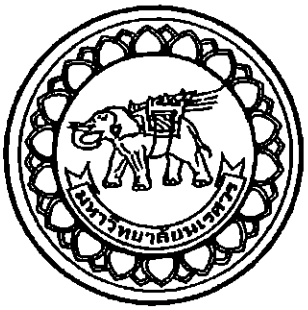


การใช้แบบจำลองบริหารจัดการน้ำ (WEAP)
สำหรับลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีสถานีวัดน้ำ อ.ปัว จ.น่าน

Using Water Evaluation And Planning System (WEAP) Modeling
for ungagged catchment: Pua District, Nan Province

นาย ณัฐพงศ์ พัฒนศิริ รหัส 50370363

นาย ธีรวัฒน์ สังข์ทิพย์ รหัส 50370547

นาย หนึ่งนที บัวทอง รหัส 50371360

...ณะวิศวกรรมศาสตร์
- 7 ส.ค. 2556
...เข้ารับ.....
เลขทะเบียน 163405 5 7
เลขเรียกหนังสือ ฝร.
...มหาวิทยาลัยนเรศวร ณ 339 ก
2557

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2553

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	**การใช้แบบจำลองบริหารจัดการน้ำ (WEAP) สำหรับลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีสถานีวัดน้ำ อ.ปัว จ.น่าน**	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายณัฐพงศ์ พัฒนศิริ	รหัส 50370363
	นายธีรวัฒน์ สังข์ทิพย์	รหัส 50370547
	นายหนึ่งนที บัวทอง	รหัส 50371360
ที่ปรึกษาโครงงาน	รศ. ดร.สมบัติ ชื่นชูกลิ่น	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา	
ภาควิชา	ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์	
ปีการศึกษา	2553	

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์**ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา**

.....**ที่ปรึกษาโครงงาน**

(รศ. ดร.สมบัติ ชื่นชูกลิ่น)

.....**กรรมการ**

(รศ. ดร. สงวน ปัทมธรรมกุล)

.....**หัวหน้าภาควิชาฯ**

(ผศ.ดร.สสิกรณ์ เหลืองวิชชเจริญ)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	**การใช้แบบจำลองบริหารจัดการน้ำ (WEAP) สำหรับลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีสถานีวัดน้ำ อ.ปัว จ.น่าน**	
ผู้ดำเนินโครงงาน	**นายณัฐพงศ์ พัฒนศิริ**	**รหัส 50370363**
	นายธีรวัฒน์ สังข์ทิพย์	**รหัส 50370547**
	นายหนึ่งนที บัวทอง	**รหัส 50371360**
ที่ปรึกษาโครงงาน	**รศ.ดร.สมบัติ ชื่นชกลิ่น**	
สาขาวิชา	**วิศวกรรมโยธา**	
ภาควิชา	**ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์**	
ปีการศึกษา	2553	

.....

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ทำขึ้นมาเพื่อศึกษาและประยุกต์ใช้แบบจำลอง Water Evaluation And Planning System (WEAP) เพื่อจะนำมาช่วยในการบริหารจัดการน้ำ สำหรับลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีสถานีวัดน้ำในลุ่มน้ำปัว อ.ปัว จ.น่าน โดยใช้ข้อมูลจากข้อมูลอุทกวิทยาและการใช้น้ำปัจจุบัน ประกอบกับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) เข้ามาช่วยในการทำแผนที่ของลุ่มน้ำปัว เพื่อที่จะนำไปใช้คำนวณร่วมกับโปรแกรม WEAP โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝน ความต้องการใช้น้ำ และสร้างแบบจำลองการจัดสรรน้ำรายเดือนเป็นเวลา 3 ปี เพื่อสามารถนำไปใช้กับพื้นที่จริงได้อย่างเหมาะสมและเกิดประโยชน์ในภายหน้าต่อไป

Project title : **Using Water Evaluation And Planning System (WEAP) Modeling for ungagged catchment: Pua District, Nan Province**

Name **Mr. Nattapong Phaitanasiri ID. 50370363**

Mr. Theerawat SungThip ID. 50370547

Mr. Nhungnatee buathong ID. 50371360

Project advisor : **Assoc.Prof.Dr.Sombat Chuenchooklin**

Major : **Civil Engineering**

Department : **Civil Engineering, Faculty of Engineering**

Academic year : **2010**

.....

Abstract

This project is made up to study and the simulation application of Water Evaluation And Planning System (WEAP) modeling in order to assist as a tool for water management scheme. An ungagged catchment, Pua sub-basin, in Pua district, Nan Province was applied. By using the existing hydrological data and water utilization data as well as the application of GIS (Geographic Information System: GIS) software were used to assist mapping of all environment in Pua basin in order to work with WEAP model. The analysis in 3 years of monthly rainfall, water requirements, and water allocation scheduling were simulated in order to apply to apply in the field with appropriate benefits in future.

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
นายณัฐพงศ์ พัฒนศิริ
นายธีรวัฒน์ สังข์ทิพย์
นายหนึ่งนที บัวทอง

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงงานวิศวกรรมโยธา	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ
สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.6 แผนการดำเนินงาน	3
1.7 งบประมาณ	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	
2.1 ลุ่มน้ำ	4
2.1.1 ประโยชน์ในของลุ่มน้ำ	4
2.1.2 ลักษณะของลุ่มน้ำ	5
2.2 อ่างเก็บน้ำ(Reservoir)	7
2.3 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝน	9
2.4 การคำนวณหาปริมาณน้ำที่ส่งเข้าระบบชลประทาน	10
2.4.1 การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชจากถาดวัดการระเหย (Evaporation pan)	10
2.4.2 กำหนดแผนการปลูกพืชทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง	11
2.4.3 หาปริมาณน้ำที่พืชต้องการ (Crop water requirement)	12
2.4.4 คำนวณหา Effective Rainfall (RE)	13

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.5 คำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทาน - Irrigation Efficiency (Ei)	13
2.4.6 ปริมาณน้ำที่ต้องส่งเข้าระบบชลประทาน (Irrigation water requirement)	14
2.5 ทฤษฎีที่ใช้ในโปรแกรม WEAP	15
2.5.1 Water Year Method Overview	15
2.5.2 การคำนวณความต้องการและการจัดสรรน้ำของแต่ละเดือน	16
2.5.3 การส่งน้ำ	16
2.6 สมการปริมาตรเก็บกัก	16
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	
3.1 เครื่องมือที่ใช้ในโครงงาน	18
3.2 วิธีการดำเนินงาน	18
3.3 Methodology ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม	20
3.4 การคำนวณความต้องการใช้น้ำ	21
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์	22
บทที่ 5 วิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย	
สรุปผล	52
บรรณานุกรม	54
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก.	55
ภาคผนวก ข.	58
ภาคผนวก ฆ.	61
ภาคผนวก ค.	62
ประวัติผู้เขียน	64

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ตารางค่าสัมประสิทธิ์(Kc)	14
ตารางที่ 4.1 ค่าสัมประสิทธิ์(Kc)สำหรับคูณการระเหยที่ใช้	22
ตารางที่ 4.2 คำนวณการใช้น้ำของพืช ปี พ.ศ. 2549	24
ตารางที่ 4.3 คำนวณการใช้น้ำของพืช ปี พ.ศ. 2550 – 2551	26
ตารางที่ 4.4 ปริมาณน้ำฝนปี 2549 – 2551	27
ตารางที่ 4.5 ปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่เกษตร	28
ตารางที่ 4.6 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การใช้น้ำของ Pua City ของปี 2549	29
ตารางที่ 4.7 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การใช้น้ำของ Pua City ของปี 2550-2551	30
ตารางที่ 4.8 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การใช้น้ำของพื้นที่ทางการเกษตร ปี2549	31
ตารางที่ 4.9 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การใช้น้ำของพื้นที่ทางการเกษตร ปี2550-2551	32
ตารางที่ 5.1 สรุป ค่าภาระน้ำที่ต้องจ่าย เฉลี่ย ทั้ง 3 ปี	53

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1.1 ภาพแสดงบริเวณลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีสถานีวัดน้ำ อ.ปัว จ.น่าน	1
รูปที่ 2.1 แผนผังแสดงการดำเนินการศึกษาชั้นคุณภาพลุ่มน้ำของประเทศไทย	6
รูปที่ 3.1 Flow Chart แสดงแผนการดำเนินโครงการ	19
รูปที่ 4.1 แผนการปลูกพืชและการใช้น้ำพืช ปี พ.ศ. 2549	23
รูปที่ 4.2 แผนการปลูกพืชและการใช้น้ำพืช ปี พ.ศ. 2550 – 2551	25
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงปริมาณน้ำฝน ปี พ.ศ.2549 – 2551	27
รูปที่ 4.4 คือรูปข้อมูล GIS	33
รูปที่ 4.5แสดง เส้นเส้นทางการไหลของน้ำปัว (Pua River)	33
รูปที่ 4.6 แสดงเส้นทางการไหลของน้ำคูณ (Koon River)	34
รูปที่ 4.7 แสดง จุดที่ตั้งของ อ่างเก็บน้ำปัว (Reservoir Pua)	34
รูปที่ 4.8 แสดง จุดที่ตั้งของ อ่างเก็บน้ำคูณ (Reservoir Koon)	35
รูปที่ 4.9 แสดงการวางตำแหน่งของ Pua City	35
รูปที่ 4.10 แสดงจุดเส้น Transmission Link (เส้นการส่งผ่านน้ำ)	36
รูปที่ 4.11 แสดงจุด Return Flow (เส้นทางการไหลย้อนกลับของน้ำ)	36
รูปที่ 4.12 แสดงจุดที่ตั้งของ Agriculture (เกษตรกรรม)	37
รูปที่ 4.13 แสดงจุดที่ตั้ง Transmission Link และ Return Flow ของ Agriculture	37
รูปที่ 4.14 แสดงการใส่ค่า Head Flow	38
รูปที่ 4.15 แสดงการใส่ค่าใน Storage Capacity	38
รูปที่ 4.16 แสดงการใส่ค่าจำนวนประชากรลงไปในช่อง Pua City	39
รูปที่ 4.17 แสดงการเปลี่ยนค่า Unit	39
รูปที่ 4.18 แสดงการใส่ค่าจำนวนการใช้น้ำของประชากรต่อคน	40
รูปที่ 4.19 แสดงการใส่ค่าพื้นที่ทางการเกษตร และ การเปลี่ยนหน่วย Unit	40
รูปที่ 4.20 แสดงการใส่ค่า ปริมาณการส่งน้ำให้พืช	41
รูปที่ 4.21 แสดงการใส่ค่า Return Flow	41
รูปที่ 4.22 แสดงการใส่ค่าจำนวนเงินรายปี ของประชากร	42
รูปที่ 4.23 แสดงการใส่จำนวนเงินของแต่ละเดือน	42

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.24 กราฟแสดงความต้องการน้ำเพื่อการเกษตร และ
เพื่อการอุปโภคบริโภค ปี 2549 – 2551 43

รูปที่ 4.25 ข้อมูลประมวลผลความต้องการน้ำเพื่อเกษตร และ
เพื่อการบริโภค ปี 2549 – 2551 43

รูปที่ 4.26 กราฟแสดงปริมาณการไหลของน้ำไหล
กลับของแต่ละเดือน ปี 2549 – 2551 44

รูปที่ 4.27 ข้อมูลการประมวลผลปริมาณน้ำไหลกลับของปี 2549 – 2551 44

รูปที่ 4.28 เปอร์เซ็นต์การใช้น้ำปี 2549 – 2551 ที่ส่งไปยัง Pua City 45

รูปที่ 4.29 เปอร์เซ็นต์การใช้น้ำปี 2549 – 2551 ที่ส่งไปยัง Agriculture 46

รูปที่ 4.30 ภาพการส่ง จ่ายน้ำไปยัง Pua City 47

รูปที่ 4.31 ภาพการส่ง จ่ายน้ำไปยัง Agriculture 48

รูปที่ 4.32 กราฟ แสดงการ ส่งจ่ายน้ำ เข้าสู่ Pua City และ Agriculture ของแต่ละเดือน แต่ละปี 49

รูปที่ 4.33 กราฟสรุป การส่งน้ำเข้าสู่พื้นที่ และกราฟแสดงความต้องการน้ำในพื้นที่
ในแต่ละเดือน แต่ละปี 50

รูปที่ 4.34 กราฟแสดง ความจุ ของอ่างเก็บน้ำ Pua และอ่างเก็บน้ำ Koon 51

รูปที่ 5.1 กราฟแสดงความต้องการน้ำเพื่อการเกษตร และ
เพื่อการอุปโภคบริโภค ปี 2006 – 2008 52

รูปที่ 5.2 กราฟแสดงอัตราการไหลย้อนกลับของน้ำ 53

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	เป็นค่าสัมประสิทธิ์ถาดวัดการระเหย
E_p	เป็นการระเหยจากถาดวัดการระเหย
Kc	ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชแต่ละชนิด
CWR	ปริมาณน้ำที่พืชต้องการ
ETo	อัตราการคายระเหยอ้างอิง
IR	ปริมาณน้ำที่ต้องส่งเข้าระบบชลประทาน
Ei	ประสิทธิภาพการชลประทาน
RE	ฝนใช้การได้
WSC	ค่าชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

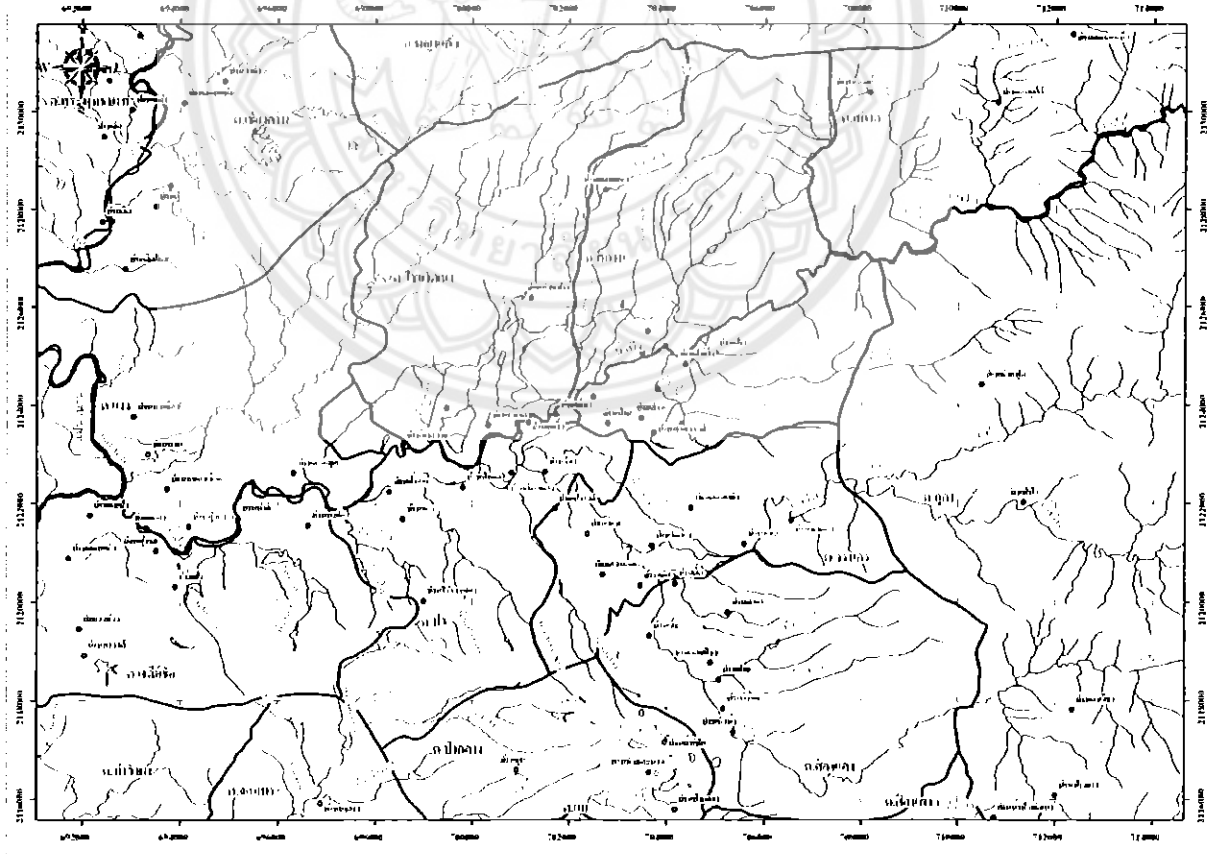
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

น้ำ ถือว่าเป็นทรัพยากรธรรมชาติและน้ำยังเป็นองค์ประกอบหลักในการใช้ชีวิตประจำวันของมนุษย์จะเห็นได้ว่าในปัจจุบันประชากรเริ่มเพิ่มมากขึ้น ส่งผลทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรน้ำมากยิ่งขึ้นจึงทำให้ทรัพยากรน้ำเกิดการขาดแคลนในแต่ละพื้นที่ เนื่องด้วยเกิดจากการตัดไม้ทำลายป่า การทำลายแหล่งต้นน้ำหรือป่าไม้บริเวณต้นน้ำ ส่งผลให้ประเทศไทยเกิดภัยธรรมชาติแทบทุกปี เช่น การเกิดแผ่นดินถล่ม อุทกภัย ภัยแล้ง เป็นต้น ซึ่งเมื่อดูจากปัญหาที่เกิดขึ้นแล้วจึงต้องมีการวางแผนที่จะบริหารจัดการน้ำให้มีความเพียงพอกับความต้องการใช้น้ำในแต่ละพื้นที่เพื่อที่จะลดปัญหาการขาดแคลนน้ำและเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการน้ำให้มีระบบและวิเคราะห์ปัญหาได้ตรงตามพื้นที่ โดยได้คัดเลือกลุ่มน้ำปัว

พื้นที่เขตความรับผิดชอบของการศึกษาลุ่มน้ำปัวซึ่งไม่มีสถานีวัดน้ำท่าได้แสดงได้ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ภาพแสดงบริเวณลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีสถานีวัดน้ำ อ.ปัว จ.น่าน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาการใช้งานโปรแกรม WEAP

1.2.2 เพื่อวางแผนการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ของลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่า

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ทำให้การวิเคราะห์ปัญหาเป็นไปอย่างมีระบบและใกล้เคียงเหตุการณ์จริงมากที่สุด

1.3.2 ทำให้ปัญหาการขาดแคลนน้ำใช้ในพื้นดังกล่าวลดลงหรือไม่เกิดปัญหาขึ้นอีก

1.3.3 ทำให้ลดปัญหาน้ำท่วมและลดการสูญเสียชีวิตและทรัพย์สินในบางพื้นที่ได้

1.3.4 ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่และทักษะในการใช้งานโปรแกรม WEAP

1.3.5 ทำให้เกิดประโยชน์ในการจัดทำโครงการอื่นๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อไป

1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน

1.4.1 เพื่อการศึกษาการใช้โปรแกรม Water Evaluation And Planning System (WEAP)

1.4.2 เพื่อการศึกษาลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีสถานีวัดน้ำและพื้นที่ที่ได้รับประโยชน์จากลุ่มน้ำ

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.5.1 การนำเสนอโครงการ

1.5.2 ศึกษาการใช้งานของโปรแกรม WEAP

1.5.3 รวบรวมข้อมูลน้ำที่จะศึกษา

1.5.4 ใช้โปรแกรมวิเคราะห์การจัดสรรน้ำ

1.5.5 สรุปและเขียนโครงงาน

1.6 แผนการดำเนินงาน

เดือน กิจกรรม	ตุลาคม 1 2 3 4	พฤศจิกายน 1 2 3 4	ธันวาคม 1 2 3 4	มกราคม 1 2 3 4	กุมภาพันธ์ 1 2 3 4
1.การนำเสนอโครงการ					
2.ตรวจดูสถานที่ทำโครงการ					
3. เก็บข้อมูล					
4.วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น					
5.เขียนโครงการ					

1.7 งบประมาณ

<u>งบประมาณ</u> (1,000 บาท ต่อ นิสิต 1 คน)

ค่าถ่ายเอกสาร 3,000 บาท

รวมค่าใช้จ่าย 3,000 บาท (สามพันบาทถ้วน)

