

การพัฒนาโปรแกรม WASAM Version 2

ดร.วราวุธ วุฒินิษฐ์¹

วัชร เสือดี²

1. คำนำ

การนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยในการจัดสรรน้ำ เป็นสิ่งจำเป็นในการเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งน้ำและใช้น้ำของโครงการชลประทาน โครงการชลประทานแม่กลองใหญ่เป็นโครงการชลประทานที่มีพื้นที่มากเป็นอันดับสอง ของประเทศไทยคือ ประมาณ 3 ล้านไร่ 2 ใน 3 ของพื้นที่ปลูกข้าว และที่เหลืออีกหนึ่งในสามปลูกพืชไร่และพืชอื่นๆ พืชไร่หลักที่สำคัญคือ อ้อยทางโครงการมองเห็นถึงความสำคัญของการมีระบบจัดสรรน้ำที่มีประสิทธิภาพ จึงได้มีการพัฒนาและนำระบบการจัดสรรน้ำและติดตามผลการส่งน้ำ (Water Allocation Scheduling and Monitoring หรือเรียกโดยย่อว่า WASAM) ขึ้นมาเป็นเครื่องมือช่วยในการจัดสรรน้ำของโครงการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2528 เป็นต้นมา (การดา และ วราวุธ, 2536)

เนื่องจากข้อจำกัดหลายประการของโปรแกรม อาทิ การแก้ไขข้อมูลเบื้องต้นในโปรแกรมตามสภาพโครงการจำเป็นต้องอาศัยผู้มีความรู้ทางด้านโปรแกรมพอสมควร โปรแกรม WASAM

ออกแบบมาสำหรับระบบโครงการชลประทานขนาดใหญ่ ซึ่งประกอบด้วยหลายๆ โครงการย่อยทำให้การทำงานมีความซับซ้อน ขาดความคล่องตัวและมีผลกระทบต่อกัน การรายงานผลการดำเนินงานจะต้องมีการรายงานถึงในระดับโซนซึ่งศักยภาพของโครงการฯ ในปัจจุบันไม่สามารถทำได้เต็มที่เนื่องจากขาดแคลนบุคลากร การมีเครือข่ายของสถานีวัดน้ำฝนน้อยเกินไป ทำให้การปรับแก้ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานของแต่ละช่วงคลอง (Canal Section) ในสัปดาห์ต่อไปผิดพลาด ความไม่สม่ำเสมอของฝนที่ตกลงในพื้นที่ และที่สำคัญโปรแกรมไม่สามารถประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำของงานส่งน้ำต่างๆ และของโครงการในแต่ละสัปดาห์ซึ่งเป็นตัวชี้ถึงผลการดำเนินงานของเจ้าหน้าที่หรือการใช้น้ำของเกษตรกรในสัปดาห์ที่ผ่านมาได้ จึงสมควรทำการพัฒนาโปรแกรมดังกล่าวเพิ่มขึ้น เพื่อให้ WASAM สามารถทำงานด้านการจัดสรรน้ำได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น (วราวุธ และคณะ, 2537)

ในการพัฒนาได้เลือกโครงการส่งน้ำ

-
1. รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม
 2. นิสิตปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน ปัจจุบันเป็นอาจารย์วิทยาลัยการชลประทาน กรมชลประทาน ปากเกร็ด

และบำรุงรักษาสองพี่น้องซึ่งมีพื้นที่ส่งน้ำ 416,106 ไร่ เป็นโครงการทดลองโดยใช้ข้อมูลการเพาะปลูก ถูกลง ปี พ.ศ. 2537 ในการทดสอบการทำงานของโปรแกรม ผลการทดสอบจะใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมและระบบการจัดสรรน้ำเพิ่มเติมรวมถึงการประยุกต์ผลนำไปใช้ในโครงการฯ อื่นๆ ในอนาคตต่อไป

2. วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วย คำนวณความต้องการน้ำชลประทาน คำนวณ ปริมาณน้ำที่ต้องส่งเพื่อเป็นแนวทางสำหรับ หัวหน้าโครงการฯ หัวหน้างานส่งน้ำฯ ในอันที่จะ ควบคุมอาคารควบคุมน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อช่วยประเมินผลการใช้น้ำรายสัปดาห์และ ตลอดฤดูกาล

3. หลักการของโปรแกรม WASAM Version 2

หลักการของโปรแกรม WASAM Version 2 จะยังคงเหมือนหลักการของโปรแกรม WASAM ของโครงการชลประทานแม่กลองใหญ่ แสดงดังรูปที่ 1 ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

หน่วยการคำนวณของโปรแกรม การ รายงานผลการส่งน้ำและติดตามผลคือพื้นที่ ควบคุมโดยช่วงคลองหนึ่ง ขอบเขตของช่วงคลอง จะถูกกำหนดโดยอาคารที่ใช้วัดน้ำและควบคุมน้ำ 2 อาคารและช่วงคลองนั้นจะต้องอยู่ในความรับผิดชอบของโซนเดียว มีขนาดพื้นที่เฉลี่ย 3,000 ไร่ ในการโปรแกรมต้องการข้อมูล 3 ส่วนคือ

