การพัฒนาแบบจำลองการประเมินวางแผนน้ำลุ่มน้ำปัวรายตำบล

Water Evaluation And Planning System (WEAP)

Pua Basin

นาย ชวลิต	ศึกษา	รหัส	51360141
นาย ตวงโชค	สำลีปั้น	รหัส	51360240

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2554

160339 70

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 10 ก.ค. 2555
เลขทะเบียน ...ปร.
เลขเรียกหนังสือ ...ว281ร
มหาวิทยาลัยนเรศวร 2554

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน การพัฒนาแบบจำลองการประเมินวางแผนน้ำลุ่มน้ำป่วรายตำบล

ผู้ดำเนินโครงงาน นาย ชวลิต ศึกษา รหัส 51360141

นาย ตวงโชค สำลีปั้น รหัส 51360240

ที่ปรึกษาโครงงาน รศ. ดร.สมบัติ ชื่นชูกลิ่น

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

ภาควิชา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

ปีการศึกษา 2554

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(รศ. ดร.สมบัติ ชื่นชูกลิ่น)

.....กรรมการ

(รศ. ดร. สงวน ปัทมธรรมกุล)

.....หัวหน้าภาค

(ผศ.ดร. ทวีศักดิ์ แตะกระโทก)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การพัฒนาแบบจำลองการประเมินวางแผนน้ำลุ่มน้ำปัวรายตำบล		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นาย ชวลิต	ศึกษา	รหัส 51360141
	นาย ตวงโชค	สำลีปั้น	รหัส 51360240
ที่ปรึกษาโครงงาน	รศ.ดร.สมบัติ ชื่นชกลิ่น		
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา		
ภาควิชา	ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์		
ปีการศึกษา	2554		

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ทำขึ้นมาเพื่อศึกษาและประยุกต์ใช้แบบจำลอง เพื่อการพัฒนาแบบจำลองการประเมินวางแผนน้ำลุ่มน้ำปัว **Water Evaluation And Planning System (WEAP)** รายตำบล อ.ปัว จ.น่าน ทั้งหมด 7 ตำบล พื้นที่ทั้งหมด 404 ตร.กม โดยใช้ข้อมูลจากข้อมูลอุทกวิทยาและการใช้น้ำปัจจุบัน ประกอบกับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Quantum Geographic Information System: QGIS) เข้ามาช่วยในการทำแผนที่ของลุ่มน้ำปัว เพื่อที่จะนำไปใช้คำนวณร่วมกับโปรแกรม **WEAP** โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝน ความต้องการใช้น้ำ และสร้างแบบจำลองการจัดสรรน้ำรายเดือนเป็นเวลา 3 ปี ตั้งแต่ 2549-2551 เพื่อสามารถนำไปใช้กับพื้นที่จริงได้อย่างเหมาะสมและเกิดประโยชน์ในภายหน้าต่อไป

Project title : Water Evaluation And Planning System (WEAP) Pua Basin

Name Mr. Chawalit Suksa ID. 51360141

Mr. Tuangchok Sumleepun ID. 51360240

Project advisor : Assoc.Prof.Dr.Sombat Chuenchooklin

Major : Civil Engineering

Department : Civil Engineering, Faculty of Engineering

Academic year : 2011

.....

Abstract

This project aims study the application of Water Evaluation And Planning System (WEAP) modeling in order to assist as a tool for develop Sub-district's water use planning in Pua sub-basin The commanded area of 404 Square kilometers in 7 Sub-districts were studied. By using the existing hydrological data and water utilization data as well as the application of QGIS (Quantum Geographic Information System: QGIS) software were used to assist as of all environment in Pua basin in order to work with WEAP model. The analysis in 3 years since 2006 to 2008 of basis of monthly rainfall, water requirements, and water allocation scheduling. The results can be applied to the real condition in the field efficiently.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ ชื่นชูกลิ่น ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำ และช่วยเหลือในการดำเนินงานปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอกราบขอบพระคุณ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำเพิ่มเติม ตลอดจนช่วยเหลือแก้ไขในการทำปริญญานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ และให้คำปรึกษาแก่ข้าพเจ้า และขอขอบคุณรุ่นพี่ รุ่นน้อง และเพื่อน ๆ นิสิตปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมโยธา ที่คอยเป็นกำลังใจและมีส่วนร่วมชี้แนะในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จด้วยดี

ความสำเร็จของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ คณะผู้จัดทำขอมอบให้แด่ บิดา มารดา และญาติพี่น้องทุกคนที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ตลอดมา

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นายชวลิต ศึกษา
นายตวงโชค สำลีปั้น

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงงานวิศวกรรมโยธา	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ
สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ	ฌ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล	2
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	3
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน	3
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	3
1.6 แผนการดำเนินงาน	4
1.7 งบประมาณ	4

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี

2.1 ลุ่มน้ำ	5
2.1.1 ประโยชน์ในของลุ่มน้ำ	5
2.1.2 ลักษณะของลุ่มน้ำ	6
2.2 อ่างเก็บน้ำ(Reservoir)	6
2.3 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝน	8
2.4 การคำนวณหาปริมาณน้ำที่ส่งเข้าระบบชลประทาน	9
2.4.1 การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชจากถาดวัดการระเหย	9
2.4.2 กำหนดแผนการปลูกพืชทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง	10
2.4.3 หาปริมาณน้ำที่พืชต้องการ (Crop water requirement)	11
2.4.4 คำนวณหา Effective Rainfall (RE)	12

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.5 คำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทาน - Irrigation Efficiency	12
2.4.6 ปริมาณน้ำที่ต้องส่งเข้าระบบชลประทาน	13
2.5 ทฤษฎีที่ใช้ในโปรแกรม WEAP	14
2.5.1 Water Year Method Overview	14
2.5.2 การคำนวณความต้องการและการจัดสรรน้ำของแต่ละเดือน	15
2.5.3 การส่งน้ำ	15
2.6 สมการปริมาตรเก็บกัก	15
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	
3.1 เครื่องมือที่ใช้ในโครงงาน	17
3.2 วิธีการดำเนินงาน	17
3.3 Methodology ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม	19
3.4 การคำนวณความต้องการใช้น้ำ	20
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
ผลการวิเคราะห์	21
บทที่ 5 วิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย	
สรุปผล	46
บรรณานุกรม	48
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก.	49
ภาคผนวก ข.	52
ภาคผนวก ฆ	64
ประวัติผู้เขียน	70

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ตารางค่าสัมประสิทธิ์(Kc)	13
ตารางที่ 4.1 คำนวณการใช้น้ำของพืชของฝายปัว ปี 2549	23
ตารางที่ 4.2 คำนวณการใช้น้ำของพืชของฝายปัว ปี 2550-2551	24
ตารางที่ 4.3 คำนวณการใช้น้ำของพืชของฝายเจ้า ปี 2549	26
ตารางที่ 4.4 คำนวณการใช้น้ำของพืชของฝายเจ้า ปี 2550-2551	27
ตารางที่ 4.5 คำนวณการใช้น้ำของพืชของฝายแก้ง ปี 2549	29
ตารางที่ 4.6 คำนวณการใช้น้ำของพืชของฝายแก้ง ปี 2550-2551	30
ตารางที่ 4.7 ปริมาณน้ำฝนปี พ.ศ.2549-2551	31
ตารางที่ 4.8 ปริมาณน้ำท่ารายเดือนปี	32
ตารางที่ 4.9 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การใช้น้ำของ ตำบลไชยวัฒนา	33
ตารางที่ 4.10 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การใช้น้ำของ ตำบลสถาน	34
ตารางที่ 4.11 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การใช้น้ำของ ตำบลวรนคร	35
ตารางที่ 4.12 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การใช้น้ำของ ตำบลศิลาแลง	36
ตารางที่ 4.13 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การใช้น้ำของ ตำบลแงง	37
ตารางที่ 4.14 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การใช้น้ำของ ตำบลเจดีย์ชัย	38
ตารางที่ 4.15 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การใช้น้ำของ ตำบลปัว	39

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1.1 ภาพแสดงบริเวณลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีสถานีวัดน้ำ อ.ปัว จ.น่าน	2
รูปที่ 3.1 Flow Chart แสดงแผนการดำเนินโครงการ	18
รูปที่ 4.1 แผนการปลูกพืชและการใช้น้ำพืชฝายน้ำปัว	22
รูปที่ 4.2 แผนการปลูกพืชและการใช้น้ำพืชฝายจ้าว	25
รูปที่ 4.3 แผนการปลูกพืชและการใช้น้ำพืชฝายแก้ง	28
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงปริมาณน้ำฝน ปี พ.ศ.2549 - 2551	31
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงปริมาณน้ำท่ารายเดือน ปี พ.ศ.2549 – 2551	32
รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรและ เพื่อการอุปโภคบริโภค ปี 2549 – 2551	40
รูปที่ 4.7 ตัวอย่างข้อมูลประมวลผลความต้องการน้ำเพื่อเกษตรและเพื่อการบริโภค ปี 2549 -2551	41
รูปที่ 4.8 ตัวอย่างกราฟสรุป การส่งน้ำเข้าสู่พื้นที่ และกราฟแสดงความต้องการน้ำใน พื้นที่ ในแต่ละเดือน แต่ละปี	42

สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ

S	ปริมาตรเก็บกัก(Storage) ของอ่างเก็บน้ำ
A	พื้นที่ตามแนวระดับของอ่างเก็บน้ำ
ΔH	ความต่างระดับของอ่างเก็บน้ำ
I	ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่าง (inflow)
Q	อัตราการไหล (Volume flow rate)
$\frac{ds}{dt}$	ปริมาณสะสมที่เพิ่มขึ้นในอ่างในช่วงเวลา dt (change of storage)
O	อัตราการไหลออก
t	เวลา
ET_c	เป็นปริมาณการใช้น้ำของพืช
K_p	เป็นค่าสัมประสิทธ์ถาดวัดการระเหย
E_p	เป็นการระเหยจากถาดวัดการระเหย
Kc	ค่าสัมประสิทธ์การใช้น้ำของพืชแต่ละชนิด
CWR	ปริมาณน้ำที่พืชต้องการ
ETo	อัตราการคายระเหยอ้างอิง
IR	ปริมาณน้ำที่ต้องส่งเข้าระบบชลประทาน
Ei	ประสิทธิภาพการชลประทาน
RE	ฝนใช้การได้
WSC	ค่าชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

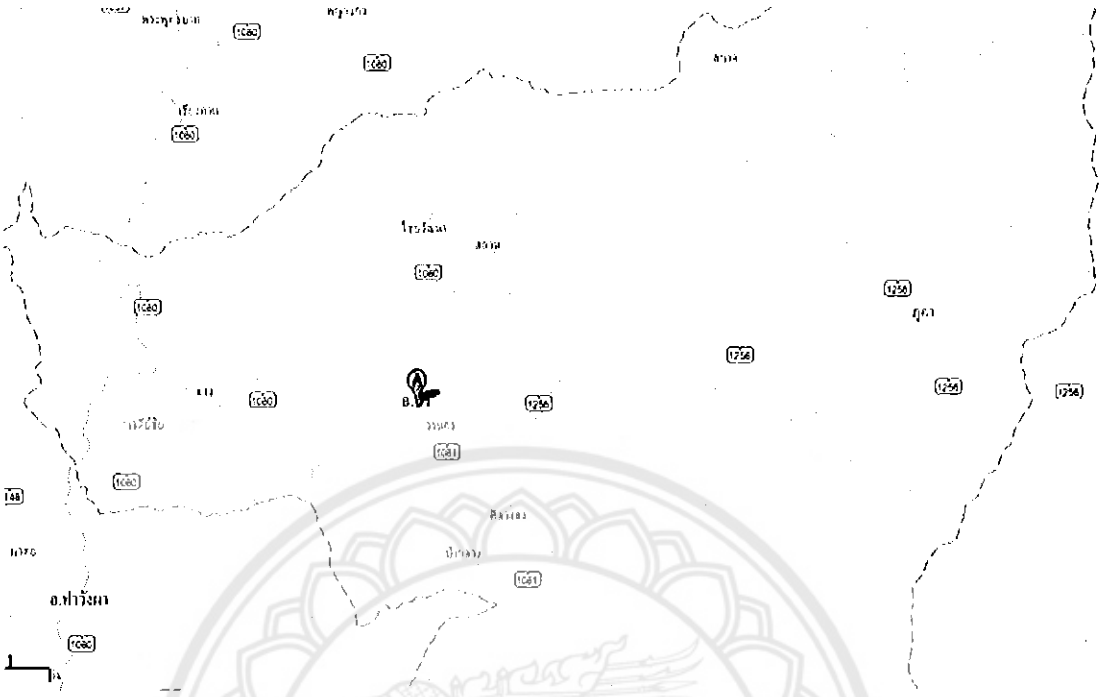
บทที่ 1

บทนำ

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญต่อมนุษย์และอำนวยประโยชน์ต่อมนุษย์นานัปการซึ่งนับวัน ปริมาณการใช้น้ำเพิ่มมากขึ้นตามอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากร และการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจและสังคมโดยปัจจุบันจะพบเห็นปัญหาเรื่องน้ำของประเทศไทยแทบทุกปีไม่ว่าจะเป็นปัญหาการเกิดอุทกภัย หรือปัญหาการเกิดภัยแล้ง ซึ่งเมื่อพิจารณาจากปัญหาแล้วทำให้มีความจำเป็นต้องมีการพัฒนาแบบจำลองการประเมินวางแผนลุ่มน้ำขึ้น

เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการน้ำ ให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการใช้น้ำในกิจกรรมด้านต่างๆในหลายพื้นที่ซึ่งนับวันจะต้องใช้ปริมาณน้ำเพิ่มมากขึ้น จากการเพิ่มขึ้นของประชากรและการขยายตัวของพื้นที่เมือง การพัฒนาแบบจำลองการประเมินวางแผนน้ำในลุ่มน้ำให้เหมาะสมกับปริมาณการใช้น้ำของทุกกิจกรรมของประชากรในพื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงที่สุดเนื่องด้วยน้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิต ซึ่งหากขาดการวางแผนน้ำที่ดี อาจทำให้ประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำทั้งภาคเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และอุปโภคบริโภคถึงแม้ปัจจุบันปัญหาการขาดแคลนน้ำยังจะไม่รุนแรงมากแต่ในอนาคตจะมีความต้องการน้ำมากขึ้นตามการขยายตัวของชุมชนและเศรษฐกิจจึงมีความจำเป็นต้องวางแผนการจัดสรรน้ำให้ผู้ใช้อย่างยุติธรรมและเกิดประโยชน์สูงสุด

พื้นที่การศึกษา



รูป1.1 ภาพแสดงขอบเขตลุ่มน้ำที่ไม่มีสถานีวัดน้ำ อ.ปัว จ.น่าน

1.1หลักการและเหตุผล

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญต่อมนุษย์และเอื้ออำนวยประโยชน์ต่อมนุษย์นานัปการซึ่งนับวันปริมาณการใช้น้ำเพิ่มขึ้นตามอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากร และการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ และสังคมโดยปัจจุบันจะพบเห็นปัญหาเรื่องน้ำของประเทศไทยแทบทุกปีไม่ว่างจะเป็นปัญหาการเกิดอุทกภัย หรือปัญหาการเกิดภัยแล้ง ซึ่งเมื่อพิจารณาจากปัญหาแล้วทำให้มีความจำเป็นต้องมีการวางแผนในการบริหารจัดการน้ำ

แบบจำลองคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือหนึ่ง ที่ถูกนำมาใช้เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยตัดสินใจในรูปแบบของการจำลองสถานการณ์ของการจัดการเรื่องการวางแผนน้ำที่ และเหมาะสมที่สุดกับพื้นที่ต่างๆ โดยโครงงานนี้เป็นการประยุกต์ใช้โปรแกรม Water Evaluation And Planning System(WEAP)

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นิสิตได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม WEAP ในการจัดการและพัฒนาแหล่งน้ำในลุ่มน้ำปัว เพื่อให้ทราบสถานภาพแหล่งน้ำและใช้วางแผนรายตำบล

1.3ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.ทราบถึงวิธีการใช้โปรแกรม Water Evaluation And Planning System(WEAP)

2.สามารถประยุกต์ใช้โปรแกรม Water Evaluation And Planning System(WEAP)

3.สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ไปใช้จริง

4.ทำให้ปัญหาการขาดแคลนน้ำใช้ในพื้นดังกล่าวลดลงหรือไม่เกิดปัญหาขึ้นอีก

1.4ขอบข่ายงาน

1.ศึกษาแบบจำลองโปรแกรม Water Evaluation And Planning System(WEAP)

2.พัฒนาแบบจำลองการศึกษารายตำบลสำหรับลุ่มน้ำปัว

1.5ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. การนำเสนอโครงงาน

2. ศึกษาการใช้งานของโปรแกรม WEAP

3. รวบรวมข้อมูลน้ำที่จะศึกษา

4. ใช้โปรแกรมวิเคราะห์การจัดสรรน้ำ

5. สรุปและเขียนโครงงาน

1.6 แผนการดำเนินงาน

เดือน / กิจกรรม	พฤศจิกายน 1 2 3 4	ธันวาคม 1 2 3 4	มกราคม 1 2 3 4	กุมภาพันธ์ 1 2 3 4
1.การนำเสนอโครงงาน				
2.ศึกษาการใช้งานของโปรแกรม WEAP				
3.รวบรวมข้อมูลน้ำที่จะศึกษา				
4.ใช้โปรแกรมวิเคราะห์การจัดสรรน้ำ				
5.สรุปและเขียนโครงงาน				

7. งบประมาณ

- ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์ 750 บาท
- ค่าถ่ายเอกสาร 750 บาท
- ค่าปริ้นเตอร์ 700 บาท
- ค่ารวมเล่มปริญญานิพนธ์ 800 บาท

รวมค่าใช้จ่าย 3000 บาท (สามพันบาทถ้วน)

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 ลุ่มน้ำ

2.1.1 ประโยชน์ในของลุ่มน้ำ

น้ำถือว่าเป็นทรัพยากรธรรมชาติและน้ำยังเป็นองค์ประกอบหลักในการใช้ชีวิตประจำวันของมนุษย์ และจะเห็นได้ว่าในปัจจุบันประชากรเริ่มเพิ่มมากขึ้นส่งผลทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรมากยิ่งขึ้น จึงทำให้ทรัพยากรน้ำเกิดการขาดแคลนในแต่ละพื้นที่ อันเนื่องมาจากการตัดไม้ทำลายป่าทำให้ประเทศไทยเกิดภัยธรรมชาติแทบทุกปี เช่น การเกิดแผ่นดินถล่ม อุทกภัย ภัยแล้ง เป็นต้น ซึ่งดูจากปัญหาที่เกิดขึ้นแล้วจึงต้องมีการวางแผนที่จะบริหารจัดการน้ำอย่างถูกวิธีและเป็นระบบเพื่อให้มีน้ำใช้อย่างเพียงพอต่อความต้องการในพื้นที่

เพื่อที่จะลดปัญหาการขาดแคลนน้ำและเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการน้ำให้ได้อย่างดีที่สุด และให้เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำในแต่ละกิจกรรมในแต่ละวัน ถ้ามีการใช้น้ำมากยิ่งขึ้นอันเนื่องมาจากประชากรมีมากยิ่งขึ้น รวมถึงการขยายตัวของเมืองใหญ่เพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้ทรัพยากรน้ำไม่เพียงพอต่อการใช้ในแต่ละวัน ดังนั้นจึงควรที่จะมีการบริหารการจัดการน้ำอย่างถูกวิธีเพื่อให้ได้มาซึ่งประสิทธิภาพในการบริหารส่งจ่ายน้ำอย่างถูกต้องและตรงตามความต้องการของแต่ละพื้นที่ ถ้าหากปีใดการบริหารจัดการน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำแล้วจะส่งผลกับส่วนอื่นๆอย่างต่อเนื่อง เช่น ภาคการเกษตรกรรมอาจส่งผลให้ผักและผลไม้โต้ช้ากว่าที่เคยหรือเกิดความเสียหายได้ ภาคอุตสาหกรรมด้วยสินค้าอาจไม่ได้มาตรฐานอย่างที่เคยเป็น รวมถึงการใช้น้ำเพื่อการอุโภคและบริโภคในชีวิตประจำวัน หากในอนาคตสังคมเมืองมีการขยายเรื่อยๆ การขาดแคลนน้ำจะยิ่งเพิ่มมากขึ้น จึงควรวางแผนบริหารจัดการน้ำและจัดสรรน้ำเพื่อให้ได้ใช้น้ำอย่างเพียงพอและได้ประโยชน์จากการใช้น้ำสูงสุดทั้งปัจจุบันและในอนาคต โดยมีจะมีการกักเก็บน้ำให้เหมาะสมกับการบริหารจัดการน้ำที่ต้องการ

2.1.2 ลักษณะของลุ่มน้ำ

ลุ่มน้ำ หมายถึง หน่วยของพื้นที่หนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำโดยเฉพาะมีขนาดตามความต้องการของแต่ละบุคคลและประเภทของการศึกษา จากคำจำกัดความข้างต้นพื้นที่ทั้งหมดของประเทศไทยจัดได้ว่าเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำ ๆ หนึ่ง ซึ่งจำเป็นจะต้องดำเนินการบริหารจัดการอย่างถูกต้องและเป็นระบบ โดยเป้าหมายสำคัญของการจัดการลุ่มน้ำ คือ การผสมผสานหลักการทางวิชาการและการมีส่วนร่วมของประชาชนเพื่อดำเนินการที่จะทำให้พื้นที่ลุ่มน้ำ (ประเทศไทย) มีทรัพยากรน้ำใช้อย่างยั่งยืน ซึ่งครอบคลุมทั้งในส่วนของปริมาณน้ำที่เพียงพอต่อการใช้ให้มีช่วงระยะเวลาของการไหลของน้ำที่เหมาะสมสม่ำเสมอ คุณภาพของน้ำที่ดีเหมาะสมต่อการอุปโภค/บริโภค การควบคุมการพังทลายของดิน การลดความเสียหายจากอุทกภัย รวมถึงการใช้ทรัพยากรในลุ่มน้ำอย่างถูกต้องตามหลักการอนุรักษ์ อันได้แก่ การใช้ การเก็บกัก การซ่อมแซม การฟื้นฟู การพัฒนา การป้องกัน การสงวน และการแบ่งเขต ดังนั้นในการจัดการลุ่มน้ำจึงต้องมีการกระทำและดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอน โดยเริ่มจากการวางแผนการใช้ที่ดินอย่างเหมาะสม การสร้างสรรค์มาตรการการใช้ทรัพยากรในพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีประสิทธิภาพ และการควบคุมมลพิษ ทั้งนี้เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของการจัดการลุ่มน้ำต่อไป หน่วยงานต่าง ๆ ทั้งของภาครัฐ และเอกชน ต่างมุ่งที่จะแสวงหาและใช้ประโยชน์จากทรัพยากรภายในลุ่มน้ำกันอย่างเต็มที่ จึงส่งผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่รุนแรงอย่างเป็นลูกโซ่จากการดำเนินงานในกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านั้น

2.2 อ่างเก็บน้ำ (Reservoir)

อ่างเก็บน้ำ หมายถึง สถานที่หรือแอ่งสำหรับกักเก็บน้ำเพื่อใช้ในอนาคต โดยมากอ่างเก็บน้ำจะหมายถึง ทะเลสาบที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อกักเก็บน้ำสำหรับการใช้ หรือคลองขุดที่ต้องการเก็บน้ำไว้ใช้ในหลากหลายจุดประสงค์ อ่างเก็บน้ำอาจถูกสร้างขึ้นจากคอนกรีต ดิน หิน หรือสิ่งที่อยู่รอบๆ แม่น้ำหรือลำธารเพื่อให้เป็นสถานที่ที่แข็งแรงสำหรับการกักเก็บน้ำในระยะยาว โดยส่วนใหญ่มักจะปลูกสร้างในรูปแบบของเขื่อนทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ เมื่อเขื่อนสร้างเสร็จสมบูรณ์ปริมาณน้ำจะเติมเต็มเขื่อนจนถึงปริมาณความจุที่เขื่อนสามารถรับได้ ดังนั้นเขื่อนจึงถูกสร้างขึ้นโดยมนุษย์ (มากกว่าการปรับตัวของอ่างเก็บน้ำตามธรรมชาติซึ่งใช้เวลานานและปริมาณความจุน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการ) อาจถูกเรียกว่าที่เก็บน้ำขนาดใหญ่ (cistern) อ่างเก็บน้ำ (reservoir) ซึ่งอาจใช้อธิบายถึงที่เก็บของเหลวที่อยู่ใต้ดิน เช่น น้ำมัน หรือ บ่อน้ำใต้ดิน ได้ด้วย

อ่างเก็บน้ำ คือ บริเวณที่ต่ำที่น้ำสามารถไหลจากร่องน้ำหรือลำน้ำตามธรรมชาติหลายๆ ร่องน้ำมารวมตัวกันได้ การกักเก็บจึงให้ได้โดยการสร้างเขื่อนหรือฝายเพื่อปิดกั้นระหว่างหุบเขาหรือเนินเขาสูงที่ร่องน้ำหรือลำน้ำนั้นไหลผ่าน จนเกิดเป็นแหล่งเก็บน้ำที่มีขนาดต่าง ๆ เรียกว่า

เขื่อนเก็บกักน้ำ ส่วนใหญ่มีขนาดไม่สูงมากมักก่อสร้างโดยใช้ดินบดอัดให้แน่นเป็นตัวเขื่อน จึงเรียกว่าเขื่อนดิน ซึ่งจะเก็บน้ำฝนที่ตกในฤดูฝนไหลมารวมกันเก็บกักน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้ง โดยส่งน้ำออกไปตามท่อส่งน้ำใช้สำหรับภาคการเกษตรกรรม เช่น การทำนา ปลูกผัก พืชไร่ เลี้ยงสัตว์ และใช้เป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์น้ำเพื่อบริโภคและช่วยบรรเทาน้ำท่วมในฤดูฝน ทั้งนี้ งานสร้างอ่างเก็บน้ำจะมีระบบระบายน้ำล้นเพื่อป้องกันความปลอดภัยในกรณีที่มีน้ำเกินความจำเป็นและระบบส่งน้ำออกสู่พื้นที่ต่าง ๆ

โดยทั่วไปอ่างเก็บน้ำมี 3 ประเภท

1. อ่างเก็บน้ำตามหุบเขา
2. อ่างเก็บน้ำที่มีขอบเขตล้อมรอบ
3. อ่างเก็บน้ำที่ถูกปิดล้อมทั้งด้านข้างและด้านบน เพื่อจะเก็บรักษาวัตถุดิบคุณภาพสูงให้ปลอดภัยจากการเจือปน เช่น น้ำดื่ม อ่างเก็บน้ำประเภทนี้ อาจเรียกว่า อ่างเก็บน้ำเพื่อการบริการ (serviced reservoirs)

