การประยุกต์ใช้โปรแกรม Hec-ResSim
สำหรับลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่า

Application of Hec-ResSim : Reservoir modeling for ungaged catchment

นายพิทยา เนื่องรอด

นายสรากรณ์ พิมพ์โพธิ์

นายจักรพงษ์ หัวเมืองแก้ว

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2553

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 28 มิ.ย. 2554
เลขทะเบียน 15512074
เลขเรียกหนังสือ วร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร W671 ก
2553

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การประยุกต์ใช้โปรแกรม Hec-ResSim สำหรับลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่า	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายพิทยา เนื่องรอด	รหัส 50363297
	นายสรากรณ์ พิมพ์โพธิ์	รหัส 50363433
	นายจักรพงษ์ หัวเมืองแก้ว	รหัส 50365888
ที่ปรึกษาโครงงาน	รศ.ดร. สมบัติ ชื่นชูกลิ่น	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา	
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์	
ปีการศึกษา	2553	

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(รศ.ดร. สมบัติ ชื่นชูกลิ่น)

.....กรรมการ

(รศ.ดร. สงวน ปัทมธรรมกุล)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การประยุกต์ใช้โปรแกรม Hec-ResSim สำหรับลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่า	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายพิทยา เนื่องรอด	รหัส 50363297
	นายสรากรณ์ พิมพ์โพธิ์	รหัส 50363433
	นายจักรพงษ์ หัวเมืองแก้ว	รหัส 50365888
ที่ปรึกษาโครงงาน	รศ.ดร. สมบัติ ชื่นชูกลิ่น	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา	
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา	
ปีการศึกษา	2553	

.....

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการศึกษาถึงการประยุกต์การใช้แบบจำลอง Hec-ResSim (Reservoir System Simulation) ซึ่งได้นำแบบจำลองดังกล่าวมาประยุกต์ใช้กับลุ่มแม่น้ำ (จังหวัดน่าน) โดยอาศัยข้อมูลสำรวจทางอุทกวิทยาจากบ้านนาฝาง ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลฝนรายเดือน และน้ำท่ารายเดือน แล้วจึงใช้โปรแกรม Hec-ResSim จำลองอ่างเก็บน้ำ เพื่อวิเคราะห์หาเกณฑ์กำหนดในการควบคุมระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ เพื่อความเหมาะสมกับการบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำ และผลกระทบในฤดูน้ำหลากและเพื่อการบริหารอ่างเก็บน้ำให้เกิดประสิทธิภาพมากสุด

ผลที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง Hec – ResSim คือเกณฑ์การควบคุมและบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curves) ที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ใช้ประโยชน์ และสามารถรับการเปลี่ยนแปลงทางด้านภูมิศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

Project title	Application of Hec-ResSim :Reservoir modeling for ungaged catchment	
Name	Mr.Phittaya Nuangrod	ID. 50363297
	Mr.Sarakorn Pimpo	ID. 50363433
	Mr.Jakkapong Huamuangkaew	ID. 50365888
Project advisor	Assoc.Pro.Dr. Sombat Chuenchooklin	
Major	Civil Engineering	
Department	Civil Engineering	
Academic year	2010	

.....

Abstract

This project is a study of the application of model Hec-ResSim (Reservoir System Simulation), which applies the model applied to the river basin (Nan) based on survey data from the hydrological Na Fang. The data used is monthly rainfall data and runoff. Hec-ResSim reservoir simulation was applied in order to analyze the rule for controlling the water levels in the reservoir and accommodate the management of reservoir. Moreover, the impact of flood during wet season and management of the reservoir with maximum efficiency were carried out.

The outcome from the model Hec – ResSim: the basis of control and management of the reservoir (Rule Curves) is suitable for field utilization just changed with the appropriate geographically.

กิตติกรรมประกาศ

ในการดำเนินงานครั้งนี้คณะผู้ดำเนินโครงงาน ขอขอบพระคุณ อาจารย์สมบัติ ชื่นชูกลิ่น เป็นอย่างยิ่งที่กรุณาให้ความรู้ ความเข้าใจ คำปรึกษา คำแนะนำรวมถึงช่วยชี้แนะแนวทางต่างๆ ตลอดจนให้ความกรุณาช่วยเหลือตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องและปัญหาต่าง ๆ ในการทำรายงานการศึกษาอิสระด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดีจนทำให้การดำเนินการในครั้งนี้ประสบผลสำเร็จลุล่วง และผ่านไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ สาขาวิศวกรรมโยธา และคณะวิศวกรรมศาสตร์ ทุกท่านที่ค่อยกรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษา อบรมสั่งสอน และให้ความรู้ทางด้านวิชาการต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการครั้งนี้ ตลอดจนคอยชี้แนะประสบการณ์ที่ดีที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาและนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในการศึกษาอิสระให้ประสบผลสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อนนิสิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรที่คอยช่วยเหลือในด้านข้อมูล และคอยให้คำปรึกษาเป็นอย่างดี

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นายพิทยา เนื่องรอด
นายสรากรณ์ พิมพ์โพธิ์
นายจักรพงษ์ หัวเมืองแก้ว
16 มีนาคม 2554

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญานิพนธ์	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
นิยามศัพท์	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1. สถานที่เก็บข้อมูล	2
2. หลักการและเหตุผล	3
3. วัตถุประสงค์	4
4. ขอบข่ายงาน	4
5. แผนดำเนินงาน	4
6. ผลที่คาดว่าจะได้รับ	5
7. งบประมาณ	5
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	
1. อ่างเก็บน้ำ (Reservoirs)	6
1.1 ความจำเป็นของอ่างเก็บน้ำ	6
1.2 คุณลักษณะทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำ (Physical characteristics of reservoirs)	7
1.3 ระดับน้ำและโซนเก็บกักในอ่างเก็บน้ำ (water level and zone of storage)	8
1.4 โครงสร้างและองค์ประกอบของเขื่อน	9
1.4.1 ทางระบายน้ำล้นหรือฝายน้ำล้น (Spillway)	10
1.4.2 ทางส่งน้ำหรืออาคารทางออก (Outlet)	11
1.4.3 อาคารควบคุม (Control house)	12
1.5 การกำหนดขนาดของอ่างที่สร้างขวางลำน้ำ(River reservoir)	12

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2. การไหลหลาก	14
2.1 การเคลื่อนที่ของคลื่น	14
2.2 สมการปริมาตรเก็บกัก	17
2.3 การหลากในอ่างเก็บน้ำ	18
2.4 การไหลหลากในลำน้ำ	20
2.4.1 วิธีของมัสคิงกัม (Muskingum)	20
2.4.2 การไหลออกจากพื้นที่โดยวิธีการหลาก	22
2.4.3 การหาน้ำท่าสูงสุด ของลุ่มน้ำที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่า	
- วิธีของซไนเดอร์ (Synder's method)	24
2.4.4 การหาน้ำฝนสูงสุด ของลุ่มน้ำที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่า	
- วิธีเฉลี่ยทางคณิตศาสตร์ (Arithmetic-Mean Method)	25
- วิธีของทิสเสน (Thiessen Method)	25
- วิธีเส้นชั้นน้ำฝน (Isohyetal Method)	27
- วิธีที่นำ Unit Hydrograph สังเคราะห์ (Synthetic Unit Hydrograph)	29
3. การใช้น้ำของพืช	31
ค่าสัมประสิทธิ์ของการระเหย	33
ความต้องการใช้น้ำของพืช	34
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานและอุปกรณ์	
3.1 อุปกรณ์	37
3.2 วิธีการดำเนินงาน	37
3.3 หน้าตาของโปรแกรมและขั้นตอนการใช้โปรแกรม	38
3.3.1. Watershed Module	36
3.3.2 Reservoir Network Module	38
3.3.3 Simulation Module	41
Flow chart การใช้โปรแกรม	42
Flow chart ระบบส่งน้ำ	43
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	44
บทที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์	56
ข้อเสนอแนะ	57

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	59
สารบัญรูปภาพ	67
ประวัติผู้เขียน	68

มหาวิทยาลัยนเรศวร

นิยามศัพท์

ΔV	การเปลี่ยนแปลงความเร็ว
γ_w	ความหนาแน่นของน้ำเท่ากับ 1000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
A	พื้นที่
Q	อัตราการไหล (Volume flow rate)
I	ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่าง (inflow)
P	ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในพื้นที่รับน้ำของอ่าง (precipitation)
E	ปริมาณสูญเสียเนื่องจากการระเหย (evaporation)
O	ปริมาณน้ำไหลออกจากอ่าง (outflow)
S	ปริมาณการสูญเสียเนื่องจากการซึม (seepage)
$\frac{ds}{dt}$	ปริมาณสะสมที่เพิ่มขึ้นในอ่างในช่วงเวลา dt (change of storage)
u	ความเร็วของคลื่น
w	ปริมาณน้ำ
g	ความเร็งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลกเท่ากับ 9.81 เมตรต่อวินาที^{2}
q	อัตราการไหลต่อหน่วยความกว้าง
F	ปริมาณการซึมหรือผลต่างความดัน
C	ความเข้มของการละลาย (ppb) หรือ ค่าคงที่ของตัวการพรุน หรือ สัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Chezy หรือ สัมประสิทธิ์น้ำหลาก
ha	hectares พื้นที่ เท่ากับ 0.01 ตารางกิโลเมตร
t_r	Duration ช่วงเวลาของฝนตก, ชั่วโมง
t_b	Time Base ความยาวของฐานเวลา, ชั่วโมง
t_p	Basin Lag เวลานับจากจุด Centroid ของกราฟน้ำฝนจนถึงเวลาที่เกิด Peak
q_p	Peak Discharge อัตราการไหลสูงสุดของ UH
L	ระยะทางตามแนวลำน้ำสายหลัก, กิโลเมตร
L_c	ระยะทางจากจุดศูนย์กลางลุ่มน้ำ ตามแนวลำน้ำสายหลัก ถึงจุด Outlet
C_t	ค่าสัมประสิทธิ์ของลุ่มน้ำที่เกี่ยวกับเวลาไหลหลากตามแนวลาด มีค่า = 1.8-2.2
$\bar{P}$	ปริมาณที่เฉลี่ย n แห่ง
P_i	ปริมาณน้ำฝนที่วัดได้จาสถานีวัดน้ำฝนที่ i
A_i	พื้นที่รูปหลายเหลี่ยมที่ล้อมรอบสถานีวัดน้ำฝนที่

n	จำนวนปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยระหว่างเส้นชั้นน้ำฝน 2 เส้น
Δt	ช่วงเวลาการเกิด Rainfall excess (ชม.)
Tp	เวลาที่ใช้ในการเกิดปริมาณน้ำนองสูงสุดของ Unit Hydrograph นับจากเมื่อเริ่มมี Rainfall excess (ชม.)
ARF	แฟคเตอร์ลดความลึกน้ำฝนตามขนาดพื้นที่

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 1
บทนำ

ในชีวิตประจำวันเราใช้น้ำในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อการดำรงชีวิตมากมาย โดยน้ำที่ใช้ส่วนใหญ่ เป็นน้ำจืดซึ่งมีเพียง 2% ของน้ำทั้งหมดในโลก หากเราไม่รู้จักใช้น้ำ หรือใช้ไม่เป็นก็จะทำให้เกิดปัญหา การขาดแคลนน้ำในอนาคต

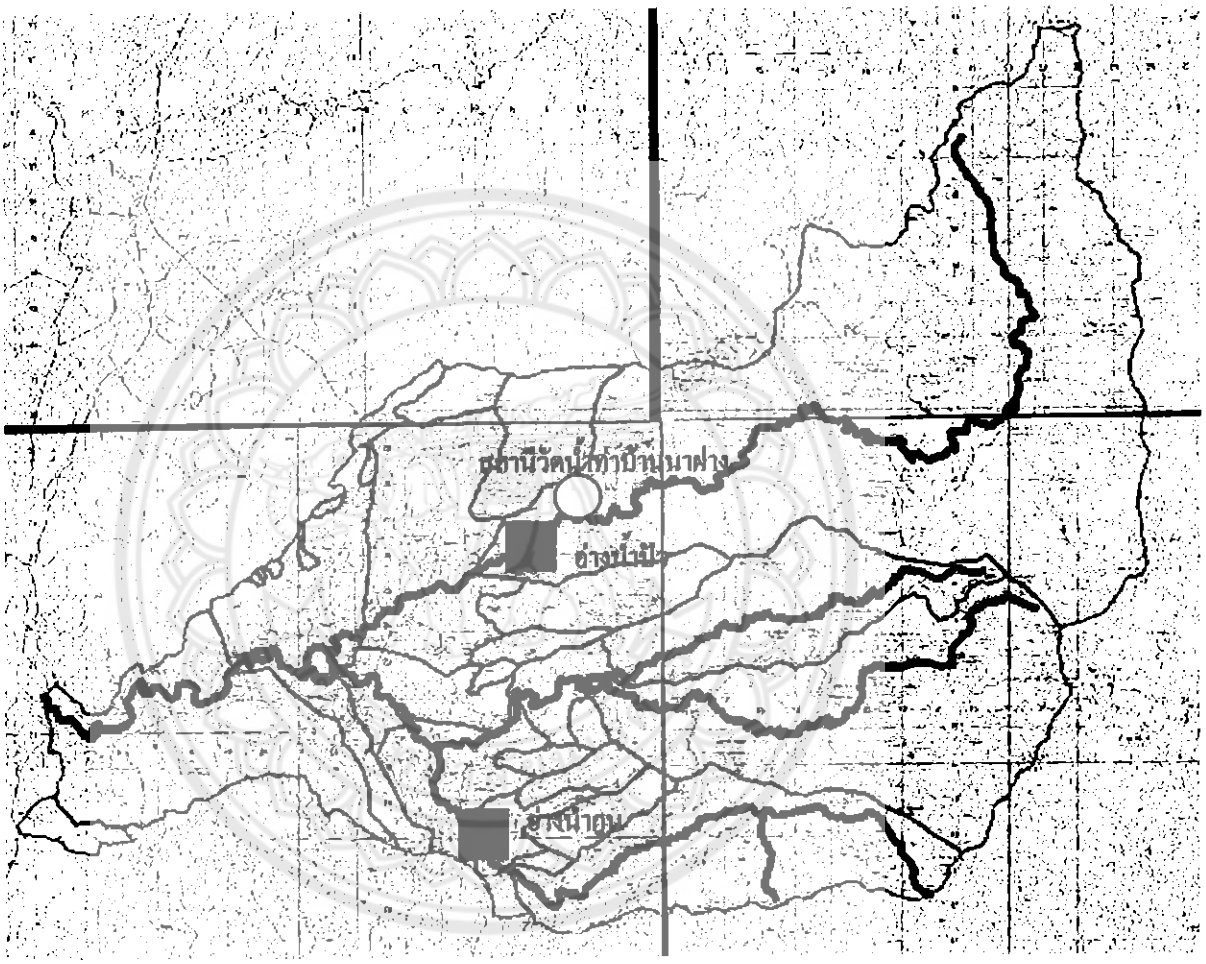
เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำควรมีการบริหารการจัดการน้ำให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งการสร้างอ่างเก็บน้ำจึงเป็นส่วนหนึ่งในการรักษาทรัพยากรน้ำ การสร้างอ่างเก็บน้ำขึ้นมานั้นจะสามารถตอบสนองความต้องการการใช้น้ำที่มีการใช้เพิ่มมากขึ้นในทุกวันเนื่องจากในปัจจุบันผลกระทบที่ประชากรอัตราเพิ่มขึ้นทุกปีจึงมีการใช้น้ำในจำนวนปริมาณมากตามด้วย

การบริหารน้ำในอ่างเก็บน้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุดเป็นสิ่งสำคัญ เช่น หากปีใดมีปริมาณน้ำเพียงพอต่อการทำการเกษตรจะส่งผลทำให้ผลผลิตในปีนั้นได้ผลผลิตตามความต้องการ ในปัจจุบันนี้มีความต้องการในการใช้น้ำที่เพิ่มมากขึ้นจึงประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำซึ่งอาจจะยังไม่รุนแรงมากนัก แต่ในอนาคตนั้นจำนวนประชากรจะเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆเนื่องจากปัจจัยทางการแพทย์ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น และการขยายตัวทางเศรษฐกิจที่มากขึ้น จึงจำเป็นต้องมีการจัดสรรน้ำอย่างมีระบบ และเป็นแบบยุติธรรม เพื่อทำให้เกิดการใช้น้ำในประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีเกณฑ์กำหนดเก็บกักน้ำในอ่างเก็บน้ำ เพื่อความเหมาะสมกับการบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำ และผลกระทบในฤดูน้ำหลากและเพื่อการบริหารอ่างเก็บน้ำให้เกิดประสิทธิภาพมากสุด

1.สถานที่เก็บข้อมูลและทำการศึกษา

ลุ่มน้ำ อำเภอปัว จังหวัดน่าน

พิกัด 718850,2137602 – 692815,2122098



มาตราส่วน 1:200000

รูปที่ 1.2 พื้นที่การศึกษา

ใช้ข้อมูลน้ำในการวิเคราะห์ในปี พ.ศ.2548 - 2550

สำหรับการวิเคราะห์ในโปรแกรม Hec-ResSim

2.หลักการและเหตุผล

จากพระราชดำรัสของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว " น้ำคือชีวิต " ที่ว่า " หลักสำคัญว่าต้องมีน้ำบริโภค น้ำใช้ และน้ำเพื่อการเพาะปลูก เพราะชีวิตอยู่ที่นั่น ถ้ามีน้ำคนอยู่ได้ ถ้าไม่มีน้ำคนอยู่ไม่ได้ ไม่มีไฟฟ้าคนอยู่ได้ แต่ถ้ามีไฟฟ้าไม่มีน้ำคนอยู่ไม่ได้ "

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการดำเนินชีวิตและการพัฒนาประเทศชาติ ทั้งทางด้านสังคม เศรษฐกิจและความอยู่รอดของประเทศชาติรวมถึงระบบสิ่งแวดล้อม น้ำมีทั้งประโยชน์และโทษ กล่าวคือ ถ้าหากปริมาณน้ำมีมากเกินไปก็จะทำให้เกิดอุทกภัย ก่อให้เกิดความเดือดร้อนแก่สังคมในปัจจุบัน แต่ถ้าน้ำน้อยก็จะทำให้เกิดปัญหาภัยแล้งไม่มีน้ำใช้อุปโภคบริโภค

อ่างเก็บน้ำจึงกลายเป็นเครื่องมือความสำคัญในการบริหารการจัดการน้ำซึ่งนำมาใช้ในการควบคุมการไหลของน้ำตามธรรมชาติ และกักเก็บไว้ใช้ในกิจวัตรประจำวันของชุมชนในพื้นที่ลุ่มน้ำ แต่ในการปฏิบัติการจัดระบบอ่างเก็บน้ำไว้ใช้ตามวัตถุประสงค์นั้นไม่ง่ายนัก เนื่องจากปัจจัยทางธรรมชาติที่มีความไม่แน่นอน นอกจากจากนี้ความต้องการในการใช้น้ำเองก็ยังไม่แน่นอนอีกด้วย ซึ่งเราจะไม่สามารถหลีกเลี่ยงปัญหาที่จะกระทบตามมาภายหลังอย่างเลี่ยงไม่ได้ กล่าวคือ ในหน้าแล้งนั้นน้ำอาจจะคลาดแคลน ส่วนในน้ำฝนอาจเกิดน้ำหลากท่วมได้

วิธีการแก้ปัญหาเรื่องน้ำที่มีปริมาณมากหรือน้อยเกินไป จึงมีการสร้างอ่างเก็บกักน้ำ ฝายเขื่อน เพื่อขจัดปัญหาภัยแล้งและน้ำท่วม ในเมื่อมีการเก็บกักน้ำเราก็ต้องคำนึงถึงปริมาณการเก็บกักน้ำและปริมาณการปล่อยน้ำ ในปริมาณที่พอเหมาะซึ่งจะไม่ก่อให้เกิดปัญหาแก่ประชาชนและชนบทที่อยู่ใกล้เคียง ต้องอาศัยหลักการในวิชาอุทกวิทยา (Hydrology) เป็นตัวสำคัญในการช่วยแก้ปัญหาปริมาณน้ำ ซึ่งใช้โปรแกรม Hec-ResSim เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณน้ำที่เหมาะสม และหาเกณฑ์กำหนดในการควบคุมระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ

3.วัตถุประสงค์

1. เพื่อจำลองสถานการณ์เสมือนมีอ่างเก็บน้ำ สำหรับการใช้ในการจัดการทรัพยากรน้ำสำหรับลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีสถานีวัดน้ำ

2. ประยุกต์ใช้โปรแกรม Hec-ResSim สำหรับอ่างเก็บน้ำที่ไม่มีข้อมูลวัดน้ำท่า

3.สร้างเกณฑ์ควบคุมปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ (Rule curve)

4.สามารถกำหนดแผนการปฏิบัติงานในการดำเนินงานของอ่างเก็บน้ำและการควบคุมน้ำในแต่ละพื้นที่ได้

4.ขอบข่ายงาน

1. ศึกษาหาสภาพการใช้น้ำรายเดือนในพื้นที่ลุ่มน้ำปัว โดยรวบรวมข้อมูลจาก สำนักชลประทานที่2 กรมอุตุนิยมวิทยา กูเกิลเสริร์จ ฐานข้อมูล GIS
2. ทำการวิเคราะห์หาพื้นที่ ที่เหมาะสมสำหรับจำลองโครงการอ่างเก็บน้ำในลุ่มน้ำปัว

5.แผนดำเนินงาน

การดำเนินงาน	ปี 2553				ปี 2554	
	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์
เสนอโครงงาน						
ศึกษาค้นคว้าเอกสาร						
ศึกษาการใช้ Hec-Ressim						
รวบรวมข้อมูล						
สรุปผล และวิเคราะห์						
เสนอโครงร่างวิทยานิพนธ์						

6.ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงวิธีการใช้โปรแกรม Hec-ResSim
2. สามารถประยุกต์ใช้โปรแกรม Hec-ResSim กับอ่างเก็บน้ำ
3. สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ไปใช้จริงสำหรับอ่างเก็บน้ำ

7.งบประมาณ

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

รวมค่าใช้จ่าย 3,000 บาท (**สามพันบาทถ้วน**)

หมายเหตุ ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

2.1 อ่างเก็บน้ำ (Reservoirs)

2.1.1 ความจำเป็นของอ่างเก็บน้ำ

จากพระราชดำรัสของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว "น้ำคือชีวิต" ที่ว่า "หลักสำคัญที่ว่าต้องมีน้ำบริโภค น้ำใช้ และน้ำเพื่อการเพาะปลูก เพราะชีวิตอยู่ที่นั้น ถ้ามีน้ำคนอยู่ได้ ถ้าไม่มีน้ำคนอยู่ไม่ได้ไม่มีไฟฟ้าคนอยู่ได้ แต่ถ้ามีไฟฟ้าไม่มีน้ำคนอยู่ไม่ได้"

การพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรตามแนวพระราชดำริสามารถให้ประโยชน์แก่เกษตรกรและประเทศชาติส่วนรวมทั้งในระยะสั้นและระยะยาวในด้านต่าง ๆ ดังนี้ พื้นที่เพาะปลูกจำนวนมากในเขตโครงการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการเกษตร มีน้ำอุดมสมบูรณ์สามารถทำการเพาะปลูกได้ทั้งฤดูฝนและฤดูแล้ง ช่วยให้ราษฎรในท้องถิ่นต่าง ๆ ซึ่งแต่เดิมทำการเพาะปลูกไม่ค่อยได้ผลแม้กระทั่งการทำนาปี ส่วนในฤดูแล้งทำการเพาะปลูกไม่ได้เลยเนื่องจากขาดแคลนน้ำ เพราะต้องอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก สามารถทำการเพาะปลูกในฤดูฝนได้ผลผลิตมากขึ้นและมีความแน่นอน นอกจากนั้นยังมีน้ำให้ทำการเพาะปลูกในฤดูแล้งได้อีกด้วย ในท้องที่บางแห่งซึ่งแต่เดิมเคยเป็นพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขัง จนไม่สามารถใช้ทำการเพาะปลูกได้ หรือทำการเพาะปลูกไม่ได้ผลเท่าที่ควร การจัดทำโครงการระบายน้ำออกจากพื้นที่ลุ่ม ได้ช่วยให้พื้นที่ต่าง ๆ เหล่านั้นสามารถใช้ทำการเพาะปลูกอย่างได้ผล ให้ผลผลิตสูงขึ้นและมีความแน่นอน ราษฎรมีรายได้เพิ่มขึ้น โครงการระบายน้ำออกจากพื้นที่ขอบพรุ ช่วยให้พื้นที่ขอบพรุแห้งลง และสามารถจัดสรรให้ราษฎรที่ไม่มีที่ทำกินเป็นของตนเองได้เข้าทำกินได้ เป็นการป้องกันไม่ให้ไปบุกรุกทำลาย หาที่ทำกินแหล่งอื่น ๆ ต่อไป ซึ่งเป็นการช่วยรักษาป่าไม้อันเป็นทรัพยากรธรรมชาติของประเทศไว้ได้ส่วนหนึ่ง ช่วยสนับสนุนเกษตรกรชาวไทยภูเขาต่างๆให้มีพื้นที่ทำกินเป็นหลักแหล่ง โดยมีน้ำสำหรับทำการเพาะปลูก ไม้ผลเมืองหนาวและพืชเมืองหนาว ตลอดจนการปลูกข้าวไร่เพื่อทดแทนการบุกรุกทำลายป่าบริเวณต้นน้ำลำธาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำไร่เลื่อนลอยและปลูกฝิ่น ซึ่งเป็นการกำจัดแหล่งผลิตฝิ่นภายในประเทศ

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าหน้าที่ของอ่างเก็บน้ำมีประโยชน์อยู่มากมาย ซึ่งการนำหลักการในวิชาอุทกวิทยา (Hydrology) เป็นตัวสำคัญในการช่วยแก้ปัญหาปริมาณน้ำ ซึ่งใช้โปรแกรม Hec-ResSim เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณน้ำที่เหมาะสม และเพื่อควบคุมปรับระดับปริมาณที่อยู่ใน

ธรรมชาติให้เกิดความมั่นคงและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด และสามารถนำน้ำไปใช้ตามความต้องการของผู้ใช้ทั้งปริมาณและความต้องการ

2.1.2 คุณลักษณะทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำ (Physical characteristics of reservoirs)

เนื่องจากอ่างเก็บน้ำจะทำหน้าที่ในการเก็บกักน้ำ ดังนั้น คุณลักษณะทางกายภาพสำคัญ คือ ความสามารถในการเก็บกัก (Storage capacity) จึงขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่าง ถ้าเป็นอ่างเก็บน้ำขนาดเล็กที่ขุดขึ้นการหาปริมาตรก็ไม่ใช่เรื่องยุ่งยาก แต่ถ้าเป็นการสร้างอ่างเก็บน้ำตามสภาพพื้นที่เป็นธรรมชาติ เช่น บริเวณหุบเขา จะต้องมีการสำรวจภูมิประเทศเพื่อทำแผนที่แสดงเส้นชั้นความสูง (topographic map) แล้วใช้ planimeter คำนวณพื้นที่ในแต่ละเส้นชั้นความสูง (contour) เพื่อไปคำนวณหาปริมาตรเก็บกักต่อไป ดังรูปที่ 1.1

(ก) แผนที่แสดงเส้นชั้นความสูง (topographic map) (ข) การหาปริมาตรความจุ (storage capacity)

รูปที่ 1.1 การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำ

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์คือ ค่าระดับ พื้นที่ และความจุแต่ละระดับไปเขียนกราฟ ความสัมพันธ์ใน 2 ลักษณะ คือ

1. ระหว่างพื้นที่ (area) กับค่าระดับ (elevation)
2. ระหว่างปริมาตรความจุ (volume) กับค่าระดับ (elevation)

ดังรูป 1.2 ซึ่งกราฟดังกล่าวมีคุณลักษณะเฉพาะตัวของอ่างเก็บน้ำนั้นๆ และทำให้สามารถทราบความเปลี่ยนแปลงของประมาณน้ำในอ่างได้ตลอดเวลาภายหลังที่สร้างอ่างแล้ว โดยการดูจากค่าระดับที่เปลี่ยนแปลง

2.1.3 ระดับน้ำและโซนเก็บกักในอ่างเก็บน้ำ (water level and zone of storage)

รูปที่ 1.3 แสดงรายละเอียดของระดับน้ำและโซนเก็บกักในอ่างเก็บน้ำ ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

รูปที่ 1.3 ระดับและโซนเก็บกักในอ่างเก็บน้ำ (อ้างอิง 32)

ระดับเก็บกักปกติ (normal pool level) คือ ระดับเก็บกักสูงสุดของน้ำเพื่อการใช้งาน (useful storage) จะอยู่ที่สันฝายหรือบานระบายเหนือสันฝาย

ระดับเก็บกักต่ำสุด (minimum pool level) คือ ระดับเก็บกักต่ำสุดของน้ำเพื่อการใช้งาน ซึ่งจะถูกกำหนดโดยช่องทางออก (outlet) ได้แก่ sluiceway เป็นต้น

ระดับการหลากสูงสุด (flood level) คือ ระดับที่เกิดจากการหลากในอ่างเก็บน้ำ หรือเรียกว่า maximum pool level ซึ่งเป็นระดับน้ำหลากสูงสุดเพื่อออกแบบ

ความจุใช้งาน (useful storage) คือ ปริมาณน้ำเก็บกักเพื่อการใช้งานตามวัตถุประสงค์ของอ่างเก็บน้ำนั้นๆ เช่น เพื่อการชลประทาน หรือการประปา เป็นต้น สำหรับกรณีอ่างเก็บน้ำอเนกประสงค์ปริมาณส่วนนี้อาจประกอบด้วยปริมาณน้ำใช้การ (conservation storage) และปริมาณที่เผื่อไว้เพื่อเก็บกักน้ำหลากเพื่อบรรเทาอุทกภัย (flood-mitigation storage)

ความจุตะกอน (dead storage) คือ ปริมาตรในส่วนที่อยู่ต่ำกว่า minimum pool level ปริมาตรส่วนนี้มักสำรองไว้เพื่อการตกตะกอนในอ่างเก็บน้ำ

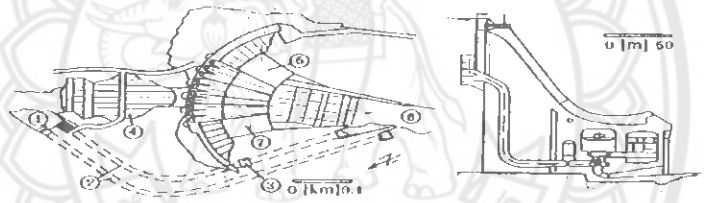
ความจุขณะเกิดการหลาก (surcharge storage) คือ ปริมาณน้ำหลากในอ่างเก็บน้ำ ซึ่งจะช่วยชะลอและบรรเทาการท่วมหรือการหลากด้านท้ายอ่างให้ลดความรุนแรงลง โดยอ่างเก็บน้ำจะทำหน้าที่เป็นแก้มลิงรับน้ำเข้ามาแล้วค่อยๆ ไหลล้นออกไป

ความจุในช่องว่างของดิน (bank storage) คือ ปริมาณน้ำที่อยู่ในช่องว่างของเม็ดดินหรือรอยหินที่แตกแยกที่น้ำท่วมถึง จะมีปริมาณมาก-น้อย ขึ้นอยู่กับระดับน้ำในอ่างและลักษณะทางธรณีวิทยา

ความจุในร่องน้ำ (valley storage) คือ ปริมาณน้ำที่สะสมเพิ่มขึ้นในร่องน้ำเดิมเนื่องจากการไหลเข้าอ่างเก็บน้ำช้าลง ทั้งนี้เป็นผลมาจากความแตกต่างของระดับน้ำในลำน้ำและอ่างเก็บน้ำ

2.1.4 โครงสร้างและองค์ประกอบของเขื่อน

เขื่อนขนาดใหญ่แต่ละแห่งที่ถูกสร้างขึ้น นอกจากจะมีตัวเขื่อนเป็นโครงสร้างหลักแล้ว ยังต้องมีโครงสร้างส่วนอื่นๆ ที่เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ ทางระบายน้ำล้น ระบบส่งน้ำใช้งาน ประตูน้ำ โรงไฟฟ้า อาคารควบคุมหัวงาน เป็นต้น

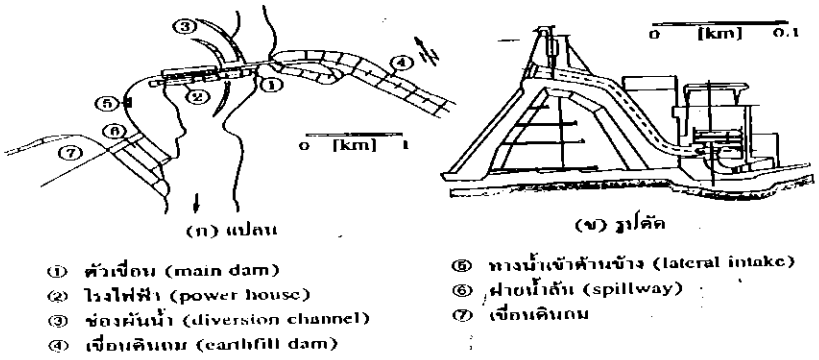


(ก) แปลน (ข) รูปตัด

① ทางน้ำเข้า (intake structue)
② อุโมงค์ผันน้ำ (diversion tunnels)
③ ช่องควบคุมแรงดันในท่อ (bottom output chamber)
④ เขื่อนขวางทางน้ำเดิม (coffer dam)
⑤ อาคารควบคุม (control structure)
⑥ โครงสร้างที่ทางออก (outlet works)
⑦ โรงไฟฟ้า (power house)

(ค) อาคารระบายน้ำล้นของเขื่อน Karakaya ถ่ายจากด้านท้ายเขื่อน

รูปที่ 1.4 องค์ประกอบของเขื่อน Karakaya ในตุรกี (ดัดแปลง 24)



(ก) แปลน (ข) รูปตัด

① ตัวเขื่อน (main dam)
② โรงไฟฟ้า (power house)
③ ช่องผันน้ำ (diversion channel)
④ เขื่อนดินถม (earthfill dam)
⑤ ทางน้ำเข้าด้านข้าง (lateral intake)
⑥ ฝายน้ำล้น (spillway)
⑦ เขื่อนดินถม

(ค) ภาพถ่ายของเขื่อน Itaipu

รูปที่ 1.5 องค์ประกอบของเขื่อน Itaipu ในบราซิล - ปารากวัย (อ้างอิง 24)

2.1.4.1 ทางระบายน้ำล้นหรือฝายน้ำล้น (spillway)

หน้าที่ของทางระบายน้ำล้นคือ คือระบายน้ำที่มากเกินความต้องการออกไป เพื่อป้องกันอันตรายจากการที่น้ำเอ่อล้นสันเขื่อน ในเขื่อนหนึ่งๆ อาจจะมีทางระบายน้ำล้นทางเดียว หรือสองทางแล้วแต่ความจำเป็นคือ

1. ทางระบายน้ำล้นใช้งาน (service spillway) จะใช้ในการควบคุมระดับน้ำในเขื่อนมีหลายประเภท ซึ่งเขื่อนทุกเขื่อนจำเป็นต้องมี ได้แก่ ทางน้ำล้นแบบไหลข้าม (overflow weir spillway) ในรูปที่ 1.5, ทางน้ำล้นแบบท่อที่ต้องอาศัยแรงดัน (siphon spillway), ทางน้ำล้นผ่านอุโมงค์ผันน้ำ (tunnel spillway) ในรูปที่ 1.4, ทางน้ำล้นที่อยู่ด้านข้าง (side channel spillway) เป็นต้น

2. ทางระบายน้ำฉุกเฉิน (emergency spillway) ในกรณีที่ทางระบายน้ำใช้งานเป็นแบบ "pressure flow" ซึ่งไหลภายใต้ความดัน ปริมาณน้ำที่ระบายได้จะไม่เพิ่มมากนักเมื่อระดับน้ำสูงขึ้นเหนือระดับสันระบาย เนื่องจากพื้นที่หน้าตัดของทางน้ำมีจำกัด จึงจำเป็นต้องมีทางระบายน้ำล้น

ฉุกเฉินมาช่วยซึ่งมักจะออกแบบให้อยู่ห่างจากตัวเขื่อน โดยเปิดเป็นช่องกว้างมีคันดิน หรือหินขนาดเล็กกั้นอยู่ เมื่อน้ำสูงถึงระดับที่ต้องระบายออกจะท่วมล้น จะเกิดการกัดเซาะคันดินจนเปิดกว้างให้น้ำไหลได้สะดวก น้ำจึงไหลออกได้รวดเร็วแต่จะต้องมีการซ่อมแซมเล็กน้อยให้อยู่ในสภาพเดิมหลังจากน้ำลดลงไปแล้ว ปกติแล้วระดับของทางระบายน้ำฉุกเฉินจะอยู่สูงกว่าทางระบายน้ำล้นใช้งานพอสมควร เพื่อให้มีการระบายตามปกติได้ระยะนึ่งก่อน

2.1.4.2 ทางส่งน้ำหรืออาคารทางออก (outlet)

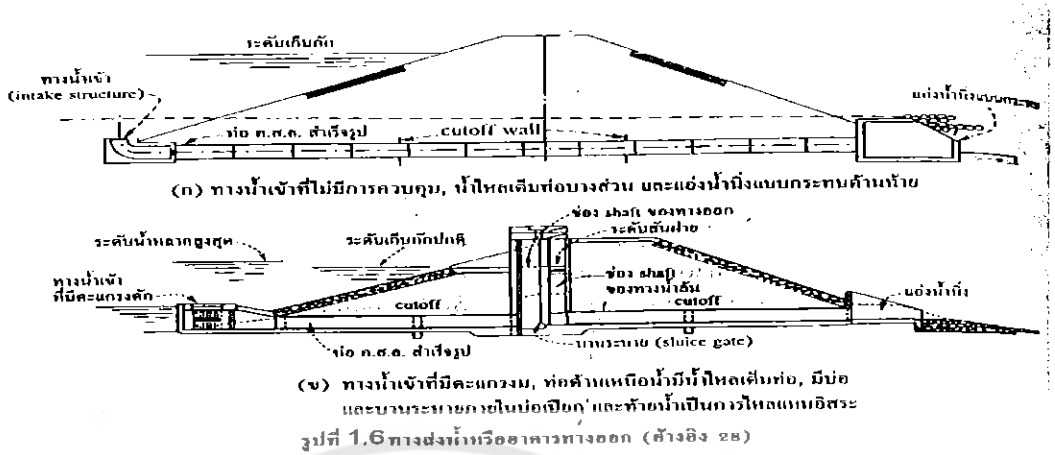
หน้าที่ของทางส่งน้ำ คือรับน้ำจากอ่างเก็บน้ำแล้วระบายออกด้านท้ายเขื่อนโดยมีการควบคุมปริมาณได้อย่างเหมาะสม เพื่อนำน้ำไปใช้งานตามวัตถุประสงค์ เช่น ส่งจ่ายเข้าคลองชลประทาน นำไปผลิตกระแสไฟฟ้า ระบายลงลำน้ำเดิม ส่งเข้าเส้นท่อเพื่อใช้ทางอุตสาหกรรม หรือใช้ระบายน้ำออกจากอ่างเพื่อลดระดับน้ำแล้วทำการซ่อมแซมเขื่อนหรืออาคารประกอบ ดังแสดงในรูปที่ 1.4, 1.5 และ 1.6

ส่วนประกอบของทางส่งน้ำ อาจแบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้คือ

1. โครงสร้างรับน้ำหรือทางน้ำเข้า (intake structure) ซึ่งจะรับน้ำจากอ่าง ณ ที่ระดับที่ต้องการระดับต่ำที่สุดที่น้ำสามารถจะไหลเข้าโครงสร้างรับน้ำนี้ได้เรียกว่า ระดับเก็บกักต่ำสุด (low water level) ปริมาตรน้ำที่อยู่ต่ำกว่าระดับนี้จะไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้

2. ทางส่งน้ำ (water way) ต่อจากโครงสร้างรับน้ำจะเป็นท่ออุโมงค์ หรือทางเปิดเพื่อส่งน้ำไปยังท้ายน้ำดังรูปที่ 1.6 ส่วนนี้อาจใช้ร่วมกันกับทางผันน้ำในระหว่างการก่อสร้างก็ได้ ในส่วนนี้อาจมีประตูน้ำควบคุมปริมาณน้ำหรือมีถังระบบความดัน (surge tank) อยู่ด้วยก็ได้ ถ้าทางส่งน้ำยาวมากและเป็นท่อเปิดดังรูปที่ 1.4 (ก) และรูปที่ 1.6 (ข)

3. โครงสร้างจ่ายน้ำ (terminal structure) เป็นส่วนที่มักจะอยู่ท้ายน้ำจะมีประตูน้ำที่ควบคุมปริมาณน้ำอย่างสมบูรณ์ และจะมีส่วนที่สลายพลังงานของน้ำให้อยู่ในความเร็วที่ไม่เกิดการกัดเซาะท้ายน้ำ



รูปที่ 1.6 ทางส่งน้ำหรืออาคารทางออก (ต้างอิง 28)

2.1.4.3 อาคารควบคุม (control house)

ในโครงการเขื่อนใหญ่ๆ อาคารควบคุมจะเป็นศูนย์กลางในการควบคุมการทำงานของเขื่อน โดยมักจะมีอุปกรณ์ไฟฟ้าและแผงควบคุมแสดงการทำงานส่วนต่างๆ ของเขื่อน และสามารถจะควบคุมหรือสั่งการจากระยะไกล ในขณะที่เขื่อนขนาดกลางและขนาดเล็กการควบคุมจะทำที่ตำแหน่งบานระบายของท่อส่งน้ำโดยใช้คนปิดเปิดโดยตรง กาควบคุมส่วนใหญ่มักจะเป็นงานของฝ่ายบำรุงรักษาโดยจะดูแลในเรื่องต่างๆ ต่อไปนี้

- ปริมาณน้ำระบายออก
- การปิดเปิดบานระบาย
- ตรวจสอบระดับน้ำ
- วัดปริมาณน้ำฝน
- ตรวจวัดเครื่องมือวัดพฤติกรรมเขื่อน
- ดูแลบำรุงรักษาตัวเขื่อน และอุปกรณ์ประกอบเขื่อน

2.1.5 การกำหนดขนาดของอ่างที่สร้างขวางลำน้ำ(river reservoir)

เนื่องจากลำน้ำธรรมชาติส่วนใหญ่ที่จะทำการสร้างเขื่อนเพื่อสร้างอ่างเก็บน้ำนั้นมักมีน้ำท่าไหลอยู่ในลำน้ำตลอดเวลา ส่วนปริมาณหรืออัตราการไหลจะมากบ้างน้อยบ้างขึ้นอยู่กับช่างฤดูการ ดังนั้น ปริมาณน้ำท่าดังกล่าวจึงมีส่วนสำคัญต่อการกำหนดความจุของอ่างเก็บน้ำที่จะทำการก่อสร้างขึ้น

การกำหนดขนาดของอ่างเก็บน้ำที่สร้างขึ้นทำได้หลายวิธี เช่น วิธี mass curve, water balance, stochastic model เป็นต้น

1. วิธีโค้งปริมาณการไหลเข้าสะสม (mass curve of ripple diagram)วิธีนี้จะอาศัยการพล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลารายเดือนหรือรายปีกับปริมาณไหลเข้าสะสมจริง (mass flow) เทียบกับ slope ของปริมาณความปริมาณความต้องการเฉลี่ยสะสม

2. วิธีการทำงบน้ำ (water balance budget)จากวิธีที่กล่าวมาข้างต้นเป็นวีที่ง่าย ๆ ไม่ยุ่งยากซับซ้อน แต่ในสภาพความเป็นจริงแล้วนอกจากจะพิจารณาปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่าง(inflow) และปริมาณความต้องการใช้งาน (outflow) แล้วยังต้องพิจารณาถึงตัวแปรอื่น ๆ เข้ามาประกอบด้วย เช่น ปริมาณฝนที่ตก ปริมาณการรั่วซึมและปริมาณการระเหย เป็นต้น

สมการที่ใช้วิเคราะห์โดยวิธีนี้คือ $\frac{ds}{dt} = I + P - E - O - S$ (1.1)

เมื่อ I = ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่าง (inflow)

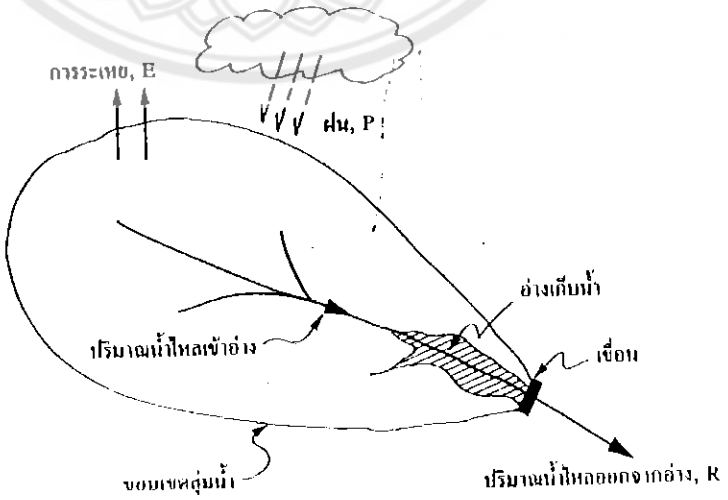
P = ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในพื้นที่รับน้ำของอ่าง (precipitation)

E = ปริมาณสูญเสียเนื่องจากการระเหย (evaporation)

O = ปริมาณน้ำไหลออกจากอ่าง (outflow)

S = ปริมาณการสูญเสียเนื่องจากการซึม (seepage)

$\frac{ds}{dt}$ = ปริมาณสะสมที่เพิ่มขึ้นในอ่างในช่วงเวลา dt (change of storage)



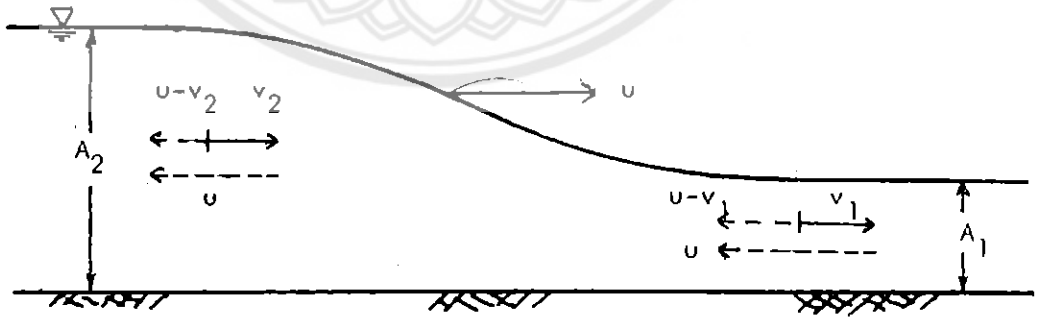
รูปที่ 1.7 วงจรอุทกวิทยาของลุ่มน้ำ

2.2. การไหลหลาก

การทำนายหรือคาดหมายปริมาณน้ำหลาก การออกแบบอ่างเก็บน้ำ การจำลองแบบพฤติกรรมของพื้นที่รับน้ำ (watershed simulation) และความเข้าใจในโครงการพัฒนาแหล่งน้ำต่างๆ ปรกติจะต้องอาศัยเทคนิคหรือวิธีการหาการเคลื่อนที่ของน้ำท่า ซึ่งเทคนิคดังกล่าวนี้จะทำให้ทราบว่าอัตราน้ำหลากสูงสุดซึ่งจะเกิดขึ้นที่จุดควบคุมมีค่าประมาณเท่าใด เทคนิคดังกล่าวเรียกว่า Flood Routing หรือการคำนวณหาอัตราการหลาก วิธีการนี้ถูกใช้ทำนายการแปรเปลี่ยนของคลื่นน้ำหลากในชั่วขณะหนึ่งเมื่อคลื่นที่ผ่านช่วงหนึ่งของลำน้ำหรือผ่านอ่างเก็บน้ำ หรือใช้ทำนายชลภาพการไหลออกจากพื้นที่รับน้ำเมื่อปริมาณฝนตก วิธีการคำนวณหาอัตราการหลากนี้แบ่งออกเป็นสองพวกด้วยกันคือ การหาอัตราการหลากทางอุทก (Hydrologic routing) หรือทางชลศาสตร์ (Hydraulic routing)