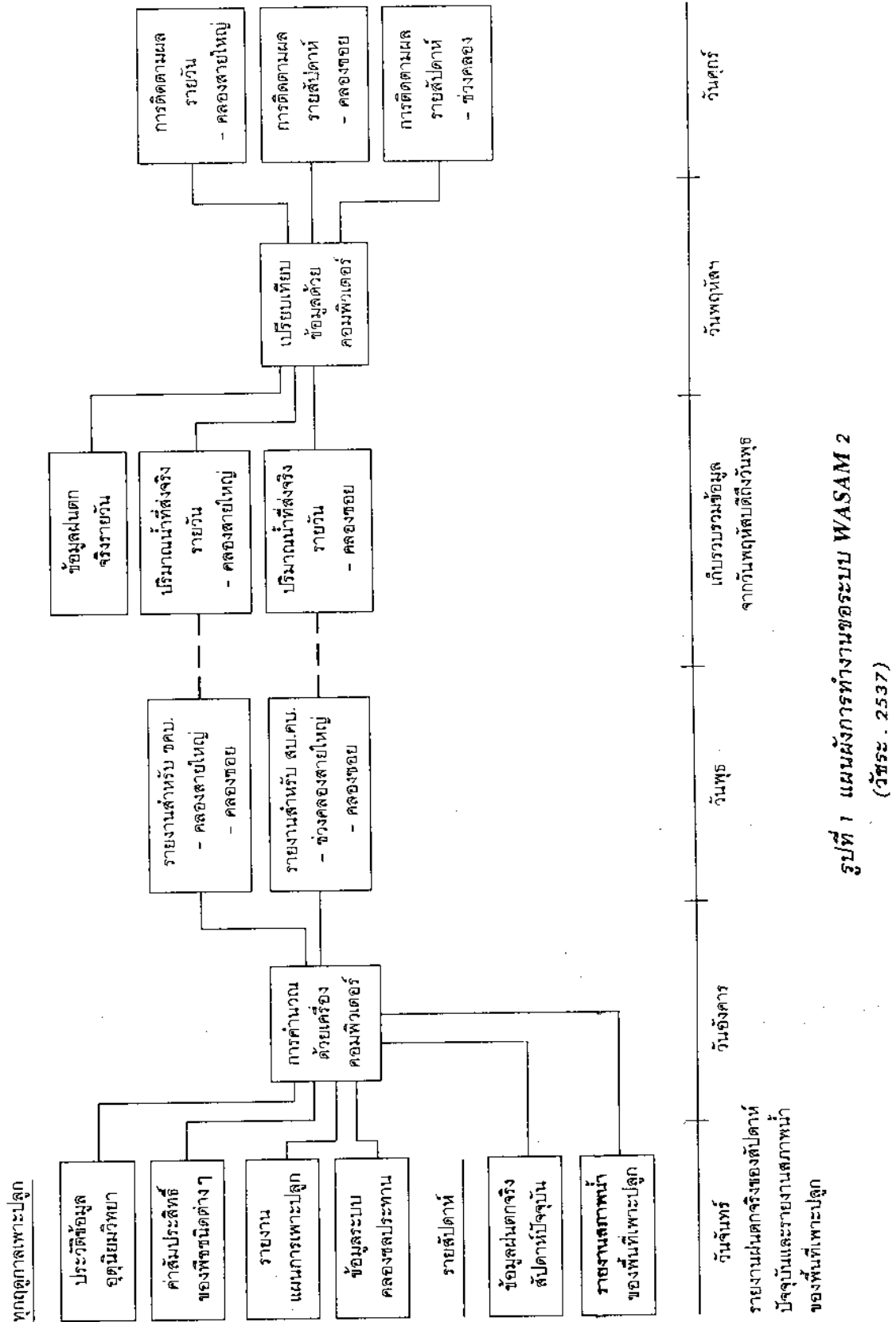
1. ข้อมูลระบบส่งน้ำและใช้น้ำ ซึ่งเป็น ข้อมูลคงที่ (Fixed System Data)
2. ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูก ซึ่งเป็นข้อมูล รายฤดูกาล และ

3. ข้อมูลฝนและสภาพน้ำในแปลงนา ซึ่งเป็นข้อมูลรายสัปดาห์

โปรแกรม WASAM หรือ WASAM Version 2 ต้องการทราบข้อมูลแสดงลักษณะ สภาพของระบบส่งและใช้น้ำของโครงการ ซึ่งเป็น ข้อมูลคงที่ (Fixed System Data) ได้แก่ช่วงฤดู การเพาะปลูกหนึ่งๆ สมบัติพื้นที่ฯ ค่าการ รั่วซึมน้ำในแปลงนา ค่าความต้องการน้ำสำหรับการ เตรียมแปลง ประสิทธิภาพการใช้น้ำใน ระดับแฉก ฝนคาดการณ์ (Expected Rainfall) ปริมาณการใช้น้ำของพืชและลักษณะเฉพาะของ ระบบคลองส่งน้ำ ข้อมูลส่วนนี้จะถูกป้อนเข้า โปรแกรมในครั้งแรกที่นำโปรแกรมไปใช้กับโครงการใหม่ หรือเมื่อมีการเปลี่ยนลักษณะและสภาพ ของโครงการนั้น ส่วนข้อมูลชนิดพื้นที่และสัปดาห์ ที่เริ่มปลูกพืชของแต่ละฤดูกาลจะถูกป้อนเข้า เมื่อเริ่มฤดูการส่งน้ำชลประทาน

ทุกวันจันทร์พนักงานส่งน้ำจะออกไป ตรวจสอบสภาพน้ำในแปลงเพาะปลูกที่เป็นตัวแทน ในงานส่งน้ำฯ และรายงานฝนตกจริงของ สัปดาห์ปัจจุบันของสถานีหลักในเขตโครงการฯ มายังฝ่ายจัดสรรน้ำฯ ของโครงการฯ (การรายงาน ฝนจะทำทุกวัน) การรายงานสภาพน้ำในแปลงนา จะแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ระหว่างการเตรียมแปลง (6 สัปดาห์แรกของการส่งน้ำ) ซึ่งจะกำหนดเป็น ร้อยละของพื้นที่ที่มีน้ำขังต่อพื้นที่ทั้งหมดใน Canal Section (ดูตารางที่ 1) และหลังการ เตรียมแปลงซึ่งรายงานโดยใช้แผ่นวัดระดับน้ำวัด จากแปลงตัวอย่างที่ได้เลือกไว้ (ดูตารางที่ 2)

ในวันอังคาร ข้อมูลรายสัปดาห์จะถูก ป้อนเข้าไปยังคอมพิวเตอร์และคอมพิวเตอร์จะ คำนวณหาความต้องการใช้น้ำและปริมาณน้ำที่ แต่ละหน่วย (ช่วงคลอง) ต้องการ รวมทั้งปริมาณ น้ำที่จะต้องส่งให้ ปตร. ต่างๆ หลังจากนั้นจะ พิมพ์ข้อมูลออกมาเพื่อให้หัวหน้างานจัดสรรน้ำฯ



ตารางที่ 1 การรายงานสภาพน้ำในแปลงนาในระหว่างการเตรียมแปลง (%) (วัชระ. 2537)

	% พื้นที่					
	สัปดาห์ที่ (นับจากเริ่มส่งน้ำ)					
	1	2	3	4	5	6
ขาดน้ำ ถ้าพื้นที่น้ำขัง	<20	<40	<60	<70	<80	<90
พอดี ถ้าพื้นที่น้ำขัง	20-30	40-50	60-75	70-90	80-100	90-100
น้ำมาก ถ้าพื้นที่น้ำขัง	>30	>50	>75	>90	100	100

ตารางที่ 2 การรายงานสภาพน้ำในแปลงนา (Field Wetness) หลังการเตรียมแปลง (วัชระ. 2537)

ระดับน้ำในแปลง	การรายงาน	FW*	DS (FW)**
0 - 4 ซม.	แห้งมาก	1	+ 30
4 - 6 ซม.	แห้ง	2	+ 15
6 - 10 ซม.	ปกติ	3	0
10 - 12 ซม.	เปียก	4	- 15
มากกว่า 12 ซม.	เปียกมาก	5	- 30

*FW = Field Wetness

** DS (FW) = ค่าปรับแก้เนื่องจากสภาพน้ำในแปลงนา

ของโครงการฯ ตรวจสอบ แล้วจึงพิมพ์รายงานการจัดสรรน้ำ สำหรับหัวหน้าโครงการฯ และหัวหน้างานส่งน้ำฯ ต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 2

ทุกวันพุธ ทางงานจัดสรรน้ำฯ จะจัดส่งรายงานเหล่านี้ไปยังงานส่งน้ำฯ ต่างๆ เพื่อให้พนักงานส่งน้ำใช้เป็นเกณฑ์ในการ ปิด-เปิด ควบคุม ปตร. ต่างๆ โดยเริ่มตั้งแต่เช้าวันพฤหัสบดี เป็นต้นไป

การควบคุมการส่งน้ำให้เกษตรกรจริงในสนามอาจไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ ถ้า

1. ฝนที่ตกจริงมากกว่าหรือน้อยกว่าฝนคาดการณ์

2. ปริมาณน้ำต้นทุนที่เขื่อนหรือหัวหน้าโครงการน้อยกว่าความต้องการน้ำชลประทานของระบบ ดังนั้นจึงต้องมีการติดตามผลของการส่งน้ำ (Monitoring) เพื่อวิเคราะห์ผลการส่งน้ำว่าเป็นไปตามแผนหรือไม่ และวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงหรือต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด การติดตามผลจะก่อให้เกิดผลดีต่อการจัดสรรน้ำดังนี้

WATER ALLOCATION SCHEDULING
SONG PHI NONG IRRIGATION PROJECT
Project Engineer report

Weekno. 12

date: 6 SEP 1994

Period: 24 MARCH - 30 MARCH

Average discharges in main canals and laterals in m3/s.