2.2.1 อ่างเก็บน้ำตามหุบเขา

อ่างเก็บน้ำแบบธรรมชาติตัดระหว่างหุบเขาถูกสร้างขึ้นโดยอาศัยภูมิประเทศทางธรรมชาติโดยทั่วไปแล้ววิศวกรจะหาที่ตั้งในการสร้างเขื่อนที่มีลักษณะแคบแต่มีพื้นที่ต้นน้ำด้านบนกว้างโดยด้านข้างของหุบเขาทำหน้าที่เสมือนเป็นกำแพงทางธรรมชาติ และพื้นที่ด้านบนทางต้นน้ำทำให้เกิดอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ สถานที่ที่ดีที่สุดสำหรับการสร้างเขื่อนตามแนวหุบเขาจะต้องตัดสินจากการที่สถานที่นั้นสามารถเชื่อมเขื่อนไว้กับผนังของหุบเขาและพื้นได้ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการรั่วซึมของน้ำ และถ้าหากมีการอาศัยอยู่ของมนุษย์อาจจะต้องมีการย้ายและสร้างที่พักอาศัยใหม่ เพื่อหลีกเลี่ยงทางน้ำและบริเวณที่ต้องการจัดทำสิ่งปลูกสร้าง ตัวอย่างเช่น อาบู ซิมเบล ถูกย้ายออกก่อนที่จะมีการก่อสร้างเขื่อน อัสวาน (ทำให้เกิดทะเลสาบ นัสซอร์ จากแม่น้ำไนล์ในอียิปต์) ในตอนเริ่มต้นของการก่อสร้างแม่น้ำอาจจะต้องถูกเบี่ยงทิศทางออกไปโดยผ่านอุโมงค์ เพื่อการก่อสร้างฐานราก และเมื่อเสร็จสิ้นการสร้างฐานรากการสร้างเขื่อนจึงเกิดขึ้นได้ ซึ่งอาจใช้เวลาเป็นเดือนหรือเป็นปี ขึ้นอยู่กับขนาดและความซับซ้อนของเขื่อนนั้นๆ

2.2.2 อ่างเก็บน้ำที่มีเขตล้อมรั้วหรือตามแนวชายฝั่ง

อ่างเก็บน้ำชนิดนี้จะรับน้ำจากแม่น้ำที่มีหลากหลายคุณภาพและปริมาณ โดยการสูบน้ำจากแม่น้ำบางส่วน โดยเขื่อนมักจะถูกสร้างจากการขุดเจาะและบางส่วนเกิดจากการก่อสร้างทำนบหรือทางล้อมรอบคลอง พื้นของอ่างเก็บน้ำและทางริมอ่างเก็บน้ำจะต้องมีที่รองกันน้ำซึมส่วนใหญ่ทำจากดินเลน น้ำที่ถูกกักเก็บจะมีระยะเวลาในการกักเก็บนานหลายเดือนเพื่อให้เกิดกระบวนการทางชีววิทยาโดยสามารถกำจัดความขุ่นของน้ำและลดสารเจือปนได้เป็นจำนวนมาก อ่างเก็บน้ำประเภทนี้สามารถนำน้ำออกมาใช้ได้ในเวลาที่น้ำในแม่น้ำมีมลภาวะมากเกินไป หรือมีอัตราการไหลของน้ำต่ำในฤดูแล้ง ระบบการประปาของเมืองหลวงเป็นหนึ่งตัวอย่างของการใช้การกักเก็บน้ำตามแนวชายฝั่งจากแม่น้ำในพื้นที่ และทะเลสาบต่างๆ

2.2.3 อ่างเก็บน้ำเพื่อการบริการ

อ่างเก็บน้ำชนิดนี้ส่วนมากถูกสร้างเป็นแบบหอคอย เป็นโครงสร้างที่ถูกยกขึ้นอยู่บนเสาคอนกรีต และรอบๆเป็นพื้นที่ราบบางแห่งอยู่ใต้ดิน โดยเฉพาะในประเทศที่เต็มไปด้วยภูเขาและเนินเขาจำนวนมาก อย่างเช่นในประเทศอังกฤษอ่างเก็บน้ำใต้ดินจำนวนมากถูกสร้างขึ้นใต้เมืองลอนดอน ด้วยอิฐเรียงกันเป็นชั้นหนาๆ เพื่อใช้ในการกักเก็บน้ำดังกล่าว

2.3 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝน

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนหาได้จากสถานีตรวจวัดของหน่วยงานต่าง ๆ เช่น กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน สถานีวิจัยทดลองทางด้านการเกษตร หรือสถานีหน่วยจัดการต้นน้ำต่าง ๆ ของกรมป่าไม้ โดยจะพิจารณาข้อมูลจากสถานีที่อยู่ใกล้เคียงกับพื้นที่ตั้งหัวงานโครงการ การวิเคราะห์ปริมาณฝนจะแยกออกได้เป็นสภาพฝนโดยทั่วไปในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำของโครงการที่ศึกษา ซึ่งจะต้องทำการวิเคราะห์สภาพฝนรายปี รูปแบบการผันแปรตามฤดูกาล การแพร่กระจายของฝนตามพื้นที่ ปริมาณฝนรายเดือน และเปอร์เซ็นต์การแพร่กระจายเป็นรายเดือนของฝน จำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยรายเดือน/รายปี สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของสถานีหลัก จำเป็นต้องมีการตรวจสอบความเชื่อถือได้ของข้อมูลก่อนที่จะนำไปใช้ในการศึกษา โดยประโยชน์ของการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนสามารถนำไปใช้งานได้ดังนี้

- นำไปใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินปริมาณน้ำท่าในกรณีที่ข้อมูลมีไม่เพียงพอ

- นำไปใช้คำนวณหาปริมาณฝนใช้การ และคำนวณปริมาณน้ำชลประทานที่พืชต้องการ
- ใช้สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้ม ช่วงเวลา-ความถี่ของฝน เพื่อคำนวณหาปริมาณน้ำนองสูงสุดสำหรับการออกแบบรายละเอียดอาคารหัวงาน โครงการและอาคารประกอบอื่น ๆ
- ใช้วิเคราะห์ความถี่ของการเกิด (Frequency) ของปริมาณฝนสูงสุดในคาบปี (Return Period) ต่าง ๆ เพื่อคำนวณหากราฟน้ำนองสูงสุดในรอบปีการเกิดซ้ำต่าง ๆ สำหรับการออกแบบ

2.4 การคำนวณหาปริมาณน้ำที่ส่งเข้าระบบชลประทาน

2.4.1 การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชจากถาดวัดการระเหย (Evaporation pan)

การใช้น้ำของพืชจะเกิดขึ้นเมื่อดินนั้นมีปริมาณน้ำและความชื้นมากพอตามที่พืชต้องการ โดยขึ้นอยู่กับสภาพอุณหภูมิอากาศรอบๆต้นพืช ชนิดของพืช และช่วงการเจริญเติบโต (Growth stage) โดยปกติแล้วพืชจะมีการใช้น้ำน้อยที่สุดเมื่อเริ่มเพาะปลูกและเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนกระทั่งมากที่สุดเมื่อพืชเจริญเติบโตเต็มที่ และจะค่อยๆลดลงเมื่อพืชออกผล จนผลแก่ และถึงเวลาเก็บเกี่ยว เราอาจจะแบ่งการเจริญเติบโตของพืชออกได้เป็น 3 ช่วงด้วยกัน คือ ช่วงผลิใบ (Vegetative Stage) ช่วงออกดอก (Flowering Stage) และช่วงออกผล (Fruiting Stage) สำหรับช่วงที่ผลิใบยังแบ่งออกเป็น 2 ช่วงย่อยคือ เมื่อพืชยังออกใบอยู่ และเมื่อพืชเริ่มมีการแตกกิ่งก้านอย่างเต็มที่แล้ว ส่วนช่วงออกผลจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วงได้เช่นเดียวกันคือ ช่วงที่ผลหรือเมล็ดยังสดอยู่ (Wet Fruiting Stage) และช่วงที่เมล็ดหรือผลเริ่มแห้ง (Dry Fruiting Stage) ซึ่งพืชจะต้องการน้ำน้อยมาก การใช้น้ำในขณะที่พืชยังเล็กอยู่จึงค่อนข้างน้อย อัตราส่วนระหว่างปริมาณน้ำที่พืชใช้กับปริมาณที่ระเหยจากถาดวัดการระเหยจะอยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 0.5 ปริมาณน้ำที่สูญเสียจากพื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่เนื่องมาจากการระเหยจากผิวดิน เมื่อพืชมีการเจริญเติบโตเต็มที่กล่าวคือในระยะหลังของช่วงผลิใบและในช่วงออกดอก พืชจะมีการใช้น้ำเพิ่มขึ้น อัตราส่วนดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นเป็น 0.75 ถึง 1.0 หรือบางครั้งอาจมากกว่า 1.0 ได้เล็กน้อย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชแต่การใช้น้ำลดลงมากในระยะที่ผลสุกหรือแห้ง

การที่จะหาปริมาณการใช้น้ำของพืชในระยะเวลาใดเวลาหนึ่งโดยอาศัยข้อมูลจากถาดวัดการระเหยนั้นจำเป็นจะต้องทราบ สัมประสิทธิ์ ของถาดวัดการระเหย (Pan Coefficient) ค่าสัมประสิทธ์ดังกล่าวขึ้นอยู่กับอายุของพืชที่ปลูก ชนิดของพืช และฤดูกาลเพาะปลูก

ปริมาณการใช้น้ำของพืชเทียบหาจากการระเหยของถาดวัดได้โดย

$$ETc = Kc * ETo \quad (2.1)$$

เมื่อ ETc = ปริมาณการใช้น้ำของพืช

Kp = ค่าสัมประสิทธิ์ถาดวัดการระเหย

Ep = ค่าการระเหยจากถาดวัดการระเหย

2.4.2 กำหนดแผนการปลูกพืชทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง

คือการกำหนดเวลาการปลูกพืชชนิดต่างๆ ทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง ตามปกติการปลูกพืชหรือการทำนา มักจะกำหนดเวลาเพาะปลูกให้เข้ากับฤดูกาลหรือสภาพฝนและสภาพน้ำของท้องถิ่นนั้น ๆ โดยทั่วไปในที่ลุ่มซึ่งทำนาหว่านจะเริ่มเตรียมแปลงและหว่านในเดือนพฤษภาคม ส่วนในบริเวณที่ทำนาดำอาจจะทำทีหลัง แต่อย่างไรก็ดีในการทำนาดำจะต้องกำหนดให้เริ่มปักดำไม่ช้ากว่าวันที่ 15 พฤษภาคม สำหรับบริเวณที่ได้รับฝนจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้อย่างเดียว แต่ในพื้นที่บางแห่งแถบชายฝั่งทะเลฝั่งตะวันออกของภาคใต้ที่รับฝนจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือด้วย ระยะเวลาเริ่มปักดำต้องไม่ช้ากว่าวันที่ 15 กันยายน ส่วนการปลูกพืชครั้งที่ 2 ควรเริ่มปลูกหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวแล้วประมาณ 1 เดือน

การเจริญเติบโตของพืชแบ่งออกเป็น 4 ระยะดังนี้

- Initial State (Is) เป็นระยะเริ่มการเจริญเติบโตของเมล็ดและการเจริญเติบโตทางลำต้น โดยนับตั้งแต่เมล็ดเริ่มงอกแตกหน่อหรือกอ มีการเจริญเติบโตทางราก ลำต้น ใบ รวมทั้งระบบต่าง ๆ ในระยะนี้พืชจะปกคลุมดินไม่เกิน 10%

- Crop – development (CS) หลังจากระยะแรกแล้วพืชจะเจริญเติบโตเต็มที่และสามารถปกคลุมพื้นที่ได้ประมาณ 70-80%

- Mid – Season state (MS) จากระยะที่ 2 พืชจะเริ่มตั้งท้องออกรวงหรือออกดอกออกผล ซึ่งจะสังเกตได้จากการเปลี่ยนสีของใบ สำหรับพืชบางชนิดการเปลี่ยนสีของใบจะมีไปจนถึงระยะเก็บเกี่ยว

- Late – Season state (LS) เป็นระยะสุดท้ายของการเจริญเติบโตจากระยะ CS พืชจะมีรวงหรือผลสุกและแก่เต็มที่พร้อมที่จะเก็บเกี่ยวได้ ตามช่วงเวลาการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิดในระยะเวลาต่าง ๆ

2.4.3 หาปริมาณน้ำที่พืชต้องการ (Crop water requirement)

ปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืช (Consummation Use or Evapotranspiration) หมายถึง ปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้จริง ๆ รวมกับปริมาณน้ำที่ต้องสูญเสียไปจากการระเหยจากผิวดินหรือผิวน้ำในแปลงเพาะปลูกนั้นด้วย โดยปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้จริง ๆ ได้แก่ ปริมาณน้ำที่พืชใช้สำหรับการหล่อเลี้ยงลำต้นและโครงสร้างต่าง ๆ การนำอาหารขึ้นไปบำรุงส่วนต่าง ๆ ของพืชแล้วคายน้ำออกทางใบ กรรมวิธีต่อเนื่องที่พืชดูดน้ำขึ้นมาแล้วคายออกทางใบนี้มีชื่อเรียกว่า การคายน้ำ (Transpiration)

การระเหยของน้ำ (Evaporation) จากผิวดินหรือผิวน้ำในการเพาะปลูกนั้นเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ เพราะพืชนี้ต้องปลูกบนดินและใช้น้ำฉะนั้นการที่พืชต้องการใช้น้ำเท่าใดนั้นจึงนิยมคิดรวมกันทั้งที่พืชใช้จริงและที่ระเหยไปด้วยรวมเรียกว่า Evapotranspiration

$$\text{Evapotranspiration} = \text{Evaporation} + \text{Transpiration} \qquad (2.2)$$

ปริมาณน้ำที่พืชต้องการ (Water Requirement) เป็นประมาณน้ำที่พืชต้องการใช้จริง ๆ รวมกับปริมาณน้ำที่ต้องสูญเสียไป เนื่องจากการระเหยจากผิวดินหรือผิวน้ำ (Evapotranspiration) แล้วยังต้องรวมปริมาณน้ำลึกส่วนหนึ่งที่สูญเสียไปเนื่องจากการซึมลึกลงไปในดิน (Percolation) ด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการปลูกข้าว

ฉะนั้นปริมาณความต้องการใช้น้ำในแปลงปลูกก็คือ ผลรวมของปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืช (Evapotranspiration) กับปริมาณน้ำที่สูญเสียไปเนื่องจากการซึมลึกลงในดิน (Percolation)

ดังสมการ

$$\text{Water Requirement} = \text{Evapotranspiration} + \text{Percolation} \quad (2.3)$$

ปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้สามารถคำนวณได้จาก

$$CWR = LP + N + FC \quad (2.4)$$

$$FC = ETcrop + P \quad (2.5)$$

CWR = ความต้องการใช้น้ำของพืช

LP = Land Preparation

N = Nursery

FC = Field crop requirement

2.4.4 คำนวณหา Effective Rainfall (RE)

ฝนใช้การได้ (Effective Rainfall) หมายถึง ส่วนของฝนที่ตกลงบนพื้นที่ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หรือเป็นส่วนของน้ำฝนที่ทดแทนปริมาณน้ำชลประทานที่จะต้องส่งให้แก่พืช ทั้งนี้เพราะน้ำฝนที่ตกลงในแปลงเพาะปลูกบางคราวก็ไม่อาจเป็นประโยชน์แก่พืชได้ทั้งหมด เช่น ถ้ามีฝนตกลงมาเกินกว่าความต้องการใช้น้ำของพืชแล้ว ส่วนที่เหลือจากการไหลซึมลงดินก็จะไหลล้นออกจากแปลงเพาะปลูกสูญเสียไป น้ำฝนที่ตกระหว่างฤดูกาลเพาะปลูกจะเป็นประโยชน์ต่อพืชก็ต่อเมื่อยังเป็นความชุ่มชื้นอยู่ในเนื้อดิน ในลักษณะที่พืชจะดูดไปใช้ได้เท่านั้น อาจกำหนดให้ค่า RE = 60% ของน้ำฝน แต่ต้องมีค่าไม่เกิน ETcrop ในเดือนนั้น ๆ

2.4.5 คำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทาน - Irrigation Efficiency (Ei)

ประสิทธิภาพการชลประทาน หมายถึง อัตราส่วนที่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ระหว่างปริมาณน้ำสุทธิที่จะต้องจัดหามาให้แก่พืช (Net Water Requirement) ต่อปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องจัดส่งให้ หรืออัตราส่วนของปริมาณน้ำที่พืชที่ใช้จริงกับปริมาณน้ำทั้งหมดจากแหล่งน้ำที่เข้าไปในระบบการชลประทานนั้นๆ คำว่าประสิทธิภาพของการชลประทานนี้บางครั้งอาจหมายถึงประสิทธิภาพของโครงการ (Project Efficiency) ก็ได้

2.4.6 ปริมาณน้ำที่ต้องส่งเข้าระบบชลประทาน (Irrigation water requirement)

ปริมาณน้ำที่ต้องส่งเข้าระบบชลประทาน สามารถคำนวณได้โดย

$$IR = \frac{CWR - RE}{Ei} \qquad (2.6)$$

IR = Irrigation Requirement

ความต้องการใช้น้ำของพืชสามารถคำนวณได้จาก

$$ET_{crop} = Kc\ ETo \qquad (2.7)$$

ET_{crop} = Crop Evapotranspiration

Kc = Crop Coefficient

ETo = Reference crop evapotranspiration –mm./day

ตารางที่2.1 ค่าสัมประสิทธิ์ของพืช(Kc)

พืช	เปอร์เซ็นต์ของอายุพืช										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ถั่วต่างๆ	0.20	0.30	0.40	0.65	0.85	0.90	0.90	0.80	0.60	0.35	0.20
พืชผลไม้: ส้ม อโวคาโด	0.50	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.50	0.55	0.60	0.55	0.50
ข้าวโพด	0.20	0.30	0.50	0.65	0.80	0.90	0.90	0.85	0.75	0.60	0.50
ข้าว	0.80	0.95	1.05	1.15	1.20	1.30	1.30	1.20	1.10	0.90	0.50
พืชรากตื้น	0.10	0.20	0.40	0.50	0.60	0.60	0.60	0.55	0.45	0.35	0.30

อัตราการใช้น้ำต่อวันของคนในชุมชนแต่ละพื้นที่แบ่งได้ดังนี้

- ชุมชนชนบท = 120 ล.บ.ม/คน

2.5 ทฤษฎีที่ใช้ในโปรแกรม WEAP

การวิเคราะห์ความต้องการน้ำด้วยโปรแกรม WEAP เป็นวิธีการที่ใช้สำหรับสร้างแบบจำลอง สามารถประยุกต์ใช้กับข้อมูลด้านเศรษฐกิจ ประชากร และการใช้น้ำ เพื่อสร้างสถานการณ์ทางเลือกที่จะตรวจสอบวิธีการรวมและการกระจายตัวของการบริโภคน้ำที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา

โปรแกรม WEAP เป็นโครงสร้างที่มีความยืดหยุ่นสูง เป็นโครงสร้างรวมเชิงการวิเคราะห์โดยโครงสร้างปกติจะประกอบด้วย ภาคครัวเรือน อุตสาหกรรม และการเกษตร

2.5.1 Water Year Method Overview

เป็นวิธีที่สามารถใช้ข้อมูลทางประวัติศาสตร์ช่วยในการคาดเดาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในอนาคตได้ ในรูปแบบ Hydrological ข้อมูลที่ใช้ประกอบเพื่อการคำนวณโดยวิธี Water Year Method ได้แก่

1. พื้นที่อ่างเก็บน้ำ
2. ปริมาณน้ำที่ไหลในพื้นที่อ่างเก็บน้ำ
3. ความจุของอ่างเก็บน้ำในแต่ละระดับ
4. อัตราการระเหยรายเดือน
5. การสูญเสียน้ำจากการรั่วซึม

2.5.2 การคำนวณความต้องการและการจัดสรรน้ำของแต่ละเดือน

สมการในการคำนวณความต้องการน้ำของประชากร

Annual Demand (DS) = $\sum_{Br}$ (Total Activity Level (Br) x Water Use Rate (Br))

โดยที่ Total Activity Level = ระดับความต้องการน้ำของกิจกรรมทั้งหมด

Water Use Rate = การใช้น้ำของแต่ละกิจกรรม

Br = demand site bottom-level branches = ระดับความต้องการน้ำของกิจกรรมพื้นฐาน

2.5.3 การส่งน้ำ

คือการส่งน้ำจากต้นน้ำถึงพื้นที่ท้ายน้ำที่ต้องการใช้น้ำ ซึ่งปริมาณน้ำที่ไหลออกจะเท่ากับปริมาณน้ำที่ไหลเข้าลบกับปริมาณน้ำที่สูญเสีย ดังสมการ

Trans Link Outflow $_{Src,DS}$ = Trans Link Inflow $_{Src,DS}$ - Trans Link Loss $_{Src,DS}$

และปริมาณน้ำที่เกิดการสูญเสียหาจากสมการ

Trans Link Loss $_{Src,DS}$ = (Trans Link Loss From System $_{Src,DS}$ + Trans Link Loss To Groundwater $_{Src,DS}$) * Trans Link Inflow $_{Src,DS}$

โดยที่ Src (Supply source) = การจัดสรรน้ำที่ต้นน้ำ

DS (Demand Site) = ขนาดหรือพื้นที่ที่ต้องการน้ำ

สรุป การสูญเสียน้ำคือ การสูญเสียจากการส่งน้ำของระบบรวมกับการสูญเสียจากการรั่วซึมของน้ำคูณกับปริมาณน้ำที่ไหลเข้าในพื้นที่ดังกล่าว

2.6 สมการปริมาตรเก็บกัก

จากสมการต่อเนื่อง (Continuity equation)

$$I - Q = \frac{dS}{dt} \tag{2.8}$$

หรือ

$$\bar{I} - \bar{O} = \frac{\Delta S}{\Delta t} \tag{2.9}$$

เมื่อ I คืออัตราการไหลเข้า และ O คืออัตราการไหลออก S คือปริมาตรเก็บกัก ทั้งหมดนี้ใช้เฉพาะจุดใดจุดหนึ่งในทางน้ำ ในการหาอัตราการหลากแบบอุทก อัตราการไหลในช่วงเวลาจะเท่ากับค่าเฉลี่ยระหว่างอัตราการไหลที่จุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของช่วงเวลาดังสมการ

$$(\frac{I_1 + I_2}{2})\Delta t - (\frac{O_1 + O_2}{2})\Delta t = S_2 + S_1 \qquad (2.10)$$

1 หมายถึงที่เวลาเริ่มต้น

2 หมายถึงที่เวลาสุดท้ายของช่วงเวลา

ในการหาอัตราการหลากจะใช้สมการ 2.10 เป็นหลัก ตัวแปร I_1 , I_2 , O_1 และ S_1 เป็นตัวแปรที่ทราบค่า O_2 และ S_2 จะต้องหา เนื่องจากมีตัวไม่ทราบค่าสองตัวดังนั้นจึงต้องหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรเก็บกักและอัตราการไหล เพื่อหาคำตอบของปัญหาส่วนใหญ่ของการหาอัตราการหลากในการเก็บกัก (Storage-routing) ก็คือ ความสัมพันธ์ดังกล่าว

จากสมมุติฐานที่ใช้ในการหาอัตราการไหลในช่วงเวลา จะเท่ากับว่ากราฟของชลภาพเป็นเส้นตรงในแต่ละช่วงเวลา Δt ดังนั้น Δt จะต้องสั้นพอที่จะไม่ให้เกิดผลเสียต่อลักษณะการไหลออกหรือรูปร่างของชลภาพ อย่างไรก็ตามถ้าใช้สั้นมากจะทำให้เสียเวลาการคำนวณ

การหาปริมาตรเก็บกัก ก่อนที่ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรเก็บกักและอัตราการไหลจะสร้างขึ้นมาใช้งานได้ เป็นสิ่งที่จำเป็นที่จะต้องหาปริมาตรของน้ำในลำน้ำที่เวลาต่างๆ วิธีที่ใช้หาปริมาตรในทางน้ำธรรมชาติจากพื้นที่รูปตัด โดยใช้สูตรรูปเหลี่ยม (Prism idol formula) ระดับน้ำจะถูกสมมุติว่าอยู่ในแนวระดับระหว่างรูปตัดสองแห่ง ปริมาตรเก็บกักทั้งหมดสำหรับการไปไหลช่วงหนึ่งๆ ก็คือผลรวมของปริมาตรเก็บกักแต่ละช่วงของลำน้ำที่ติดต่อกัน ดังนั้นวิธีนี้ก็คือการหาอัตราการไหลของน้ำในลำน้ำระดับต่างๆ ตามแนวลำน้ำ

บทที่ 3
วิธีดำเนินโครงงาน

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงการ

ในการศึกษาโครงการเพื่อที่จะหาข้อมูล เพื่อนำไปใช้จำลองบริหารจัดการน้ำแล้วนำข้อมูลมาทำการเปรียบเทียบกันทั้งก่อนใช้และหลังใช้ จึงได้รวบรวมข้อมูลต่างๆ และมีรายละเอียดดังนี้

1. ข้อมูลภูมิสารสนเทศ (GIS) ของจังหวัดน่าน
2. เก็บข้อมูลของฝายน้ำปิว,ฝายเจ้า(ลำน้ำขว้าง)และฝายแก้ง(ลำน้ำคูณ) โดยใช้ข้อมูลเฉลี่ยรายเดือน
3. ใช้โปรแกรม Microsoft Office Excel ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นและคำนวณการใช้น้ำพื้นฐานทางการเกษตรกรรมและอุปโภคบริโภคของประชากรในแต่ละพื้นที่
4. ใช้โปรแกรม WEAP สำหรับใช้ในการสร้างแบบจำลองระบบลุ่มน้ำและอ่างเก็บน้ำและจำลองสถานการณ์ของการจัดการระบบอ่างเก็บน้ำ

3.2 วิธีการดำเนินงาน

ในการดำเนินงานโครงการได้ทำการรวบรวมข้อมูลที่จะนำไปใช้ในโครงการ เพื่อที่จะนำข้อมูลมาทำการจำลองการบริหารจัดการน้ำของลุ่มน้ำและอ่างเก็บน้ำ และทำการวิเคราะห์และสรุปจากโปรแกรมโดยทำการดำเนินงานดังนี้

