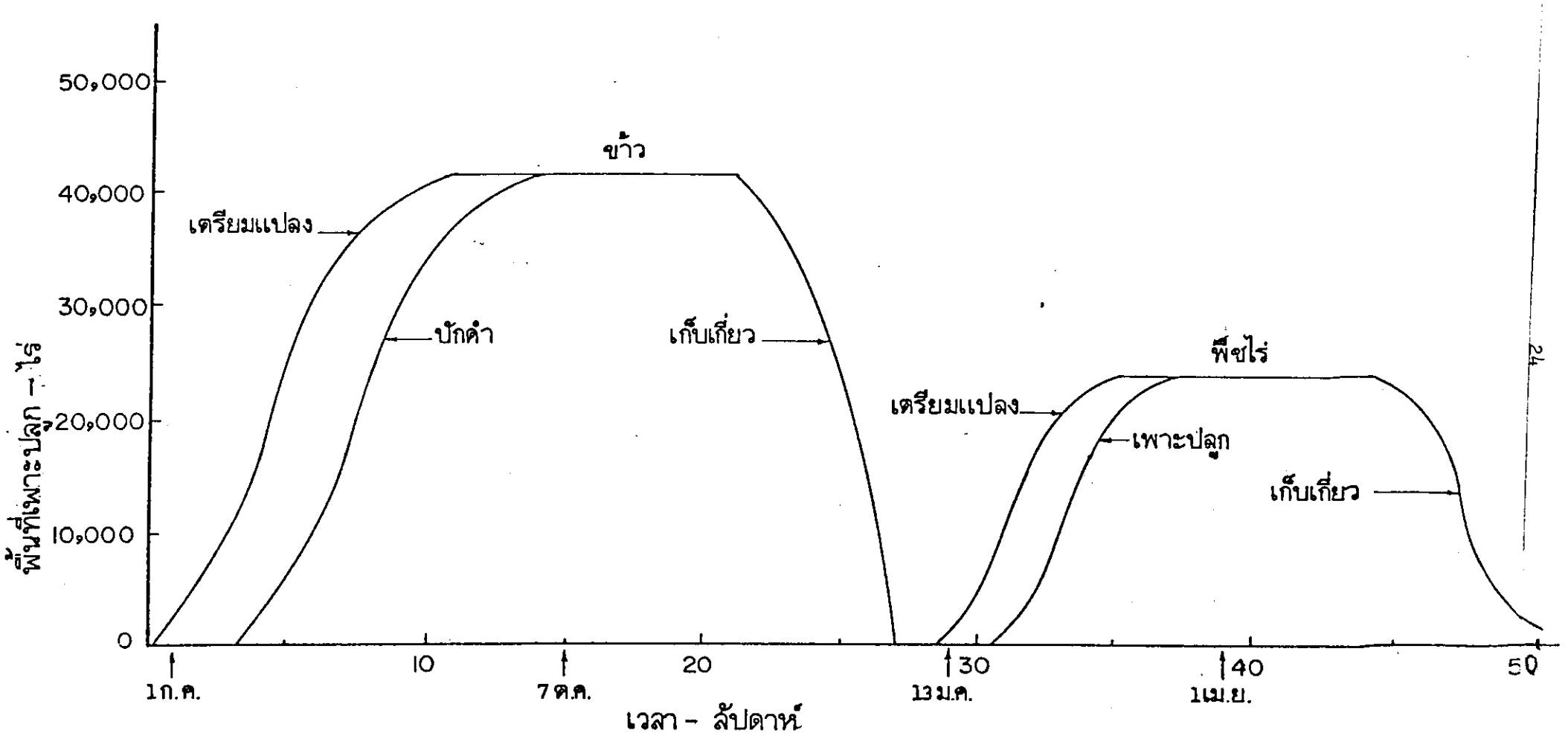
รูปที่ 9 กิจกรรมการเพาะปลูกข้าวฤดูแล้งช่วงเตรียมแปลงและปักดำ

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำพระเพลิง



รูปที่ 10 กิจกรรมการเพาะปลูกพืชอื่นช่วงเตรียมแปลงเพาะปลูก

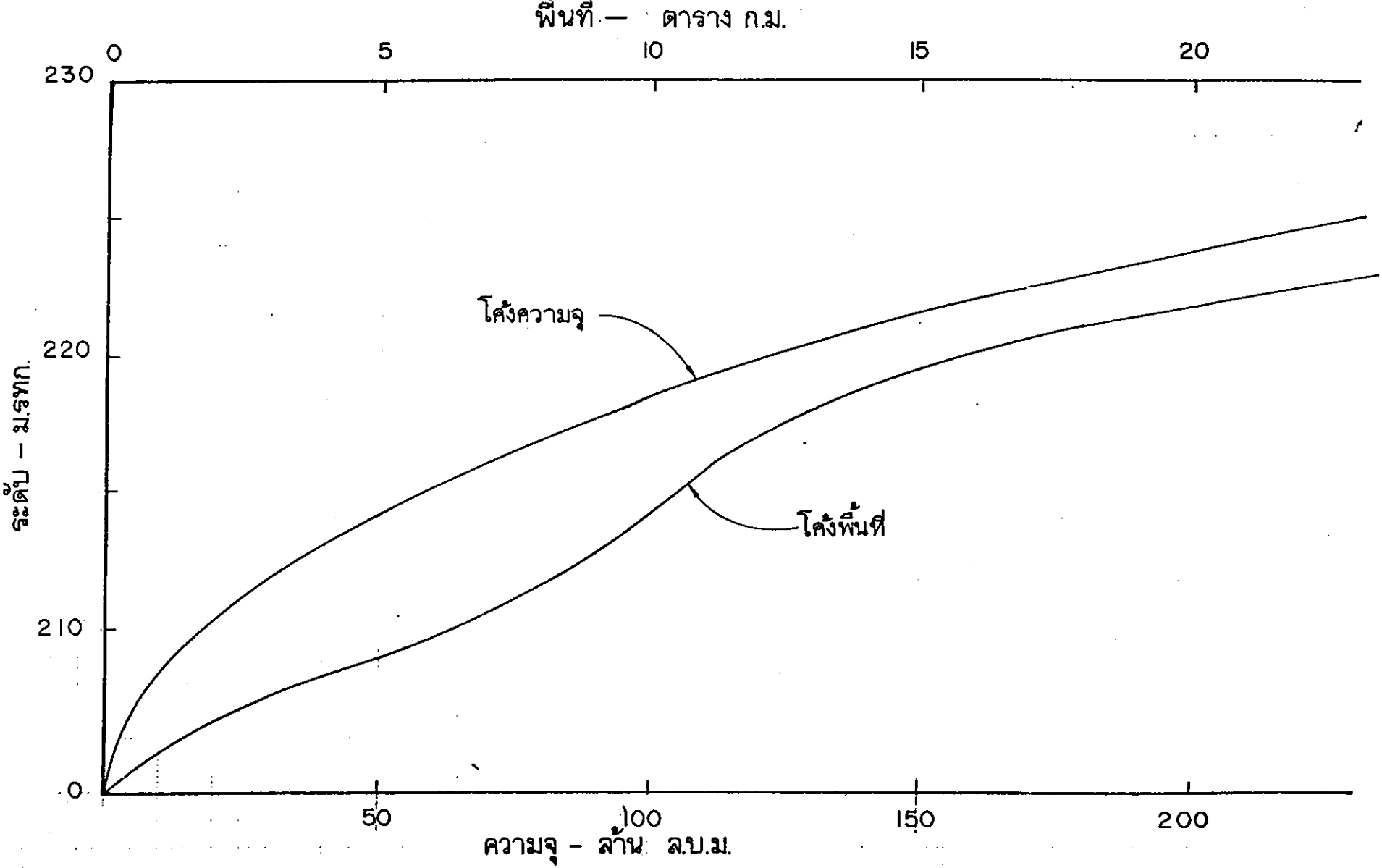
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา ลำพระเพลิง



รูปที่ 11 กิจกรรมการเพาะปลูก โครงการชลประทานมูลบน

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ–ความจุ–พื้นที่ผิวน้ำ อ่างเก็บน้ำเขื่อนมูลบน

ระดับ ม.รทก.	พื้นที่ ตาราง กม.	ความจุ ล้าน ลบ.ม.
204	0	0
205	0.6	2
206	1.4	3
207	2.2	5
208	3.5	8
209	5.0	11
210	6.3	17
211	7.4	23
212	8.3	30
213	9.2	39
214	9.9	49
215	10.6	60
216	11.2	70
217	12.1	83
219	14.5	107
220	16.0	123
221	18.0	141
222	20.6	161
223	23.3	183
224	25.5	205
[illegible]	[illegible]	[illegible]
226	29.0	260
227	30.4	290
228	31.8	321
229	34.1	355
230	34.4	381



รูปที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ – ความจุ – พื้นที่ อ่างเก็บน้ำมูลบน

ตารางที่ 4

ค่าสัมประสิทธิ์พืช(CROP COEFFICIENT =Kc) โดยวิธีของ MODIFIED PENMAN

สัปดาห์ที่	ข้าว กข. (ปักดำ)	ข้าวโพด เลี้ยงสัตว์	ข้าวฟ่าง	ถั่วเหลือง	ถั่วลิสง	ถั่วเขียว	ชา	ฝ้าย	อ้อย	กะหล่ำดอก	กะน้ำ
1	0.92	0.52	0.52	0.58	0.58	0.49	0.50	0.51	0.53	1.03	0.66
2	0.94	0.59	0.55	0.63	0.69	0.74	0.59	0.62	0.56	1.09	0.72
3	1.00	0.70	0.62	0.74	0.80	1.00	0.74	0.74	0.60	1.14	0.79
4	1.13	0.91	0.76	0.92	0.88	1.24	0.97	0.83	0.64	1.17	0.84
5	1.29	1.14	0.94	1.14	0.95	1.23	1.07	0.92	0.70	1.16	0.86
6	1.32	1.28	1.09	1.23	1.00	1.05	1.11	0.97	0.76	1.16	0.86
7	1.30	1.35	1.16	1.26	1.03	0.53	1.12	1.02	0.83	1.14	0.85
8	1.26	1.37	1.19	1.24	1303	0.34	1.09	1.06	0.88		0.82
9	1.21	1.36	1.18	1.17	1.01	0.30	1.02	1.06	0.94		
10	1.11	1.22	1.13	1.01	0.97		0.89	1.09	0.99		
11	0.95	1.02	1.03	0.79	0.89		0.64	1.06	1.04		
12	0.75	0.79	0.86	0.69	0.76		0.50	1.06	1.08		
13		0.60	0.72	0.65	0.62		0.44	1.03	1.12		
14			0.64	0.63	0.53			0.98	1.15		
15			0.60		0.48			0.92	1.17		
16			0.58					0.85	1.19		
17								0.78	1.20		
18								0.70	1.20		
19								0.63	1.20		
20								0.58	1.19		
21								0.54	1.17		
22								0.51	1.15		
23								0.49	1.12		
24									1.09		
25									1.05		
26									1.00		
27									0.95		
28									0.90		
29									0.84		
30									0.80		
31									0.75		
32									0.70		
33									0.67		
34									0.64		
35									0.62		
36									0.59		
37									0.57		
38									0.55		
39									0.54		
40									0.52		

ที่มา : งานวิจัยการใช้น้ำชลประทานของพืช, 2533 "ค่าสัมประสิทธิ์พืช และค่าสหสัมพันธ์พืช"
ฝ่ายเกษตรชลประทาน กองจัดสรรน้ำและบำรุงรักษากรมชลแระทาน

เดือน	มค.	กพ.	มีค.	เมย.	พค.	มิย.	กค.	สค.	กย.	ตค.	พย.	ธค.
Etp (มม.)	120	143	163	168	158	151	146	134	132	127	122	112

(6) การรั่วซึมบนแปลงเพาะปลูก ข้อมูลการรั่วซึมบนแปลงเพาะปลูกสำหรับการเพาะปลูกข้าว สมมุติขึ้นโดยการอ้างอิงถึงข้อมูลการรั่วซึมบนแปลงเพาะปลูกข้าวที่ได้มีการวัดจริงบนแปลงเพาะปลูกในสนามของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำพระเพลิง ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ใช้การรั่วซึมบนแปลงเพาะปลูกข้าวเท่ากับ 1.50 มม./วัน

(7) ประสิทธิภาพชลประทาน ประสิทธิภาพชลประทานที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ สมมุติขึ้นโดยอ้างอิงประสิทธิภาพชลประทานที่ได้เคยมีศึกษาไว้ในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาน้ำอูน หนองหวาย และลำปาว ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ใช้ประสิทธิภาพชลประทาน

ฤดูฝน 55%

ฤดูแล้ง 60%

(8) ปริมาณน้ำใช้ในการเตรียมแปลง ปริมาณน้ำใช้ในการเตรียมแปลงสมมุติขึ้นจากข้อมูลน้ำใช้ในการเตรียมแปลงที่ได้มีการ monitor ในสนาม ซึ่งข้อสมมุติประกอบด้วย

- ปริมาณน้ำใช้ในการเตรียมแปลงสำหรับการเพาะปลูกข้าวสมมุติให้เท่ากับ 200 มม. และระยะเวลาในการเตรียมแปลง 1 ไร่ เท่ากับ 3 สัปดาห์
- ปริมาณน้ำใช้ในการเตรียมแปลงสำหรับพืชไร่ใช้เท่ากับ 60 มม. และระยะเวลาในการเตรียมแปลง 1 ไร่ เท่ากับ 2 สัปดาห์

(9) ข้อกำหนดในการคำนวณหาฝนใช้การ ข้อกำหนดในการคำนวณหาฝนใช้การประกอบด้วย

- ข้อกำหนดในการคำนวณหาฝนใช้การสำหรับการเพาะปลูกข้าว คือ
  - ระดับน้ำต่ำสุดในแปลงนาก่อนการส่งน้ำ = 45 มม.
  - ระดับน้ำในแปลงนาหลังการส่งน้ำชลประทาน = 90 มม.

และ - ระดับน้ำในแปลงนาสูงสุดหลังฝนตก = 120 มม.

- ข้อกำหนดในการคำนวณหาฝนใช้การสำหรับการเพาะปลูกพืชไร่ คือ
  - ความชื้นในดินที่พืชสามารถนำไปใช้ได้เทียบเท่ากับ ความลึกของน้ำ 25 มม.

(10) ปริมาณน้ำท่ารายเดือนที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ ปริมาณน้ำท่ารายเดือนที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ มีวิธีการคำนวณโดยย่อดังนี้

สถานีวัดน้ำ M2 อ.จักราช จ.นครราชสีมา มีข้อมูลการวัดน้ำตั้งแต่ปี พ.ศ. 2495-ปัจจุบัน สถานีวัดน้ำ M81A ลำแชะมีข้อมูลการวัดน้ำตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2510-2523 สถานี M49B ที่ dam site เขื่อนมูลบน มีข้อมูลการวัดตั้งแต่ปี พ.ศ. 2517-2525 และสถานี M49 เหนือ dam

ตารางที่ 5 น้ำท่ารายเดือนที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำเขื่อนมูลบน

UPPER MUN PROJECT
Inflow in Million cubic Meters

Simulation - 3

WATER YEAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	ANNUAL
1952	1.08	1.39	0.35	9.06	8.67	7.48	20.09	19.16	3.59	1.29	0.33	0.03	72.52
1953	0.13	1.07	1.82	27.96	39.72	32.69	27.55	10.50	2.08	0.40	0.32	0.17	144.41
1954	0.20	0.79	0.83	0.40	2.15	5.90	17.84	0.97	0.29	1.55	1.71	1.10	33.73
1955	1.02	1.00	0.81	48.25	39.23	27.73	39.47	24.98	4.48	0.09	0.11	0.27	187.44
1956	0.40	1.58	2.19	25.15	18.89	26.11	35.30	4.75	1.14	1.06	0.74	0.04	117.35
1957	0.05	1.16	4.23	0.86	4.09	9.35	23.14	6.58	1.68	0.44	0.41	0.02	52.01
1958	0.11	0.74	0.13	22.95	20.70	58.20	46.07	12.52	2.42	0.16	0.26	0.31	164.57
1959	0.21	1.64	2.38	0.83	1.88	12.50	24.40	2.64	0.82	1.29	1.05	0.13	49.77
1960	0.21	1.05	3.51	1.08	1.66	3.11	19.16	9.85	1.79	0.69	0.94	0.48	43.53
1961	0.30	1.37	2.41	3.22	6.71	13.86	38.25	3.42	0.96	1.24	1.55	0.33	73.62
1962	0.33	1.08	0.04	4.73	9.58	26.99	34.83	1.71	0.57	1.52	1.71	0.82	83.91
1963	0.95	0.47	3.77	0.81	2.65	9.13	21.71	18.30	3.10	0.13	0.17	0.48	61.67
1964	0.44	3.34	5.53	5.04	4.92	18.27	11.52	9.21	1.38	1.22	0.62	0.11	61.60
1965	0.13	0.81	3.03	6.57	12.00	18.60	18.12	6.38	1.80	1.39	1.75	0.21	70.79
1966	0.25	2.64	1.12	14.77	16.02	15.56	9.52	5.02	1.67	1.45	1.15	0.10	69.27
1967	0.16	0.73	0.53	8.54	25.19	14.43	32.92	2.01	0.61	1.55	1.85	1.47	89.99
1968	2.05	0.68	0.04	0.91	2.42	1.85	6.45	0.41	0.32	0.83	0.69	1.46	18.11
1969	2.12	0.52	2.61	18.61	22.54	56.80	10.76	5.91	1.17	0.76	1.52	0.13	123.45
1970	0.15	1.03	0.17	1.69	8.50	8.29	7.31	4.34	0.64	0.93	0.89	0.36	34.30
1971	0.47	0.86	2.74	4.23	6.04	9.16	10.15	2.37	0.34	0.74	1.25	1.54	39.89
1972	2.78	0.83	1.87	10.45	19.01	72.45	69.58	22.94	4.88	0.62	0.44	0.19	206.04
1973	0.16	0.77	0.70	1.22	3.86	6.50	19.24	2.23	0.84	1.01	1.51	0.91	38.95
1974	0.62	0.47	5.58	2.17	10.26	12.33	21.11	17.63	3.96	1.07	0.42	0.37	75.99
1975	0.31	0.52	6.61	15.12	15.95	56.87	44.38	7.04	2.49	0.78	0.49	0.36	150.92
1976	0.22	0.80	4.55	9.47	25.03	39.22	32.64	23.45	3.69	1.01	0.36	0.22	140.66
1977	0.16	1.00	0.21	1.87	3.62	13.46	12.76	4.05	1.20	0.27	0.15	0.12	38.87
1978	0.09	3.32	6.03	35.74	32.19	25.96	33.67	3.75	1.40	0.77	0.33	0.10	143.35
1979	0.12	1.41	2.02	6.57	7.21	9.21	8.71	1.12	0.35	1.17	1.48	1.51	40.88
1980	1.40	1.23	3.51	5.07	6.35	20.69	37.46	10.79	1.62	0.55	0.20	0.17	89.04
1981	0.71	2.15	7.90	9.02	15.46	21.67	16.61	10.56	2.63	0.92	0.44	0.78	88.85
1982	0.93	0.70	2.23	6.54	19.94	39.79	12.57	4.09	0.79	0.00	0.00	0.00	87.58
1983	0.10	0.73	0.60	1.14	13.85	45.48	69.33	14.53	3.64	0.49	0.08	0.12	150.09
1984	0.14	1.95	5.16	4.33	8.91	6.73	22.19	5.28	1.63	1.46	1.61	0.41	59.80
1985	0.37	2.10	4.97	11.61	23.88	54.44	5.74	6.30	1.19	0.01	0.03	0.06	110.70
1986	0.22	1.05	1.89	2.65	8.44	12.51	27.24	7.21	1.20	1.49	0.84	0.02	64.76
1987	0.12	0.88	1.81	3.25	5.65	28.64	17.46	6.04	1.09	0.87	0.23	0.22	66.26
1988	0.12	1.65	3.93	4.40	13.28	24.30	57.58	4.99	1.16	0.16	0.68	0.25	112.50
1989	0.12	1.52	5.46	4.29	13.49	14.47	9.68	3.72	1.31	0.66	0.70	0.51	55.93
1990	0.21	2.42	2.35	2.10	7.41	2.56	32.77	25.38	4.17	0.66	0.00	0.00	80.03
1991	0.04	1.13	5.43	3.54	22.07	96.48	41.27	10.50	2.44	0.39	0.55	0.03	184.57
AVERAGE	0.49	1.26	2.78	8.66	13.24	24.49	26.16	8.57	1.81	0.84	0.74	0.40	89.44
MAXIMUM	2.78	3.34	7.90	48.25	39.72	96.48	69.58	25.38	4.88	1.55	1.85	1.54	206.04
MINIMUM	0.04	0.47	0.04	0.40	1.66	1.85	5.74	0.41	0.29	0.00	0.00	0.00	18.11