Main Canal Sections				Laterals			
WMS	Name	Station	Q	Name	Q	Name	Q
1	2L	22.700	8.96	6L-2L	1.76	7L-2L	1.54
				8L-2L	3.87		
2	5L-2L	0.000	21.50	1R-5L-2L	4.12	1L-5L-2L	0.37
				2R-5L-2L	0.00	2L-5L-2L	0.86
3	5L-2L	9.813	15.08	3L-5L-2L	0.26	4L-5L-2L	1.52
				1L-2R-5L-2L	0.00		
4	5L-2L	26.401	3.87	4R-5L-2L	0.90	5L-5L-2L	1.77
5	3R-5L-2L	0.000	7.20	1L-3R-5L-2L	0.25	2L-3R-5L-2L	1.20
				3L-8R-5L-2L	2.31	4L-3R-5L-2L	0.07
				5L-3R-5L-2L	1.02		
Total Discharge into project					30.46	m3/s	
Total Discharge for the Project Area					30.46	m3/s	
Total Discharge to the Downstream Areas					0.00	m3/s	
Water uses efficiency last week					18.00	%	

(1) สำหรับนายช่างหัวหน้าโครงการ

WATER ALLOCATION SCHEDULING
SONG PHI NONG IRRIGATION PROJECT
Water Master Report Sector 1

Weekno. 12

date: 6 SEP 1994

Period: 24 MARCH - 30 MARCH

Zone Canal	Station	Disch.	Norm. Req.	E.R.	F.W.R.	Act. Req.	Supply
1 2L	22.700	8.96	0.77	3	Normal	0.77	0.77
2 6L-2L	0.000	1.76	0.80	3	Normal	0.80	0.80
3 6L-2L	6.915	0.91	0.86	3	Normal	0.86	0.86
4 7L-2L	0.000	1.54	1.46	3	Normal	1.46	1.46
5 8L-2L	0.000	3.87	1.09	3	Normal	1.09	1.09
6 8L-2L	9.782	2.59	0.05	7	Normal	0.05	0.05
1R-8L-2L	0.000	0.13	0.13	7	Normal	0.13	0.13
1L-8L-2L	0.000	0.56	0.54	7	Normal	0.54	0.54
2L-8L-2L	0.000	0.64	0.60	7	Normal	0.60	0.60
7 8L-2L	12.544	1.16	0.43	7	Normal	0.43	0.43
2R-8L-2L	0.000	0.31	0.30	7	Normal	0.30	0.30
8 8L-2L	19.265	0.36	0.34	5	Normal	0.34	0.34
Total Discharge into project					8.96	m3/s	
Total Discharge for This Sector					8.96	m3/s	
Total Discharge to the Downstream Areas					0.00	m3/s	
Water uses efficiency last week					14.00	%	

(2) สำหรับหัวหน้างานส่งน้ำและบำรุงรักษา

รูปที่ 2 ตัวอย่างรายงานผลการจัดสรรน้ำ (วัชระ. 2537)

ผลในระยะสั้น (Short Term) เพื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ส่งได้จริงกับแผนที่วางไว้ และสอบถามสาเหตุที่ไม่สามารถส่งได้ตามแผน

ผลระยะยาว (Long Term) เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณน้ำต้นทุน ปริมาณน้ำที่ความต้องการและประสิทธิภาพการใช้น้ำในฤดูกาลเพาะปลูกที่ผ่านมาเพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนและดำเนินงานในฤดูกาลเพาะปลูกต่อไป

4. ขั้นตอนการคำนวณการจัดสรรน้ำ ในโปรแกรม WASAM Version 2

การคำนวณจะใช้หลักการของ WASAM เดิมที่พัฒนาขึ้นมาและใช้ในโครงการชลประทานแม่กลองใหญ่ การคำนวณแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน

$$R(N) = \frac{\sum_{I=1}^{NC} [EV(ES) * CF(w1, I) + LP(w1, I) + COR - RE(RS))] * A(I, N)}{378,000 * SUE(w1, I)} \quad \text{--- (1)}$$

เมื่อ $R(N)$ = ความต้องการน้ำของช่วง
คลอง N ในสัปดาห์ที่ w ใดๆ
(ม.³/วินาที)

$EV(ES)$ = Weekly Potential Evapotranspiration ของสถานี ES
(มม.)

$CF(w1, I)$ = Crop Factor ของพืช I ซึ่ง
มีอายุ w1 สัปดาห์

NC = จำนวนของชนิดพืช ใน
WASAM 2 สามารถใช้ได้
กับพืชถึง 6 ชนิดคือ 1 = ข้าว
นาปรัง, 2 = ข้าวนาปี, 3 =
อ้อย, 4 = พืชไร่, 5 = ไม้ยืนต้น,
6 = บ่อเลี้ยงปลา

$LP(w1, I)$ = Weekly Land Prepara-
tion + Percolation ของ

คือ **ขั้นตอนที่ 1** คำนวณความต้องการน้ำ
ชลประทานของช่วงคลองต่างๆ รายสัปดาห์จาก
รูปแบบการปลูกพืช สภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อการใช้น้ำ
ชลประทานและประสิทธิภาพในการใช้น้ำ
ชลประทาน และ**ขั้นตอนที่ 2** คือ การคำนวณหา
ปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องส่งให้ประตูระบาย
ต่างๆ โดยพิจารณาถึงสภาพทางชลศาสตร์ของ
ระบบคลองส่งน้ำ และการสูญเสียน้ำขณะส่งโดยมี
รายละเอียดการคำนวณดังนี้

4.1 การคำนวณหาความต้องการน้ำ ชลประทาน

ความต้องการน้ำชลประทานของช่วง
คลอง N ในสัปดาห์ที่ w จะหาได้จากสูตร

พืช I ซึ่งมีอายุ w1 สัปดาห์
(มม.)

COR = ค่าปรับแก้ (Correction)

$RE(RS)$ = ฝนคาดการณ์ (Expected
Rainfall) ของสถานี RS
(มม.)