1.ทำการวางแผนลำดับขั้นตอนในการทำโครงการ

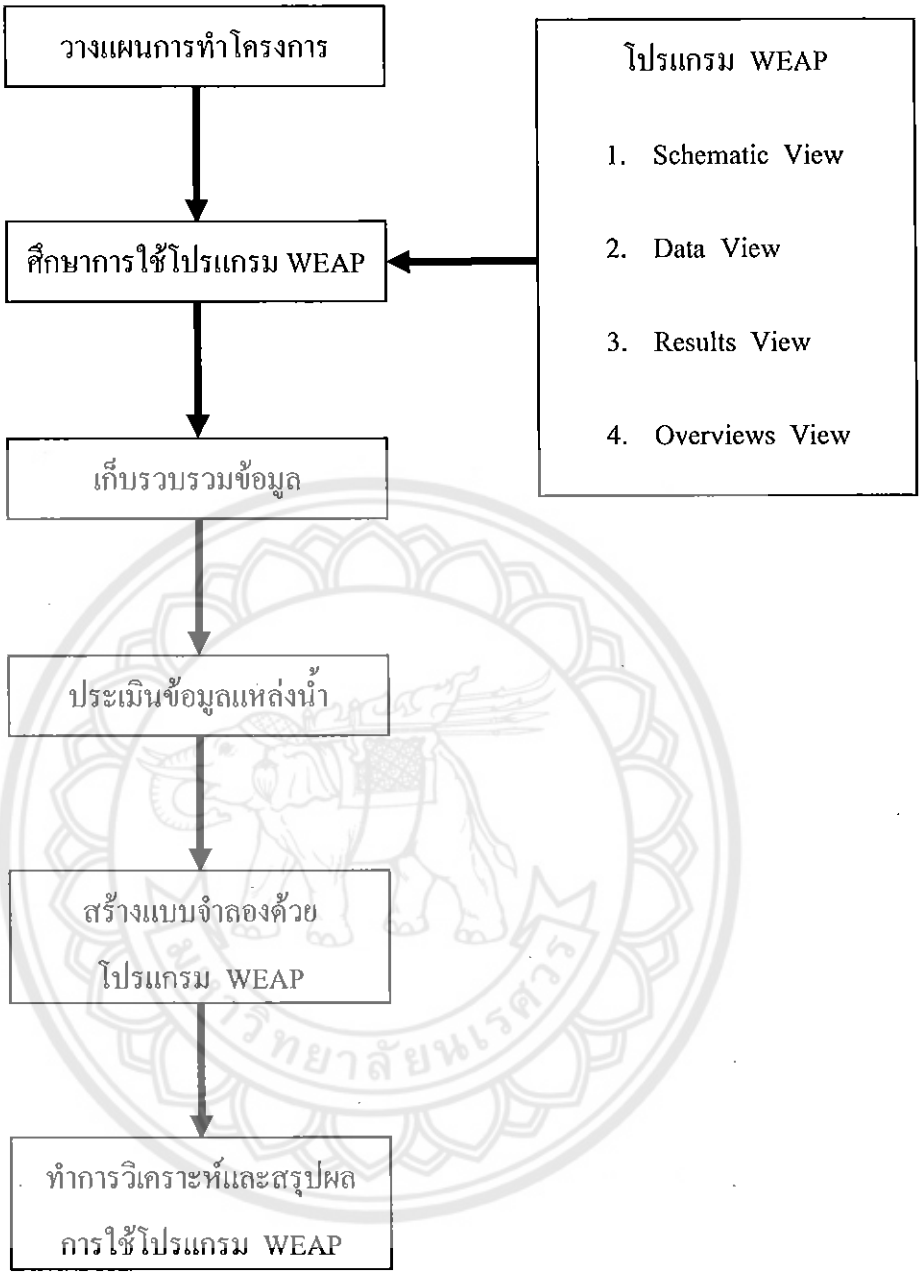
2.ทำการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการใช้โปรแกรม

3.ทำการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ

4.ทำการประเมินความต้องการในการใช้น้ำในพื้นที่กับปริมารน้ำเข้าอ่างเก็บน้ำ

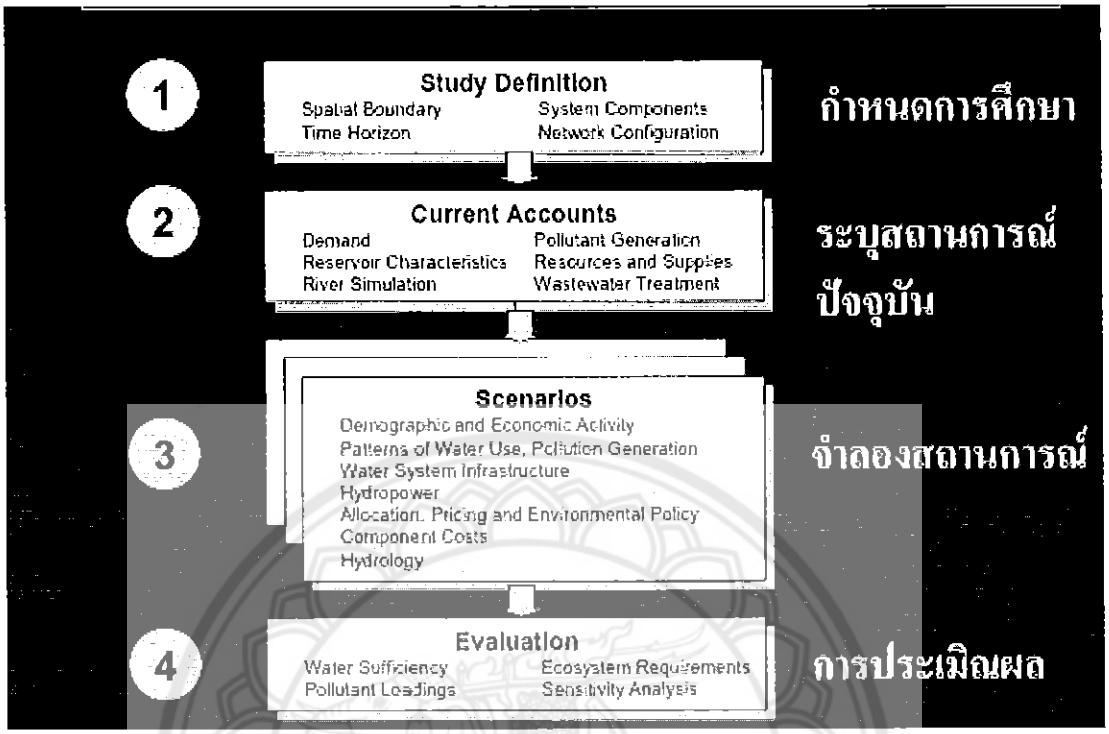
5.ทำการสร้างแบบจำลองลุ่มน้ำและอ่างเก็บน้ำโดยจำลองโดยใช้โปรแกรม WEAP

6.ทำการวิเคราะห์สรุปผลที่ได้จากการจำลอง โดยจากการใช้โปรแกรม WEAP



รูปที่ 3.1 Flow Chart แสดงแผนการดำเนินโครงการ

3.3 Methodology – ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม



3.3.1 กำหนดการศึกษาของระบบ (Study Definition)

3.3.1.1 ขอบเขตเชิงพื้นที่ (Spatial Boundary)

3.3.1.2 กรอบเวลา (Time Horizon)

3.3.1.3 ส่วนประกอบของระบบ (System Components)

3.3.1.4 กำหนดค่าเครือข่าย (Network Configuration)

3.3.2 บัญชีผู้ใช้ปัจจุบัน (Current Accounts)

3.3.2.1 ความต้องการ (Demand)

3.3.2.2 คุณลักษณะเฉพาะของอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Characteristics)

3.3.2.3 การจำลองลุ่มน้ำ (River Simulation)

3.3.2.4 การจัดการคุณภาพลุ่มน้ำ (Pollutant Generation)

3.3.2.5 ทรัพยากรน้ำและการจ่ายน้ำ (Resources and Supplies)

3.3.2.6 ระบบบำบัดน้ำเสีย (Wastewater Treatment)

*** หมายเหตุ

ได้ทำการศึกษาเพียง 3 หัวข้อหลัก คือ 3.3.2.1 , 3.3.2.2 , 3.3.2.3

3.3.3 จำลองสถานการณ์ (Scenarios)

3.3.3.1 ประชากรและกิจกรรมทางเศรษฐกิจ (Demographic and Economic Activity)

3.3.3.2 รูปแบบการใช้น้ำและมลภาวะ (Patterns of water use , pollution generation)

3.3.3.3 โครงสร้างพื้นฐานระบบน้ำ (Water System Infrastructure)

3.3.3.4 พลังน้ำ (Hydropower)

3.3.3.5 การจัดสรรน้ำเชิงราคาและนโยบายด้านทางสิ่งแวดล้อม (Allocation, Pricing and Environmental Policy)

3.3.3.6 ค่าใช้จ่ายองค์ประกอบต่างๆ (Component Costs)

3.3.3.7 อุทกวิทยา (Hydrology)

*** หมายเหตุ

ได้ทำการศึกษาเพียง 3 หัวข้อหลัก คือ 3.3.3.1 , 3.3.3.2 , 3.3.3.3

3.3.4 การประเมินผล (Evaluation)

3.3.4.1 น้ำเพียงพอ (Water Sufficiency)

3.3.4.2 ปรับคุณภาพของลุ่มน้ำ (Pollutant Loadings)

3.3.4.3 ความต้องการของระบบนิเวศ (Ecosystem Requirements)

3.3.4.4 การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis)

3.4 การคำนวณความต้องการใช้น้ำ

3.4.1 น้ำใช้เพื่อการเกษตร

วิเคราะห์ด้วยการใช้โปรแกรมแบบตาราง ที่แสดงการคำนวณน้ำใช้การปลูกพืชชนิดต่างๆ รายเดือนเป็นเวลา 3 ปี คือ ข้าวโพด ข้าว พืชไร่และผักต่างๆ เพื่อนำไปใส่ในแบบจำลอง Weap

3.4.2 น้ำใช้ในการอุปโภคบริโภค

ในการจำลองการใช้น้ำเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคด้วยอัตราเฉลี่ย 90 ลิตร/คน/วัน แล้วแต่สภาพหมู่บ้าน

3.4.3 น้ำใช้อุตสาหกรรม

ได้นำไปรวมกับน้ำอุปโภค-บริโภค โดยเพิ่มน้ำไป 30 ลิตร/คน/วัน

3.4.4 น้ำใช้เพื่อการรักษาสภาพแวดล้อม

ได้ใช้ในอัตราการไหลรายเดือนต่ำสุดของลำน้ำ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

แผนที่แสดงขอบเขตตำบล และลำน้ำ(ภาคผนวก ข)

จากการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าในการจำลองเพื่อการจัดสรรน้ำที่ไม่มีสถานีวัดน้ำ จากการกำหนดจุดและทิศทางการไหลของน้ำไปยังจุดรับบริการใช้น้ำ ชุมชนเมืองปัว (pua city) ในเขตพื้นที่การเกษตร(agriculture) ข้อมูลที่ใช้ในการจำลองในการจัดสรรน้ำอยู่ในเขตพื้นที่ อำเภอ ปัว จังหวัด น่าน ในปี พ.ศ.2549 – 2551 จะเห็นได้ว่าในฤดูฝนจะทำการปลูกข้าว 15,500 ไร่ และในฤดูแล้งจะทำการปลูกข้าวโพด 5,800 ไร่ ปริมาณน้ำถ้าที่ไหลลงอ่างทั้งปีเฉลี่ยแล้ว 347 ล้าน ลบม. อ้างอิงจากอ่างเก็บน้ำปัว ณ วันที่ 1 พ.ย. 2551 ประสิทธ์ภาพการส่งน้ำ 60 เปอร์เซ็นต์

แผนการปลูกพืช และ การใช้น้ำของพืชฝายน้ำป๋าว

ปลูกข้าว กข. 11,000 ไร่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 4,000 ไร่

ที่	ชนิดของพืช	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)											
		เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1	ข้าว												
	ปฏิทินปลูกข้าว												
				ตกกล้า	ปักดำ			หยุดให้น้ำ เก็บเกี่ยว					
	-เตรียมแปลง			1,375	8,250	1,375							
	-ตกกล้า			91.7	550	91.7							
	-ปักดำ-เก็บเกี่ยว				1,375	9,625	11,000	8,556	611				
2	พืชไร่												
	ปฏิทินปลูกพืชไร่												
		เก็บเกี่ยว							ปลูก			หยุดให้น้ำ	
	-ปลูกพืช									2,000	4,000	4,000	2,000

ค่า ETสำหรับการเตรียมแปลง = 250 มม./เดือน หยุดให้น้ำ ก่อนเกี่ยวข้าว 20 วัน

ค่า ET สำหรับการตกกล้า = 300 มม./เดือน ก่อนเก็บเกี่ยวพืชไร่ 30 วัน

พื้นที่สำหรับการตกกล้า = 1/15 ของพื้นที่เตรียมแปลง

รูปที่ 4.1 แผนการปลูกพืชและการใช้น้ำฝายน้ำป๋าว

ตารางที่ 4.1 คำนวณการใช้น้ำของพืชของฝายป่าว ปี 2549

เดือน	ชนิดพืช	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	จำนวนวัน (วัน)	อ.ป.ล. ที่ Penman-Monteith (มม.)	การใช้น้ำของพืช ที่เพาะปลูจริง (มม./วัน)	อัตราการซึมลึก (มม./วัน)	ปริมาณฝนใช้การ (มม./วัน)	ปริมาณน้ำที่ต้องการของแปลงเพาะปลูก (มม./วัน)	(มม.)	(ลบ.ม.) x 1,000	(ลบ.ม.) x 1,000	ประสิทธิภาพในการใช้น้ำและส่งน้ำ	ปริมาณน้ำที่ต้องส่ง (ลบ.ม.) x 1,000	(ลบ.ม./ไร่)	(ลบ.ม./วินาที)	(ลิตร/วินาที/ไร่)	อัตราการระบาย (ลิตร/วินาที/ไร่)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
มิ.ย.	ข้าว	L= 1,375	15	1.03	9.53	2.00	1.50	9.03	135.45	266.75	283.31	0.573	498.81	46.36	0.192	192.441	0.01749
	ข้าว	N= 917	15	1.03	10.00	2.00	2.50	9.50	147.00	21.56							
ก.ค.	ข้าว	L= 3,250	31	1.03	9.06	2.00	3.03	2.07	64.31	948.27	950.78	0.573	1,644.94	149.54	0.614	614.151	0.05583
	ข้าว	N= 550	31	1.03	9.63	2.00	3.03	5.74	115.91	101.91							
	ข้าว	T= 1,375	15	1.07	4.00	2.00	3.03	0.00	0.00	0.00							
ส.ค.	ข้าว	L= 1,375	15	1.03	9.06	2.00	17.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.573	-	-	-	-	-
	ข้าว	N= 917	15	1.03	9.63	2.00	17.82	0.00	0.00	0.00							
	ข้าว	T= 9,625	31	1.03	3.80	2.00	17.82	0.00	0.00	0.00							
ก.ย.	ข้าว	T= 11,000	30	1.43	3.70	2.00	3.01	2.47	73.98	1,302.05	1,302.05	0.573	2,272.63	204.79	0.369	369.089	0.07901
ต.ค.	ข้าว	T= 9,556	31	1.34	3.80	2.00	4.80	2.50	77.55	973.90	973.90	0.573	1,699.94	153.18	0.629	629.085	0.05719
พ.ย.	ข้าว	T= 611	10	1.03	3.40	2.00	0.15	6.00	59.99	58.66	58.66	0.573	101.48	9.23	0.039	39.152	0.00356
ธ.ค.	ข้าวโพด	T= 2,000	31	0.80	3.10	0.00	0.00	3.48	76.88	246.00	246.00	0.573	425.63	106.41	0.359	153.913	0.05973
ม.ค.	ข้าวโพด	T= 4,000	31	1.19	3.10	0.00	0.00	3.69	114.36	731.90	731.90	0.573	1,266.26	316.56	0.473	472.767	0.11819
ก.พ.	ข้าวโพด	T= 4,000	29	0.67	3.90	0.00	0.47	2.96	56.70	362.85	362.85	0.573	627.76	156.94	0.251	250.545	0.06264
มี.ค.	ข้าวโพด	T= 2,000	31	0.90	4.70	0.00	2.01	2.69	69.73	219.93	219.93	0.573	380.50	95.12	0.142	142.061	0.03552
												ดูดส่ง	6,151.55	562.05	0.569	569.089	0.07901
												ดูดแช่	2,700.15	675.04	0.473	472.767	0.11819

หมายเหตุ L = พื้นที่เพาะปลูกข้าวฤดู ET สำหรับการเตรียมแปลง = 250 มม./เดือน

N = พื้นที่เพาะปลูก ฤดู ET สำหรับการเพาะกล้า = 300 มม./เดือน

T = พื้นที่เพาะปลูก ในการเพาะกล้า = 1.15 ของพื้นที่เตรียมแปลง

U = พื้นที่เพาะปลูกพืชไร่

ประสิทธิภาพการส่งน้ำ (ช่อง 13) = 0.80(Ec) x 0.90(Eb) x 0.65(Ea) = 0.468

ดูดส่ง = 40 ชม. 11,000 ไร่

= 562.0773857 ลบ.ม./ไร่

ดูดแช่ = 10,150.05 ลบ.ม. 4,000 ไร่

= 675.0330423 ลบ.ม./ไร่

ดูดส่ง+ดูดแช่ 2553002.646 ลบ.ม.

การคำนวณ

(9) = [(5)x(6)]-(7)-(8)

(10) = [(14)x(จำนวนวันเพาะปลูกในเดือนนั้น)x24x3600]

(12) = (11)/(เพาะปลูก ดูดส่งหรือดูดแช่)

(14) = (12)/(13)

(15) = (14)/(เพาะปลูก ดูดส่งหรือดูดแช่)

(ดูดส่ง=11,000 ไร่ และ ดูดแช่=4,000 ไร่)

ตารางที่ 4.2 คำนวณการใช้น้ำของพืชของฝายปัว ปี 2550-2551

เดือน	ชนิดพืช	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	จำนวนวัน (วัน)	ส.ป.ส.พืช Penman-Monteith (Kc)	การใช้น้ำของพืชมาตรฐาน (มม./วัน)	อัตราการรั่วซึม (มม./วัน)	ปริมาณน้ำใช้การ (มม./วัน)	ปริมาณน้ำที่ต้องการบนแปลงเพาะปลูก (มม./วัน)	(มม.)	(ลบ.ม.) x 1,000	(ลบ.ม.) x 1,000	ประสิทธิภาพในการใช้น้ำและส่งน้ำ	ปริมาณน้ำที่ต้องส่ง (ลบ.ม.) x 1,000	(ลบ.ม./ไร่)	(ลบ.ม./วินาที)	(ลิตร/วินาที)	ค่าชลภาระ (ลิตร/วินาที/ไร่)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
มิ.ย.	ข้าว	L= 1,375	15	1.05	8.33	2.00	7.75	2.83	42.50	98.50	103.51	0.578	179.08	16.28	0.069	69.091	0.00628
	ข้าว	N= 91.7	15	1.05	10.00	2.00	7.75	4.55	68.25	10.01							
ก.ค.	ข้าว	L= 8,250	31	1.05	8.06	2.00	7.00	3.31	102.50	1,353.00	1,488.52	0.578	2,575.29	234.12	0.962	961.505	0.08741
	ข้าว	N= 550	31	1.05	9.68	2.00	7.00	4.97	154.00	135.52							
	ข้าว	T= 1,375	15	1.07	4.00	2.00	7.00	0.00	0.00	0.00							
ส.ค.	ข้าว	L= 1,375	15	1.05	8.06	2.00	11.86	0.00	0.00	0.00	0.24	0.578	0.41	0.04	0.000	0.153	0.00001
	ข้าว	N= 91.7	15	1.05	9.68	2.00	11.86	0.11	1.62	0.24							
	ข้าว	T= 9,625	31	1.38	3.80	2.00	11.86	0.00	0.00	0.00							
ก.ย.	ข้าว	T= 11,000	30	1.48	3.70	2.00	6.73	0.75	22.38	393.89	393.89	0.578	681.47	61.95	0.263	262.912	0.02390
ต.ค.	ข้าว	T= 8,556	31	1.34	3.80	2.00	3.66	3.43	106.39	1,456.39	1,456.39	0.578	2,519.70	229.06	0.941	940.749	0.08552
พ.ย.	ข้าว	T= 611	10	1.23	3.40	2.00	0.25	5.93	59.32	58.00	58.00	0.578	100.35	9.12	0.039	38.715	0.00352
ธ.ค.	ข้าวโพด	U= 2,000	31	0.50	3.10	0.00	0.48	2.00	62.00	198.40	198.40	0.578	343.25	85.81	0.128	128.156	0.03204
ม.ค.	ข้าวโพด	U= 4,000	31	1.19	3.10	0.00	0.17	3.52	109.21	696.96	696.96	0.578	1,209.28	302.32	0.451	451.493	0.11287
ก.พ.	ข้าวโพด	U= 4,000	29	0.57	3.90	0.00	1.54	0.68	19.81	126.76	126.76	0.578	219.32	54.83	0.088	87.530	0.02188
มี.ค.	ข้าวโพด	U= 2,000	31	0.90	4.70	0.00	3.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.578	-	-	-	-	-
												<u>ฤดูฝน</u>	6,056.31	550.57	0.962	961.505	0.08741
												<u>ฤดูแล้ง</u>	1,771.85	442.96	0.451	451.493	0.11287

หมายเหตุ L = พื้นที่เตรียมแปลง ค่า ET สำหรับการเตรียมแปลง = 250 มม./เดือน

N = พื้นที่ตกกล้า ค่า ET สำหรับการตกกล้า = 300 มม./เดือน

T = พื้นที่ปักดำ พื้นที่สำหรับการตกกล้า = 1/15 ของพื้นที่เตรียมแปลง

U = พื้นที่เพาะปลูกอื่นๆ

ประสิทธิภาพการส่งน้ำรวม (ข้อ 13) = 0.90(Ec) x 0.80(Ea) = 0.65(Ea) = 0.416

ฤดูฝน = 6,056,306.56 ลบ.ม. 11,000 ไร่

= 550.573056 ลบ.ม./ไร่

ฤดูแล้ง = 1,771,847.75 ลบ.ม. 4,000 ไร่

= 442.961937 ลบ.ม./ไร่

ฤดูฝน-ฤดูแล้ง = 5225154.112 ลบ.ม.

การคำนวณ

(9) = [(5)x(6)]-(7)-(8) (16) = [(14)]/[(จำนวนวันเพาะปลูกในเดือนนั้น)x24x3600]

(10) = (9)x(4) (18) = (17)/(พท.เพาะปลูก ฤดูฝนหรือฤดูแล้ง)

(14) = (12)/(13)

(15) = (14)/(พท.เพาะปลูก ฤดูฝนหรือฤดูแล้ง)

(ฤดูฝน=11,000 ไร่ และ ฤดูแล้ง=4,000 ไร่)

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

แผนการปลูกพืช และ การใช้น้ำของพืช ฝายข้าว

ปลูกข้าว กข. 2,200 ไร่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 800 ไร่

ที่	ชนิดของพืช	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)											
		เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1	ข้าว												
	ปฏิทินปลูกข้าว												
				ตกกล้า	ปักดำ		หยุดให้น้ำ เก็บเกี่ยว						
	-เตรียมแปลง			275	1,650	275							
	-ตกกล้า			18.3	110	18.3							
	-ปักดำ+เก็บเกี่ยว				275	1,925	2,200	1,711	122				
2	พืชไร่												
	ปฏิทินปลูกพืชไร่												
		เก็บเกี่ยว							ปลูก			หยุดให้น้ำ	
	-ปลูกพืช									400	800	800	400

ค่า ET สำหรับการเตรียมแปลง = 250 มม./เดือน หยุดให้น้ำ ก่อนเกี่ยวข้าว 20 วัน

ค่า ET สำหรับการตกกล้า = 300 มม./เดือน ก่อนเก็บเกี่ยวพืชไร่ 30 วัน

พื้นที่สำหรับการตกกล้า =1/15 ของพื้นที่เตรียมแปลง

รูปที่ 4.2 แผนการปลูกพืชและการใช้น้ำของฝายข้าว

160339710
ปร.
ร2818
2554

ตารางที่ 4.3 คำนวณการใช้น้ำของพืชของฝายข้าว ปี 2549

เดือน	ชนิดพืช	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	อ.ป.ส. พืช Penman-Monteith (Kc)	การใช้น้ำของพืชมาตรฐาน (มม./วัน)	อัตราการรั่วซึม (มม./วัน)	ปริมาณฝนใช้การ (มม./วัน)	ปริมาณน้ำที่ต้องการบนแปลงเพาะปลูก (มม./วัน)	(มม.)	(ลบ.ม.) x 1,000	(ลบ.ม.) x 1,000	ประสิทธิภาพในการใช้น้ำและส่งน้ำ	ปริมาณน้ำที่ต้องส่ง (ลบ.ม.) x 1,000	(ลบ.ม./ไร่)	(ลบ.ม./วินาที)	(ลิตร/วินาที)	ค่าชลภาระ (ลิตร/วินาที/ไร่)
(1)	(2)	(3)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
มิ.ย.	ข้าว	L= 275	1.03	8.33	2.00	2.50	8.06	121.25	53.35	57.66	0.578	99.76	45.35	0.058	38.488	0.01749
	ข้าว	N= 183	1.03	10.00	2.00	2.50	9.80	147.00	4.31							
ก.ค.	ข้าว	L= 1,650	1.03	8.06	2.00	8.23	2.07	64.31	169.77	190.16	0.578	328.99	149.54	0.125	122.830	0.05583
	ข้าว	N= 110	1.03	9.68	2.00	8.25	3.74	115.81	20.38							
	ข้าว	T= 275	1.07	4.00	2.00	8.23	0.00	0.00	0.00							
ส.ค.	ข้าว	L= 275	1.03	8.06	2.00	17.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.578	-	-	-	-	-
	ข้าว	N= 183	1.03	9.68	2.00	17.82	0.00	0.00	0.00							
	ข้าว	T= 1,925	1.38	3.80	2.00	17.82	0.00	0.00	0.00							
ก.ย.	ข้าว	T= 2,200	1.48	3.70	2.00	5.01	2.47	73.96	260.41	260.41	0.578	450.54	204.79	0.174	173.818	0.07901
ต.ค.	ข้าว	T= 1,711	1.34	3.80	2.00	4.80	2.30	71.15	194.78	194.78	0.578	336.99	153.18	0.126	125.817	0.05719
พ.ย.	ข้าว	T= 122	1.23	3.40	2.00	0.18	6.00	59.99	11.73	11.73	0.578	20.30	9.23	0.008	7.530	0.00556
ธ.ค.	ข้าวโพด	U= 400	0.80	3.10	0.00	0.00	2.48	76.88	49.20	49.20	0.578	85.13	106.41	0.032	31.783	0.03973
ม.ค.	ข้าวโพด	U= 800	1.19	3.10	0.00	0.00	3.69	114.36	146.38	146.38	0.578	253.25	316.56	0.095	94.553	0.11819
ก.พ.	ข้าวโพด	U= 800	0.57	3.90	0.00	0.00	1.96	56.70	72.57	72.57	0.578	125.55	156.94	0.050	50.109	0.06264
มี.ค.	ข้าวโพด	U= 400	0.90	4.70	0.00	2.01	2.22	68.73	43.99	43.99	0.578	76.10	95.12	0.028	28.412	0.03552
											ฤดูฝน	1,236.57	562.08	0.174	173.818	0.07901
											ฤดูแล้ง	540.03	675.04	0.095	94.553	0.11819

หมายเหตุ L = พื้นที่เตรียมแปลง ค่า ET สำหรับการเตรียมแปลง = 250 มม./เดือน ฤดูฝน = 1,236,570.08 ลบ.ม./ 2,200 ไร่

N = พื้นที่ตกกล้า ค่า ET สำหรับการตกกล้า = 300 มม./เดือน = 562,077.309 ลบ.ม./ไร่

T = พื้นที่ปักดำ พื้นที่สำหรับการตกกล้า = 1 : 15 ของพื้นที่เตรียมแปลง ฤดูแล้ง = 540,030.45 ลบ.ม./ 800 ไร่

U = พื้นที่เพาะปลูกพืชไร่ = 675,038062 ลบ.ม./ไร่

ประสิทธิภาพการชลประทาน (ช่อง 13) = 0.80(Ec) x 0.80(Eb) x 0.65(Ea) = 0.416

ฤดูฝน-ฤดูแล้ง = 177600.53 ลบ.ม.