การหาอัตราการหลากทางอุทกใช้สมการต่อเนื่อง (Continuity) และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรเก็บกักกับอัตราการไหลภายในระบบ ส่วนการหาอัตราการหลากทางชลศาสตร์ จะใช้สมการต่อเนื่องและสมการการเคลื่อนที่ ปรกติจะเป็นสมการโมเมนตัม อย่างไรก็ตามการหาอัตราการหลากในพวกแรกเท่านั้นที่จะนำเสนอในที่นี้ สำหรับพวกที่สองผู้อ่านที่สนใจอาจศึกษาได้จากเอกสารในบรรณานุกรม

2.1 การเคลื่อนที่ของคลื่น



รูปที่ 2.1. ภาพสเก็ตคลื่นยกระดับโมโนคลินอล

ลักษณะของคลื่นที่มีรูปร่างง่ายที่สุดคือ คลื่นยกระดับโมโนโคลนอล (monoclonal rising wave) ในทางน้ำรูปสม่ำเสมอ ดังรูปที่ 2.1 ลักษณะของคลื่นดังกล่าวจะประกอบด้วยช่วงการไหลคงที่เริ่มต้น (initial steady flow) ช่วงเวลาการไหลเพิ่มอย่างสม่ำเสมอ (uniformly increasing flow)

และการไหลคงที่อย่างต่อเนื่อง (continuing steady flow) ในอัตราสูง โดยการพิจารณาคลื่นในระบบทีละส่วน v จะเป็นความเร็วที่มีค่าเท่ากับและตรงกันข้ามกับความเร็วของคลื่น u ที่เป็นสาเหตุให้โครงร่างของคลื่นจะคงที่ และอัตราการไหลคงที่ q' จะเกิดขึ้นจากขวาไปซ้าย การไหลในลักษณะนี้เรียกว่าโอเวอร์รัน (overrun) ดังนั้น

$$q' = (u - v_1)A_1 = (u - v_2)A_2 \qquad (2.1)$$

เมื่อ A คือพื้นที่รูปตัดการไหล จากสมการ 2.1 จะได้ความเร็วของคลื่น

$$u = \frac{Av_1 - Av_2}{A_1 - A_2} = \frac{q_1 - q_2}{A_1 - A_2} \qquad (2.2)$$

ดังนั้น ความเร็วของคลื่นจึงมีค่าในเทอมของอัตราการไหลและพื้นที่ของกระแสน้ำ ความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถแสดงได้ตามรูปที่ 2.2 จะเห็นว่าความเอียงของ AB มีค่ามากกว่า OA และ OB ซึ่งแสดงถึงความเร็วของคลื่นและกระแสน้ำที่รูปตัด 1 และ 2 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า

1. ความเร็วของคลื่นมีค่ามากกว่าความเร็วของน้ำในทางน้ำส่วนมาก
2. สำหรับอัตราการไหลสูงสุดค่าหนึ่ง คลื่นที่มีการไหลเริ่มต้นสูงสุดจะเคลื่อนที่เร็วที่สุด
3. สำหรับคลื่นที่ระดับยอดคลื่นยกไม่มากจะได้ความเร็วของคลื่นคือ

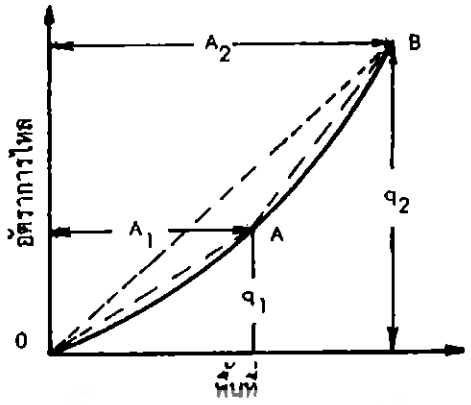
$$u = \frac{dq}{dA} = \frac{1}{B}\frac{dq}{dy} \qquad (2.3)$$

เมื่อ B คือความกว้างของทางน้ำ (channel)

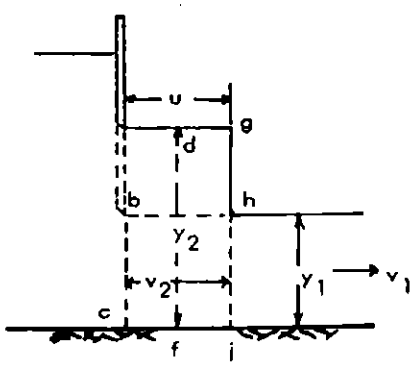
ยังมีคลื่นอีกแบบหนึ่งเรียกว่า คลื่นก่อตัวเร็ว (Abrupt wave) พิจารณารูปที่ 2.3 เดิมน้ำไหลด้วยอัตรา $q_1 = v_1A_1$ ทันทีที่เปิดประตูเพิ่มขึ้น น้ำจะไหลทะลักออกมาอีกในลักษณะเป็นคลื่น ดังนั้นปริมาณน้ำที่ไหลออกรวมเป็น $q_2 = v_2A_2$ (พื้นที่ acfd) ปริมาตรที่เพิ่มขึ้นคือ abhg

$$q_2 - q_1 = u(A_2 - A_1) \qquad (2.4)$$

แทนค่า Av = q ในสมการ 2.4 จะได้



รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์พื้นที่อัตราการไหลสำหรับคลื่น



รูปที่ 2.3 ภาพสเก็ตสำหรับคลื่นก่อ-ตัวเร็ว

$$v_2 = (A_1 v_1 + A_2 v_2 - A_1 u)\frac{1}{A_2} \tag{2.5}$$

ปริมาตรส่วน dfjg จะถูกเร่งให้ความเร็วเปลี่ยนจาก v_1 ไปเป็น v_2 โดยแรง F

$$F = \frac{w}{g}(v_2 - v_1) = \frac{(u - v_2)(v_2 - v_1)A_2\gamma_w}{g} \tag{2.6}$$

เมื่อ γ_w คือหน่วยน้ำหนักของน้ำ เพราะว่า F มีค่าเท่ากับผลต่างของความดันที่รูปตัด A_1 และ A_2

$$F = \gamma_w A_2 \bar{y}_1 - \gamma_w A_1 \bar{y}_1 \tag{2.7}$$

เมื่อ คือความลึกเฉลี่ยถึงจุดศูนย์ถ่วงของรูปตัด เพราะว่าสมการ 2.6 เท่ากับ 2.5 และ แทนค่า v_2 จากสมการ 2.5 แก้สมการหาค่า u จะได้

$$u = v_1 \pm \sqrt{g\frac{A_2\bar{y}_2 - A_1\bar{y}_1}{A_1(1 - A_1/A_2)}} \tag{2.8}$$

ถ้าคิดต่อหน่วยความกว้าง y = A และ = y/2 ดังนั้น

$$u = v_1 \pm \sqrt{\frac{gy_2}{2y_1}(y_2 + y_1)} \tag{2.9}$$

สำหรับคลื่นขนาดเล็ก $y_1 \approx y_2$ ดังนั้น

$$u = v_1 \pm \sqrt{gy} \tag{2.10}$$

สมการ 2.3 และ 2.10 แสดงถึงคลื่นสองชนิดซึ่งดูเหมือนว่าจะไม่สัมพันธ์กัน กรณีหนึ่งคลื่นอาจเคลื่อนที่ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ในขณะที่คลื่นอีกแบบอาจเคลื่อนที่ไปทางท้ายน้ำเท่านั้น

2.2.2 สมการปริมาตรเก็บกัก

จากสมการต่อเนื่อง (Continuity equation)

$$I - Q = \frac{dS}{dt} \tag{2.11}$$

หรือ

$$\bar{I} - \bar{O} = \frac{\Delta S}{\Delta t} \tag{2.12}$$

เมื่อ I คืออัตราการไหลเข้า และ O คืออัตราการไหลออก S คือปริมาตรเก็บกัก ทั้งหมดนี้ใช้เฉพาะจุดใดจุดหนึ่งในทางน้ำ ในการหาอัตราการหลากแบบอุทก อัตราการไหลในช่วงเวลาจะเท่ากับค่าเฉลี่ยระหว่างอัตราการไหลที่จุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของช่วงเวลา ดังนั้น

$$(\frac{I_1 + I_2}{2})\Delta t - (\frac{O_1 + O_2}{2})\Delta t = S_2 + S_1 \tag{2.13}$$

1 หมายถึงที่เวลาเริ่มต้น 2 หมายถึงที่เวลาสุดท้ายของช่วงเวลา

ในการหาอัตราการหลากจะใช้สมการ 2.13 เป็นหลัก ตัวแปร I_1, I_2, O_1 และ S_1 เป็นตัวแปรที่ทราบค่า O_2 และ S_2 จะต้องหา เนื่องจากมีตัวไม่ทราบค่าสองตัว ดังนั้นจึงต้องหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรเก็บกักและอัตราการไหล เพื่อหาคำตอบ ปัญหาส่วนใหญ่ของการหาอัตราการหลากในการเก็บกัก (Storage-routing) ก็คือ ความสัมพันธ์ดังกล่าว

จากสมมุติฐานที่ใช้ในการหาอัตราการไหลในช่วงเวลา จะเท่ากับว่ากราฟของชลภาพเป็นเส้นตรงในแต่ละช่วงเวลา Δt ดังนั้น Δt จะต้องสั้นพอที่จะไม่ให้เกิดผลเสียต่อลักษณะการไหลออกหรือรูปร่างของชลภาพ อย่างไรก็ตามถ้าใช้สั้นมากจะทำให้เสียเวลาการคำนวณ

การหาปริมาตรเก็บกัก ก่อนที่ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรเก็บกักและอัตราการไหลจะสร้างขึ้นมาใช้งานได้ เป็นสิ่งที่จำเป็นที่จะต้องหาปริมาตรของน้ำในลำน้ำที่เวลาต่างๆ วิธีที่ใช้หาปริมาตรในทางน้ำธรรมชาติจากพื้นที่รูปตัดโดยใช้สูตรรูปเหลี่ยม (Prism idol formula) ระดับน้ำจะถูกสมมุติว่าอยู่ในแนวระดับระหว่างรูปตัดสองแห่ง ปริมาตรเก็บกักทั้งหมดสำหรับการไปไหลช่วงหนึ่งๆ ก็คือผลรวมของปริมาตรเก็บกักแต่ละช่วงของลำน้ำที่ติดต่อกัน ดังนั้นวิธีนี้ก็คือการหาอัตราการไหลของน้ำในลำน้ำระดับต่างๆ ตามแนวลำน้ำ จากข้อมูลที่ได้จะได้สมการสองสมการด้วยกันคือ

ระดับ-อัตราการไหล

$$q = ah^n \tag{2.14}$$

ระดับ-ปริมาตรเก็บกัก

$$S = bh^m \tag{2.15}$$

เมื่อ a, n, b และ m เป็นค่าคงที่ h คือระดับ

วิธีนี้ค่อนข้างสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายเนื่องจากต้องทำการเก็บข้อมูลเป็นจำนวนมาก

สำหรับระดับ-ปริมาตรเก็บกักของอ่างเก็บน้ำทำได้ง่ายกว่า โดยการหาพื้นที่ของอ่างเก็บน้ำที่เส้นระดับ (Contour) ต่างๆกับบนแผนที่ ถ้าต้องการความระเอียดสูงจะใช้ความต่างระดับที่มีค่าน้อยเช่น 1 เมตร อย่างไรก็ตามค่าดังกล่าวก็ขึ้นอยู่กับลักษณะและขนาดของอ่างพื้นที่จะหาโดยใช้เครื่องวัดเส้นรอบรูป (Planimeter) ปริมาตรเก็บกักระหว่างเส้นระดับก็คือพื้นที่เฉลี่ยที่เส้นระดับทั้งสองคูณด้วยระยะระหว่างเส้นระดับทั้งสองเมื่อทำไปเรื่อยๆ จนถึงระดับเก็บกักสูงสุดของอ่างเก็บน้ำก็จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างระดับและปริมาตรเก็บกัก นั่นคือ

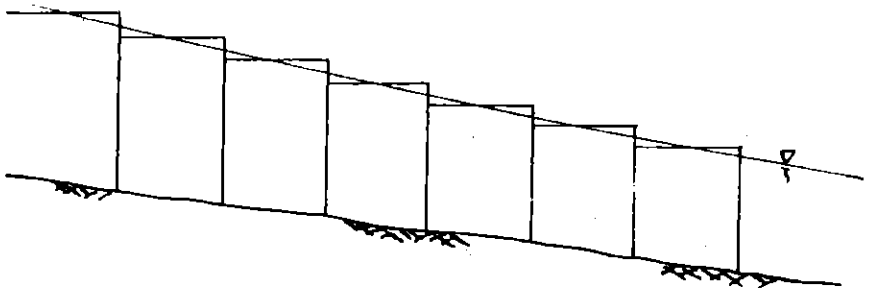
$$\Delta V = (\frac{A_i + A_{i+1}}{2})\Delta H \qquad (2.16)$$

$$V = \Delta V_1 + \Delta V_2 + ... + \Delta V_{n-1}$$

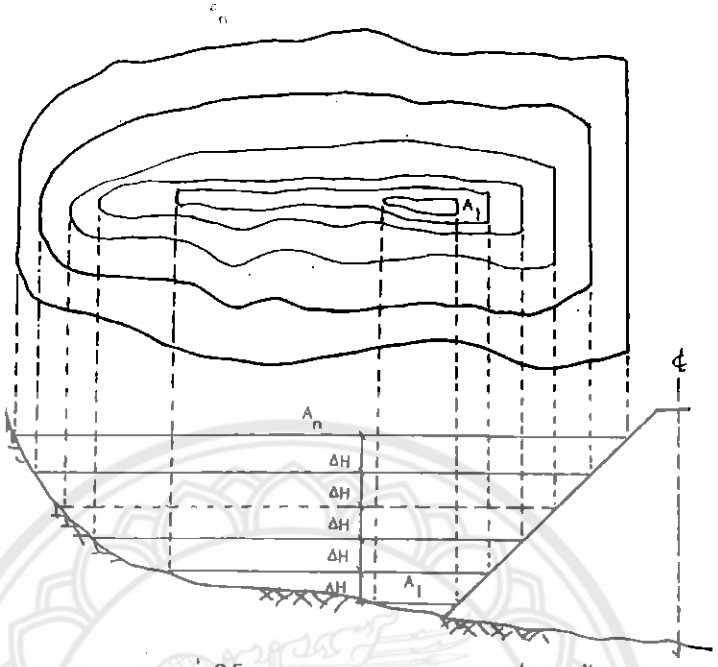
$$V = \frac{\Delta H}{2}\sum(A_1 + 2A_2 + ...2A_{n-1} + A_n \qquad (2.17)$$

2.2.3 การหลากในอ่างเก็บน้ำ

จุดประสงค์ที่สำคัญในการสร้างอ่างเก็บน้ำ เพื่อลดความรุนแรงของน้ำหลากโดยที่อัตราการไหลออกสูงสุดจะลดลง โดยปริมาณน้ำจะถูกกักไว้ในอ่างเก็บน้ำชั่วคราว แล้วจึงค่อยปล่อยออกซึ่งอาจจะเป็นแบบไม่มีการควบคุม หรือมีการควบคุม สำหรับอ่างเก็บน้ำเอนกประสงค์มักจะมีประตูเพื่อควบคุมปริมาณน้ำที่ปล่อยออก เช่นอ่างเก็บน้ำทั้งหลายในประเทศไทย

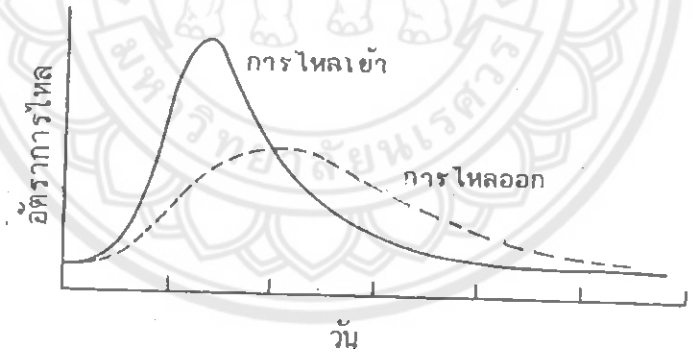


รูปที่ 2.4 การคำนวณหาปริมาตรเก็บกักในลำน้ำ



รูปที่ 2.5 การหาระดับ-ปริมาตรเก็บกักในอ่างเก็บน้ำ

รูปที่ 2.5 แสดงถึงวิธีหาความสัมพันธ์ดังกล่าว



รูปที่ 2.6 การไหลเข้า-ออกจากอ่างเก็บน้ำ

ชลภาพการไหลเข้าและออกสำหรับน้ำหลากทั่วๆไปก็เหมือนดังแสดงในรูป 2.6

จากสมการ 2.13 จัดรูปใหม่โดยให้ตัวแปรที่ทราบค่าอยู่ทางด้านซ้ายจะได้ว่า

$$I_1 + I_2 + (\frac{2S_1}{\Delta t} - O_1) = \frac{2S_2}{\Delta t} + O_2 \qquad (2.18)$$

จากสมการ 2.18 จะเห็นว่าเมื่อเริ่มแรกคำนวณเทอมทางซ้าย จะได้ค่าของเทอมทางขวา ซึ่งอยู่ในรูปของตัวแปร S2 และ O2 และถ้าพิจารณาต่อไป เทอม S2 ก็คือ S1 และ O2 ก็คือ O1 เมื่อพิจารณาในช่วงเวลาต่อไปนอกจากนี้ เทอม 2S/Δt-O สามารถหาได้จาก 2S/Δt+O จากสมการ 2.19

$$\frac{2S_1}{\Delta t} - O = \frac{2S_1}{\Delta t} + O - 2O \qquad (2.19)$$

ดังนั้น จะเห็นว่าเมื่อทราบค่า 2S/Δt+O แล้วก็สามารถหาค่า 2S/Δt-O ได้ตามสมการ 2.19 ถ้ามีข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่าง O กับ 2S/Δt+O ซึ่งจะต้องหามาจากความสัมพันธ์ระดับ-อัตราการไหล และระดับ-ปริมาตรเก็บกัก โดยการคิดที่ระดับเดียวกัน ความสัมพันธ์ระหว่า O และ 2S/Δt+O สามารถจะหาได้

อนึ่งความสัมพันธ์ระหว่างระดับ-การไหลออกมักจะขึ้นอยู่กับการควบคุมที่ทางระบายน้ำล้น เช่นอาจเป็นการไหลล้นอิสระหรือแบบการไหลผ่านช่องเปิด เป็นต้น

2.2.4 การไหลหลากในลำน้ำ

Viessman ได้กล่าวว่า การหาอัตราการไหลหลากในลำน้ำจากสถานีหนึ่งไปยังสถานีหนึ่งที่มีหลักฐานอ้างถึงเป็นครั้งแรกนั้นได้ทำโดยชาวฝรั่งเศสชื่อ Graeff ในปี 1833 วิธีการที่ใช้มีหลักการอยู่ที่ใช้ความเร็วคลื่น และความสัมพันธ์ระหว่าง ระดับ-อัตราการไหล อย่างไรก็ดี วิธีการหาอัตราการหลากแบบอุทกทั้งหลายล้วนแล้วแต่ใช้สมการต่อเนื่องทั้งสิ้น (สมการ 2.11)

2.2.4.1 วิธีของมัสคิงกัม (Muskingum) ปริมาตรการเก็บกักในลำน้ำที่มีความมั่นคง (stable river reach) ขึ้นอยู่กับอัตราไหลเข้า-ออก และลักษณะทางชลศาสตร์ของรูปตัดลำน้ำ การเก็บกักในช่วงของลำน้ำสามารถหาได้ในเทอมของการไหลเข้า-ออกโดยการรวมสมการ 2.14 และ 2.15 เข้าด้วยกันเป็นสมการ 2.20 นั่นคือ

$$S = \frac{b}{a}(xI^{m/n} + (1-x)O^{m/n} \qquad (2.20)$$

ค่าคงที่ a และ n สะท้อนถึงลักษณะความสัมพันธ์ระดับ-อัตราการไหลที่จุดควบคุมซึ่งน้ำไหลเข้าและออก b และ m แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างระดับ-ปริมาตรเก็บกักของช่วงลำน้ำ ตัวประกอบ x แสดงถึงความสัมพันธ์เฉลี่ยน้ำหนักระหว่างการไหลเข้าและการไหลออกภายในช่วงลำน้ำ

วิธีของมัสคิงกัมสมมุติให้ m/n = 1 และให้ b/a = k ดังนั้นสมการ 2.20 จึงกลายเป็น

$$S = k[xI+(1-x)O] \qquad (2.21)$$

เมื่อ k คือ ค่าคงที่เวลาเก็บกัก (storage time constant) สำหรับช่วงลำน้ำ

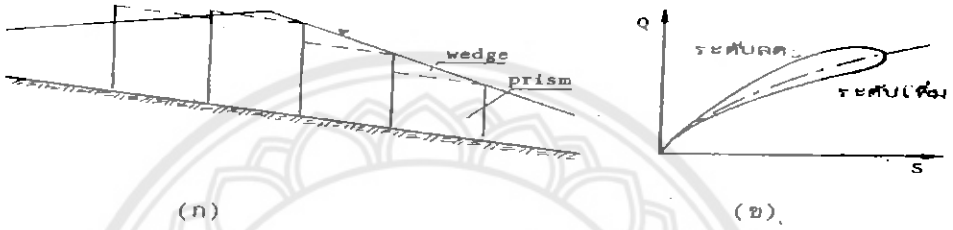
x คือ ตัวประกอบเฉลี่ยน้ำหนัก (weighting factor) ซึ่งแปรอยู่ระหว่าง 0 ถึง 0.5 สำหรับช่วงของลำน้ำที่กำหนดให้

รูปที่ 2.7 (ก) แสดงถึงลักษณะการไหลในช่วงของลำน้ำที่ทำให้ง่ายโดยการแบ่งออกเป็นช่วงๆ ซึ่งประกอบด้วยรูปกรวยเหลี่ยมละรูปลิ่ม ส่วนที่เป็นรูปลิ่มจะเพิ่มปริมาตรของน้ำในระหว่าง

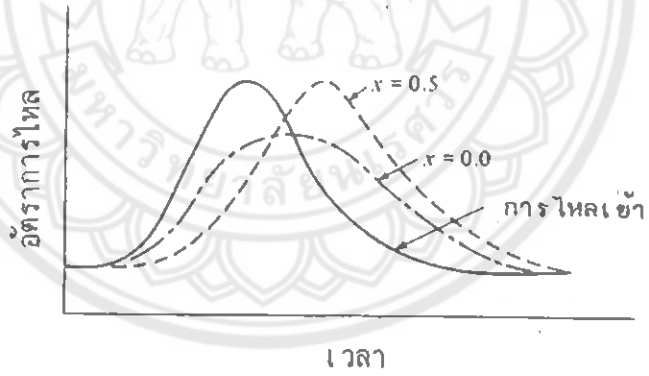
ที่ระดับน้ำเพิ่มขึ้น และปริมาตรลดลงในช่วงที่ระดับน้ำลดลง ถ้าเขียนรูปแสดงความสัมพันธ์ ระดับ-อัตราการไหล หรือ ปริมาตร-อัตราการไหลจะได้รูปในลักษณะเป็นรูปบ่วงดังรูป 2.7 (ข)

พฤติกรมของคลื่นน้ำหลากเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยน้ำหนัก x ซึ่งพบได้จากการตรวจสอบ ดังรูป 2.8

พฤติกรมของคลื่นน้ำหลากมักจะถูกอธิบายด้วยลักษณะของเวลาเหลื่อมและการลดลง



รูปที่ 2.7 ภาพสเก็ตแสดงการเก็บกักในลำน้ำ (ก) ลักษณะการเก็บกัก (ข) ความสัมพันธ์ Q-S เมื่อระดับ