$A(I, N)$ = พื้นที่เพาะปลูกพืช I ใน
ช่วงคลอง N (ไร่)

$SUE(w1, I)$ = ประสิทธิภาพการใช้น้ำใน
ระดับแปลงของพืช I ซึ่งมี
อายุ w1

กรณีที่มีการรายงานว่าฝนที่ตกจริง
มากกว่าหรือน้อยกว่าฝนคาดการณ์ หรือมีการ
รายงานว่าสภาพน้ำในแปลงมากหรือน้อยเกินไป
ค่า COR ในสมการที่ 1 จะมีค่ามากกว่า 0 การหา
ค่า COR ทำได้ดังนี้

1. การหาค่าปรับแก้จากข้อมูลฝนใน สัปดาห์ใดๆ

$$\text{ถ้า } RACW (RS) = RE (RS)$$

$$\text{ให้ } DR = RE (RS) - RACW (RS) \quad \text{--- (2)}$$

เมื่อ $RACW (RS)$ คือ ฝนที่ตกจริงที่
สถานี RS ในสัปดาห์ที่ w เป็น มม./สัปดาห์

DR = ค่า Correction เนื่องจากฝน
(มม. /สัปดาห์)

2. การหาค่าปรับแก้เนื่องจากสภาพ น้ำในแปลงนา (Field Wetness)

สภาพน้ำในแปลงนาหมายถึงระดับน้ำ
ในแปลงนา แต่ละช่วงคลองจะมีจุดตรวจวัด
ความลึกของน้ำในแปลงนา ถ้าระดับน้ำอยู่ระหว่าง
6-10 ซม. หมายถึงสภาพปกติ ถ้าน้อยกว่า 6 ซม.
หมายความว่าแห้ง ถ้ามามากกว่า 10 ซม. หมายความว่า
สภาพเปียก โดยดูจากเกณฑ์ในตารางที่ 2

ถ้าสภาพน้ำในแปลงนาแสดงว่าเปียก
หรือแห้ง จะอ่านค่าปรับแก้ $DS (FW)$ ได้จาก
ตารางที่ 2

$$COR = MAX [DR, DS (FW)] \quad \text{--- (3)}$$

4.2 การคำนวณปริมาณน้ำ (Q) ที่ส่งให้ ช่วงคลองต่างๆ

การคำนวณ Q ที่ส่งให้ช่วงคลองที่ N
จะคำนวณจากปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องส่งให้
ช่วงคลอง N (ตามความต้องการน้ำชลประทาน
ของช่วงคลอง N) บวกผลรวมของ Q ที่ต้องส่ง
ให้ช่วงคลอง 1 ถึง M ที่อยู่ท้ายน้ำของช่วงคลอง
 N บวกการสูญเสียจากแหล่งน้ำถึงช่วงคลองที่
 N ดังรูปที่ 3 หรือ

$$Q(N) = S(N) + \sum_{i=1}^M Q(I) + \text{LOSS}(N) \quad \text{--- (4)}$$

เมื่อ $Q(N)$ = ปริมาณน้ำที่ต้องส่งให้ ปตร.

ของช่วงคลอง N

$S(N)$ = ปริมาณน้ำที่ต้องส่งให้พื้นที่
รับน้ำของช่วงคลอง N

$Q(I)$ = ปริมาณน้ำที่ต้องส่งจากช่วง
คลอง N ให้คลอง 1 ถึง M
ที่รับน้ำต่อจากช่วงคลอง N

$\text{LOSS}(N)$ = การสูญเสียน้ำขณะส่งน้ำ
จากแหล่งน้ำถึงช่วงคลอง N

หลังจากคำนวณ $Q(N)$ ได้แล้วโปรแกรม
WASAM 2 จะตรวจสอบค่า $Q(N)$ และปรับค่า
ตามเกณฑ์การส่งน้ำดังนี้ (Vudhivanich, 1988)

1. กรณี $Q(N) < 0.4 Q_{min}(N)$

ถือว่าปริมาณน้ำที่ส่งมีค่าน้อยมาก
จึงกำหนดให้ $Q(N) = 0$

และบันทึกว่ามีความต้องการน้ำ
หรือ $D(N) > 0$ แต่ไม่ได้ส่งให้

2. กรณี $0.4 Q_{min}(N) < Q(N) < Q_{min}(N)$

$$\text{ให้ } Q(N) = Q_{min}(N)$$

ยกเว้นกรณีที่ $R(N) = 0$ และคลอง
ที่รับน้ำต่อจากช่วงคลอง N ไม่ต้องการให้มีการ
ควบคุมระดับน้ำใน N ให้มากกว่า Q_{min} หรือ
เครื่องหมายในตัวแปร $M(I)$ เป็น - ถ้า $M(I)$ มี
เครื่องหมายเป็น + จะต้องเพิ่ม $Q(N)$ ให้เท่ากับ
 $Q_{min}(N)$ ซึ่งแสดงว่ามีการจัดสรรน้ำ เกินกว่า
ความต้องการ ปริมาณน้ำส่วนเกิน V จะคำนวณ
หาได้จากสมการ

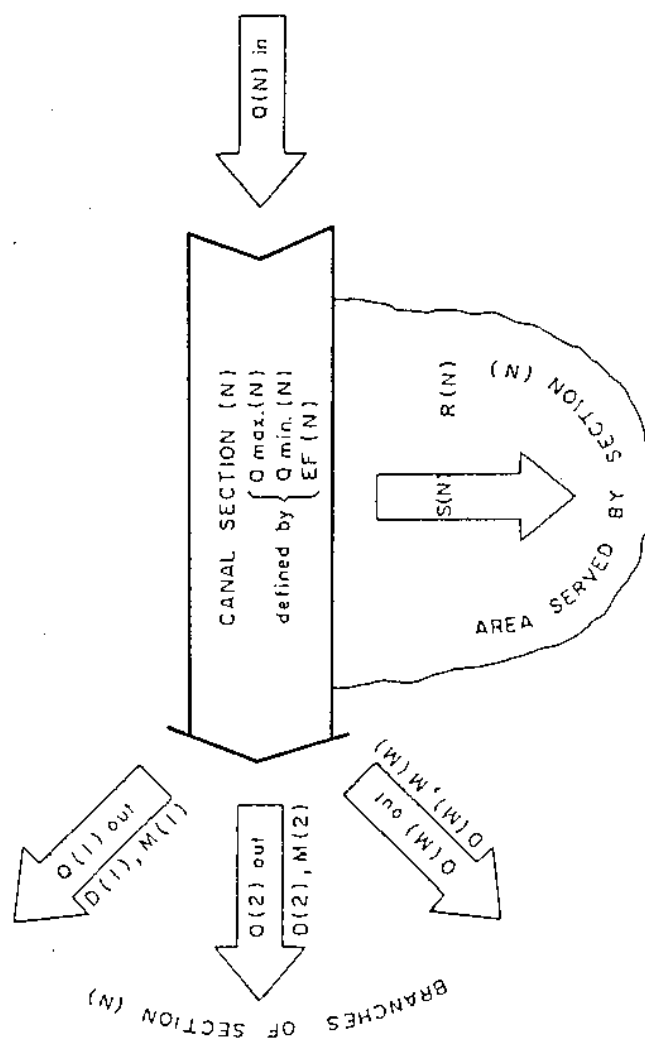
$$V = Q_{min}(N) - Q(N)$$

กรณีที่มีการจัดสรรน้ำเกินความต้องการ
($V > 0$) จะต้องมีการกระจายน้ำส่วนเกินให้ช่วง
คลอง 1-M ท้ายน้ำตามเกณฑ์และลำดับความ
สำคัญก่อนหลังดังต่อไปนี้