การคำนวณ

(9) = [(6)x(6)]-(7)-(8) (16) = [(14)x1,000]/(จำนวนวันเพาะปลูกในเดือนนั้น)x24x3600

(10) = (9)x(4) (17) = (17) (การเพาะปลูก ฤดูฝนหรือฤดูแล้ง)

(14) = (12) (13)

(15) = (14) (การเพาะปลูก ฤดูฝนหรือฤดูแล้ง)

(ฤดูฝน=2,200 ไร่ และ ฤดูแล้ง=800 ไร่)

ตารางที่ 4.4 คำนวณการใช้น้ำของพืชของฝ่ายข้าว ปี 2550-2551

เดือน	ชนิดพืช	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	อ.ป.ส.พืช Penman-Monteith (Kc)	การใช้น้ำของพืชมาตรฐาน (มม./วัน)	อัตราการรั่วซึม (มม./วัน)	ปริมาณฝนใช้การ (มม./วัน)	ปริมาณน้ำที่ต้องการบนแปลงเพาะปลูก (มม./วัน)	(มม.)	(ลบ.ม.) x 1,000	(ลบ.ม.) x 1,000	ประสิทธิภาพในการใช้น้ำและส่งน้ำ	ปริมาณน้ำที่ต้องส่ง (ลบ.ม.) x 1,000	(ลบ.ม./ไร่)	(ลบ.ม./วินาที)	(ลิตร/วินาที)	ค่าชลภาระ (ลิตร/วินาที/ไร่)
(1)	(2)	(3)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
มิ.ย.	ข้าว	L= 275	1.05	8.33	2.00	7.75	2.83	42.50	18.70	20.70	0.578	35.82	16.28	0.014	13.518	0.00628
	ข้าว	N= 183	1.03	10.00	2.00	7.75	4.55	68.25	2.00							
ก.ค.	ข้าว	L= 1,650	1.05	8.06	2.00	7.00	3.31	102.50	270.60	297.70	0.578	515.06	234.12	0.192	192.301	0.08741
	ข้าว	N= 110	1.03	9.68	2.00	7.00	4.97	154.00	27.10							
	ข้าว	T= 275	1.07	4.00	2.00	7.00	0.00	0.00	0.00							
ส.ค.	ข้าว	L= 275	1.03	8.06	2.00	11.86	0.00	0.00	0.00	0.05	0.578	0.08	0.04	0.000	0.031	0.00001
	ข้าว	N= 183	1.03	9.68	2.00	11.86	0.11	1.62	0.05							
	ข้าว	T= 1,925	1.38	3.80	2.00	11.86	0.00	0.00	0.00							
ก.ย.	ข้าว	T= 2,200	1.48	3.70	2.00	6.73	0.75	22.38	78.78	78.78	0.578	136.29	61.95	0.053	52.582	0.02390
ต.ค.	ข้าว	T= 1,711	1.34	3.80	2.00	3.66	3.48	106.39	291.28	291.28	0.578	503.94	229.06	0.188	188.150	0.08552
พ.ย.	ข้าว	T= 122	1.33	3.40	2.00	0.25	5.93	59.32	11.60	11.60	0.578	20.07	9.12	0.008	7.743	0.00352
ธ.ค.	ข้าวโพด	U= 400	0.80	3.10	0.00	0.48	2.00	62.00	39.68	39.68	0.578	68.65	85.81	0.026	25.631	0.03204
ม.ค.	ข้าวโพด	U= 800	1.19	3.10	0.00	0.17	3.52	109.21	139.79	139.79	0.578	241.86	302.32	0.090	90.299	0.11287
ก.พ.	ข้าวโพด	U= 800	0.87	3.90	0.00	1.54	0.68	19.81	25.35	25.35	0.578	43.86	54.83	0.018	17.506	0.02188
มี.ค.	ข้าวโพด	U= 400	0.90	4.70	0.00	5.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.578	-	-	-	-	-
											ลุ่ม	1,211.26	550.57	0.192	192.301	0.08741
											แล้ง	354.37	442.96	0.090	90.299	0.11287

หมายเหตุ L = พื้นที่ที่ดีระดับเปลง ค่า EI สำหรับการดีระดับเปลง = 250 มม./เดือน
N = พื้นที่ลงล่ำ ค่า EI สำหรับการลงล่ำ = 300 มม./เดือน
T = พื้นที่ปลูกล่ำ พื้นที่สำหรับการลงล่ำ = 1/15 ของพื้นที่ดีระดับเปลง
U = พื้นที่เพาะปลูกอื่นๆ

ประสิทธิภาพรวมประมาณ (ข้อ 13) = 0.80(Ec) x 0.80(Ds) x 0.85(Da) = 0.416

ลุ่ม = 1,211,261.27 ตร.ม. 2,200 ไร่
= 550,573,3056 ตร.ม./ไร่
แล้ง = 354,369.55 ตร.ม. 800 ไร่
= 442,961957 ตร.ม./ไร่
ลุ่ม-แล้ง = 1566650.822 ตร.ม.

การคำนวณ
(9) = [(5)x(6)]-[(7)+(8)] (16) = [(14) [(จำนวนวันในเพาะปลูกในเดือนนั้น)x24x3600]
(10) = (9)x(4) (18) = (17) (ขนาดเพาะปลูก ลุ่ม/หรือลุ่มแล้ง)
(14) = (12) (13)
(15) = (14) (ขนาดเพาะปลูก ลุ่ม/หรือลุ่มแล้ง)
(ลุ่ม=2,200 ไร่ และ ลุ่มแล้ง=800 ไร่)

แผนการปลูกพืช และ การใช้น้ำของพืช ฝายแก้ง

ปลูกข้าว กข. 2,273 ไร่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 827 ไร่

ที่	ชนิดของพืช	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)											
		เม.ย.	ม.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1	ข้าว												
	ปฏิทินปลูกข้าว												
				ตกกล้า	ปักดำ		หยุดให้น้ำ เก็บเกี่ยว						
	-เตรียมแปลง			284	1,705	284							
	-ตกกล้า			18.9	114	18.9							
	-ปักดำ+เก็บเกี่ยว				284	1,989	2,273	1,768	126				
2	พืชไร่												
	ปฏิทินปลูกพืชไร่												
		เก็บเกี่ยว							ปลูก			หยุดให้น้ำ	
	-ปลูกพืช									414	827	827	414

ค่า ET สำหรับการเตรียมแปลง = 250 มม./เดือน หยุดให้น้ำ ก่อนเกี่ยวข้าว 20 วัน

ค่า ET สำหรับการตกกล้า = 300 มม./เดือน ก่อนเก็บเกี่ยวพืชไร่ 30วัน

พื้นที่สำหรับการตกกล้า =1/15 ของพื้นที่เตรียมแปลง

รูปที่ 4.3 แผนการปลูกพืชและการใช้น้ำของฝายแก้ง

ตารางที่ 4.5 คำนวณการใช้น้ำของพืชของฝายแก้ง ปี 2549

เดือน	ชนิดพืช	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	ส.ป.ส. พืช Penman-Monteith (Kc)	การใช้น้ำของพืชมาตรฐาน (มม./วัน)	อัตราการรั่วซึม (มม./วัน)	ปริมาณฝนใช้การ (มม./วัน)	ปริมาณน้ำที่ต้องการบนแปลงเพาะปลูก (มม./วัน)	(มม.)	(ลบ.ม.) x 1,000	(ลบ.ม.) x 1,000	ประสิทธิภาพในการใช้น้ำและส่งน้ำ	ปริมาณน้ำที่ต้องส่ง (ลบ.ม.) x 1,000	(ลบ.ม./ไร่)	(ลบ.ม./วินาที)	(ลิตร/วินาที)	ค่าชลภาระ (ลิตร/วินาที/ไร่)
(1)	(2)	(3)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
มิ.ย.	ข้าว	L= 284	1.03	8.33	2.00	2.50	8.08	121.25	55.12	59.58	0.578	103.07	45.35	0.040	39.765	0.01749
	ข้าว	N= 18.9	1.03	10.00	2.00	2.50	9.80	147.00	4.46							
ก.ค.	ข้าว	L= 1,705	1.03	8.06	2.00	8.23	2.07	64.31	175.41	196.47	0.578	339.90	149.54	0.127	126.906	0.05583
	ข้าว	N= 114	1.03	9.68	2.00	8.23	3.74	115.81	21.06							
	ข้าว	T= 284	1.07	4.00	2.00	8.23	0.00	0.00	0.00							
ส.ค.	ข้าว	L= 284	1.03	8.06	2.00	17.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.578	-	-	-	-	-
	ข้าว	N= 18.9	1.03	9.68	2.00	17.82	0.00	0.00	0.00							
	ข้าว	T= 1,989	1.38	3.80	2.00	17.82	0.00	0.00	0.00							
ก.ย.	ข้าว	T= 2,273	1.48	3.70	2.00	5.01	2.47	73.98	269.05	269.05	0.578	465.49	204.79	0.180	179.585	0.07901
ต.ค.	ข้าว	T= 1,768	1.34	3.80	2.00	4.80	2.30	71.15	201.24	201.24	0.578	348.17	153.18	0.130	129.992	0.05719
พ.ย.	ข้าว	T= 126	1.23	3.40	2.00	0.18	6.00	59.99	12.12	12.12	0.578	20.97	9.23	0.008	8.090	0.00356
ธ.ค.	ข้าวโพด	U= 414	0.80	3.10	0.00	0.00	2.48	76.88	50.86	50.86	0.578	88.00	106.41	0.033	32.855	0.03973
ม.ค.	ข้าวโพด	U= 827	1.19	3.10	0.00	0.00	3.69	114.36	151.32	151.32	0.578	261.80	316.56	0.098	97.745	0.11819
ก.พ.	ข้าวโพด	U= 827	0.57	3.90	0.00	0.27	1.96	56.70	75.02	75.02	0.578	129.79	156.94	0.052	51.800	0.06264
มี.ค.	ข้าวโพด	U= 414	0.90	4.70	0.00	2.01	2.22	68.73	45.47	45.47	0.578	78.67	95.12	0.029	29.371	0.03552
											<u>ฤดู ฝน</u>	1,277.60	562.08	0.180	179.585	0.07901
											<u>ฤดู แล้ง</u>	558.26	675.04	0.098	97.745	0.11819

หมายเหตุ L = พื้นที่เตรียมแปลง ค่า EI สำหรับการเตรียมแปลง = 250 มม./เดือน

N = พื้นที่ลงกล้า ค่า EI สำหรับการลงกล้า = 300 มม./เดือน

T = พื้นที่ปักดำ พื้นที่สำหรับการลงกล้า = 1.15 ของพื้นที่เตรียมแปลง

U = พื้นที่เพาะปลูกพืชไร่

ประสิทธิภาพของประตูระบายน้ำ (ข้อ 13) = 0.90(Ec) x 0.90(Eb) x 0.65(Ea) = 0.416

ฤดูฝน = 1,277,601.75 ลบ.ม. 2,273 ไร่

= 562.077305 ลบ.ม./ไร่

ฤดูแล้ง = 558,256.43 ลบ.ม. 827 ไร่

= 675.0380625 ลบ.ม./ไร่

ฤดูฝน-ฤดูแล้ง = 1355555.2 ลบ.ม.

การคำนวณ

(9) = [(5)x(6)]-(7)-(8) (16) = [(14)]/[(จำนวนวันเพาะปลูกในเดือนนั้น)x24x3600]

(10) = (9)x(4) (17) = (17) (พบ.เพาะปลูก ฤดูฝนหรือฤดูแล้ง)

(14) = (12)-(13)

(15) = (14) (พบ.เพาะปลูก ฤดูฝนหรือฤดูแล้ง)

(ฤดูฝนมี 2,273 ไร่ และ ฤดูแล้งมี 827 ไร่)

ตารางที่ 4.6 คำนวณการใช้น้ำของพืชของฝายแก้ง ปี 2550-2551

เดือน	ชนิดพืช	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	ส.ป.ส. พืช Penman-Monteith (Kc)	การใช้น้ำของพืชมาตรฐาน (มม./วัน)	อัตราการร่วซึม (มม./วัน)	ปริมาณฝนใช้การ (มม./วัน)	ปริมาณน้ำที่ต้องการบนแปลงเพาะปลูก (มม./วัน)	(มม.)	(ลบ.ม.) x 1,000	(ลบ.ม.) x 1,000	ประสิทธิภาพในการใช้น้ำและส่งน้ำ	ปริมาณน้ำที่ต้องส่ง (ลบ.ม.) x 1,000	(ลบ.ม./ไร่)	(ลบ.ม./วินาที)	(ลิตร/วินาที)	ค่าของภาระ (ลิตร/วินาที/ไร่)
(1)	(2)	(3)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
มิ.ย.	ข้าว	L= 284	1.03	8.53	2.00	7.75	2.83	42.50	19.32	21.39	0.578	37.01	16.28	0.014	14.277	0.00628
	ข้าว	N= 18.9	1.03	10.00	2.00	7.75	4.55	68.25	2.07							
ก.ค.	ข้าว	L= 1,705	1.03	8.06	2.00	7.00	3.31	102.50	279.58	307.58	0.578	532.15	234.12	0.199	198.682	0.08741
	ข้าว	N= 114	1.03	9.68	2.00	7.00	4.97	154.00	28.00							
	ข้าว	T= 284	1.07	4.00	2.00	7.00	0.00	0.00	0.00							
ส.ค.	ข้าว	L= 284	1.03	8.06	2.00	11.86	0.00	0.00	0.00	0.05	0.578	0.08	0.04	0.000	0.032	0.00001
	ข้าว	N= 18.9	1.03	9.68	2.00	11.86	0.11	1.62	0.05							
	ข้าว	T= 1,989	1.38	3.80	2.00	11.86	0.00	0.00	0.00							
ก.ย.	ข้าว	T= 2,273	1.48	3.70	2.00	6.73	0.75	22.38	81.39	81.39	0.578	140.82	61.95	0.054	54.327	0.02390
ต.ค.	ข้าว	T= 1,768	1.34	3.80	2.00	3.66	3.43	106.39	300.94	300.94	0.578	520.66	229.06	0.194	194.393	0.08552
พ.ย.	ข้าว	T= 126	1.23	3.40	2.00	0.25	5.93	59.32	11.99	11.99	0.578	20.74	9.12	0.008	8.000	0.00352
ธ.ค.	ข้าวโพด	U= 414	0.80	3.10	0.00	0.48	2.00	62.00	41.02	41.02	0.578	70.97	85.81	0.026	26.496	0.03204
ม.ค.	ข้าวโพด	U= 827	1.19	3.10	0.00	0.17	3.52	109.21	144.51	144.51	0.578	250.02	302.32	0.093	93.346	0.11287
ก.พ.	ข้าวโพด	U= 827	0.57	3.90	0.00	1.54	0.68	19.81	26.21	26.21	0.578	45.34	54.83	0.018	18.097	0.02188
มี.ค.	ข้าวโพด	U= 414	0.90	4.70	0.00	5.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.578	-	-	-	-	-
											<u>ฤดู ฝน</u>	1,251.45	550.57	0.199	198.682	0.08741
											<u>ฤดู แล้ง</u>	366.33	442.96	0.093	93.346	0.11287

หมายเหตุ L = พื้นที่ปลูกแปลง ค่า EI สำหรับการปลูกแปลง = 250 มม./เดือน ฤดู ฝน = 1,251,463.10 ตร.ม. 2,273 ไร่

N = พื้นที่ปลูกหล้า ค่า EI สำหรับการปลูกหล้า = 300 มม./เดือน = 530,573,056 ตร.ม. ไร่

T = พื้นที่ปลูกล่า พื้นที่สำหรับการปลูกหล้า = 1.15 ของพื้นที่ปลูกแปลง ฤดู แล้ง = 366,329.20 ตร.ม. 827 ไร่

U = พื้นที่เพาะปลูกทั้งไร่ = 442,963,937 ตร.ม. ไร่

ฤดู ฝน-ฤดู แล้ง 261,771,546 ตร.ม.

การคำนวณ

(9) = [(5)x(6)]-(7)-(8) (16) = [(14)x(จำนวนวันเพาะปลูกในเดือนนั้น)x24x3600]

(10) = (9)x(4) (18) = (17) / (การเพาะปลูก ฤดูฝนหรือฤดูแล้ง)

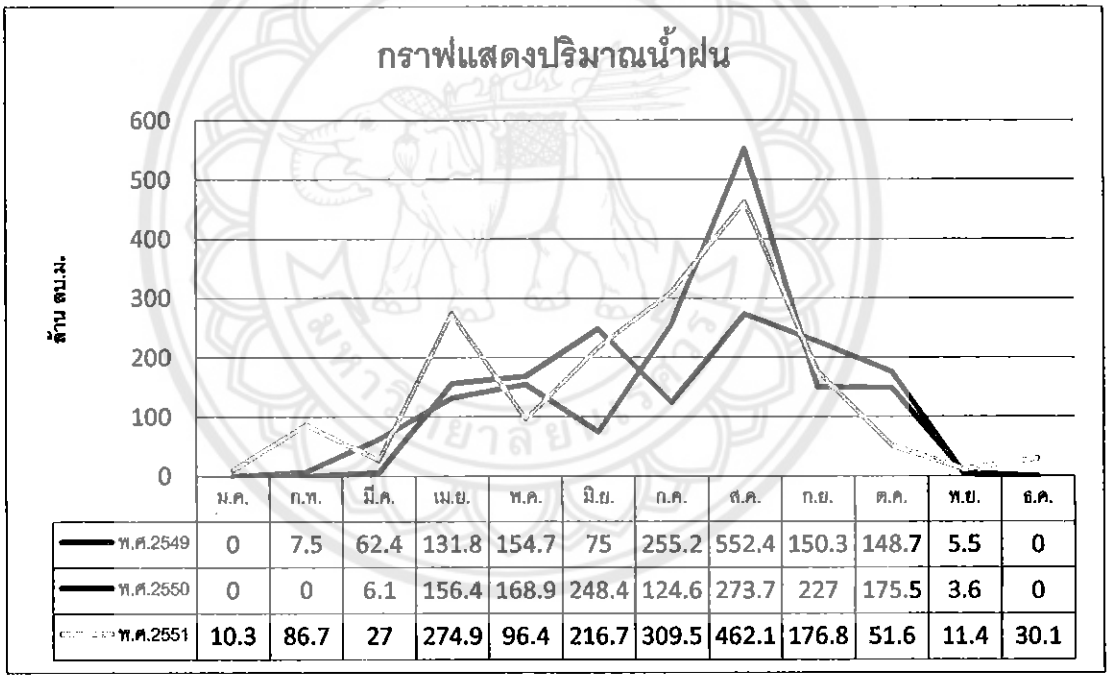
(14) = (12)-(13)

(15) = (14) / (การเพาะปลูก ฤดูฝนหรือฤดูแล้ง)

(ฤดูฝน=2,273 ไร่ และ ฤดูแล้ง=827 ไร่)

ตารางที่ 4.7 ปริมาณน้ำฝนปี 2549 – 2551

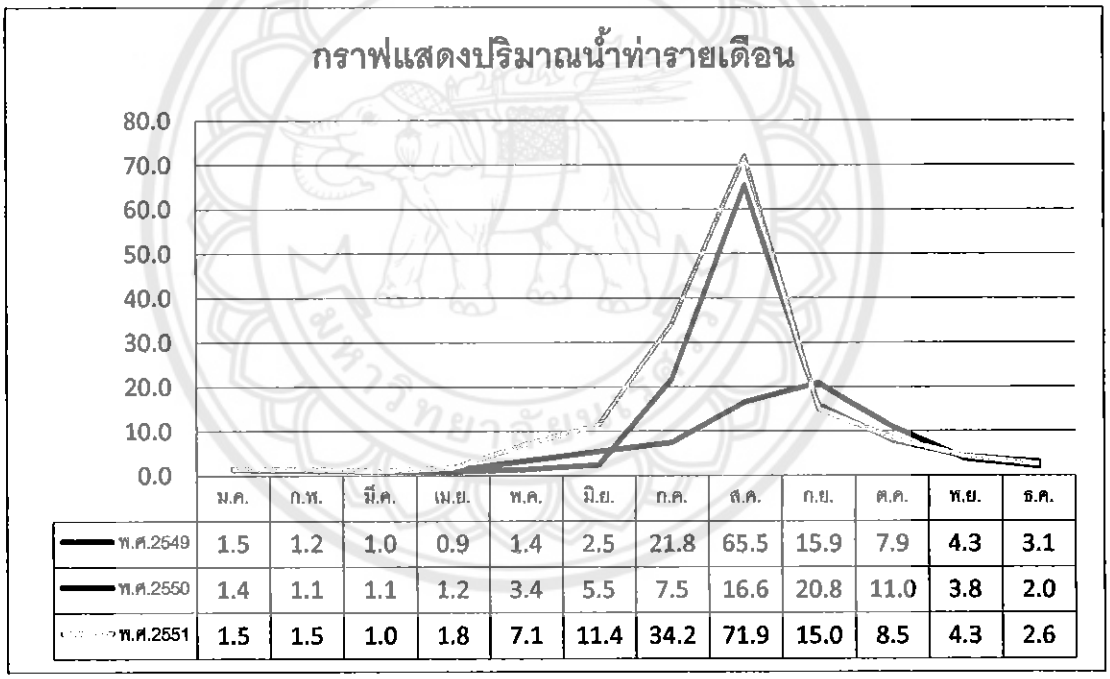
ปี	ปริมาณน้ำฝน (มม./ด)											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2549	0.00	7.5	62.4	131.8	154.7	75.00	255.2	552.4	150.3	148.7	5.5	0.00
2550	0.00	0.00	6.10	156.4	168.9	248.4	124.6	273.7	227.0	175.5	3.6	0.00
2551	10.3	86.7	27.00	274.9	96.4	216.7	309.5	462.1	176.8	51.6	11.4	30.1



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงปริมาณน้ำฝน ปี พ.ศ.2549 - 2551

ตารางที่ 4.8 ปริมาณน้ำท่ารายเดือนปี

ปี	ปริมาณน้ำท่า (ลบ.ม./วินาที)											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2549	1.5	1.2	1.0	0.9	1.4	2.5	21.8	65.5	15.9	7.9	4.3	3.1
2550	1.4	1.1	1.1	1.2	3.4	5.5	7.5	16.6	20.8	11.0	3.8	2.0
2551	1.5	1.5	1.0	1.8	7.1	11.4	34.2	71.9	15.0	8.5	4.3	2.6



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงปริมาณน้ำท่ารายเดือน ปี พ.ศ.2549 - 2551

ตารางที่ 4.9 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การใช้น้ำของ ตำบลไชยวัฒนา

เดือน	วัน	การใช้น้ำ (ลิตร/คน)	จำนวนประชากร(คน)	การใช้น้ำของชุมชน(ลิตร)	%การใช้น้ำ
ม.ค.	31	120	3,665	13,633,800	8.493
ก.พ.	29	120	3,665	12,314,400	7.671
มี.ค.	31	120	3,665	13,633,800	8.493
เม.ย.	30	120	3,665	12,314,400	8.219
พ.ค.	31	120	3,665	13,633,800	8.493
มิ.ย.	30	120	3,665	12,314,400	8.219
ก.ค.	31	120	3,665	13,633,800	8.493
ส.ค.	31	120	3,665	13,633,800	8.493
ก.ย.	30	120	3,665	12,314,400	8.219
ต.ค.	31	120	3,665	13,633,800	8.493
พ.ย.	30	120	3,665	12,314,400	8.219
ธ.ค.	31	120	3,665	13,633,800	8.493
			รวม	160,527,000	100

ตารางที่ 4.10 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การใช้น้ำของ ตำบลสถาน

เดือน	วัน	การใช้น้ำ (ลิตร/คน)	จำนวนประชากร(คน)	การใช้น้ำของชุมชน(ลิตร)	%การใช้น้ำ
ม.ค.	31	120	5,334	19,842,480	8.493
ก.พ.	29	120	5,334	17,922,240	7.671
มี.ค.	31	120	5,334	19,842,480	8.493
เม.ย.	30	120	5,334	19,202,400	8.219
พ.ค.	31	120	5,334	19,842,480	8.493
มิ.ย.	30	120	5,334	19,202,400	8.219
ก.ค.	31	120	5,334	19,842,480	8.493
ส.ค.	31	120	5,334	19,842,480	8.493
ก.ย.	30	120	5,334	19,202,400	8.219
ต.ค.	31	120	5,334	19,842,480	8.493
พ.ย.	30	120	5,334	19,202,400	8.219
ธ.ค.	31	120	5,334	19,842,480	8.493
			รวม	233,629,200	100

ตารางที่ 4.11 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การใช้น้ำของ ตำบลวรนคร

เดือน	วัน	การใช้น้ำ (ลิตร/คน)	จำนวน ประชากร(คน)	การใช้น้ำของ ชุมชน(ลิตร)	%การใช้น้ำ
ม.ค.	31	120	3,895	14,489,400	8.493
ก.พ.	29	120	3,895	13,087,200	7.671
มี.ค.	31	120	3,895	14,489,400	8.493
เม.ย.	30	120	3,895	14,022,000	8.219
พ.ค.	31	120	3,895	14,489,400	8.493
มิ.ย.	30	120	3,895	14,022,000	8.219
ก.ค.	31	120	3,895	14,489,400	8.493
ส.ค.	31	120	3,895	14,489,400	8.493
ก.ย.	30	120	3,895	14,022,000	8.219
ต.ค.	31	120	3,895	14,489,400	8.493
พ.ย.	30	120	3,895	14,022,000	8.219
ธ.ค.	31	120	3,895	14,489,400	8.493
			รวม	170,601,000	100

ตารางที่ 4.12 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การใช้น้ำของ ตำบลศิลาแลง