<u>หมายเหตุ</u> ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 ลุ่มน้ำ

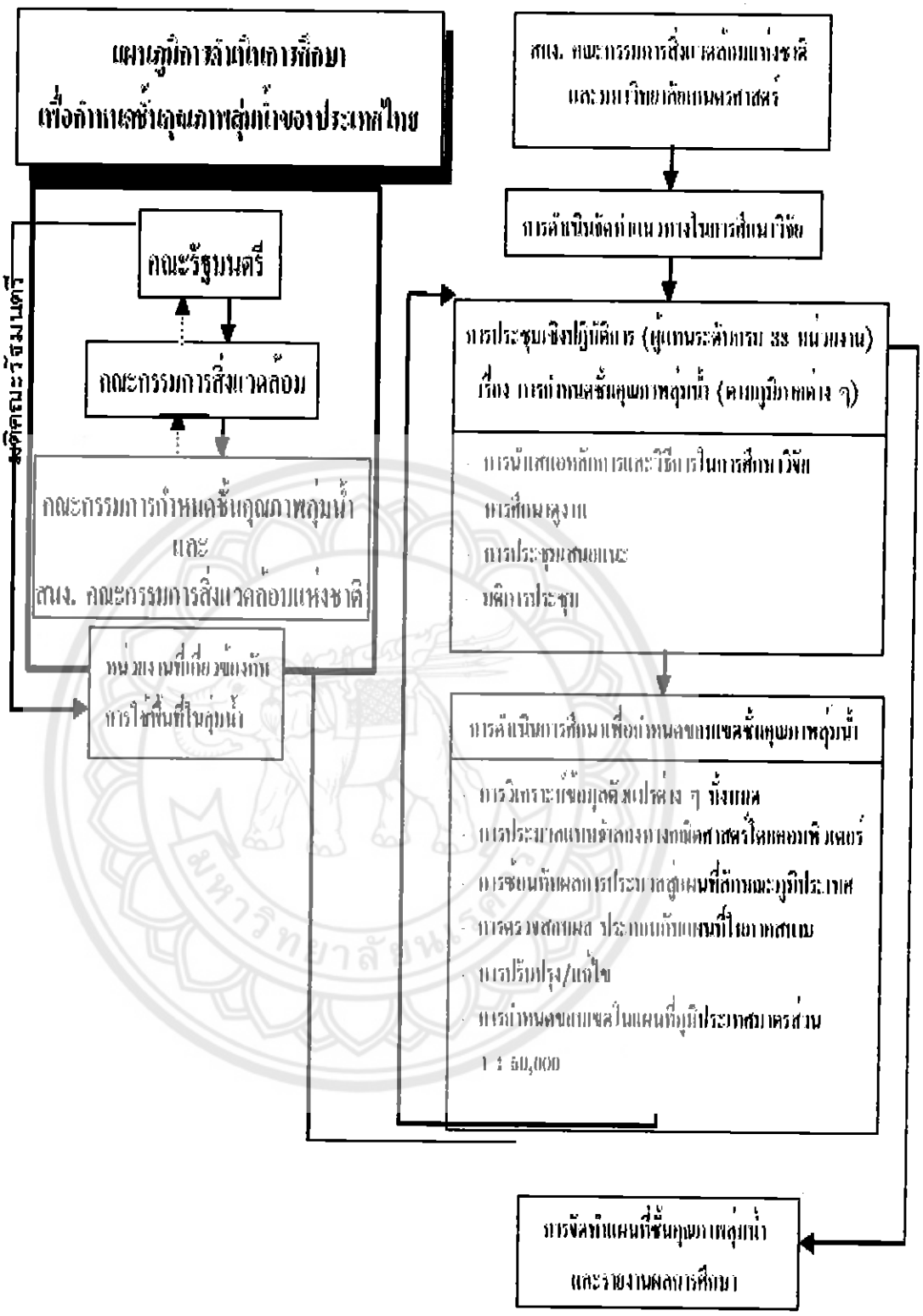
2.1.1 ประโยชน์ในของลุ่มน้ำ

น้ำถือว่าเป็นทรัพยากรธรรมชาติและน้ำยังเป็นองค์ประกอบหลักในการใช้ชีวิตประจำวันของมนุษย์ และจะเห็นได้ว่าในปัจจุบันประชากรเริ่มเพิ่มมากขึ้นส่งผลทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรมากยิ่งขึ้น จึงทำให้ทรัพยากรน้ำเกิดการขาดแคลนในแต่ละพื้นที่ อันเนื่องมาจากการตัดไม้ทำลายป่าทำให้ประเทศไทยเกิดภัยธรรมชาติแทบทุกปี เช่น การเกิดแผ่นดินถล่ม อุทกภัย ภัยแล้ง เป็นต้น ซึ่งดูจากปัญหาที่เกิดขึ้นแล้วจึงต้องมีการวางแผนที่จะบริหารจัดการน้ำอย่างถูกวิธีและเป็นระบบเพื่อให้มีน้ำใช้อย่างเพียงพอต่อความต้องการในพื้นที่

เพื่อที่จะลดปัญหาการขาดแคลนน้ำและเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการน้ำให้ได้อย่างดีที่สุด และให้เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำในแต่ละกิจกรรมในแต่ละวัน ถ้ามีการใช้น้ำมากยิ่งขึ้นอันเนื่องมาจากประชากรมีมากยิ่งขึ้น รวมถึงการขยายตัวของเมืองใหญ่เพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้ทรัพยากรน้ำไม่เพียงพอต่อการใช้ในแต่ละวัน ดังนั้นจึงควรที่จะมีการบริหารการจัดการน้ำอย่างถูกวิธีเพื่อให้ได้มาซึ่งประสิทธิภาพในการบริหารส่งจ่ายน้ำอย่างถูกต้องและตรงตามความต้องการของแต่ละพื้นที่ ถ้าหากปีใดการบริหารจัดการน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำแล้วจะส่งผลกับส่วนอื่นๆอย่างต่อเนื่อง เช่น ภาคการเกษตรกรรมอาจส่งผลให้ผักและผลไม้โตช้ากว่าที่เคยหรือเกิดความเสียหายได้ 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



รูปที่ 2.1 แผนผังแสดงการดำเนินการศึกษาชั้นคุณภาพลุ่มน้ำของประเทศไทย

2.2 อ่างเก็บน้ำ (Reservoir)

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

อ่างเก็บน้ำ คือ บริเวณที่ต่ำที่น้ำสามารถไหลจากร่องน้ำหรือลำน้ำตามธรรมชาติหลายๆ ร่องน้ำมารวมตัวกันได้ การกักเก็บจึงให้ได้โดยการสร้างเขื่อนหรือฝายเพื่อปิดกั้นระหว่างหุบเขาหรือเนินเขาสูงที่ร่องน้ำหรือลำน้ำนั้นไหลผ่าน จนเกิดเป็นแหล่งเก็บน้ำที่มีขนาดต่าง ๆ เรียกว่าเขื่อนเก็บกักน้ำ 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

อ่างเก็บน้ำแบบธรรมชาติตัดระหว่างหุบเขาถูกสร้างขึ้นโดยอาศัยภูมิประเทศทางธรรมชาติ โดยทั่วไปแล้ววิศวกรจะหาที่ตั้งในการสร้างเขื่อนที่มีลักษณะแคบแต่มีพื้นที่ต้นน้ำด้านบนกว้างโดยด้านข้างของหุบเขาทำหน้าที่เสมือนเป็นกำแพงทางธรรมชาติ 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) ค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าวขึ้นอยู่กับอายุของพืชที่ปลูก ชนิดของพืช และฤดูกาลเพาะปลูก

ปริมาณการใช้น้ำของพืชเทียบหาจากการระเหยของถาดวัดได้โดย

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

เมื่อ ETc = ปริมาณการใช้น้ำของพืช

Kp = ค่าสัมประสิทธิ์ถาดวัดการระเหย

Ep = ค่าการระเหยจากถาดวัดการระเหย

2.4.2 กำหนดแผนการปลูกพืชทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง

คือการกำหนดเวลาการปลูกพืชชนิดต่างๆ ทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง ตามปกติการปลูกพืชหรือการทำนา มักจะกำหนดเวลาเพาะปลูกให้เข้ากับฤดูกาลหรือสภาพฝนและสภาพน้ำของท้องถิ่นนั้นๆ 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 รวมทั้งระบบต่างๆ 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

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

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 = 200 ล.บ.ม/คน
- ชนชนเมือง = 120 ล.บ.ม/คน
- อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยเท่ากับ 150 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

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

โดยที่ Total Activity Level = **ระดับความต้องการน้ำของกิจกรรมทั้งหมด**

Water Use Rate = **การใช้น้ำของแต่ละกิจกรรม**

Br = demand site bottom-level branches = **ระดับความต้องการน้ำของกิจกรรมพื้นฐาน**

2.5.3 การส่งน้ำ

คือการส่งน้ำจากต้นน้ำถึงพื้นที่ท้ายน้ำที่ต้องการใช้น้ำ ซึ่งปริมาณน้ำ**ที่ไหลออกจะเท่ากับ**ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าลบกับปริมาณน้ำที่สูญเสีย ดังสมการ

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

และปริมาณน้ำที่เกิดการสูญเสียหาจากสมการ

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

โดยที่ Src (Supply source) = การจัดสรรน้ำที่ต้นน้ำ

DS (Demand Site) = ขนาดหรือพื้นที่ที่ต้องการน้ำ

สรุป การสูญเสียน้ำคือ การสูญเสียจากการส่งน้ำของระบบรวมกับ**การสูญเสียจากการรั่วซึม**ของน้ำดูณกับปริมาณน้ำที่ไหลเข้าในพื้นที่ดังกล่าว

2.6 สมการปริมาตรเก็บกัก

จากสมการต่อเนื่อง (Continuity equation)

$$I - Q = \frac{dS}{dt} \qquad (2.8)$$

หรือ

$$\bar{I} - \bar{O} = \frac{\Delta S}{\Delta t} \qquad (2.9)$$

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 วิธีที่ใช้หาปริมาตรในทางน้ำธรรมชาติจากพื้นที่รูปตัดโดยใช้สูตรรูปเหลี่ยม (Prism idol formula) ระดับน้ำจะถูกสมมุติว่าอยู่ในแนวระดับระหว่างรูปตัดสองแห่ง ปริมาตรเก็บกักทั้งหมดสำหรับการไปไหลช่วงหนึ่งๆ ก็คือผลรวมของปริมาตรเก็บกักแต่ละช่วงของลำน้ำที่ติดต่อกัน ดังนั้นวิธีนี้ก็คือการหาอัตราการไหลของน้ำในลำน้ำระดับต่างๆ ตามแนวลำน้ำ

บทที่ 3
วิธีดำเนินโครงงาน

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงการ

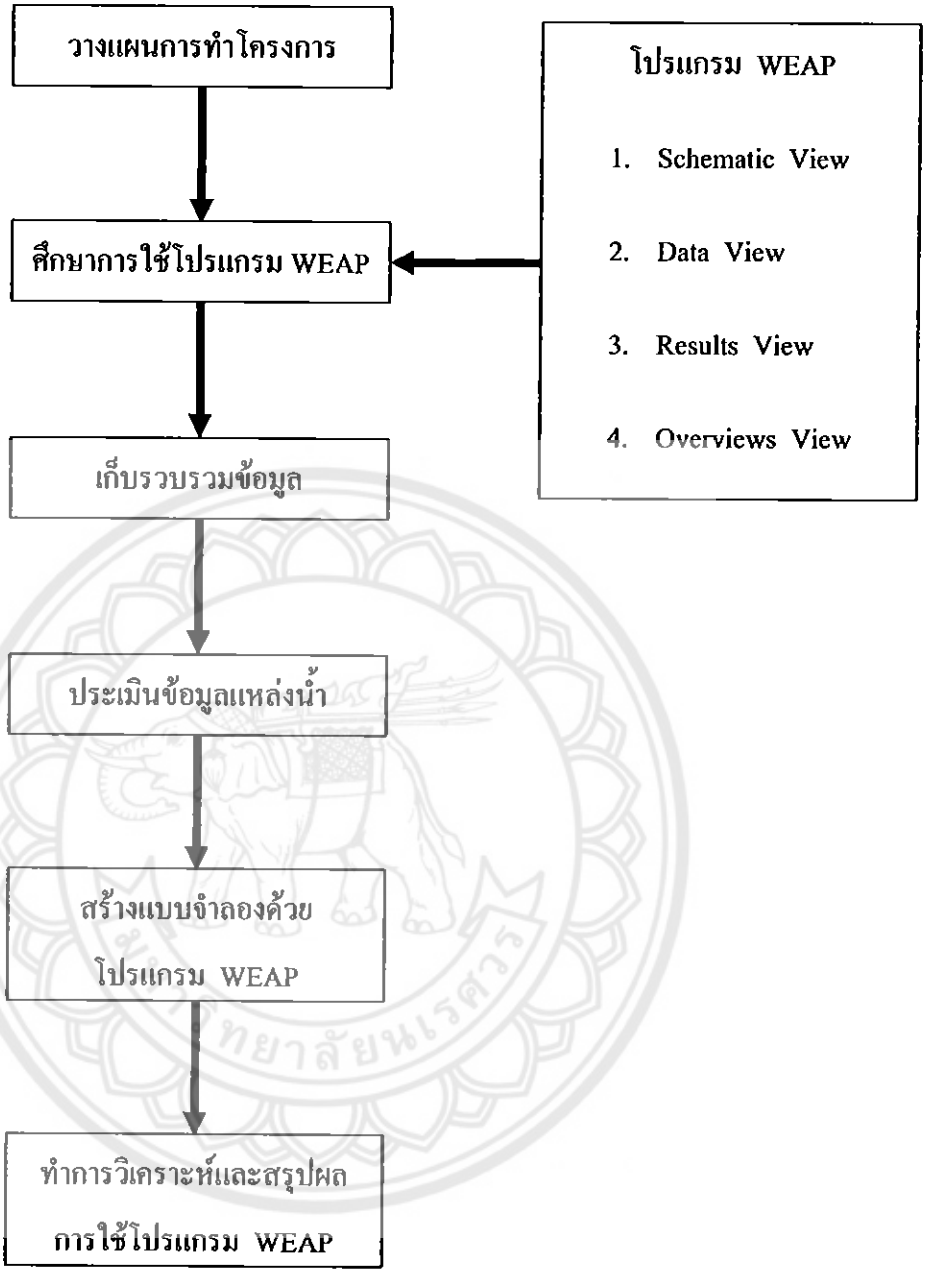
ในการศึกษาโครงการเพื่อที่จะหาข้อมูล เพื่อนำไปใช้จำลองบริหารจัดการน้ำแล้วนำข้อมูลมาทำการเปรียบเทียบกันทั้งก่อนใช้และหลังใช้ จึงได้รวบรวมข้อมูลต่างๆ และมีรายละเอียดดังนี้

1. ข้อมูลภูมิสารสนเทศ (GIS) ของจังหวัดน่าน
2. เก็บข้อมูลการจัดการน้ำของอ่างเก็บน้ำป่าวและอ่างเก็บน้ำดูน โดยใช้ข้อมูลเฉลี่ยรายเดือนในปี 2549 – 2551
3. ใช้โปรแกรม Microsoft Office Excel ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นและคำนวณการใช้น้ำพื้นฐานทางการเกษตรกรรมและอุปโภคบริโภคของประชากรในแต่ละพื้นที่
4. ใช้โปรแกรม WEAP สำหรับใช้ในการสร้างแบบจำลองระบบลุ่มน้ำและอ่างเก็บน้ำและจำลองสถานการณ์ของการจัดการระบบอ่างเก็บน้ำ

3.2 วิธีการดำเนินงาน

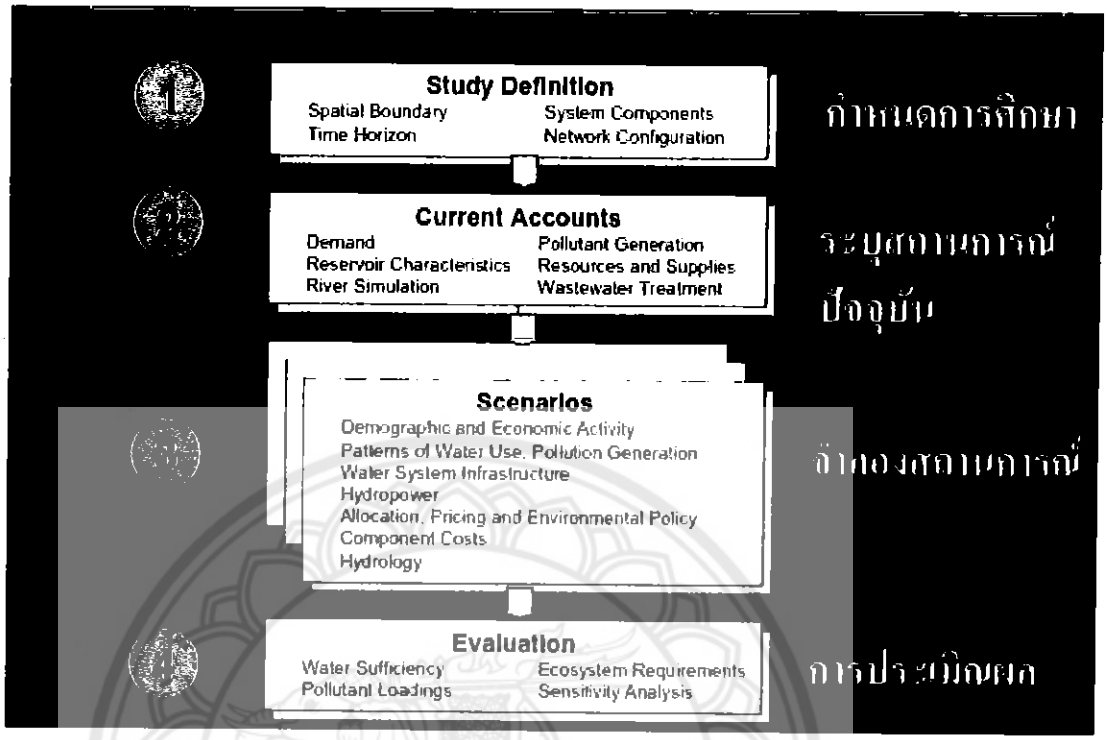
ในการดำเนินงานโครงการได้ทำการรวบรวมข้อมูลที่จะนำไปใช้ในโครงการ เพื่อที่จะนำข้อมูลมาทำการจำลองการบริหารจัดการน้ำของลุ่มน้ำและอ่างเก็บน้ำ และทำการวิเคราะห์และสรุปจากโปรแกรมโดยทำการดำเนินงานดังนี้

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 150 ลิตร/คน/วัน โดยได้เผื่อขาดอีกอัตราร้อยละ 15 แล้วจำลองอัตราค่าน้ำประปาเป็น 3 กรณี คือ 3 บาท 5 บาท และ 8 บาท ตามข้อเท็จจริงในปัจจุบัน ตามลำดับ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

จากการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าในการจำลองเพื่อการจัดสรรน้ำที่ไม่มีสถานีวัดน้ำ จากการกำหนดจุดและทิศทางการไหลของน้ำไปยังจุดรับบริการใช้น้ำ ชุมชนเมืองปัว (pua city) ในเขตพื้นที่การเกษตร(agriculture) ข้อมูลที่ใช้ในการจำลองในการจัดสรรน้ำอยู่ในเขตพื้นที่ อำเภอ ปัว จังหวัด น่าน ในปี พ.ศ.2549 – 2551 จะเห็นได้ว่าในฤดูฝนจะทำการปลูกข้าว 10,848 ไร่ และในฤดูแล้งจะทำการปลูกข้าวโพด 3,750 ไร่ ปริมาณน้ำถ้าที่ไหลลงอ่างทั้งปีเฉลี่ยแล้ว 829 ล้าน ลบม. อ้างอิงจากอ่างเก็บน้ำปัว ณ วันที่ 1 พ.ย. 2551 ประสิทธ์ภาพการส่งน้ำ 60 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.1 ค่าสัมประสิทธิ์(Kc)สำหรับคูณการระเหยที่ใช้

พืช	เปอร์เซ็นต์ของอายุพืช										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
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

แผนการปลูกพืช และ การใช้น้ำของพืช ปี 2549

ปลูกข้าว กข. 10,848 ไร่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 3,750 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			1,356	8,136	1,356							
	- ตกกล้า			90.4	542	90.4							
	- ปักดำ+เก็บเกี่ยว				1,356	9,492	10,848	8,437	603				
2	พืชไร่												
	ปฏิทินปลูกพืชไร่												
		เก็บเกี่ยว							ปลูก			หยุดให้น้ำ	
	- ปลูกพืช									1,875	3,750	3,750	1,875

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

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

พื้นที่สำหรับการตกกล้า = 1 / 15 ของพื้นที่เตรียมแปลง

รูปที่ 4.1 แผนการปลูกพืชและการใช้น้ำพืช ปี พ.ศ. 2549

ตารางที่ 4.2 คำนวณการใช้น้ำของพืช ปี พ.ศ. 2549

เดือน	ชนิดพืช	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	จำนวนวัน (วัน)	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)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
มิ.ย.	ข้าว	L= 1,356	15	1.03	8.33	2.00	2.50	8.08	121.25	263.06	284.33	0.578	491.91	45.35	0.190	189.781	0.01749
	ข้าว	N= 90.4	15	1.03	10.00	2.00	2.50	9.80	147.00	21.26							
ก.ค.	ข้าว	L= 8,136	31	1.03	8.06	2.00	8.23	2.08	64.37	837.94	938.50	0.578	1,623.70	149.68	0.606	606.221	0.05588
	ข้าว	N= 542	31	1.03	9.68	2.00	8.23	3.74	115.87	100.56							
	ข้าว	T= 1,356	15	1.07	4.00	2.00	8.23	0.00	0.00	0.00							
ส.ค.	ข้าว	L= 1,356	15	1.03	8.06	2.00	17.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.578	-	-	-	-	-
	ข้าว	N= 90.4	15	1.03	9.68	2.00	17.82	0.00	0.00	0.00							
	ข้าว	T= 9,492	31	1.38	3.80	2.00	17.82	0.00	0.00	0.00							
ก.ย.	ข้าว	T= 10,848	30	1.48	3.70	2.00	5.01	2.47	73.98	1,284.06	1,284.06	0.578	2,221.55	204.79	0.857	857.080	0.07901
ต.ค.	ข้าว	T= 8,437	31	1.34	3.80	2.00	4.96	2.13	66.09	892.22	892.22	0.578	1,543.64	142.30	0.576	576.329	0.05313
พ.ย.	ข้าว	T= 603	10	1.23	3.40	2.00	0.18	6.00	60.02	57.88	57.88	0.578	100.13	9.23	0.039	38.630	0.00356
ธ.ค.	ข้าวโพด	U= 1,875	31	0.80	3.10	0.00	0.00	2.48	76.88	230.64	230.64	0.578	399.03	106.41	0.149	148.981	0.03973
ม.ค.	ข้าวโพด	U= 3,750	31	1.19	3.10	0.00	0.00	3.69	114.36	686.15	686.15	0.578	1,187.12	316.56	0.443	443.219	0.11819
ก.พ.	ข้าวโพด	U= 3,750	29	0.57	3.90	0.00	0.26	1.96	56.93	341.56	341.56	0.578	590.94	157.58	0.236	235.847	0.06289
มี.ค.	ข้าวโพด	U= 1,875	31	0.90	4.70	0.00	2.01	2.22	68.82	206.46	206.46	0.578	357.20	95.25	0.133	133.362	0.03556
												ฤดู ฝน	5,980.94	551.34	0.857	857.080	0.07901
												ฤดู แล้ง	2,534.28	675.81	0.443	443.219	0.11819

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

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

T = พื้นที่ปักดำ พื้นที่สำหรับการตกกล้า = 1/15 ของพื้นที่เตรียมแปลง

U = พื้นที่เพาะปลูกพืนไร่

ประสิทธิภาพชลประทาน (ช่อง 13) = $0.80(E_c) \times 0.80(E_b) \times 0.65(E_a) = 0.416$

ฤดู ฝน = 5,980,936.57 ลบ.ม./ 10,848 ไร่

= 551.34 ลบ.ม./ไร่

ฤดู แล้ง = 2,534,283.74 ลบ.ม./ 3,750 ไร่

= 675.81 ลบ.ม./ไร่

ฤดู ฝน+ฤดู แล้ง = 8,515,220.31 ลบ.ม

การคำนวณ

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

(10) = (9)x(4)

(14) = (12)/(13)

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

(ฤดูฝน=10,848 ไร่ และ ฤดูแล้ง=3,750 ไร่)

(16) = [(14)]/[(จำนวนวันเพาะปลูกในเดือนนั้น)x24x3600]

(18) = (17)/(พท.เพาะปลูก ฤดูฝนหรือฤดูแล้ง)