site เขื่อนมูลบน มีข้อมูลการวัดน้ำตั้งแต่ปี พ.ศ. 2508-2524 ใช้ข้อมูลการวัดน้ำทั้ง 4 สถานี มาต่อข้อมูลปริมาณน้ำที่สถานี M49B ด้วยโปรแกรมคอเตอร์ HEC4 โดยใช้ข้อมูลของสถานี M2 อ.จักราชเป็นข้อมูลหลัก ซึ่งข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนทั้งหมดดังแสดงในตารางที่ 5

(11) Return Flow ในการคำนวณหาปริมาณน้ำที่เหลือใช้จากการชลประทาน ใช้ Return flow factor ดังนี้

-ฤดูฝน	ช่วงเตรียมแปลง	10 %
	หลังเตรียมแปลง	50 %
-ฤดูแล้ง	ช่วงเตรียมแปลง	5 %
	หลังเตรียมแปลง	10 %

5.2.2 ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ข้อมูลสำคัญที่ได้จากการศึกษาด้วยแบบจำลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์ คือ ข้อมูลปริมาณน้ำที่ต้องการที่ปากคลองส่งน้ำสายใหญ่ ซึ่งคำนวณด้วย Irrigation demand model ด้วยข้อกำหนดต่าง ๆ ตามข้อ 5.2.1 เป็นข้อมูลปริมาณน้ำรายเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2495 ถึง ปี พ.ศ. 2534 ซึ่งผลการคำนวณดังแสดงในตารางที่ 6 Return flow ที่เหลือระบายลงแม่น้ำมูล ซึ่งสามารถนำไปใช้ทางด้านท้ายน้ำได้ดังแสดงในตารางที่ 7 และการขาดแคลนน้ำ 8 เดือน ใน 5 ปี ดังแสดงในตารางที่ 8 จากตารางที่ 6 จะเห็นว่าปริมาณน้ำรายเดือนที่ต้องการสูงสุดที่ปากคลองส่งน้ำสายใหญ่เท่ากับ 8.14 ลบ.ม.ต่อวินาที ซึ่งน้อยกว่าความจุที่ปากคลองส่งน้ำซึ่งเท่ากับ 11.20 ลบ.ม.ต่อวินาที จึงสามารถสรุปได้ว่า ประตูระบายปากคลองตลาดส่งน้ำที่ออกแบบไว้ สามารถส่งน้ำให้พื้นที่เพาะปลูกได้ตามความต้องการตลอดเวลา

ตารางที่ 6 ปริมาณน้ำรายเดือนต้องการที่ปากคลองส่งน้ำสายใหญ่ กรณีที่ยอมให้ขาดน้ำ 5 ปี

UPPER NUN PROJECT
Diversion Demand in cubic Meters per Second

WATER YEAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	ANNUAL
1952	1.15	0.24	0.06	3.95	7.12	5.86	2.65	4.23	0.75	0.00	0.35	1.16	2.30
1953	1.26	0.75	0.05	2.13	5.98	3.55	3.52	3.61	1.66	0.03	1.25	2.86	2.23
1954	4.08	1.32	0.39	2.68	5.47	3.01	7.45	4.27	0.32	0.01	0.23	0.47	2.49
1955	0.42	0.33	0.16	3.32	4.56	2.00	5.86	2.60	2.00	0.04	1.42	4.02	2.24
1956	3.31	3.34	0.49	2.36	6.29	3.33	3.75	3.73	1.87	0.04	1.37	3.04	2.76
1957	4.71	2.77	0.22	2.40	4.74	1.92	5.76	4.15	0.81	0.02	0.60	1.80	2.50
1958	2.18	1.59	0.55	3.85	2.44	4.01	4.38	4.27	1.97	0.04	1.03	4.18	2.55
1959	4.36	3.32	0.31	2.90	7.59	3.58	5.62	3.92	0.60	0.01	0.46	1.32	2.84
1960	1.34	0.32	0.27	3.63	6.13	3.78	4.58	3.35	0.00	0.00	0.00	0.00	1.96
1961	0.00	0.00	0.36	3.67	8.09	4.93	3.56	4.24	0.13	0.00	0.09	0.19	2.12
1962	0.24	0.08	0.34	4.01	6.83	2.32	4.73	3.32	0.35	0.01	0.25	0.51	1.93
1963	0.52	0.28	0.10	3.24	5.11	4.63	4.81	3.40	0.12	0.00	0.08	0.20	1.88
1964	0.22	0.03	0.49	2.96	6.42	1.81	4.23	3.88	0.02	0.00	0.01	0.03	1.69
1965	0.05	0.01	0.18	3.98	3.65	4.37	2.08	2.73	0.21	0.00	0.13	0.24	1.48
1966	0.34	0.07	0.34	2.93	2.61	4.11	3.78	3.25	0.30	0.00	0.22	0.67	1.56
1967	0.64	0.26	0.24	3.60	6.94	1.64	6.16	3.11	0.46	0.01	0.35	0.75	2.03
1968	0.65	0.49	0.24	3.22	8.12	4.88	6.19	4.27	0.00	0.00	0.00	0.00	2.36
1969	0.00	0.00	0.01	3.31	5.40	2.23	4.27	3.56	0.83	0.02	0.53	1.13	1.79
1970	0.71	0.64	0.00	3.22	4.57	3.37	4.05	3.99	0.05	0.00	0.04	0.11	1.74
1971	0.11	0.02	0.02	3.26	5.09	1.94	4.56	4.01	0.00	0.00	0.00	0.00	1.59
1972	0.00	0.00	0.15	3.80	8.14	2.65	4.07	1.80	1.89	0.04	1.44	2.84	2.25
1973	3.87	2.18	0.22	2.82	7.88	3.00	5.89	3.73	0.60	0.00	0.31	0.47	2.60
1974	0.96	0.18	0.34	2.99	5.93	3.93	4.55	1.67	0.56	0.01	0.34	0.76	1.86
1975	1.58	0.39	0.13	2.35	6.52	2.01	4.08	2.46	1.78	0.04	1.34	1.79	2.05
1976	3.84	1.90	0.18	2.58	1.86	2.14	1.87	3.84	2.00	0.04	1.38	3.96	2.14
1977	3.96	1.14	0.43	2.88	2.09	2.37	5.29	4.01	0.82	0.01	0.59	1.68	2.11
1978	0.94	0.75	0.28	2.63	7.28	1.36	5.92	2.98	1.71	0.03	1.26	3.68	2.42
1979	1.62	1.76	0.12	3.31	6.33	2.30	7.12	4.27	0.42	0.01	0.26	0.74	2.37
1980	0.78	0.43	0.03	2.48	3.24	0.91	3.61	3.76	0.89	0.02	0.58	1.71	1.55
1981	0.88	0.38	0.39	2.94	7.16	2.24	3.96	2.17	0.82	0.02	0.48	0.87	1.87
1982	2.47	0.94	0.29	3.36	4.85	1.70	3.74	3.92	1.01	0.02	0.76	2.03	2.10
1983	2.56	1.32	0.32	2.77	1.66	2.72	3.76	2.36	2.00	0.04	1.03	2.99	1.97
1984	3.24	2.13	0.10	3.99	6.02	2.16	3.86	3.49	1.08	0.02	0.70	2.16	2.43
1985	1.48	0.58	0.28	2.40	8.07	2.08	2.99	3.29	1.33	0.03	0.97	3.17	2.24
1986	1.74	1.09	0.43	2.92	4.83	2.97	4.10	3.98	0.79	0.02	0.51	1.34	2.07
1987	1.82	0.92	0.05	4.10	5.64	1.99	5.63	2.25	0.51	0.01	0.24	0.95	2.02
1988	0.47	0.63	0.28	2.39	5.85	3.68	4.17	4.27	1.04	0.02	0.76	1.09	2.06
1989	2.54	0.38	0.19	3.92	5.64	5.30	3.75	2.87	0.38	0.01	0.27	0.59	2.16
1990	0.71	0.20	0.27	3.91	5.07	4.40	3.03	2.69	0.48	0.01	0.33	0.92	1.84
1991	1.13	0.37	0.25	3.11	3.59	3.49	4.59	4.27	1.92	0.04	1.44	3.72	2.33
AVERAGE	1.57	0.84	0.24	3.16	5.52	3.02	4.45	3.45	0.86	0.02	0.59	1.50	2.11
MAXIMUM	4.71	3.34	0.55	4.10	8.14	5.86	7.45	4.27	2.00	0.04	1.44	4.18	8.14
MINIMUM	0.00	0.00	0.00	2.13	1.66	0.91	1.87	1.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 7 Return flow ที่ไหลลงทางท้ายน้ำ

UPPER MUN PROJECT IDM - 6
Block :: MB1 /Wet 41,400 rai /Dry 16,330 rai
Monthly Return Flow in Cubic Meters per Second

WATER YEAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	ANNUAL
1952	0.23	0.21	0.40	0.18	0.67	1.84	5.20	0.95	0.12	0.00	0.01	0.14	0.83
1953	0.22	0.16	0.12	0.35	0.47	2.81	2.22	0.81	0.11	0.00	0.02	0.15	0.62
1954	0.24	0.33	0.10	0.36	0.29	3.56	2.93	0.96	0.12	0.00	0.02	0.14	0.75
1955	0.20	0.28	0.87	0.16	0.33	5.62	1.87	1.46	0.12	0.00	0.02	0.16	0.92
1956	0.37	0.45	0.09	0.77	0.36	3.14	3.35	0.84	0.12	0.00	0.02	0.34	0.82
1957	0.25	0.18	0.10	0.35	0.35	3.52	4.44	0.93	0.12	0.00	0.02	0.16	0.87
1958	0.25	0.19	0.10	0.42	0.65	3.93	2.19	0.96	0.12	0.00	0.01	0.16	0.75
1959	0.24	0.18	0.14	0.18	0.38	12.12	4.78	0.88	0.12	0.00	0.02	0.17	1.60
1960	0.24	0.15	0.15	0.27	0.37	2.44	6.48	0.75	0.12	0.00	0.02	0.18	0.93
1961	0.36	0.90	0.36	0.17	0.41	1.48	1.36	0.95	0.12	0.00	0.02	0.14	0.52
1962	0.49	0.34	0.08	0.34	0.38	4.84	3.49	0.75	0.12	0.00	0.02	0.14	0.92
1963	0.22	0.21	0.45	0.18	0.31	3.59	2.72	0.76	0.12	0.00	0.02	0.25	0.74
1964	0.29	0.52	0.12	0.44	0.55	3.26	1.69	0.87	0.12	0.00	0.12	0.13	0.67
1965	0.25	0.28	0.08	0.18	0.48	4.17	2.34	0.70	0.12	0.00	0.02	0.13	0.73
1966	0.35	1.71	0.09	0.50	0.47	3.76	2.14	0.74	0.12	0.02	0.03	0.16	0.84
1967	0.23	0.18	0.20	0.18	0.34	2.45	2.88	1.00	0.12	0.00	0.02	0.15	0.65
1968	0.39	0.22	0.17	0.15	0.40	2.81	1.39	0.96	0.12	0.03	0.02	0.15	0.57
1969	0.23	0.29	0.11	0.21	0.38	4.13	2.96	1.12	0.12	0.00	0.02	0.13	0.81
1970	0.27	0.19	0.22	0.19	1.04	1.98	1.39	0.90	0.09	0.00	0.02	0.15	0.54
1971	0.27	0.30	0.28	0.15	0.31	1.42	1.43	0.90	0.12	0.00	0.02	0.29	0.46
1972	0.23	0.49	0.24	0.18	0.40	6.71	2.95	1.62	0.11	0.00	0.02	0.14	1.09
1973	0.23	0.64	0.08	0.38	0.40	5.29	1.74	0.84	0.12	0.00	0.01	0.17	0.83
1974	0.49	0.64	0.09	0.20	0.42	3.48	3.15	1.57	0.12	0.00	0.02	0.16	0.86
1975	0.26	0.38	0.20	0.66	0.34	4.98	2.01	1.43	0.12	0.00	0.02	0.13	0.88
1976	0.25	0.25	0.09	0.41	0.64	1.51	5.85	1.49	0.12	0.00	0.02	0.16	0.90
1977	0.30	0.53	0.09	0.24	0.67	1.64	1.88	0.90	0.11	0.00	0.02	0.15	0.54
1978	0.23	0.55	0.29	0.55	0.37	2.33	2.39	0.81	0.12	0.00	0.02	0.16	0.65
1979	0.20	0.56	0.36	0.19	0.34	4.47	2.29	0.96	0.12	0.00	0.02	0.15	0.81
1980	0.38	0.17	0.36	0.20	0.31	1.61	3.22	0.85	0.12	0.00	0.02	0.15	0.61
1981	0.34	0.15	0.09	0.49	0.56	1.20	1.57	0.72	0.14	0.00	0.01	0.32	0.47
1982	0.25	0.33	0.17	0.18	0.40	5.32	1.78	0.88	0.12	0.00	0.02	0.16	0.80
1983	0.25	0.19	0.08	0.64	0.67	4.84	5.98	0.91	0.12	0.00	0.01	0.14	1.15
1984	0.31	0.17	0.36	0.19	0.37	1.79	3.38	0.79	0.12	0.02	0.02	0.16	0.64
1985	0.55	0.29	0.08	0.42	0.41	2.39	2.29	0.74	0.11	0.00	0.02	0.16	0.62
1986	0.21	0.25	0.19	0.17	0.62	1.52	3.64	0.90	0.11	0.00	0.02	0.14	0.65
1987	0.27	0.40	0.21	0.19	0.28	4.93	1.47	1.52	0.12	0.00	0.01	0.15	0.80
1988	0.42	0.27	0.36	0.30	0.33	3.38	3.97	0.96	0.12	0.00	0.02	0.14	0.86
1989	0.24	0.41	0.44	0.24	0.68	1.40	3.21	0.95	0.12	0.00	0.02	0.17	0.66
1990	0.27	0.48	0.14	0.18	0.44	1.49	2.78	0.60	0.12	0.00	0.02	0.15	0.56
1991	0.24	0.34	0.26	0.18	0.62	2.15	2.04	0.96	0.12	0.00	0.02	0.16	0.59
AVERAGE	0.29	0.37	0.21	0.30	0.45	3.38	2.87	0.97	0.12	0.00	0.02	0.17	0.76
MAXIMUM	0.55	1.71	0.87	0.77	1.04	12.12	6.48	1.62	0.14	0.03	0.12	0.34	12.12
MINIMUM	0.20	0.15	0.08	0.15	0.28	1.20	1.36	0.60	0.09	0.00	0.01	0.13	0.00

ตารางที่ 8 การขาดแคลนน้ำ 8 เดือน ใน 5 ปี

UPPER MUN PROJECT — Simulation - 14
Shortage in cubic Meters per Second

WATER YEAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	ANNUAL
1952	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1953	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1954	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1955	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1956	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1957	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1958	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1959	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1960	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1961	0.00	0.00	0.00	0.00	5.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.48
1962	0.00	0.00	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
1963	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1964	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1965	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1966	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1967	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1968	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	4.34	3.94	4.27	0.00	0.00	0.00	0.00	1.05
1969	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1970	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1971	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23
1972	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1973	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1974	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1975	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1976	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1977	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1978	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1979	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1980	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1981	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1982	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1983	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1984	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1985	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1986	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1987	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1988	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1989	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1990	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
1991	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AVERAGE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.11	0.10	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
MAXIMUM	0.00	0.00	0.00	0.00	5.67	4.34	3.94	4.27	0.00	0.00	0.00	0.00	5.67
MINIMUM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Demand Shortage 8 months 5 years

5.3 ผลการศึกษา

ผลการศึกษา สามารถสรุปได้ดังนี้

5.3.1 ข้อกำหนดที่ใช้ในการศึกษา System schematic ของการศึกษาการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำโครงการมูลบนดังแสดงในรูปที่ 13 ข้อกำหนดในการศึกษาการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนมูลบนที่สำคัญ ประกอบด้วย

(1) การระเหยจากอ่างเก็บน้ำ การสูญเสียน้ำจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนมูลบนเนื่องจากการระเหยจากผิวน้ำของอ่างเก็บน้ำใช้เท่ากับ 0.8 เท่าของการระเหยจากถาดวัดการระเหย