- ช่วงคลองที่ $D(I) > 0$

ให้จัดสรรน้ำเพิ่ม = $D(I)$

- ถ้ายังมีน้ำส่วนเกินเหลือ ให้จัดสรร



$$Q(N) = S(N) + \sum_{I=1}^M Q(I) + \text{LOSS}(N)$$

Discharges (m³/sec)

Q(N) : incoming to in section (N)
 Q max (N) : maximum capacity
 Q min (N) : minimum capacity
 Q(1).....Q(M) : outgoing to branches of (N)
 S(N) : irrigation supply
 R(N) : irrigation requirement

D(1)..... D(M) : special counter for shortage or excess distribution in the branches of (N)

M(1).....M(M) : characteristic related to the required supply levels in the branches of (N)

LOSS (N) : conveyance loss (N)

รูปที่ 3 การคำนวณ Q ที่ส่งให้ ปตร. ของช่วงคลอง N (Ilaco/Empire M&T. 1988 (a))

น้ำให้ช่วงคลอง 1-M เพิ่มเท่ากับ Q_{min}

- ถ้ายังมีน้ำส่วนเกินเหลืออีก ให้จัดสรรน้ำเพิ่มตามสัดส่วนของน้ำที่ได้จัดสรรไปแล้ว

3. กรณี $Q_{min}(N) < Q(N) < Q_{max}(N)$

ใช้ค่า $Q(N)$ ที่คำนวณได้โดยไม่ต้องปรับ

4. กรณี $Q(N) > Q_{max}(N)$

ให้ $Q(N) = Q_{max}(N)$

กรณีนี้จะเกิดการขาดน้ำ (P)

$P = Q(N) - Q_{max}(N)$

ค่า P จะถูกจัดสรรให้ช่วงคลอง 1-M ทำให้น้ำตามสัดส่วน

หลังจากคำนวณค่า $Q(N)$ ของช่วงคลองต่างๆ แล้ว WASAM 2 จะพิมพ์ผลการคำนวณออกมาเพื่อให้เจ้าหน้าที่จัดสรรน้ำอาวุธโสของโครงการชลประทานตรวจสอบความถูกต้องในการคำนวณค่า $Q(N)$ ถ้าผลเป็นที่ยอมรับได้จะสั่งให้ WASAM 2 จัดพิมพ์รายงาน ต่อไป

$$WUE(L) = \frac{\sum_{I=1}^{NC} [EV(ES) * CF(w1,I) + LP(w1,I) - ER(RS)] * A(I,N)}{378,000} \quad \text{--- (6)}$$

J = จำนวนช่วงคลองในงานส่งน้ำที่ L

ER(RS) = ฝนใช้การ (Expected Rainfall) ของสถานี RS (มม.)

$Q_{supply} = \Sigma Q_{in} - \Sigma Q_{out}$ มีหน่วยเป็น $m^3/วินาที$

5. การคำนวณหาประสิทธิภาพการใช้น้ำ (Water Use Efficiency)

WASAM 2 ได้พัฒนาขึ้นมาเพื่อให้สามารถคำนวณหาประสิทธิภาพการใช้น้ำรายสัปดาห์ของทั้งโครงการและของแต่ละงานส่งน้ำ และรายงานพร้อมกับรายงานผลการจัดสรรน้ำประจำสัปดาห์ดังแสดงในรูปที่ 2 และเมื่อสิ้นสุดฤดูกาลส่งน้ำ WASAM 2 สามารถจัดทำรายงานสรุปประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทานรายสัปดาห์ของแต่ละงานส่งน้ำ และสรุปประสิทธิภาพการใช้น้ำของทั้งฤดูกาลดังแสดงในรูปที่ 4 การคำนวณหาประสิทธิภาพการใช้น้ำในสัปดาห์ใด ๆ ใช้สูตร

$$WUE(L) = \frac{\sum_{I=1}^J R'(N)}{Q_{supply}} \quad \text{--- (5)}$$

เมื่อ $WUE(L)$ = ประสิทธิภาพการใช้น้ำของงานส่งน้ำที่ L (%)

$R'(N)$ = ความต้องการน้ำชลประทานสุทธิของช่วงคลองที่ N ($m^3/วินาที$)

6. การให้พัฒนาโปรแกรม WASAM 2

จากข้อบกพร่องของโปรแกรม WASAM เดิมตามที่กล่าวมาแล้วในข้อ ๑ จึงได้พัฒนาโปรแกรม WASAM 2 โดยใช้ Quick Basic 4.5 Compiler โปรแกรม WASAM 2 จึงสามารถนำไปใช้กับโครงการชลประทานโดยทั่วๆ ไปได้ โดยสามารถป้อนข้อมูลเกี่ยวกับระบบชลประทาน

WEEKLY EFFICIENCY (%) IN WMS

DATE: 09-07-1994

PROJECT NAME: SONG PHI NONG IRRIGATION PROJECT
For DRY season in 1994

Week	WMS 1	WMS 2	WMS 3	WMS 4	WMS 5	Everage
2	0	0	0	10	19	16
3	0	0	0	28	40	36
4	0	0	0	54	56	55
5	0	0	0	69	63	65
6	0	0	0	71	66	67
7	22	30	46	76	53	46
8	41	36	35	66	43	44
9	47	42	32	56	53	48
10	53	42	41	46	52	48
11	14	5	0	21	30	18
12	3	0	0	0	0	1
13	74	63	63	62	55	63
14	66	41	79	64	62	59
15	0	0	36	45	7	11
16	63	44	85	55	65	59
17	68	50	85	53	61	61
18	0	0	13	28	9	8
19	84	91	95	43	48	65
20	51	54	26	28	22	35
21	44	43	37	32	15	31
22	57	56	50	11	17	36
23	56	63	78	11	8	38

CALCULATION OF SEASON EFFICIENCY

DATE: 09-07-1994

PROJECT NAME: SONG PHI NONG IRRIGATION PROJECT
For DRY season in 1994

WMS	IWR	Actual Q	WUE
	----- m3/s-----		%
1	76.24	176.00	43.32
2	56.21	158.30	35.51
3	31.43	70.40	44.64
4	65.13	150.20	43.36
5	118.87	318.70	37.30

EFFICIENCY OF PROJECT = 39.82 %

รูปที่ 4 ประสิทธิภาพการใช้น้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสองพี่น้องฤดูแล้ง พ.ศ. 2537

ของโครงการ รูปแบบการปลูกพืช ข้อมูลภูมิอากาศ และอื่นๆ แบบ Interactive จุดเด่นของ WASAM 2 คือสามารถคำนวณประสิทธิภาพการใช้น้ำในสปีดน้ำที่ผ่านมาได้ตามที่กล่าวถึงในหัวข้อที่ 5 ทำให้นายช่างหัวหน้าโครงการ หัวหน้างานจัดสรรน้ำ และหัวหน้างานส่งน้ำทราบถึงผลของการส่งน้ำว่าดีหรือไม่ดีเพียงใด ถ้าประสิทธิภาพต่ำกว่ามาตรฐานหรือเกณฑ์ที่ทางโครงการกำหนด ก็ควรได้ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุและปรับปรุงวิธีการส่งน้ำต่อไป