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			1,356	8,136	1,356							
	- ตกกล้า			90.4	542	90.4							
	- ปักดำ-เก็บเกี่ยว				1,356	9,492	10,848	8,437	603				
2	พืชไร่												
	ปฏิทินปลูกพืชไร่												
		เก็บเกี่ยว							ปลูก			หยุดให้น้ำ	
	- ปลูกพืช									1,875	3,750	3,750	1,875

ค่า ET สำหรับการเตรียมแปลง = 250 มม./เดือน

ค่า ET สำหรับการตกกล้า = 300 มม./เดือน

พื้นที่สำหรับการตกกล้า = 1/15 ของพื้นที่เตรียมแปลง

หยุดให้น้ำ ก่อนเกี่ยว**ข้าว** 20 วัน

ก่อนเก็บเกี่ยว**พืชไร่** 30 วัน

รูปที่ 4.2 แผนการปลูกพืชและการใช้น้ำพืช ปี พ.ศ. 2550 – 2551

ตารางที่ 4.3 คำนวณการใช้น้ำของพืช ปี พ.ศ. 2550 - 2551

เดือน	ชนิดพืช	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	จำนวนวัน (วัน)	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)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
มิ.ย.	ข้าว	L= 1,356	15	1.03	8.33	2.00	7.22	3.36	50.45	109.46	120.48	0.578	208.44	19.21	0.080	80.416	0.00741
	ข้าว	N= 90.4	15	1.03	10.00	2.00	7.22	5.08	76.20	11.02							
ก.ค.	ข้าว	L= 8,136	31	1.03	8.06	2.00	9.98	0.33	10.12	131.74	185.21	0.578	320.44	29.54	0.120	119.639	0.01103
	ข้าว	N= 542	31	1.03	9.68	2.00	9.98	1.99	61.62	53.48							
	ข้าว	T= 1,356	15	1.07	4.00	2.00	9.98	0.00	0.00	0.00							
ส.ค.	ข้าว	L= 1,356	15	1.03	8.06	2.00	14.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.578	-	-	-	-	-
	ข้าว	N= 90.4	15	1.03	9.68	2.00	14.91	0.00	0.00	0.00							
	ข้าว	T= 9,492	31	1.38	3.80	2.00	14.91	0.00	0.00	0.00							
ก.ย.	ข้าว	T= 10,848	30	1.48	3.70	2.00	5.89	1.59	47.58	825.84	825.84	0.578	1,428.78	131.71	0.551	551.228	0.05081
ต.ค.	ข้าว	T= 8,437	31	1.34	3.80	2.00	3.66	3.43	106.39	1,436.26	1,436.26	0.578	2,484.89	229.06	0.928	927.750	0.08552
พ.ย.	ข้าว	T= 603	10	1.23	3.40	2.00	1.66	4.52	45.22	43.60	43.60	0.578	75.44	6.95	0.029	29.105	0.00268
ธ.ค.	ข้าวโพด	U= 1,875	31	0.80	3.10	0.00	0.97	1.51	46.81	140.43	140.43	0.578	242.96	64.79	0.091	90.710	0.02419
ม.ค.	ข้าวโพด	U= 3,750	31	1.19	3.10	0.00	0.33	3.36	104.13	624.77	624.77	0.578	1,080.92	288.25	0.404	403.571	0.10762
ก.พ.	ข้าวโพด	U= 3,750	29	0.57	3.90	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.578	-	-	-	-	-
มี.ค.	ข้าวโพด	U= 1,875	31	0.90	4.70	0.00	0.87	3.36	104.16	312.48	312.48	0.578	540.62	144.17	0.202	201.845	0.05383
												ฤดูฝน	**4,517.99**	**416.48**	**0.928**	**927.750**	**0.08552**
												ฤดูแล้ง	**1,864.51**	**497.20**	**0.404**	**403.571**	**0.10762**

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

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

T = พื้นที่ปักดำ พื้นที่สำหรับการตกกล้า = 1/15 ของพื้นที่เตรียมแปลง

U = ที่เพาะปลูกพืนไร่

ประสิทธิภาพชลประทาน (ช่อง 13) = $0.80(E_c) \times 0.80(E_b) \times 0.65(E_a) = 0.416$

ฤดู ฝน = 4,517,987.22 ลบ.ม./ 10,848 ไร่

= **416.48** ลบ.ม./ไร่

ฤดู แล้ง = 1,864,505.19 ลบ.ม./ 3,750 ไร่

= **497.20** ลบ.ม./ไร่

ฤดู ฝน+ฤดู แล้ง = **6,382,492.41** ลบ.ม.

การคำนวณ

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

(10) = (9)x(4)

(14) = (12)/(13)

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

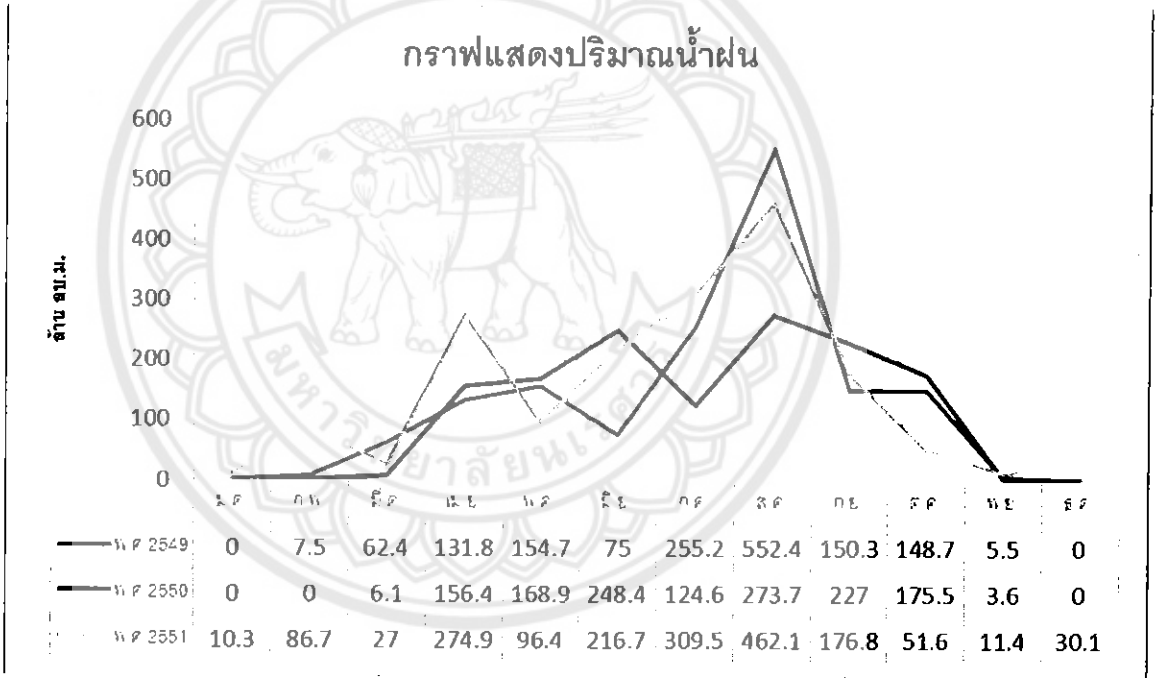
(ฤดูฝน=10,848 ไร่ และ ฤดูแล้ง=3,750 ไร่)

(16) = [(14)]/[(จำนวนวันเพาะปลูกในเดือนนั้น)x24x3600]

(18) = (17)/(พท.เพาะปลูก ฤดูฝนหรือฤดูแล้ง)

ตารางที่ 4.4 ปริมาณน้ำฝนปี 2549 – 2551

ปี	ปริมาณน้ำฝน (มม./ค)											
	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 4.3 กราฟแสดงปริมาณน้ำฝน ปี พ.ศ.2549 - 2551

ตารางที่ 4.5 ปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่เกษตร

เดือน	ปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ทางการเกษตร (ลบ.ม.)		
	พ.ศ.2549	พ.ศ.2550	พ.ศ.2551
ม.ค.	0	0	240,575.04
ก.พ.	175,176.00	0	2,025,034.56
มี.ค.	1,457,464.32	142,476.48	630,633.60
เม.ย.	3,078,426.24	3,653,003.52	6,420,784.32
พ.ค.	3,613,296.96	3,944,963.52	2,251,595.52
มิ.ย.	1,751,760.00	5,801,829.12	5,601,418.56
ก.ค.	5,960,655.36	2,910,257.28	7,228,929.60
ส.ค.	12,902,296.32	6,392,756.16	10,793,177.28
ก.ย.	3,510,527.04	5,301,993.60	4,129,482.24
ต.ค.	3,473,156.16	4,099,116.40	1,205,210.88
พ.ย.	128,462.40	84,084.48	266,267.52
ธ.ค.	0	0	703,039.68

ตารางที่ 4.6 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การใช้น้ำของ Pua City ของปี 2549

เดือน	วัน	การใช้น้ำ (ลิตร/คน)	จำนวนประชากร(คน)	การใช้น้ำของชุมชน(ลบ.ม.)	%การใช้น้ำ
ม.ค.	31	150	25,834	134,903.67	8.49
ก.พ.	29	150	25,834	121,848.48	7.95
มี.ค.	31	150	25,834	134,903.67	8.49
เม.ย.	30	150	25,834	130,551.94	8.16
พ.ค.	31	150	25,834	134,903.67	8.49
มิ.ย.	30	150	25,834	130,551.94	8.16
ก.ค.	31	150	25,834	134,903.67	8.49
ส.ค.	31	150	25,834	134,903.67	8.49
ก.ย.	30	150	25,834	130,551.94	8.16
ต.ค.	31	150	25,834	134,903.67	8.49
พ.ย.	30	150	25,834	130,551.94	8.16
ธ.ค.	31	150	25,834	134,903.67	8.49
			รวม	1,588,381.93	100

หมายเหตุ ข้อมูลจากตารางข้างบนนี้เป็นข้อมูลการคำนวณการใช้น้ำที่ได้จากโปรแกรมการจำลองลุ่มน้ำย่อยไม่มีสถานีวัดน้ำ(WEAP) โดยที่การคำนวณการใช้น้ำของชุมชนนั้น ให้ใส่เพิ่มไปอีก 15% เพื่อคิดน้ำดื่มและน้ำใช้

ตารางที่ 4.7 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การใช้น้ำการเกษตรของเมืองปัว (Pua City) ของปี 2550-2551

เดือน	วัน	การใช้น้ำ (ลิตร/คน)	จำนวนประชากร(คน)	การใช้น้ำของชุมชน(ลบ.ม.)	%การใช้น้ำ
ม.ค.	31	150	25,834	134,853.63	8.49
ก.พ.	29	150	25,834	126,276.37	7.95
มี.ค.	31	150	25,834	134,853.63	8.49
เม.ย.	30	150	25,834	129,611.97	8.16
พ.ค.	31	150	25,834	134,853.63	8.49
มิ.ย.	30	150	25,834	129,611.97	8.16
ก.ค.	31	150	25,834	134,853.63	8.49
ส.ค.	31	150	25,834	134,853.63	8.49
ก.ย.	30	150	25,834	129,611.97	8.16
ต.ค.	31	150	25,834	134,853.63	8.49
พ.ย.	30	150	25,834	129,611.97	8.16
ธ.ค.	31	150	25,834	134,853.63	8.49
			รวม	1,588,699.66	100

หมายเหตุ ข้อมูลจากตารางข้างบนนี้เป็นข้อมูลการคำนวณการใช้น้ำเพื่อการเกษตรที่ได้จากโปรแกรมการจำลองลุ่มน้ำย่อยไม่มีสถานีวัดน้ำ(WEAP) โดยที่การคำนวณการใช้น้ำเพื่อการเกษตรนั้น ให้ใส่เพิ่มไปอีก 90% (เนื่องจากในโปรแกรม มีช่องให้ใส่แค่ ปี 2549 และช่องปี 2550-2551 จึงได้เลือกน้ำค่าปี 2551 มาใช้คำนวณ ทำให้การใช้น้ำของปี 2550 และ ปี 2551 นั้นเท่ากัน)

ตารางที่ 4.8 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การใช้น้ำของพื้นที่ทางการเกษตรทั้งพืชไร่ และข้าว ปี2549

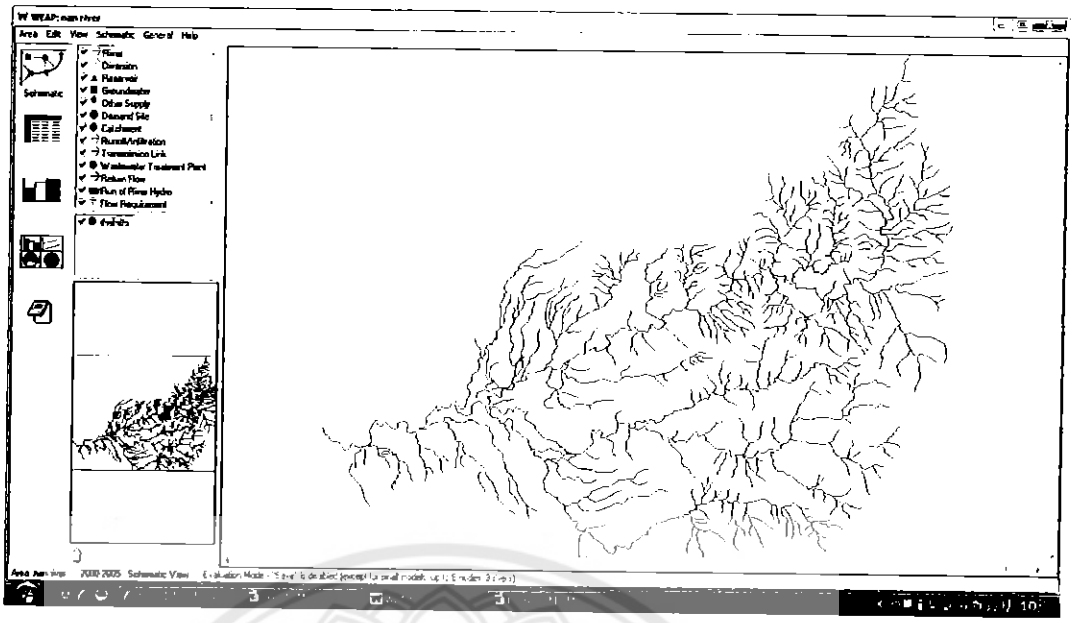
เดือน	ปริมาณน้ำท่า ลบ.ม./ค	ปริมาณน้ำในอ่าง ลบ.ม./ค	ความต้องการน้ำของพืชไร่(ลบ.ม.)	ความต้องการน้ำของนาข้าว(ลบ.ม.)	%การใช้น้ำ
ม.ค.	4,129,920	133,223.23	1,662,053.77	-	15.93
ก.พ.	2,911,680	100,402.76	1,720,481.27	-	16.49
มี.ค.	2,652,480	85,563.87	365,171.89	-	3.50
เม.ย.	2,410,560	80,352.00	-	-	0.00
พ.ค.	3,715,200	119,845.16	-	-	0.00
มิ.ย.	6,350,400	211,680.00	-	502,893.86	4.82
ก.ค.	58,320,000	1,881,290.32	-	1,658,923.73	15.90
ส.ค.	175,392,000	5,657,806.45	-	-	0.00
ก.ย.	41,299,200	1,376,640.00	-	2,270,325.80	21.76
ต.ค.	21,081,600	680,051.61	-	1,575,455.87	15.10
พ.ย.	11,059,200	368,640.00	-	102,248.13	0.98
ธ.ค.	8,199,360	264,495.48	575,928.24	-	5.52
			4,323,635.17	6,109,874.49	100

หมายเหตุ ข้อมูลจากตารางข้างบนนี้เป็นข้อมูลการคำนวณการใช้น้ำเพื่อการเกษตรที่ได้จากโปรแกรมการจำลองลุ่มน้ำย่อยไม่มีสถานีวัดน้ำ(WEAP)โดยที่การคำนวณการใช้น้ำเพื่อการเกษตรนั้น ให้ใส่เพิ่มไปอีก 90%

ตารางที่ 4.9 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การใช้น้ำของพื้นที่ทางการเกษตร ปี2550-2551

เดือน	ปริมาณน้ำท่า ลบ.ม./ค	ปริมาณน้ำในอ่าง ลบ.ม./ค	ความต้องการน้ำของพืชไร่(ลบ.ม.)	ความต้องการน้ำของนาข้าว(ลบ.ม.)	%การใช้น้ำ
ม.ค.	3,991,680	128,763.87	1,515,574.22	-	15.93
ก.พ.	3,542,400	122,151.72	855,540.86	-	16.49
มี.ค.	2,773,440	89,465.81	538,818.70	-	3.50
เม.ย.	4,622,400	154,080.00	-	-	0.00
พ.ค.	18,921,600	610,374.19	-	-	0.00
มิ.ย.	29,635,200	987,840.00	-	208,219.99	4.82
ก.ค.	91,584,000	2,954,322.58	-	319,850.29	15.90
ส.ค.	192,672,000	6,215,225.81	-	-	0.00
ก.ย.	38,966,400	1,298,880.00	-	1,424,858.74	21.76
ต.ค.	22,636,800	730,219.35	-	2,474,471.17	15.10
พ.ย.	11,232,000	374,400.00	-	75,074.88	0.98
ธ.ค.	6,912,000	222,967.74	406,655.62	-	5.52
			3,316,589.40	4,502,475.07	100

หมายเหตุ ข้อมูลจากตารางข้างบนนี้เป็นข้อมูลการคำนวณการใช้น้ำเพื่อการเกษตรที่ได้จากโปรแกรมการจำลองลุ่มน้ำย่อยไม่มีสถานีวัดน้ำ(WEAP)โดยที่การคำนวณการใช้น้ำเพื่อการเกษตรนั้น ให้ใส่เพิ่มไปอีก 90% (เนื่องจากในโปรแกรม มีช่องให้ใส่แค่ ปี 2549 และช่องปี 2550-2551 จึงได้เลือกน้ำค่าปี 2551 มาใช้คำนวณ ทำให้การใช้น้ำของปี 2550 และ ปี 2551 นั้นเท่ากัน)

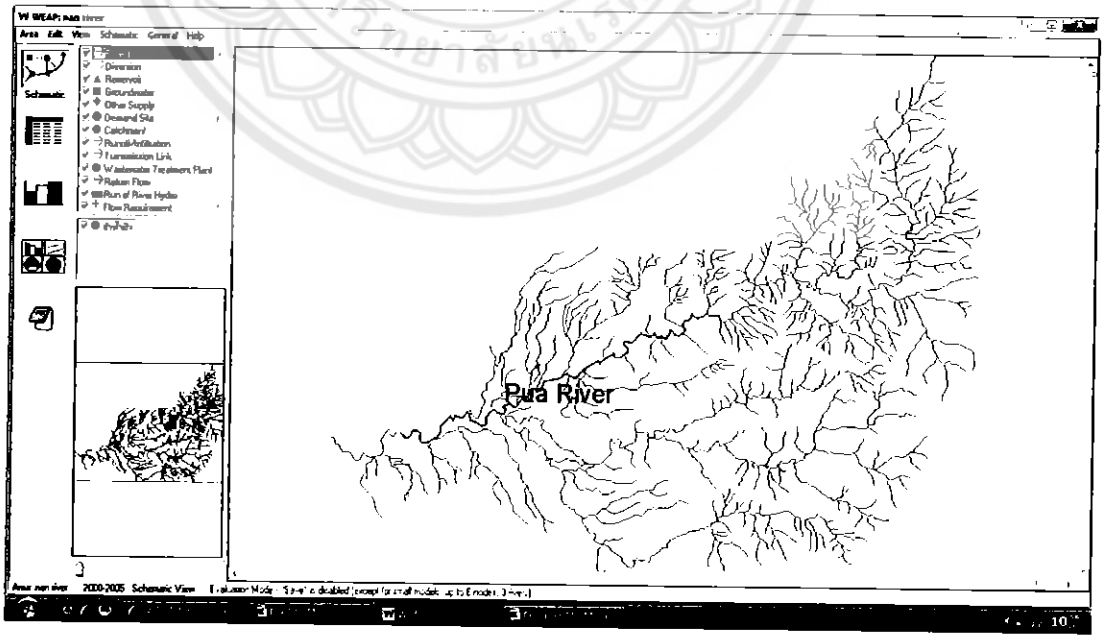


รูปที่ 4.4 คือรูปข้อมูล GIS

การเขียนเส้นทางการไหลของน้ำ

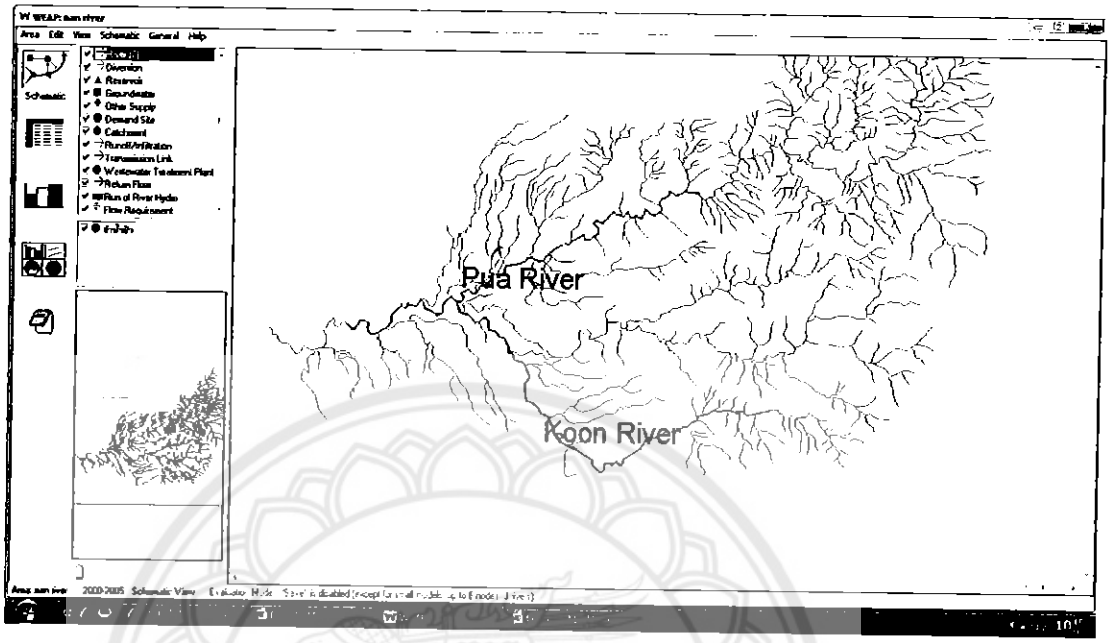
-เลือกแม่น้ำ(River) แล้วลากมายังบริเวณที่เราต้องการที่จะเขียนเส้นทางการไหลของน้ำ