(2) การรั่วซึม การสูญเสียน้ำจากอ่างเก็บน้ำโดยการรั่วซึมใช้เท่ากับ

$$\frac{S_t + S_{t-1}}{2x365} x0.10 \quad \text{ลูกบาศก์เมตรต่อวัน}$$

ที่ซึ่ง S_t = ปริมาตรน้ำของอ่างเก็บน้ำในวันที่ t

S_{t-1} = ปริมาตรน้ำของอ่างเก็บน้ำในวันที่ t-1

(3) พื้นที่เพาะปลูกของโครงการ พื้นที่เพาะปลูกของโครงการประกอบด้วย

-ฤดูฝนเพาะปลูกข้าว 41,400 ไร่

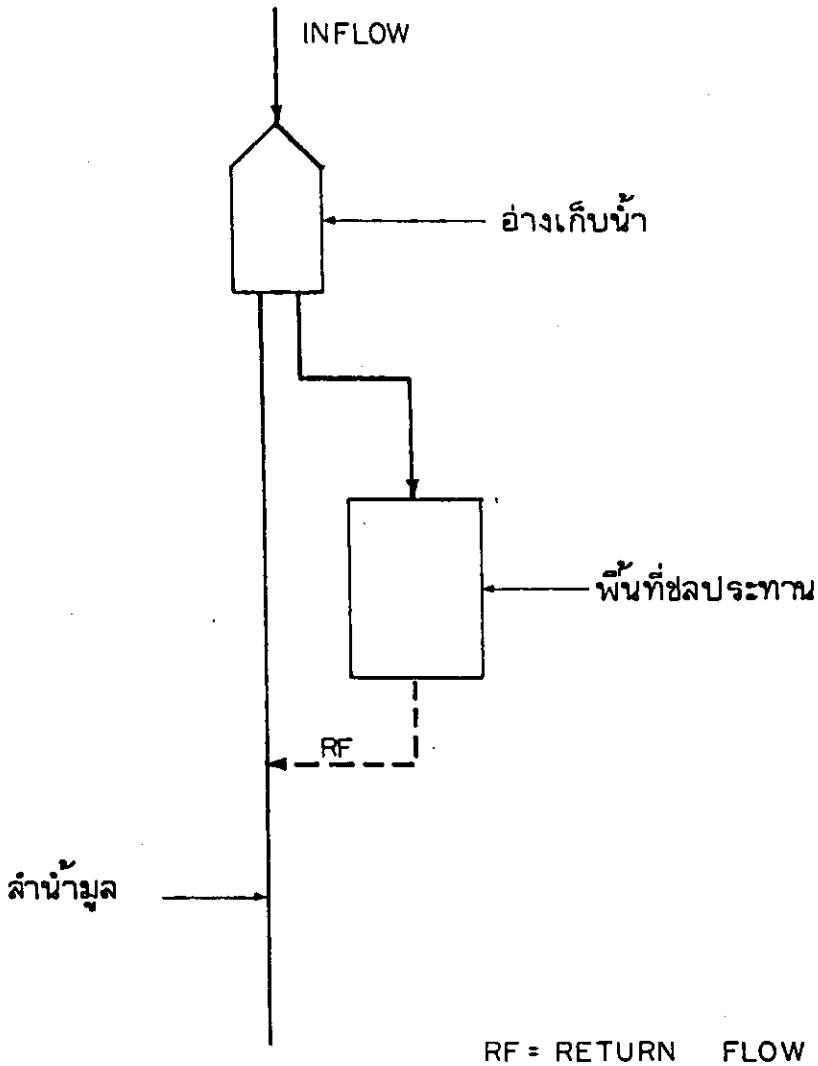
-ฤดูแล้งเพาะปลูกพืชไร่พืชผัก ซึ่งพื้นที่เพาะปลูกฤดูแล้งผันแปรตามปริมาณน้ำที่สามารถเก็บกักไว้ในอ่างเก็บน้ำที่สิ้นสุดฤดูฝน หรือที่เดือนพฤศจิกายนของแต่ละปี

(4) การสร้างกฎเกณฑ์ในการกำหนดพื้นที่เพาะปลูกฤดูแล้ง กฎเกณฑ์ที่ใช้ในการกำหนดพื้นที่เพาะปลูกฤดูแล้ง เพื่อจุดประสงค์ที่สำคัญ 2 ประการ คือ

-ให้มีน้ำเพียงพอจนถึงฤดูฝนปีถัดไป โดยเฉพาะในช่วงเตรียมแปลงต้นฤดูฝนซึ่งใช้น้ำมาก ถึงแม้จะมีฝนตกน้อยต้นฤดูก็ยังมีปริมาณน้ำให้เตรียมแปลงอย่างเพียงพอ

-เพื่อไม่ให้น้ำแห้งอ่างในระยะยาว

จากจุดประสงค์ที่สำคัญ 2 ประการดังกล่าวแล้ว จึงต้องมีปริมาณน้ำเหลือในอ่างเก็บน้ำหลังสิ้นสุดการเพาะปลูกฤดูแล้งจำนวนหนึ่ง จึงได้สร้างกราฟสำหรับกำหนดพื้นที่เพาะปลูกฤดูแล้ง (Dry season area reduction curve) ขึ้น กราฟดังกล่าวนี้ หาได้โดยวิธี Trial and error



รูปที่ 13 SYSTEM SCHEMATIC ของการศึกษาการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนมูลบน

5.3.2 ผลการศึกษา การศึกษาการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนมูลบนศึกษาด้วย

-Effective rainfall model

-Irrigation demand model และ

-System simulation model

ส่วนพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่พืชผักฤดูแล้งของแต่ละปีกำหนดโดยกราฟกำหนดพื้นที่เพาะปลูกฤดูแล้งในเดือนพฤศจิกายนของทุกปี ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

ระดับเก็บกัก ม.รทก.	จำนวนปีที่ขาดน้ำ	พื้นที่เพาะปลูกฤดูแล้งเฉลี่ย-ไร่	หมายเหตุ
221.0	5	16,330	ฤดูฝนพาะปลูกเต็มพื้นที่ขาดน้ำ 2 ปีจากข้อมูลทางอุทกวิทยา 40 ปี
	6	19,850	
	7	21,580	
	8	24,000	
	9	24,480	
	10	24,587	
221.5	5	17,082	
222.0	5	17,270	

ตัวอย่างการผันแปรพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่พืชผักฤดูแล้งกรณีที่ยอมให้ขาดน้ำได้ 5 ปี ดังแสดงในตารางที่ 9 ปริมาณน้ำที่ขาดเป็นเวลา 8 เดือน ใน 5 ปี ดังแสดงในตารางที่ 10 ปริมาณน้ำที่ล้น spillway 8 เดือน ใน 6 ปี ดังแสดงในตารางที่ 11 และกราฟกำหนดพื้นที่เพาะปลูกฤดูแล้งกรณียอมให้ขาดน้ำได้ 5 ปี ดังแสดงในรูปที่ 2

ส่วนกรณีที่ยอมให้ขาดน้ำได้ 8 ปี การผันแปรพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่ฤดูแล้ง ดังแสดงในตารางที่ 12 ตารางที่ 13 แสดงการขาดน้ำ 16 เดือนใน 8 ปี ตารางที่ 14 แสดงปริมาณน้ำล้น spillway 4 เดือน ใน 3 ปี และกราฟกำหนดพื้นที่เพาะปลูกฤดูแล้ง กรณียอมให้ขาดน้ำได้ 8 ปี ดังแสดงในรูปที่ 3

ตารางที่ 9 การผันแปรพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่และพืชผักฤดูแล้ง กรณียอมให้ขาดน้ำได้ 5 ปี

```
UPPER MUN PROJECT                                                    Simulation - 0
Irrigation Area for Dry Season
DSAS. Equation :AREA(rai) = 388.000 * VOLUME(mcm)  -6160.000  :(    0 < AREA <  41,400)
================================================================================================
WATER YEAR      AREA              WET Season Area 41,400 Rais / Average Dry Season Area  16,330 Rais
     1952    13,891  ############################
     1953    32,600  ###################################################################
     1954     5,936  ############
     1955    37,268  ######################################################################################
     1956    34,836  ###############################################################################
     1957    15,107  ###############################
     1958    36,659  ######################################################################################
     1959    11,233  ########################
     1960         0
     1961     2,395  #####
     1962     6,422  #############
     1963     2,146  ####
     1964       441  #
     1965     3,857  ########
     1966     5,771  ############
     1967     8,547  ##################
     1968         0
     1969    15,378  ################################
     1970     1,242  ##
     1971         0
     1972    37,268  ######################################################################################
     1973    11,170  ########################
     1974    10,333  ######################
     1975    33,122  ###################################################################
     1976    37,268  ######################################################################################
     1977    16,601  ###################################
     1978    31,858  ###################################################################
     1979     7,882  ################
     1980    16,601  ###################################
     1981    17,249  ####################################
     1982    19,113  ########################################
     1983    37,268  ######################################################################################
     1984    20,168  ##########################################
     1985    26,863  #######################################################
     1986    15,694  #################################
     1987     9,624  ####################
     1988    19,265  ########################################
     1989     6,990  ##############
     1990     8,926  ##################
     1991    36,165  ######################################################################################
% of wet season area  0      10      20      30      40      50      60      70      80      90     100
================================================================================================
 Demand Shortage   8 months   5 years      Spill   8 months   6 years      Capacity 141.00 mcm.
================================================================================================
```

ตารางที่ 10 แสดงการขาดแคลนน้ำ 8 เดือน ใน 5 ปี

UPPER NUN PROJECT
Shortage in Million cubic Meters

Simulation - 13

WATER YEAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	ANNUAL
1952	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1953	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1954	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1955	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1956	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1957	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1958	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1959	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1960	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1961	0.00	0.00	0.00	0.00	15.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.19
1962	0.00	0.00	0.00	0.00	2.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.49
1963	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1964	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1965	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1966	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1967	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1968	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	11.24	10.56	11.07	0.00	0.00	0.00	0.00	33.20
1969	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1970	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1971	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.22	0.00	0.00	0.00	0.00	7.22
1972	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1973	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1974	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1975	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1976	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1977	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1978	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1979	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1980	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1981	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1982	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1983	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1984	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1985	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1986	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1987	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1988	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1989	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1990	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30
1991	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AVERAGE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45	0.29	0.26	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	1.46
MAXIMUM	0.00	0.00	0.00	0.00	15.19	11.24	10.56	11.07	0.00	0.00	0.00	0.00	33.20
MINIMUM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Demand Shortage 8 months 5 years

ตารางที่ 11 แสดงปริมาณน้ำล้น Spillway 8 เดือน ใน 6 ปี

UPPER MOK PROJECT
Spill in Million cubic Meters

Simulation - 1

WATER YEAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	ANNUAL
1952	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1953	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1954	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1955	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.38	0.00	0.00	0.00	0.00	9.38
1956	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.37
1957	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1958	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1959	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1960	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1961	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1962	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1963	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1964	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1965	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1966	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1967	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1968	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1969	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1970	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1971	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1972	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.78	0.00	0.00	0.00	0.00	3.78
1973	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1974	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1975	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1976	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.28	10.46	0.00	0.00	0.00	0.00	31.74
1977	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1978	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1979	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1980	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1981	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1982	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1983	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.49	5.36	0.00	0.00	0.00	0.00	6.85
1984	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1985	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1986	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1987	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1988	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1989	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1990	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1991	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.83
AVERAGE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.72	0.00	0.00	0.00	0.00	1.73
MAXIMUM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.28	10.46	0.00	0.00	0.00	0.00	31.74
MINIMUM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Spill 8 months 6 years

ตารางที่ 12 การผันแปรพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่พืชผักฤดูแล้ง กรณียอมให้ขาดน้ำได้ 8 ปี

```
UPPER MUN PROJECT                                                    Simulation - 0
Irrigation Area for Dry Season
DSAR. Equation :AREA(rai) = 855.000 * VOLuME(mcm) -17100.000  :(    0 < AREA <  41,400)
================================================================================
WATER YEAR      AREA              WET Season Area  41,400 Rais / Average Dry Season Area  24,000 Rais
     1952    38,561  ###########################################################################
     1953    41,400  ###############################################################################################
     1954         0
     1955    41,400  ###############################################################################################
     1956    41,400  ###############################################################################################
     1957    34,858  ###########################################################################
     1958    41,400  ###############################################################################################
     1959     9,310  ###################
     1960         0
     1961     6,649  #############
     1962    17,826  ####################################
     1963     4,132  ########
     1964         0
     1965     9,402  ###################
     1966    12,368  #########################
     1967    16,575  ##################################
     1968         0
     1969    41,400  ###############################################################################################
     1970         0
     1971         0
     1972    41,400  ###############################################################################################
     1973    28,397  ##########################################################
     1974    19,310  ########################################
     1975    41,400  ###############################################################################################
     1976    41,400  ###############################################################################################
     1977    41,400  ###############################################################################################
     1978    41,400  ###############################################################################################
     1979     3,381  #######
     1980    34,734  ###########################################################################
     1981    29,260  ############################################################
     1982    30,534  ##############################################################
     1983    41,400  ###############################################################################################
     1984    37,348  ###########################################################################
     1985    41,400  ###############################################################################################
     1986    14,732  ##############################
     1987     9,414  ###################
     1988    40,223  ###########################################################################
     1989         0
     1990    24,779  ##################################################
     1991    41,400  ###############################################################################################
% of wet season area  0       10       20       30       40       50       60       70       80       90       100
================================================================================
 Demand Shortage  16 months   8 years      Spill   4 months   3 years      Capacity 141.00 mcm.
================================================================================
```

ตารางที่ 13 แสดงการขาดน้ำ 16 เดือน ใน 8 ปี

UPPER MUN PROJECT
Shortage in Million cubic Meters

Simulation - 13

WATER YEAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	ANNUAL
1952	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1953	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1954	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1955	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1956	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1957	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1958	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1959	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1960	0.00	0.00	0.00	0.00	11.89	7.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.00
1961	0.00	0.00	0.00	0.00	15.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.24
1962	0.00	0.00	0.00	0.00	5.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.34
1963	0.00	0.00	0.00	0.00	2.02	3.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.33
1964	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1965	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1966	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1967	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1968	0.00	0.00	0.00	0.00	13.22	11.24	10.56	11.07	0.00	0.00	0.00	0.00	46.09
1969	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1970	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1971	0.00	0.00	0.00	1.03	8.10	0.00	0.00	7.43	0.00	0.00	0.00	0.00	16.56
1972	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1973	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1974	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1975	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1976	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1977	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1978	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1979	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1980	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1981	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1982	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1983	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1984	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1985	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1986	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1987	0.00	0.00	0.00	0.00	5.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.66
1988	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1989	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1990	0.00	0.00	0.00	0.00	6.61	9.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.89
1991	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AVERAGE	0.00	0.00	0.00	0.03	1.70	0.77	0.26	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	3.23
MAXIMUM	0.00	0.00	0.00	1.03	15.24	11.24	10.56	11.07	0.00	0.00	0.00	0.00	46.09
MINIMUM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Demand Shortage 16 months 8 years

ตารางที่ 14 แสดงปริมาณน้ำล้น Spillway 4 เดือน ใน 3 ปี

UPPER MUN PROJECT — Simulation - 11

Spill in Million cubic Meters

WATER YEAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	ANNUAL
1952	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1953	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1954	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1955	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1956	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1957	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1958	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1959	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1960	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1961	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1962	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1963	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1964	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1965	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1966	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1967	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1968	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1969	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1970	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1971	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1972	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.78	0.00	0.00	0.00	0.00	3.78
1973	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1974	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1975	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1976	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.45	10.46	0.00	0.00	0.00	0.00	12.91
1977	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1978	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1979	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1980	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1981	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1982	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1983	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1984	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1985	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1986	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1987	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1988	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1989	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1990	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1991	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.11
AVERAGE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.47
MAXIMUM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.45	10.46	0.00	0.00	0.00	0.00	12.91
MINIMUM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Spill 4 months 3 years

WATER ALLOCATION SCHEDULING AND MONITORING (WASAM)

6. การวางแผนการส่งน้ำและติดตามผลการส่งน้ำประจำสัปดาห์โดยใช้ WASAM

WASAM (Water Allocation Scheduling and Monitoring) คือ คอมพิวเตอร์โปรแกรมที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อช่วยในการจัดสรรน้ำและติดตามประเมินผลการส่งน้ำในโครงการชลประทานแม่กลองใหญ่ ซึ่งเป็นโครงการชลประทานที่มีขนาดใหญ่เป็นอันดับ 2 ของประเทศไทย โครงการชลประทานแม่กลองใหญ่ประกอบด้วยโครงการย่อยจำนวน 9 โครงการ มีพื้นที่ส่งน้ำชลประทานประมาณ 3,000,000 ไร่ 2 ใน 3 ของพื้นที่ปลูกข้าว 1 ใน 3 ปลูกอ้อย มีพืชอื่นบ้างเล็กน้อย

6.1 วัตถุประสงค์ของโปรแกรม WASAM

(1) เพื่อคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องส่งให้ ปตร. ต่าง ๆ เป็นประจำทุกสัปดาห์

(2) จัดทำรายงานการส่งน้ำให้โครงการชลประทานต่าง ๆ ประจำสัปดาห์ โดยแบ่งรายงานออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับพนักงานส่งน้ำ หัวหน้างานส่งน้ำ และหัวหน้าโครงการฯ

(3) เพื่อรายงานปริมาณน้ำทั้งหมดที่ต้องใช้ในระบบชลประทานแม่กลองใหญ่ ไปยังฝ่ายจัดสรรน้ำ กรมชลประทานสามเสน ซึ่งเป็นผู้ติดต่อประสานงานกับการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ในเรื่องการระบายน้ำจากเขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนเขาแหลม ให้โครงการแม่กลองใหญ่

(4) เพื่อติดตามผลการส่งน้ำจริงแล้ว นำมาเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำที่คำนวณไว้โดยคอมพิวเตอร์ เพื่อพิจารณาปรับปรุงการส่งน้ำให้ดีขึ้น

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว โปรแกรม WASAM ได้คำนวณความต้องการน้ำชลประทานของช่วงคลองต่าง ๆ จากข้อมูลการเพาะปลูก ฝน ระดับน้ำในแปลงนา การสูญเสียน้ำในระบบและประสิทธิภาพการใช้น้ำในแปลงนา แล้วนำมาพิจารณากำหนดปริมาณน้ำที่ต้องส่งให้โครงการและ ปตร. ต่าง ๆ ตามลักษณะทางชลศาสตร์ของระบบส่งน้ำ รายละเอียดโครงสร้างของโปรแกรม WASAM แสดงอยู่ในรูปที่ 14