รูปที่ 2.8 ผลของค่าเฉลี่ยน้ำหนัก

ของอัตราไหลสูงสุด จากรูป 2.8 จะเห็นว่า ถ้า x = 0.5 ลักษณะของคลื่นน้ำหลากจะเหมือนกับอัตราการไหลเข้า

การหาค่า k และ x ทำได้โดยวิธีทดลองค่า x ต่างๆกัน สำหรับข้อมูลการไหลเข้า-ออกของลำน้ำช่วงหนึ่งที่เวลาเดียวกัน เมื่อได้ความสัมพันธ์ระหว่าง S และ [xI+(1-x)O] ดีที่สุด ค่า k ก็คือความเอียงของเส้นกราฟ

เมื่อทราบ k และ x ของลำน้ำช่วงนั้นๆแล้วก็สามารถหาลักษณะของคลื่นน้ำหลากที่เกิดจากอัตราการไหลเข้าในช่วงน้ำหลากที่เวลาอื่นๆได้ จากสมการ 2.12 และ 2.21 เขียนใหม่ได้ว่า

$$\frac{I_1+I_2}{2}-\frac{O_1+O_2}{2}=\frac{S_1+S_2}{2} \qquad (2.22)$$

และ

$$S_2-S_1=k[x(I_2-I_1)+(1-x)(O_2-O_1)] \qquad (2.23)$$

ช่วงเวลาของการหลาก Δt ปรกติจะเลือกใช้ค่าที่สะดวกต่อการคำนวณ ซึ่งพบว่าอยู่ระหว่าง k/3 ถึง k แทนค่า s_2-s_1 ของสมการ 2.23 ลงในสมการ 2.22 จะได้ว่า

$$O_2=C_oI_2+C_1I_1+C_2O_1 \qquad (2.24)$$

โดยที่ค่าคงที่ c_0, c_1 และ c_2 เป็นความสัมพันธ์ระหว่าง k, x และ Δt ดังสมการต่อไปนี้

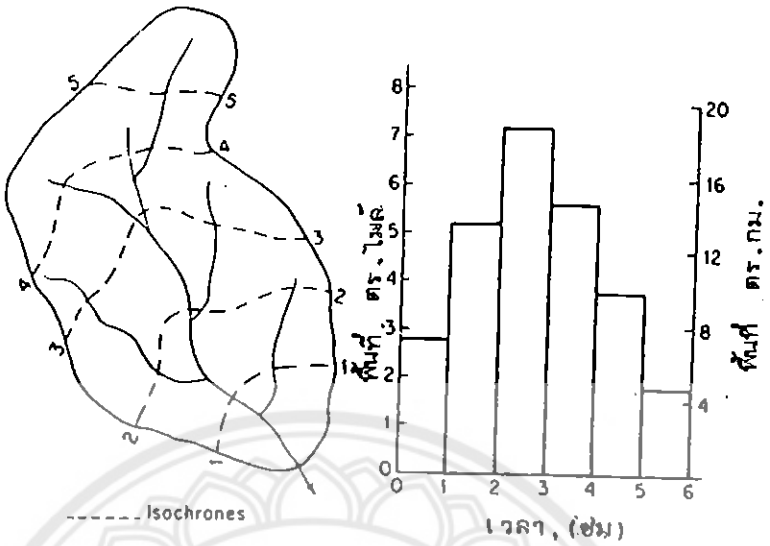
$$C_0=\frac{-kx+0.5\Delta t}{k(1-x)+0.5\Delta t} \qquad (2.25)$$

$$C_1=\frac{kx+0.5\Delta t}{k(1-x)+0.5\Delta t} \qquad (2.26)$$

$$C_2=\frac{k(1-x)-0.5\Delta t}{k(1-x)+0.5\Delta t} \qquad (2.27)$$

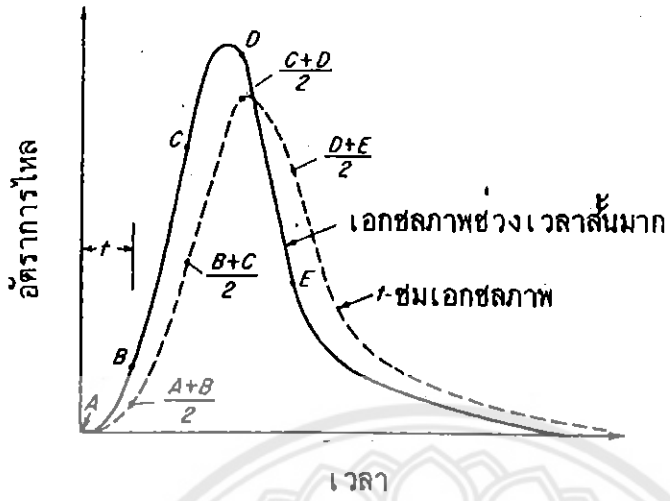
และ $$C_0+C_1+C_2=1 \qquad (2.28)$$

2.2.4.2 การไหลออกจากพื้นที่โดยวิธีการหลาก (Basin Outflow by **Routing**) **รูปร่างชลภาพ**จากพื้นที่รับน้ำขึ้นอยู่กับเวลาเดินทางของน้ำจากจุดต่างๆในพื้นที่ไปยังลำน้ำ**สาขา และยังขึ้นอยู่**กับลักษณะและการเก็บกักบนพื้นที่รับน้ำ เมื่อฝนส่วนเกินถูกพิจารณาว่าเป็น**การไหลเข้าและชลภาพคือ**การไหลออก ดังนั้นปัญหาจึงคล้ายกับเป็นการหลากการเก็บกัก (storage **routing**)



รูปที่ 2.9 การหาเวลา-พื้นที่สำหรับพื้นที่รับน้ำ

จากวิธีเหลื่อม-และ-หลาก (log-and-route) พื้นที่รับน้ำจะถูกแบ่งออกเป็นเขตๆ (zone) โดยเส้นไอโซโครน ซึ่งจะแบ่งพื้นที่ที่น้ำใช้เวลาเดินทางเท่าๆกัน โดยเริ่มแบบออกจากจุดไหลออก ดังรูป 2.9 หาพื้นที่ระหว่างเส้นไอโซโครน เมื่อนำไปเขียนรูปความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่กับเวลาจะได้รูปเวลา-พื้นที่ ดังรูป 2.9 ความสัมพันธ์ดังกล่าวคล้ายกับเป็นการไหลเข้าอ่างสมมุติฐาน (hypothetical reservoir) โดยมีลักษณะเก็บกักที่เหมือนหรือเท่าเทียมกับพื้นที่รับน้ำและอยู่ที่จุดไหลออก ดังนั้นโดยการใช้การหลากตามวิธีของมัสคิงกัมที่มีค่า x = 0 จะให้ชลภาพการไหลออก วิธีการสร้างความสัมพันธ์ตามรูปที่2.9จะทำให้ชลภาพซึ่งเป็นผลมาจากฝนช่วงเวลาสั้นมาก (Instantaneous rainfall) โดยถือว่าวลามีค่าเท่ากับศูนย์ [4] และชลภาพหนึ่งหน่วยที่ได้เรียกว่า เอกชลภาพช่วงเวลาสั้นมากซึ่งสามารถนำไปหาเอกชลภาพของช่วงเวลา t ได้โดยการเฉลี่ย Q ที่เวลา t หน่วยดังรูป 2.10



รูปที่ 2.10 การเปลี่ยนเอกซลภาพ o ชม. ไปเป็น t ชม.

2.2.5 การหาน้ำท่าสูงสุด ของลุ่มน้ำที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่า

วิธีของซไนเดอร์ (Synder's method) ใช้สำหรับลุ่มน้ำที่มีขนาดเล็ก **จนถึงลุ่มน้ำที่มีขนาดใหญ่ ที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่า** – น้ำฝน การสร้าง UH (Unit Hydrograph) จึงต้องอาศัยความสัมพันธ์ระหว่าง Physical Geometry ของลุ่มน้ำ ดังนี้

สมการ $$t_p = 0.75C_t(LL_c)^{0.3}$$

เมื่อ t_r = Duration ช่วงเวลาของฝนตก, ชั่วโมง

t_b = Time Base ความยาวของฐานเวลา, ชั่วโมง

t_p = Basin Lag เวลานับจากจุด Centroid ของกราฟน้ำฝนจนถึงเวลาที่เกิด Peak

q_p = Peak Discharge อัตราการไหลสูงสุดของ UH

L = ระยะทางตามแนวลำน้ำสายหลัก, กิโลเมตร

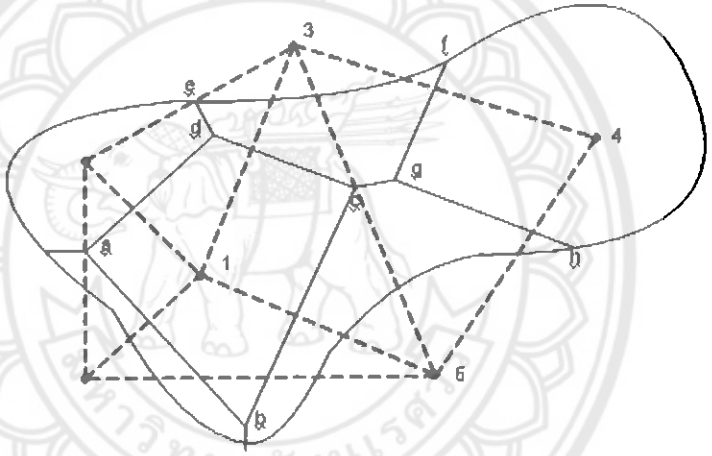
L_c = ระยะทางจากจุดศูนย์กลางลุ่มน้ำ ตามแนวลำน้ำสายหลัก ถึงจุด Outlet

C_t = ค่าสัมประสิทธิ์ของลุ่มน้ำที่เกี่ยวกับเวลาไหลหลากตามแนวลาด มีค่า = 1.8-2.2

2.2.6 การหาน้ำฝนสูงสุด ของลุ่มน้ำที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่า

วิธีการของลุ่มน้ำย่อยที่ไม่มีสถานีวัดน้ำเพื่อหาน้ำฝนรายเดือน และรายปี มี 3 วิธี ดังนี้

1. วิธีของทิสเสน (Thiessen Method) เป็นการพิจารณาปริมาณน้ำฝนที่วัดได้จากสถานีวัดน้ำฝนแต่ละแห่ง และมีอาณาบริเวณครอบคลุมพื้นที่รับน้ำฝนที่อยู่ล้อมรอบสถานีวัดน้ำฝนนั้น ๆ ซึ่งการกำหนดพื้นที่ที่ล้อมรอบสถานีวัดน้ำฝน จะกำหนดได้จากการแบ่งพื้นที่เป็นรูปหลายเหลี่ยมของทิสเสน (Thiessen Polygon)



1651207ค
ว.ส.
W691ก
2553

มีขั้นตอนในการแบ่งพื้นที่เป็นรูปหลายเหลี่ยมของทิสเสนดังต่อไปนี้

- กำหนดตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนทั้งในพื้นที่และที่อยู่รอบ ๆ พื้นที่ที่ต้องการหาปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย

- ลากเส้นตรง (เส้นประ) เชื่อมโยงระหว่างสถานีวัดน้ำฝน 2 แห่ง ที่อยู่ใกล้กัน โดยที่เส้นตรงเหล่านี้จะต้องไม่ตัดกัน จะได้รูปโครงข่ายสามเหลี่ยม (Network of Triangle)

- ลากเส้นตรง (เส้นทึบ) แบ่งครึ่งและตั้งฉากกับด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยม จะได้รูปสามเหลี่ยมของทิสเสนล้อมรอบของสถานีวัดน้ำฝนแต่ละแห่ง ดังเช่น สถานีวัดน้ำฝนสถานีที่ 1 ล้อมรอบด้วยด้าน abcd และสถานีวัดน้ำฝนที่ 2 ล้อมรอบด้วยด้าน adek เป็นต้น

- วัดขนาดพื้นที่รูปหลายเหลี่ยมที่คลอบคลุมสถานีวัดน้ำฝนแต่ละรูป โดยอาจใช้วิธีนับจุดในกระดาษกราฟ หรือใช้เครื่องมือวัดพื้นที่ที่เรียกว่า พลานิมิเตอร์ (Planimeter) จะได้พื้นที่รูปหลายเหลี่ยมของทิสเสน เป็น $A_1, A_2, \ldots, A_6$ จากนั้น จึงนำพื้นที่รูปหลายเหลี่ยมที่ได้นี้ไปคำนวณหาปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อไป

เมื่อกำหนดให้ $P_1, P_2, \ldots, P_6$ คือสถานีวัดน้ำฝนที่วัดได้จากสถานีที่ 1, 2,..., 6 ตามลำดับ ดังนั้น

ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย $$\bar{P} = \frac{P_1A_1 + P_2A_2 + \ldots + P_6A_6}{(A_1 + A_2 + \ldots + A_6)} \qquad \text{----------(2.1)}$$

สมการที่ 2.1 เขียนเป็นรูปทั่วไปในกรณีที่มีสถานีวัดน้ำฝน n แห่ง ได้ดังนี้

ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย $$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_iA_i}{\sum_{i=1}^{n} A_i}$$

$$= \frac{1}{A} \sum_{i=1}^{n} P_iA_i$$

โดยที่ $\bar{P}$ = ปริมาณที่เฉลี่ย n แห่ง

P_i = ปริมาณน้ำฝนที่วัดได้จาสถานีวัดน้ำฝนที่ i

A_i = พื้นที่รูปหลายเหลี่ยมที่ล้อมรอบสถานีวัดน้ำฝนที่ i

A = พื้นที่รับน้ำฝนรวมมีค่าเท่ากับ $\sum_{i=1}^{n} A_i$

การเลือกใช้วิธีของทิสเสน มีสิ่งที่ต้องพิจารณาประกอบการตัดสินใจดังนี้

- วิธีของทิสเสนจะมีหลักการที่ดีกว่าวิธีเฉลี่ยทางคณิตศาสตร์ เพราะสามารถลดปัญหาที่เกิดจากการกระจายของสถานีวัดน้ำฝนแบบไม่สม่ำเสมอได้

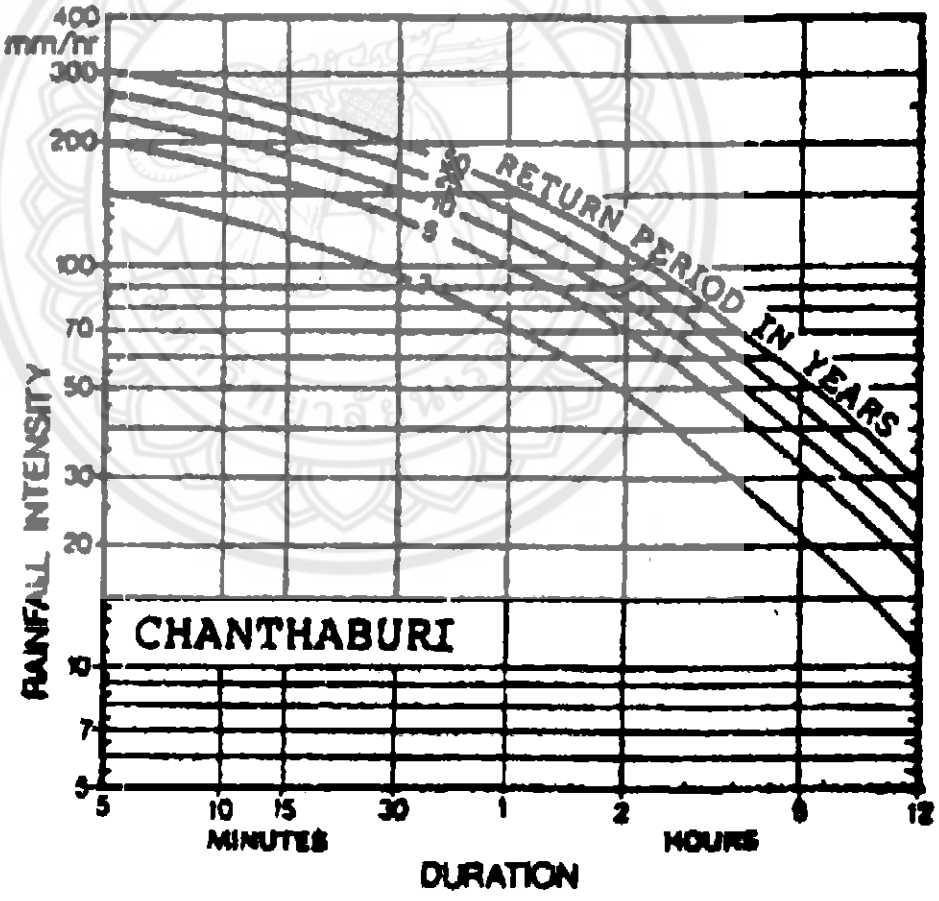
- วิธีของทิสเสนเมื่อใช้กับพื้นที่ขนาดใหญ่ ถ้าหากวัดข้อมูลน้ำฝนผิดพลาด จะมีผลทำให้ปริมาณน้ำฝนที่คำนวณได้คลาดเคลื่อนจากที่ควรจะเป็นมาก

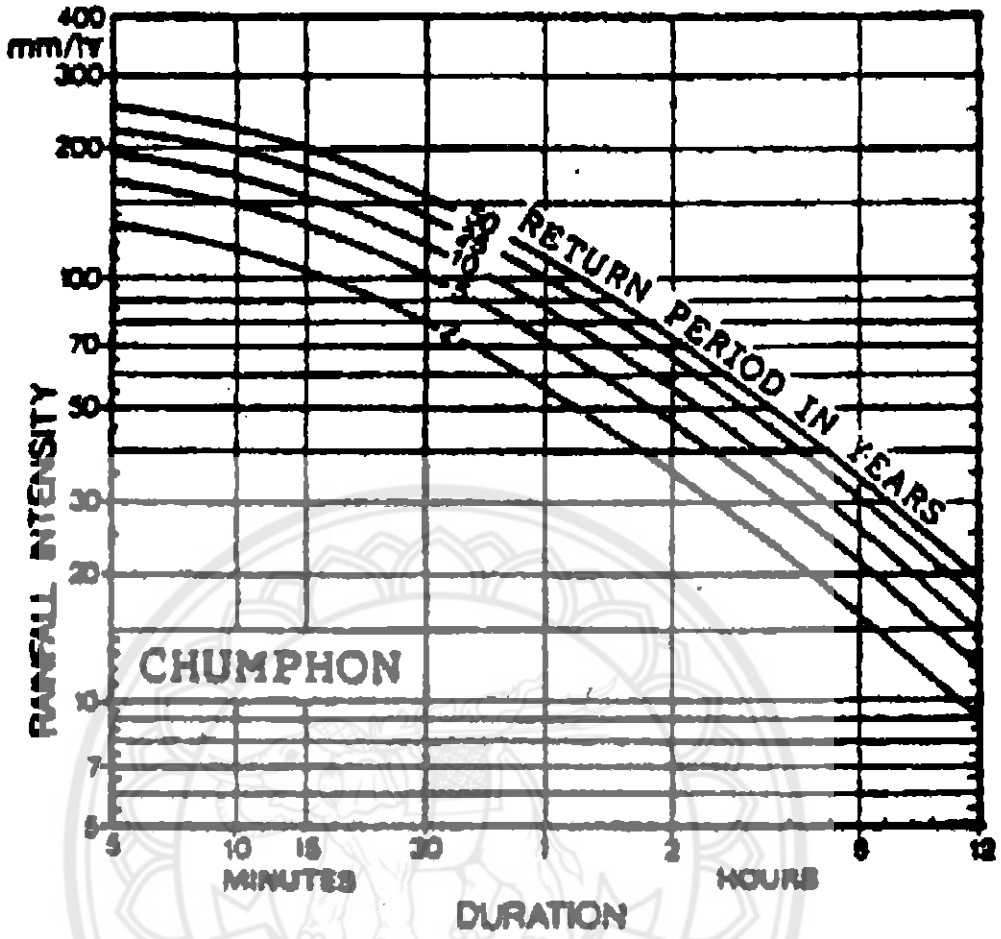
- การลากเส้นแบ่งเป็นรูปหลายเหลี่ยม ไม่ได้คำนึงถึงสภาพภูมิประเทศ เช่น อาจจะมีแนวเขตภูเขาขวางกัน หรือเป็นลักษณะเป็นที่ลุ่ม ๆ ดอน ๆ ก็จะทำให้ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยผิดพลาดได้

- ถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงสถานีวัดน้ำฝน จะต้องสร้างรูปหลายเหลี่ยมใหม่ทุกครั้ง นั่นคือไม่มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน

2.วิธีที่นำ Unit Hydrograph สังเคราะห์ (Synthetic Unit Hydrograph)

ของหน่วยงานอนุรักษ์ดิน (Soil Conservation Service, SCS) แห่งสหรัฐอเมริกา มาประยุกต์ใช้คำนวณหา ปริมาณน้ำนองสูงสุดสำหรับพื้นที่รับน้ำฝนระหว่าง 10 ถึง 2,500 ตร.กม. โดย Unit Hydrograph จะแปลงค่าน้ำฝนที่เหลือจากการซึมลงดิน (Rainfall excess) ซึ่งเกิดในช่วงเวลาหนึ่งทั่วพื้นที่รับน้ำฝนให้เป็นน้ำท่าไหลบนดิน การคำนวณจะให้ผลออกมาเป็นกราฟน้ำนอง ซึ่งเป็นผลรวมของกราฟน้ำนองย่อย ๆ ของRainfall excess ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ หลายช่วงต่อเนื่องกัน ปริมาณน้ำนองสูงสุดคือ ยอดของกราฟน้ำนอง กรณีน้ำนองนี้อาจใช้ประโยชน์ต่อไปโดยนำไปคำนวณเกี่ยวกับ Flood Routing เพื่อหาขนาดที่ปลอดภัยของอาคารระบายน้ำต่าง ๆ





ตัวอย่าง แสดงกราฟความเข้มน้ำฝน - ช่วงเวลา – รอบปีการเกิดซ้ำ

ที่มา : การออกแบบแหล่งน้ำสำหรับงานเร่งรัดพัฒนาชนบท, กองสำรวจและออกแบบ กรมการเร่งรัดพัฒนาชนบท

<u>สูตรที่ใช้</u> ในการคำนวณหาปริมาณน้ำนองสูงสุดโดยวิธี Unit Hydrograph มีดังนี้

$$t_p = 1.90*\left(L*L_c/\sqrt{S^{0.162}}\right)$$

$$T_p = 1.11*t_p$$

$$\Delta t = \frac{T_p}{5}$$

<u>โดยที่</u>

t_p = เวลาที่ใช้ในการเกิดปริมาณน้ำนองสูงสุดของ Unit Hydrograph นับจากกึ่งกลางช่วงที่เกิด Rainfall excess (ชม.)

L = ความยาวของลำน้ำสายหลัก (กม.)

L_c = ความยาวของลำน้ำสายหลักวัดจากที่ตั้งโครงการถึงบนลำน้ำซึ่งอยู่ใกล้จุดศูนย์ถ่วงของพื้นที่รับน้ำฝนมากที่สุด (กม.)

S = ความลาดของพื้นท้องน้ำของลำน้ำสายหลัก (ม./ม.)

Tp = เวลาที่ใช้ในการเกิดปริมาณน้ำนองสูงสุดของ Unit Hydrograph นับจากเมื่อเริ่มมี Rainfall excess (ชม.)

Δt = ช่วงเวลาการเกิด Rainfall excess (ชม.)