-เมื่อสิ้นสุดการเขียนเส้นทางการไหลของน้ำสายที่ 1 ให้ดับเบิ้ลคลิก หลังจากนั้นให้ตั้งชื่อเส้นทางการไหลของน้ำ (ใช้คำว่า Pua River) ดังที่แสดงในรูป 4.7



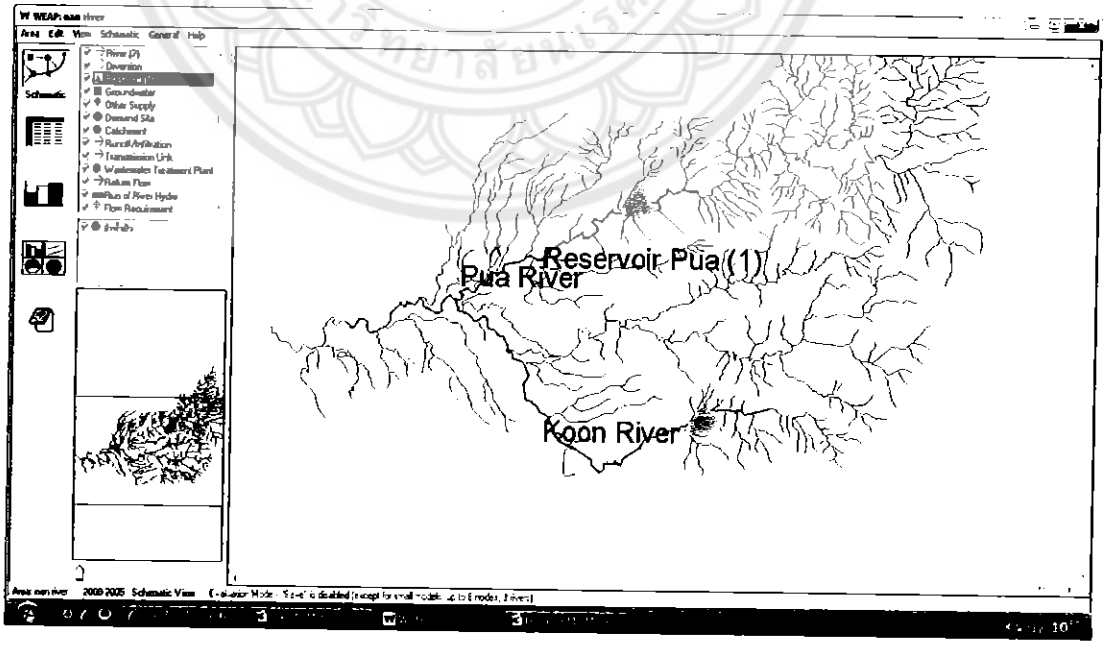
รูปที่ 4.5แสดง เส้นเส้นทางการไหลของน้ำปัว (Pua River)

-เลือก River แล้วลากมาจนบรรจบกันกับ เส้นทางการไหลของน้ำ สายที่ 1 แล้วดับเบิ้ลคลิก หลังจากนั้นให้ตั้งชื่อการไหลของน้ำ (ใช้คำว่า Koon River) ดังที่แสดงในรูป 4.8



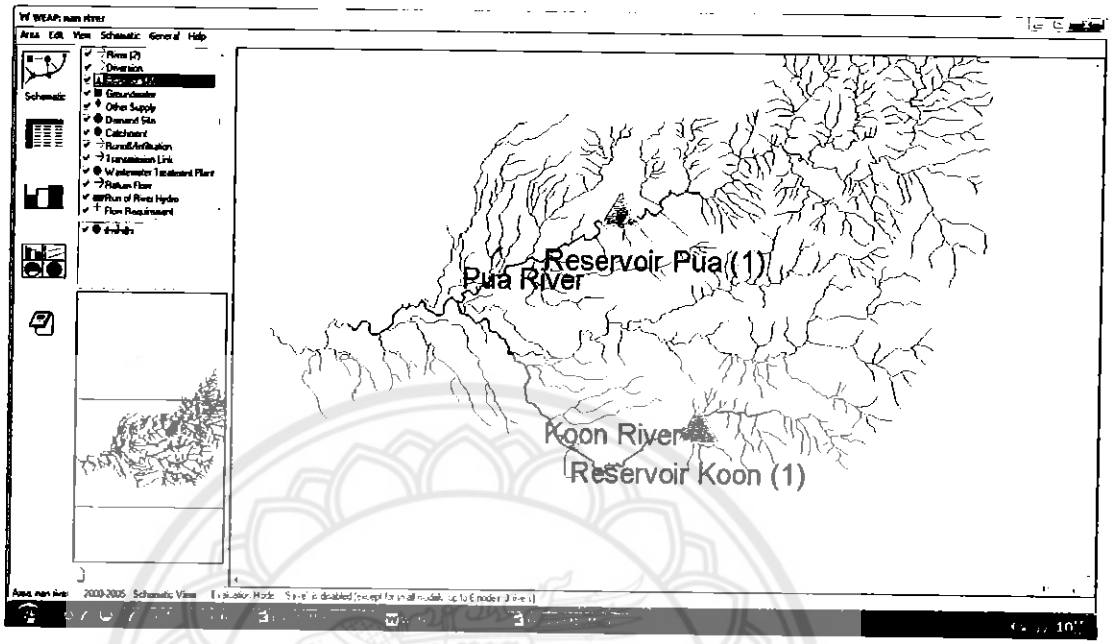
รูปที่ 4.6 แสดงเส้นทางการไหลของน้ำคูณ (Koon River)

7.เลือก Reservoir ลากมาวางที่จุดบริเวณพิกัดพื้นที่อ่างเก็บน้ำปัว แล้วสร้างชื่อ ให้ใช้คำว่า (Reservoir Pua)จำนวน 1 Demand Priority แล้วกด Finish ดังที่แสดงในรูป 4.9



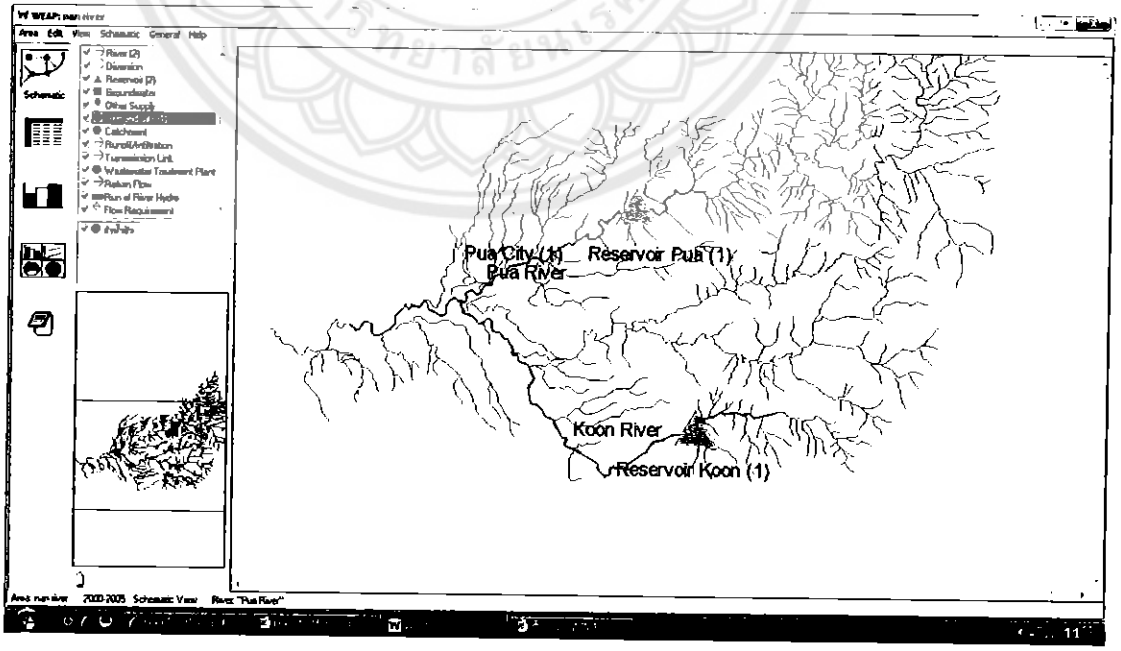
รูปที่ 4.7 แสดง จุดที่ตั้งของ อ่างเก็บน้ำปัว (Reservoir Pua)

8.เลือก Reservoir ลากมาวางที่จุดพิกัดบริเวณพื้นที่อ่างเก็บน้ำคูณ แล้วสร้างชื่อใช้คำว่า (Reservoir Koon) จำนวน 1 Demand Priority แล้วกด Finish ดังที่แสดงใน รูป 4.8



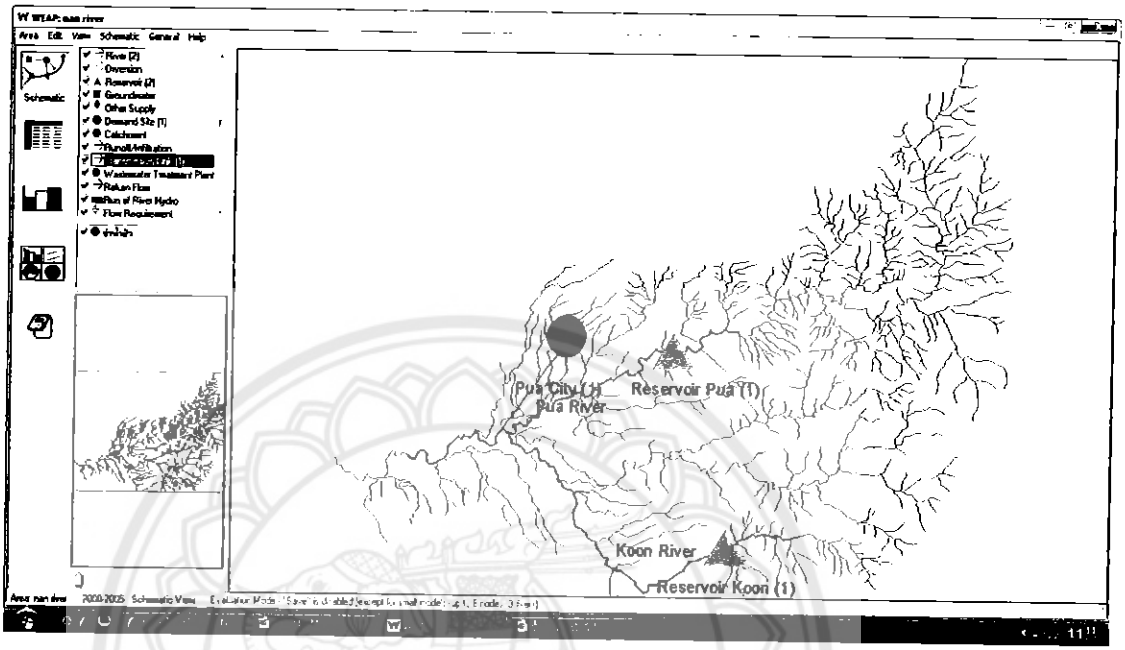
รูปที่ 4.8 แสดง จุดที่ตั้งของ อ่างเก็บน้ำคูณ (Reservoir Koon)

9.เลือก Demand Site ลากมาวางดังแสดงใน รูป ที่ 4.9 แล้วสร้างชื่อ (ใช้คำว่า Pua City) จำนวน 1 Demand Priority แล้วกด Finish



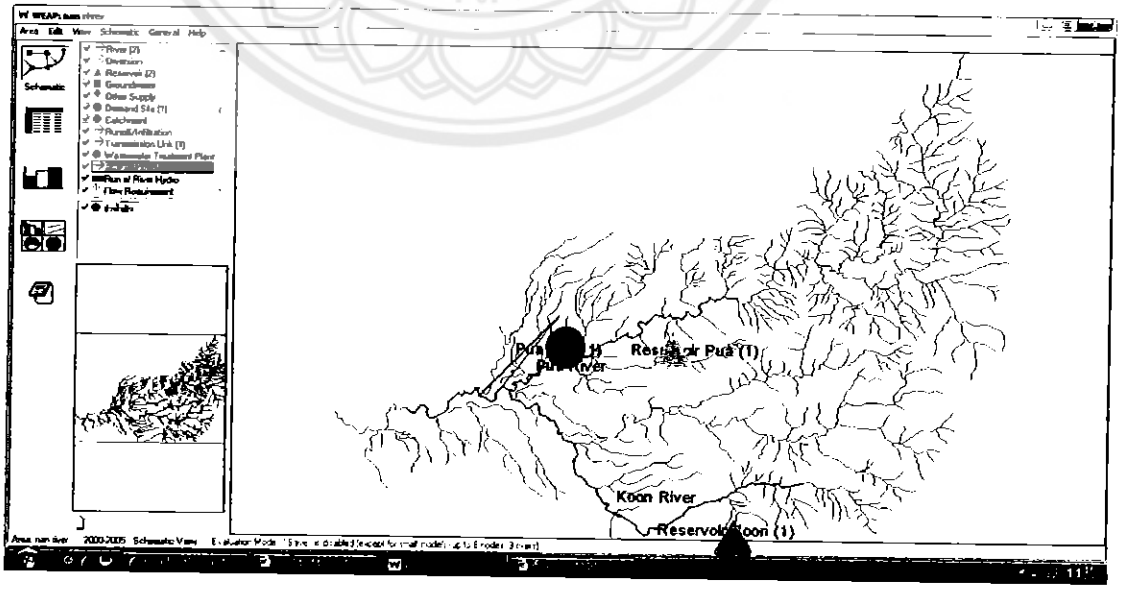
รูปที่ 4.9 แสดงการวางตำแหน่งของน้ำปัว (Pua City)

10.เลือก Transmission Link ลากมาวางหลังจุดที่เส้นทางการไหลของน้ำปัว (Pua River) และ น้ำคูณ (Koon River)มาบรรจบกัน แล้ว ลากไปที่ Pua City จำนวน 1 Demand Priority แล้วกด Finish ดังที่แสดงในรูป 4.10



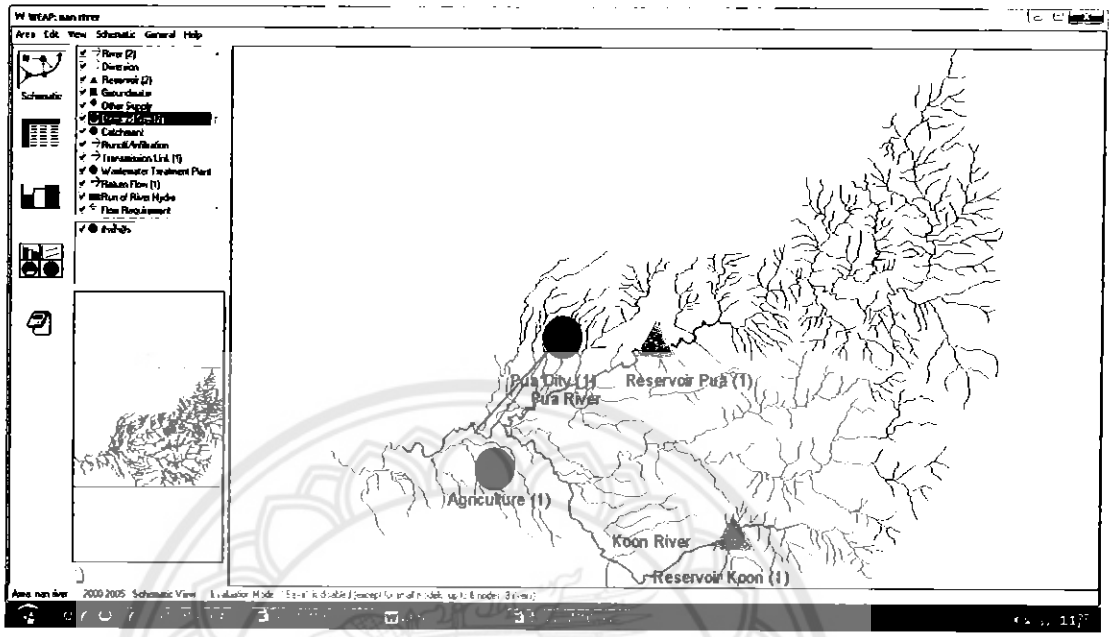
รูปที่ 4.10 แสดงจุดเส้น Transmission Link (เส้นการส่งผ่านน้ำ)

11.เลือก Return Flow ลากมาวางที่ Pua City แล้วลากไปจุดที่เส้นทางการไหลของน้ำปัว (Pua River) และ น้ำคูณ (Koon River) มาบรรจบกัน ดังที่แสดงในรูป 4.11



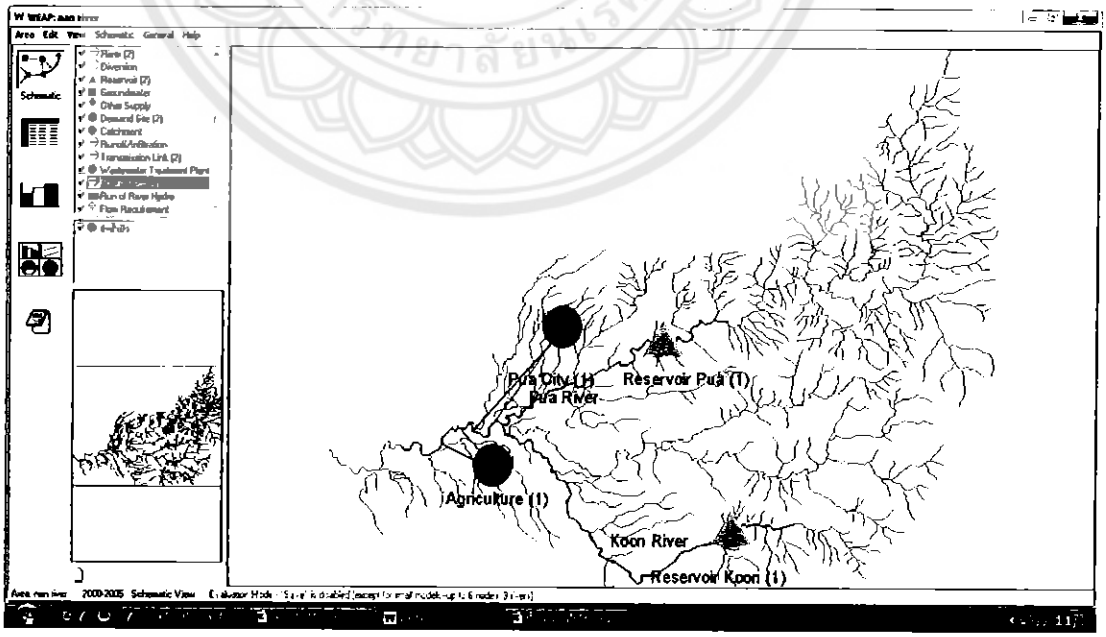
รูปที่ 4.11 แสดงจุดเส้นทางการไหลย้อนกลับของน้ำ (Return Flow)

12. เลือก Demand Site ลากมาวางดังแสดงใน รูป ที่ 4.12 แล้วสร้างชื่อ (ใช้คำว่า Agriculture) จำนวน 1 Demand Priority แล้วกด Finish



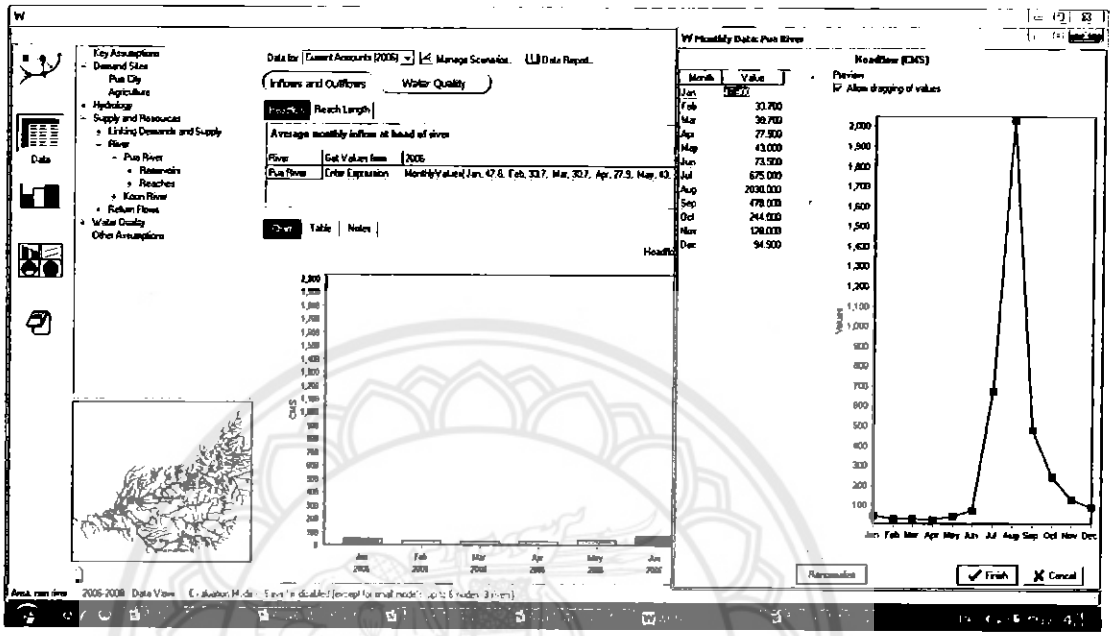
รูปที่ 4.12 แสดงจุดที่ตั้งของเกษตรกรรม (Agriculture)

13.เกษตรกรรม (Agriculture) ลากเส้นทางการส่งน้ำ (Transmission Link) และ การไหลย้อนกลับของน้ำ (Return Flow) ดังรูปที่ 4.13