โปรแกรม WASAM 2 มีโครงสร้างทั่วไปเหมือนกับ WASAM เดิม ยกเว้นส่วนที่พัฒนาเพิ่มเพื่อให้สามารถทำงานแบบ Interactive และส่วนของการคำนวณหาประสิทธิภาพการใช้น้ำตามที่กล่าวมาแล้ว (ดูรูปที่ 5) ซึ่งจะเห็นได้ว่า WASAM 2 มีโปรแกรมน้อยที่เขียนเพิ่มขึ้นอีก 4 โปรแกรม คือ

1. โปรแกรม MENU.BAS เพื่อแสดงรายการเพื่อเลือกเข้าสู่โปรแกรมน้อยอื่นๆ (ดูภาคผนวก)
2. โปรแกรม DISC.BAS เพื่ออ่านข้อมูลประมาณน้ำไหลผ่านอาคารจริง จากแฟ้มข้อมูลชื่อ DADIS.DAT และทำการคำนวณเป็นปริมาณน้ำที่ใช้จริงในแต่ละงานส่งน้ำ และเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลชื่อ DISC.DAT (RANDOM EXCESS FILE)
3. โปรแกรม WUE.BAS เพื่อทำการคำนวณประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทานของงานส่งน้ำและโครงการฯ ในสปีดน้ำต่างๆ และเก็บข้อมูลความต้องการน้ำชลประทานสุทธิไว้ในแฟ้มข้อมูลชื่อ CWR.DAT (RANDOM EXCESS FILE) และเก็บการคำนวณประสิทธิภาพรายสปีดน้ำไว้ในแฟ้มข้อมูลชื่อ WUE.DAT (RANDOM EXCESS FILE)
4. โปรแกรม EFFIC.BAS เพื่อทำการ

คำนวณและแสดงประสิทธิภาพการชลประทานของงานส่งน้ำฯ และโครงการตลอดฤดูกาลโดยนำข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลชื่อ WUE.DAT, CWR.DAT และ DISC.DAT มาทำการคำนวณ

WASAM 2 มีข้อดีที่แตกต่างจาก WASAM เดิม ดังแสดงในตารางที่ 3

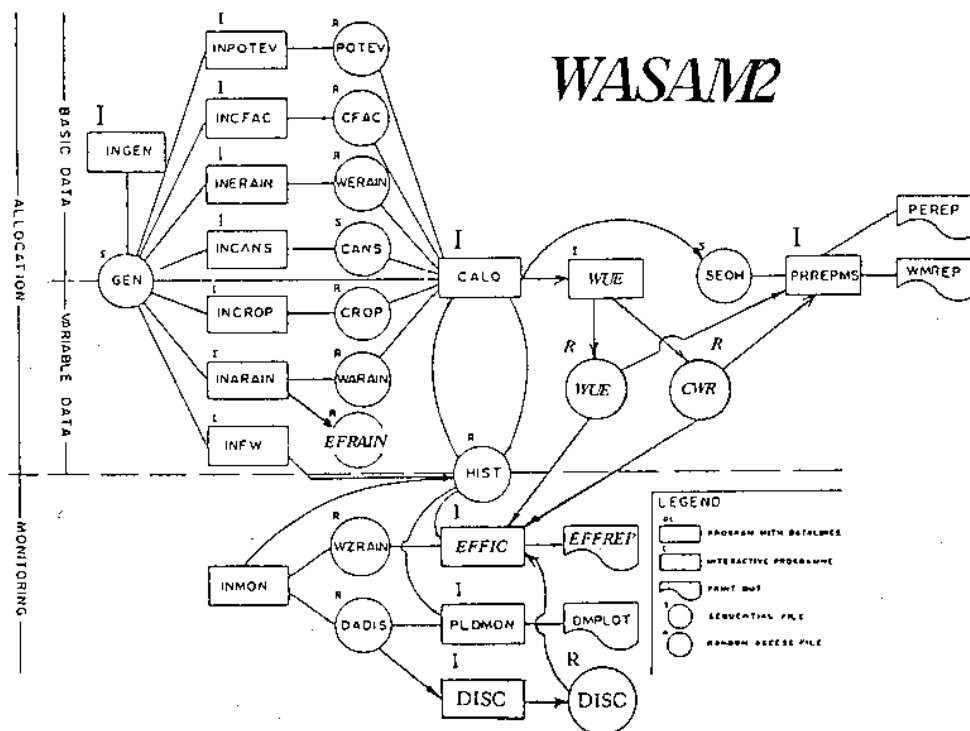
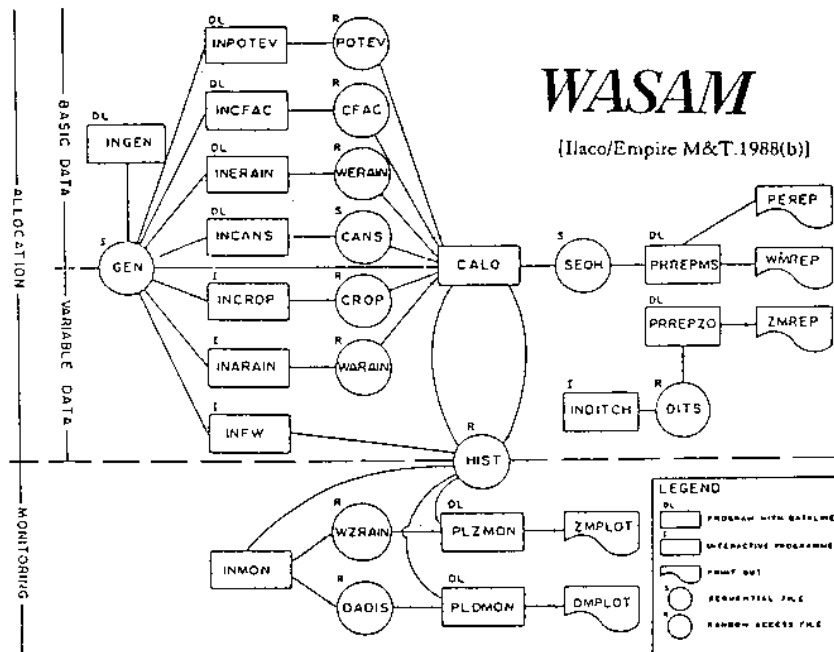
ตัวอย่างแสดงการ RUN โปรแกรม WASAM 2 แสดงอยู่ในภาคผนวก