3. อัตราการซึมลงดินของน้ำ (infiltration)

อัตราการซึมลงดินของน้ำขึ้นอยู่กับ แฟคเตอร์หลายอย่าง ที่สำคัญคือชนิดของดิน ดังนี้

ชนิดของดิน	อัตราการซึมของน้ำ (ซม./ชม.)
ดินเหนียว	0.1-0.5
ดินร่วนปนดินเหนียว	0.5-1.0
ดินร่วนปนดินตะกอน	1.0-2.0
ดินร่วนปนทราย	2.0-3.0
ทราย	3.0-10.0

สำหรับพายุฝนครั้งแรก อัตราการซึมจะสูงเมื่อฝนเริ่มตก และอัตราการซึมจะลดลงเมื่อฝนตกต่อไปนาน ๆ แต่ในการออกแบบนิยมใช้อัตราการซึมคงที่สำหรับพายุฝนขนาดใหญ่ (MajorStorm)แฟคเตอร์อื่น ๆ ที่มีผลต่อการซึมลงดินของน้ำ เช่น พืชปกคลุมดิน ความลาดเอียงของพื้นที่อุณหภูมิ คุณภาพน้ำและความแน่นของดิน เป็นต้น อนึ่ง น้ำฝนที่เหลือเป็นน้ำไหลบนดินนั้นที่จริงเป็นน้ำฝนทั้งหมดหักออกด้วยน้ำที่สูญเสียจากการซึม น้ำที่ค้างอยู่แอ่งน้ำ (Depression) และน้ำที่ค้างอยู่ตามต้นไม้ ใบไม้ หรือ ท่อนไม้(detention) ซึ่งเป็นส่วนน้อย และไม่เป็นน้ำไหลบนดิน

การใช้น้ำของพืช

1.1การคายน้ำ ของพืช (Transpiration; T) หมายถึง การระเหยของน้ำ ออกจากต้นพืชโดยผ่านทางปากใบและผิวใบมีหน่วยเป็นความลึกของน้ำ /หน่วยเวลาหรือปริมาตรของน้ำ /หน่วยเวลา/หน่วยพื้น ที่ เช่น มิลลิเมตร/วัน

1.2 การระเหย (Evaporation; E) หมายถึง การระเหยของน้ำจากผิวน้ำ และ/หรือผิวดิน มีหน่วยเป็นความลึกของน้ำ/หน่วยเวลาหรือปริมาตรของน้ำ /หน่วยเวลา/หน่วยพื้นที่ เช่น มิลลิเมตร/วัน

1.3 ปริมาณการใช้น้ำของพืช หรือ การคายระเหยน้ำของพืช (Crop Evapotranspiration; ET) หมายถึง ปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้จริงๆ รวมถึงปริมาณน้ำที่สูญเสียไปจากแปลงปลูก โดยบวนการคายน้ำ ของพืชและการระเหย มีหน่วยเป็นความลึกของน้ำ/หน่วยเวลา หรือปริมาตรของน้ำ /หน่วยเวลา/ หน่วยพื้น ที่ เช่น มิลลิเมตร/วัน

1.4 ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration; ETo) หรืออาจจะหมายรวมถึงค่า Potential Evapotranspiration; ETp ด้วยนั้น หมายถึงหลักการในการคำนวณหาปริมาณน้ำที่สูญเสียไปจากพื้นที่เพาะปลูกที่มีพืชปกคลุมอยู่อย่างทั่วถึง โดยที่ดินจะต้องมีความชื้นอยู่อย่างเพียงพอกับความต้องการของพืชตลอดเวลาและพื้นที่เพาะปลูกนั้นจะต้องมีบริเวณกว้างใหญ่พอที่จะไม่ทำให้การระเหยและการคายน้ำ ของพืชต้องกระทบกระเทือนจากอิทธิพลภายนอกมากนัก เช่นการพัดผ่านของลมที่แห้งและร้อน ทั้งนี้เพราะเพื่อต้องการให้ค่าปริมาณการใช้น้ำ ของพืชอ้างอิงนี้ขึ้นอยู่กับความเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศรอบข้างแต่เพียงอย่างเดียว เช่น อิทธิพลที่เกิดจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ชั่วโมงแสงแดด เป็นต้น

การคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง จะเป็นการนำเอาข้อมูลของสภาพภูมิอากาศ ณ ช่วงเวลาและสถานที่ที่ใช้ทดลองนั้นหรือเป็นสถานที่ที่จะนำค่าการใช้น้ำ ของพืชอ้างอิงไปใช้งาน ข้อมูลดังกล่าวจะต้องผ่านการตรวจสอบ วิเคราะห์ ปรับปรุงตลอดจนแบ่งช่วงให้ตรงกับช่วงการเจริญเติบโตหรืออายุพืชหรือช่วงเวลาที่จะนำไปใช้ โดยใช้สูตรหรือวิธีการคิดคำนวณที่ปัจจุบันนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น Modified Penman, Penman Monteith, Pan Method เป็นต้น

1.5 ค่าสัมประสิทธิ์พืช (Crop Coefficient; Kc) หมายถึง ค่าคงที่ของพืชที่ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้น้ำของพืช (ET) ที่ทำการทดลองและตรวจวัดได้จากถังวัดการใช้น้ำของพืช (Lysimeter) กับผลการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำ ของพืชอ้างอิง (ETo) จากสูตรใดสูตรหนึ่ง โดยอยู่ในรูปสมการ

$$Kc = \frac{ET}{ETo}$$

1. Pan Method ข้อมูลที่ต้องการ

ค่าการระเหยของน้ำจากอ่างวัดการระเหยแบบ Class A pan (เฉลี่ย)

สมการ

$$ETo = Kp.Epan$$

ความหมาย

ETo = ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มม./วัน)

Kp = ค่าสัมประสิทธิ์ของอ่างวัดการระเหย ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะการติดตั้ง

(ค่าเฉลี่ยสำหรับประเทศไทย = 0.85)

Epan = ค่าการระเหยของน้ำที่อ่านได้จากอ่างวัดการระเหยแบบ Class A Pan (มม.)

2. Radiation

สมการ

$$ETo = c(W.Rs)$$

ความหมาย

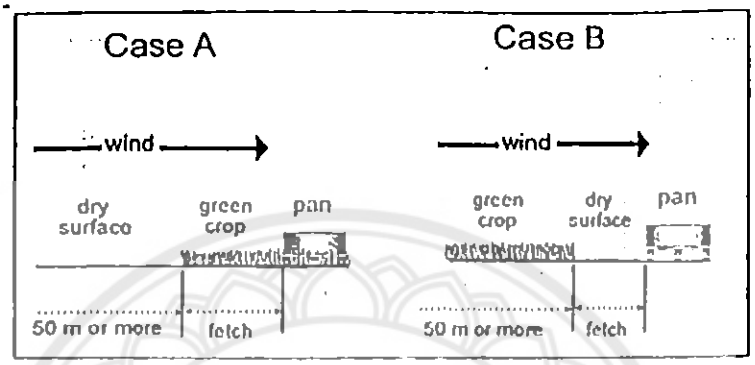
ETo = ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มม./วัน)

Rs = รังสีแสงอาทิตย์ที่คิดเทียบเป็นอัตราการระเหยของน้ำ (มม./วัน)

W = factor ซึ่ง ขึ้น อยู่กับอุณหภูมิและความสูงจากระดับน้ำ ทะเล

c = ค่าตัวแปรปรับแก้ที่ขึ้น กับ RH mean, U2 day

ค่าสัมประสิทธิ์ของถาดวัดการระเหย



รูปที่ 4.9 การวางที่ตั้งถาดวัดการระเหย Class – A กรณีมีพืชและไม่มี (FAO no.56)

ตารางที่ 4.8 ค่า Kp ของถาดวัดการระเหย Class – A (FAO no.56)

Class A pan	Case A: Pan placed in short green cropped area				Case B: Pan placed in dry fallow area			
RH mean (%) @		low < 40	medium 40 - 70	high > 70		low < 40	medium 40 - 70	high > 70
Wind speed ($m\ s^{-1}$)	Windward side distance of green crop (m)				Windward side distance of dry fallow (m)			
Light	1	.55	.65	.75	1	.7	.8	.85
< 2	10	.65	.75	.85	10	.6	.7	.8
	100	.7	.8	.85	100	.55	.65	.75
	1000	.75	.85	.85	1000	.5	.6	.7
Moderate	1	.5	.6	.65	1	.65	.75	.8
2-5	10	.6	.7	.75	10	.55	.65	.7
	100	.65	.75	.8	100	.5	.6	.65
	1000	.7	.8	.8	1000	.45	.55	.6
Strong	1	.45	.5	.6	1	.6	.65	.7
5-8	10	.55	.6	.65	10	.5	.55	.65
	100	.6	.65	.7	100	.45	.5	.6
	1000	.65	.7	.75	1000	.4	.45	.55
Very strong	1	.4	.45	.5	1	.5	.6	.65
> 8	10	.45	.55	.6	10	.45	.5	.55
	100	.5	.6	.65	100	.4	.45	.5
	1000	.55	.6	.65	1000	.35	.4	.45

ความต้องการใช้น้ำของพืช (Crop water requirement)

ปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืช (Consumption Use or Evapotranspiration) หมายถึง ปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้จริง ๆ รวมกับปริมาณน้ำที่ต้องสูญเสียไปโดยการระเหยจากผิวดินหรือผิวน้ำในแปลงเพาะปลูกนั้นด้วย

ปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้จริง ๆ ได้แก่ ปริมาณน้ำที่พืชใช้สำหรับการหล่อเลี้ยงลำต้นและโครงสร้างต่าง ๆ การนำอาหารขึ้นไปบำรุงส่วนต่าง ๆ ของพืชแล้วคายน้ำออกทางใบ กรรมวิธีต่อเนื่องที่พืชดูดน้ำขึ้นมาแล้วคายออกทางใบนี้มีชื่อเรียกทางพฤกษศาสตร์ว่า "การคายน้ำ" (Transpiration)

การระเหยของน้ำ (Evaporation) จากผิวดินหรือผิวน้ำในการเพาะปลูกนั้นเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ เพราะพืชต้องปลูกบนดินและใช้น้ำ ฉะนั้นการที่พืชต้องการใช้น้ำเท่าใดจึงนิยมคิดรวมกัน ทั้งที่พืชใช้จริงและที่ระเหยไปด้วย รวมเรียกว่า Evapotranspiration

Evapotranspiration = Evaporation + Transpiration

ปริมาณน้ำที่พืชต้องการ (Water Requirement) เป็นปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้จริง ๆ รวมกับปริมาณน้ำที่ต้องสูญเสียไป เนื่องจากการระเหยจากผิวดินหรือผิวน้ำ (Evapotranspiration) แล้วยังต้องรวมปริมาณน้ำส่วนหนึ่งที่สูญเสียไปเนื่องจากการซึมลึกลงไปในดิน (Percolation) ด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการปลูกข้าว

ฉะนั้นปริมาณความต้องการใช้น้ำในแปลงก็คือ ผลรวมของปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืช (Evapotranspiration) กับปริมาณน้ำที่สูญเสียไปเนื่องจากการซึมลึกลงในดิน (Percolation)

Water Requirement = Evapotranspiration + Percolation

ปริมาณน้ำที่พืชต้องการใช้ สามารถคำนวณได้จาก

โดยที่

CWR = LP + N+FC

CWR = Crop water Requirement

LP = Land Preparation

N = Nursery

FC = Field crop requirement

ค่าการระเหยและการคายน้ำของพืช (Evapotranspiration)

ค่า Evapotranspiration ของพืชนั้น หาได้จากสูตร

โดยที่ Et_{crop} = Kc ETo

Et_{crop} = Crop Evapotranspiration

Kc = Crop Coefficient

ETo = Reference crop evapotranspiration –mm./day

3.1 ฝนใช้การได้ Effective Rainfall (RE)

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

3.2 ประสิทธิภาพการชลประทาน - Irrigation Efficiency (Ei)

ประสิทธิภาพการชลประทาน หมายถึง อัตราส่วนที่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ระหว่างปริมาณน้ำสุทธิที่จะต้องจัดหามาให้แก่พืช (Net Water Requirement) ต่อปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องจัดส่งให้ หรืออัตราส่วนของปริมาณน้ำที่พืชที่ใช้จริงกับปริมาณน้ำทั้งหมดที่พ้นจากแหล่งน้ำเข้าไปในระบบการชลประทานนั้น ๆ คำว่าประสิทธิภาพของการชลประทานนี้ บางครั้งอาจหมายถึงประสิทธิภาพของโครงการ (Project Efficiency) ก็ได้

3.3 ปริมาณน้ำที่ต้องส่งเข้าระบบชลประทาน (Irrigation water requirement)

ปริมาณน้ำที่ต้องส่งเข้าระบบชลประทาน สามารถคำนวณได้โดย

$$IR = \frac{CWR - RE}{Ei}$$

IR = Irrigation Requirement

3.4 ปริมาณน้ำที่ต้องการใช้ในกิจกรรมอื่น ๆ

โครงการชลประทานโดยทั่วไป นอกจากมีวัตถุประสงค์ส่งน้ำเพื่อการเกษตรกรรมแล้ว ยังส่งน้ำเพื่อกิจการอื่น ๆ อีก เช่น เพื่อการอุปโภคบริโภคในฤดูแล้ง การประปา การอุตสาหกรรมฯลฯ การคำนวณหาเกณฑ์การใช้น้ำจึงขึ้นอยู่กับความต้องการของกิจการที่เกิดขึ้น

3.4.1 ปริมาณน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค ซึ่งส่งน้ำในช่วงฤดูแล้งระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเมษายน ปริมาณน้ำที่ส่งเพื่อการอุปโภคบริโภคกำหนดให้ประมาณคนละ 50 ลิตรต่อวันต่อคน ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องทราบจำนวนประชากรที่อาศัยอยู่ในเขตโครงการ กรณีที่ไม่ได้ระบุจำนวนประชากรมาให้ อาจประมาณจากจำนวนหมู่บ้านที่อาศัยอยู่ในเขตรัศมี 5 กม. จากอ่างเก็บน้ำ

3.4.2 ปริมาณน้ำเพื่อการประปา วิธีการคิดเช่นเดียวกับการคำนวณหาปริมาณน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค แต่ต้องส่งน้ำตลอดปีและคิดเพื่อปริมาณน้ำที่ส่งประมาณคนละ 100 ลิตรต่อวันต่อคน หรือส่งตามความต้องการของการประปา ส่วนการส่งน้ำเพื่อการอุตสาหกรรมขึ้นอยู่กับความต้องการใช้น้ำของโรงงานอุตสาหกรรมนั้นเช่นกัน

3.5 ความต้องการใช้น้ำของโครงการ

ความต้องการใช้น้ำของโครงการจะประกอบไปด้วยความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรมหรือความต้องการใช้น้ำของพืช และความต้องการใช้น้ำเพื่อกิจกรรมอื่น ๆ เช่น เพื่อการอุปโภค-บริโภค เพื่อการประปา เพื่อการอุตสาหกรรม โดยที่ความต้องการใช้น้ำของพืชจะต้องคิดค่าฝนใช้การและประสิทธิภาพรวมเข้าไว้แล้ว นั่นคือเท่ากับปริมาณน้ำที่ต้องส่งเข้าระบบชลประทานนั่นเอง ดังนั้น

ความต้องการน้ำของโครงการ = น้ำที่ส่งเข้าระบบชลประทาน + น้ำที่ใช้ในกิจกรรม

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานและอุปกรณ์

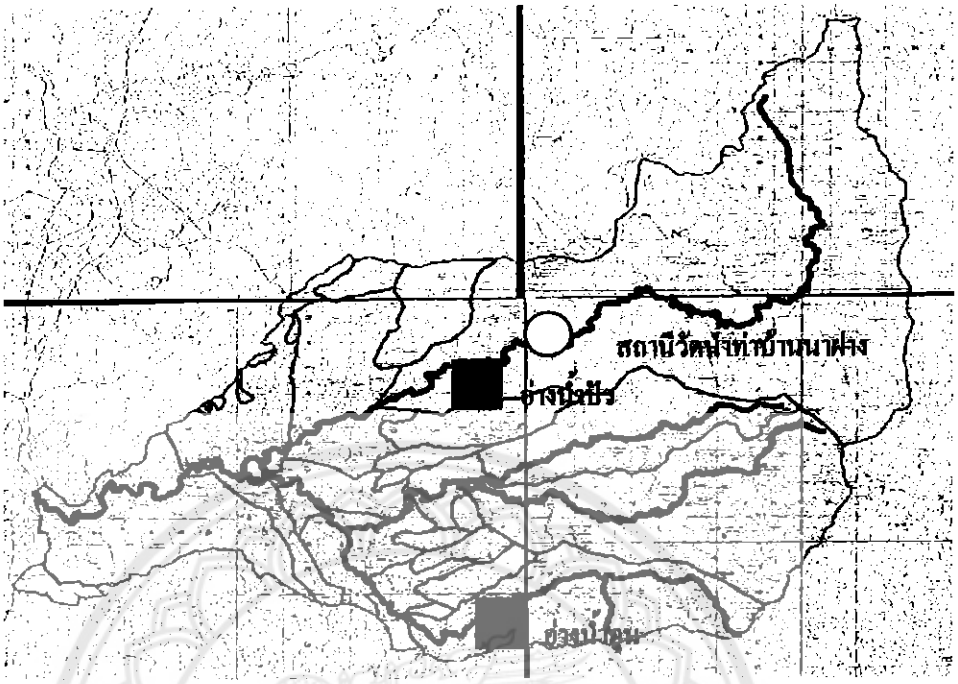
3.1 อุปกรณ์

1. โปรแกรม Hec-ResSim 3.0
2. Microsoft Office Excel 2007
3. คอมพิวเตอร์
4. ข้อมูลน้ำท่าและข้อมูลน้ำฝนรายเดือนบ้านนาฝาง
5. แผนที่ GIS

3.2 วิธีการดำเนินการ

1. วางแผนการดำเนินการและศึกษาทำความเข้าใจในทฤษฎีที่จะต้องใช้ทำโครงงาน
2. ศึกษาโปรแกรม Hec-Ressimจากตัวช่วยของโปรแกรม พร้อมทำตามไปด้วยตามคู่มือ

   การใช้งานเพื่อทำความเข้าใจตัวโปรแกรม
3. หาข้อมูลของลุ่มน้ำใกล้เคียงโดยจะใช้ข้อมูลน้ำท่าและข้อมูลน้ำฝนของบริเวณนั้น พร้อมทั้งหาแผนที่ GIS
4. เมื่อได้ข้อมูลแล้วก็ใส่ข้อมูลลงไปในโปรแกรม Hec-Ressim ตามขั้นตอนของโปรแกรม
5. หลังจากทำ Rule curve ใน Excel แล้ว จึงในข้อมูลไปใส่ในโปรแกรมด้วย
6. เมื่อใส่ข้อมูลลงไปเสร็จแล้วก็ใช้โปรแกรมวิเคราะห์ผลออกมา
7. สุดท้ายสรุปผลจากโปรแกรมที่ Run ออกมา



3.3 ขั้นตอนการการใช้โปรแกรม

3.3.1 Watershed Module

1. หลังจากเปิดโปรแกรมแล้ว ให้กด File และให้กด New Watershed... เพื่อเป็นการสร้างไฟล์ใหม่
2. จากนั้นทำการตั้งชื่อ File และ เลือก Units (เพื่อเลือกหน่วยวัด) จากนั้นเลือก ในการตั้งเขตเวลา
3. ทำการคลิกที่ View เลือก Layers...จะขึ้นหน้าต่าง
4. จากนั้นคลิกที่ Edit เลือกที่ Allow Layer Editing เพื่อทำการแก้ไขรูปที่ต้องการใช้งาน
5. จากนั้นทำการกด Maps เลือก Add Map Layer เพื่อทำการเลือกแผนที่ที่ต้องการใช้งาน
6. ทำการเลือก File โดยจะต้องเลือกชนิด File ที่เป็น .shp เท่านั้น
7. เมื่อเลือกรูปได้ตามต้องการ
8. จากนั้นทำการคลิกเมนู Stream Alignment Tool ที่ลูกศรเพื่อทำการกำหนดเส้นทางการไหลของน้ำ
9. การกำหนดเส้นทางการไหลของน้ำที่ต้องการ

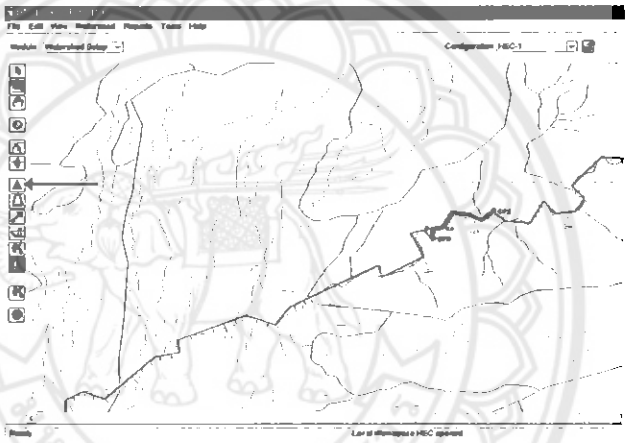
10. จากนั้นเลือกเมนู Stream Node Tool ที่ลูกศรชี้เพื่อทำการสร้างรอยต่อการไหลของน้ำ

11. เลือกเมนู Computation Point Tool เพื่อทำการกำหนดจุดที่เราต้องการคำนวณ

12. จากนั้นทำการเลือก Watershed + Configuration Editor เลือก Configuration+ New ทำการสร้างชื่อใหม่และเวลาที่ใช้

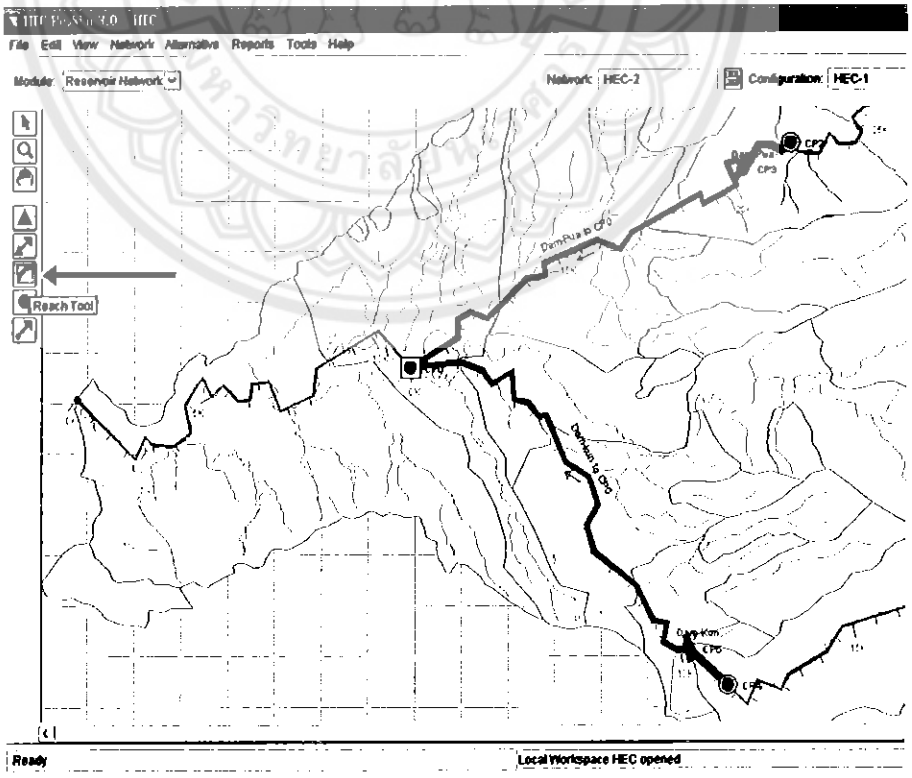
13. สร้างอ่างเก็บน้ำเลือกใช้เครื่องมือ Reservoir Tool

14. เลือก Watershed+ Save Configuration และเลือก File+ Save Watershed เพื่อทำการ Save ข้อมูลที่กำหนดไว้