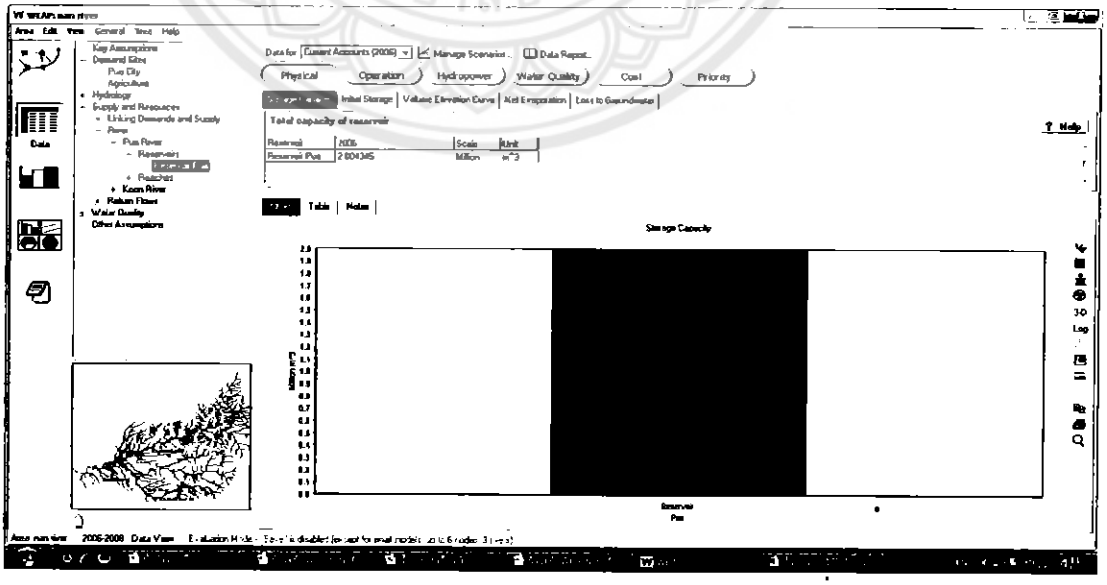
รูปที่ 4.13 แสดงจุดที่ตั้ง Transmission Link และ Return Flow ของ Agriculture

14.คลิกขวาที่ Pua River > Edit data > Head Flow > คลิกขวา เลือก Monthly Time – Series Wizard จะได้ดังรูปที่ 4.14 แล้วใส่ค่า Head Flow ใส่ทั้ง ปี 2549 และ 2550 - 2551 (ทำเหมือนกันทั้ง 2 ลำน้ำ)



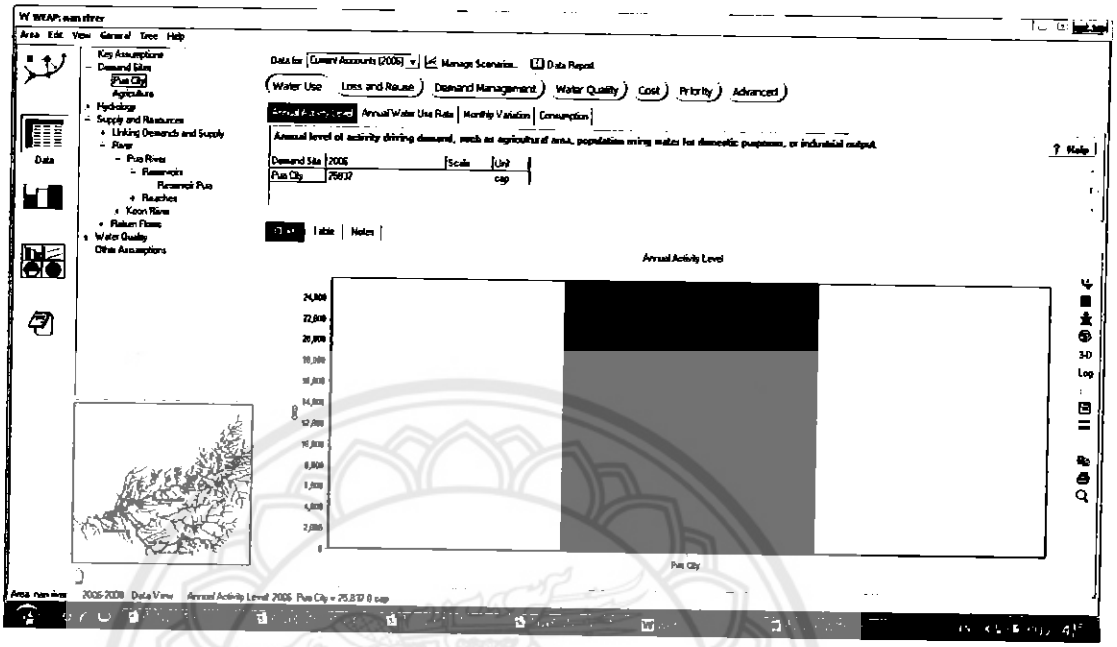
รูปที่ 4.14 แสดงการใส่ค่า Head Flow

15.คลิกขวาที่ Reservoir Pua > Edit data > Storage Capacity ใส่ค่าปริมาณความจุของอ่างลงไปในช่อง Storage Capacity ดังรูปที่แสดงใน 4.15 (ทำเหมือนกันทั้ง 2 อ่าง)



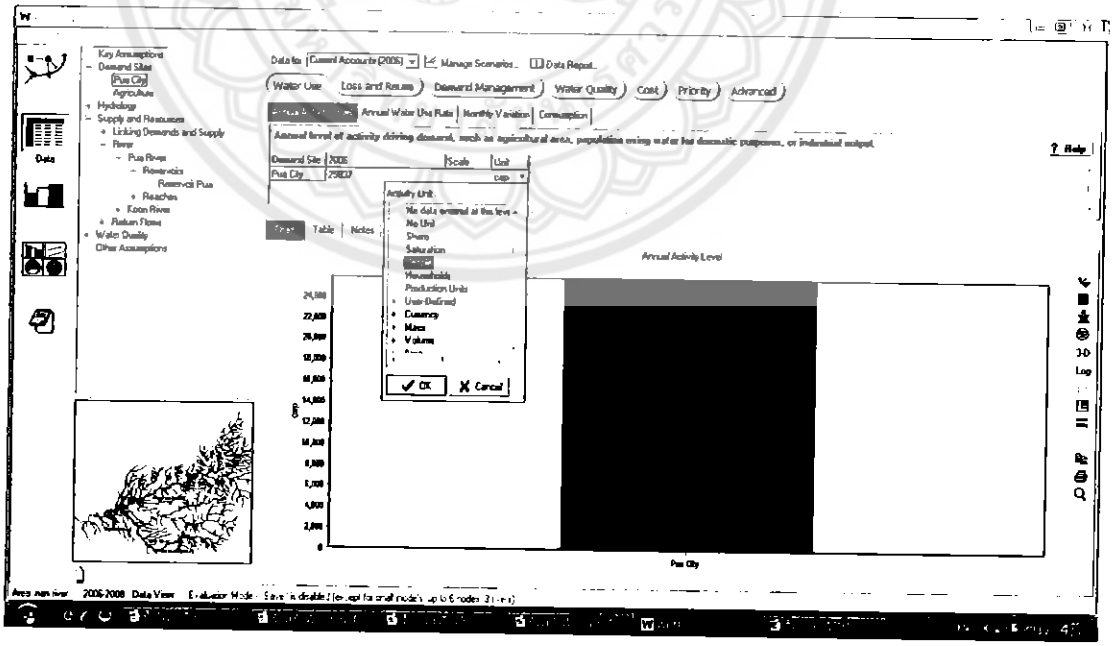
รูปที่ 4.15 แสดงการใส่ค่าใน Storage Capacity

16.คลิกขวาที่ Pua City > Edit data > Annual Activity Level ใส่ค่าทั้ง ปี 2549 และ 2550 – 2551 ดังที่แสดงในรูป ที่ 4.16



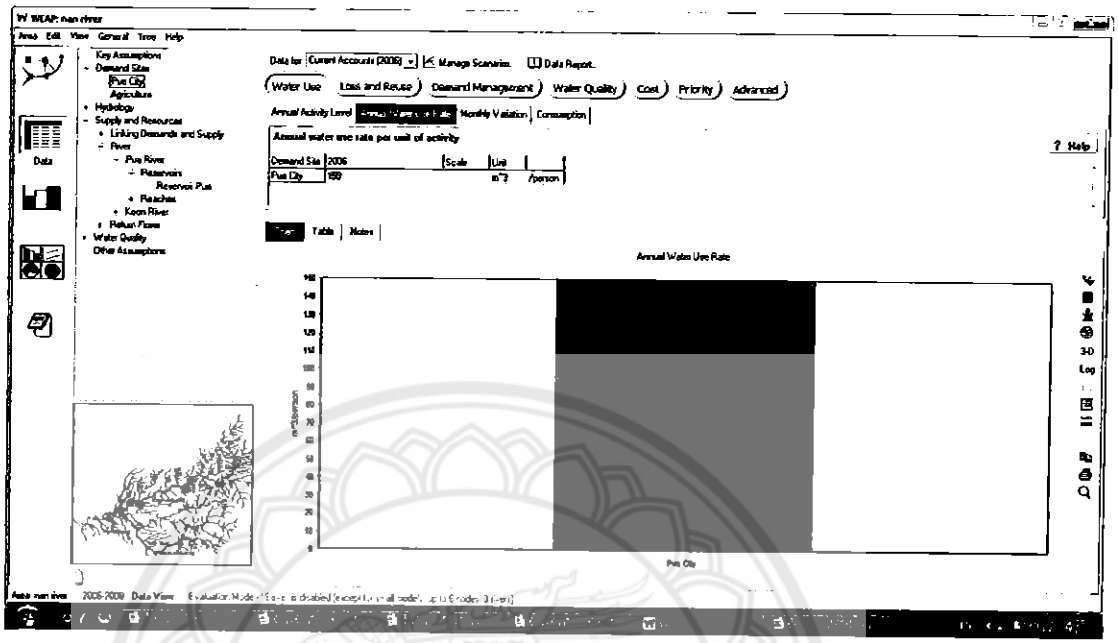
รูปที่ 4.16 แสดงการใส่ค่าจำนวนประชากรลงไปในช่อง Pua City

17.เลือก Unit > People > OK ดังรูปที่ 4.17



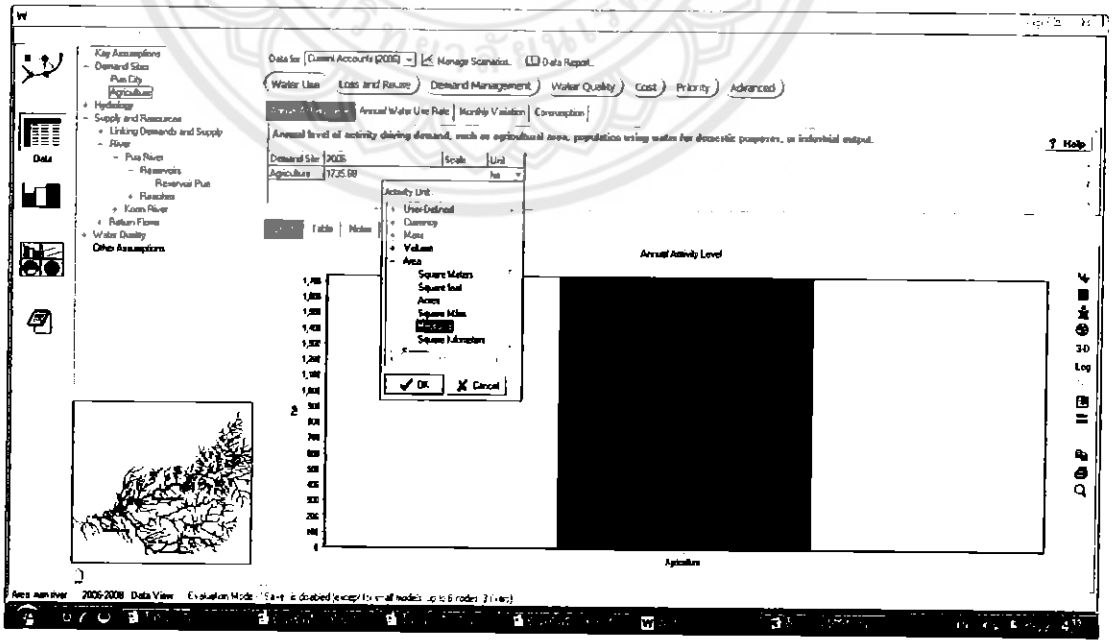
รูปที่ 4.17 แสดงการเปลี่ยนค่า Unit

18.เลือก Annual Water Use Rate > เลือก Pua City ใส่ค่าการใช้น้ำต่อคน ลงไปในช่อง Pua City ใส่ค่าทั้ง ปี 2549 และ 2550 – 2551 ดังรูปที่ 4.18



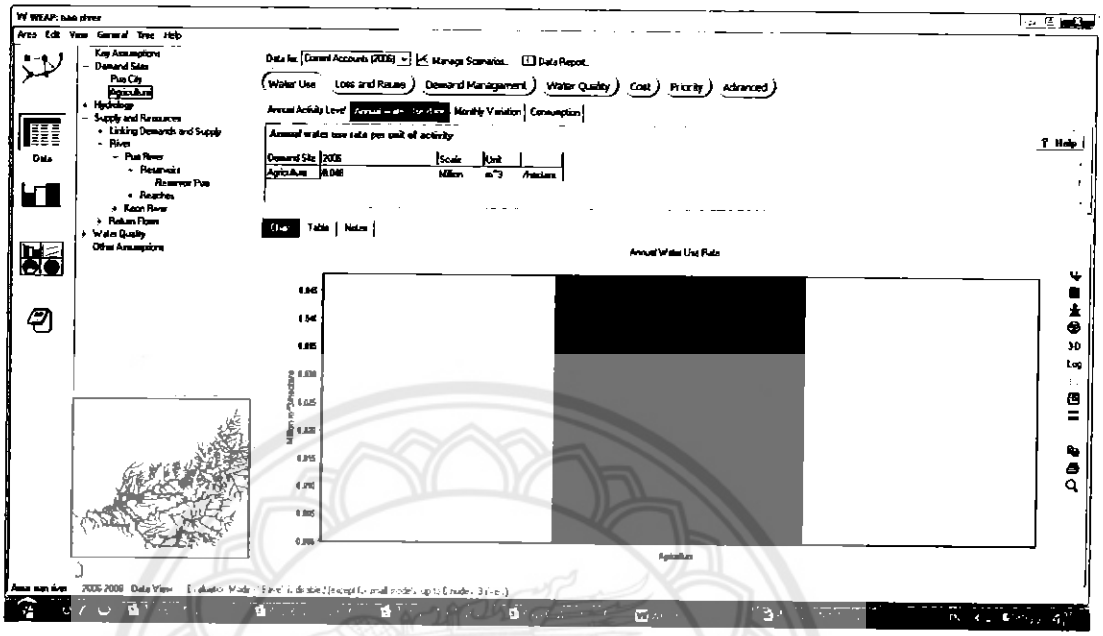
รูปที่ 4.18 แสดงการใส่ค่าจำนวนการใช้น้ำของประชากรต่อคน

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



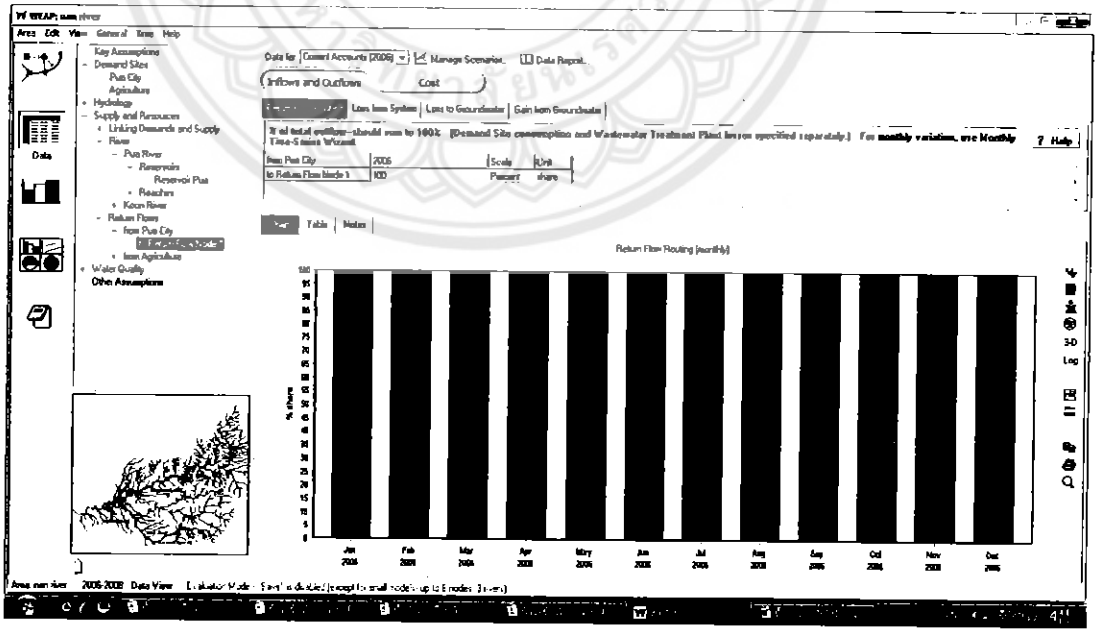
รูปที่ 4.19 แสดงการใส่ค่าพื้นที่ทางการเกษตร และ การเปลี่ยนหน่วย Unit

20.เลือก Annual Water Use Rate แล้วใส่ค่า ปริมาณการส่งน้ำให้พืช ลงไปในช่อง Agriculture ใส่ทั้งปี 2549 และ ปี 2550 - 2551 ดังรูปที่ 4.20



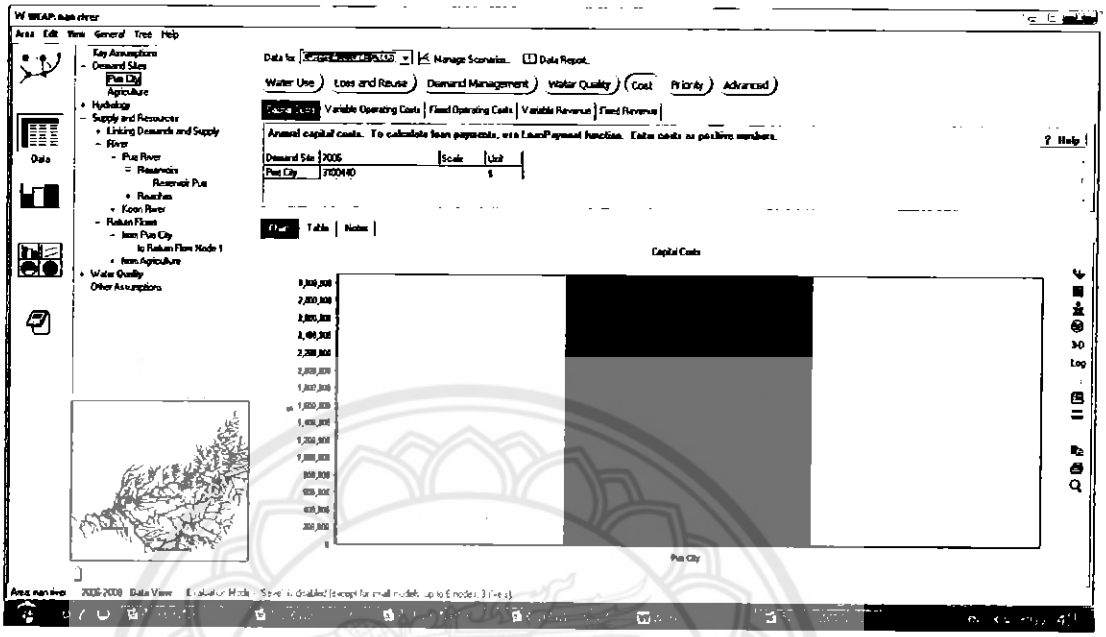
รูปที่ 4.20 แสดงการใส่ค่า ปริมาณการส่งน้ำให้พืช

21.คลิกขวาที่ Return Flow > Edit data > Return Flow Routing ใส่ค่าอัตราการไหลของน้ำย้อนกลับ (Return Flow) ที่ 100 ลงในช่อง Return Flow ทำเหมือนกันทั้งปี 2549 และ 2550-2551 ดังรูปที่4.21



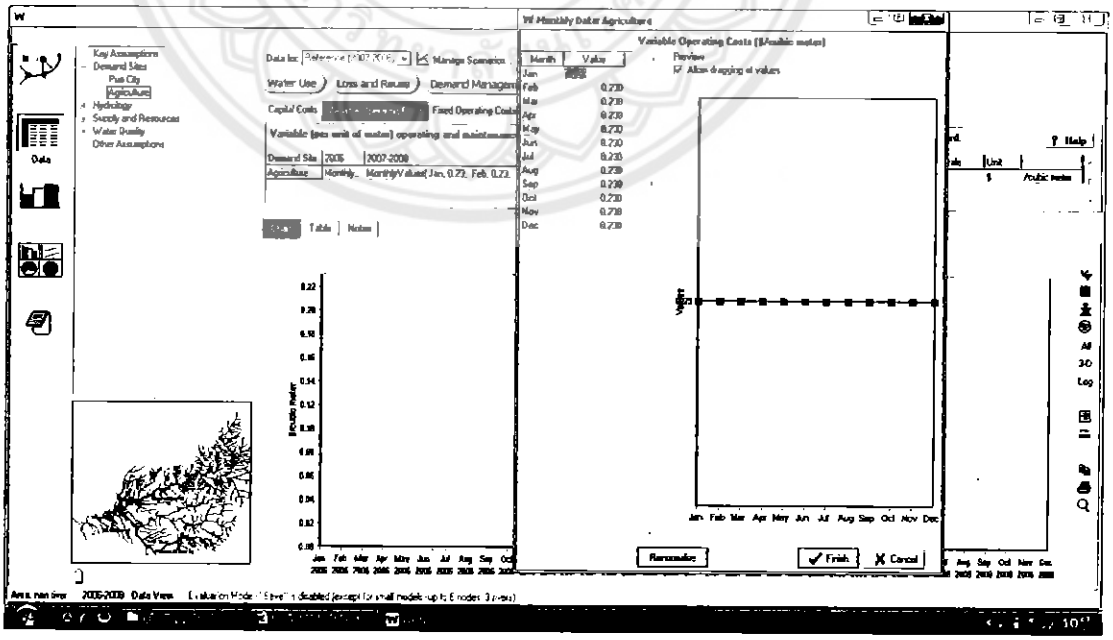
รูปที่ 4.21 แสดงการใส่ค่า การไหลของน้ำย้อนกลับ(Return Flow)

22.เลือก Pua City > Capital Costs ใส่ค่าจำนวนเงินรายปีลงไป ในช่อง Pua City ใส่ทั้งปี 2549 และปี 2550 – 2551 ดังรูปที่ 4.22