7. ผลการทดลองใช้โปรแกรม

ผลการทดลองใช้โปรแกรมโดยใช้ข้อมูลการปลูกพืช สปีดน้ำเริ่มปลูก ฝนตกจริงปริมาณน้ำผ่านอาคารควบคุมบังคับน้ำเข้างานส่งน้ำต่างๆ ในฤดูแล้ง ปี พ.ศ. 2537 ของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสองพี่น้องได้รายงานผลการจัดสรรน้ำแสดงในตัวอย่างรูปที่ 2 ได้ปริมาณน้ำแนะนำ ปริมาณน้ำส่งจริง ฝนคาดการณ์ และฝนตกจริง แสดงตัวอย่างในรูปที่ 6 และประสิทธิภาพการชลประทานในสปีดน้ำต่างๆ รวมถึงตลอดฤดูกาลแสดงดังรูปที่ 5 ซึ่งได้ผลเป็นที่น่าพอใจประสิทธิภาพโครงการสำหรับฤดูแล้งปี พ.ศ. 2537 เท่ากับ 39.82%

8. สรุป

โปรแกรม WASAM Version 2 เป็นโปรแกรมที่พัฒนาจาก WASAM เดิมให้สามารถใช้ได้กับโครงการชลประทานทั่วไป การใช้งานทำได้ง่ายและทำงานได้รวดเร็วขึ้นสามารถประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำของงานส่งน้ำและโครงการฯ ซึ่งถ้าโครงการฯ ได้นำโปรแกรมดังกล่าวไปใช้จริงในอนาคตและปฏิบัติตามแนวทางของโปรแกรมอย่างเอาใจใส่และจริงจังจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำของโครงการฯ ได้



รูปที่ 5 เปรียบเทียบโครงสร้างโปรแกรม WASAM และ WASAM VERSION 2

ตารางที่ 3 ข้อแตกต่างระหว่าง WASAM เดิม กับ WASAM Version 2

WASAM เดิม	WASAM Version 2
1. ใช้กับระบบโครงการชลประทานขนาดใหญ่ ซึ่งประกอบด้วยโครงการย่อยๆ หลายโครงการฯ เช่น โครงการชลประทานแม่กลองใหญ่	1. ใช้กับโครงการชลประทาน 1 โครงการ ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 3 - 4 แสนไร่
2. การแก้ไขและป้อนข้อมูลเบื้องต้นต่างๆ จะต้องแก้ไขในตัวโปรแกรม	2. สามารถแก้ไขข้อมูลต่างๆ ได้โดยตรงแบบ Interactive ทำให้ง่ายต่อการใช้งาน
3. ต้อง RUN บนโปรแกรมหลักเช่น BASICA หรือ QBASIC	3. มี Execute File (EXE) ทำให้สามารถ RUN บน DOS ได้โดยตรงสะดวกต่อการนำไปใช้งาน
4. ไม่สามารถประเมินประสิทธิภาพการชลประทานเป็นรายสัปดาห์ และตลอดฤดูกาลได้	4. สามารถประเมินประสิทธิภาพดังกล่าวได้ และรายงานให้หัวหน้าโครงการฯ และหัวหน้างานส่งน้ำฯ ทราบเพื่อเป็นตัวชี้ถึงการดำเนินงานของเจ้าหน้าที่หรือการใช้น้ำของเกษตรกรในสัปดาห์หรือฤดูกาลที่ผ่านมา
5. ใช้ได้กับพีซี 4 ชนิด คือ ข้าวนาปรัง ข้าวนาปี อ้อย และพืชอื่นๆ	5. เพิ่มชนิดพืชอีก 1 ชนิดคือ ไม้ยืนต้นและปอเล้งปลาทำให้การคำนวณปริมาณน้ำมีความละเอียดยิ่งขึ้น
6. สามารถคำนวณและรายงานผลการคำนวณปริมาณน้ำในระดับคูส่งน้ำได้	6. ไม่สามารถคำนวณได้เนื่องจากพิจารณาถึงศักยภาพของโครงการฯ ในปัจจุบันยังมีไม่เพียงพอ

9. กิตติกรรมประกาศ

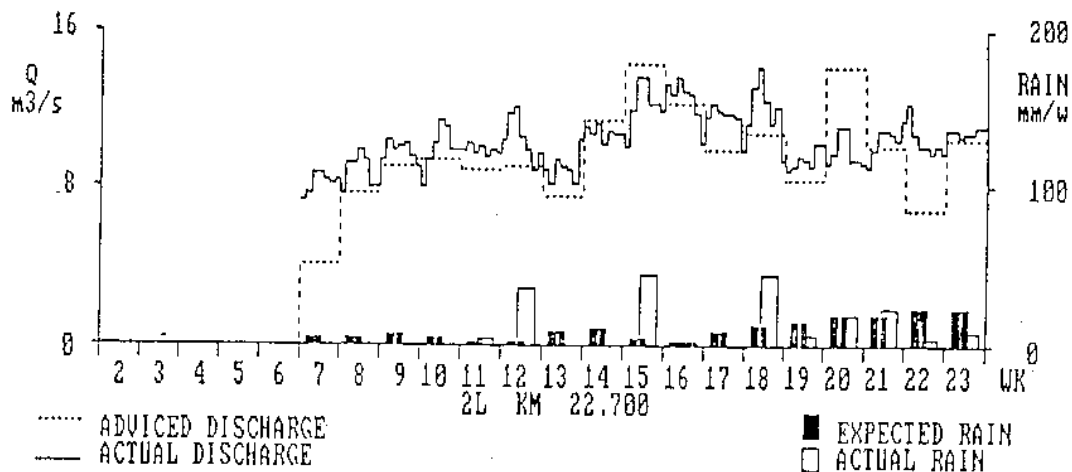
ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติเป็นอย่างสูงที่ได้สนับสนุนด้านเงินทุนวิจัยเรื่อง "การพัฒนากลยุทธ์ในการจัดสรรน้ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำของโครงการชลประทาน" และคณะวิจัยในโครงการดังกล่าวของภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

10. เอกสารอ้างอิง

1. ภารดา มีอำพล และวราวุธ วุฒินิษฐ์. โปรแกรม WASAM Version 1.1. วิศวกรรมสาร มก. ฉบับที่ 20 ปีที่ 7 สิงหาคม - พฤศจิกายน 2536.
2. จักร ชื่อดี. การพัฒนาโปรแกรมจัดสรรน้ำและติดตามประเมินผลการใช้น้ำสำหรับโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสองพี่น้อง. วิทยา

SYSTEM : SONG PHI NONG IRRIGATION PROJECT
DATE: 09-07-1994

DISTRIBUTION MONITORING
MAIN SYSTEM



รูปที่ 6 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำแนะนำ ปริมาณน้ำส่งจริงคาดการณ์
และฝนตกจริง ณ จุดตรวจวัด ปตร. กลางคลอง 2L กม. 22 + 700

นิพนธ์ ระดับปริญญาโท. ภาควิชาวิศวกรรม
ชลประทาน บัณฑิตวิทยาลัย ม. เกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม. พฤศจิกายน
2537

3. วราวุธ วุฒินิชย์ เจษฎา แก้วกล้า
พงศธร โสภานันท์ และวัชร เสือดี. รายงาน
ความก้าวหน้าโครงการวิจัยเรื่อง “การพัฒนากล
ยุทธ์ในการจัดสรรน้ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการ
ใช้น้ำในโครงการชลประทาน” ซึ่งได้รับเงินสนับ
หนุนจากคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. ภาควิชา
วิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน
นครปฐม. สิงหาคม 2537.