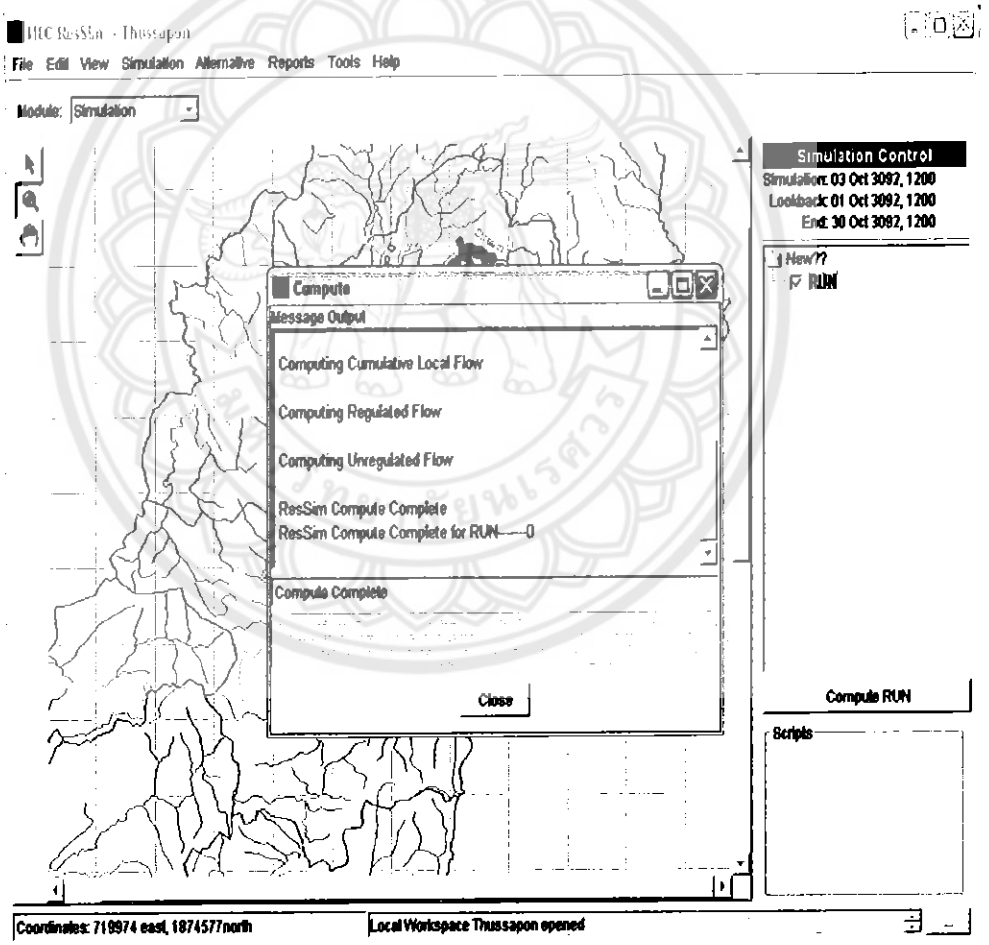
3.3.2 Reservoir Network Module

1. เลือก Module: Reservoir Network
2. เลือก Network+ New แล้วสร้างชื่องานของคุณเลือก Configuration ที่ทำไว้
3. เลือก Junction Tool เพื่อกำหนดจุดที่จะใช้ในการคำนวณ
4. เลือกเมนู Reach Tool เพื่อเป็นการกำหนดระยะทางของน้ำ
5. เลือก Edit+ Reservoir เพื่อใส่ข้อมูลของน้ำที่เมนู Physical, Operations และ Observed Data ให้โปรแกรมแสดงผลออกมา
6. จากนั้นเลือก Alternative+ Edit และเลือก Alternative+ New แล้วตั้งชื่อแล้วใส่ข้อมูล Operations, Look back, Time-Series และ Observed Data เมื่อใส่ข้อมูลเสร็จเลือก Alternative+ Save
7. โดยที่เมนู Look back เราจะต้องกำหนดค่าที่จะต้องคำนวณและค่าคงที่ต่างๆ ของเขื่อน
8. เมื่อใส่ข้อมูลเสร็จเลือก Alternative+ Save และเลือก Network+ Save

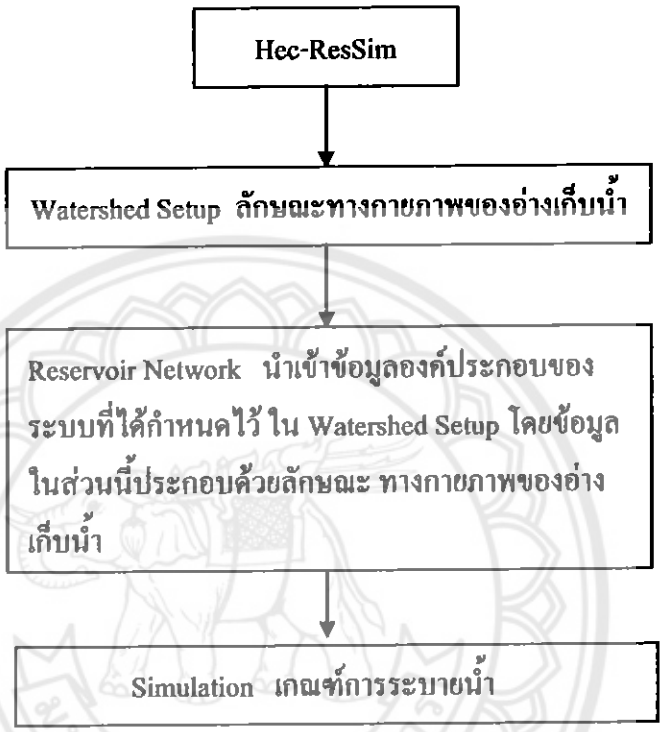


3.3.3 Simulation Module

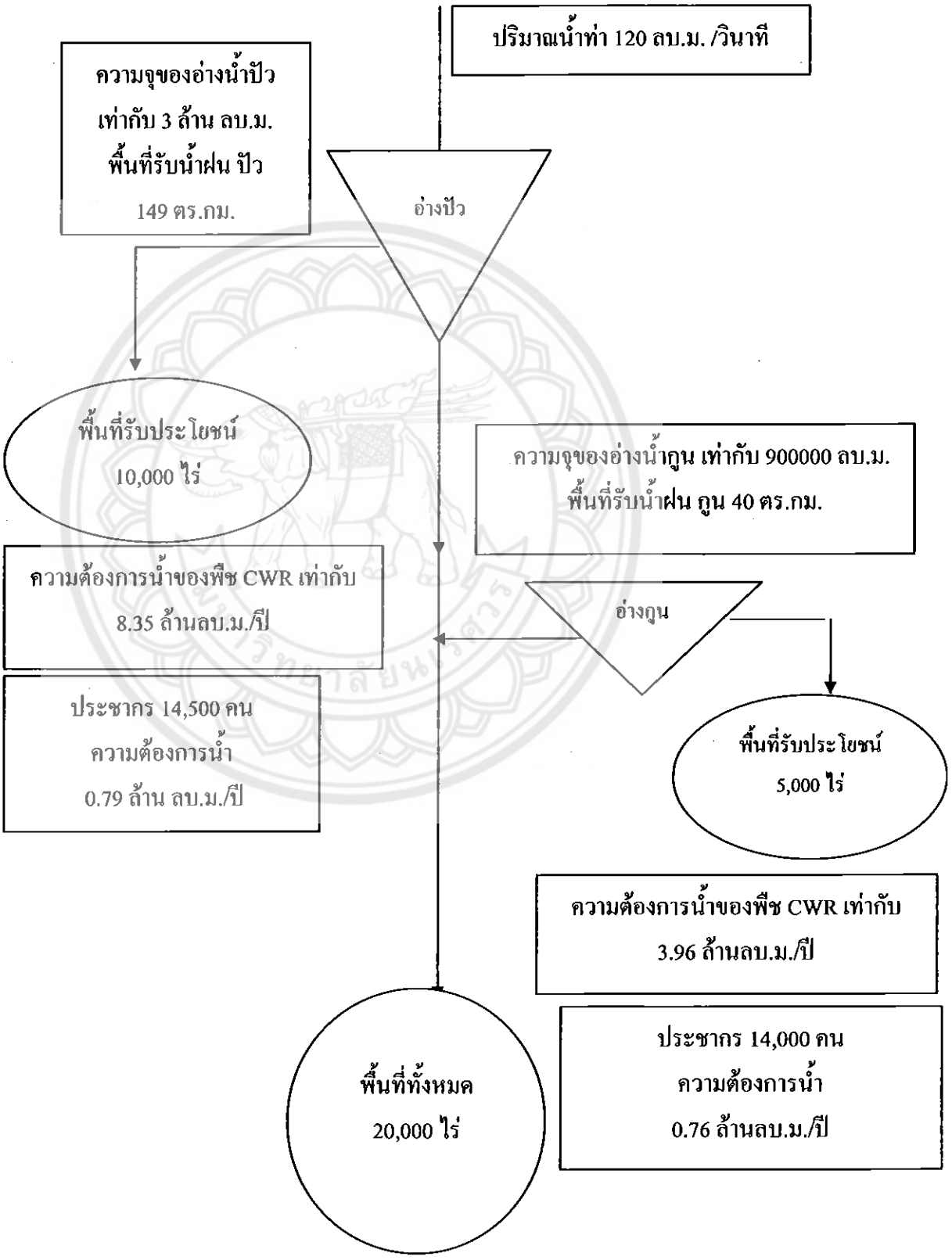
1. เลือก Module: Simulation
2. เลือก Simulation+ New ตั้งค่าเวลาที่จะคำนวณ
3. เมื่อทำการกำหนดค่าต่างๆเรียบร้อยแล้ว
4. จากนั้นสั่ง Compute เพื่อทำการวิเคราะห์ผล
5. เมื่อทำการสั่ง Compute แล้วจะได้ดังรูป
6. จากนั้นเราสามารถดูผลจาก Reports และ Reservoir Summery Report แล้วนำไป วิเคราะห์ผล



Flow Chart (การใช้โปรแกรม)



Flow Chart ระบบส่งน้ำ



บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการนำข้อมูลปริมาณน้ำจากสถานีบ้านนาฝาง อำเภอปัว จังหวัดน่าน ในปีพ.ศ. 2549-2551 (ข้อมูลที่ป้อนเข้าไปในโปรแกรมสามารถดูได้ที่สารบัญตาราง) โดยทำการป้อนข้อมูลดังต่อไปนี้

- พื้นที่ผิวน้ำ (ตารางกิโลเมตร)
- ระดับความสูงของน้ำ (เมตร)
- ปริมาตรเก็บกัก (ลูกบาศก์เมตร)
- ปริมาณน้ำที่ไหลออก (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)

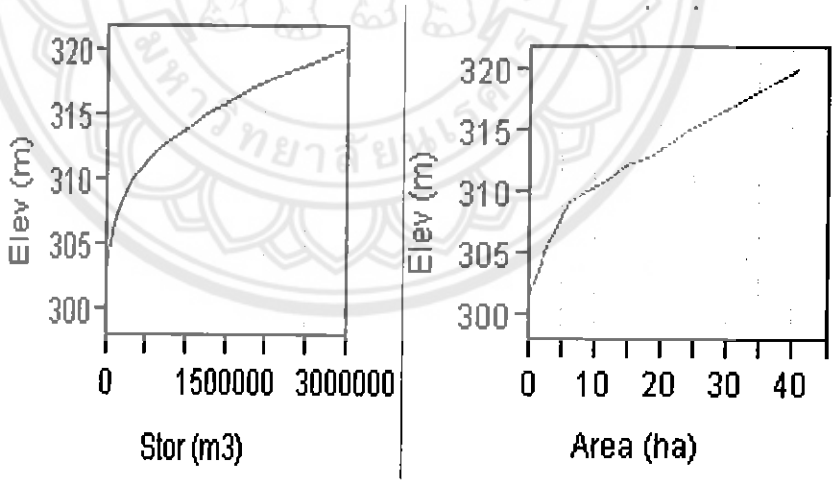
การทำโครงงานนี้วัตถุประสงค์หลักคือต้องการหาพื้นที่ๆ เหมาะสมเพื่อให้เพียงพอต่อพื้นที่รับประโยชน์ของลุ่มน้ำนี้

หลังจากทำการป้อนข้อมูลเข้าไปในโปรแกรม Hec-ResSim ผลที่ได้ออกมาคือ

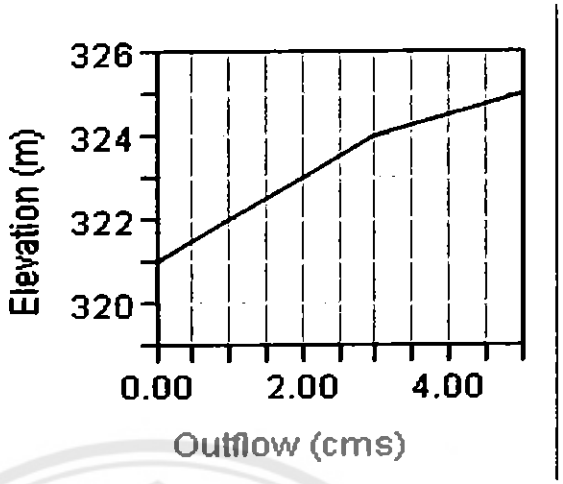
- กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับกับปริมาตรเก็บกัก และค่าระดับกับพื้นที่ผิวน้ำของอ่างเก็บน้ำลุ่มน้ำปัว
- กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลข้าม Spillway กับค่าระดับของอ่างเก็บน้ำลุ่มน้ำปัว
- กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการไหลผ่านท่อระบายน้ำ กับค่าระดับของอ่างเก็บลุ่มน้ำปัว
- กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลผ่านท่อระบายน้ำกับค่าระดับ และอัตราการไหลข้าม Spillway กับค่าระดับ ของอ่างเก็บน้ำ
- Storage Zone (โซนเก็บกัก) ในการสร้างโซนกักเก็บแบ่งเกณฑ์การพิจารณาเป็น 2 ฤดู คือฤดูร้อน และฤดูฝน โดยคำนึงถึงจำนวนพื้นที่การเพาะปลูก และปริมาณน้ำต้นทุนที่มีอยู่ตามความต้องการ

ลักษณะอ่างเก็บน้ำป๊ัว

- ระดับสันเขื่อน +324 ม. (รทก.)
- ระดับน้ำสูงสุด +320 ม. (รทก.)
- ปริมาตรน้ำที่ระดับสูงสุด 3,500,000 ลบ.ม.
- ระดับน้ำเก็บกักปกติ +318 ม. (รทก.)
- ปริมาตรน้ำที่ระดับเก็บกักปกติ 3,000,000 ลบ.ม.
- ระดับน้ำต่ำสุด +310 ม. (รทก.)
- ปริมาตรน้ำที่ระดับต่ำสุด 500,000 ลบ.ม.
- ปริมาตรน้ำใช้การได้ 3,000,000 ลบ.ม.
- พื้นที่รับประโยชน์ 10,000 ไร่
- ประชากร 14,500 คน

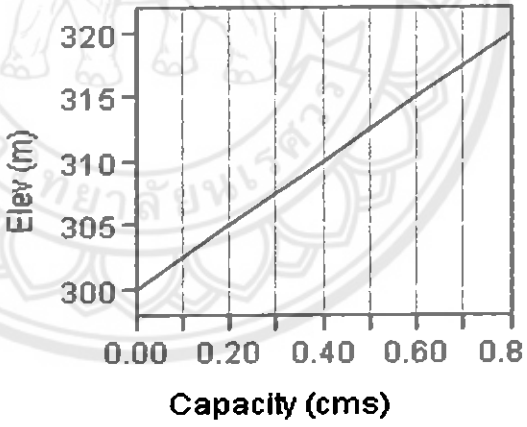


รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับกับปริมาตรเก็บกัก และค่าระดับกับพื้นที่ผิวน้ำ ของลำน้ำป๊ัว



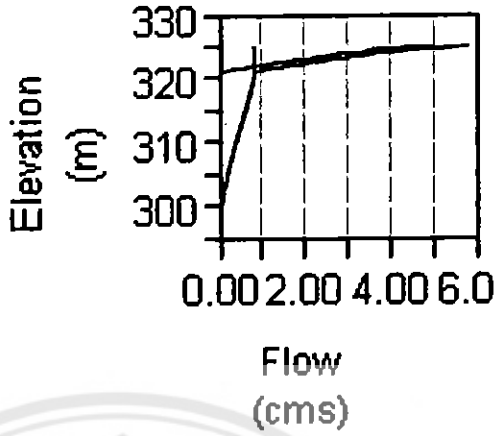
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลข้าม Spillway

กับค่าระดับของลำน้ำปัว



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการไหลผ่านท่อระบายน้ำ

กับค่าระดับของลำน้ำปัว



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลผ่านท่อระบายน้ำกับค่าระดับและอัตราการไหลข้าม Spillway กับค่าระดับ ของลำน้ำปัว

Location/Parameter	Average	Maximum	Minimum
Res-Pua			
Storage (m3)	2906562	4645840	0
Elevation (m)	314	324	0
Controlled Release (cms)	0	1	0
Uncontrolled Spill (cms)	1	3	0

รูปที่ 4.5 รายงานสรุปอ่างเก็บน้ำปัว

Location/Parameter	Average	Maximum	Minimum
CP1			
Regulated Flow (cms)	1	14	0
Unregulated Flow (cms)	1	14	0
Cumulative Local Flow (cms)	1	14	0
CP2			
Regulated Flow (cms)	1	14	0
Unregulated Flow (cms)	1	14	0
Cumulative Local Flow (cms)	0	0	0
CP2 to Junction 2			
Regulated Flow (cms)	1	14	0
Unregulated Flow (cms)	1	14	0
Cumulative Local Flow (cms)	0	0	0
Junction 2			
Regulated Flow (cms)	2	29	0
Unregulated Flow (cms)	3	29	0
Cumulative Local Flow (cms)	1	14	0
Res-Pua			
Regulated Flow (cms)	1	14	0
Unregulated Flow (cms)			
Cumulative Local Flow (cms)			

รูปที่ 4.6 รายงานอัตราการไหลของอ่างน้ำปัว

Date-Time	Res-Pua						
	Active Zone Elev (m)	Net Inflow (cms)	-Pua Active Rule Flow (cms)	-Pua-Dam at Strea... Active Rule Flow (cms)	-Pua-Dam at Strea... Uncontrolled Flow (cms)	-Pua-Controlled O... Active Rule Flow (cms)	-Pua-Uncontrolled ... Uncontrolled Flow (cms)
					Unctrl		Unctrl
04May2542, 24:00	0.14	0.15	0.15	0.15	0.00	0.15	0.00
	Inactive		MinLimit	MinLimit	Unctrl	MinLimit	Unctrl
05May2542, 24:00	302.37	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inactive		MinLimit	MinLimit	Unctrl	MinLimit	Unctrl
06May2542, 24:00	303.40	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inactive		MinLimit	MinLimit	Unctrl	MinLimit	Unctrl
07May2542, 24:00	304.17	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inactive		MinLimit	MinLimit	Unctrl	MinLimit	Unctrl
08May2542, 24:00	304.72	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inactive		MinLimit	MinLimit	Unctrl	MinLimit	Unctrl
09May2542, 24:00	305.14	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inactive		MinLimit	MinLimit	Unctrl	MinLimit	Unctrl
10May2542, 24:00	305.81	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inactive		MinLimit	MinLimit	Unctrl	MinLimit	Unctrl
11May2542, 24:00	306.86	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inactive		MinLimit	MinLimit	Unctrl	MinLimit	Unctrl
12May2542, 24:00	307.70	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inactive		MinLimit	MinLimit	Unctrl	MinLimit	Unctrl
13May2542, 24:00	308.20	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inactive		MinLimit	MinLimit	Unctrl	MinLimit	Unctrl
14May2542, 24:00	308.58	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inactive		MinLimit	MinLimit	Unctrl	MinLimit	Unctrl
15May2542, 24:00	308.91	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inactive		MinLimit	MinLimit	Unctrl	MinLimit	Unctrl
16May2542, 24:00	309.17	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inactive		MinLimit	MinLimit	Unctrl	MinLimit	Unctrl
17May2542, 24:00	309.44	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inactive		MinLimit	MinLimit	Unctrl	MinLimit	Unctrl
18May2542, 24:00	309.74	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

รูปที่ 4.7 เกณฑ์การระบายที่เหมาะสมของอ่างเก็บน้ำปัว

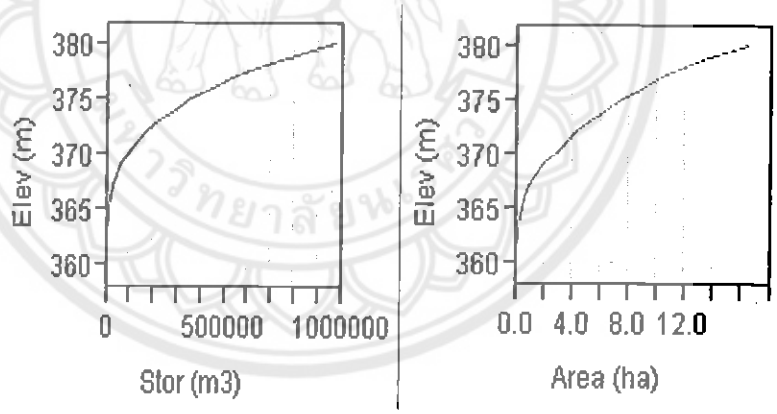
Look back: 05 May 2542, 0000 ช่วงที่นำข้อมูลมาพิจารณาย้อนหลัง

Start Time: 01 May 2542, 0000 วันเริ่มต้นของการวิเคราะห์ปริมาณน้ำ

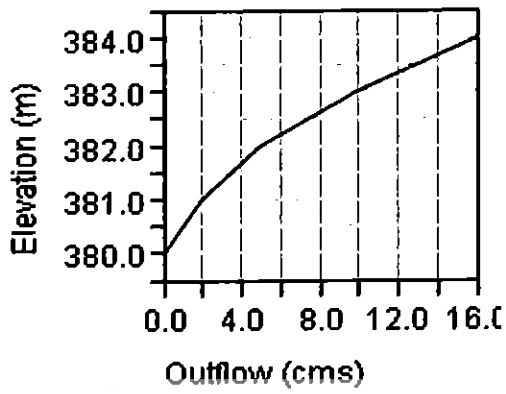
End Time: 31 Dec 2542, 0000 วันสิ้นสุดของการวิเคราะห์ปริมาณน้ำ

ลักษณะอ่างเก็บน้ำ-ลำน้ำกูน

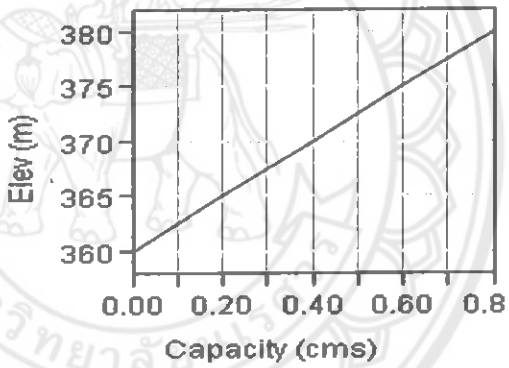
- ระดับสันเขื่อน +382 ม. (รทก.)
- ระดับน้ำสูงสุด +380 ม. (รทก)
- ปริมาตรน้ำที่ระดับสูงสุด 1,200,000 ลบ.ม.
- ระดับน้ำเก็บกักปกติ +378 ม. (รทก.)
- ปริมาตรน้ำที่ระดับเก็บกักปกติ 1,000,000 ลบ.ม.
- ระดับน้ำต่ำสุด +370 ม. (รทก.)
- ปริมาตรน้ำที่ระดับต่ำสุด 100,000 ลบ.ม.
- ปริมาตรน้ำใช้การได้ 900,000 ลบ.ม.
- พื้นที่รับประโยชน์ 5,000 ไร่
- ประชากร 14,000 คน



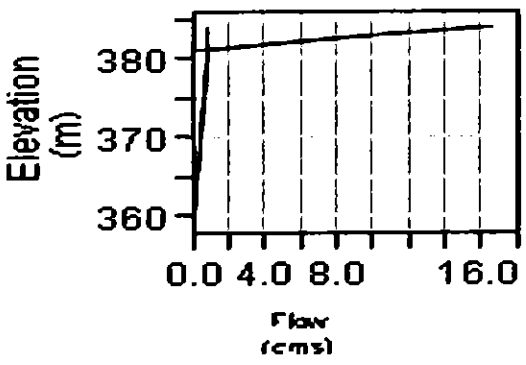
รูปที่ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับกับปริมาตรเก็บกัก และค่าระดับกับพื้นที่ผิวน้ำ ของลำน้ำกูน



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลข้ามSpillway กับค่าระดับของลำน้ำกูน



รูปที่ 4.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการไหลผ่านท่อระบายน้ำ กับค่าระดับของลำน้ำกูน