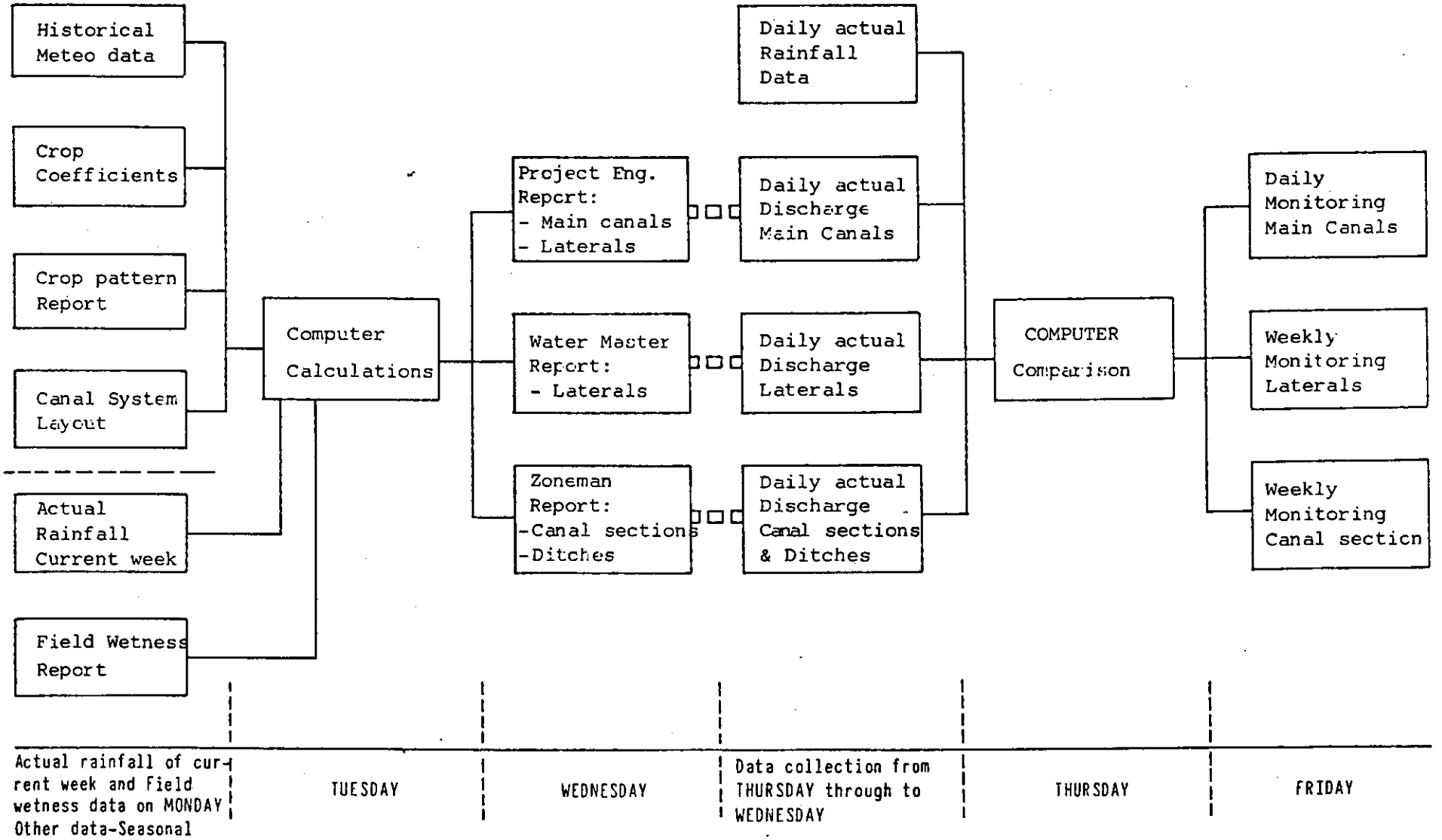


Fig 14 Water Allocation Scheduling and Monitoring Program of Meklong Irrigation Projects

6.2 ลักษณะที่สำคัญของโครงการชลประทานแม่กลองใหญ่

(1) โครงการชลประทานแม่กลองใหญ่ส่งน้ำโดยวิธีการหมุนเวียนในระดับคูน้ำ (Rotation in Farm Ditch)

(2) แต่ละช่วงคลอง (Canal Sections) จะได้รับน้ำจากจุดกระจายน้ำจุดเดียวหรือพูดง่าย ๆ ว่า ระบบคลองส่งน้ำเป็นแบบ "TREE STRUCTURE"

(3) การจัดองค์กรการบริหารงานด้านการส่งน้ำและบำรุงรักษา จะเป็นไปตามรูปแบบทั่ว ๆ ไปที่ใช้กันในประเทศไทย คือเจ้าหน้าที่ชลประทานดูแลระบบชลประทานหลัก (Main System) และกลุ่มเกษตรกรดูแลระบบชลประทานในแปลงนา (On-Farm Irrigation System) โดยมีการจัดแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบและสายการบังคับบัญชาดังนี้

	พ.ท. รับผิดชอบ	พ.ท. (ไร่)
กลุ่มเกษตรกร	คูน้ำหรือแฉก	300
โซนแมน	โซน (หลายคูน้ำ)	5,000-10,000
หัวหน้างานส่งน้ำ	งานส่งน้ำ (หลายโซน)	50,000
หัวหน้าโครงการ	ทั้งโครงการ (หลายงานส่งน้ำ)	300,000

รูปที่ 15 แสดงการแบ่งแฉก โซน งานส่งน้ำภายในโครงการชลประทาน

6.3 ข้อมูลพื้นฐาน (Basic Data)

6.3.1 ข้อมูลสำหรับคำนวณความต้องการน้ำชลประทาน ซึ่งได้แก่

(1) Potential Evapotranspiration ซึ่งใช้ข้อมูลภูมิอากาศของ 4 สถานี เพื่อคำนวณ ETo โดยวิธี PENMAN

สถานีอุตุนิยมวิทยาทั้ง 4 สถานี คือ

- สถานีกาญจนบุรี มีข้อมูลระหว่าง 1951-1975
- สถานีอู่ทอง มีข้อมูลระหว่าง 1967-1983
- สถานีกำแพงแสน มีข้อมูลระหว่าง 1973-1983

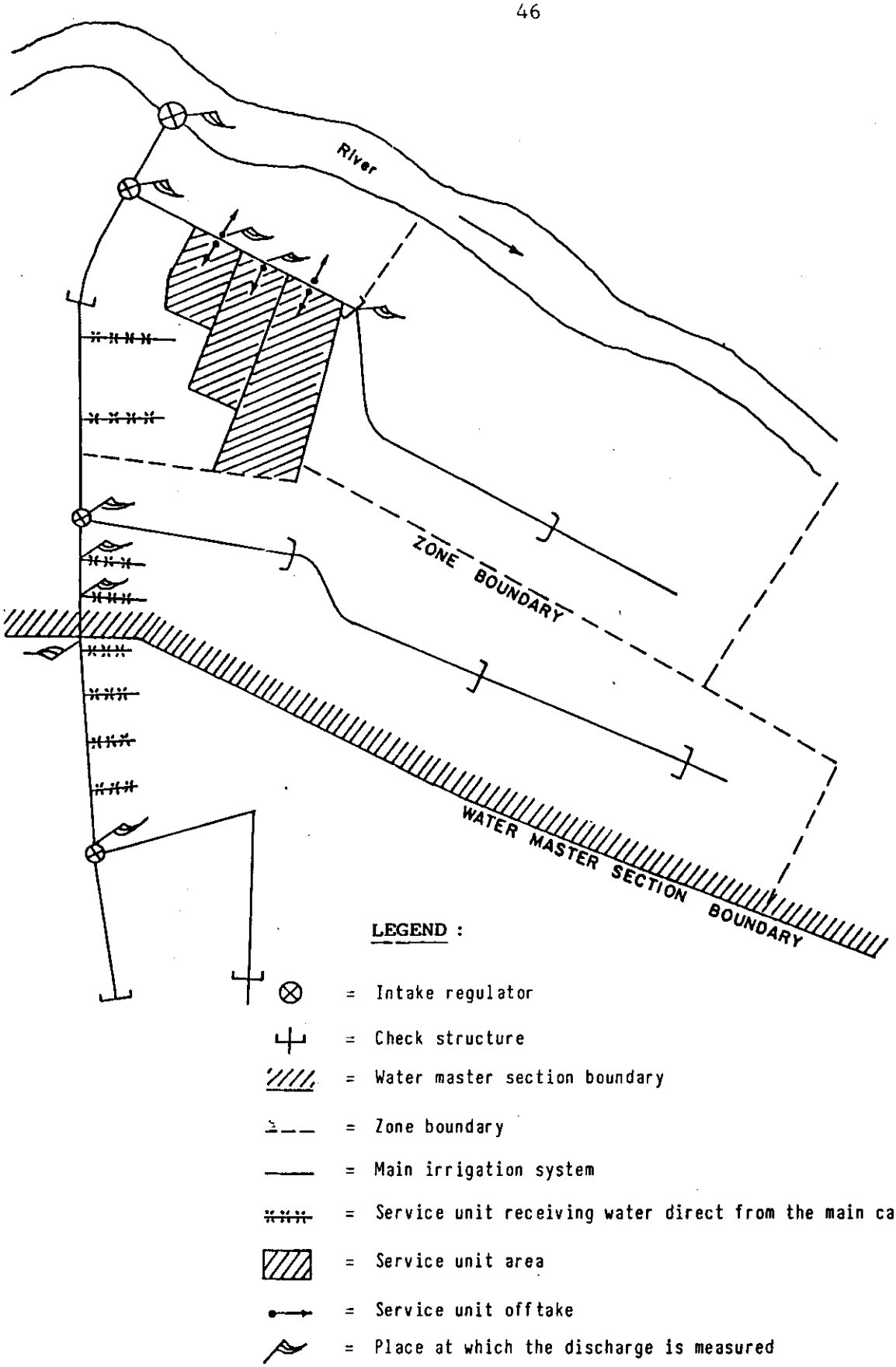


Fig.15 Schematic Presentation of An Irrigation System

- สถานีหัวหิน มีข้อมูลระหว่าง 1954-1975

เนื่องจากสถานีทั้ง 4 อยู่ห่างกันมากพอสมควร การนำเอาค่า ETo ไปใช้คำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืช โดยสูตร CU = Kc.ETo ทำโดยการแบ่งพื้นที่ออกเป็น 4 ส่วนตามหลัก THEISSEN POLYGON ดังรูปที่ 16 ค่า ETo เฉลี่ยรายเดือนของแต่ละสถานีแสดงอยู่ในตารางที่ 15

(2) Crop Coefficients (Kc)

ค่า Kc ของข้าว และอ้อยแสดงอยู่ในตารางที่ 16 และ 17 ตามลำดับ ส่วนพืชอื่น ๆ ซึ่งมีอยู่น้อยมาก เมื่อเทียบกับข้าวและอ้อย ให้ใช้ Kc. = 0.8

(3) Land Preparation สำหรับข้าว (LP)

สำหรับการปลูกข้าว กำหนดให้

DSS (Soaking Req.) = 150 มม.

Dst (Standing Water Req.)= 100 มม.

ในช่วงการเตรียมแปลงโซนแมนจะต้องออกไปสำรวจพื้นที่เตรียมแปลงในแต่ละสัปดาห์แล้วรายงานให้ WASAM ทราบเพื่อตรวจสอบว่าการเตรียมแปลงเป็นไปตามเป้าหมายหรือไม่ โดยดูจากเกณฑ์ในตารางที่ 18 ถ้าพื้นที่เตรียมแปลงน้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนดในตารางให้รายงานว่าสภาพน้ำ Dry ถ้าพื้นที่เตรียมแปลงมากกว่าเกณฑ์ให้รายงานสภาพน้ำเป็น WET โปรแกรม WASAM จะนำผลการรายงานสภาพน้ำดังกล่าวไปปรับปริมาณน้ำที่ส่งซึ่งจะได้กล่าวถึงในรายละเอียดในภายหลัง

(4) Percolation (P)

Wet Season : P = 0.5 มม./วัน

Dry Season : P = 1.0 มม./วัน

(5) Pre-irrigation for Sugarcane

ความต้องการน้ำเพื่อการเตรียมแปลงอ้อย 50 มม. โดยพิจารณาว่าอ้อยมีอายุ 5 ปี ดังนั้นในแต่ละปีต้องปลูกอ้อยใหม่ในช่วง กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม ประมาณ 20 % ของพื้นที่ปลูกอ้อยทั้งหมด

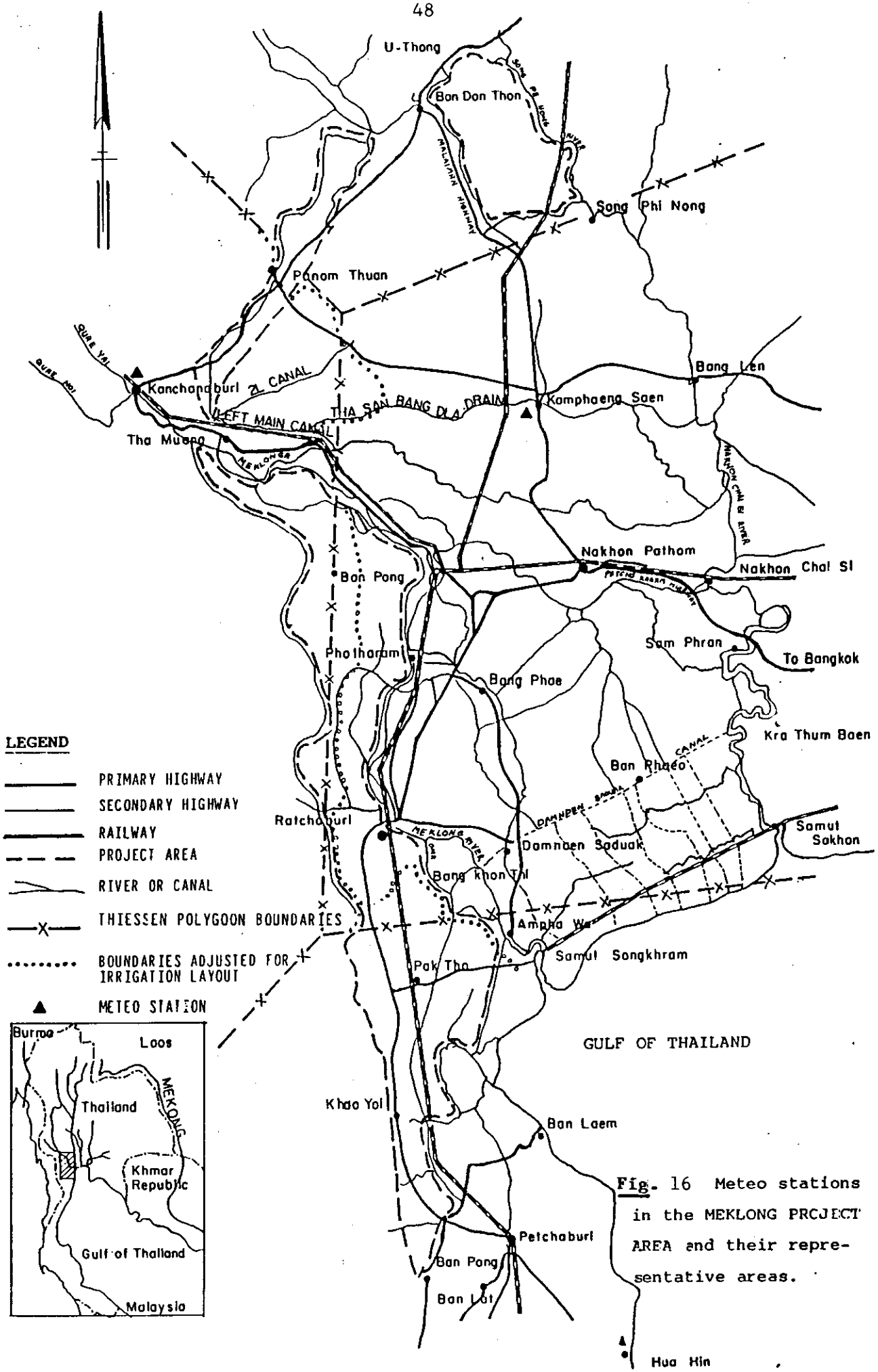


Fig. 16 Meteo stations in the MEKLONG PROJECT AREA and their representative areas.

Table 15 : Average monthly potential evapotranspiration data (mm./month)

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
KANCHANABURI	137	161	198	193	153	124	125	122	111	113	119	131
U-THONG	148	170	223	232	209	177	177	165	142	143	143	143
KAMPHAENG SAEN	137	161	207	208	183	151	156	143	134	141	134	136
HUA HIN	156	169	202	208	181	156	153	150	140	142	147	156

Table 16 : Monthly crop coefficients for HYV-rice

Months after transplanting	1	2	3	4
Dry Season	1.1	1.1	1.25	1.0
Wet Season	1.1	1.1	1.05	0.95

Table 17 : Monthly crop coefficients for sugarcane

Month	Plant cane	Ratoon cane
1	0.4	0.6
2	0.6	0.8
3	1.0	1.0
4	1.1	1.1
5	1.2	1.2
6	1.2	1.2
7	1.2	1.2
8	1.2	1.2
9	1.2	1.2
10	1.2	1.2
11	0.8	0.8
12	0.6	0.6

Table 18 : Progress of soaking and establishment of the initial water layer together with the water allocation scheduling adjustment criteria.