4. Ilaco/Empire M&T. Water

Allocation Scheduling and Monitoring.
General Program Description. Royal Irriga-
tion Department. April 1988 (a).

5. Ilaco/Empire M&T. Water Al-
location Scheduling and Monitoring.
WASAM Computer Manual. Royal Irriga-
tion Department. April 1988 (b)

6. Vudhivanich, V., Water Allo-
cation Scheduling & Monitoring, CEC/
AIT-Training Document, Department
of Irrigation Engineering, Faculty of Engi-
neering, Kasetsart University, Kamphaeng-
saen Campus, Nakorn Pathom, September
1988.

ภาคผนวก

ภาพที่ 1-8 แสดง MENU และการ RUN WASAM 2 แบบ Interactive

WATER ALLOCATION SCHEDULING AND MONITORING (Version 2.0)

PROJECT NAME :>>>>> SONG PHI MONG IRRIGATION PROJECT

Developed by

V. VODRIVANICH & W. SUIADEE

Department of Irrigation Engineering

Faculty of Engineering

KASETSART UNIVERSITY

April 1993

09-08-1994 09:52:18

ภาพที่ 1 การเริ่มต้นเข้าสู่โปรแกรม WASAM Version 2

WATER ALLOCATION SCHEDULING AND MONITORING MENU

[1] - WATER ALLOCATION SCHEDULING

[2] - WATER ALLOCATION MONITORING

[Esc] - EXIT WASAM

ENTER SELECTION

09-08-1994 09:52:47

ภาพที่ 2 MENU หลักของโปรแกรม

WATER ALLOCATION SCHEDULING MENU

[1] - CREATE INPUT DATA FILE

[2] - CALCULATE DISCHARGE

[3] - GENERATE SCHEDULING REPORT

[Esc] - RETURN TO MAIN MENU

09-08-1994

ENTER SELECTION

09:53:35

ภาพที่ 3 MENU ย่อยเมื่อเลือกหมายเลข 1 ของ MENU หลัก
คือ WATER ALLOCATION SCHEDULING MENU

CREATE INPUT DATA FILE MENU

[1]-GENERAL DATA	[5]-CANAL SYSTEM DATA
[2]-POTENTIAL ET DATA	[6]-CROP DATA
[3]-CROP FACTOR DATA	[7]-ACTUAL & EFFECTIVE RAINFALL DATA
[4]-EXPECTED RAINFALL DATA	[8]-FIELD WETNESS DATA

[Esc] - RETURN TO MAIN MENU

09-08-1994

ENTER SELECTION

09:54:28

ภาพที่ 4 MENU ย่อย เมื่อเลือกหมายเลข 1 คือ CREATE INPUT DATA FILE MENU

OVERVIEW OF THE CALCULATED DISCHARGES						DATE : 10-07-1994	
FOR IRRIGATION SYSTEM : SOXG PHI WONG IRRIGATION PROJECT						WEEK : 12	
Name	Station	No. Require	Supply	Loss	Min. Disch.	Max.	
2L	22.700	1	0.00	0.00	0.00	30.48	99.83
2L	22.700	2	0.77	0.77	1.02	8.98	82.98
6L-2L	0.000	3	0.80	0.80	0.05	1.78	3.16
6L-2L	8.915	4	0.86	0.86	0.04	0.91	2.00
7L-2L	0.000	5	1.48	1.48	0.08	1.54	2.11
8L-2L	0.000	6	1.09	1.09	0.19	3.87	7.96
8L-2L	9.182	7	0.05	0.05	0.05	2.59	6.72
1R-8L-2L	0.000	8	0.13	0.13	0.01	0.13	0.65
1L-8L-2L	0.000	9	0.54	0.54	0.02	0.58	1.20
2L-8L-2L	0.000	10	0.60	0.60	0.04	0.64	1.47
8L-2L	12.544	11	0.43	0.43	0.05	1.18	2.90
2R-8L-2L	0.000	12	0.30	0.30	0.01	0.31	0.93
8L-2L	19.265	13	0.34	0.34	0.02	0.36	1.32
5L-2L	0.000	14	0.60	0.60	0.47	21.50	51.10
1R-5L-2L	0.000	15	1.81	1.81	0.18	4.12	4.91
1L-1R-5L-2L	0.000	16	1.44	1.44	0.05	2.32	2.33
1L-1L-1R-5L-2L	0.000	17	0.80	0.80	0.04	0.84	1.45
1L-5L-2L	0.000	18	0.36	0.36	0.01	0.37	0.64

ภาพที่ 5 ผลหน้าจอขณะคำนวณปริมาณน้ำและน้ำหลังจากเลือกหมายเลข 2 ใน WATER ALLOCATION SCHEDULING MENU

WATER ALLOCATION SCHEDULING							
SONG PHI WONG IRRIGATION PROJECT							
Project Engineer Report							
Weeks: 12		date: 8 SEP 1994		Period: 24 MARCH - 30 MARCH			
Average discharges in main canals and laterals in m3/s.							
Main Canal Sections				Laterals			
PMS	Name	Station	Q	Name	Q	Name	Q
1	2L	22.700	8.96	6L-2L	1.76	7L-2L	1.54
				8L-2L	3.87		
2	5L-2L	0.000	11.50	1R-5L-2L	4.12	1L-5L-2L	0.37
				2R-5L-2L	0.00	2L-5L-2L	0.86
3	5L-2L	9.813	15.08	3L-5L-2L	0.36	4L-5L-2L	1.52
				5L-2R-5L-2L	0.00		
4	5L-2L	26.401	3.87	4R-5L-2L	0.90	5L-5L-2L	1.77
5	3L-5L-2L	0.000	7.20	1L-3R-5L-2L	0.25	2L-3R-5L-2L	1.20
				3L-3R-5L-2L	2.31	4L-3R-5L-2L	0.07
				5L-3R-5L-2L	1.02		
*** HIT RETURN TO CONTINUE ***							

ภาพที่ 6 ผลการรายงานปริมาณน้ำและน้ำและประสิทธิภาพชลประทานสำหรับหัวน้ำโครงการหลังจากเลือกหมายเลข 3 ใน WATER ALLOCATION SCHEDULING MENU

WATER ALLOCATION MONITORING MENU

[1] - CREATE INPUT MONITORING DATA
[2] - PLOT MONITORING DATA
[3] - CALCULATE EFFICIENCY OF SEASON
[ESC] - RETURN TO MAIN MENU

10-07-1994 ENTER SELECTION 09:47:33

ภาพที่ 7 MENU ย่อย หลังจากเลือกหมายเลข 2 (WATER ALLOCATION MONITORING) ใน MAIN MENU

EFFICIENCY OF WET OR SEASON (WET/DRY)? Dry
OF THE YEAR? 1994
FIRST WEEKNUMBER ? 2
LAST WEEKNUMBER ? 23

ภาพที่ 8 การป้อนข้อมูลลำดับที่เริ่มต้นและสิ้นสุดการเพาะปลูกเพื่อประเมินประสิทธิภาพการชลประทานตลอดฤดูกาล หลังจากเลือกหมายเลข 3 ใน WATER ALLOCATION MONITORING MENU