เดือน	วัน	การใช้น้ำ (ลิตร/คน)	จำนวนประชากร(คน)	การใช้น้ำของชุมชน(ลิตร)	%การใช้น้ำ
ม.ค.	31	120	3,886	14,455,920	8.493
ก.พ.	29	120	3,886	13,056,960	7.671
มี.ค.	31	120	3,886	14,455,920	8.493
เม.ย.	30	120	3,886	13,989,600	8.219
พ.ค.	31	120	3,886	14,455,920	8.493
มิ.ย.	30	120	3,886	13,989,600	8.219
ก.ค.	31	120	3,886	14,455,920	8.493
ส.ค.	31	120	3,886	14,455,920	8.493
ก.ย.	30	120	3,886	13,989,600	8.219
ต.ค.	31	120	3,886	14,455,920	8.493
พ.ย.	30	120	3,886	13,989,600	8.219
ธ.ค.	31	120	3,886	14,455,920	8.493
			รวม	170,206,800	100

ตารางที่ 4.13 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การใช้น้ำของ ตำบลแงง

เดือน	วัน	การใช้น้ำ (ลิตร/คน)	จำนวนประชากร(คน)	การใช้น้ำของชุมชน(ลิตร)	%การใช้น้ำ
ม.ค.	31	120	4,913	18,276,360	8.493
ก.พ.	29	120	4,913	16,507,680	7.671
มี.ค.	31	120	4,913	18,276,360	8.493
เม.ย.	30	120	4,913	17,686,800	8.219
พ.ค.	31	120	4,913	18,276,360	8.493
มิ.ย.	30	120	4,913	17,686,800	8.219
ก.ค.	31	120	4,913	18,276,360	8.493
ส.ค.	31	120	4,913	18,276,360	8.493
ก.ย.	30	120	4,913	17,686,800	8.219
ต.ค.	31	120	4,913	18,276,360	8.493
พ.ย.	30	120	4,913	17,686,800	8.219
ธ.ค.	31	120	4,913	18,276,360	8.493
			รวม	215,189,400	100

ตารางที่ 4.14 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การใช้น้ำของ ตำบลเจดีย์ชัย

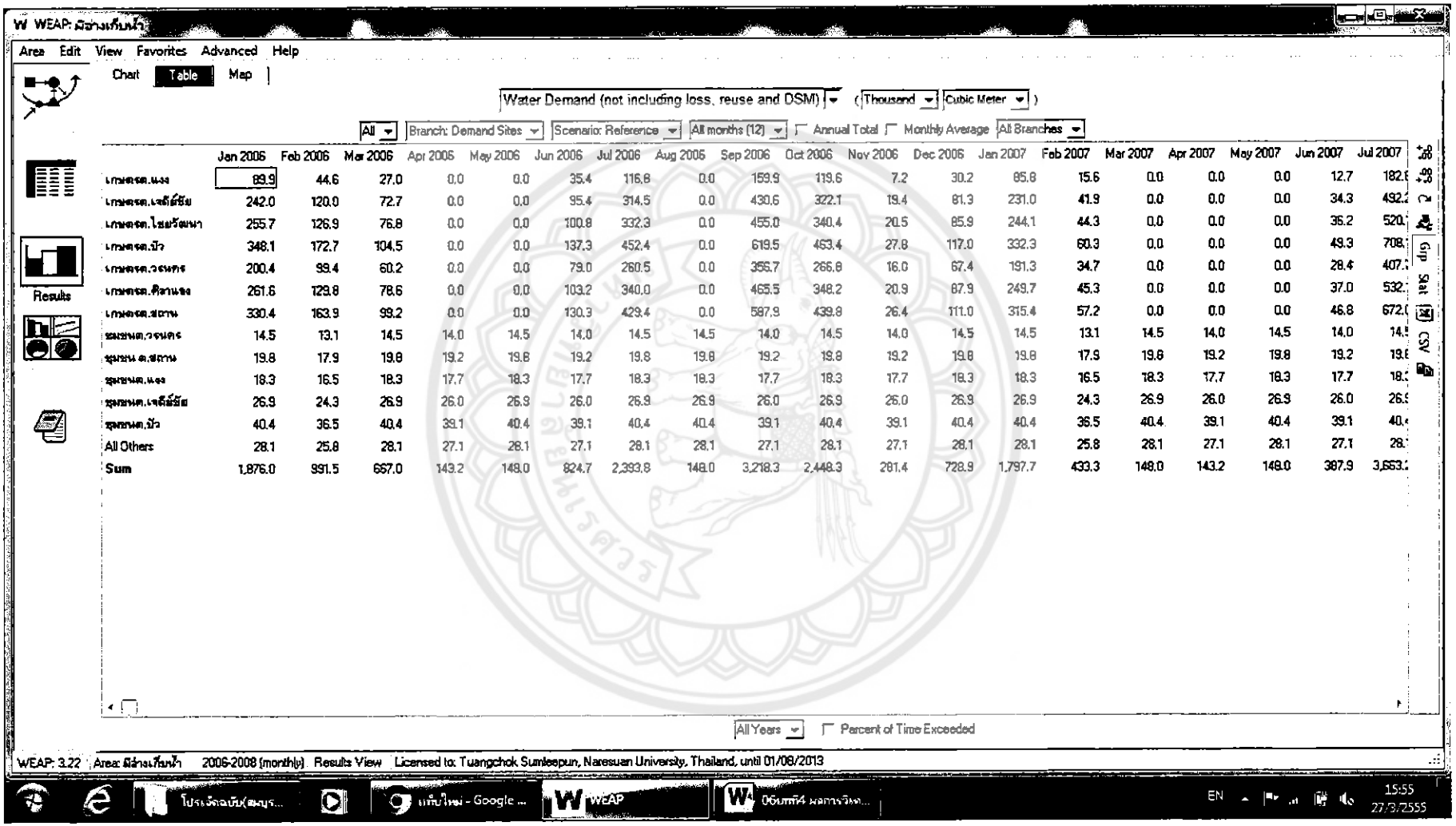
เดือน	วัน	การใช้น้ำ (ลิตร/คน)	จำนวนประชากร(คน)	การใช้น้ำของชุมชน(ลิตร)	%การใช้น้ำ
ม.ค.	31	120	7,235	26,914,200	8.493
ก.พ.	29	120	7,235	24,309,600	7.671
มี.ค.	31	120	7,235	26,914,200	8.493
เม.ย.	30	120	7,235	26,046,000	8.219
พ.ค.	31	120	7,235	26,914,200	8.493
มิ.ย.	30	120	7,235	26,046,000	8.219
ก.ค.	31	120	7,235	26,914,200	8.493
ส.ค.	31	120	7,235	26,914,200	8.493
ก.ย.	30	120	7,235	26,046,000	8.219
ต.ค.	31	120	7,235	26,914,200	8.493
พ.ย.	30	120	7,235	26,046,000	8.219
ธ.ค.	31	120	7,235	26,914,200	8.493
			รวม	316,893,000	100

ตารางที่ 4.15 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การใช้น้ำของ ตำบลปัว

เดือน	วัน	การใช้น้ำ (ลิตร/คน)	จำนวนประชากร(คน)	การใช้น้ำของชุมชน(ลิตร)	%การใช้น้ำ
ม.ค.	31	120	10,871	40,440,120	8.493
ก.พ.	29	120	10,871	36,526,560	7.671
มี.ค.	31	120	10,871	40,440,120	8.493
เม.ย.	30	120	10,871	39,135,600	8.219
พ.ค.	31	120	10,871	40,440,120	8.493
มิ.ย.	30	120	10,871	39,135,600	8.219
ก.ค.	31	120	10,871	40,440,120	8.493
ส.ค.	31	120	10,871	40,440,120	8.493
ก.ย.	30	120	10,871	39,135,600	8.219
ต.ค.	31	120	10,871	40,440,120	8.493
พ.ย.	30	120	10,871	39,135,600	8.219
ธ.ค.	31	120	10,871	26,914,200	8.493
			รวม	476,149,800	100

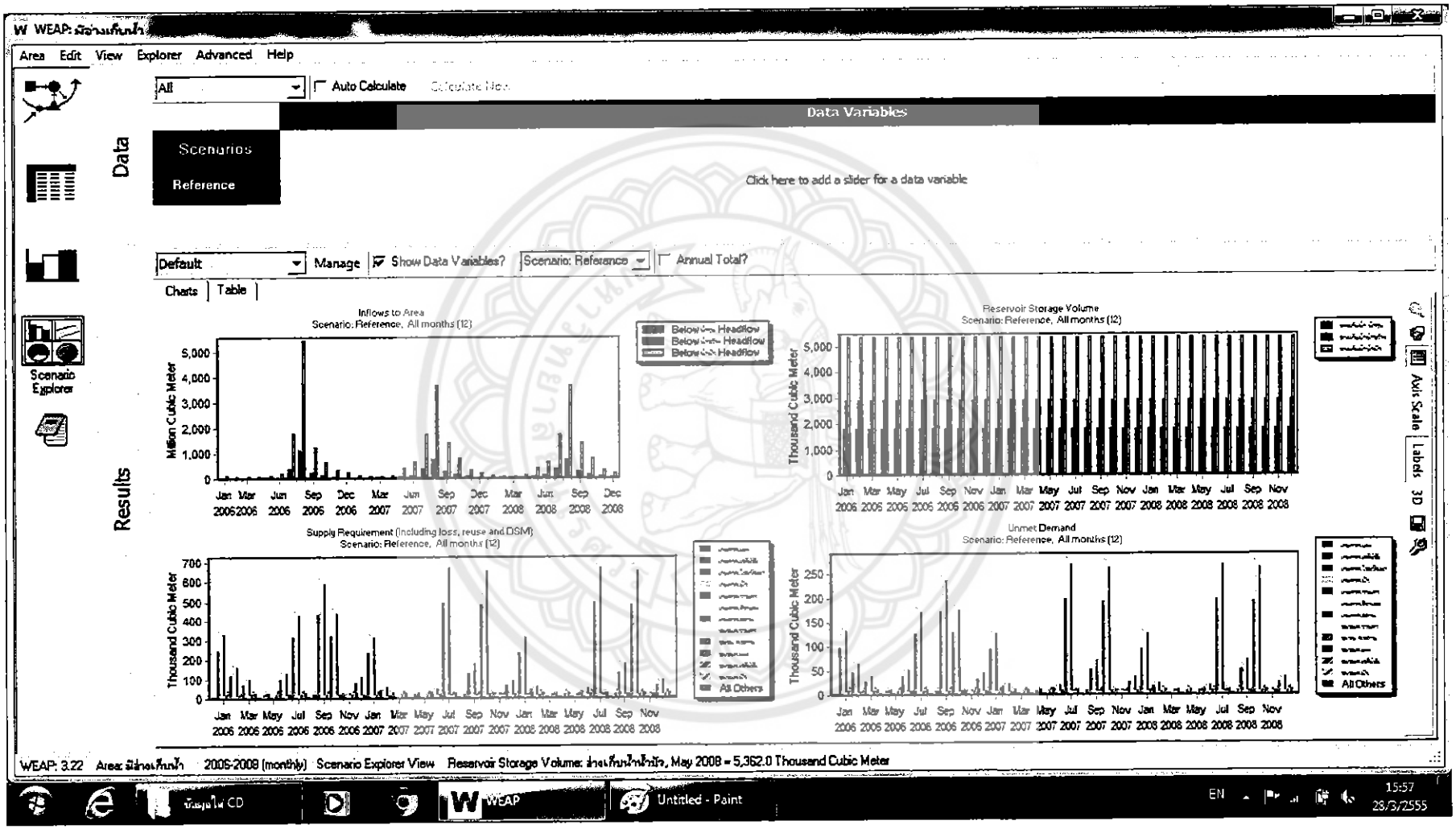
ตัวอย่างกราฟและผลลัพธ์ที่รันจากโปรแกรม

รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความต้องการน้ำเพื่อการเกษตร และเพื่อการอุปโภคบริโภค ปี 2549 – 2551*



รูปที่ 4.7 ตัวอย่างข้อมูลประมวลผลความต้องการน้ำเพื่อเกษตร และ เพื่อการบริโภค ปี 2549 -2551

ดูเพิ่มเติมได้จาก ข้อมูลการใช้น้ำ รายตำบลในลุ่มน้ำปัว (ในแผ่นCD)



รูปที่ 4.8 ตัวอย่างกราฟสรุป การส่งน้ำเข้าสู่พื้นที่ และกราฟแสดงความต้องการน้ำใน

พื้นที่ ในแต่ละเดือน แต่ละปี

ผลการศึกษาลุ่มน้ำ ในเขตพื้นที่ราบทั้ง 7 ตำบล

ตารางแสดงปริมาณน้ำ ที่ไหลในลุ่มน้ำทั้งหมด(ลบ.ม) ที่ได้จากโปรแกรม

ปริมาณน้ำที่ไหลเข้า	ปี 2549	ปี 2550	ปี 2551
มกราคม	5,857,660.8	5,324,659.2	5,324,659.2
กุมภาพันธ์	4,127,155.2	3,877,977.6	3,877,977.6
มีนาคม	3,765,830.4	4,063,132.8	4,063,132.8
เมษายน	3,421,440	4,294,944	4,294,944
พฤษภาคม	5,281,804.8	12,759,897.6	12,759,897.6
มิถุนายน	9,017,568	20,121,696	20,121,696
กรกฎาคม	82,802,736	28,340,150.4	28,340,150.4
สิงหาคม	249,045,667.2	63,186,134.4	63,186,134.4
กันยายน	58,636,224	76,679,136	76,679,136
ตุลาคม	29,933,798.4	41,716,080	41,716,080
พฤศจิกายน	15,748,992	13,986,432	13,986,432
ธันวาคม	11637648	7764681.6	7764681.6
		รวมทั้ง3ปี	1043506368

ข้อมูลทั้งหมดจากภาคผนวก ฯ หน้า ตาราง Inflow area

ตารางแสดงปริมาณน้ำใช้รวมในเขตพื้นที่ 7 ตำบล จากโปรแกรม

ปริมาณความต้องการใช้น้ำ	ปี 2549	ปี 2550	ปี 2551
มกราคม	1875996.009	1797709.38	1797709.38
กุมภาพันธ์	991477.254	433333.6677	433333.6677
มีนาคม	667038.1562	148047.2223	148047.2223
เมษายน	143181.4032	143181.4032	143181.4032
พฤษภาคม	148047.2223	148047.2223	148047.2223
มิถุนายน	824660.1529	387852.7984	387852.7984
กรกฎาคม	2393774.348	3663195.214	3663195.214
สิงหาคม	148047.2223	149115.6563	149115.6563
กันยายน	3218323.946	1073787.452	1073787.452
ตุลาคม	2448341.151	3587336.397	3587336.397
พฤศจิกายน	281417.3062	279940.9603	279940.9603
ธันวาคม	728880.5339	617089.7659	617089.7659
		รวมทั้ง3ปี	38726458.98

ข้อมูลปริมาณความต้องการใช้น้ำทั้งหมด ภาคผนวก ฯ ตาราง supply requirement

ตารางแสดงปริมาณความต้องการน้ำขั้นต่ำ(60% ของความต้องการจริง) จากโปรแกรม

ปริมาณน้ำที่ต้องการน้อยที่สุด	ปี 2549	ปี 2550	ปี 2551
มกราคม	744946.9068	713632.2551	713632.2551
กุมภาพันธ์	391486.143	168228.7085	168228.7085
มีนาคม	261363.7656	53767.392	53767.392
เมษายน	52032.96	52032.96	52032.96
พฤษภาคม	53767.392	53767.392	53767.392
มิถุนายน	324624.4599	149901.5181	149901.5181
กรกฎาคม	952058.2421	1459826.589	1459826.589
สิงหาคม	53767.392	54194.76562	54194.76562
กันยายน	1282089.977	424275.3795	424275.3795
ตุลาคม	973884.9636	1429483.062	1429483.062
พฤศจิกายน	107327.3212	106736.7828	106736.7828
ธันวาคม	286100.7166	241384.4094	241384.4094
		รวมทั้ง3ปี	15297912.67

ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำขั้นต่ำทั้งหมด ภาคผนวก ข ตาราง unmet demand

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการคำนวณค่า ในโปรแกรม WEAP แสดงให้ทราบได้ว่า ในพื้นที่ราบอำเภอปัว จำนวน 7 ตำบล ได้แก่ ไชยวัฒนา ศิลาแลง สถาน วรนคร ปัว แงง และเจดีย์ชัย ในระยะเวลา 3 ปี

เป็นพื้นที่การเกษตร ประมาณ	21,300 ไร่
พื้นที่การเกษตรช่วงฤดูฝนประมาณ	15,500ไร่
พื้นที่การเกษตรช่วงฤดูแล้งประมาณ	5,800 ไร่
ประชากรรวม	39,799 คน
ปริมาณการใช้น้ำทั้งหมดรวม	38,726,458.98 ลบ.ม
จากปริมาณการไหลของทั้ง3ลำน้ำ	1,043,506,368 ลบ.ม
เปรียบเทียบอัตราการไหลกับการใช้น้ำที่ต่ำที่สุด	3,098,792.24 ลบ.ม
ปริมาณการใช้น้ำเพื่อการรักษาสภาพแวดล้อม	1,710,720 ลบ.ม ต่อเดือน
ดังนั้น เหลือน้ำไหลในลำน้ำต่ำสุดประมาณ	1,401,927ลบ.ม ต่อเดือน

จึงสรุปได้ว่า ในปี2549-2551 ไม่มีการขาดแคลนน้ำ ในการอุปโภค-บริโภค ซึ่งแม้ในปี2550 จะมีปริมาณฝน และน้ำท่าน้อย แต่ปัญหาการขาดแคลนน้ำก็ไม่เกิดขึ้น จึงยืนยันได้ในระดับหนึ่งว่า พื้นที่ราบใน อ.ปัวมีโอกาสน้อยที่จะเกิดปัญหาภัยแล้ง แต่ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับ การสภาพอากาศ และปัจจัยอื่นๆเป็นตัวเสริมด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการคำนวณด้วยโปรแกรม WEAP ทำให้ทราบได้ว่า แม้ในฤดูแล้ง ก็ยังมีน้ำเหลือจากกิจกรรมต่างๆ เป็นปริมาณอย่างต่ำ 1,401,927ลบ.ม ต่อเดือน ซึ่งหากใช้การคำนวณอย่างคร่าวๆ ในฤดูแล้ง สามารถทำการปลูกพืชไร่ เพิ่มจากเดิมได้เป็นพื้นที่ 2000 -3000ไร่(ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศและพื้นที่)หรือรวมเป็น 7800-8800ไร่ โดยไม่กระทบถึง การอุปโภคบริโภคภายในครัวเรือนและภาคอุตสาหกรรม

บรรณานุกรม

เอกสารอ้างอิง

[1] สมบัติ ชื่นชูกลิ่น.เอกสารคำสอนรายวิชา 304344 หลักอุทกวิทยา.ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

[2] วิโรจน์ ชัยธรรม. อุทกวิทยา. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

[3] กีรติ ลีวัจนกุล. อุทกวิทยา. ปทุมธานี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรังสิต

[4] นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์.อุทกวิทยา.ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[5] แผนที่: http://earth.google.com

[6]ธรรมพงศ์ เนาวบุตร.วิศวกรโยธาชำนาญการ สำนักบริหารจัดการน้ำ

ภาคผนวก ก

โปรแกรม WEAP

WEAP ("Water Evaluation And Planning" system) เป็นเครื่องมือซอร์ฟแวร์ที่ง่ายต่อการใช้งานซึ่งใช้วิธีบูรณาการในการวางแผนจัดการทรัพยากรน้ำ คือ การจัดการทรัพยากรน้ำจืดในปัจจุบันมีความท้าทายมากยิ่งขึ้น การจัดสรรน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดให้กับกิจกรรมทางด้านต่างๆ การเกษตร การอุปโภคบริโภคในครัวเรือนและอุตสาหกรรม และการรักษาความสมดุลทางธรรมชาติให้กับสิ่งแวดล้อม จำเป็นที่จะต้องพิจารณาทั้ง ปริมาณน้ำต้นทุน ปริมาณน้ำที่ต้องการ คุณภาพน้ำ และระบบนิเวศน์วิทยา อย่างมีบูรณาการ The Water Evaluation and Planning system, หรือ WEAP, มุ่งหวังที่รวมประเด็นต่างๆเหล่านี้เข้าในเครื่องมือปฏิบัติการที่มีประสิทธิภาพสำหรับการวางแผนทรัพยากรน้ำอย่างบูรณาการ WEAP ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดย สถาบันสิ่งแวดล้อมสตอร์กโฮม สำนักงานบอสตัน ซึ่งเคยตั้งอยู่ใน สถาบัน Tellus ปัจจุบันสถาบันสิ่งแวดล้อมสตอร์กโฮม สำนักงานบอสตัน ได้แยกตัวเป็นอิสระจากสถาบัน Tellus และใช้ชื่อใหม่ซึ่งเป็นรู้จักกันในนามของสถาบันสิ่งแวดล้อมสตอร์กโฮม สำนักงานสหรัฐอเมริกา

1.ลักษณะเด่นของ WEAP

การติดต่อประสานงานกันระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับผู้ใช้ด้วยระบบ GIS ทำให้ง่าย แต่มีประสิทธิภาพในการสร้าง การมอง และการแก้ไขรูปลักษณะที่ต้องการ กล่าวคือผู้ใช้งานสามารถออกแบบ schematic ของระบบแหล่งน้ำโดยการใช้ mouse ลากและปล่อยองค์ประกอบที่ต้องการจะเพิ่มเข้าไปในระบบ องค์ประกอบเหล่านี้สามารถซ้อนทับกับแผนที่ที่สร้างขึ้นจาก ArcView หรือโปรแกรมมาตรฐาน GIS ทั่วไปและแฟ้มข้อมูลกราฟฟิคต่างๆได้ ข้อมูลของแต่ละองค์ประกอบสามารถแก้ไขโดยตรงโดยการคลิกไปที่สัญลักษณ์ที่ต้องการใน schematic ผู้ใช้งาน WEAP สามารถศึกษาการใช้งานได้จาก Help (หรือตัวช่วย) ที่มีลิงค์ให้โดยทั่วไปในโปรแกรม WEAP Wizards, prompts, และ error messages จะให้คำแนะนำโดยทั่วไปในโปรแกรม WEAP ด้วยระบบการรายงานผลที่มีความยืดหยุ่นสูงและละเอียด ผู้ใช้งานสามารถเลือกรูปแบบการรายงานผลลัพธ์ในลักษณะเป็นกราฟฟิคหรือตาราง นอกจากนี้ผู้ใช้ก็ยังสามารถเลือกรูปแบบของหน่วยต่างๆได้อีกเช่นกัน (เช่น หน่วยระบบเมตริกหรือระบบอังกฤษ ระบบปี ระดับสมบูรณ์ หรือร้อยละส่วนแบ่งหรืออัตราการเจริญเติบโต เป็นต้น) ผู้ใช้สามารดูผลลัพธ์ในลักษณะเป็นแผนที่และใช้แท่งแสดงการเคลื่อนไหว เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงผลลัพธ์ตลอดช่วงเวลาที่ต้องการ ลักษณะการรายงานผลเฉพาะสามารถจัดเก็บไว้ได้ใน "favorites" ซึ่งสามารถเชื่อมเข้ากับ "overview" หรือการสรุปผล ของตัวชี้วัดที่สำคัญของระบบได้ ดังนั้น overviews เหล่านี้จึงถูกดึงมาพิจารณาดูผลได้อย่างรวดเร็ว

ปัจจุบันนี้โปรแกรม WEAP มีอยู่หลายภาษาได้แก่ ภาษาอังกฤษ ฝรั่งเศส เกาหลีใต้ จีน สเปน และภาษาโปรตุเกสซึ่งกำลังใกล้จะเสร็จสมบูรณ์ ทางเลือกในเมนูของ WEAP ช่วยให้ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนเป็นภาษาได้ตามที่ต้องการ สำหรับคำถามเกี่ยวกับโปรแกรม WEAP ในภาษาอื่นที่คุณสนใจ

1.1 Highlights ลักษณะเด่น

- ระบบการวางแผนทรัพยาน้ำรวมอย่างมีบูรณาการ
- มีแบบจำลองย่อยสำเร็จรูปภายในโปรแกรม สำหรับ: ปริมาณน้ำฝนน้ำท่า และการซึม การคายระเหย ความต้องการน้ำของพืช การให้ผลผลิตของพืช ปฏิกิริยาต่อกันระหว่างน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน คุณภาพน้ำในแม่น้ำ
- ตัวเชื่อมระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้ใช้งานอาศัยรูปแบบ GIS โดย "การลากและปล่อย "
- ความสามารถในการสร้างแบบจำลองด้วยหลายฟังก์ชั่นการใช้งานที่มีอยู่ในตัว
- การระบุตัวแปรและสมการโดยผู้ใช้งานเอง
- การต่อเชื่อมกับ spreadsheets และแบบจำลองอื่นๆได้
- การใช้ linear program เพื่อช่วยแก้ไขสมการการจัดสรรน้ำ
- โครงสร้างข้อมูลที่สามารถยืดหยุ่นและขยายได้
- ระบบการรายงานผลที่มีประสิทธิภาพ ในรูปแบบกราฟฟิค ตารางและแผนที่
- มีตัวลิงค์อัตโนมัติสำหรับ Help (หรือตัวช่วย) และ User Guide (หรือคำแนะนำสำหรับผู้ใช้งาน)
- ความต้องการอย่างน้อยในเรื่องสเป็คคอมพิวเตอร์ :ใช้ได้กับเครื่องที่มี Windows 98/2000/NT/XP ระบบ Pentium มีหน่วยความจำหลัก 256 MB RAM

1.1.1 Structure

WEAP ประกอบไปด้วยห้ามุมมองหลัก (หรือห้า main views)

1.1.2 Schematic - เครื่องมือทาง GIS จะช่วยให้คุณสามารถกำหนดระบบแหล่งน้ำของคุณได้อย่างง่ายดายและรวดเร็ว ซึ่งได้รวมความสามารถในการ "ลากและปล่อย" เพื่อการสร้างและกำหนดตำแหน่งขององค์ประกอบของระบบที่ต้องการ เพิ่มแฟ้มข้อมูลที่สร้างมาจาก ArcView หรือโปรแกรมมาตรฐานอื่นๆทาง GIS ทั้งในลักษณะ vector หรือ raster เพื่อทำเป็นแผนที่ข้างหลัง ความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลและผลลัพธ์ต่างๆของแต่ละองค์ประกอบในระบบได้อย่างรวดเร็ว

1.1.3 Data - เครื่องมือสร้างแบบจำลองเพื่อช่วยให้คุณสร้างตัวแปรและความสัมพันธ์ การใส่ข้อมูลข้อสันนิษฐานและการประมาณการโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ การลิงค์โดยตรงกับแฟ้มข้อมูล Excel สำหรับการนำเข้าและส่งออกข้อมูล

1.1.4 Results - การแสดงผลที่ละเอียดและยืดหยุ่นได้สำหรับผลลัพธ์ของแบบจำลอง ทั้งหมดสามารถดูได้ในแบบของกราฟ ตาราง และบนแผนที่ สำหรับกราฟและแผนที่นั้น คุณสามารถดูผลลัพธ์แบบเคลื่อนไหวได้ตลอดในช่วงเวลาที่ต้องการ