Week No.	Cumulative percentages		
	Dry condition	Normal Condition	Wet Condition
1	< 20	20 - 30	> 30
2	< 40	40 - 50	> 50
3	< 60	60 - 75	> 75
4	< 70	70 - 90	> 90
5	< 80	80 - 100	> 100
6	< 90	90 - 100	> 100

(6) ปฏิทินการปลูกพืช

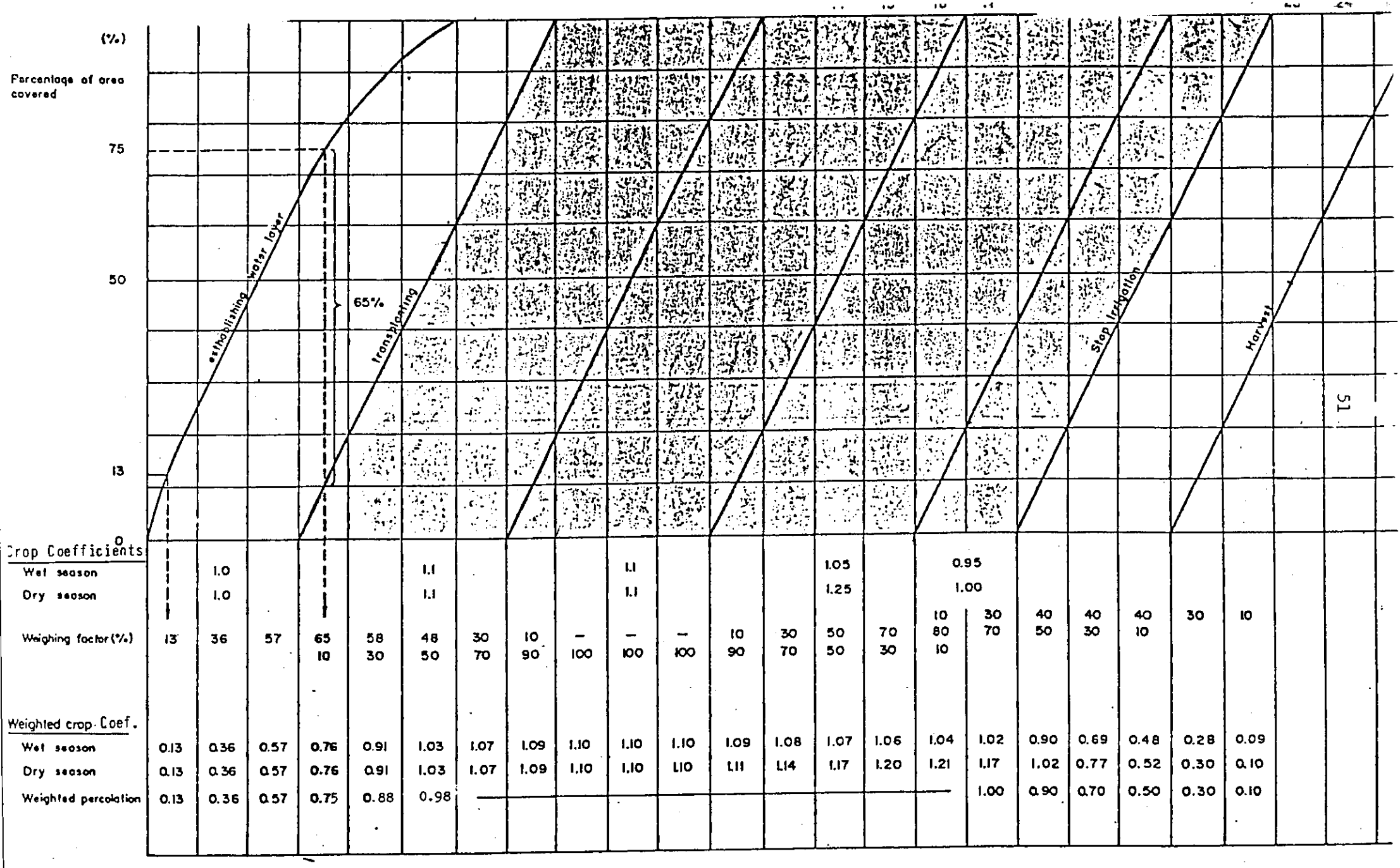
โครงการชลประทานแม่กลองใหญ่ได้กำหนดปฏิทินการปลูกพืชไว้แน่นอน เพื่อเป็นบรรทัดฐานในการจัดส่งน้ำทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง ปฏิทินการปลูกข้าวและอ้อยแสดงอยู่ในรูปที่ 17 และ 18 ตามลำดับ

(7) ตัวอย่างการคำนวณความต้องการน้ำของพืช

จากข้อมูลที่กล่าวถึงในข้างข้อ (1) - (6) สามารถคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของข้าว อ้อย และพืชอื่น ๆ ที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของสถานีอุตุนิยมวิทยากาญจนบุรี ได้ดังแสดงในตารางที่ 19, 20 และ 21 ตามลำดับ

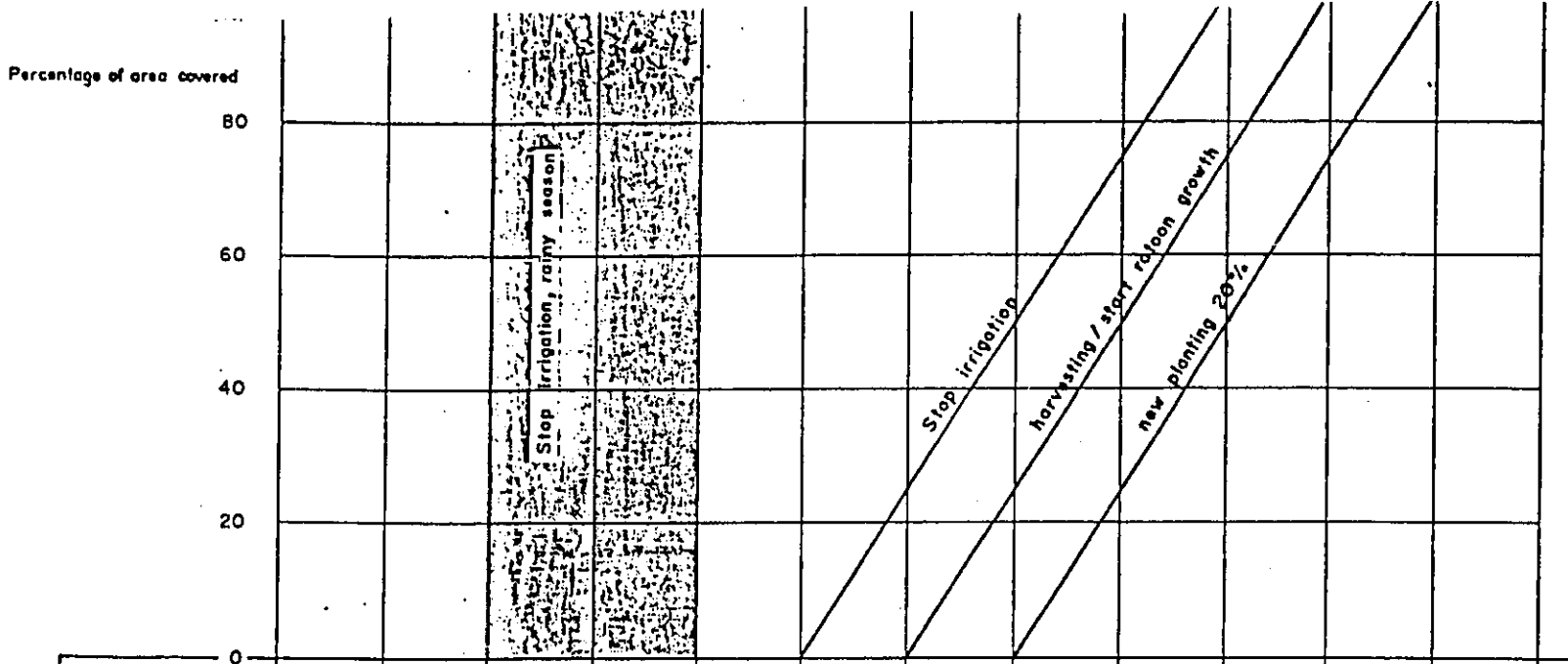
6.3.2 ข้อมูลฝนในอดีต

การคำนวณความต้องการน้ำชลประทานของช่วงคลอง (Canal Sections) ต่าง ๆ จะมีความถูกต้องใกล้เคียงความเป็นจริงมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับการคาดคะเนปริมาณฝนล่วงหน้า (Expected Rainfall)



Crop Coefficients																						
Wet season		1.0				1.1				1.1				1.05		0.95						
Dry season		1.0				1.1				1.1				1.25		1.00						
Weighing factor (%)	13	36	57	65 10	58 30	48 50	30 70	10 90	— 100	— 100	— 100	10 90	30 70	50 50	70 30	80 10	70	50	30	10		
Weighted crop Coef.																						
Wet season	0.13	0.36	0.57	0.76	0.91	1.03	1.07	1.09	1.10	1.10	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.04	1.02	0.90	0.69	0.48	0.28	0.09
Dry season	0.13	0.36	0.57	0.76	0.91	1.03	1.07	1.09	1.10	1.10	1.10	1.11	1.14	1.17	1.20	1.21	1.17	1.02	0.77	0.52	0.30	0.10
Weighted percolation	0.13	0.36	0.57	0.75	0.88	0.98											1.00	0.90	0.70	0.50	0.30	0.10

Figure 17 Crop calendar of rice



Crop Coefficients														
	1.2	1.2			1.2	0.8	X	0.4	0.6	1.0	1.1	1.2	5%	PLANT CANE
	1.2	1.2			1.2	1.2	0.8	X	0.4	0.6	1.0	1.1	5%	Total : 20 % of the area
	1.1	1.2			1.2	1.2	1.2	0.8	X	0.4	0.6	1.0	5%	Growth period : 12 months
	1.0	1.1			1.2	1.2	1.2	1.2	0.8	X	0.4	0.6	5%	
	1.2	1.2			1.2	0.8	X	0.6	0.8	1.0	1.1	1.2	20%	RATOON CANE (1°, 2°, 3°)
	1.2	1.2			1.2	1.2	0.8	X	0.6	0.8	1.0	1.1	20%	Total : 60 % of the area
	1.1	1.2			1.2	1.2	1.2	0.8	X	0.6	0.8	1.0	20%	Growth period : 12 months
	1.2	1.2			0.8	X	XX	0.6	0.8	1.0	1.1	1.2	5%	RATOON CANE (4°)
	1.2	1.2			1.2	0.8	X	XX	0.6	0.8	1.0	1.1	5%	Total : 20 % of the area
	1.1	1.2			1.2	1.2	0.8	X	XX	0.6	0.8	1.0	5%	Growth period : 11 months
	1.0	1.1			1.2	1.2	1.2	0.8	X	XX	0.6	0.8	5%	
Weighted	1.15	1.19			1.18	1.02	0.66	0.47	0.44	0.70	0.91	1.06		
Land preparation water requirement : 50 mm. at 20 % of the area :							2.5	2.5	2.5	2.5	(mm.)			

NOTE:

X: no irrigation : harvest (1 month)

XX: no irrigation : land preparation. (1 month)

Figure 18 Crop calendar of sugarcane

Table 19 (a) Calculation of the weekly water requirement of rice in the dry season.

	← 15 January																				15 June →	
Week number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
ETo in mm/week for Kanchanaburi	31	31	40	40	40	40	45	45	45	45	45	45	45	45	45	35	35	35	35	35	29	29
Land preparation in mm/week	63	55	47	38	30	17																
Weighted crop Coef. (K_c) (reference figure 4)	0.13	0.36	0.57	0.76	0.91	1.03	1.07	1.09	1.10	1.10	1.10	1.11	1.14	1.17	1.20	1.21	1.17	1.02	0.77	0.52	0.30	0.10
Consumptive use (K_c . T_o) in mm/week	4	11	23	30	36	41	48	49	50	50	50	50	51	53	54	42	41	36	27	18	9	3
percolation factor (P) (reference figure 4)	0.13	0.36	0.57	0.76	0.88	0.98	1.0	←								→	1.0	0.9	0.7	0.5	0.3	0.1
Percolation (7 mm/week)	1	3	4	5	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	5	4	2	1
TOTAL in mm/week	68	68	74	73	72	65	55	56	57	57	57	57	58	60	61	49	48	42	32	22	11	4

Table 19 (b) : Calculation of the weekly water requirement of rice in the wet season.

	← 15 July																		15 December →			
Week number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
ETo in mm/week for Kanchanaburi	28	28	28	28	28	28	28	26	26	26	26	26	26	26	26	26	28	28	28	28	30	30
Land preparation in mm/week	63	55	47	38	30	17																
Weighted crop Coef. (K_c) (reference figure 4)	0.13	0.36	0.57	0.76	0.91	1.03	1.07	1.09	1.10	1.10	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.04	1.02	0.90	0.69	0.48	0.28	0.09
Consumptive use (K_c ET_o) in mm/week	4	10	16	21	25	29	30	28	29	29	29	28	28	28	28	27	29	25	29	13	8	3
Percolation factor (P) (reference figure 4)	0.13	0.36	0.57	0.76	0.88	0.98	1.0	←								→	1.0	0.9	0.7	0.5	0.3	0.1
Percolation (3.5 mm/week)	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2	2	1	0
TOTAL in ⊏/week	68	67	65	62	58	50	34	32	33	33	33	32	32	32	32	31	33	28	21	15	9	3

Table 20 : Calculation of the monthly water requirement of sugarcane

Month	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG
ET_o (mm/month) for Kanchanaburi	119	131	137	161	198	193	153	124	125	122
Weighted crop coef. (K_c) (reference figure 5)	1.18	1.02	0.66	0.47	0.44	0.70	0.91	1.06	1.15	1.19
Consumptive use (ET_o K_c) in mm/month	140	134	90	76	87	135	139	131	144	145
Water requirement for Land preparation in mm. (reference figure 5)	-	-	3	3	3	3	-	-	-	-
Total	140	134	93	79	90	138	139	131	144	145

Table 21 : Calculation of the water requirement of 'other crop'

Month	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
ET_o (mm/month) in Kanchanaburi	137	161	198	193	153	124	125	122	111	113	119	131
Crop coefficient (K_c)	0.8	<----------									---------->	0.8
Consumptive use (ET_o K_c) in mm/month	110	129	158	154	122	99	100	98	89	90	95	105

ในโครงการชลประทานแม่กลองใหญ่มีการติดตั้งสถานีวัดน้ำฝนจำนวน 16 สถานี กระจายครอบคลุมทั่วพื้นที่โครงการ ดังแสดงในรูปที่ 19 แต่ละสถานีมีสถิติฝนรายวันยาวนานกว่า 30 ปี

ได้มีการวิเคราะห์หา Expected Rainfall โดยการวิเคราะห์ความถี่ฝน (Rainfall Probability Analysis) แล้วทำการจำลองระดับน้ำในแปลงนาตามหลักของการจัดสรรน้ำใน WASAM เพื่อเลือกระดับความถี่หรือ Probability สำหรับการเลือกค่า Expected Rainfall ในเดือนต่าง ๆ ของแต่ละสถานี

การเลือกระดับความถี่ฝนในรอบครึ่งเดือนได้ใช้เกณฑ์ดังต่อไปนี้คือ

1. แปลงนาจะมีวันขาดน้ำไม่เกิน 5 วัน
2. มีการใช้ฝนให้เกิดประโยชน์สูงสุดและใช้น้ำชลประทานน้อยที่สุด

ผลการจำลองได้ระดับความถี่ฝนดังแสดงในตารางที่ 22

ตารางที่ 22 Selected Rainfall Probability Levels (1)

Station	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
ปากท่อ	70	30	30	40	40	40	50	70
ท่าม่วง	60	30	50	40	70	30	40	60
อู่ทอง	50	30	20	40	70	30	30	80

ส่วนสถานีอื่น ๆ อีก 13 สถานีจะเลือกใช้ระดับความถี่ฝนตาม 3 สถานีที่ทำการวิเคราะห์ไว้ดังนี้

กลุ่มปากท่อ ได้แก่ บ้านลาด เขาย้อย สถานีวิจัยข้าวราชบุรี ดำเนินสะดวก บ้านแพ คลองตะคด ปตร. เจดีย์บูชา

กลุ่มท่าม่วง ได้แก่ บ้านพอง ท่ามะกา กำแพงแสน บางเลน

กลุ่มอู่ทอง ได้แก่ พนมทวน ปตร. สองพี่น้อง

แนะนำว่าควรมีการวิเคราะห์ข้อมูลฝนใหม่ทุก 5 ปี

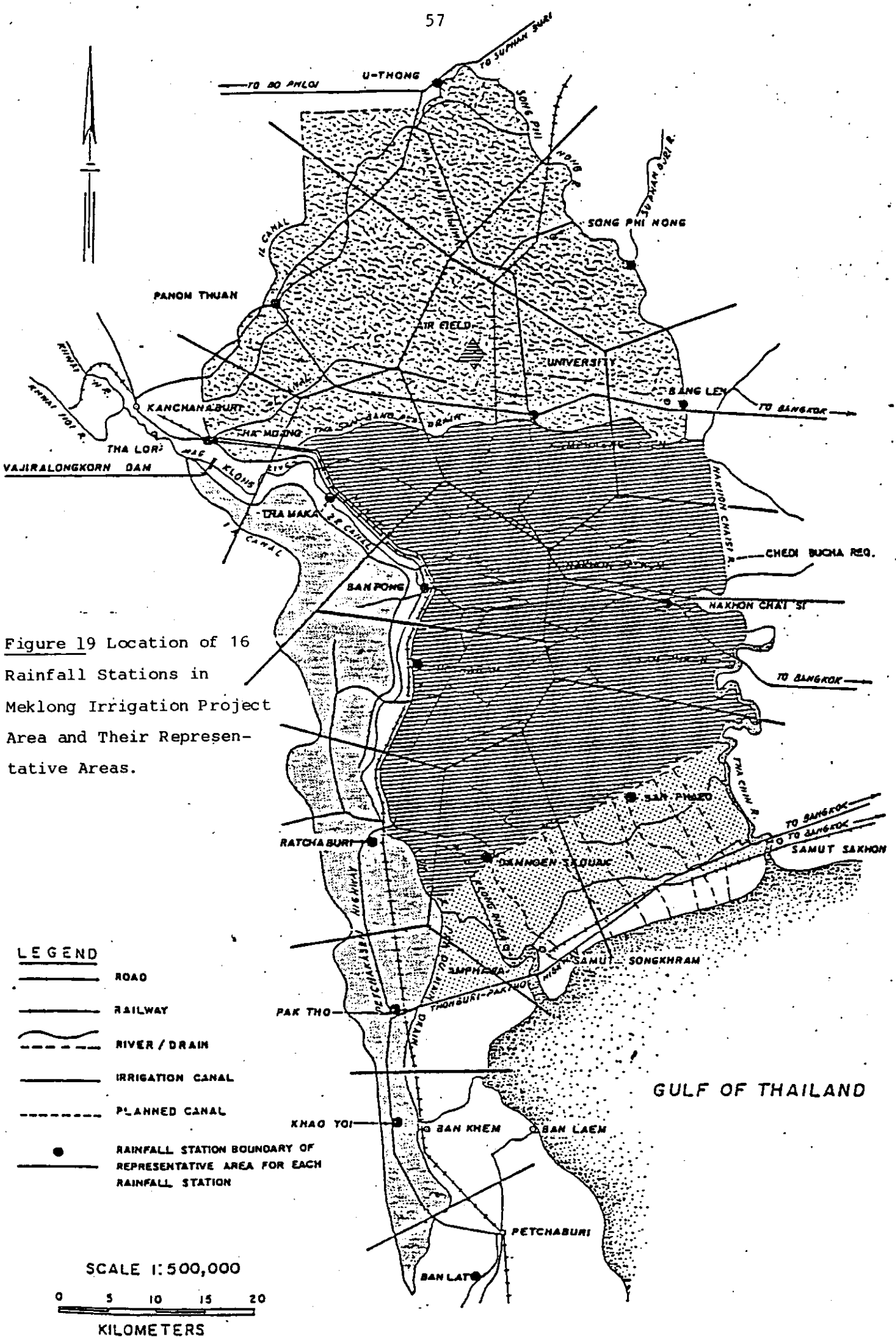


Figure 19 Location of 16 Rainfall Stations in Meklong Irrigation Project Area and Their Representative Areas.