รูปที่ 4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลผ่านท่อระบายน้ำกับค่าระดับและอัตราการไหลข้าม Spillway กับค่าระดับของลำน้ำกูน

Location/Parameter	Average	Maximum	Minimum
Res-Kun			
Storage (m3)	680261	1052138	0
Elevation (m)	371	380	0
Controlled Release (cms)	0	0	0
Uncontrolled Spill (cms)	0	1	0

รูปที่ 4.12 รายงานสรุปอ่างเก็บน้ำกูน

Location/Parameter	Average	Maximum	Minimum
CP1			
Regulated Flow (cms)	0	2	0
Unregulated Flow (cms)	0	2	0
Cumulative Local Flow (cms)	0	2	0
CP2			
Regulated Flow (cms)	0	1	0
Unregulated Flow (cms)	0	2	0
Cumulative Local Flow (cms)	0	0	0
CP2 to Junction 2			
Regulated Flow (cms)	0	1	0
Unregulated Flow (cms)	0	2	0
Cumulative Local Flow (cms)	0	0	0
Junction 2			
Regulated Flow (cms)	0	3	0
Unregulated Flow (cms)	0	3	0
Cumulative Local Flow (cms)	0	2	0
Res-Kun			
Regulated Flow (cms)	0	1	0
Unregulated Flow (cms)			
Cumulative Local Flow (cms)			

รูปที่ 4.13 รายงานอัตราการไหลของอ่างน้ำกูน

Date-Time	Res-Kun						
	Active Zone Elev (m)	Net Inflow (cms)	-Kun Active Rule Flow (cms)	-Kun-Dam at Strea... Active Rule Flow (cms)	-Kun-Dam at Strea... Uncontrolled Flow (cms)	-Kun-Controlled O... Active Rule Flow (cms)	-Kun-Uncontrolled ... Uncontrolled Flow (cms)
					Unctrl		Unctrl
04May3079, 24:00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00
	Inactive		MinLimit	MinLimit	Unctrl	MinLimit	Unctrl
05May3079, 01:00	360.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inactive		MinLimit	MinLimit	Unctrl	MinLimit	Unctrl
05May3079, 02:00	360.09	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inactive		MinLimit	MinLimit	Unctrl	MinLimit	Unctrl
05May3079, 03:00	360.16	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inactive		MinLimit	MinLimit	Unctrl	MinLimit	Unctrl
05May3079, 04:00	360.22	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inactive		MinLimit	MinLimit	Unctrl	MinLimit	Unctrl
05May3079, 05:00	360.28	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inactive		MinLimit	MinLimit	Unctrl	MinLimit	Unctrl
05May3079, 06:00	360.35	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inactive		MinLimit	MinLimit	Unctrl	MinLimit	Unctrl
05May3079, 07:00	360.41	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inactive		MinLimit	MinLimit	Unctrl	MinLimit	Unctrl
05May3079, 08:00	360.48	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inactive		MinLimit	MinLimit	Unctrl	MinLimit	Unctrl
05May3079, 09:00	360.54	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inactive		MinLimit	MinLimit	Unctrl	MinLimit	Unctrl
05May3079, 10:00	360.61	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inactive		MinLimit	MinLimit	Unctrl	MinLimit	Unctrl
05May3079, 11:00	360.67	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inactive		MinLimit	MinLimit	Unctrl	MinLimit	Unctrl
05May3079, 12:00	360.74	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inactive		MinLimit	MinLimit	Unctrl	MinLimit	Unctrl
05May3079, 13:00	360.81	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inactive		MinLimit	MinLimit	Unctrl	MinLimit	Unctrl
05May3079, 14:00	360.87	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inactive		MinLimit	MinLimit	Unctrl	MinLimit	Unctrl

รูปที่ 4.14 เกณฑ์การระบายที่เหมาะสมของอ่างเก็บน้ำกูน

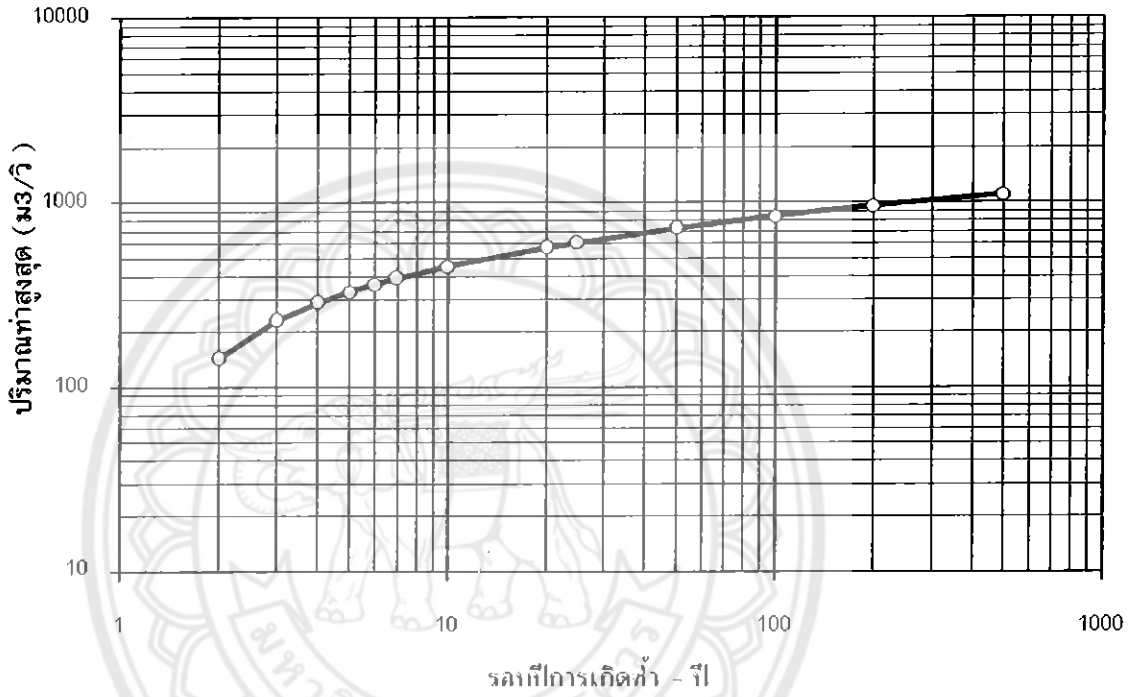
Look back: 05 May 2542, 0000 ช่วงที่นำข้อมูลมาพิจารณาย้อนหลัง

Start Time: 01 May 2542, 0000 วันเริ่มต้นของการวิเคราะห์ปริมาณน้ำ

End Time: 31 Dec 2542, 0000 วันสิ้นสุดของการวิเคราะห์ปริมาณน้ำ

การหา Return Peroid (รอบปีการเกิดซ้ำ)

สถานีบ.นาฝาง อ.ปัว จ.น่าน



รูปที่ 4.15

กราฟของกัมเบล

การคำนวณใช้วิธีของ กัมเบล (GUMBEL DISTRIBUTION)

รอบปี	2	3	4	5	6	7	10	20	25	50	100	200	500
ปริมาณน้ำท่าสูงสุด (ลบ.ม./วิ.)	142.9	231.5	288.3	330.3	363.7	391.4	454.3	573.3	611.1	727.4	842.8	957.8	1109.6

ข้อมูลการใช้น้ำ

	อ่างน้ำปัว		อ่างน้ำกูน	
	การเกษตร (ลบ.ม./วินาที)	อุปโภค-บริโภค (ลบ.ม./เดือน)	การเกษตร (ลบ.ม./วินาที)	อุปโภค-บริโภค (ลบ.ม./เดือน)
ม.ค.	0.414	67,425	0.177	65,100
ก.พ.	0.220	60,900	0.094	58,800
มี.ค.	0	67,425	0	65,100
เม.ย.	0	65,250	0	63,000
พ.ค.	0	67,425	0	65,100
มิ.ย.	0.328	65,250	0.140	63,000
ก.ค.	0.531	67,425	0.298	65,100
ส.ค.	0	67,425	0	65,100
ก.ย.	0.790	65,250	0.395	63,000
ต.ค.	0.512	67,425	0.299	65,100
พ.ย.	0.160	65,250	0.040	63,000
ธ.ค.	0.159	67,425	0.060	65,100

ตารางค่า Kc ของพืชที่ใช้ในการคำนวณ แต่ละสัปดาห์

ค่าสัมประสิทธิ์พืช (Crop Coefficient, Kc) ด้วยวิธี Penman Monteith

สัปดาห์	ข้าว กข. (นาดำ)	ข้าวพวง ดอก	ข้าวบา สมาลี	ข้าวสามี	ข้าวโพด เลี้ยงสัตว์	ข้าวโพด หวาน	ข้าว ฟ้าง	ถั่วลิสง	ถั่ว อื่นๆ	ถั่ว เขียว	งา	อ้อย	ทาน ระวัน	มะเขือ	มะเขือ เทศ	พอหน่วไว หญ่	พอม แดง	มะระ	กะหล่ำ ดอก	กะเน้า	ไม้ดอก (นานชั้น)
1	1.03	0.66	1.22	0.50	0.63	0.65	0.54	0.64	0.60	0.58	0.59	0.45	0.68	1.02	0.73	0.75	0.72	0.88	1.01	0.54	0.36
2	1.07	0.79	1.30	0.52	0.72	0.68	0.57	0.69	0.72	0.87	0.70	0.57	0.73	1.14	0.82	0.76	0.82	1.09	1.36	0.60	0.58
3	1.12	0.97	1.36	0.61	0.86	0.84	0.68	0.81	0.85	1.18	0.85	0.69	0.75	1.60	0.91	0.80	0.94	1.23	1.43	0.68	0.77
4	1.29	1.18	1.45	0.76	1.13	0.99	0.84	1.01	0.94	1.40	1.11	0.88	0.78	1.90	1.01	0.88	1.05	1.35	1.47	0.72	0.93
5	1.38	1.35	1.47	1.11	1.35	1.16	1.05	1.23	1.17	1.28	1.23	1.01	0.81	2.10	1.12	1.01	1.15	1.43	1.49	0.78	1.07
6	1.45	1.51	1.49	1.26	1.52	1.22	1.21	1.32	1.24	1.19	1.28	1.36	0.85	1.90	1.21	1.12	1.20	1.48	1.19	0.83	1.18
7	1.50	1.61	1.49	1.33	1.61	1.21	1.23	1.35	1.28	0.66	1.24	1.61	0.90	1.73	1.30	1.21	1.20	1.47	1.17	0.73	1.27
8	1.48	1.64	1.48	1.38	1.63	1.15	1.26	1.34	1.36	0.44	1.21	1.48	0.95	1.44	1.36	1.32	1.15	1.46		0.67	1.33
9	1.42	1.62	1.46	1.37	1.58	0.96	1.25	1.27	1.04	0.34	1.13	1.44	0.97	1.03	1.41	1.38	1.08	1.41			1.38
10	1.34	1.60	1.44	1.32	1.50	0.72	1.20	1.09	0.99		0.98	1.30	1.06	0.75	1.41	1.41	0.92	1.36			
11	1.23	1.55	1.36	1.14	1.38	0.61	1.12	0.85	0.91		0.71	1.21	1.10	0.65	1.37	1.40	0.77	1.29			
12	0.94	1.46	1.23	0.83	1.15		0.94	0.74	0.77		0.55	1.00	1.03	0.52	1.31	1.37	0.67				
13	0.86	1.28	1.11	0.62	0.90		0.78	0.74	0.60				0.92		1.22	1.33					
14		1.08	0.93	0.46	0.67		0.69	0.72	0.50				0.80		1.00	1.29					
15				0.39			0.65		0.45				0.72		0.92	1.22					
16							0.62														

ตารางที่ 10 ค่าสัมประสิทธิ์พืช Kc โดยวิธี Penman Monteith

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิเคราะห์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนของปี 2006-2008 กับความต้องการใช้น้ำในเพื่อการอุปโภค-บริโภค และพื้นที่การเกษตร ของพื้นที่อำเภอปัว จากตารางข้างล่างนี้

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.
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
Max	89.7	62.3	44.4	53.5	219	1190	1470	2310	1970	403	197	150
Min	25.7	20.1	5.82	13.3	14.5	34.7	144	319	216	115	61	40.2

พบว่า ปริมาณน้ำท่ารายเดือนสูงสุดและต่ำสุดที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือน มีมากพอต่อความต้องการใช้น้ำ ของพื้นที่รับประโยชน์อยู่แล้ว ซึ่งอ่างเก็บน้ำที่ได้จำลองขึ้นมา 2 แห่ง คือ

1. อ่างเก็บน้ำปัว มีระดับความจุกักเก็บปกติที่ 3 ล้านลบ.ม. มีพื้นที่รับประโยชน์ทั้งหมด 13,000 ไร่ แบ่งเป็นการปลูกข้าว (กข.) 10,000 ไร่ ข้าวโพดหวาน 3,500 ไร่

2. อ่างเก็บน้ำกูน มีระดับความจุกักเก็บปกติที่ 1 ล้านลบ.ม. มีพื้นที่รับประโยชน์ทั้งหมด 8,500 ไร่ แบ่งเป็นการปลูกข้าว (กข.) 5,000 ไร่ ข้าวโพดหวาน 1,500 ไร่

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.
อ่างปัว	0.41	0.22	0	0	0	0.32	0.53	0	0.79	0.51	0.16	0.159
อ่างกูน	01.8	0.10	0	0	0	0.14	0.30	0	0.40	0.30	0.04	0.06

จะเห็นได้ว่าตารางความต้องการใช้น้ำของพืชมีค่าน้อยกว่า ปริมาณน้ำท่ารายเดือนที่เกิดขึ้นมากดังนั้นแค่ปริมาณน้ำที่เกิดขึ้นนี้ มีค่าเพียงพอต่อความต้องการใช้ประโยชน์อยู่แล้ว

ดังนั้นอ่างเก็บน้ำที่ได้จำลองขึ้นมานี้ เหมาะสำหรับใช้เป็นแหล่งน้ำสำรอง เพื่อกักเก็บน้ำไว้ใช้ในฤดูกาลที่ปริมาณน้ำมีไม่เพียงพอต่อความต้องการ

ข้อเสนอแนะ

แนวทางในการบริหารจัดการระบบอ่างเก็บน้ำให้มีประสิทธิภาพควรมีการนำข้อมูลอ่างเก็บน้ำจำนวนหลายๆปีมาใช้ เพื่อที่จะสามารถทำเกณฑ์การควบคุมน้ำได้อย่างเหมาะสม และเกิดประโยชน์สูงสุด โดยที่เกณฑ์การควบคุมน้ำ (Rule Curve) จะมีด้วยกัน 2 ชนิด คือ

1. Upper Rule Curve มีไว้เป็นเกณฑ์เพื่ออ่างเก็บน้ำ จะสามารถรองรับน้ำที่มีมากในฤดูฝน และกักเก็บน้ำไว้ใช้ในฤดูร้อนได้

2. Lower Rule Curve มีไว้เป็นเกณฑ์เพื่อป้องกันปัญหาน้ำแห้งของอ่างเก็บน้ำ ที่จะเกิดขึ้นในฤดูร้อน

โดยการปรับลดหรือเพิ่มเกณฑ์การควบคุมน้ำควรมีความสอดคล้องกับสภาพพื้นที่ใช้ประโยชน์และปริมาณน้ำต้นทุนในแต่ละฤดูกาล

บรรณานุกรม

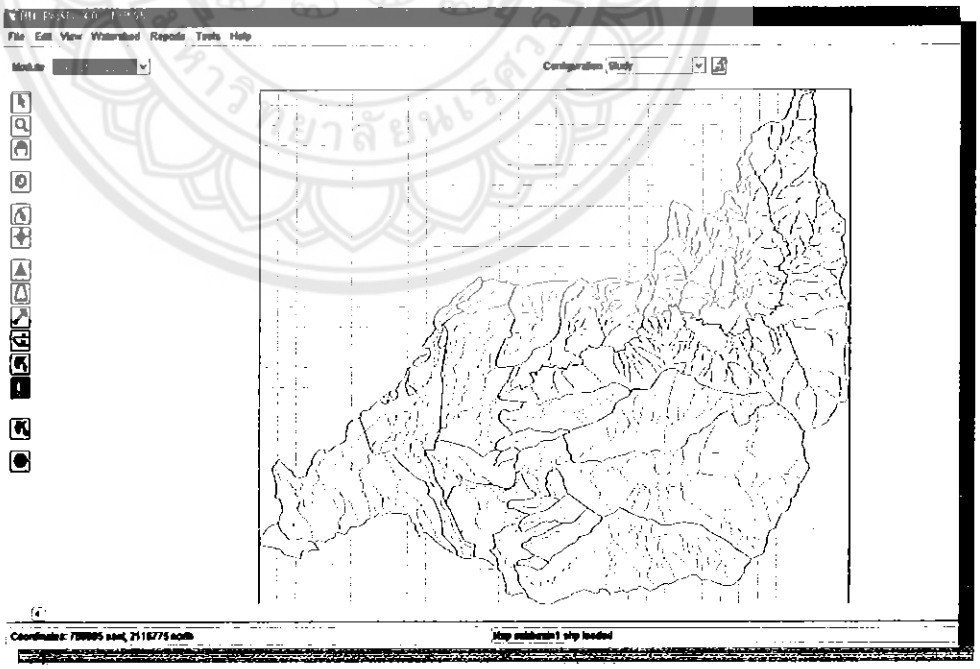
- วิโรจน์ ชัยธรรม. อุทกวิทยา. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- กีรติ ลีวัจนกุล. อุทกวิทยา. ปทุมธานี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรังสิต
- รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการบริหารการจัดการน้ำจังหวัดเพชรบูรณ์ (โครงการ Water Management Center): คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร กรกฎาคม 2550
- แผนที่: http://web.pointasia.com/th/
- แผนที่: http://earth.google.com/
- โปรแกรม Hec-ResSim: http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ressim/
- โปรแกรม Quantum GIS : www.qgis.org
- ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคเหนือตอนบน กรมชลประทาน : http://hydro-1.com

ภาคผนวก

ขั้นตอนการการใช้โปรแกรม

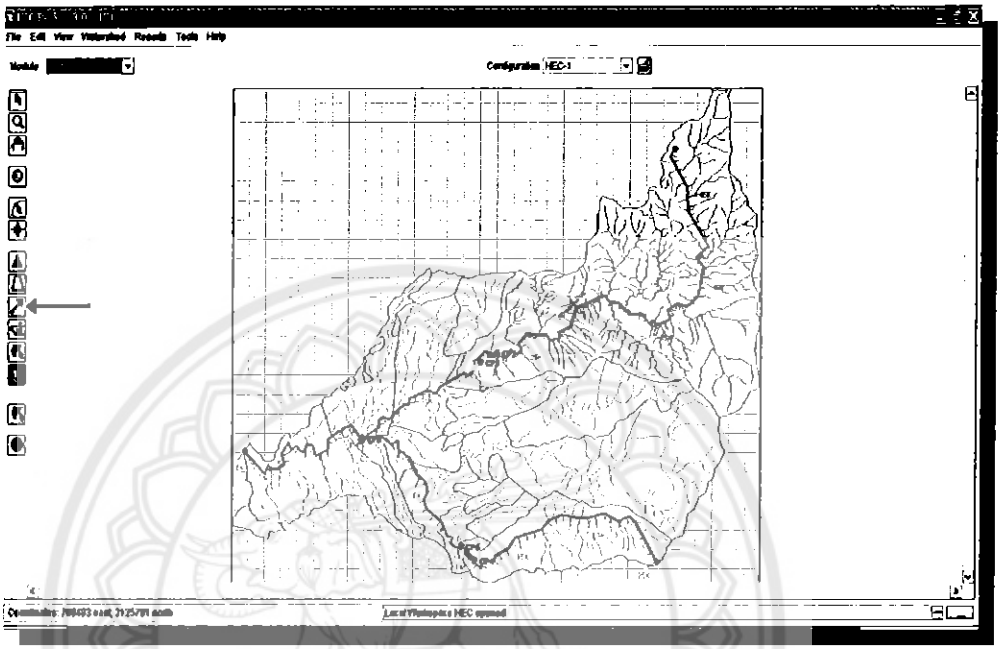
Watershed Module

1. หลังจากเปิดโปรแกรมแล้ว ให้กด File และให้กด New Watershed... เพื่อเป็นการสร้างไฟล์ใหม่
2. จากนั้นทำการตั้งชื่อ File และ เลือก Units (เพื่อเลือกหน่วยวัด) จากนั้นเลือก Time Zone ในการตั้งเขตเวลา
3. ทำการคลิกที่ View เลือก Layers...จะขึ้นหน้าต่างดังรูป
4. จากนั้นคลิกที่ Edit เลือกที่ Allow Layer Editing เพื่อทำการแก้ไขรูปที่ต้องการใช้งาน
5. จากนั้นทำการกด Maps เลือก Add Map Layer เพื่อทำการเลือกแผนที่ที่ต้องการใช้งาน
6. ทำการเลือก File โดยจะต้องเลือกชนิด File ที่เป็น .shp เท่านั้น
7. เมื่อเลือกรูปได้ตามต้องการแล้วจะได้ดังรูป



8. จากนั้นทำการคลิกเมนู Stream Alignment Tool ที่ลูกศรเพื่อทำการกำหนดเส้นทางการไหลของน้ำ

9. การกำหนดเส้นทางการไหลของน้ำที่ต้องการจะได้รูปแบบดังรูป

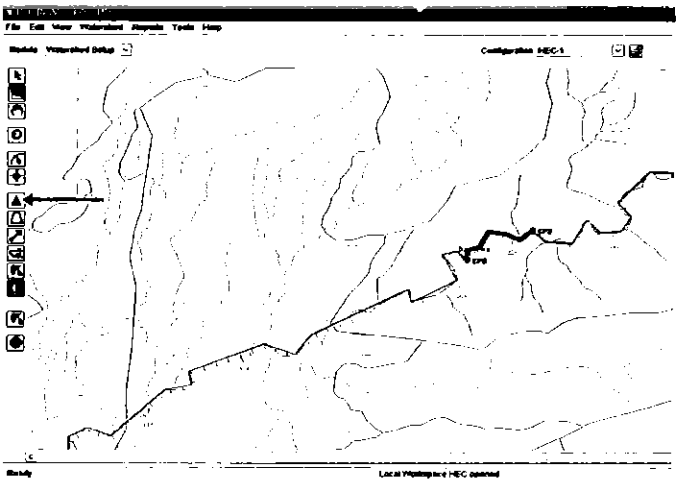


10. จากนั้นเลือกเมนู Stream Node Tool ที่ลูกศรชี้เพื่อทำการสร้างรอยต่อการไหลของน้ำ

11. เลือกเมนู Computation Point Tool เพื่อทำการกำหนดจุดที่เราต้องการคำนวณ

12. จากนั้นทำการเลือก Watershed + Configuration Editor เลือก Configuration+ New ทำการสร้างชื่อใหม่และเวลาที่ใช้

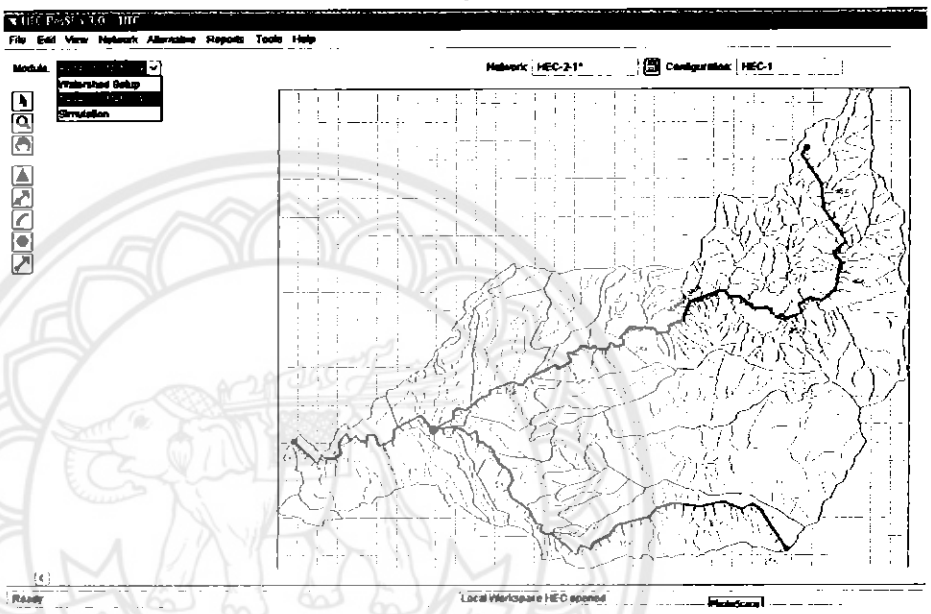
13. สร้างอ่างเก็บน้ำเลือกใช้เครื่องมือ Reservoir Tool