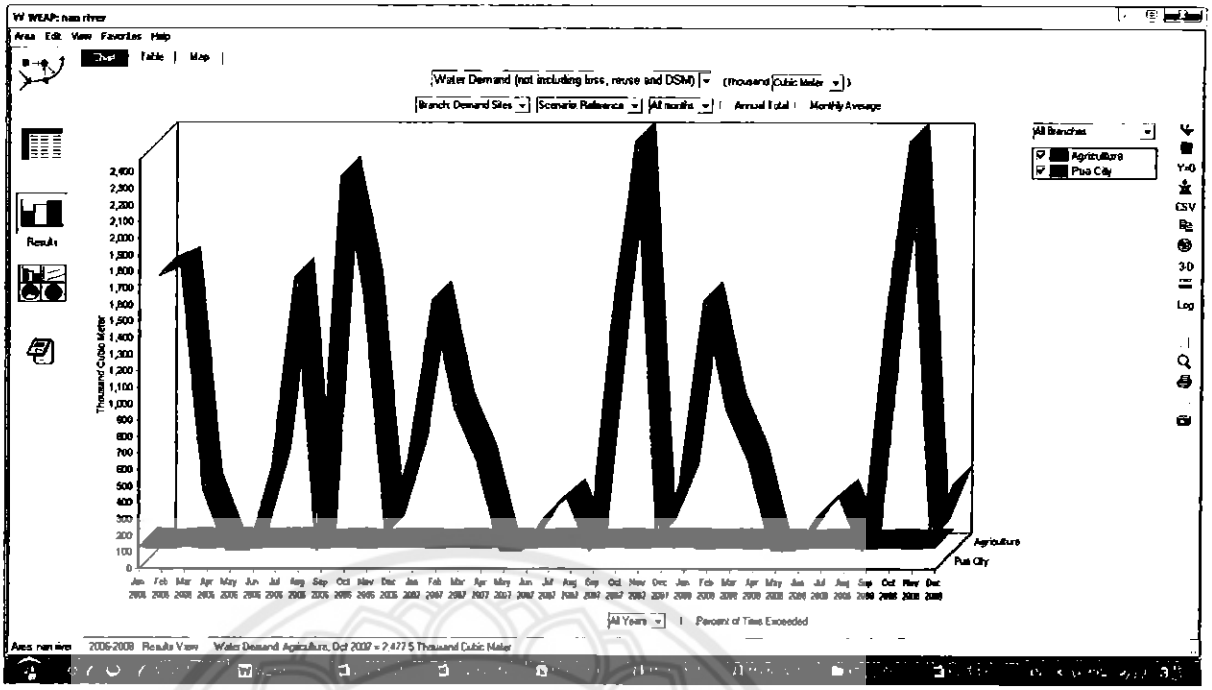


รูปที่ 4.22 แสดงการใส่ค่าจำนวนเงินรายปี ของประชากร

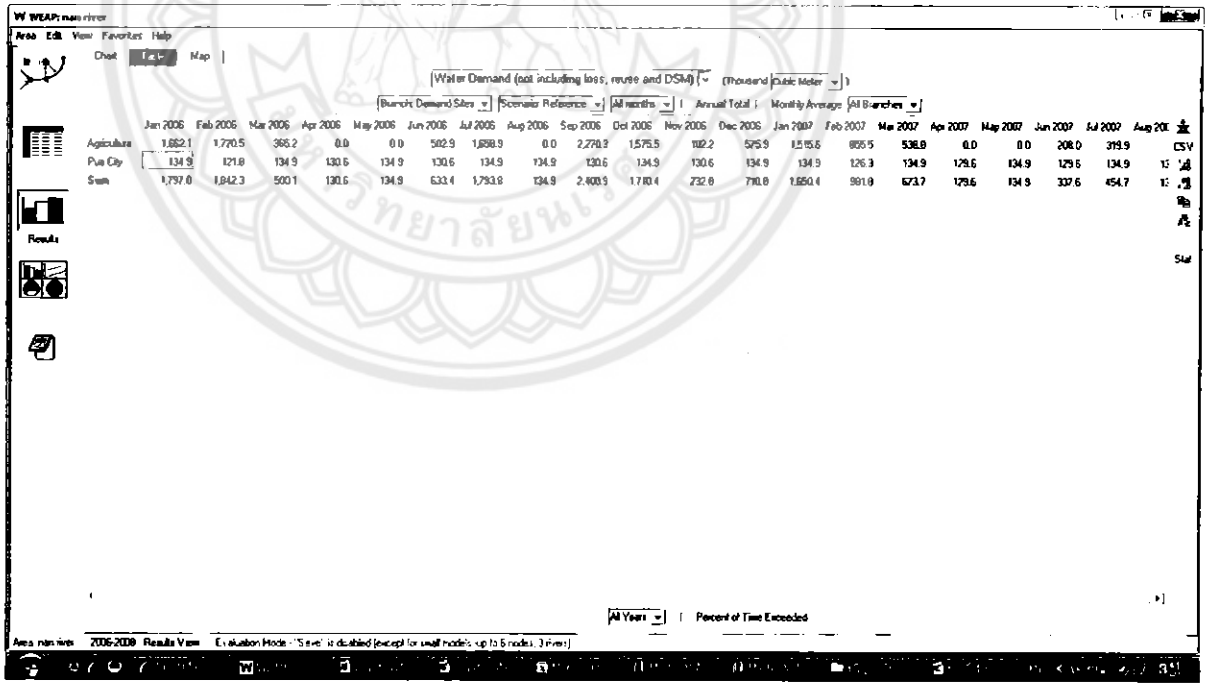
23.เลือก Variable Operating Costs > คลิกขวาที่ช่อง Pua City > เลือก Monthly Time – Series Wizard ทำเหมือนกันทั้งเมืองปัว (Pua City) และเกษตรกรรม (Agriculture) จะได้ดังรูปที่ 4.23



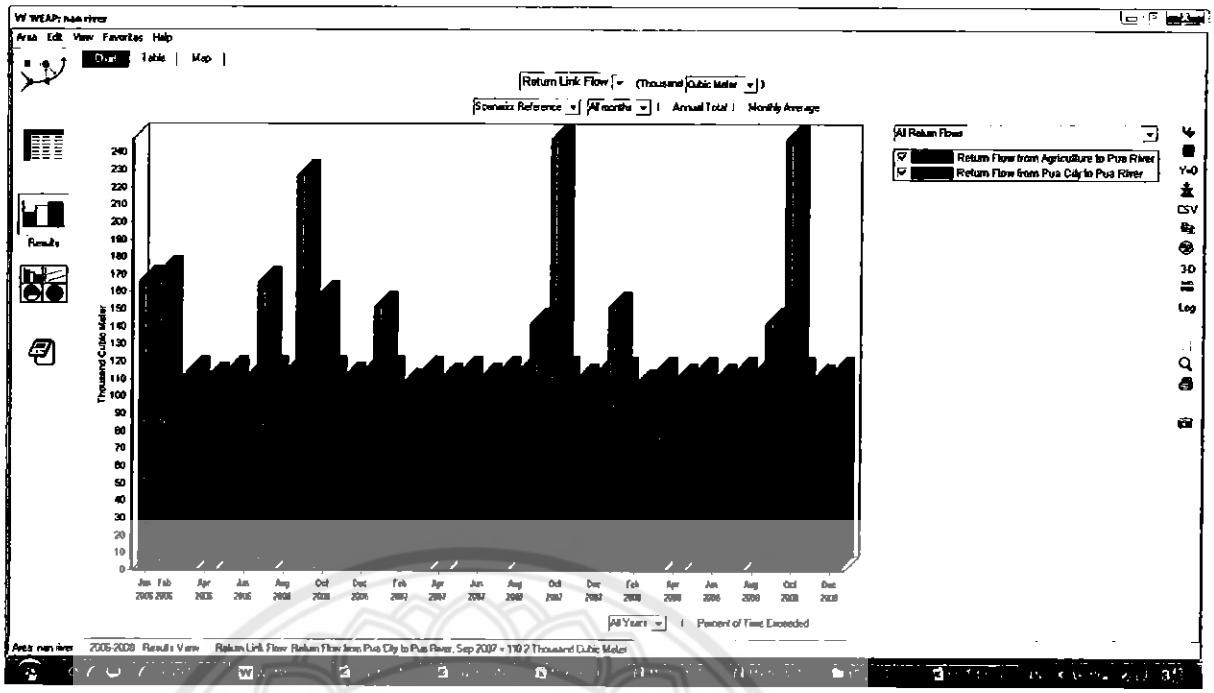
รูปที่ 4.23 แสดงการใส่จำนวนเงินของแต่ละเดือน



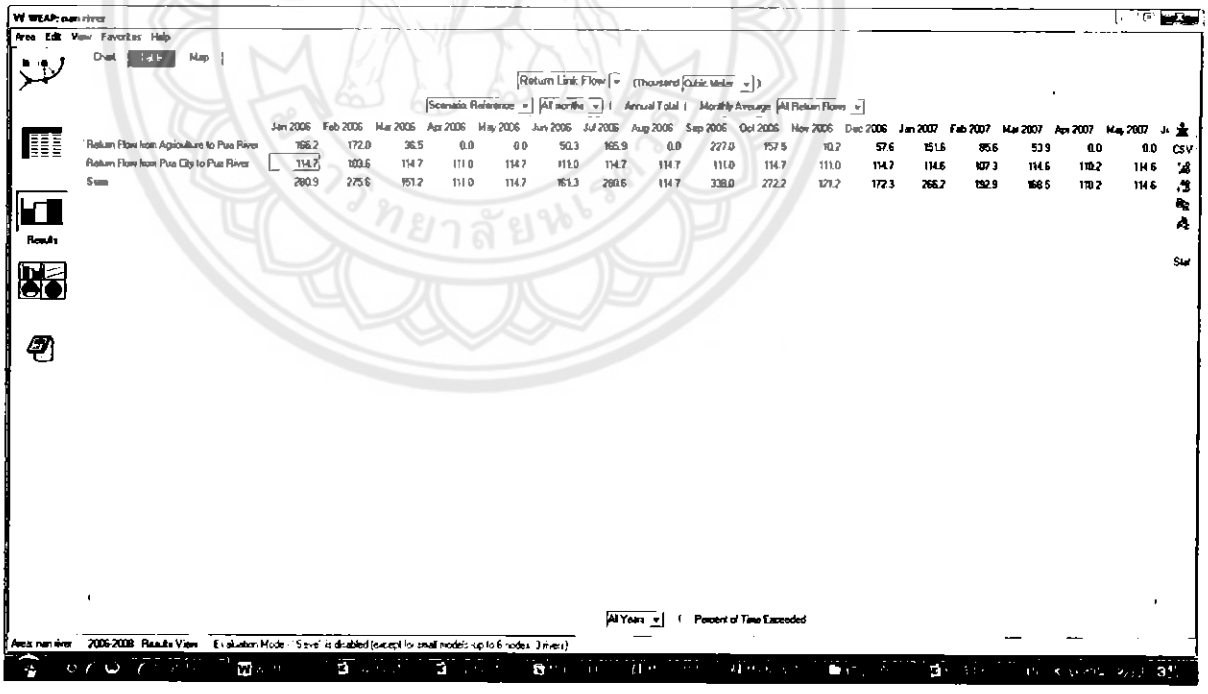
รูปที่ 4.24 กราฟแสดงความต้องการน้ำเพื่อการเกษตร และ เพื่อการอุปโภคบริโภค ปี 2549 - 2551



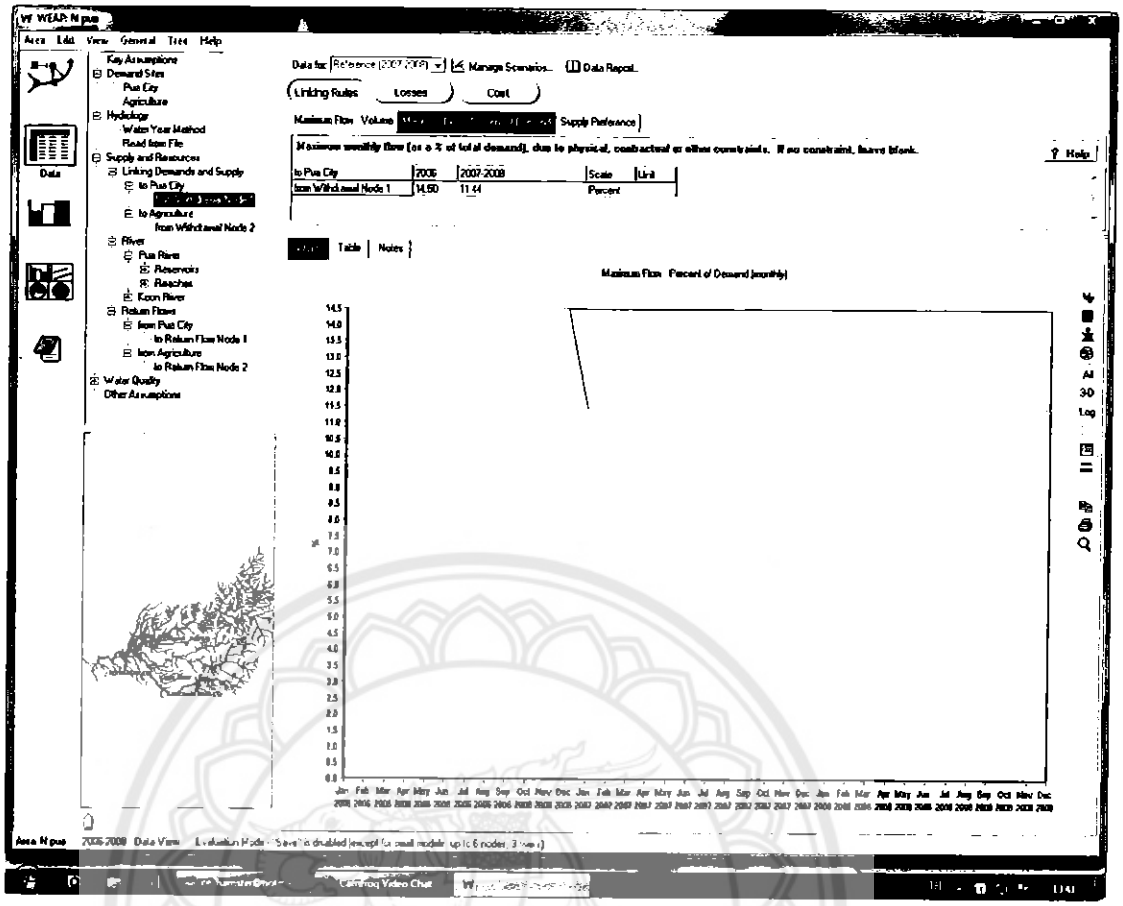
รูปที่ 4.25 ข้อมูลประมวลผลความต้องการน้ำเพื่อเกษตร และ เพื่อการบริโภค ปี 2549 - 2551



รูปที่ 4.26 กราฟแสดงปริมาณการไหลของน้ำไหลกลับของแต่ละเดือน ปี 2549 - 2551



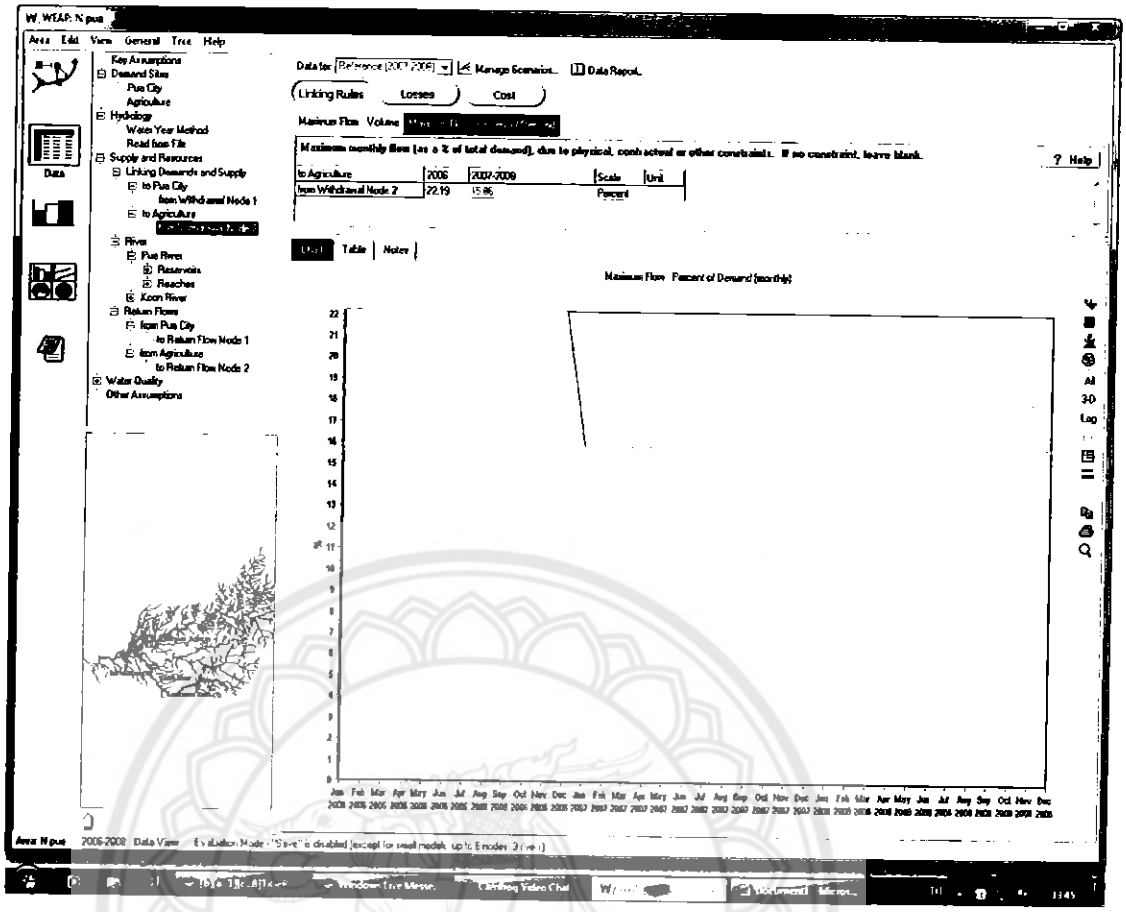
รูปที่ 4.27 ข้อมูลการประมวลผลปริมาณน้ำไหลกลับของปี 2549 – 2551



รูปที่ 4.28 เปอร์เซ็นต์การใช้น้ำปี 2549 – 2551 ที่ส่งไปยังเมืองปัว (Pua City)

หมายเหตุ

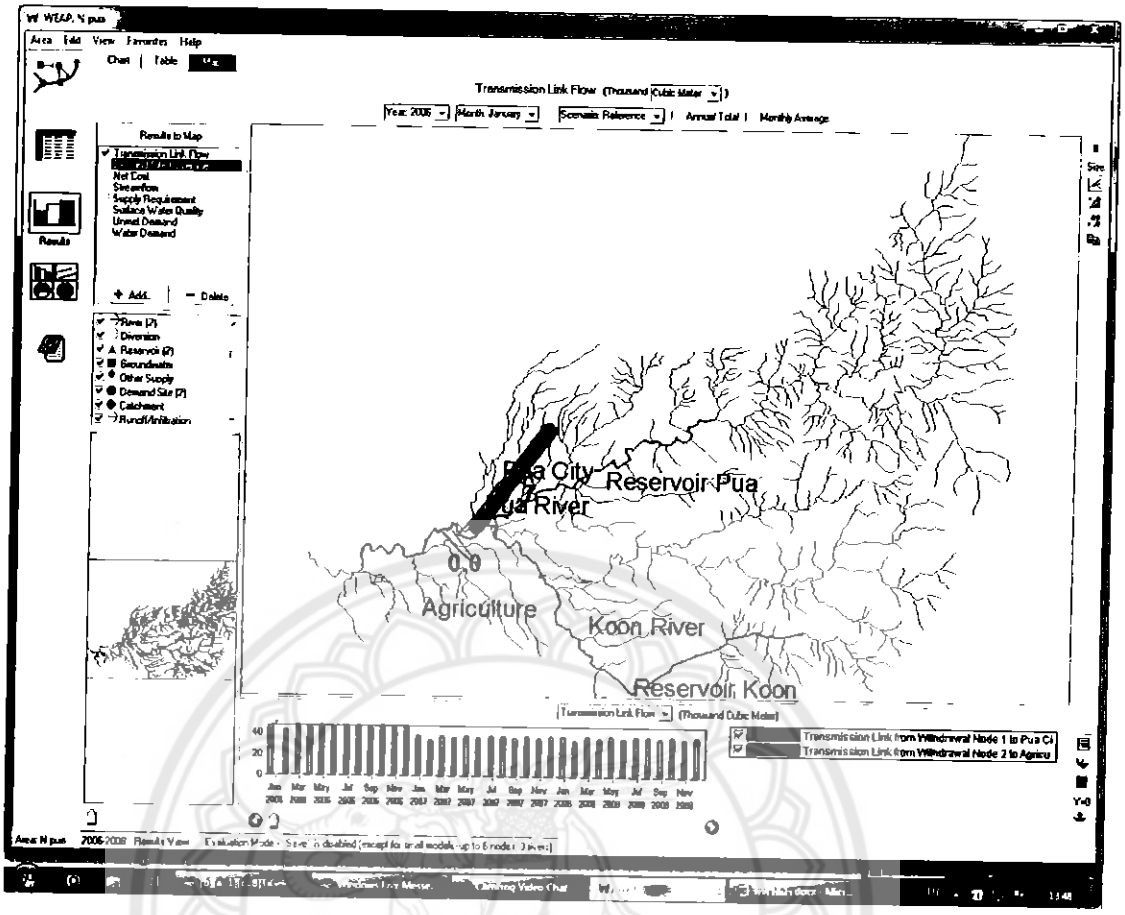
- เปอร์เซนต์การใช้น้ำปี 2549 ที่ต้องส่งไปยังเมืองปัว (Pua City) คือ 14.50 %
- เปอร์เซนต์การใช้น้ำปี 2550-2551 ที่ต้องส่งไปยังเมืองปัว (Pua City) คือ 11.44 %



รูปที่ 4.29 เปอร์เซ็นต์การใช้น้ำปี 2549 – 2551 ที่ส่งไปยัง เกษตรกรรม (Agriculture)