6.3.3 ลักษณะระบบชลประทาน

(Irrigation System Specifications)

ในการคำนวณปริมาณน้ำ (Q) ที่ต้องส่งให้ ปตร. ต่าง ๆ ตามความต้องการน้ำของช่วงคลองต่าง ๆ WASAM ต้องรู้ข้อมูลระบบชลประทานเพื่อให้แน่ใจว่า Q ที่คำนวณได้สามารถส่งไปถึงพื้นที่เพาะปลูกที่ต้องการได้ ตามสภาพทางชลศาสตร์ของระบบคลองส่งน้ำในโครงการ ข้อมูลลักษณะระบบชลประทานที่ WASAM ต้องการได้แก่

Location แสดง กม.ต้นและปลายช่วงคลอง

Number and Father โดยกำหนดว่า

แต่ละช่วงคลองจะต้องมีหมายเลข (Number) ของตัวเองซึ่งไม่ซ้ำกันและจะต้องบอกว่าช่วงคลองหมายเลขนั้น ๆ ได้รับน้ำจาก Father เบอร์อะไร ดังแสดงในรูปที่ 20 เช่น ช่วงคลองที่ 2 รับน้ำจากช่วงคลองที่ 1 หรือช่วงคลองที่ 3 รับน้ำจากช่วงคลองที่ 2 เป็นต้น Father No. จะมีเครื่องหมาย + หรือ -

+ หมายความว่าต้องการให้ Q ที่ช่วงคลองซึ่งเป็น Father มีค่าอย่างน้อยเท่ากับ Minimum Supply Level เช่น 3(2)

- หมายความว่าไม่จำเป็นที่ Q ในช่วงคลองที่เป็น Father ต้องมีค่าอย่างน้อยเท่ากับ Minimum Supply Level เช่น 2(-1) หรือ 4(-2)

Maximum and Minimum Capacity (Qmax, Qmin)

สำหรับโครงการชลประทานแม่กลองใหญ่ กำหนดให้

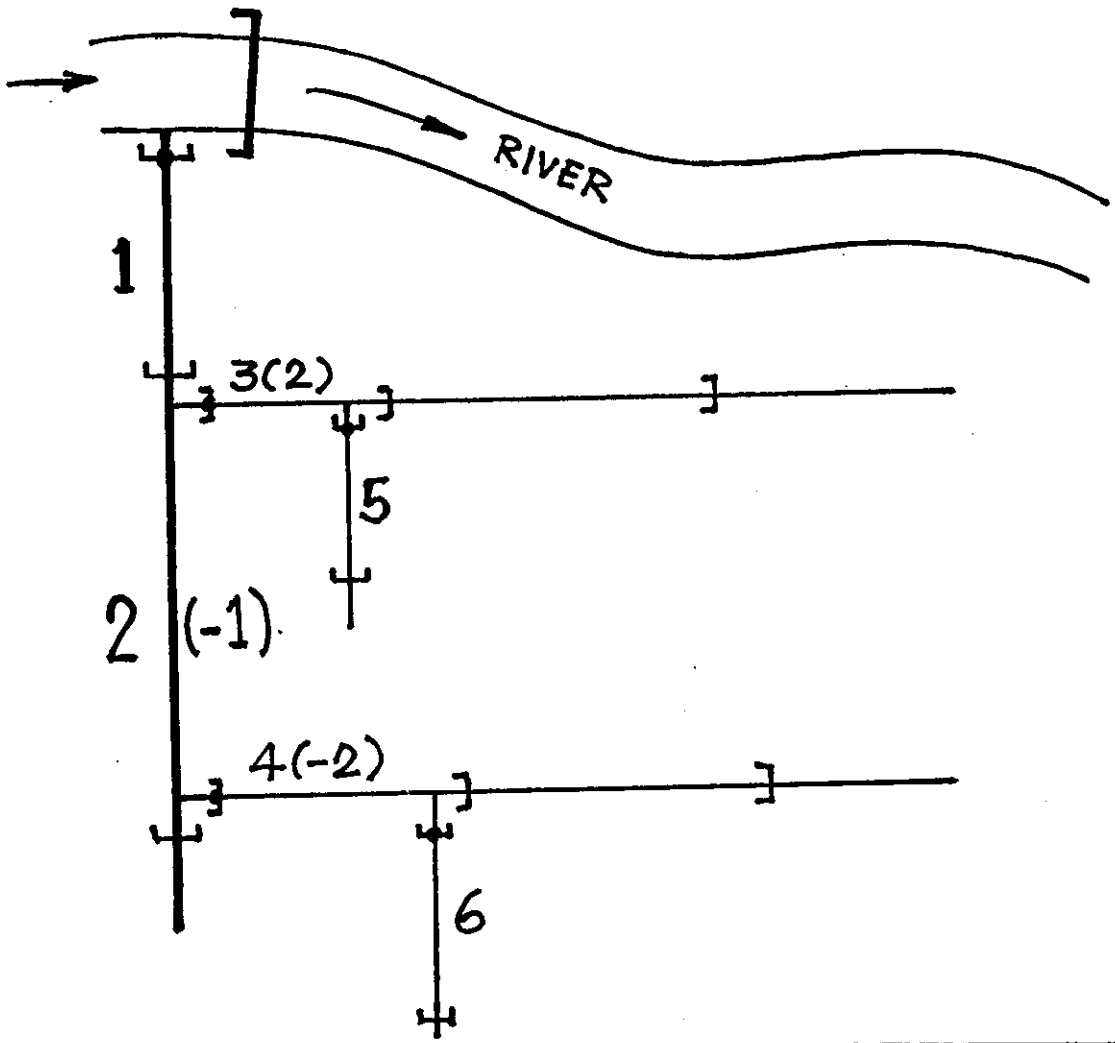
ความจุสูงสุดQmax มีค่าเท่ากับความจุออกแบบ (FSL) และกำหนดให้ความจุต่ำสุด (LSL) คิดเป็น % ของ Qmax ดังนี้

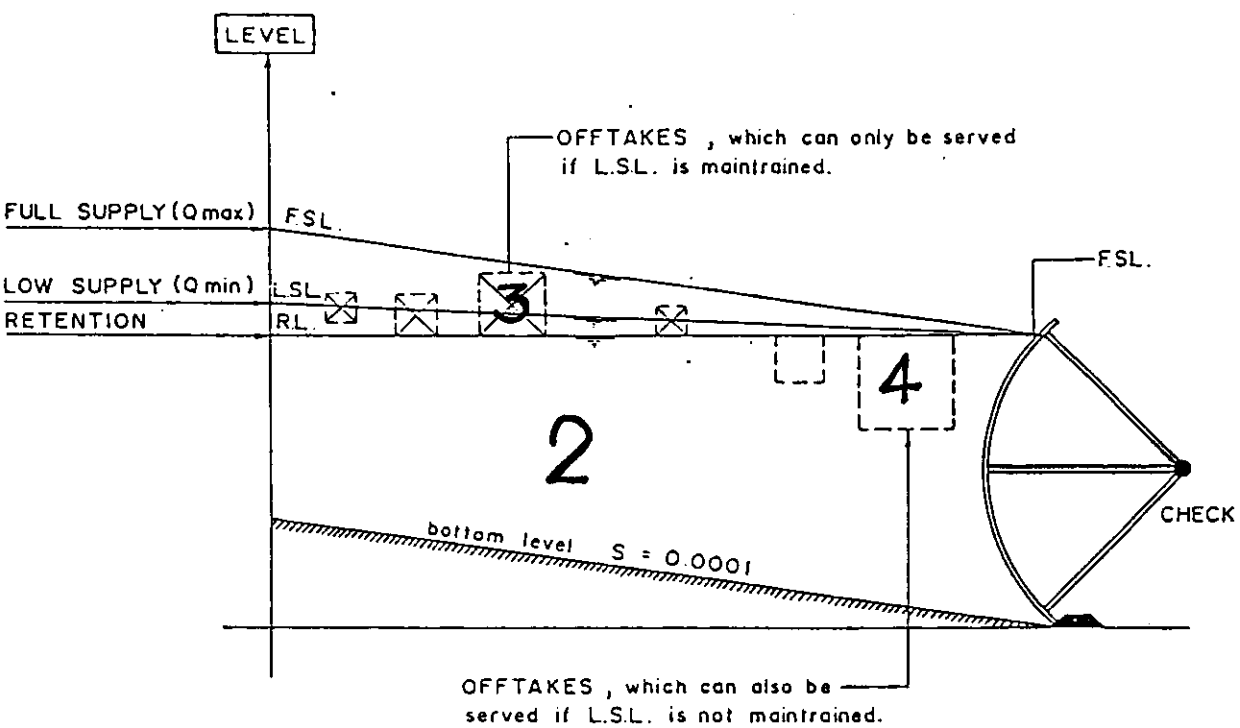
LSL ของคลองสายใหญ่ = 40 % Qmax.

LSL ของคลองซอย = 60 % Qmax.

Conveyance Losses (Eff)

คิดเป็น % ของ Qmax ต่อกิโลเมตรตามลักษณะคลองดังนี้ .-





รูปที่ 20 การกำหนด Canal Section No. และ Father No.

Lined Main Canal = 0.1 % ของ Qmax/km.

Unlined Main Canal = 0.2 % ของ Qmax/km.

Lined Lateral = 0.25 % ของ Qmax/km.

- Evapotranspiration Area (Ev)

มีการแบ่งพื้นที่ ETo ออกเป็น 4 พื้นที่ ตามสถานีอุตุนิยมวิทยา 4 สถานีดังรูปที่ 16 โดยกำหนดว่าแต่ละช่วงคลองอยู่ภายใต้สถานีอุตุนิยมวิทยาเพียงสถานีเดียว

- Rainfall Station Area (Er)

มีการแบ่งพื้นที่ฝนออกเป็น 16 พื้นที่ ตามสถานีวัดน้ำฝน 16 สถานีดังรูปที่ 19 โดยกำหนดว่าแต่ละช่วงคลองอยู่ภายใต้สถานีวัดน้ำฝนเพียงสถานีเดียวเช่นเดียวกับ ET_o

- Organization Code (ZoWP)

เพื่อใช้ในการพิมพ์รายงานการจัดสรรน้ำ โดยกำหนดหมายเลข 4 ตัว เช่น 1852 ซึ่งหมายความว่าโซน 18 ตอน 5 โครงการ 2 (หรือโครงการท่ามะกา)

- Comand Area (CA)

พื้นที่ชลประทานที่รับน้ำจากช่วงคลองนั้น ๆ

ตัวอย่างรายละเอียดข้อมูลลักษณะระบบชลประทานแสดงอยู่ในรูปที่ 21

6.3.4 ข้อมูลแสดงลักษณะระบบไร่นา

(Tertiary Unit Specifications)

โครงการแม่กลองใหญ่ส่งน้ำแบบหมุนเวียนในระดับคูน้ำ โดยใช้ตารางการส่งน้ำแบบหมุนเวียนแน่นอนตายตัว (Fixed Rotation Schedule) ในการคำนวณปริมาณน้ำที่ส่งให้คูน้ำต่าง ๆ จะต้องรู้ข้อมูลของระบบไร่นา หรือข้อมูลของคูน้ำของแต่ละช่วงคลอง ดังแสดงในรูปที่ 22

6.4 ข้อมูลรายสัปดาห์

(Variable Data)

6.4.1 ช่วงสัปดาห์สำหรับการรายงานข้อมูล (Time Frame)

WASAM กำหนดว่าสัปดาห์ของการส่งน้ำชลประทานเริ่มวันพฤหัสบดี แต่ช่วงสัปดาห์สำหรับการรายงานข้อมูลประจำสัปดาห์และเริ่มการคำนวณเริ่มวันอังคาร ดังรูปที่ 23

ตัวอย่าง: CANAL SYSTEM DATA

DATE: 08-09-1988

FOR IRRIGATION SYSTEM : MEKLONG LOWER LEFT BANK

DRY SEASON: 1988

Name	Begin	End	Nr	Fat	QMax	QMin	Eff.	ZoWP	Ev	Er	CA
LM	0.000	15.150	1	0	129.000	0.000	.0010	111	3	2	1473
TSBP	0.000	65.000	2	-1	50.000	0.000	.0000	111	3	1	0
3L	0.040	6.800	4	1	0.670	0.000	.0025	111	3	1	2535
4L	0.040	3.100	6	-1	3.570	0.000	.0025	211	3	1	1240
1L-4L	0.010	4.400	7	-6	2.020	0.000	.0025	211	3	1	2271
4L	3.100	11.500	8	-6	1.190	0.000	.0025	311	3	1	2292
1L-4L	4.400	11.530	9	-7	1.500	0.000	.0025	411	3	1	3945
1R-1L-4L	0.010	3.500	10	-9	0.330	0.000	.0025	411	3	1	1890
1L-5L	1.700	14.000	11	-16	2.010	0.000	.0025	511	3	7	2585
2R-1L-5L	0.020	2.200	12	11	0.440	0.000	.0025	511	3	7	927
1L-1R-1L-5L	0.020	3.000	14	13	0.310	0.000	.0025	611	3	7	1120
2L-1R-1L-5L	0.020	3.620	15	13	0.320	0.000	.0025	611	3	7	1487
1L-5L	0.200	1.700	16	-104	22.600	0.000	.0010	711	3	7	115
1R-1L-5L	2.240	5.240	17	16	20.210	0.000	.0010	711	3	7	498
1R-1R-1L-5L	0.020	6.920	18	17	1.620	0.000	.0025	811	3	7	847
1R-1L-5L	5.240	11.710	13	-17	18.630	0.000	.0010	611	3	7	2175
1L-1R-1R-1L-5L	0.010	6.500	19	18	0.630	0.000	.0025	811	3	7	1121
2L-1R-1R-1L-5L	0.100	4.500	20	18	0.330	0.000	.0025	811	3	7	882
1R-1L-5L	11.710	18.890	21	-13	17.920	0.000	.0010	921	3	7	3066
3L-1R-1L-5L	0.000	5.560	22	21	0.530	0.000	.0025	921	3	7	3689
4L-1R-1L-5L	0.000	4.620	23	21	0.650	0.000	.0025	921	3	7	3520
5L	0.000	11.710	104	-1	73.000	0.000	.0010	312	3	2	11475
LM	15.930	21.660	100	-1	48.900	0.000	.0010	112	3	1	4410
1R-5L	0.000	15.400	101	104	2.200	0.000	.0025	212	3	1	12290

Name = ชื่อของช่วงคลอง (Canal Section)

Begin = กม. เริ่มต้นของช่วงคลอง

End = กม. สุดท้ายของช่วงคลอง

Nr = หมายเลขรหัสของช่วงคลอง (ใช้ในโปรแกรม)

Fat = หมายเลขรหัสของช่วงคลองที่ส่งน้ำให้ช่วงคลองนี้
(มีเครื่องหมายลบแสดงว่า สามารถส่งน้ำให้คลองซอย
ได้ถึงแม้ระดับน้ำจะอยู่ที่ LSL.)

Qmax = ปริมาณน้ำสูงสุด

Qmin = ปริมาณน้ำต่ำสุด (ที่ยังสามารถส่งน้ำเข้าคลองซอยได้)

Eff = ค่าประสิทธิภาพของคลองส่งน้ำ (คิดเป็นเปอร์เซ็นต่อกม.)

ZoWP = หมายเลข โซน ตอน และ โครงการ เรียงต่อกัน

Ev = หมายเลขรหัส ใช้แทนสถานีวัดค่า ETo ที่ครอบคลุมพื้นที่ของช่วงคลองนี้

Er = หมายเลขรหัส ใช้แทนสถานีวัดน้ำฝน ที่ครอบคลุมพื้นที่ของช่วงคลองนี้

CA = พื้นที่ส่งน้ำทั้งหมดของช่วงคลองนี้

รูปที่ 21 ตัวอย่าง Cannal System Data

ตัวอย่าง: DITCH CHARACTERISTICS

DATE: 03-06-1989

FOR IRRIGATION SYSTEM: MEKLONG RIGHT BANK
PROJECT : THA MAKA
WATER MASTER SECTOR : 3

DRY SEASON: 1988

CROPCODES:
1=Paddy dry 2=Paddy wet
3=Sugarc 4=Other c
5= fallow

ZONE nr: 1 :CANAL SECTION: 1L-1R KM 0.000 - 7.000

Dit.no.	CAP	AREA	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
1	60	200	3	3	4	3	4	3	3
3	60	176	1	1	1	1	1	2	1
5	60	162	1	1	1	1	1	1	1
7	60	225	1	1	1	1	1	1	1
9	60	192	1	1	1	1	1	3	1
11	60	210	1	1	1	1	1	1	1
13	60	212	1	1	1	1	1	1	1
15	60	183	1	1	1	1	1	1	1
17	60	209	1	1	1	1	1	1	1
19	60	225	1	1	1	1	1	1	1
21	60	247	1	1	1	1	1	1	1
23	90	337	1	1	1	1	1	1	1
24	120	483	1	1	1	1	1	1	1
25	120	481	1	1	1	1	1	1	1
26	120	417	1	1	1	1	1	1	1

TOTAL AREA DITCHES: 3959 CANAL COMMAND AREA: 4685

หมายเหตุ:

พื้นที่ของ "TOTAL AREA DITCHES" น้อยกว่า "CANAL COMMAND AREA"
แสดงว่าทำการเพาะปลูกไม่เต็มพื้นที่

รูปที่ 22 ตัวอย่าง Ditch Characteristics

Th		Th		Th
	current irrigation week		next irrigation week	

Tu		Tu			Tu
	current rainfall week Mo	Tu	We	Next rainfall week	

Mo = Monday : field wetness data collection and transmission

Tu = Tuesday : - rainfall data collection and transmission
- water allocation calculation process

We = Wednesday : report distribution to O & M staffs

Th = Thursday : start irrigation week.

Figure 23 : Time frame of the weekly water allocation process in the Meklong Irrigation Projects.