1.1.5 Overviews - ออกแบบกลุ่มของกราฟสรุปให้เน้นตัวชี้วัดหลักของระบบ ให้สามารถพิจารณาดูได้โดยเร็ว

1.1.6 Notes - บันทึกข้อมูลหรือข้อสมมติฐานของคุณ

1.2 สิ่งที่โดดเด่น ของ WEAP

1.2.1 วิธีการที่เป็นบูรณาการ คือ วิธีการเฉพาะสำหรับการดำเนินการประเมินการจัดการทรัพยากรแหล่งน้ำอย่างมีบูรณาการ

1.2.2 กระบวนการมีส่วนร่วมของฝ่ายที่เกี่ยวข้อง คือ โครงสร้างที่โปร่งใส ช่วยในการมีส่วนร่วมของฝ่ายต่างๆที่เกี่ยวข้อง ด้วยกระบวนการที่เปิดเผย

1.2.3 **สมดุลน้ำ** คือ ฐานข้อมูลที่รวมข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณน้ำต้นทุนและปริมาณน้ำที่ต้องการเพื่อทำการคำนวณสมดุลน้ำในแบบจำลอง ที่รวมโครงสร้างของ node และ Link เข้าไว้ด้วยกัน

1.2.4 **การคำนวณในแบบจำลอง** คือ คำนวณปริมาณน้ำที่ต้องการ ปริมาณน้ำต้นทุน ปริมาณน้ำท่า ปริมาณน้ำที่ซึมผ่านน้ำใต้ดิน ความต้องการน้ำของพืช ปริมาณการไหล และปริมาณเก็บกัก และการก่อให้เกิดมลภาวะ การปรับปรุงคุณภาพน้ำ คุณภาพน้ำที่ปล่อยออกมาและที่อยู่ในลำน้ำ ภายใต้การจำลองสถานการณ์ต่างๆที่แตกต่างกัน ทางด้านนโยบายและอุทกวิทยา

1.2.5 **สถานการณ์ ทางนโยบาย** คือ ประเมินทางเลือกต่างๆของการพัฒนาและจัดการน้ำ และพิจารณาการใช้น้ำเพื่อวัตถุประสงค์ที่แต่งต่างกันในระบบแหล่งน้ำ

1.2.6 **ส่วนเชื่อมต่อระบบที่ง่ายต่อการใช้งาน** คือ ส่วนเชื่อมต่อระบบด้วย GIS ที่ทำงานโดยการลากและปล่อยรูปกราฟฟิก และผลลัพธ์ของแบบจำลองที่สามารถแสดงผลในรูปแบบที่ยืดหยุ่นได้ ทั้งแผนที่ แผนภูมิ และตาราง

ภาคผนวก ข

2.1 ขั้นตอนการใช้โปรแกรม WEAP

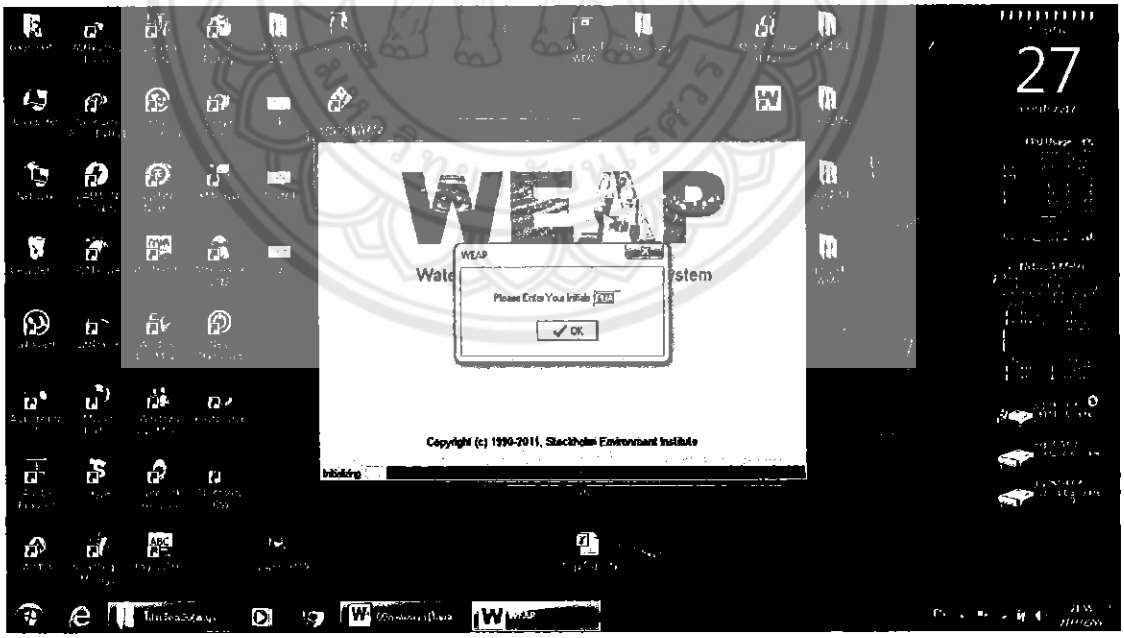
2.2.1 Schematic View

เป็นส่วนที่นำเข้าข้อมูลและกำหนดองค์ประกอบของระบบลุ่มน้ำโดยใช้ข้อมูล GIS โดยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.เปิดโปรแกรมให้เลือก NO เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่ทดลองใช้งาน แต่ก็สามารถใช้งานได้ หรือหากต้องการใช้งานขั้นสูงก็กด YES (สามารถขอ หรือ ซื้อ license ได้โดยจะกำหนดอายุการใช้งานได้ 2 ปี โดยทางทีมพัฒนาจะจัดส่ง User nameและ Registration codeให้ทางอีเมล์ เพียงต้องให้ข้อมูลว่า ต้องการใช้เพื่อการศึกษา และอื่นๆ)

2.เมื่อกด YES แล้วกรอกข้อมูลเรียบร้อย (ตัวอย่างในไฟล์ pdf WEAP_one_hour)

โปรแกรมจะให้เรากำหนดชื่อโปรเจ็ค อย่างน้อย 3ตัวอักษรดังรูป2.1



รูปที่ 2.1 แสดงการสร้างไฟล์

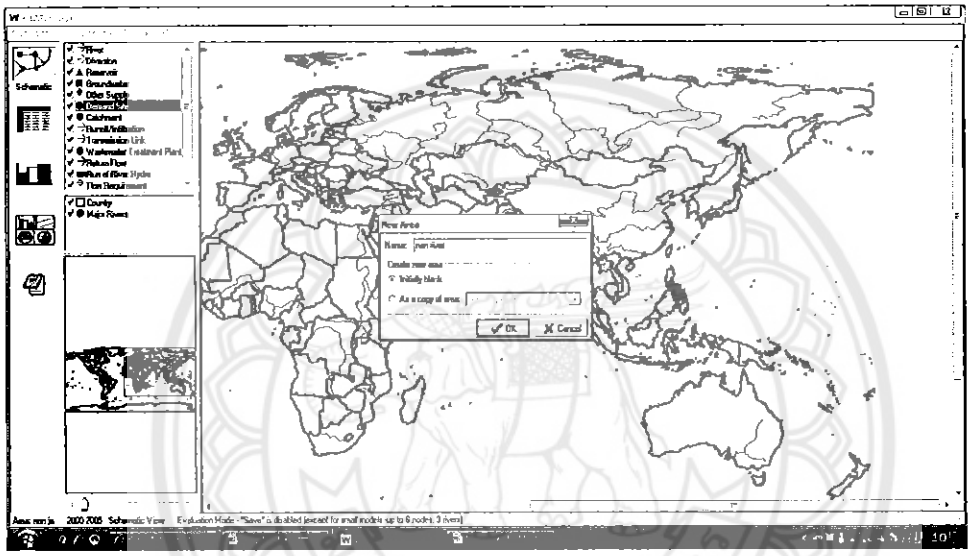
เลือก Area > Create Area จากนั้นก็สร้างชื่องาน

-เลือก Weaping River Basic ในช่อง As a copy of area

-เลือก Initially blank เลือก OK

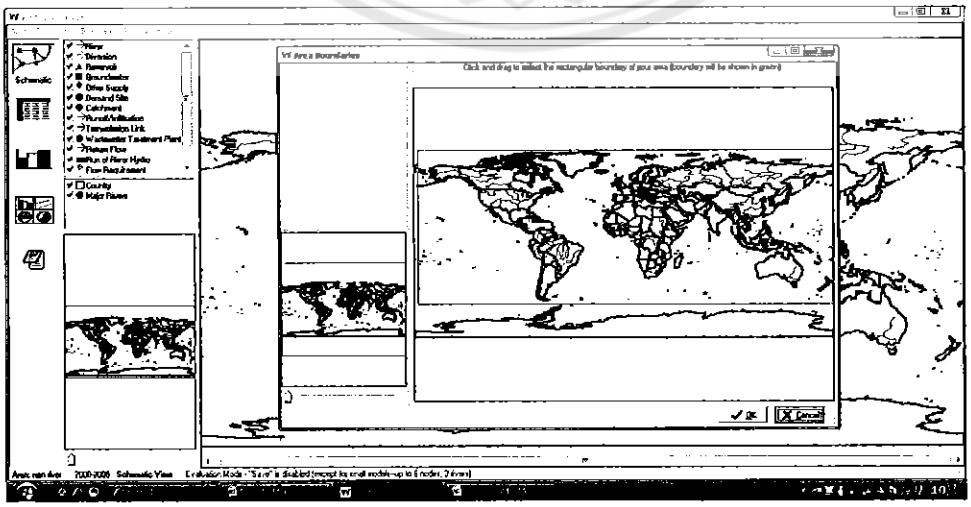
-เลือก OK อีกที

ดังรูปที่แสดงใน 2.2



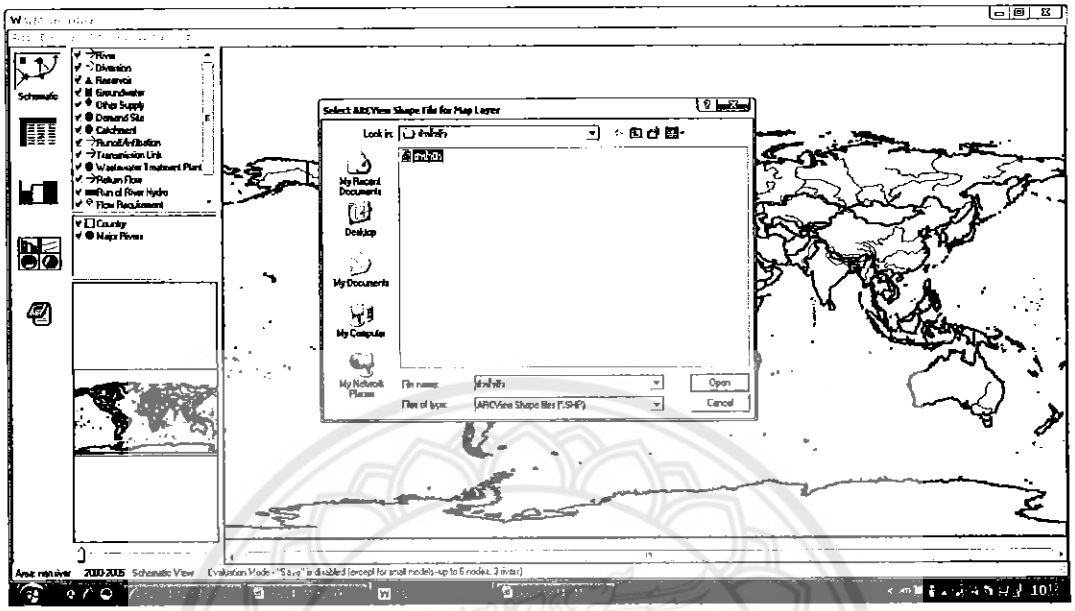
รูปที่ 2.2 แสดงการสร้างไฟล์

ให้เลือก Cancel จะเลือกเพิ่มข้อมูล GIS ดังรูปที่แสดงที่ 2.3



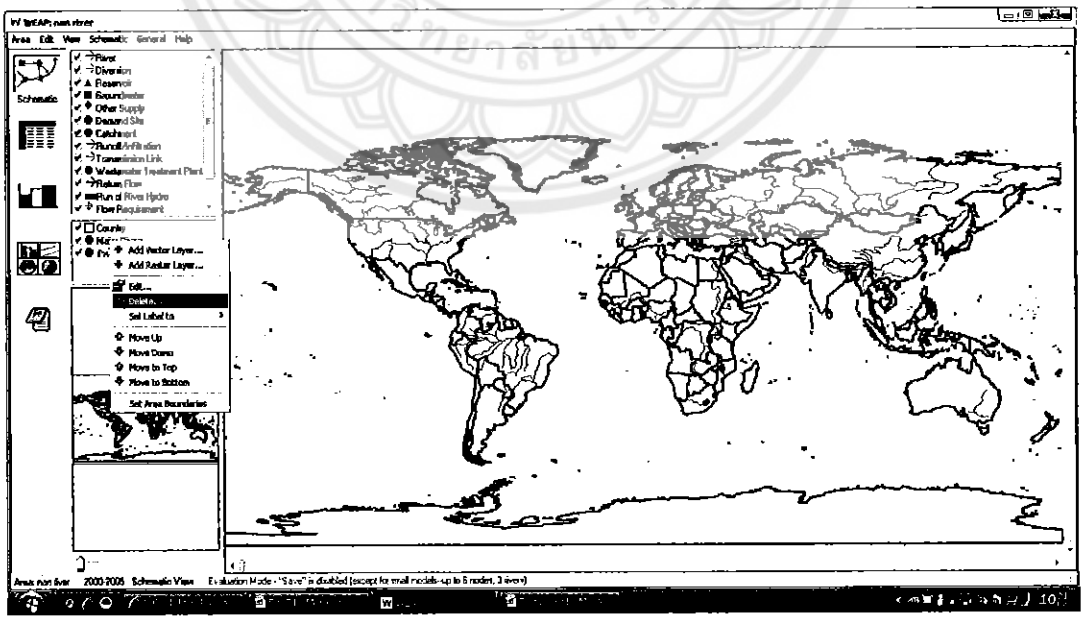
รูปที่ 2.3 เป็นการเลือก Cancle เพื่อเตรียมใช้ข้อมูล GIS

3.เลือก Schematic >Add vector layer > เลือกข้อมูล GIS ที่เราต้องการ > Open > OK ดังรูปที่แสดงในภาพ 2.3



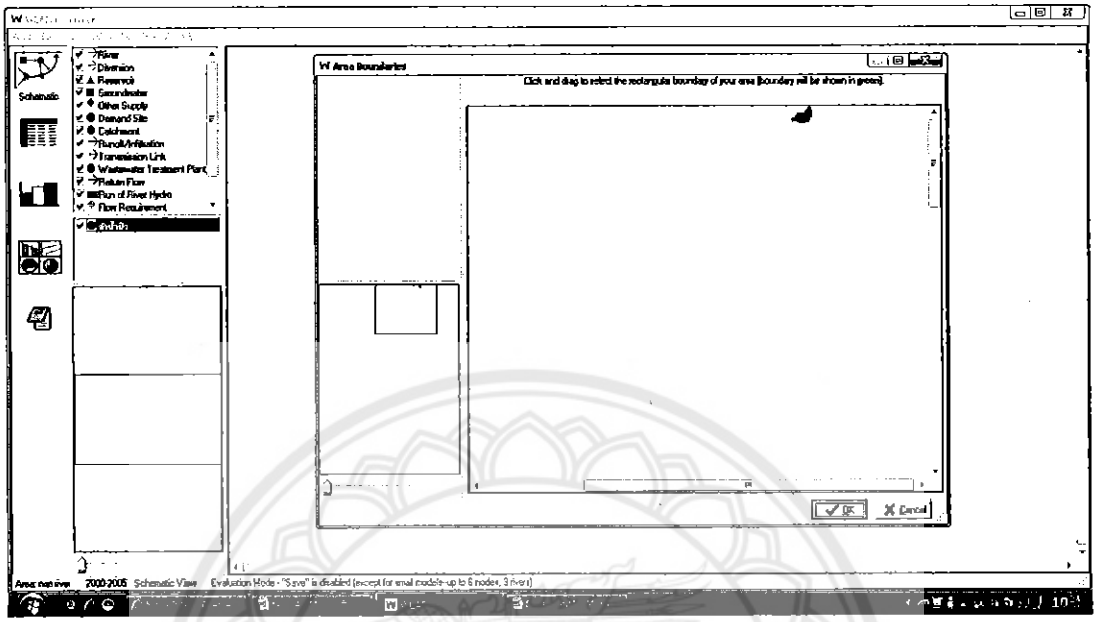
รูปที่ 2.3 เป็นการเลือกข้อมูล GIS

4.หลังจากนั้นให้คลิกขวาเลือก Delete เพื่อลบข้อมูลที่ไม่ต้องการออกไป ดังรูปที่แสดงในรูปภาพ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงการ Delete เพื่อลบข้อมูลที่ไม่ใช่ออกไปให้เหลือแต่ข้อมูลที่ต้องการ

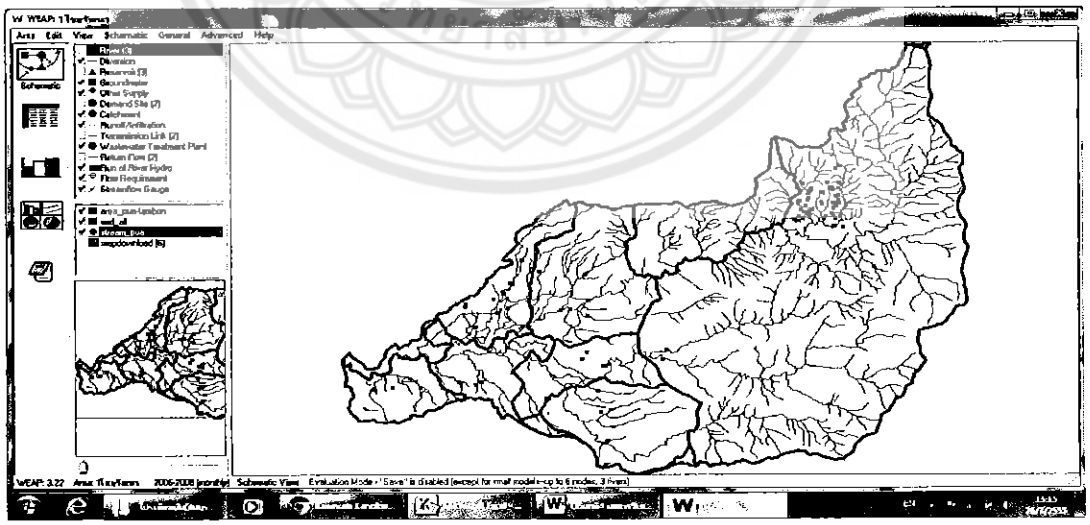
5.หลังจากนั้นนำเมาส์ไปคลิกขวาที่ข้อมูล GIS แล้วคลิกขวาเลือก Set Area Boundaries เพื่อแสดงข้อมูล GIS จากนั้นคลุมหน้าจอบริเวณข้อมูล แล้วกด OK ดังที่แสดงใน รูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แสดงการเลือกข้อมูล GIS มาแสดงบนหน้าจอ

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

-เลือกข้อมูลGIS ที่ต้องการ(จากGIS_PUA_PROJECT54 ดังข้อมูลในแผ่นCD) ดังรูป 2.6



รูปที่ 2.6 คือรูปข้อมูล GIS ขอบเขตตำบล ตำแหน่งฝาย

การเขียนเส้นทางการไหลของน้ำ

-เลือกแม่น้ำ(River) แล้วลากมายังบริเวณที่เราต้องการที่จะเขียนเส้นทางการไหลของน้ำ

-เมื่อสิ้นสุดการเขียนเส้นทางการไหลของน้ำสายที่ 1 ให้ดับเบิ้ลคลิก หลังจากนั้นให้ตั้งชื่อเส้นทางการไหลของน้ำ (ใช้คำว่า น้ำปัว) ดังที่แสดงในรูป 2.7

-เลือก River แล้วลากมาจนบรรจบกันกับ เส้นทางการไหลของน้ำ สายที่ 1 แล้วดับเบิ้ลคลิก หลังจากนั้นให้ตั้งชื่อการไหลของน้ำ (ใช้คำว่า น้ำขว้าง) และทำอีกครั้งโดยให้เส้นมาต่อที่น้ำขว้าง (ใช้คำว่า น้ำกูน) ใช้ ดังที่แสดงในรูป 2.7

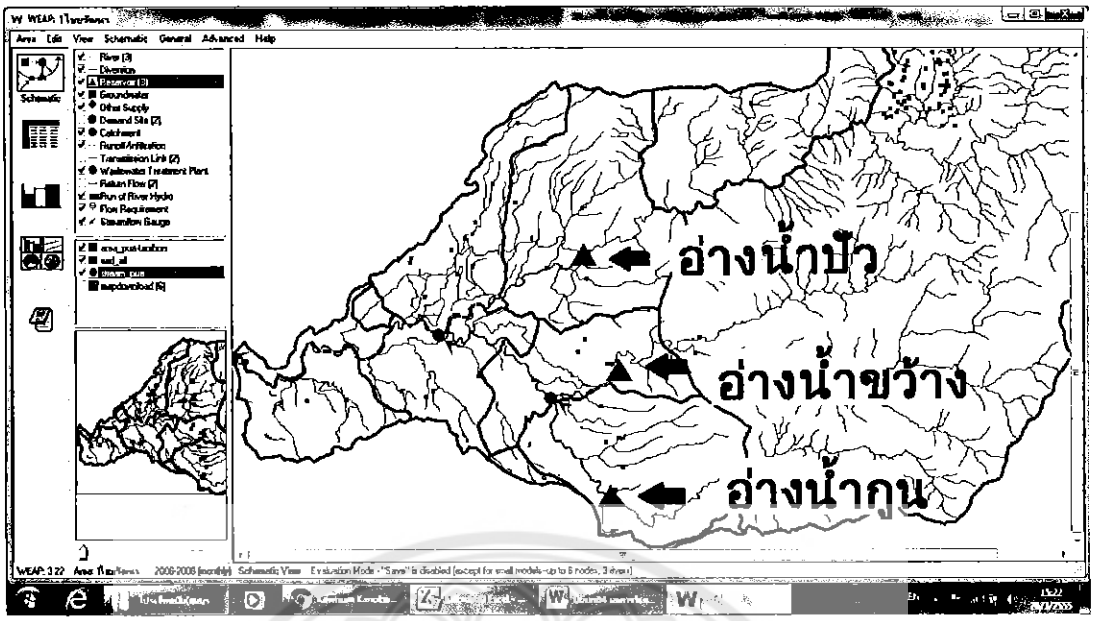
รูปที่ 2.7 แสดงเส้นทางการไหลของน้ำกูน และน้ำขว้าง

-เลือก Reservoir ลากมาวางที่จุดบริเวณพิกัดพื้นที่อ่างเก็บน้ำปัว แล้วสร้างชื่อ ให้ใช้คำว่า (ฝายน้ำปัว)จำนวน 1 Demand Priority แล้วกด Finish ดังที่แสดงในรูป 2.8

- เลือก Reservoir ลากมาวางที่จุดพิกัดบริเวณพื้นที่อ่างเก็บน้ำกูณ แล้วสร้างชื่อใช้คำว่า (ฝายข้าว) จำนวน 1 Demand Priority แล้วกด Finish ดังที่แสดงใน รูป 2.8

- เลือก Reservoir ลากมาวางที่จุดพิกัดบริเวณพื้นที่อ่างเก็บน้ำกูณ แล้วสร้างชื่อใช้คำว่า (ฝายแก้ง) จำนวน 1 Demand Priority แล้วกด Finish ดังที่แสดงใน รูป 2.8

(ในการทำแบบไม่มีอ่างเก็บน้ำ ไม่ต้องใส่อ่างลงไป)

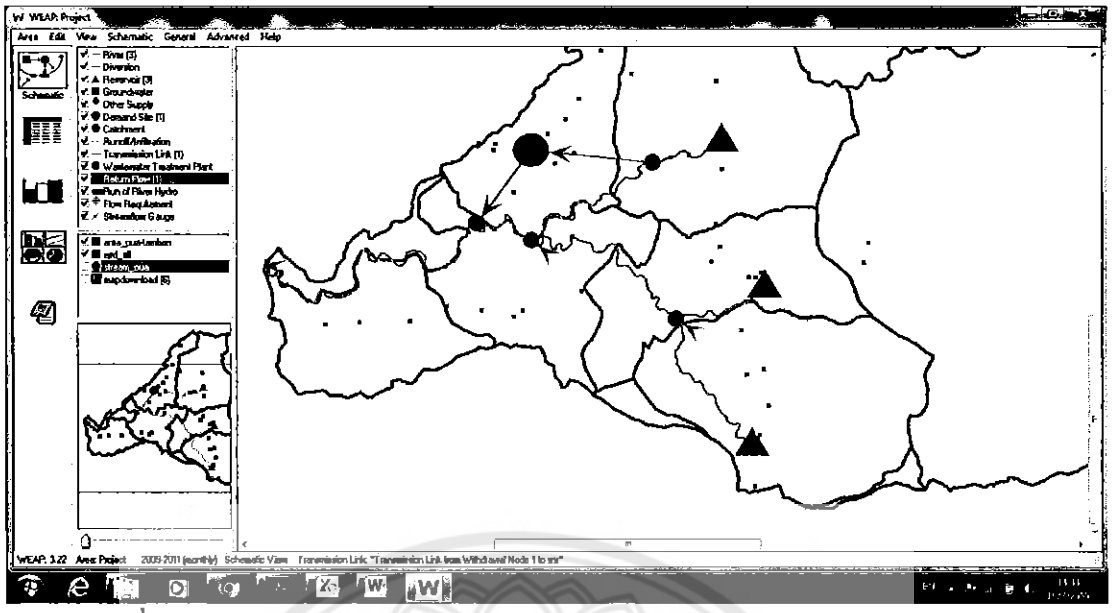


รูปที่ 2.8 แสดง จุดที่ตั้งของ ฝายน้ำปัว ฝายข้าว ฝายแก้ง

- เลือก Demand Site ลากมาวางดังแสดงใน รูป ที่2.9 แล้วสร้างชื่อ (ใช้คำว่า ชุมชนต.ไชยวัฒนา) จำนวน 1 Demand Priority แล้วกด Finish ดังที่แสดงในรูป 2.9