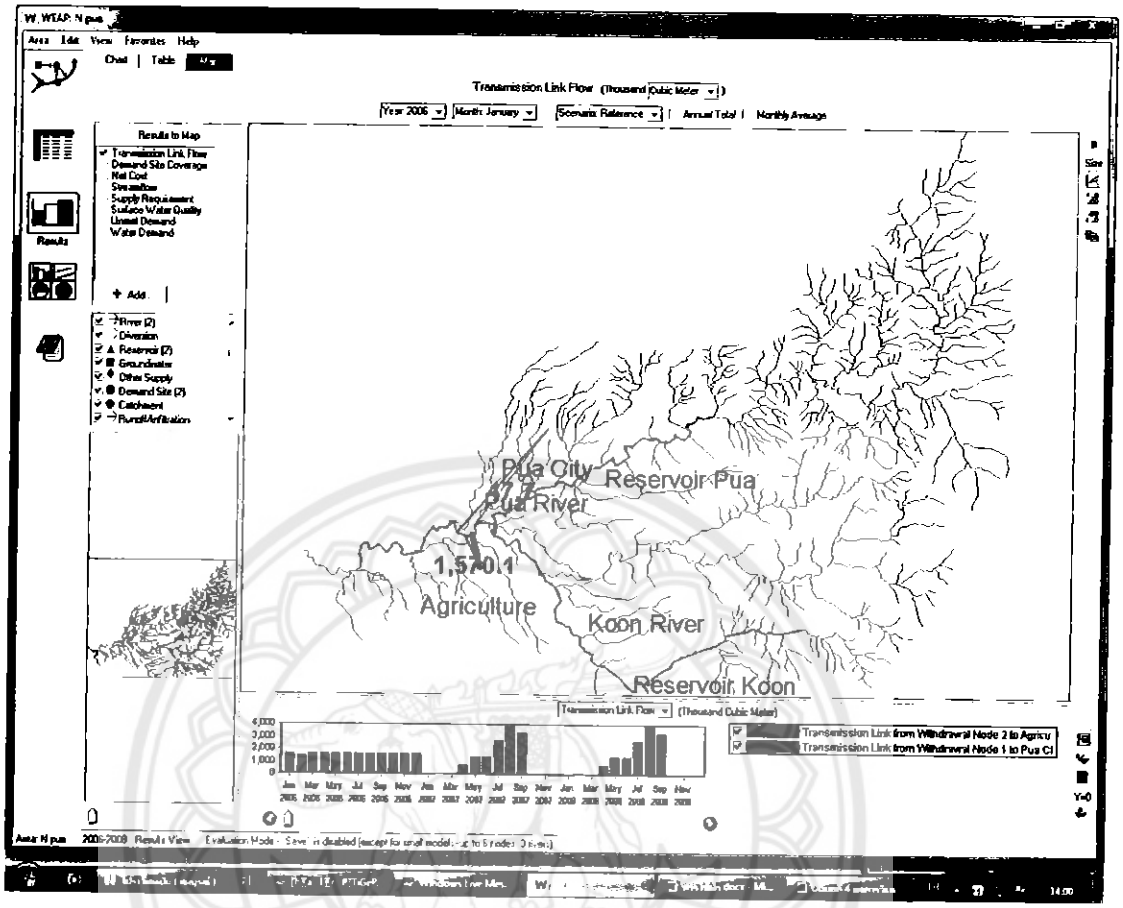
หมายเหตุ

- เปอร์เซนต์การใช้น้ำปี 2549 ที่ต้องส่งไปยังเกษตรกรรม (Agriculture) คือ 22.19 %
- เปอร์เซนต์การใช้น้ำปี 2550-2551 ที่ต้องส่งไปยังเกษตรกรรม (Agriculture) คือ 15.86 %

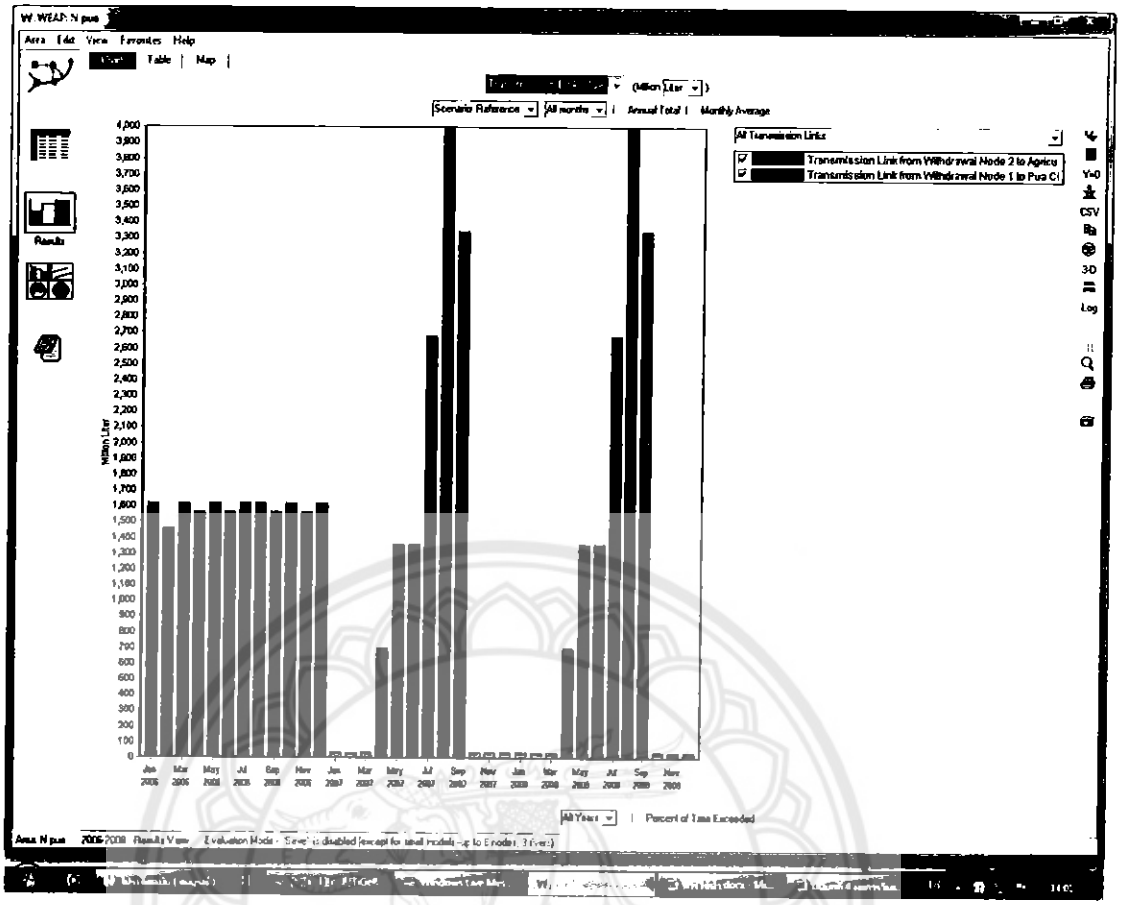


รูปที่ 4.30 ภาพการส่ง จ่ายน้ำไปยังเมืองปัว (Pua City) ในเดือน มกราคม ปี 2549 ซึ่งข้อมูลทั้งหมดของแต่ละเดือน แต่ละปี อยู่ในตาราง Excel

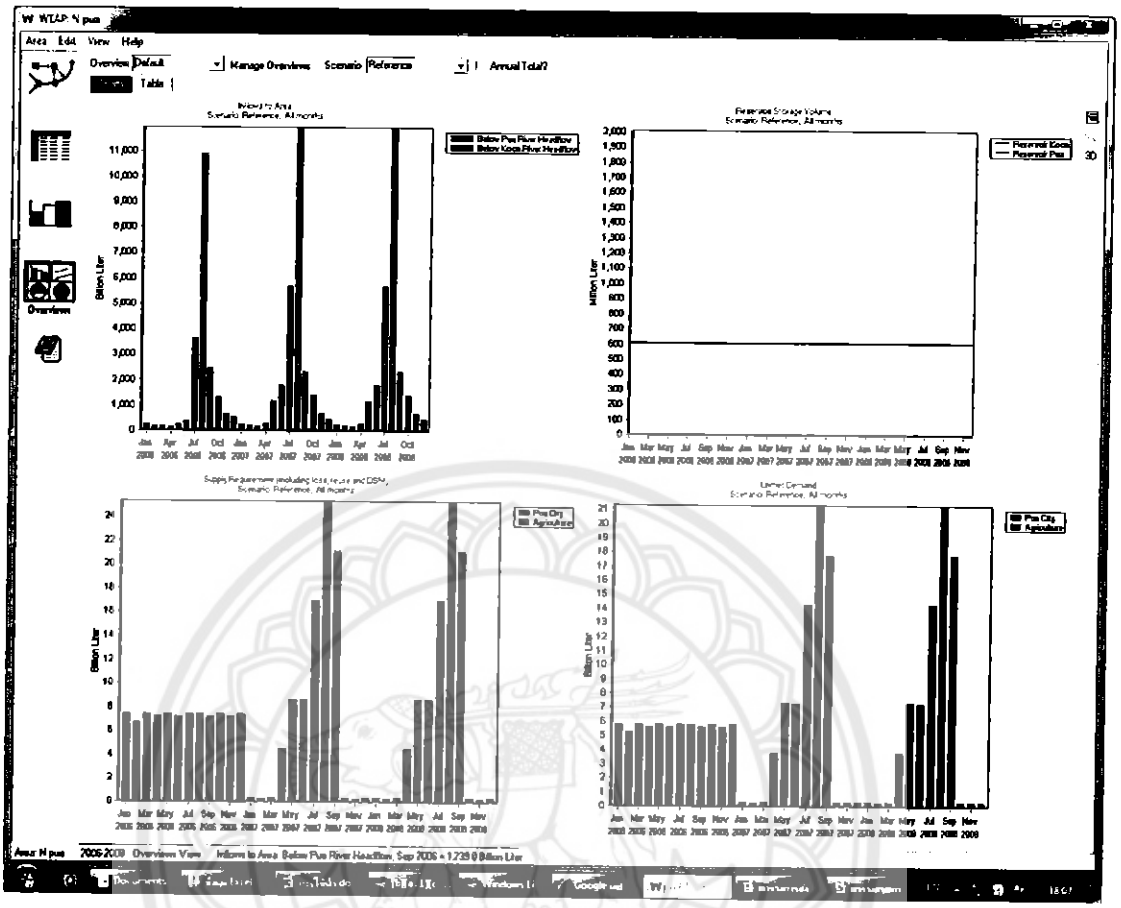
ที่ได้แนบไว้กับแผ่นดิส ชื่อ ตารางการส่งน้ำ



รูปที่ 4.31 ภาพการส่ง จ่ายน้ำไปยังเกษตรกรรม (Agriculture) ในเดือน มกราคม ปี 2549 ซึ่งข้อมูล ทั้งหมดของแต่ละเดือน แต่ละปี อยู่ในตาราง Excel ที่ได้แนบไว้กับแผ่นดิส ชื่อ ตารางการส่งน้ำ

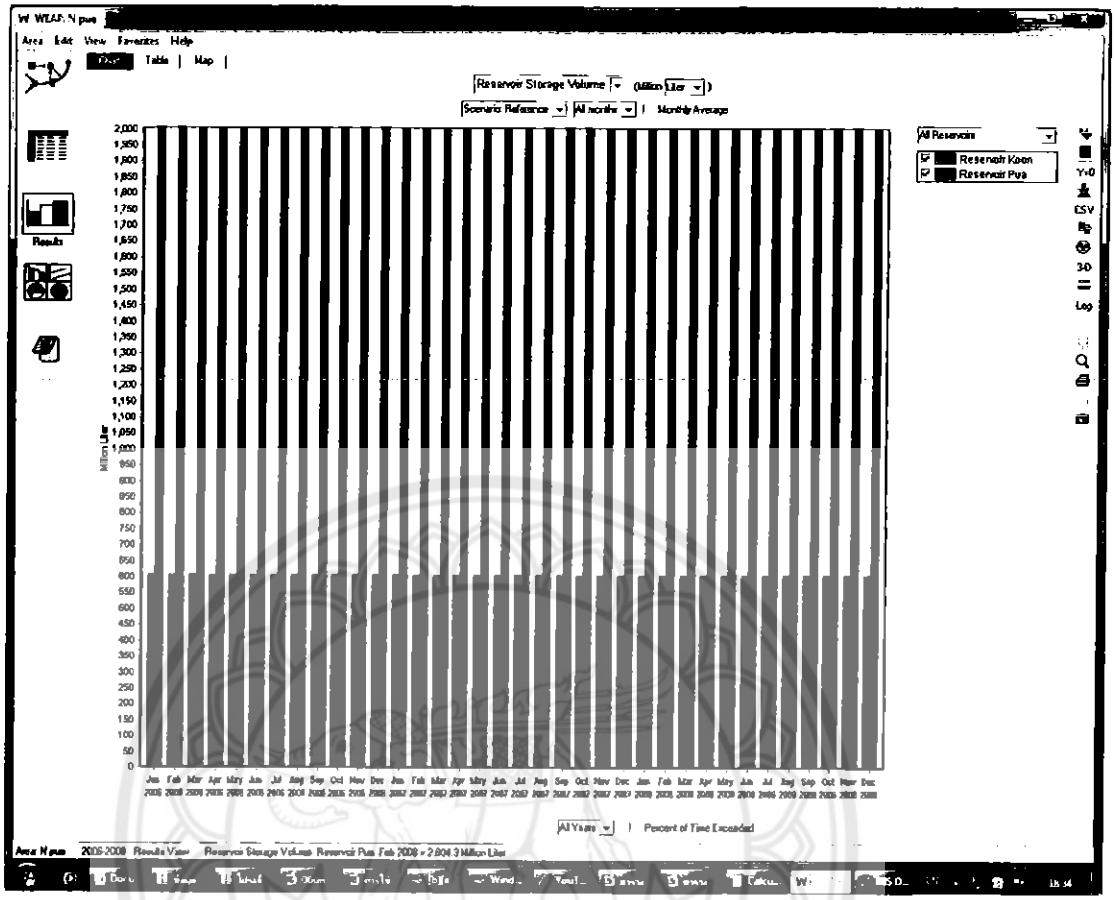


รูปที่ 4.32 กราฟ แสดงการ ส่งจ่ายน้ำ เข้าสู่เมืองปัว (Pua City) และเกษตรกรรม (Agriculture) ของแต่ละเดือน แต่ละปี



รูปที่ 4.33 กราฟสรุป การส่งน้ำเข้าสู่พื้นที่ และกราฟแสดงความต้องการน้ำในพื้นที่

ในแต่ละเดือน แต่ละปี



รูปที่ 4.34 กราฟแสดง ความจุ ของอ่างเก็บน้ำปัว(Pua) และอ่างเก็บน้ำกูล (Koon)

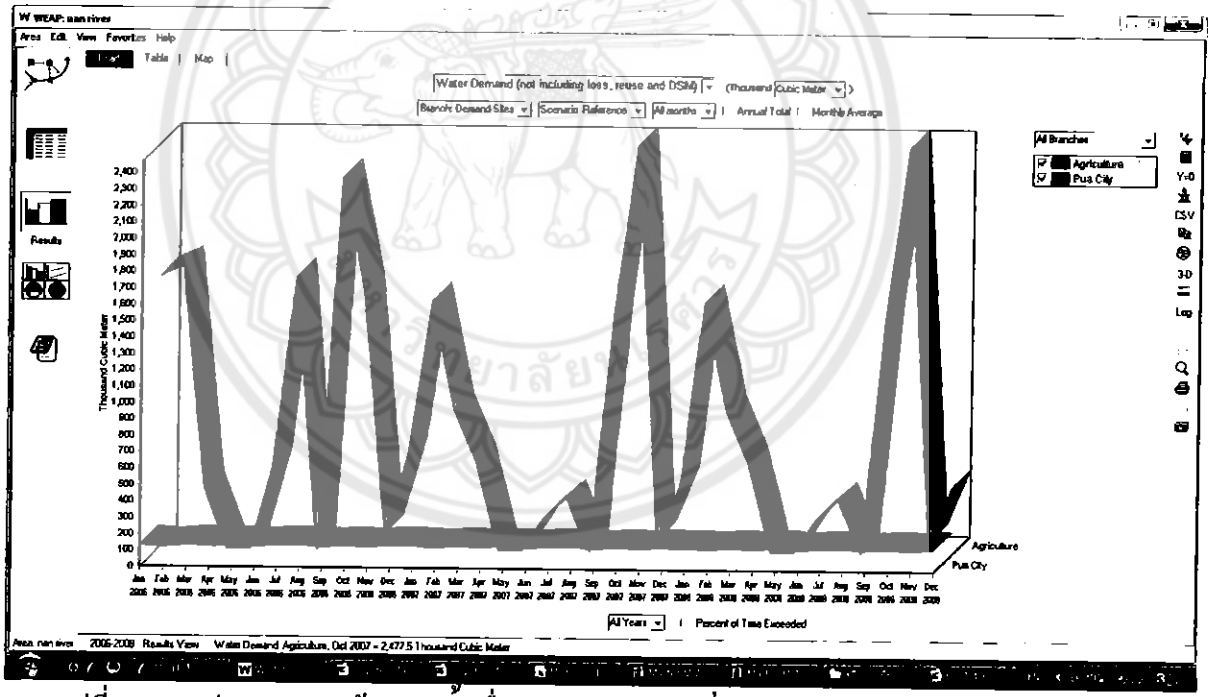
บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

โปรแกรม Weap มีประโยชน์หลายอย่าง เช่น

1) สามารถคำนวณหาค่าความต้องการของน้ำเพื่อการเกษตร และอุปโภค บริโภคได้เป็นอย่างดี
2) สามารถคำนวณหาอัตราภาระค่าใช้จ่ายน้ำทางการเกษตร และ อุปโภค บริโภคได้เป็นอย่างดี
3) สามารถคำนวณอัตราการไหลย้อนกลับของน้ำได้

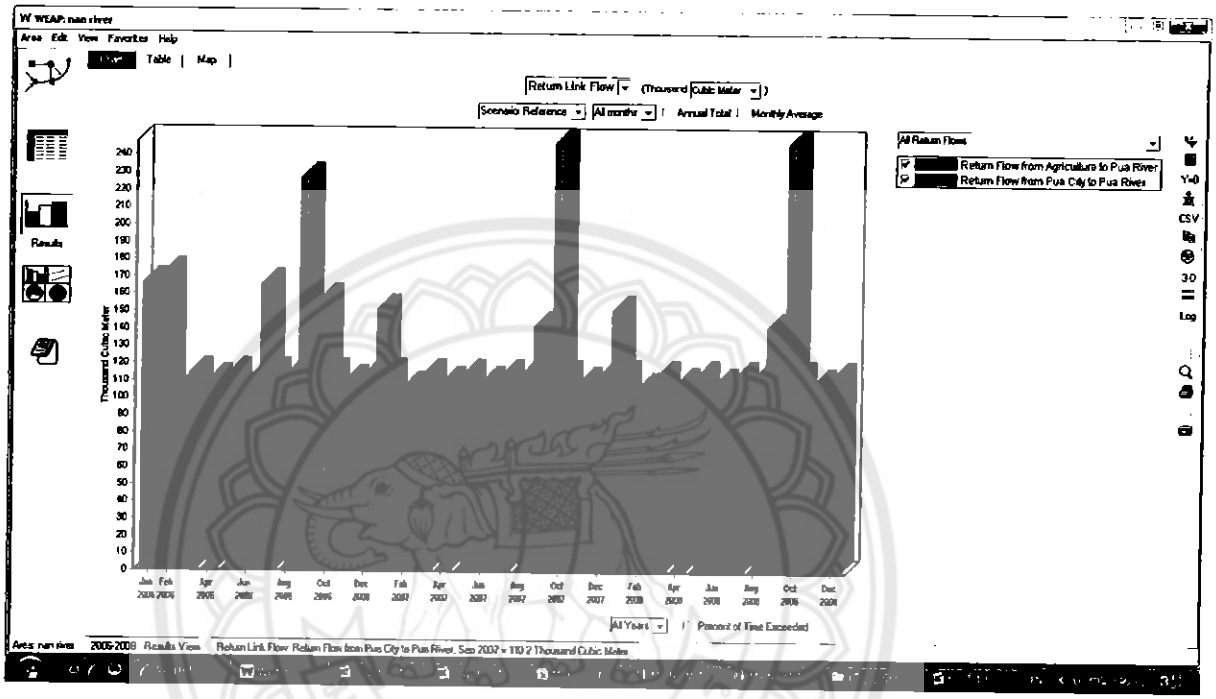
หมายเหตุ* ข้อมูลสรุปดูตารางที่ 5.1



รูปที่ 5.1 กราฟแสดงความต้องการน้ำเพื่อการเกษตร และ เพื่อการอุปโภคบริโภค ปี 2006 - 2008

จากกราฟ พื้นที่ทางการเกษตร(Agriculture) นั้นจะเห็นได้ว่า ทั้ง 3 ปี ช่วงเดือน เมษายน และ เดือน พฤษภาคม นั้น ไม่มีความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรเลยเนื่องจาก ช่วงนั้นไม่ได้มีการเพราะปลูกพืชชนิดใดเลย ส่วนช่วงเดือน สิงหาคมนั้นมีปริมาณน้ำฝนตกลงมาเยอะ จึงไม่มีความจำเป็นที่จะต้องส่งน้ำ และช่วงที่ต้องมีการส่งน้ำสูงสุด คือ ช่วงเดือน ตุลาคม ปี 2550-2551 ส่วนความต้องการน้ำอุปโภค และ บริโภคนั้นจะเป็นเส้นตรง เนื่องจากการอุปโภคบริโภคนั้นมีค่าที่ คงที่

อาจแปลผันได้ตามจำนวนวัน จึงทำให้ค่าที่ออกมา มีค่าต่างกันไม่มากนัก ทำให้กราฟที่ออกมามีลักษณะเป็นเส้นตรง โดยในโปรแกรมนั้นให้ใส่ค่าการบริโภค (consumption) ของการใช้น้ำเพื่ออุปโภค 15% และ การใช้น้ำเพื่อการเกษตรนั้นใช้ 90% ตามคู่มือการแนะนำของโปรแกรม



รูปที่ 5.2 กราฟแสดงอัตราการไหลย้อนกลับของน้ำ

ตารางที่ 5.1 สรุป ค่าภาระน้ำที่ต้องจ่าย เฉลี่ย ทั้ง 3 ปี

กิจกรรม	ยูนิตละ 3 บาท	ยูนิตละ 5 บาท	ยูนิตละ 8 บาท
เกษตร	750,666.67	1,246,133.33	2,506,533.33
อุปโภคบริโภค	140,066.67	230,600.00	460,966.67
รวม	890,733.34	1,246,133.33	2,967,500.00