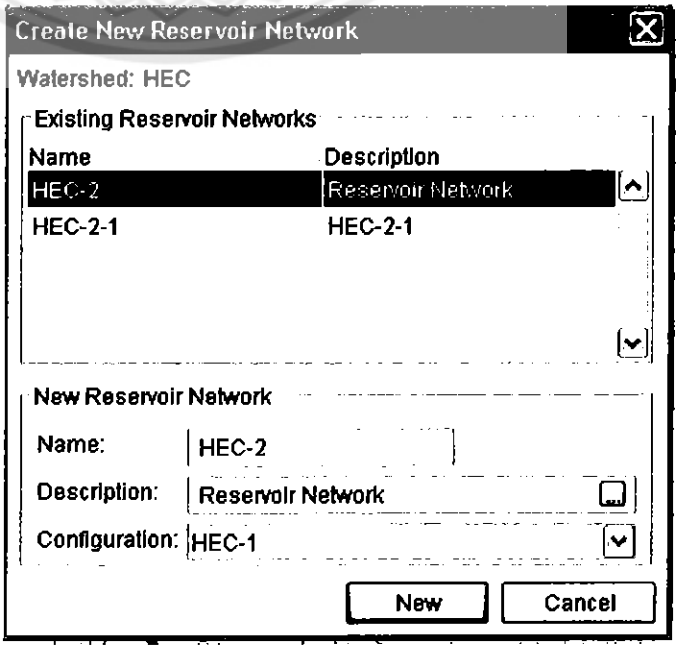
14. เลือก Watershed+ Save Configuration และเลือก File+ Save Watershed เพื่อทำการ Save ข้อมูลที่กำหนดไว้

Reservoir Network Module

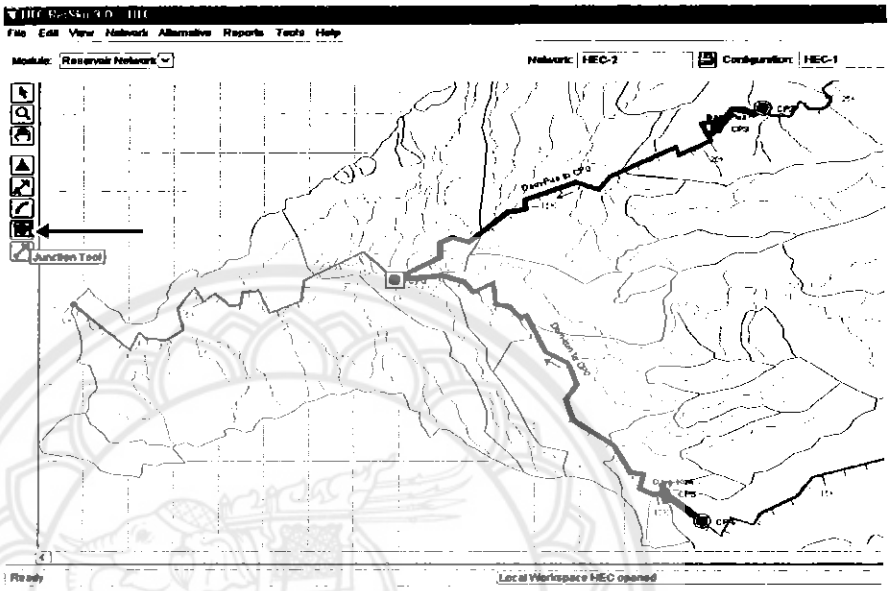
1. เลือก Module: Reservoir Network ดังรูป



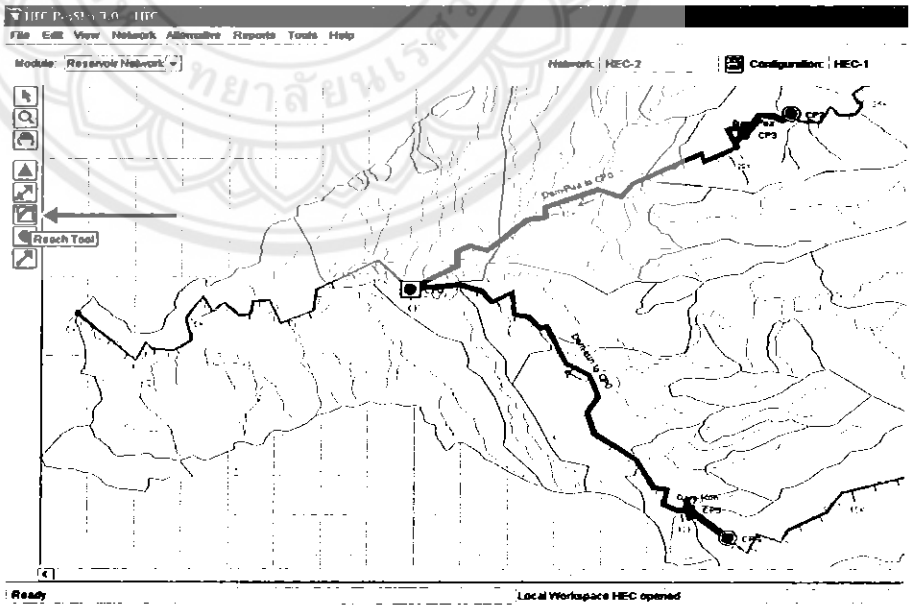
2. เลือก Network+ New แล้วสร้างชื่องานของคุณเลือก Configuration ที่ทำไว้



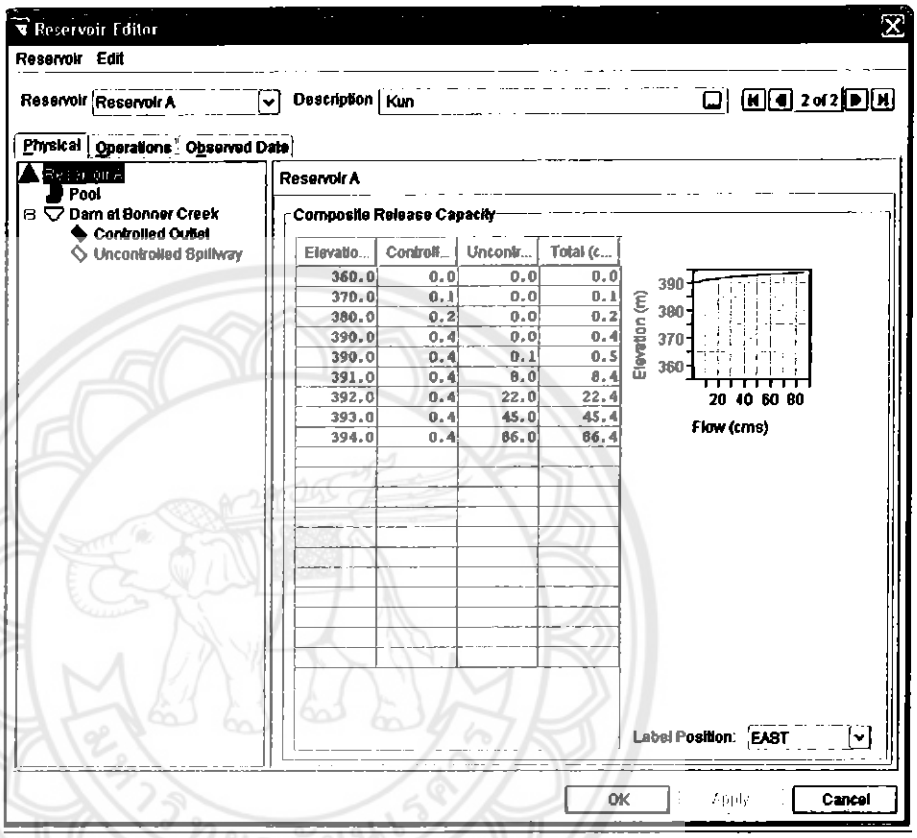
3. เลือก Junction Tool เพื่อกำหนดจุดที่จะใช้ในการคำนวณ ดังรูป



4. เลือกเมนู Reach Tool เพื่อเป็นการกำหนดระยะทางของน้ำ

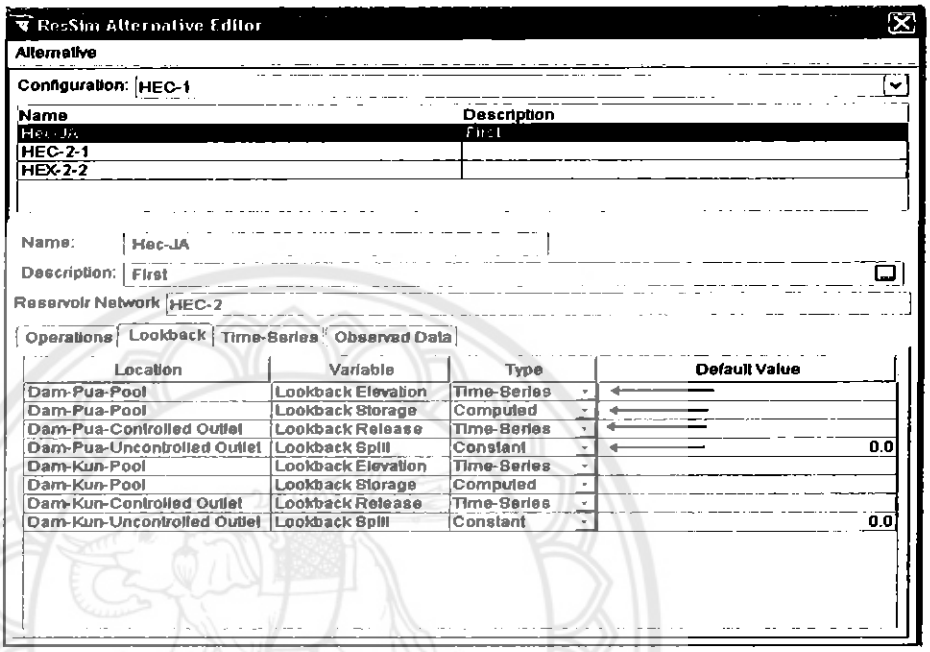


5. เลือก Edit+ Reservoir เพื่อใส่ข้อมูลของน้ำที่เมนู Physical, Operations และ Observed Data ให้โปรแกรมแสดงผลออกมา ดังรูป



6. จากนั้นเลือก Alternative+ Edit และเลือก Alternative+ New แล้วตั้งชื่อแล้วใส่ข้อมูล Operations, Look back, Time-Series และ Observed Data เมื่อใส่ข้อมูลเสร็จเลือกAlternative+ Save

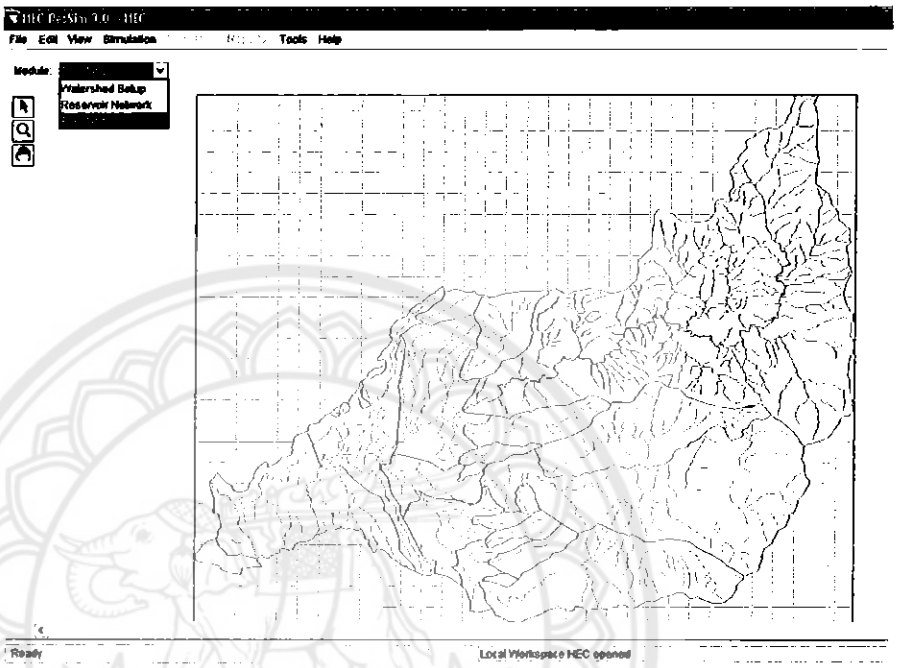
7. โดยที่เมนู Look back เราจะต้องกำหนดค่าที่จะต้องคำนวณและค่าคงที่ต่างๆ ของเขื่อนดังรูป



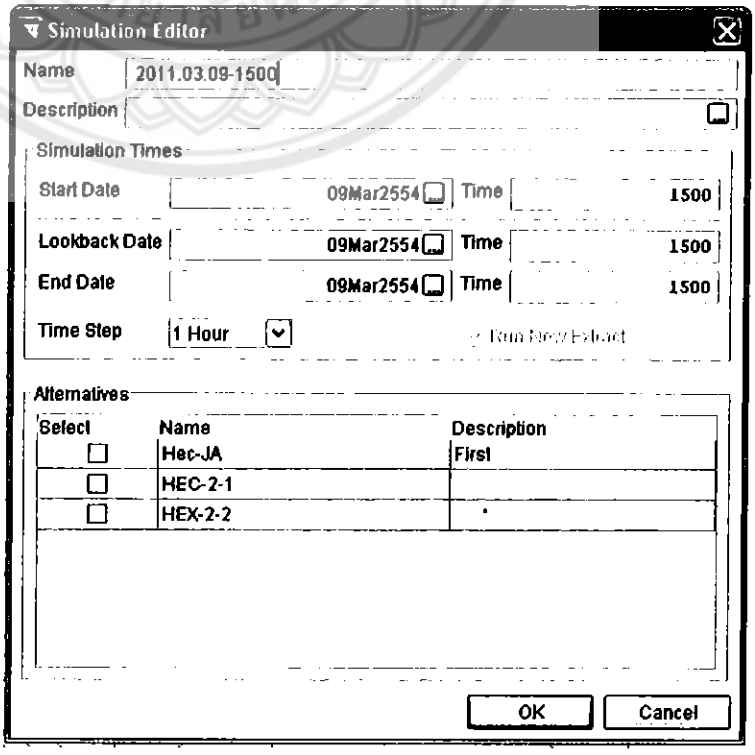
8. เมื่อใส่ข้อมูลเสร็จเลือก Alternative+ Save และเลือก Network+ Save

Simulation Module

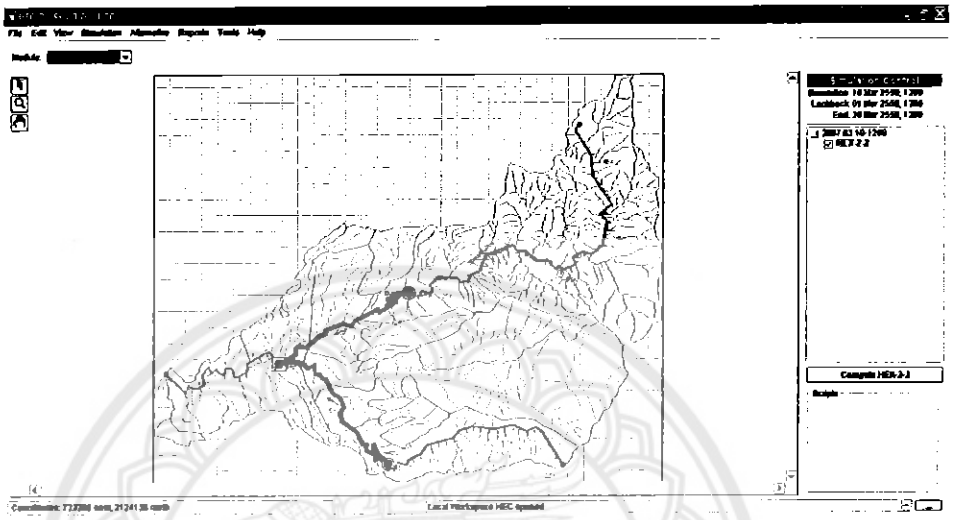
1. เลือก Module: Simulation ดังรูป



2. เลือก Simulation+ New ตั้งค่าเวลาที่จะคำนวณ ดังรูป

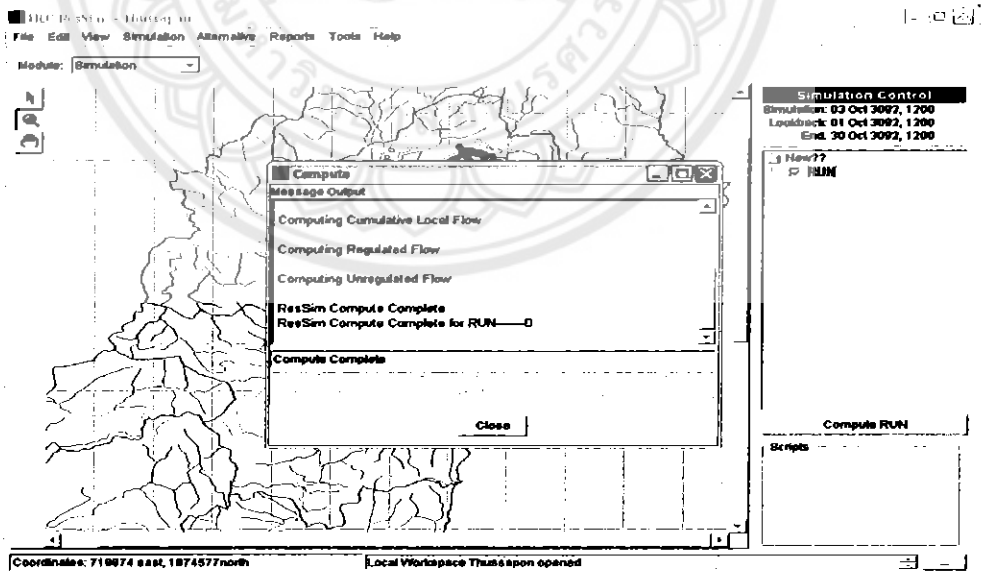


3. เมื่อทำการกำหนดค่าต่างๆเรียบร้อยแล้วจะได้ดังรูป

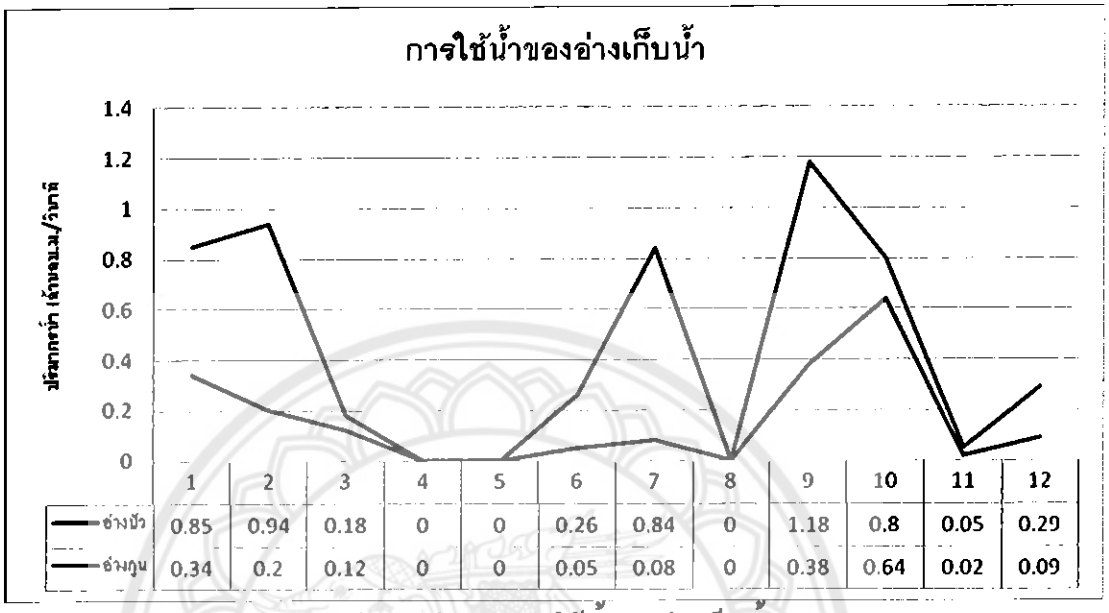


4. จากนั้นสั่ง Compute เพื่อทำการวิเคราะห์ผล

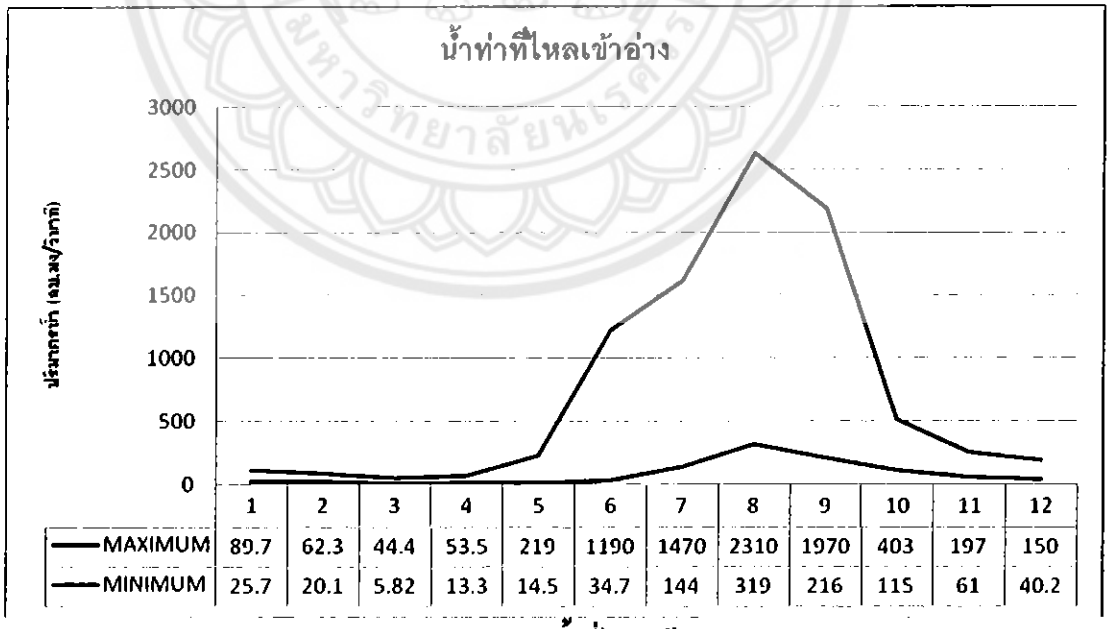
5. เมื่อทำการสั่ง Compute แล้วจะได้ดังรูป



6. จากนั้นเราสามารถดูผลจาก Reports และ Reservoir Summery Report แล้วนำไปวิเคราะห์ผล



รูป ก. ปริมาณการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำ



รูป ข. ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่าง

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นาย พิทยา เนื่องรอด

ภูมิลำเนา 165/21 ต.ไม้งาม อ.เมือง จ.ตาก 63000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนตากพิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : phit_just@hotmail.com

ชื่อ นาย สรากรณ์ พิมพ์โพธิ์

ภูมิลำเนา 99/1558 หมู่ 2 ต.สะเดียง อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเพชรพิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : aonsarakorn@hotmail.com

ชื่อ นาย จักรพงษ์ หัวเมืองแก้ว

ภูมิลำเนา 309 หมู่ 2 ต.แม่กา อ.เมือง จ.พะเยา 56000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนพะเยาพิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : m_mmmmm@hotmail.com