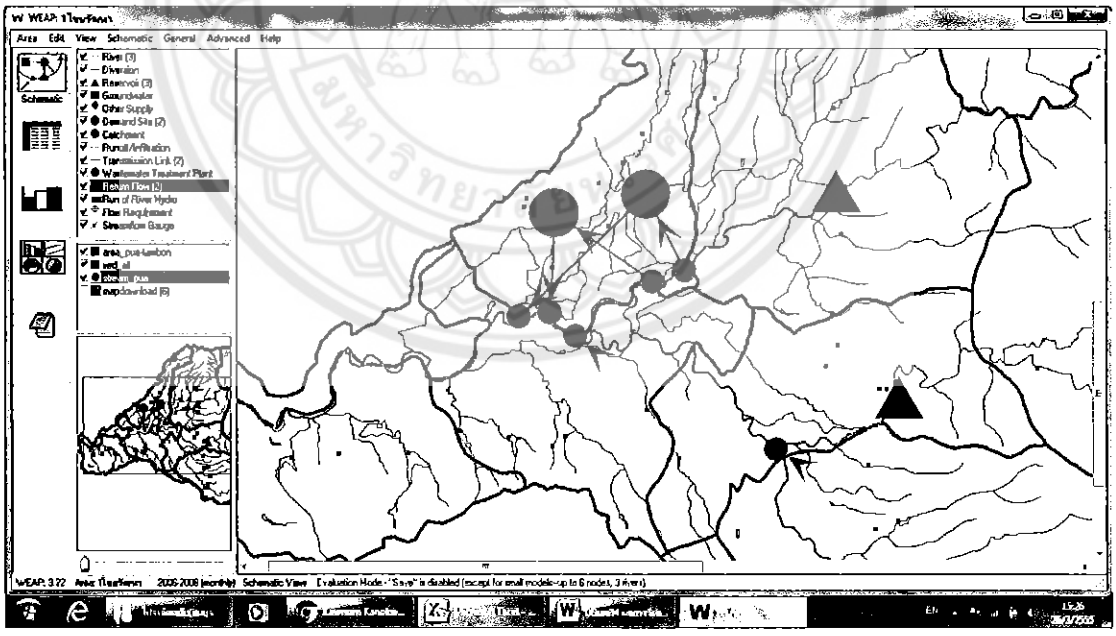
-เลือก Transmission Link ลากมาวางหลังจุดที่เส้นทางการไหลของน้ำปัว น้ำขว้าง และ น้ำคูณ แล้วแต่ตำบล ลากไปที่ ชุมชน จำนวน 1 Demand Priority แล้วกด Finish (แล้วแต่ความเหมาะสม) ดังที่แสดงในรูป 2.9

- เลือก Return Flow ลากมาวางที่ Pua City แล้วลากไปจุดที่เส้นทางการไหลของน้ำปัว น้ำขว้างและน้ำคูณ มาบรรจบกัน ดังที่แสดงในรูป 2.9



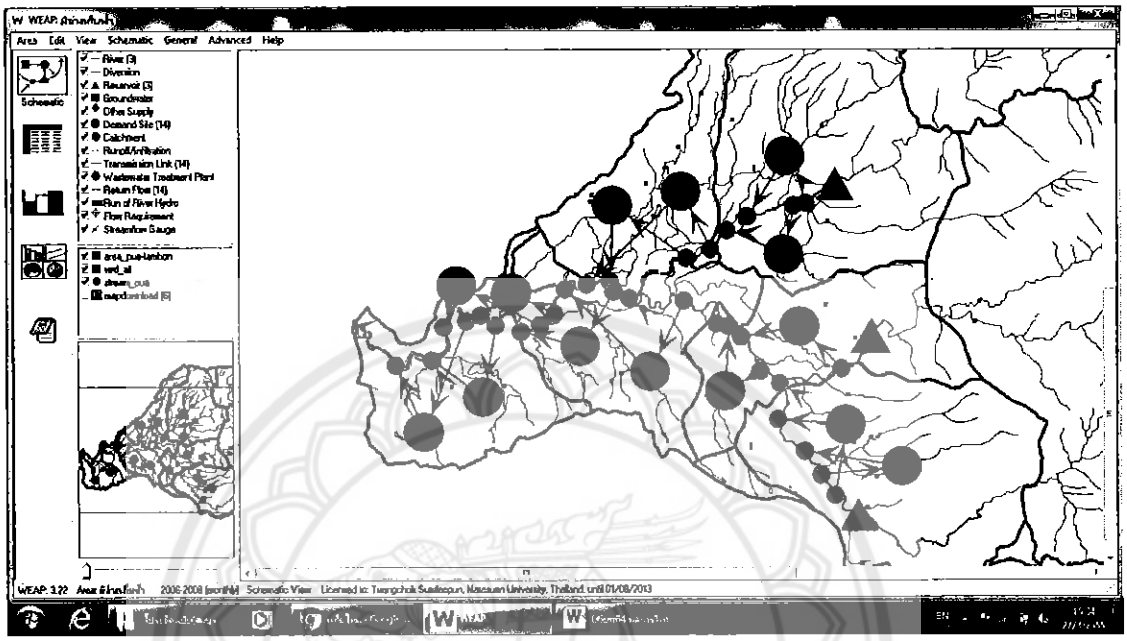
รูปที่ 2.9 แสดงการวางDemand site(ชุมชน) Transmission Link และ Return Flow

- เลือก Demand Site ลากมาวางดังแสดงใน รูป ที่2.10 แล้วสร้างชื่อ (ใช้คำว่า เกษตร ต.ไชยวัฒนา) จำนวน 1 Demand Priority แล้วกด Finish และทำเหมือนกันอีกครั้งในลากเส้นทางการส่งน้ำ (Transmission Link) และ การไหลย้อนกลับของน้ำ (Return Flow) ดังรูปที่ 2.10



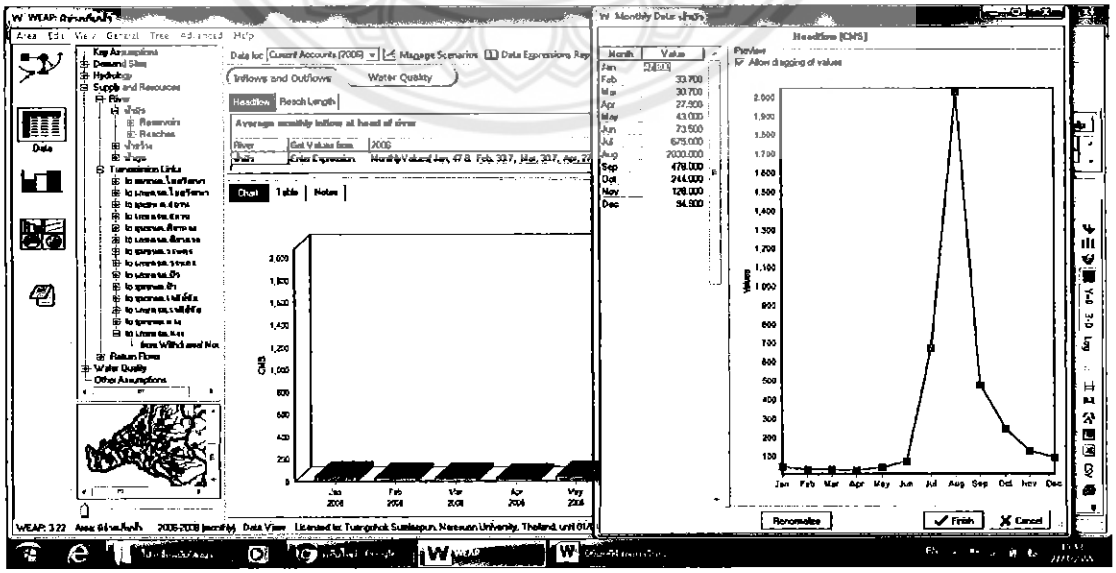
รูปที่ 2.10 แสดงจุดที่ตั้ง Transmission Link และ Return Flow ของ เกษตร

-ทำเหมือนเดิมซ้ำจนครบ 7 ตำบล พร้อมทั้งลาก Transmission Link และ Return Flow ให้ครบทุก Demand Site ดังรูป 2.11 (ต้องลงทะเบียน และรับ License จากผู้พัฒนาโปรแกรมจึงจะสามารถใส่ข้อมูลได้ มากกว่า 3River และมากกว่า 6Node (องค์ประกอบลุ่มน้ำ))



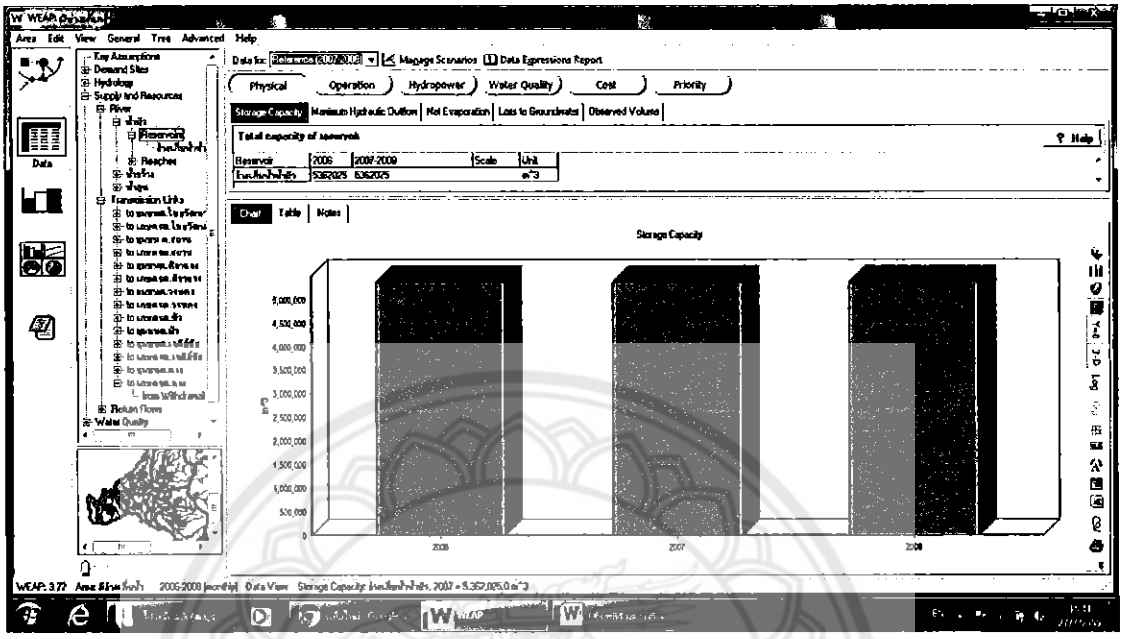
รูปที่ 2.11 แสดงการวางDemand site Transmission Link และ Return Flow

- คลิกขวาที่ น้ำปัว > Edit data > Head Flow > คลิกขวา เลือก Monthly Time – Series Wizard จะได้ดังรูปที่ 2.12 แล้วใส่ค่า Head Flow ใส่ทั้ง ปี 2549 และ 2550 - 2551 (ทำเหมือนกันทั้ง 3 ลำน้ำ)



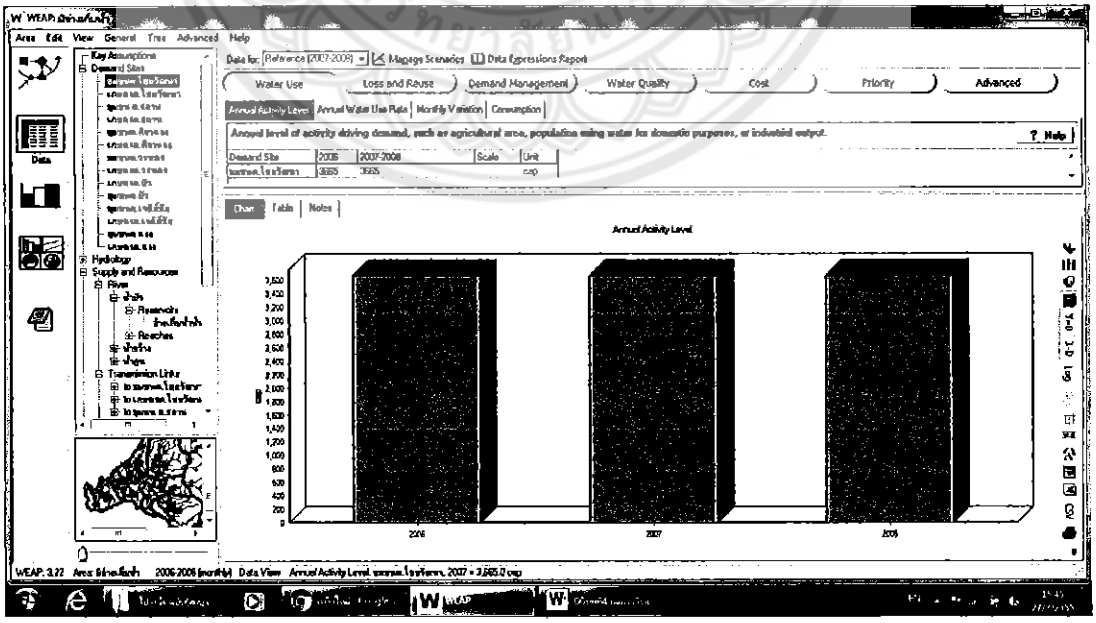
รูปที่ 2.12 แสดงการใส่ค่า Head Flow

- คลิกขวาที่ อ่างน้ำป๋าว > Edit data > Storage Capacity ใส่ค่าปริมาณความจุของอ่างลงไปในช่อง Storage Capacity ดังรูปที่แสดงใน 2.13 (ทำเหมือนกันทั้ง 3 อ่างเก็บน้ำ ตามข้อมูลในแผ่นCD)



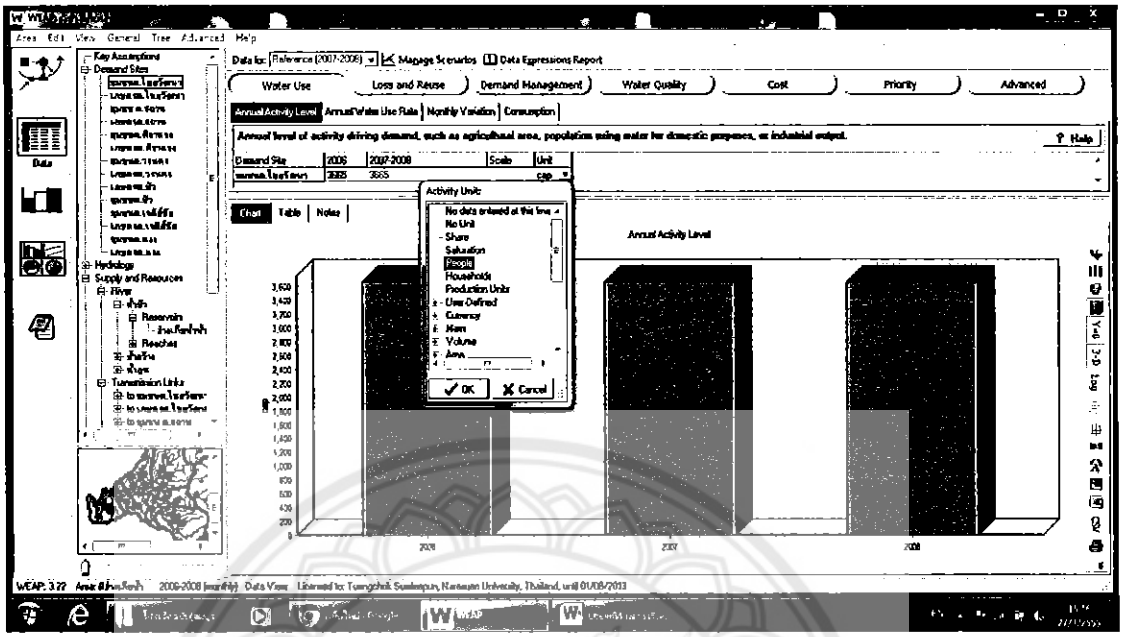
รูปที่ 2.13 แสดงการใส่ค่าใน Storage Capacity

-คลิกขวาที่ ชุมชน> Edit data > Annual Activity Level ใส่ค่าทั้ง ปี 2549 และ 2550 – 2551 ดังที่แสดงในรูป ที่ 2.14



รูปที่ 2.14 แสดงการใส่ค่าจำนวนประชากรลงไปในช่อง ชุมชน

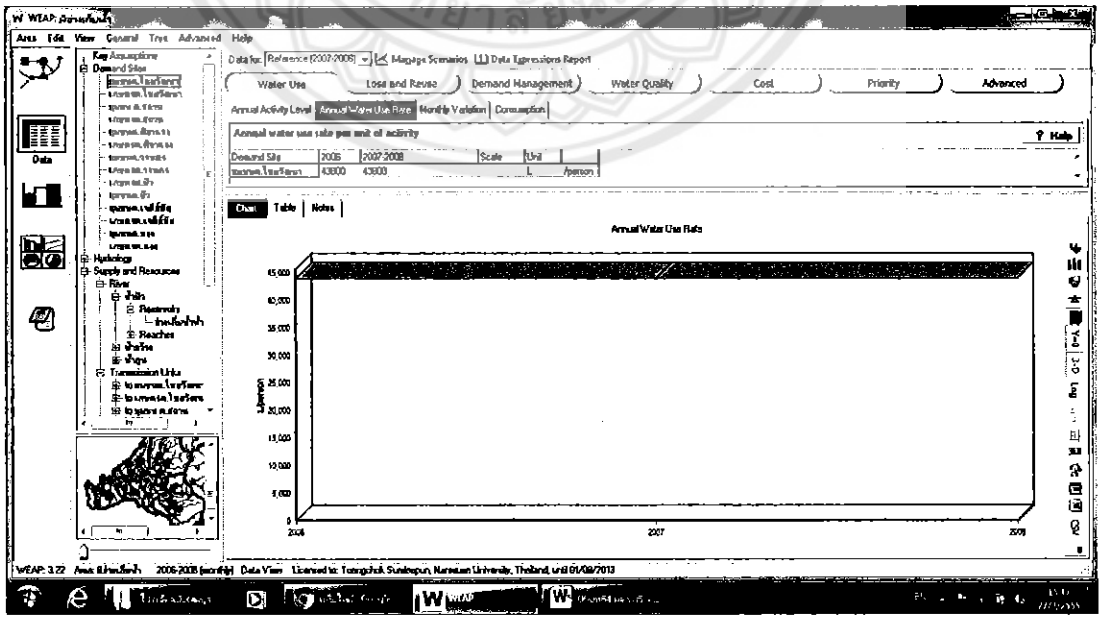
- เลือก Unit > People > OK ดังรูปที่ 2.15



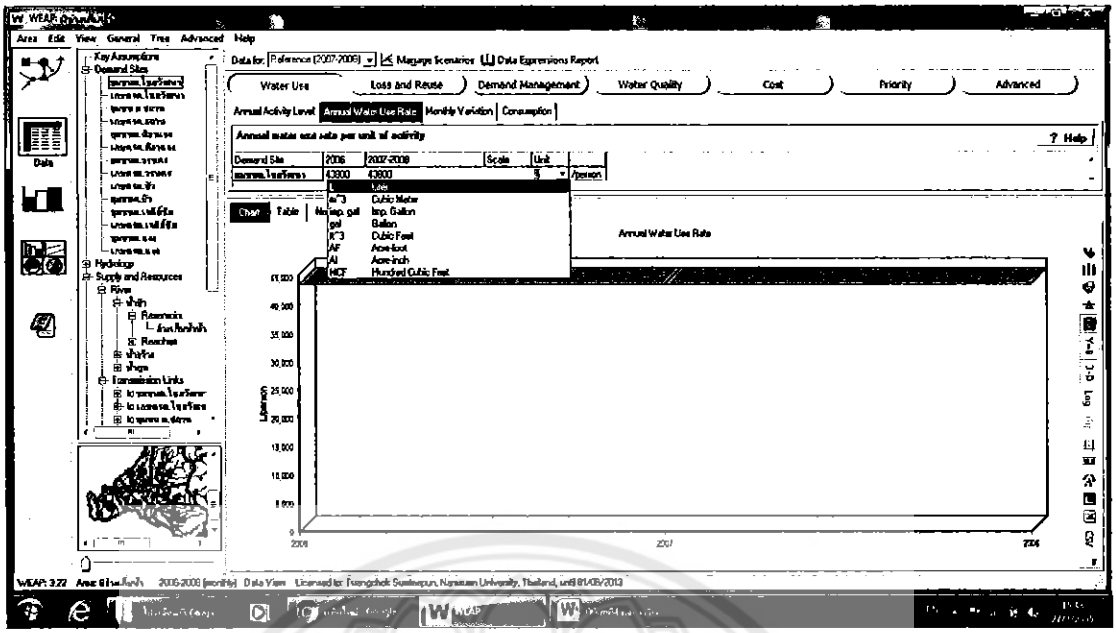
รูปที่ 2.15 แสดงการเปลี่ยนค่า Unit

- เลือก Annual Water Use Rate > เลือก ชุมชน ใส่ค่าการใช้น้ำต่อคน ลงไปในช่อง ชุมชน ใส่ค่าทั้งปี 2549 และ 2550 – 2551ดังรูปที่ 2.16

และปรับหน่วยเป็น Liter ดังรูปที่ 2.17

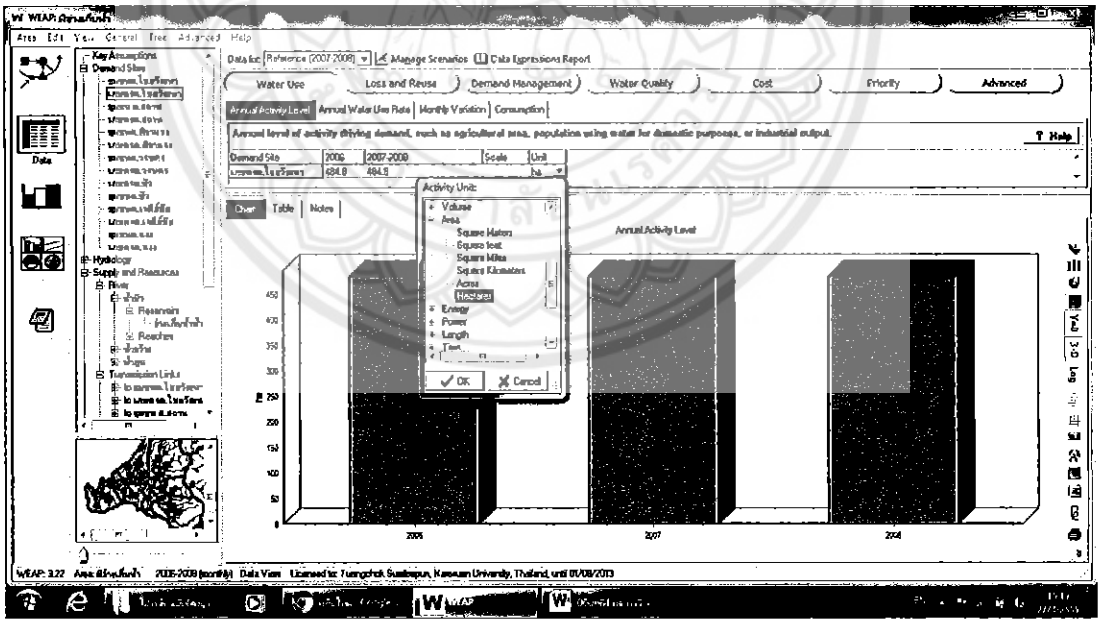


รูปที่ 2.16 แสดงการใส่ค่าจำนวนการใช้น้ำของประชากรต่อคน



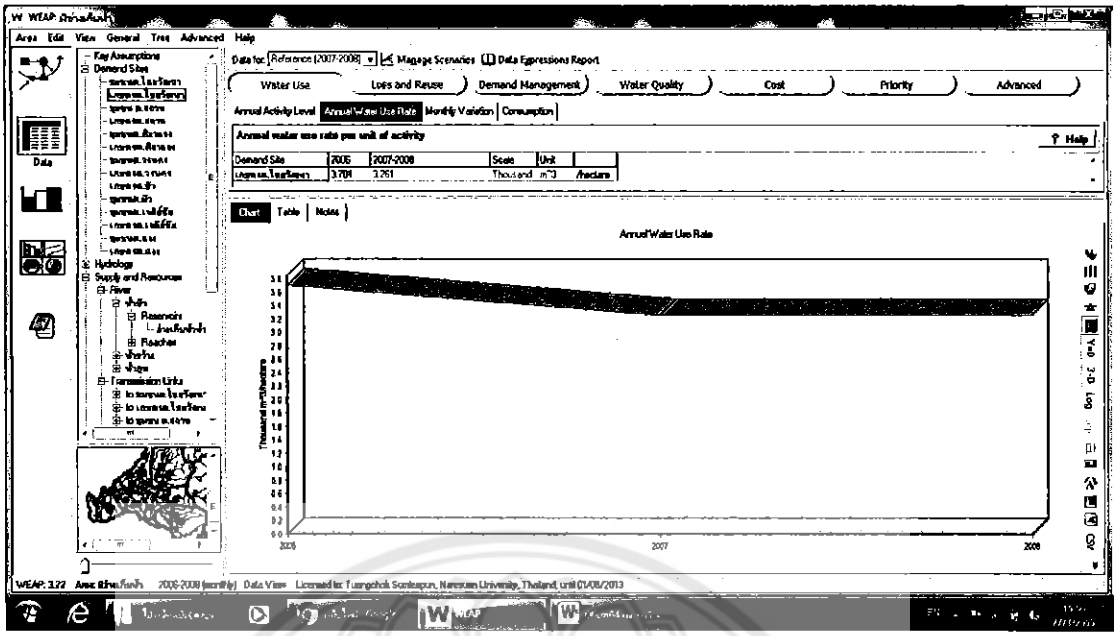
รูปที่ 2.17 แสดงการเปลี่ยนหน่วยจาก m^3 เป็น Liter

- คลิกขวาที่ เกษตร > Edit data > Annual Activity Level แล้วใส่ค่า พื้นที่ทางการเกษตร ลงไปในช่อง Agriculture ใส่ทั้งปี 2549 และ ปี 2550 - 2551 แล้วแปลงหน่วยให้เป็น Hectares ดังรูป2.18