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] โชติไกร ไชยวิจารณ์. วิศวกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น), 2546

[6] แผนที่: http://earth.google.com

[7] มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (SEI)

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

1.1Highlights ลักษณะเด่น

- ระบบการวางแผนทรัพยาน้ำรวมอย่างมีบูรณาการ
- มีแบบจำลองย่อยสำเร็จรูปภายในโปรแกรม สำหรับ: ปริมาณน้ำฝนน้ำท่า และการซึม การคายระเหย ความต้องการน้ำของพืช การให้ผลผลิตของพืช ปฏิกิริยาต่อกันระหว่างน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน คุณภาพน้ำในแม่น้ำ
- ตัวเชื่อมระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้ใช้งานอาศัยรูปแบบ GIS โดย "การลากและปล่อย "
- ความสามารถในการสร้างแบบจำลองด้วยหลายฟังก์ชั่นการใช้งานที่มีอยู่ในตัว
- การระบุตัวแปรและสมการ โดยผู้ใช้งานเอง
- 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

1.1.2 Structure

WEAP ประกอบไปด้วยห้ามุมมองหลัก (หรือห้า main views)

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

1.1.4 Data - เครื่องมือสร้างแบบจำลองเพื่อช่วยให้คุณสร้างตัวแปรและความสัมพันธ์ การใส่ข้อมูลข้อสันนิษฐานและการประมาณการโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ การลิงค์โดยตรงกับแฟ้มข้อมูล Excel สำหรับการนำเข้าและส่งออกข้อมูล

1.1.5 Results - การแสดงผลที่ละเอียดและยืดหยุ่นได้สำหรับผลลัพธ์ของแบบจำลอง ทั้งหมดสามารถดูได้ในแบบของกราฟ ตาราง และบนแผนที่ สำหรับกราฟและแผนที่นั้น คุณสามารถดูผลลัพธ์แบบเคลื่อนไหวได้ตลอดในช่วงเวลาที่ต้องการ

1.1.6 Overviews - ออกแบบกลุ่มของกราฟสรุปให้เน้นตัวชี้วัดหลักของระบบ ให้สามารถพิจารณาดูได้โดยเร็ว

1.1.7 Notes - บันทึกข้อมูลหรือข้อสมมติฐานของคุณ

1.2 สิ่งที่โดดเด่น ของ WEAP

1.2.1 วิธีการที่เป็นบูรณาการ คือ วิธีการเฉพาะสำหรับการดำเนินการประเมิน**การจัดการทรัพยากรแหล่งน้ำ**อย่างมีบูรณาการ

1.2.2 กระบวนการมีส่วนร่วมของฝ่ายที่เกี่ยวข้อง คือ โครงสร้างที่โปร่งใส **ช่วยในการมีส่วนร่วม**ของฝ่ายต่างๆที่เกี่ยวข้อง ด้วยกระบวนการที่เปิดเผย

1.2.3 **สมดุลน้ำ** คือ ฐานข้อมูลที่รวมข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณน้ำต้นทุนและปริมาณ**น้ำที่ต้องการเพื่อทำ**การคำนวณสมดุลน้ำในแบบจำลอง ที่รวมโครงสร้างของ node และ Link เข้าไว้**ด้วยกัน**

1.2.4 **การคำนวณในแบบจำลอง** คือ คำนวณปริมาณน้ำที่ต้องการ ปริมาณน้ำต้น**ทุน 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

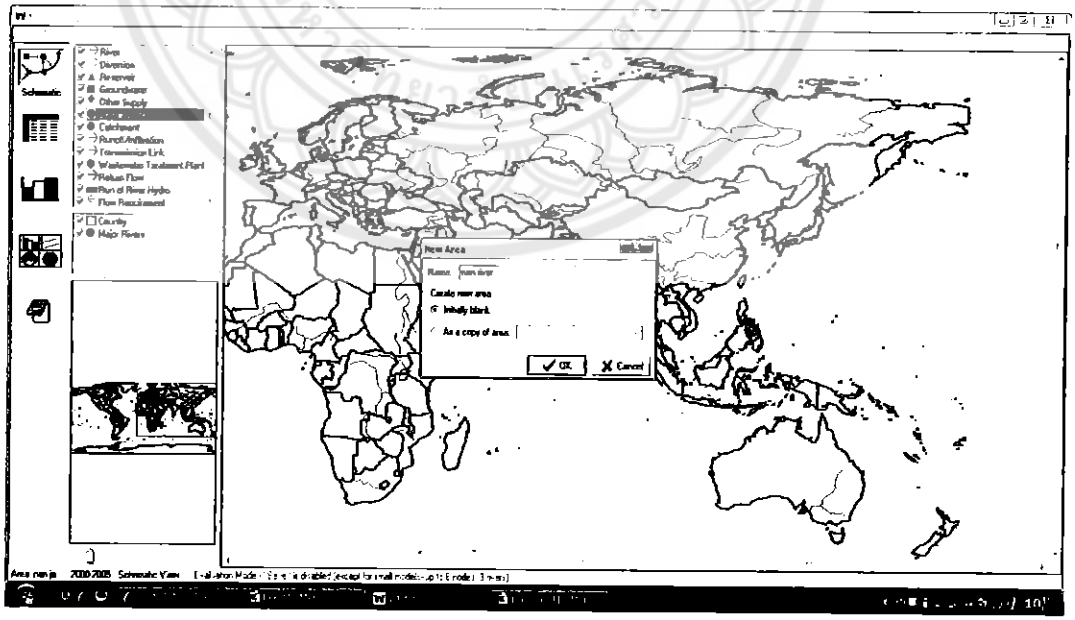
2.เลือก Area > Create Area จากนั้นก็สร้างชื่องาน

-เลือก Weaping River Basic ในช่อง As a copy of area

-เลือก Initially blank เลือก OK

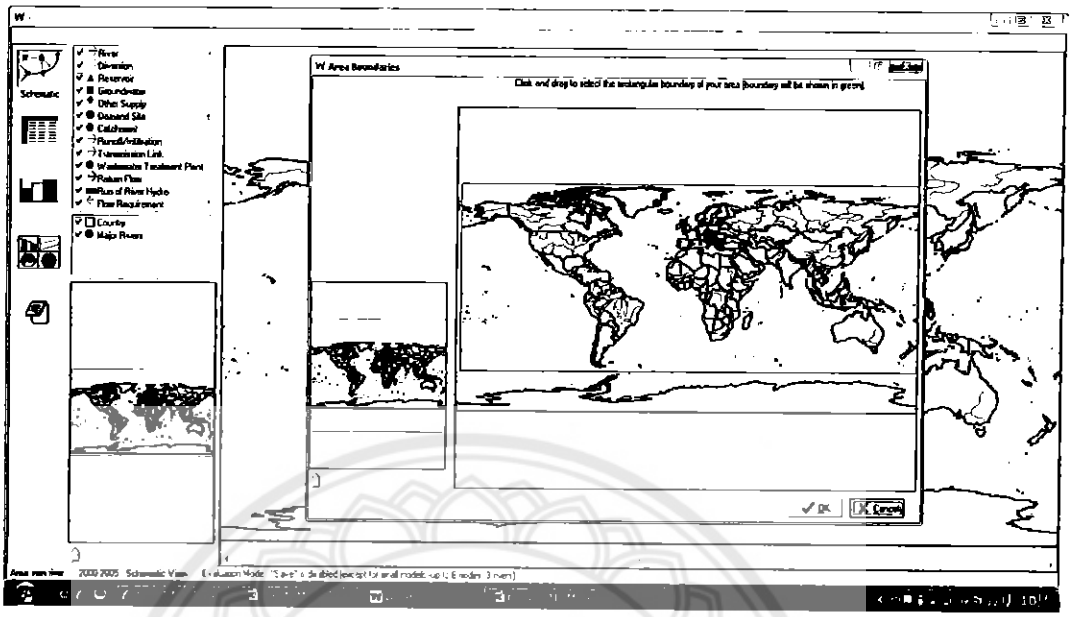
-เลือก OK อีกที

ดังรูปที่แสดงใน 2.1



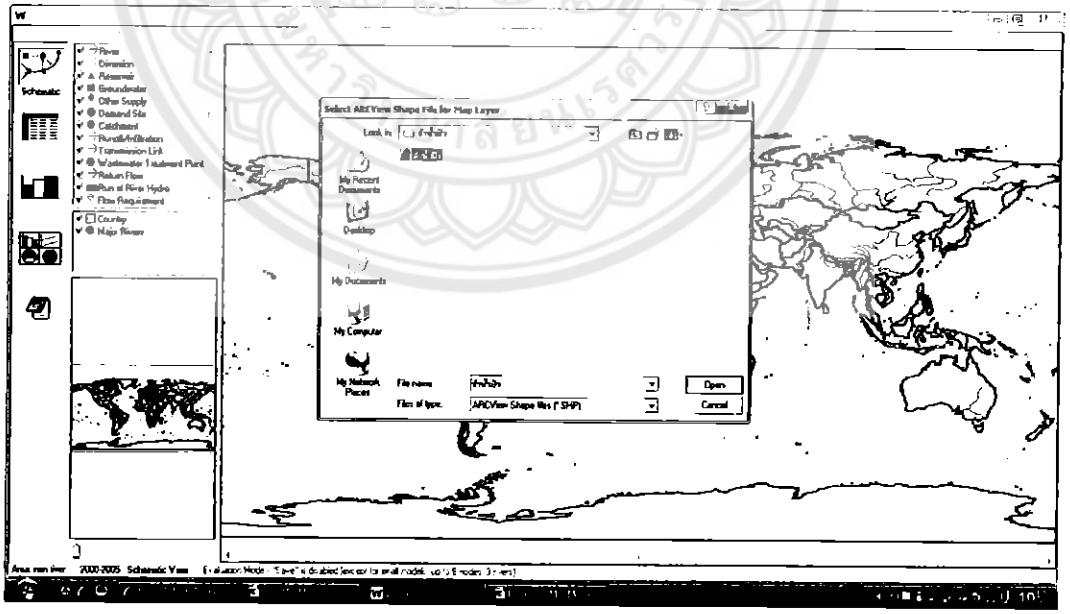
รูปที่ 2.1 แสดงการสร้างไฟล์

ให้เลือก Cancel จะเลือกเพิ่มข้อมูล GIS ดังรูปที่แสดงที่ 2.2



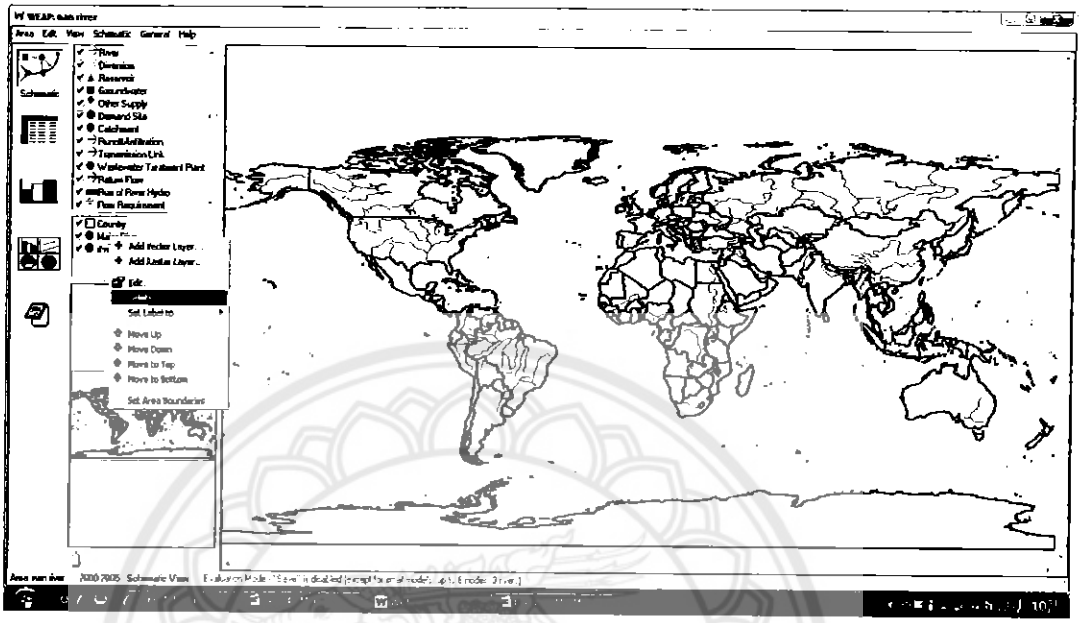
รูปที่ 2.2 เป็นการเลือก Cancle เพื่อเตรียมใช้ข้อมูล GIS

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



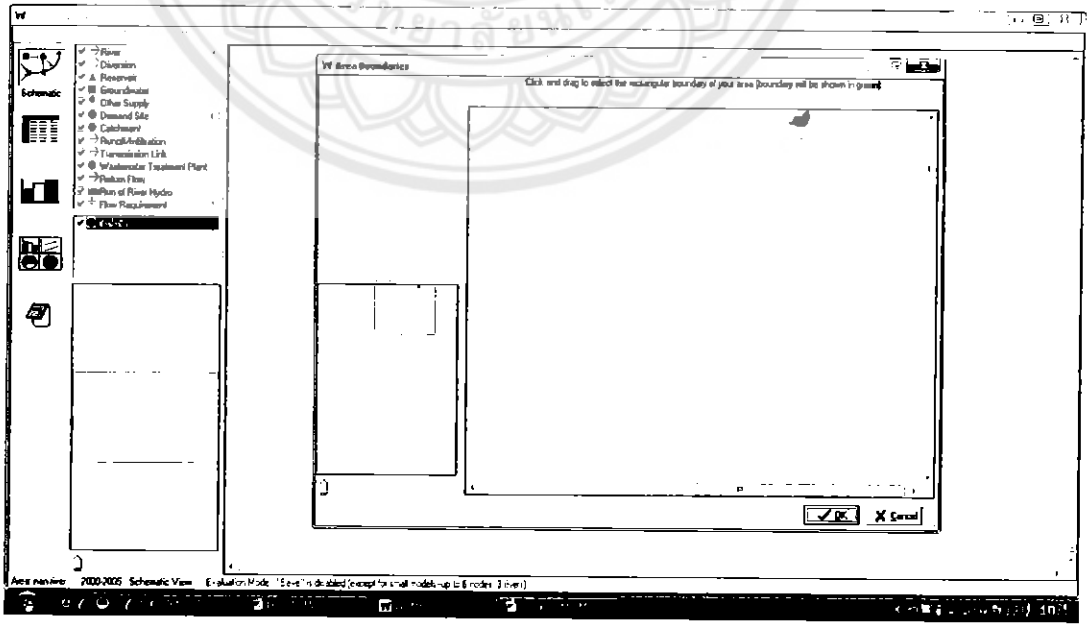
รูปที่ 2.3 เป็นการเลือกข้อมูล GIS

4.หลังจากนั้นให้คลิกขวาเลือก Delete เพื่อลบข้อมูลที่ไม่ต้องการออกไป ดังรูปที่แสดงใน รูปภาพ 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 3.5 แสดงการเลือกข้อมูล GIS มาแสดงบนหน้าจอ

ภาคผนวก ข

ตาราง ข.1 น้ำท่ารายเดือนบ้านนาฝาง

น้ำท่ารายเดือนบ้านนาฝาง												
ปี	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2006	47.8	33.7	30.7	27.9	43	73.5	675	2030	478	244	128	94.9
2007	43.4	31.6	33.1	35	104	164	231	515	625	340	114	63.3
2008	46.2	41	32.1	53.5	219	343	1060	2230	451	262	130	80
เฉลี่ย	45.8	35.433	31.967	38.8	122	193.5	655.333	1591.667	518	282	124	79.4

หมายเหตุ ตารางน้ำท่ารายเดือนบ้านนาฝาง อำเภอปัว จังหวัดน่าน ปี 2006 – 2008

ภาคผนวก ค

โครงการฝายน้ำปัว

ที่ตั้งโครงการ บ้านนาฝาง ตำบลสถาน อำเภอ ปัว จังหวัดน่าน

โครงการชลประทานน่าน

สำนัก ชลประทานที่ 2 จังหวัดลำปาง

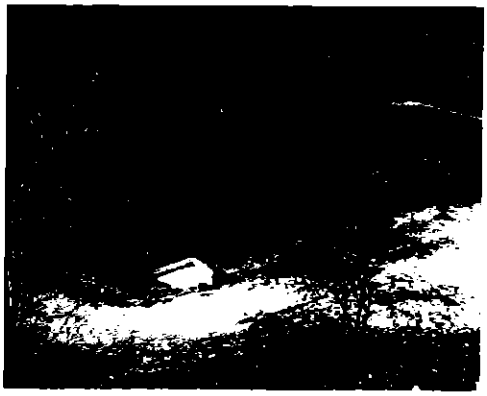
หมายเลขแผนที่ 1: 50,000 ระวางที่ 5147 II , 47QQB

ละติจูด 705200 เหนือ ลองติจูด 2125200 ตะวันออก

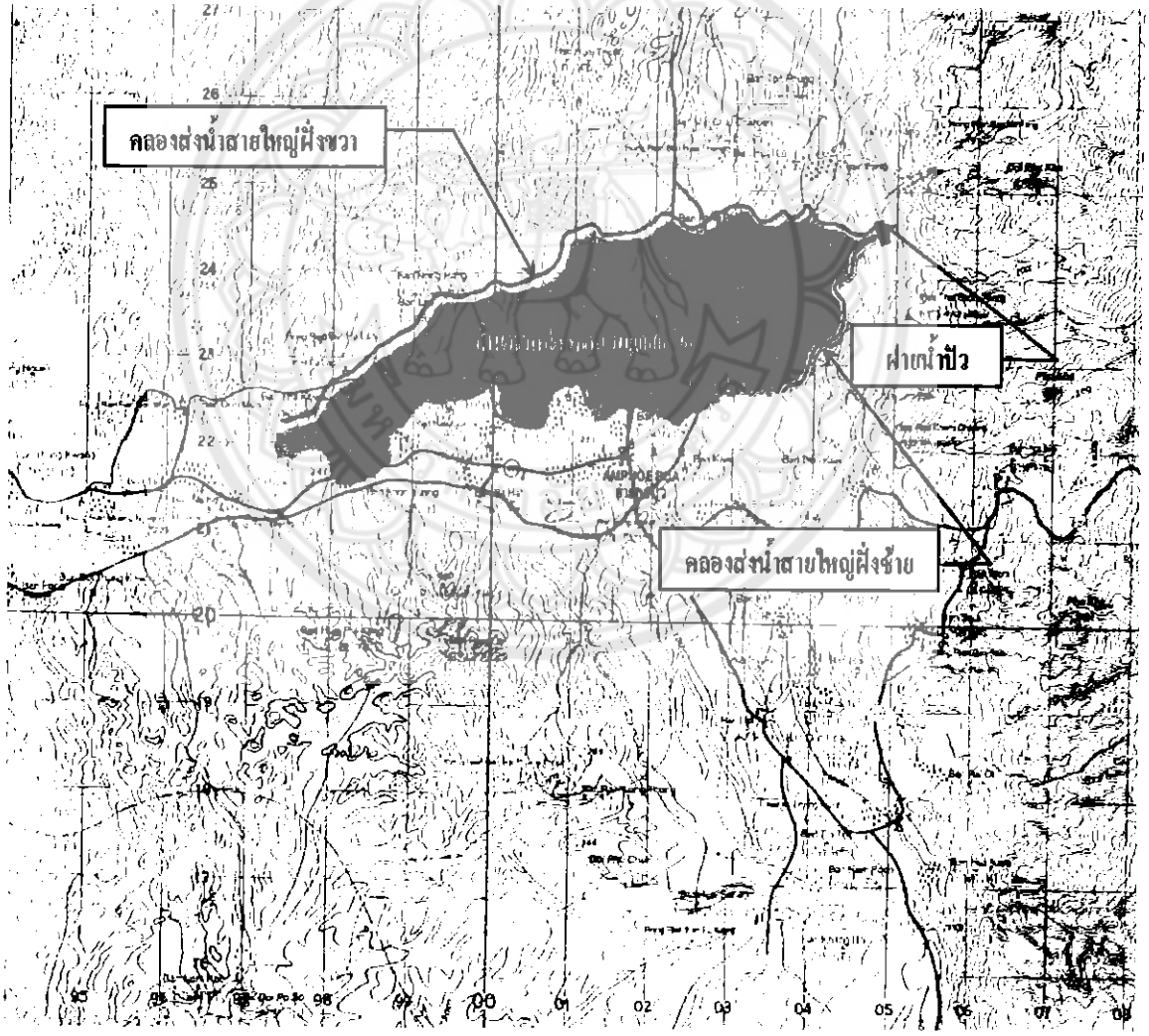
รายละเอียดลักษณะโครงการ

- ระดับน้ำสูงสุด +246.000 ม.(รทก.)
- ระดับสันฝาย +244.400 ม.(รทก.)
- ระดับพื้นฝาย +240.700 ม.(รทก.)
- ระดับหลังคัน +247.700 ม.(รทก.)
- ความยาวสันฝาย 61.50 ม.
- ความสูงสันฝาย 3.70 ม.
- ลักษณะสันฝาย Ogee type
- ปริมาณน้ำผ่านฝายสูงสุด 420 ลบ.ม/วินาที
- พื้นที่รับน้ำฝนบริเวณหัวงาน 150 ตร.กม.
- พื้นที่โครงการ 11,230 ไร่
- พื้นที่ชลประทาน 10,000 ไร่

ภาพที่ 1 - 12 ฝายน้ำป๋าว



ภาพที่ 1 - 13 ทรบ.ส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งขวา



ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นาย ณัฐพงศ์ พัฒนศิริ

ภูมิลำเนา ต. บ้านกร่าง อ. เมือง จ. พิษณุโลก

ประวัติการศึกษา

- จบจากวิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
  สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
  มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: Phaitanasiri @hotmail.com

ชื่อ นาย ธีรวัฒน์ สังข์ทิพย์

ภูมิลำเนา 150\50 ม.6 ต.สระแก้ว อ.เมือง จ.กำแพงเพชร

ประวัติการศึกษา

- จบจากวิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
  สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
  มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: Theerawat _0547@hotmail.com

ชื่อ นาย หนึ่งนที บัวทอง

ภูมิลำเนา 5/2 ม.7 ต.วัดจันทร์ อ. เมือง จ. พิษณุโลก

ประวัติการศึกษา

- จบจากวิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
  สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
  มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: plakathong@hotmail.com