6.4.2 ฝนที่ตกจริงในสัปดาห์

ในวันอังคารฝนที่ตกจริงในสัปดาห์ที่ผ่านมาจะถูกป้อนเข้า WASAM เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับฝนคาดการณ์ และใช้ในการปรับแก้ค่าปริมาณความต้องการน้ำชลประทานที่คำนวณได้

6.4.3 การรายงานสถาพน้ำในแปลงนา (Field Wetness)

ทุกวันจันทร์สภาพน้ำในแปลงนาจะถูกป้อนเข้า WASAM เพื่อใช้ในการปรับแก้ค่าปริมาณความต้องการน้ำชลประทาน เช่นเดียวกับข้อมูลฝนจริงในหัวข้อ 6.4.2 การรายงานสภาพน้ำในแปลงนาจะแบ่งออกเป็น 5 ระดับคือ แห้งมาก แห้ง ปกติ เปียก และเปียกมาก ดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 Field Wetness Report, Codes and Adjustments.

Actual Water Level in rice Field	Field Wetness Report	Computer Code	Adjustment mm.
0-40 mm.	Very dry	1	+ 40
40-60 mm.	Dry	2	+ 20
60-100 mm.	Normal	3	0
100-120 mm.	Wet	4	- 20
> 120 mm.	Very wet	5	- 40

6.5 การคำนวณการจัดสรรน้ำ (Allocation Process)

ไดอะแกรมแสดงการป้อนข้อมูลและการคำนวณการจัดสรรน้ำของโปรแกรม WASAM แสดงอยู่ในรูปที่ 24 สำหรับรายละเอียดการคำนวณจะได้กล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

6.5.1 การปรับค่าปริมาณความต้องการน้ำชลประทาน (Correction)

กรณีที่ฝนจริงต่างจากฝนคาดการณ์หรือกรณีที่รายงานสภาพน้ำฝนแปลงนาไม่ปกติ (เปียกหรือแห้ง) จะต้องมีการปรับค่าความต้องการน้ำชลประทานที่คำนวณได้ด้วยค่า Correction Factor (COR) ซึ่งหาได้จากกรณีหนึ่งกรณีใดดังต่อไปนี้

(1) Rainfall Correction (DR(NR))

ถ้าฝนจริง ≠ ฝนคาดการณ์หรือ RACW RECW(NR)
DR(NR) = RECW(NR)-RACW(NR) เช่น
ถ้า RECW(NR) = 40 mm.

และ RACW(NR) = 0 mm.

DR(NR) = 40 - 0 = 40 mm.

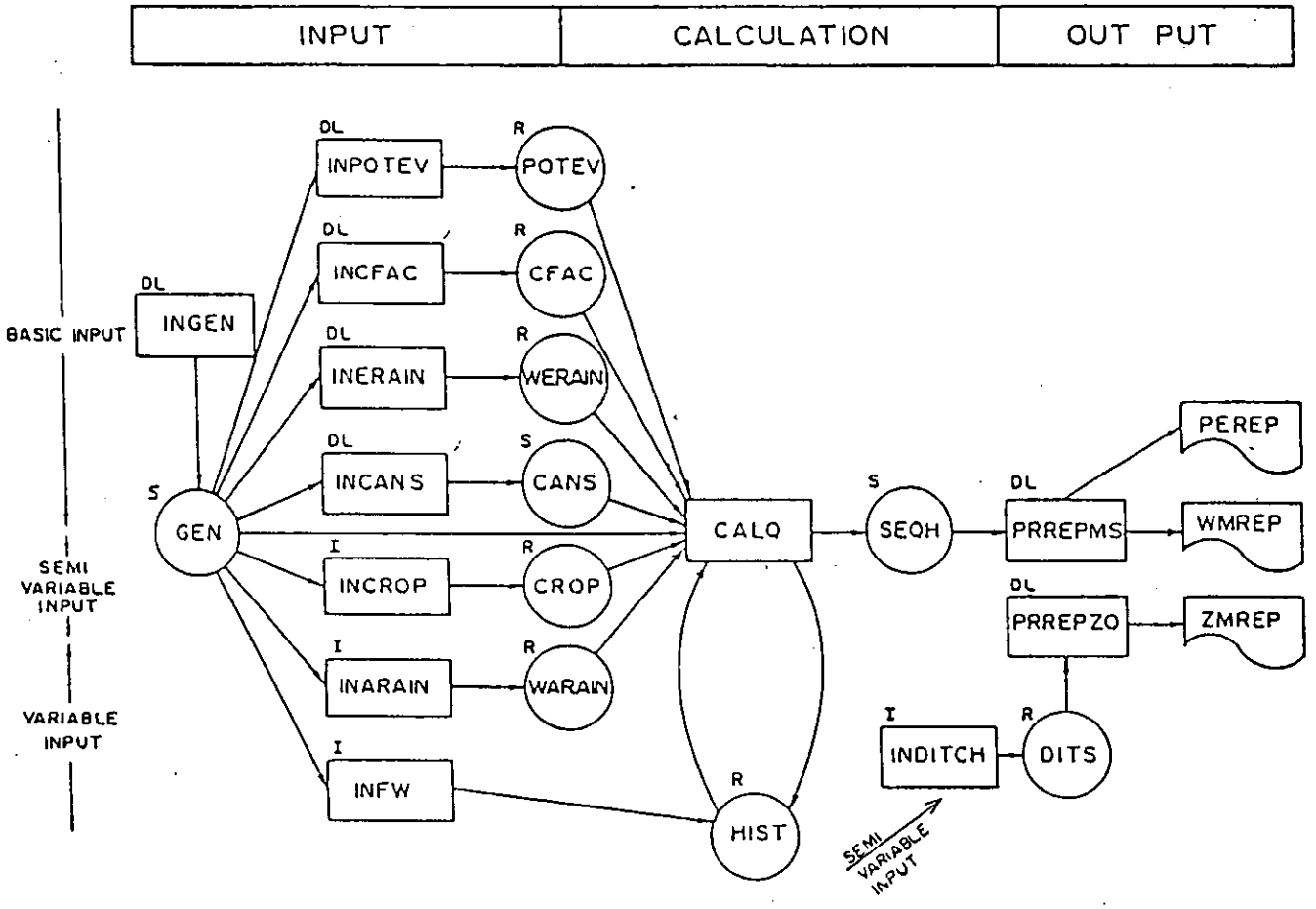
(2) Field Wetness Correction (DS(FW))

ถ้ารายงานสภาพน้ำเป็น "แห้ง"

DS(FW) = + 20 mm.

(3) Correction COR)

COR จะเท่ากับค่ามากกว่าระหว่าง DR(NR) และ DS(FW)



LEGEND :

INGEN	:	INput GENeral data stored in dile GENeral data (GEN)
INPOTEV	:	INput POTential EVpotranspiration stored in file POTential EVapotranspiration (POTEV)
INERAIN	:	INput Exp RAINfall stored in file Weekly Expected RAINfall (WERAIN)
INCANS	:	INput CANal System data stored in file CANal System (CANS)
INARAIN	:	INput Actual RAINfall stored in file Weekly Actual Rain (WARAIN)
INFW	:	INput Field Wetness condition stored in file HISTorical data (HIST)
INDITCH	:	INput DITCH specifications stored in file DITch Specification (DITS)
CALQ	:	CALculation of Requirement, Supply and Discharge into each canal section
SEQH	:	SEQential file to store temporary calculation results for the printing program
PRREPMS	:	PRinting REPorts for Main Systems
PRREPZO	:	PRINTING REPorts for the ZOnemen

Figure 24 : Relation Diagram of the Computer Program of the Allocation Process.

6.5.2 การคำนวณหาปริมาณความต้องการน้ำชลประทาน

(Irrigation Requirement, R(N))

ค่าความต้องการน้ำชลประทานของช่วงคลอง จะหาได้จากสมการ

$$R(N) = \sum_{C=1}^{C=NC} [CWR(C,NE) + COR - RAIN(NR)] \times \frac{TF(C) \times A(C)}{CZ(C) \times 378,000}$$

where :

R(N) = Irrigation requirement of canal section N (m^3/s)

NC = Number of crops

C = Types of crops

CWR (C,NE) = Crop water requirement of crop type C in the area of meteo station NE (mm)

COR = Field wetness or rainfall correction (mm)

RAIN (NR) = Estimated rainfall in the area of rainfall station NR (mm)

TF (C) = Irrigation time factor of crop type C

A (C) = Area of crop type C (rai)

CZ (C) = Irrigation efficiency of crop type C

378,000 = Conversion factor from mm.rai/week to m^3/s (1 rai = 0.16 ha).

6.5.3 การคำนวณปริมาณน้ำ (Q) ที่ส่งให้ช่วงคลองต่าง ๆ

การคำนวณ Q ที่ส่งให้ช่วงคลองใด ๆ จะคำนวณจากปริมาณความต้องการน้ำชลประทาน R(N) บวกผลรวมของปริมาณน้ำ Q ที่ต้องส่งให้ช่วงคลอง 1 ถึง M ที่อยู่ทางด้านท้ายน้ำของช่วงคลอง N บวกปริมาณการสูญเสียน้ำจากแหล่งน้ำถึงช่วงคลอง N ดังสมการ

$$Q(N) = R(N) + \sum_{I-1}^{M} Q(I) + EF(N)$$

ความหมายของเทอมต่าง ๆ แสดงอยู่ในรูปที่ 25

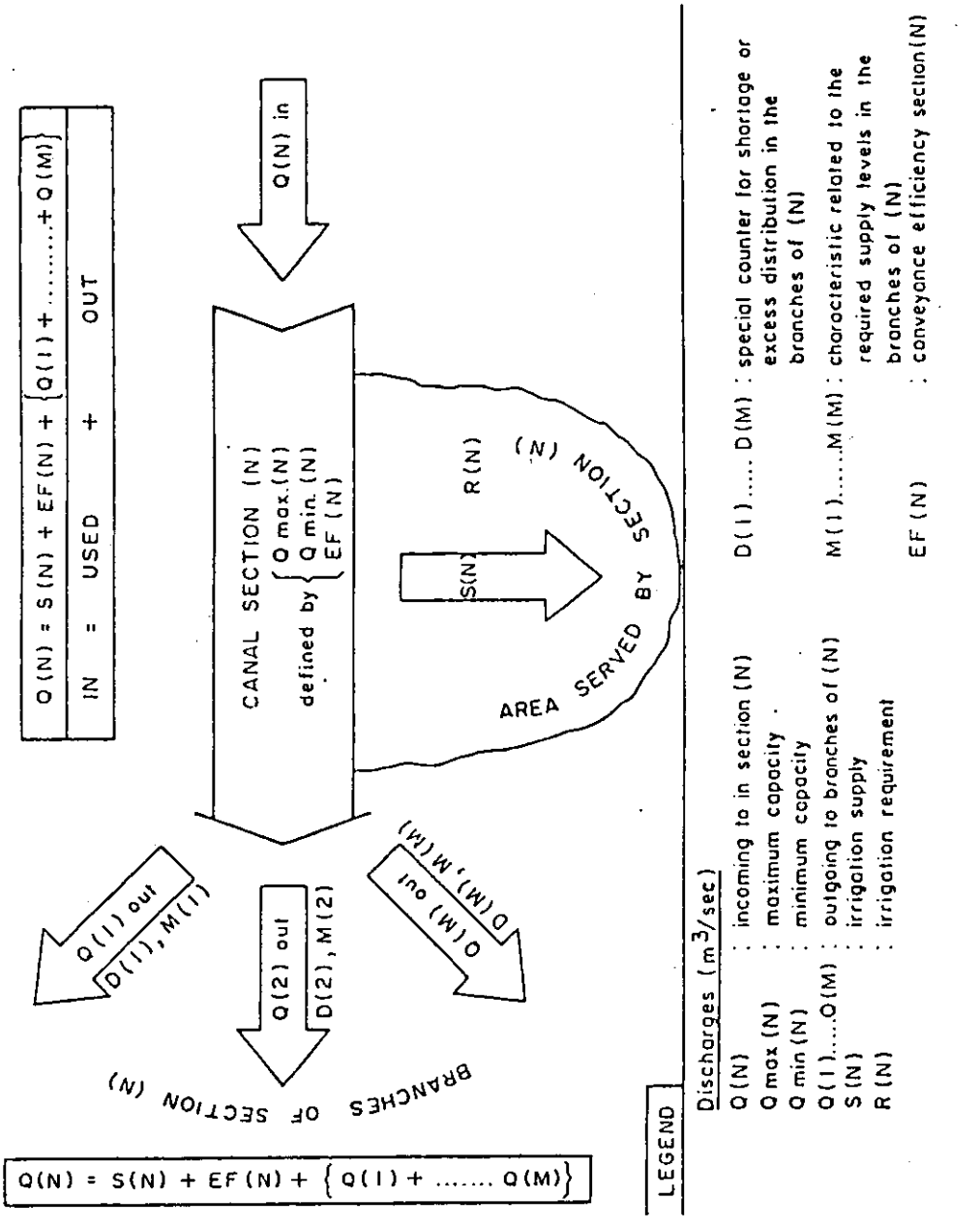


Fig 25 Characteristics of a Canal Section Required for Calculation Process

หลังจากคำนวณ Q(N) ได้แล้วโปรแกรม WASAM จะตรวจสอบค่า Q(N) และปรับค่าตามเกณฑ์การส่งน้ำ ดังนี้ .-

(1) กรณี $Q(N) < 0.4\ Qmin(N)$

ถือว่าปริมาณน้ำที่ส่งมีค่าน้อยมาก จึงกำหนดให้

$$Q(N) = 0$$

และบันทึกว่ามีความต้องการน้ำ แต่ไม่ได้ส่งโดยมีการบันทึกว่ามีการขาดน้ำ

หรือ $D(N) > 0$

(2) กรณี $0.4\ Qmin\ (N) \leq Q(N) \leq Qmin\ (N)$

ให้ $Q(N) = Qmin(N)$

ยกเว้นกรณีที่ $R(N) = 0$ และคลองที่รับน้ำ

จากช่วงคลอง N มี Father No. เป็นลบ

กรณีที่เพิ่ม Q(N) ให้เท่ากับ Qmin (N) แสดงว่ามีการจัดสรรน้ำเกินกว่าความต้องการ ปริมาณน้ำส่วนเกิน V จะคำนวณหาได้จากสมการ

$$V = Qmin\ (N) - Q(N)$$

กรณีที่มีการจัดสรรน้ำเกินความต้องการ V จะต้องมีการกระจายน้ำส่วนเกินให้ช่วงคลองท้ายน้ำตามเกณฑ์และลำดับความสำคัญก่อนหลังดังต่อไปนี้

- ช่วงคลองที่ $D(I) > 0$

  ให้จัดสรรน้ำเพิ่ม = D(I)

- ถ้ายังมีน้ำส่วนเกินเหลือ ให้จัดสรรน้ำให้ช่วงคลองท้ายน้ำเพิ่มเท่ากับ Qmin

- ถ้ายังมีน้ำส่วนเกินเหลืออีก ให้จัดสรรน้ำเพิ่มตามสัดส่วนของน้ำที่ได้จัดสรรไปแล้ว

(3) กรณีที่ $Qmin(N) \leq Q(N) \leq Qmax(N)$

ใช้ค่า Q(N) ที่คำนวณได้โดยไม่ต้องปรับ

(4) กรณีที่ Q(N) > Qmax (N)

ให้ Q(N) = Qmax(N)

กรณีนี้จะเกิดการขาดน้ำ P เท่ากับ

P = Q(N) - Qmax (N)

ค่า P จะถูกจัดสรรให้ช่วงคลองท้ายน้ำตามส่วน

หลังจากคำนวณค่า Q(N) ของช่วงคลองต่าง ๆ แล้ว WASAM จะพิมพ์ผลการคำนวณออกมาดังแสดงในรูปที่ 26

OVERVIEW OF CALCULATED DISCHARGES

Date : 07/09/85

FOR IRRIGATION SYSTEM : MEKLONG LOWER LEFT BANK week : 28

Name	Station	Nr.	Require	Supply	Min.	Disch.	Max.
LM	0.000	1	0.15	0.15	0.00	80.98	129.00
TSBP	0.000	2	5.00	5.00	0.00	5.00	50.00
3L	0.040	4	0.11	0.11	0.00	0.12	0.67
4L	0.040	6	0.00	0.00	0.00	0.38	3.57
1L-4L	0.010	7	0.11	0.11	0.00	0.24	2.40
4L	3.100	8	0.12	0.12	0.00	0.12	1.19
1L-4L	4.400	9	0.12	0.12	0.00	0.13	1.50
1R-1L-4L	0.010	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40

รูปที่ 26 Overview of Calculated Discharges

เจ้าหน้าที่จัดสรรน้ำอาวุโสของโครงการชลประทานจะตรวจสอบความถูกต้องในการคำนวณค่า Q(N) ถ้าผลเป็นที่ยอมรับได้จะสั่งให้ WASAM จัดพิมพ์รายงานทั้ง 3 ระดับ ซึ่งจะได้กล่าวถึงในลำดับถัดไป

6.5.4 การจัดทำรายงานการจัดสรรน้ำ

WASAM จะจัดทำรายงานการจัดสรรน้ำ 3 ระดับ คือ

(1) รายงานสำหรับนายช่างหัวหน้าโครงการ (Project Engineer Report) ดังตัวอย่างในรูปที่ 27

(2) รายงานสำหรับหัวหน้างานส่งน้ำ(Water Master Report) ดังตัวอย่างในรูปที่ 28

(3) รายงานสำหรับพนักงานส่งน้ำ (Zoneman Report) ดังตัวอย่างในรูปที่ 29 และรายงานการกระจายน้ำในแปลงนา (คูน้ำ) ดังตัวอย่างในรูปที่ 30

6.5.5 การกระจายน้ำในระดับแปลงนา

(Water Distribution Over Tertiary Units)

ถ้ามีการป้อนข้อมูลรายละเอียดระบบแปลงนาให้ WASAM WASAM จะสามารถคำนวณหา ที่ต้องส่งให้แต่ละคูน้ำในแต่ละวันได้ดังตัวอย่างในรูปที่ 30

6.6 การติดตามประเมินผลการส่งน้ำ

(Monitoring Process)

การติดตามประเมินผลการส่งน้ำได้แก่การตรวจวัดปริมาณน้ำที่ส่งให้ บตร.ที่สำคัญเป็นประจำวัน และการวัดปริมาณฝนที่ตกลงมาจริงโดยพนักงานส่งน้ำจะเป็นผู้ตรวจวัดและรายงานตามแบบฟอร์มที่อยู่ด้านล่างของรายงานการจัดสรรน้ำสำหรับพนักงานส่งน้ำ WASAM จะทำการพล็อตเปรียบเทียบระหว่างฝนจริงและฝนคาดการณ์ และระหว่างปริมาณน้ำที่ส่งจริงกับปริมาณน้ำที่แนะนำ [Q(N)] แผนภูมิการติดตามประเมินผลแสดงอยู่ในรูปที่ 31

ผลการพล็อตเปรียบเทียบจะแสดงในรูปของ Main System Monitoring Report ดังแสดงในรูปที่ 32 และ Zone Monitoring Report ดังแสดงในรูปที่ 33

WATER ALLOCATION SCHEDULING

THA MAKA

Project Engineer report

Date : 29 July 1985

Period : 1 Aug. - 7 Aug.