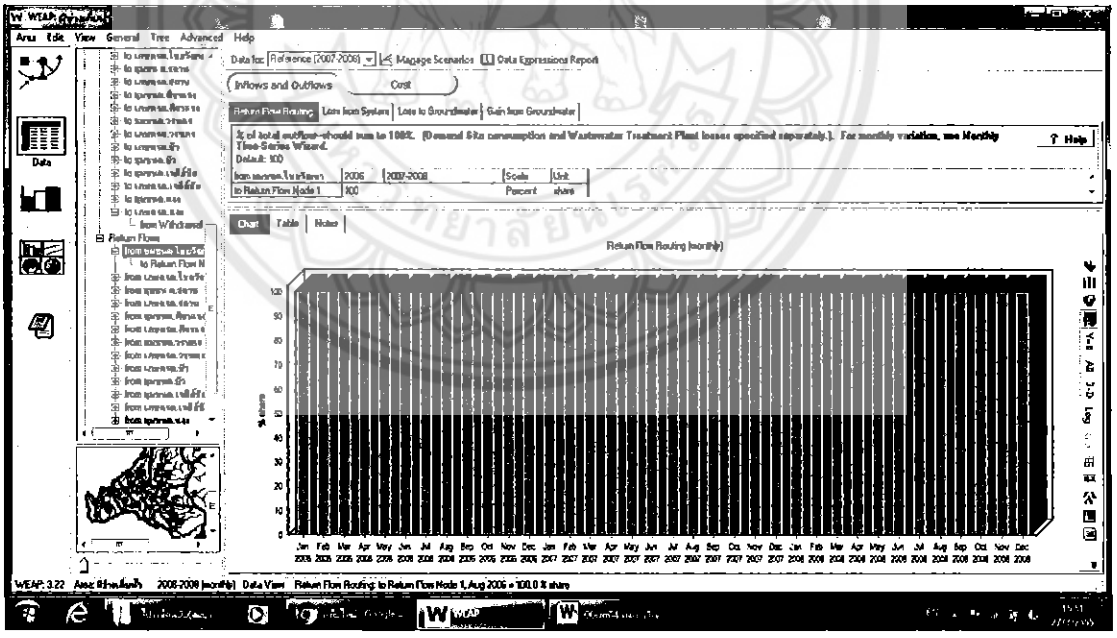
รูปที่ 2.18 แสดงการใส่ค่าพื้นที่ทางการเกษตร และ การเปลี่ยนหน่วย Unit

-เลือก Annual Water Use Rate แล้วใส่ค่า ปริมาณการส่งน้ำให้พืช ลงไปในช่อง Agriculture ใส่ทั้งปี 2549 และ ปี 2550 - 2551 ดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 แสดงการใส่ค่า ปริมาณการส่งน้ำให้พืช

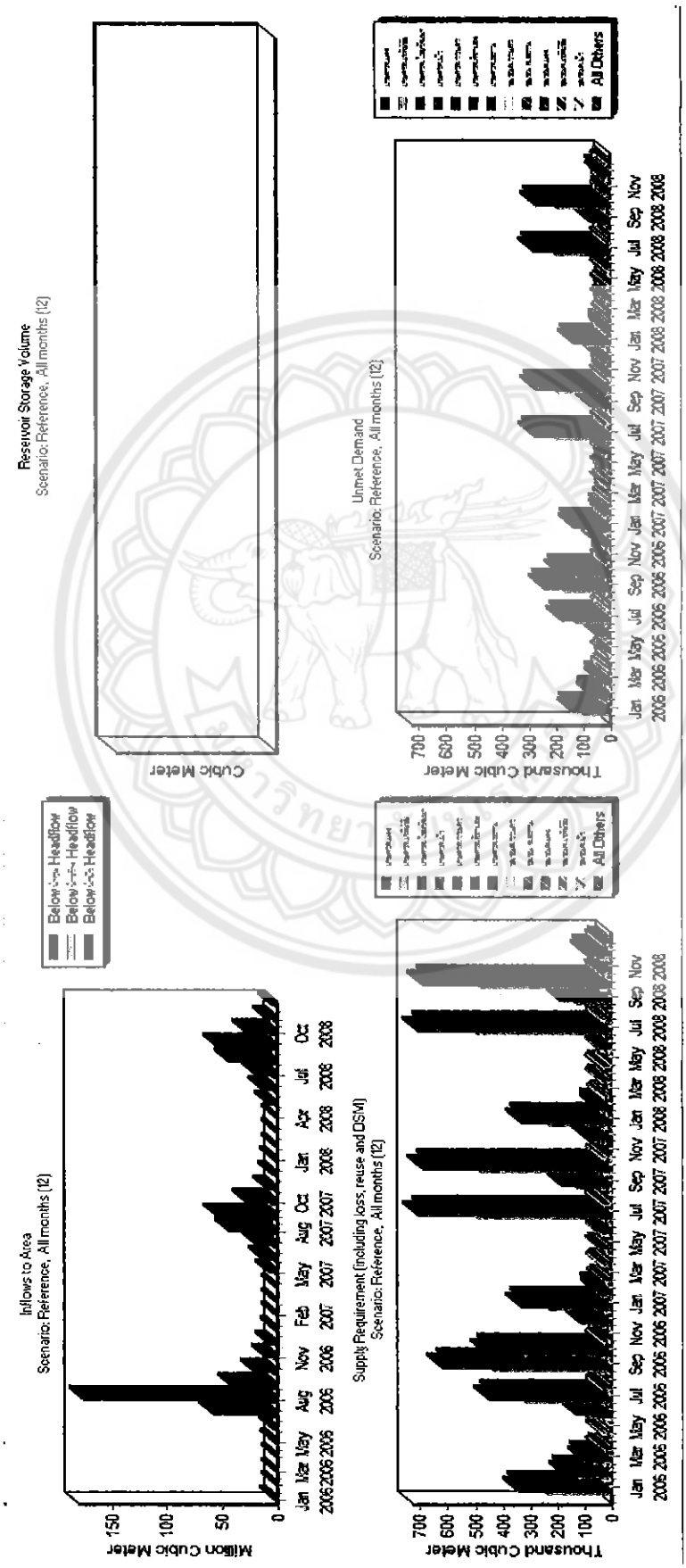
-คลิกขวาที่ Return Flow > Edit data > Return Flow Routing ใส่ค่าอัตราการไหลของน้ำย้อนกลับ (Return Flow) ที่ 100 ลงในช่อง Return Flow ทำเหมือนกันทั้งปี 2549 และ 2550-2551 ดังรูปที่4.20



รูปที่ 2.20 แสดงการใส่ค่า การไหลของน้ำย้อนกลับ(Return Flow)

ภาคผนวก ฆ

ตารางแสดงข้อมูล น้ำไหลเข้า ปริมาณความต้องการน้ำและ ปริมาณความต้องการน้ำขั้นต่ำ



กราฟแสดง ความสัมพันธ์ระหว่าง เวลากับ ปริมาณน้ำ (แต่เนื่องจากน้ำเพียงพอในแต่ละปี จึงไม่จำเป็น ต้องสร้างอ่างเก็บน้ำ reservoir)

Inflows to Area (Cubic Meter)												
Below น้ำกุน Headflow	907,978	641,088	583,891	531,360	816,912	1,397,088	12,829,536	38,585,030	9,084,960	4,638,989	2,470,176	1,802,563
Below น้ำยวัง Headflow	824,947	583,027	530,323	479,520	741,917	1,270,080	11,664,432	35,079,005	8,260,704	4,215,802	2,210,976	1,639,181
Below น้ำปัว Headflow	4,124,736	2,903,040	2,651,616	2,410,560	3,722,976	6,350,400	58,308,768	175,381,632	41,290,560	21,079,008	11,067,840	8,195,904
Sum	**5,857,661**	**4,127,155**	**3,765,830**	**3,421,440**	**5,281,805**	**9,017,568**	**82,802,736**	**249,045,667**	**58,636,224**	**29,933,798**	**15,748,992**	**11,637,648**
ปี 2550	**ม.ค.**	**ก.พ.**	**มี.ค.**	**เม.ย.**	**พ.ค.**	**มิ.ย.**	**ก.ค.**	**ส.ค.**	**ก.ย.**	**ต.ค.**	**พ.ย.**	**ธ.ค.**
Inflows to Area (Cubic Meter)												
Below น้ำกุน Headflow	824,947	599,962	629,424	666,144	1,976,659	3,118,176	4,389,898	9,789,552	11,879,136	6,462,979	2,166,912	1,202,602
Below น้ำยวัง Headflow	749,952	546,739	573,178	603,936	1,797,206	2,833,056	3,990,816	8,900,323	10,800,864	5,876,410	1,969,920	1,092,787
Below น้ำปัว Headflow	3,749,760	2,731,277	2,860,531	3,024,864	8,986,032	14,170,464	19,959,437	44,496,259	53,999,136	29,376,691	9,849,600	5,469,293
Sum	**5,324,659**	**3,877,978**	**4,063,133**	**4,294,944**	**12,759,898**	**20,121,696**	**28,340,150**	**63,186,134**	**76,679,136**	**41,716,080**	**13,986,432**	**7,764,682**
ปี 2551	**ม.ค.**	**ก.พ.**	**มี.ค.**	**เม.ย.**	**พ.ค.**	**มิ.ย.**	**ก.ค.**	**ส.ค.**	**ก.ย.**	**ต.ค.**	**พ.ย.**	**ธ.ค.**
Inflows to Area (Cubic Meter)												
Below น้ำกุน Headflow	824,947	599,962	629,424	666,144	1,976,659	3,118,176	4,389,898	9,789,552	11,879,136	6,462,979	2,166,912	1,202,602
Below น้ำยวัง Headflow	749,952	546,739	573,178	603,936	1,797,206	2,833,056	3,990,816	8,900,323	10,800,864	5,876,410	1,969,920	1,092,787
Below น้ำปัว Headflow	3,749,760	2,731,277	2,860,531	3,024,864	8,986,032	14,170,464	19,959,437	44,496,259	53,999,136	29,376,691	9,849,600	5,469,293
Sum	**5,324,659**	**3,877,978**	**4,063,133**	**4,294,944**	**12,759,898**	**20,121,696**	**28,340,150**	**63,186,134**	**76,679,136**	**41,716,080**	**13,986,432**	**7,764,682**
ผลรวมทั้ง3ปี												
Inflows to Area (Cubic Meter)												
Below น้ำกุน Headflow		**161,702,352**										
Below น้ำยวัง Headflow		**146,970,288**										
Below น้ำปัว Headflow		**734,833,728**										
Sum		**1,043,506,368**										

ปี 2549	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
Supply Requirement (including loss, reuse and DSM) (Thousand Cubic Meter)												
เกษตร.แมง	89867.682	44586.98328	26991.83712	0	0	35442.55248	116796.4541	0	159932.9414	119634.3809	7189.41456	30208.15416
เกษตร.เจดีย์ชัย	241967.679	120046.9292	72675.20464	0	0	95428.65656	314473.0818	0	430617.5677	322114.1664	19357.42432	81335.10052
เกษตร.ไชยวัฒนา	255679.884	126853.1074	76793.67744	0	0	100836.5578	332294.137	0	455020.4813	340368.2386	20454.39072	85944.32592
เกษตร.ป่า	348079.05	172696.062	104545.848	0	0	137277.492	452380.632	0	619458.576	463372.602	27846.324	117003.414
เกษตร.วรนคร	200409.15	99431.066	60193.064	0	0	79038.556	260461.576	0	356657.968	266790.286	16032.732	67365.602
เกษตร.ศิลาแลง	261586.68	129783.7072	78567.7888	0	0	103166.1152	339970.8992	0	465532.5056	348231.5312	20926.9344	87929.8384
เกษตร.สถาน	330358.662	163904.2625	99223.51392	0	0	130288.8197	429350.3453	0	587922.503	439782.7241	26428.69296	111046.8766
ชุมชน.วรนคร	14489.4	13087.2	14489.4	14022	14489.4	14022	14489.4	14489.4	14022	14489.4	14022	14489.4
ชุมชน ต.สถาน	19842.48	17922.24	19842.48	19202.4	19842.48	19202.4	19842.48	19842.48	19202.4	19842.48	19202.4	19842.48
ชุมชน.แมง	18276.36	16507.68	18276.36	17686.8	18276.36	17686.8	18276.36	18276.36	17686.8	18276.36	17686.8	18276.36
ชุมชน.เจดีย์ชัย	26914.2	24309.6	26914.2	26046	26914.2	26046	26914.2	26914.2	26046	26914.2	26046	26914.2
ชุมชน.ป่า	40440.12	36526.56	40440.12	39135.6	40440.12	39135.6	40440.12	40440.12	39135.6	40440.12	39135.6	40440.12
All Others	28084.6623	25818.8565	28084.6623	27088.6032	28084.6623	27088.6032	28084.6623	28084.6623	27088.6032	28084.6623	27088.6032	28084.6623
Sum	**1,875,996.01**	**991,477.25**	**667,038.16**	**143,181.40**	**148,047.22**	**824,660.15**	**2,393,774.35**	**148,047.22**	**3,218,323.95**	**2,448,341.15**	**281,417.31**	**728,880.53**

ปี 2550	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
Supply Requirement (including loss, reuse and DSM) (Thousand Cubic Meter)												
เกษตร.แมง	85796.12736	15558.8832	0	0	0	12724.94376	182816.8776	55.56744	48399.24024	178871.5894	7112.63232	24394.10616
เกษตร.เจดีย์ชัย	231005.0659	41892.1104	0	0	0	34261.76172	492232.2972	149.61468	130314.3863	481609.6549	19150.67904	65680.84452
เกษตร.ไชยวัฒนา	244096.0243	44266.1184	0	0	0	36203.36112	520126.8912	158.09328	137699.2469	508902.2683	20235.93984	69402.94992
เกษตร.ป่า	332308.944	60263.28	0	0	0	49286.754	708093.54	215.226	187461.846	692812.494	27548.928	94484.214
เกษตร.วรนคร	191329.392	34697.04	0	0	0	28377.222	407690.22	123.918	107932.578	398892.042	15861.504	54400.002
เกษตร.ศิลาแลง	249735.2064	45288.768	0	0	0	37039.7424	532143.024	161.7456	140880.4176	520659.0864	20703.4368	71006.3184
เกษตร.สถาน	315391.3978	57195.3312	0	0	0	46777.61016	672045.1416	204.26904	177918.3338	657542.0398	26146.43712	89674.10856
ชุมชน.วรนคร	14489.4	13087.2	14489.4	14022	14489.4	14022	14489.4	14489.4	14022	14489.4	14022	14489.4
ชุมชน ค.สถาน	19842.48	17922.24	19842.48	19202.4	19842.48	19202.4	19842.48	19842.48	19202.4	19842.48	19202.4	19842.48
ชุมชน.แมง	18276.36	16507.68	18276.36	17686.8	18276.36	17686.8	18276.36	18276.36	17686.8	18276.36	17686.8	18276.36
ชุมชน.เจดีย์ชัย	26914.2	24309.6	26914.2	26046	26914.2	26046	26914.2	26914.2	26046	26914.2	26046	26914.2
ชุมชน.ป่า	40440.12	36526.56	40440.12	39135.6	40440.12	39135.6	40440.12	40440.12	39135.6	40440.12	39135.6	40440.12
All Others	28084.6623	25818.8565	28084.6623	27088.6032	28084.6623	27088.6032	28084.6623	28084.6623	27088.6032	28084.6623	27088.6032	28084.6623
Sum	**1,797,709.38**	**433,333.67**	**148,047.22**	**143,181.40**	**148,047.22**	**387,852.80**	**3,663,195.21**	**149,115.66**	**1,073,787.45**	**3,587,336.40**	**279,940.96**	**617,089.77**

ปี 2551	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
Supply Requirement (including loss, reuse and DSM) (Thousand Cubic Meter)												
เกษตร.แมง	85796.12736	15558.8832	0	0	0	12724.94376	182816.8776	55.56744	48399.24024	178871.5894	7112.63232	24394.10616
เกษตร.เจดีย์ชัย	231005.0659	41892.1104	0	0	0	34261.76172	492232.2972	149.61468	130314.3863	481609.6549	19150.67904	65680.84452
เกษตร.ไชยวัฒนา	244096.0243	44266.1184	0	0	0	36203.36112	520126.8912	158.09328	137699.2469	508902.2683	20235.93984	69402.94992
เกษตร.ป่า	332308.944	60263.28	0	0	0	49286.754	708093.54	215.226	187461.846	692812.494	27548.928	94484.214
เกษตร.วรนคร	191329.392	34697.04	0	0	0	28377.222	407690.22	123.918	107932.578	398892.042	15861.504	54400.002
เกษตร.ศิลาแลง	249735.2064	45288.768	0	0	0	37039.7424	532143.024	161.7456	140880.4176	520659.0864	20703.4368	71006.3184
เกษตร.สถาน	315391.3978	57195.3312	0	0	0	46777.61016	672045.1416	204.26904	177918.3338	657542.0398	26146.43712	89674.10856
ชุมชน.วรนคร	14489.4	13087.2	14489.4	14022	14489.4	14022	14489.4	14489.4	14022	14489.4	14022	14489.4
ชุมชน ค.สถาน	19842.48	17922.24	19842.48	19202.4	19842.48	19202.4	19842.48	19842.48	19202.4	19842.48	19202.4	19842.48
ชุมชน.แมง	18276.36	16507.68	18276.36	17686.8	18276.36	17686.8	18276.36	18276.36	17686.8	18276.36	17686.8	18276.36
ชุมชน.เจดีย์ชัย	26914.2	24309.6	26914.2	26046	26914.2	26046	26914.2	26914.2	26046	26914.2	26046	26914.2
ชุมชน.ป่า	40440.12	36526.56	40440.12	39135.6	40440.12	39135.6	40440.12	40440.12	39135.6	40440.12	39135.6	40440.12
All Others	28084.6623	25818.8565	28084.6623	27088.6032	28084.6623	27088.6032	28084.6623	28084.6623	27088.6032	28084.6623	27088.6032	28084.6623
Sum	**1,797,709.38**	**433,333.67**	**148,047.22**	**143,181.40**	**148,047.22**	**387,852.80**	**3,663,195.21**	**149,115.66**	**1,073,787.45**	**3,587,336.40**	**279,940.96**	**617,089.77**

Supply Requirement (including loss, reuse and DSM)						
เกษตร.แมง	**1742110.335**	เกษตร.ศิลาแลง	**5070931.491**	ชุมชน.เจดีย์ชัย	**950679**
เกษตร.เจดีย์ชัย	**4690611.629**	เกษตร.สถาน	**6404095.738**	ชุมชน.ป่า	**1428449.4**
เกษตร.ไชยวัฒนา	**4956426.587**	ชุมชน.วรนคร	**511803**	All Others	**992297.7162**
เกษตร.ป่า	**6747610.452**	ชุมชน ค.สถาน	**700887.6**	**Sum**	**38726458.98**
เกษตร.วรนคร	**3884987.836**	ชุมชน.แมง	**645568.2**		

ปี2549	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
Unmet Demand (Thousand Cubic Meter)												
เกษตรด.แงง	35947.0728	17834.79331	10796.73485	0	0	14177.02099	46718.58163	0	63973.17658	47853.75235	2875.765824	12083.26166
เกษตรด.เจดีย์ชัย	96787.0716	48019.97166	29070.08186	0	0	38171.46262	125789.2327	0	172247.0271	128845.6665	7742.965728	32534.04021
เกษตรด.ไชยวัฒนา	102271.9536	50741.24294	30717.47098	0	0	40334.6231	132917.6548	0	182009.1925	136147.2954	8181.756288	34377.73037
เกษตรด.บ้าง	139231.62	69078.4248	41818.3392	0	0	54910.9968	180952.2528	0	247783.4304	185349.0408	11138.5296	46801.3656
เกษตรด.วรนคร	80163.66	39772.4264	24077.2256	0	0	31615.4224	104184.6304	0	142663.1872	106716.1144	6413.0928	26946.2408
เกษตรด.ศิลาแลง	104634.672	51913.48288	31427.11552	0	0	41266.44608	135988.3597	0	186213.0022	139292.6125	8370.77376	35171.93536
เกษตรด.สถาน	132143.4648	65561.70499	39689.40557	0	0	52115.52787	171740.1381	0	235169.0012	175913.0896	10571.47718	44418.75062
ชมชนด.วรนคร	5795.76	5234.88	5795.76	5608.8	5795.76	5608.8	5795.76	5795.76	5608.8	5795.76	5608.8	5795.76
ชมชน ด.สถาน	7936.992	7168.896	7936.992	7680.96	7936.992	7680.96	7936.992	7936.992	7680.96	7936.992	7680.96	7936.992
ชมชนด.แงง	7310.544	6603.072	7310.544	7074.72	7310.544	7074.72	7310.544	7310.544	7074.72	7310.544	7074.72	7310.544
ชมชนด.เจดีย์ชัย	10765.68	9723.84	10765.68	10418.4	10765.68	10418.4	10765.68	10765.68	10418.4	10765.68	10418.4	10765.68
ชมชนด.บ้าง	16176.048	14610.624	16176.048	15654.24	16176.048	15654.24	16176.048	16176.048	15654.24	16176.048	15654.24	16176.048
All Others	5782.368	5222.784	5782.368	5595.84	5782.368	5595.84	5782.368	5782.368	5595.84	5782.368	5595.84	5782.368
Sum	**744,946.91**	**391,486.14**	**261,363.77**	**52,032.96**	**53,767.39**	**324,624.46**	**952,058.24**	**53,767.39**	**1,282,089.98**	**973,884.96**	**107,327.32**	**286,100.72**

ปี2550	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
Unmet Demand (Thousand Cubic Meter)												
เกษตรด.แงง	34318.45094	6223.55328	0	0	0	5089.977504	73126.75104	22.226976	19359.6961	71548.63574	2845.052928	9757.642464
เกษตรด.เจดีย์ชัย	92402.02637	16756.84416	0	0	0	13704.70469	196892.9189	59.845872	52125.75451	192643.862	7660.271616	26272.33781
เกษตรด.ไชยวัฒนา	97638.40973	17706.44736	0	0	0	14481.34445	208050.7565	63.237312	55079.69875	203560.9073	8094.375936	27761.17997
เกษตรด.บ้าง	132923.5776	24105.312	0	0	0	19714.7016	283237.416	86.0904	74984.7384	277124.9976	11019.5712	37793.6856
เกษตรด.วรนคร	76531.7568	13878.816	0	0	0	11350.8888	163076.088	49.5672	43173.0312	159556.8168	6344.6016	21760.0008
เกษตรด.ศิลาแลง	99894.08256	18115.5072	0	0	0	14815.89696	212857.2096	64.69824	56352.16704	208263.6346	8281.37472	28402.52736
เกษตรด.สถาน	126156.5591	22878.13248	0	0	0	18711.04406	268818.0566	81.707616	71167.33354	263016.8159	10458.57485	35869.64342
ชมชนด.วรนคร	5795.76	5234.88	5795.76	5608.8	5795.76	5608.8	5795.76	5795.76	5608.8	5795.76	5608.8	5795.76
ชมชน ด.สถาน	7936.992	7168.896	7936.992	7680.96	7936.992	7680.96	7936.992	7936.992	7680.96	7936.992	7680.96	7936.992
ชมชนด.แงง	7310.544	6603.072	7310.544	7074.72	7310.544	7074.72	7310.544	7310.544	7074.72	7310.544	7074.72	7310.544
ชมชนด.เจดีย์ชัย	10765.68	9723.84	10765.68	10418.4	10765.68	10418.4	10765.68	10765.68	10418.4	10765.68	10418.4	10765.68
ชมชนด.บ้าง	16176.048	14610.624	16176.048	15654.24	16176.048	15654.24	16176.048	16176.048	15654.24	16176.048	15654.24	16176.048
All Others	5782.368	5222.784	5782.368	5595.84	5782.368	5595.84	5782.368	5782.368	5595.84	5782.368	5595.84	5782.368
Sum	**713,632.26**	**168,228.71**	**53,767.39**	**52,032.96**	**53,767.39**	**149,901.52**	**1,459,826.59**	**54,194.77**	**424,275.38**	**1,429,483.06**	**106,736.78**	**241,384.41**

ปี2551	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
Unmet Demand (Thousand Cubic Meter)												
เกษตรด.แงง	34318.45094	6223.55328	0	0	0	5089.977504	73126.75104	22.226976	19359.6961	71548.63574	2845.052928	9757.642464
เกษตรด.เจดีย์ชัย	92402.02637	16756.84416	0	0	0	13704.70469	196892.9189	59.845872	52125.75451	192643.862	7660.271616	26272.33781
เกษตรด.ไชยวัฒนา	97638.40973	17706.44736	0	0	0	14481.34445	208050.7565	63.237312	55079.69875	203560.9073	8094.375936	27761.17997
เกษตรด.บ้าง	132923.5776	24105.312	0	0	0	19714.7016	283237.416	86.0904	74984.7384	277124.9976	11019.5712	37793.6856
เกษตรด.วรนคร	76531.7568	13878.816	0	0	0	11350.8888	163076.088	49.5672	43173.0312	159556.8168	6344.6016	21760.0008
เกษตรด.ศิลาแลง	99894.08256	18115.5072	0	0	0	14815.89696	212857.2096	64.69824	56352.16704	208263.6346	8281.37472	28402.52736
เกษตรด.สถาน	126156.5591	22878.13248	0	0	0	18711.04406	268818.0566	81.707616	71167.33354	263016.8159	10458.57485	35869.64342
ชมชนด.วรนคร	5795.76	5234.88	5795.76	5608.8	5795.76	5608.8	5795.76	5795.76	5608.8	5795.76	5608.8	5795.76
ชมชน ด.สถาน	7936.992	7168.896	7936.992	7680.96	7936.992	7680.96	7936.992	7936.992	7680.96	7936.992	7680.96	7936.992
ชมชนด.แงง	7310.544	6603.072	7310.544	7074.72	7310.544	7074.72	7310.544	7310.544	7074.72	7310.544	7074.72	7310.544
ชมชนด.เจดีย์ชัย	10765.68	9723.84	10765.68	10418.4	10765.68	10418.4	10765.68	10765.68	10418.4	10765.68	10418.4	10765.68
ชมชนด.บ้าง	16176.048	14610.624	16176.048	15654.24	16176.048	15654.24	16176.048	16176.048	15654.24	16176.048	15654.24	16176.048
All Others	5782.368	5222.784	5782.368	5595.84	5782.368	5595.84	5782.368	5782.368	5595.84	5782.368	5595.84	5782.368
Sum	**713,632.26**	**168,228.71**	**53,767.39**	**52,032.96**	**53,767.39**	**149,901.52**	**1,459,826.59**	**54,194.77**	**424,275.38**	**1,429,483.06**	**106,736.78**	**241,384.41**

Unmet Demand (Thousand Cubic Meter)											
เกษตรค.แงง	696844.134										
เกษตรค.เจดีย์ชัย	1876244.652										
เกษตรค.ไชยวัฒนา	1982570.635										
เกษตรค.ปัว	2699044.131										
เกษตรค.วรนคร	1553995.134										
เกษตรค.ศิลาเลง	2028372.596										
เกษตรค.สถาน	2561638.295										
ชุมชนค.วรนคร	204721.2										
ชุมชน ค.สถาน	280355.04										
ชุมชนค.แงง	258227.28										
ชุมชนค.เจดีย์ชัย	380271.6										
ชุมชนค.ปัว	571379.76										
All Others	204248.16										
Sum	15297912.67										

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นาย ชวลิต ศึกษา

ภูมิลำเนา 46 หมู่ 2 ต. เขาแก้วศรีสมบูรณ์ อ.ทุ่งเสลี่ยม จ.สุโขทัย

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนชัยมงคลพิทยา
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4

สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **samza_auto20@hotmail.com**

ชื่อ นาย ตวงโชค สำลีปั้น

ภูมิลำเนา 111 หมู่ 1 ต.เขาแก้วศรีสมบูรณ์ อ.ทุ่งเสลี่ยม จ.สุโขทัย

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากสวรรค์อนันต์วิทยา
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4

สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **tuanggaan@gmail.com**