



รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- ไพรัตน์ วีรุตมเสนม. 1993 . การพัฒนาแหล่งน้ำในลุ่มน้ำสอย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ศิโรตม์ จิวรัตน์. 1996 . การปรับปรุงและการประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อศึกษาแหล่งน้ำบนลุ่มน้ำท่าลาดอย่างเป็นระบบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาษาอังกฤษ

- Chow, V. T., Maidment, D. R. ,and May, L. W.1998 . APPLIED HYDROLOGY. New York : McGraw-Hill.
- Fang, S., and Puthenpura, S.1981. Linear optimization and extensions. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- George, V. S. 1998. Clark Unit Hydrograph And R-Parameter Estimation. Journal of Hydraulic Engineering. 114(1):103-111
- Huggins, E. F., and Monke, E. J.1968. A Mathematical Model for Simulation the Hydrologic response of a Watershed . Water Resources Research 4(3):529-539
- Mizumura, K.1995. Runoff Prediction By Simple Tank Model Using Recession Curves. Journal of Hydraulic Engineering 121(11):812-818
- Osborn, H. B., and Lane, L. 1969. Precipitation-Runoff Relationship for Very Small Semiarid Rangeland Watersheds . Water Resources Research 5(2) :419-425
- Sugawara, M.1984 . Fundamental Characteristic of The Tank Model. Asian Institute of Technology
- U.S. Army Corp of Engineering .1981 .HEC-1 flood hydrograph package user's manual. Hydrologic Engineering Center Center. Davis .CA.
- U.S. Army Corp of Engineering . 2000 . Hydrologic Modeling System HEC-HMS Technical Reference Manual. Hydrologic Engineering Center . Davis. CA.
- Wesley, P. J., Phillip W. W., and Jimmy, R. W. 1987 .Synthetic Unit Hydrograph. Journal of Water Resources Planning and Management. 113(1):70-81

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

รายละเอียดสำคัญของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การประยุกต์ใช้งานโปรแกรม HEC-HMS กับพื้นที่ลุ่มน้ำที่พิจารณาอยู่ เพื่ออธิบายถึงรายละเอียดขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม HEC-HMS จะได้ยกตัวอย่างจากงานวิจัย ได้แก่ กรณีการประยุกต์ใช้งานแบบจำลองกรณีด้ายท้ายน้ำ โดยเลือกชุดข้อมูลฝน Apr1_97 และระยะเวลาการเคลื่อนจุดเป็น 10 กม. ซึ่งจะทำให้ทราบลักษณะการทำงานของโปรแกรม HEC-HMS ได้ชัดเจน

การเริ่มต้นใช้งานโปรแกรม HEC-HMS จะทำได้โดยด้วยการสร้างโครงงานใหม่ ต่อมาจึงสร้างมาตรวัดสำหรับข้อมูลปริมาณฝนและน้ำท่า กำหนดวิธีการคำนวณปริมาณการซึม กำหนดวิธีการคำนวณเส้นกราฟน้ำท่าหนึ่งหน่วย กำหนดวิธีการเคลื่อนจุด และกำหนดวิธีการคำนวณอัตราการไหลพื้นฐาน โดยพารามิเตอร์ที่สรุปค่าไว้จากตาราง (3-9) จะถูกนำมาใช้งานในกระบวนการคำนวณ โดยจะสรุปเป็นตารางดังนี้

ตาราง ก-1 แสดงลุ่มน้ำย่อย ปริมาณการซึมจากวิธีการของ SCS และการสังเคราะห์น้ำท่าด้วยวิธีการของ Clark

ลุ่มน้ำย่อย	อัตราการซึม			การแปลงน้ำท่า	
	ปริมาณฝนที่ซึมหมดในช่วงแรก (mm)	Curve Number	ส่วนที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ (%)	เวลาการไหลรวมตัว (hr.)	เวลาของการกักเก็บในลุ่มน้ำ (hr.)
1	44.54	46.81	4	6.07	26.15
2	44.54	46.81	4	6.07	26.15

ตาราง ก-2 แสดงรายละเอียดของลุ่มน้ำย่อยและอัตราการไหลพื้นฐาน

ลุ่มน้ำย่อย		อัตราการไหลพื้นฐาน		
ลำดับที่	พื้นที่ (km ²)	อัตราการไหลเริ่มต้น (m ³ /s)	Threshold Flow (m ³ /s)	ค่าคงที่ส่วนลด
1	503	0.64	0.05	0.88716
2	137	0.64	0.05	0.88716

หมายเหตุ กรณีที่มีการเคลื่อนจุด 10 กิโลเมตร ลุ่มน้ำย่อยที่ 2 จะมีพื้นที่เป็น 137 ตารางกิโลเมตร

ตาราง ก-3 แสดงรายละเอียดการเคลื่อนจุดกรณีศึกษาการประยุกต์ด้านท้ายน้ำ

ลำดับที่	จุดเริ่มต้น	จุดสิ้นสุด	วิธีการ	พารามิเตอร์
1	จุดออกของลุ่มน้ำย่อยที่ 1	จุดออกของลุ่มน้ำใหญ่	Muskingum	K = 2.778 X = 0.2