Average discharges in main canals and laterals in m^3/s

Water Master Sectors	Main canal sections			Laterals			
	Name	Km. Station	Discharge Q	Name	Discharge Q	Name	Discharge Q
1	1L-1R	0.000	0.39				
	2R	0.000	14.42	1R-2R	1.18	2R-2R	0.43
				3R-2R	0.50		
	1R	0.200	63.57	1L-1R	0.25	2L-1R	0.00
				3L-1R	2.10	4L-1R	1.20
				5L-1R	0.72	6L-1R	0.40
2	2R	27.356	10.61	4R-2R	1.01	5R-2R	0.75
				6R-2R	1.02	7R-2R	0.33
				8R-2R	0.64	9R-2R	0.35
	1R	26.000	56.39	7L-1R	2.81	8L-1R	0.70
				9L-1R	2.61	10L-1R	2.18
3	1R	36.100	46.16	11L-1R	1.05	12L-1R	0.73
				13L-1R	0.30	14L-1R	0.62
				15L-1R	0.76		

total discharge into the project area	78.38	m^3/s
total discharge for the project area	38.03	m^3/s
total discharge to the downstream areas	40.35	m^3/s

Remark :

Figure 27 : Example of Weekly Project Engineering report

WATER ALLOCATION SCHEDULING

THA MAKA

Water master report : Sector 1

Date : 29 July 1985

Period : 1 Aug. - 7 Aug.

Zone	Canal	Km. Station	Dis-charge	Normal require-ment	Effec-tive rainfall	Field wetness report	Actual require-ment	Sup-ply
1	1L-1R	0.000	0.39	0.74	23	very wet	0.32	0.37
2	2R	0.000	14.42	0.57	23	Normal	0.57	0.57
	26(2R)	0.000	0.20	0.14	23	Normal	0.14	0.19
3	2R	7.821	13.51	0.24	28	Very wet	0.00	0.00
	1R-2R	0.000	1.18	0.41	28	Wet	0.25	0.25
4	1R-2R	2.550	0.90	0.60	28	Dry	0.87	0.87
5	2R	12.346	12.19	0.13	28	Normal	0.13	0.13
	2R-2R	0.000	0.43	0.28	28	Normal	0.28	0.41
6	2R	15.338	11.51	0.04	28	Normal	0.00	0.00
	2R-2R-A	0.000	0.00	0.06	28	Normal	0.06	0.00
	2R	20.570	11.39	0.03	28	Normal	0.00	0.00
8	2R	25.180	11.20	0.03	28	Dry	0.06	0.06
	3R-2R	0.000	0.50	0.30	35	Dry	0.46	0.48
21	1R	0.200	63.57	0.17	23	Very Wet	0.06	0.06
	1L-1R	7.000	0.25	0.58	23	Very Wet	0.24	0.24
22	2L-1R	0.000	0.00	0.56	28	Very Wet	0.17	0.00
	1R	12.100	60.52	0.21	28	Very Wet	0.07	0.07
23	3L-1R	0.000	2.10	0.28	28	Dry	0.38	0.38
	1R	17.400	59.65	0.24	28	Dry	0.34	0.34
	33(1R)	0.000	0.20	0.12	28	Normal	0.12	0.19
24	3L-1R	3.400	0.65	0.64	28	Normal	0.64	0.64
25	1R-3L-1R	0.000	1.04	1.03	28	Normal	1.03	1.03
26	4L-1R	0.000	1.20	0.26	28	Very Wet	0.08	0.10
	1R-4L-1R	0.000	0.15	0.25	28	Very Wet	0.08	0.14
	1L-4L-1R	0.000	0.29	0.45	28	Very Wet	0.15	0.29
	2L-4L-1R	0.000	0.29	0.50	28	Very Wet	0.16	0.29
	4L-1R	8.132	0.36	0.61	28	Very Wet	0.20	0.36
29	5L-1R	0.000	0.72	0.69	28	Normal	0.69	0.69
	6L-1R	0.000	0.40	0.49	28	Normal	0.49	0.38

Discharge into this Sector :	78.38	$m^3/s.$
Total discharge for this sector :	11.38	$m^3/s.$
Discharge to downstream sector :	67.00	$m^3/s.$

Remark :

Figure 28 : Example of Weekly Water Master report

WATER ALLOCATION SCHEDULING

THA MAKA

Zoneman report : Zone number 1

date : 29 July 1985

Period : 1 Aug. - 7 Aug.

Expected rainfall 23

Canal	Km. Station	Discharge	Normal Requirement	Field Wetness Report	Actual Requirement	Supply
1L-1R	0.000	0.39	0.74	Very Wet	0.32	0.37
Total water supply to this zone :				0.37	$m^3/s.$	

ZONE MONITORING REPORT

	Thu.1	Fri.2	Sat.3	Sun.4	Mon.5	Tue.6	Wed.7
Rainfall							
1L-1R 0.000							

Remark :

Figure 29 : Example of Weekly Zoneman report

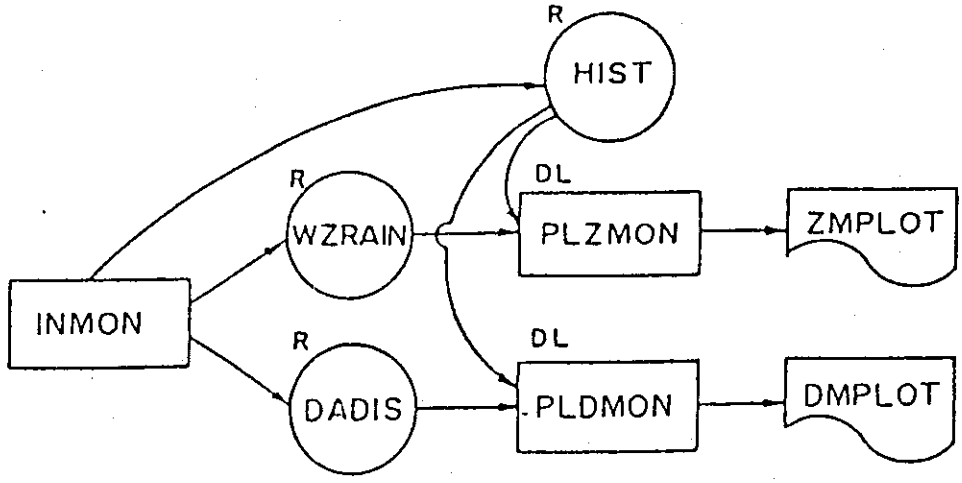
ADVICED AND ACTUAL SUPPLY IN ZONE : 2 IN LATERAL, --- 2R

Ditch	Thur.1	Fr.2	Sat.3	Sun.4	Mon.5	Tue.6	Wed.7
2	30	30	30	30	30	30	30
4	30	30	30	25	25	25	25
6	33	40	40	35	35	35	35
8	50	40	50	50	50	50	50
10	25	30	30	30	30	30	30
12	40	40	40	35	35	35	35
14	35	35	35	30	30	30	30
16	45	45	50	45	45	45	45
18	25	25	25	20	20	20	20
20	30	30	33	30	30	30	30
22	50	45	30	45	45	45	45
24	15	15	15	15	15	15	15
Total							

ADVICED AND ACTUAL SUPPLY IN ZONE : 2 IN LATERAL, 26(2R)

Ditch	Thur.1	Fr.2	Sat.3	Sun.4	Mon.5	Tue.6	Wed.7
2	15	15	15	15	15	15	15
4	35	35	35	35	35	35	35
6	40	40	40	40	40	40	40
8	50	50	50	50	50	50	50
10	50	50	50	50	50	50	50
Total							

Figure 30 : Example of report presenting the distribution over the tertiary units along a canal section.



WHERE

INMON = INput MONitoring programme, storing the data in the files: HISTorical(HIST)
Weekly Zone RAIN (WZRAIN)
DAily DIScharges (DADIS).

PLZMON = PLotting Zone MONitoring reports resulting in the Zone Monitoring PLOT (ZMPLOT)

PLDMON = PLotting Daily MONitoring reports resulting in the Daily Monitoring PLOT (DMPLOT)

รูปที่ 31 Relation Diagram of the Monitoring Process

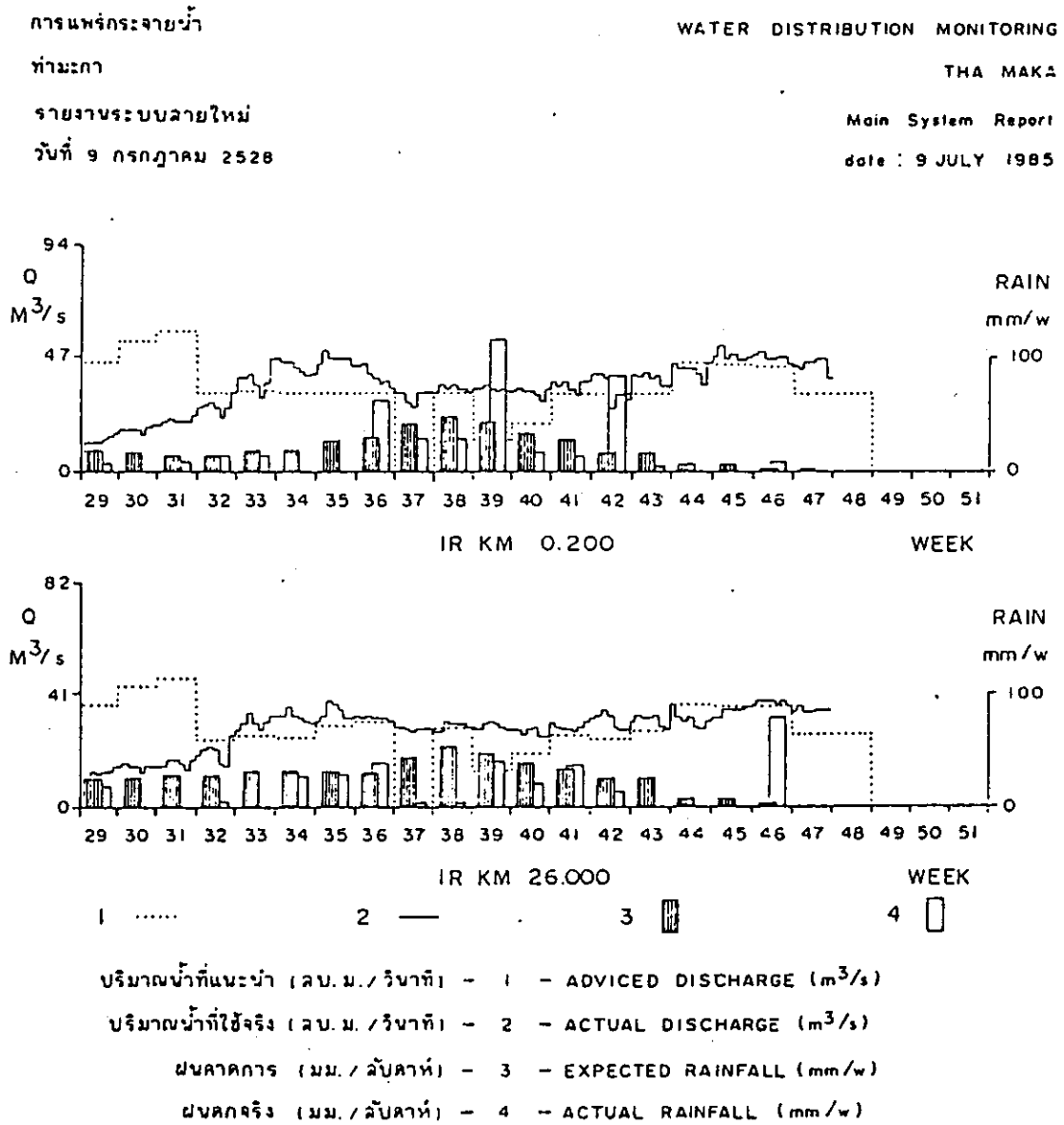


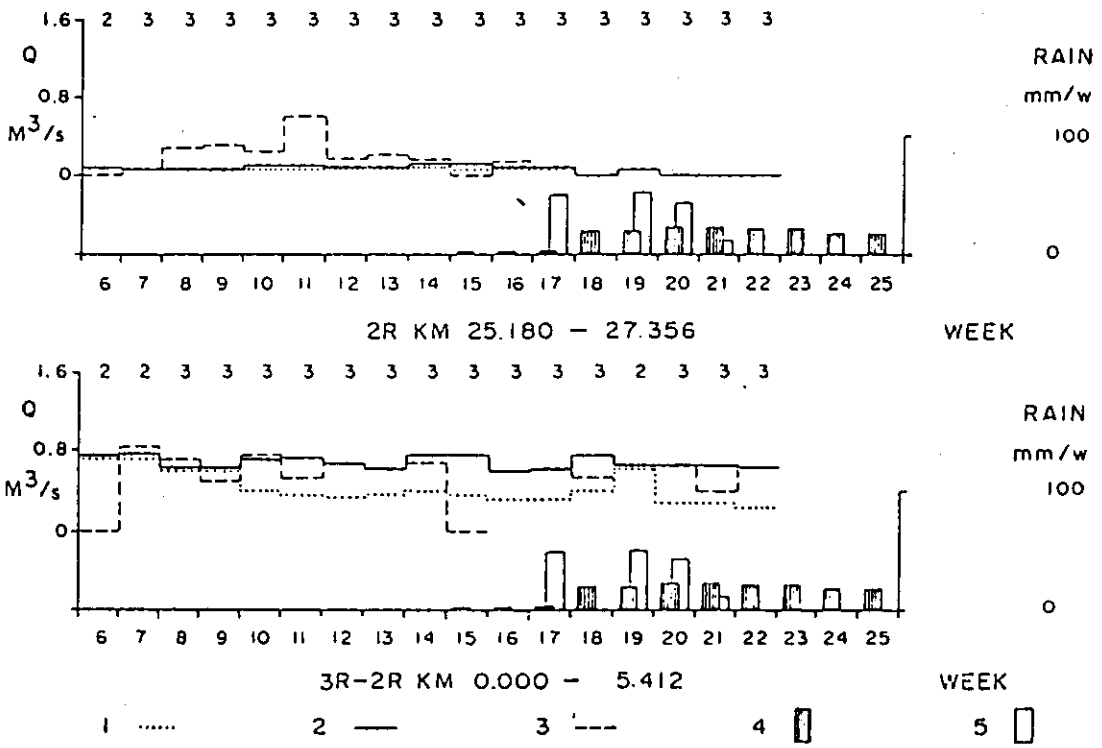
Fig 32 Example of a main system monitoring report

การแพร่กระจายน้ำ — WATER DISTRIBUTION MONITORING

ท่ามะกา — THA MAKA

เลขอ พนักงานส่งน้ำ โซนที่ 8 — Zone man report Zone 8

วันที่ 13 มิถุนายน 2528 — date : 13 JUNE 1985



Comment : Non availability of water in week 6 and 15 due to too high offtakes of higher lying zones.

ผลคำนวณความต้องการน้ำ (ลบ.ม./วินาที) — 1 — CALCULATED REQUIREMENT (m^3/s)

ปริมาณน้ำที่แนะนำ (ลบ.ม./วินาที) — 2 — ADVICED SUPPLY (m^3/s)

ปริมาณน้ำที่ใช้จริง (ลบ.ม./วินาที) — 3 — ACTUAL DISCHARGE (m^3/s)

ฝนคาดการ (มม./สัปดาห์) — 4 — EXPECTED RAINFALL (mm/w)

ฝนตกจริง (มม./สัปดาห์) — 5 — ACTUAL RAINFALL (mm/w)

ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT — ILACO/EMPIRE M&T

Fig 33 Example of a Zone monitoring report

6.7 เงื่อนไข ในการใช้โปรแกรม WASAM

1. อาคารสิ่งก่อสร้างต่างๆ ต้องอยู่ในสภาพดี	GOOD INFRASTRUCTURE
- คลอง	(CANALS)
- ถนน	(ROADS)
- อาคารต่างๆ	(STRUCTURES)
2. กำลังคน	MAN POWER
- ต้องเพียงพอ	(SUFFICIENT)
- มีแรงจูงใจในการปฏิบัติงาน	(MOTIVATED)
- มีการร่วมมือกันในการปฏิบัติงาน	(WELL ORGANISED)
- มีการฝึกอบรม	(WELL TRAINED)
3. ด้านการติดต่อสื่อสาร	COMMUNICATION
- วิทยุหรือโทรศัพท์	(RADIO/TELEPHONE)
- ถนน	(ROADS)
- การนำส่งข้อมูล	(TRANSPORT)
4. ด้านการบำรุงรักษา	MAINTENANCE
- มีการสำรวจ	(SURVEYS)
- มีผู้ปฏิบัติงานทางด้านนี้	(STAFF)
- มีเครื่องมือ-อุปกรณ์ต่างๆ	(EQUIPMENTS)

สุดท้าย :

WASAM สามารถช่วยลดความยุ่งยากของงานจัดสรรน้ำ งานส่งน้ำและบำรุงรักษาของโครงการต่างๆในเขตโครงการแม่กลองใหญ่ ซึ่งมีระบบส่งน้ำเชื่อมโยงและต่อเนื่องระหว่างหลายโครงการได้

****

7. เอกสารอ้างอิง

1. โครงการซ่อมแซมและปรับปรุงเขื่อนมูลบน.รายงานทางวิชาการ ฉบับที่ 4 Reservoir Operation Study. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ตุลาคม 2536.

2. Ilaco/Empire M&T. Water Management and Operation & Maintenance Report No. 5. WASAM Computer Manual. April 1988(a).

3. Ilaco/Empire M&T. Water Management and Operation & Maintenance Report No. 5. WASAM General Program Description. April 1988(b).

4. Vudhivanich, V., Water Allocation Scheduling and Monitoring (WASAM), Training Document, Department of Irrigation Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Kamphaengsaen, Nakorn Pathom. 1990.