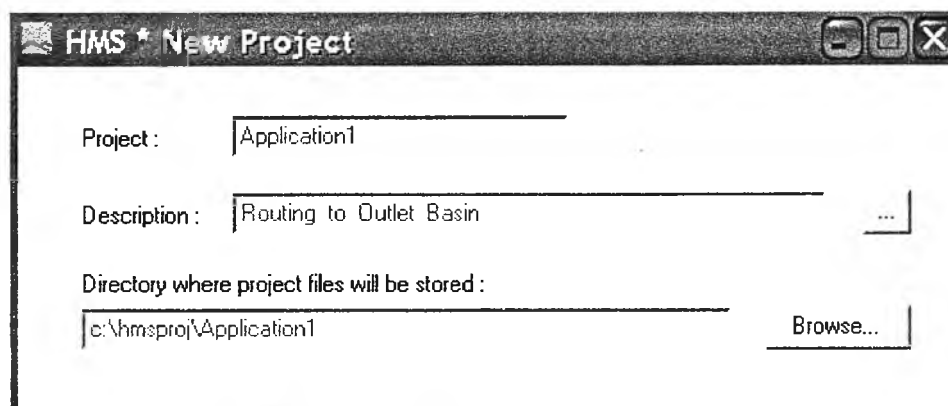
การกำหนดค่าตัวนำหนักของสถานีวัดปริมาณฝนในงานวิจัย ซึ่งใช้สถานีวัดปริมาณฝน 3 สถานี โดยพิจารณาปริมาณน้ำเป็น 2 กลุ่มน้ำย่อยจะพบว่าค่าตัวนำหนักของสถานีวัดปริมาณฝนแต่ละแห่งจะแตกต่างกันไป เนื่องจากตำแหน่งที่ตั้งและขนาดของกลุ่มน้ำย่อยแต่ละแห่ง โดยผู้วิจัยนั้นได้กำหนดให้กลุ่มน้ำย่อยที่ 1 ใช้วิธีการคำนวณค่าตัวนำหนักของสถานีวัดด้วยวิธีการของทิสเสน และกำหนดให้กลุ่มน้ำย่อยที่ 2 ใช้วิธีส่วนกลับของระยะทางยกกำลังสอง ทำให้ได้ค่าตัวนำหนักของสถานีวัดแต่ละแห่งแสดงดังตาราง ก-4

ตาราง ก-4 แสดงรายละเอียดค่าตัวนำหนักของสถานีวัดปริมาณฝน

กลุ่มน้ำย่อย	สถานีวัดปริมาณฝน		
	บ้านแม่ตื่น	อำเภอฮอด	บ้านแม่หงาว
1	0.75	0.2	0.05
2	0.9	0.0	0.1

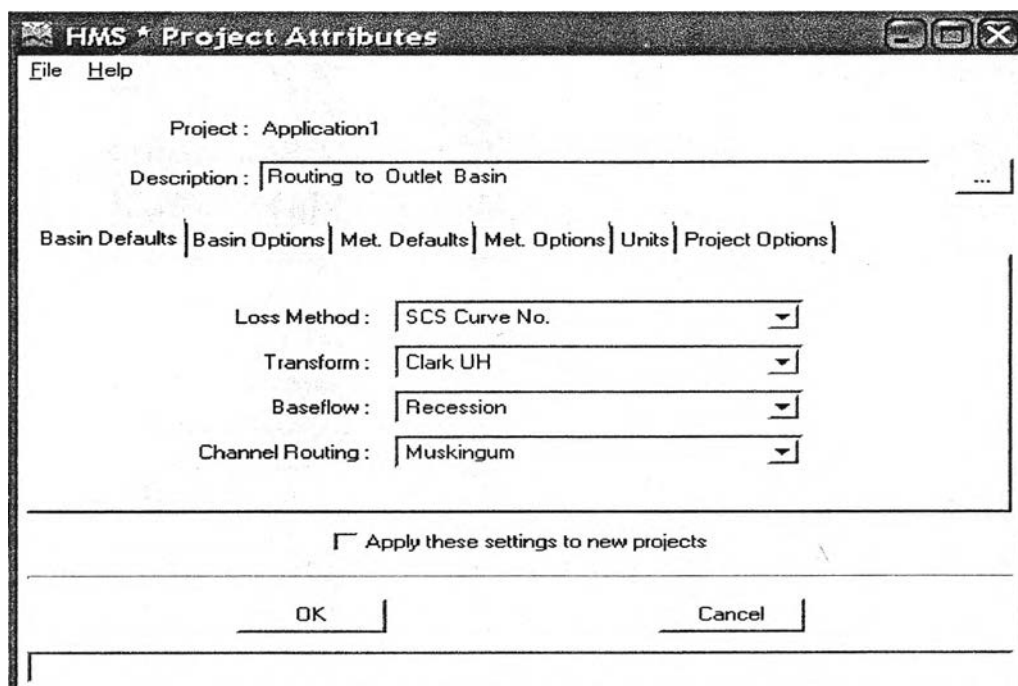
1) เริ่มต้นการใช้งานโปรแกรม HEC-HMS

การเริ่มต้นทำงานโปรแกรม HEC-HMS จะเริ่มจากการสร้างโครงการใหม่ (New Project) โดยจะกำหนดชื่อโครงการ หัวข้อสำคัญ และไดเรกทอรีที่จะจัดเก็บโครงการ แสดงดังรูป (ก-1)



รูป ก-1 แสดงการเริ่มต้นใช้งานโปรแกรม HEC-HMS

ขั้นตอนต่อไปจะกำหนดวิธีการต่างๆ ที่จะนำมาใช้ในกระบวนการคำนวณ โดยเลือกเมนู " Project Attributes " เพื่อจะกำหนดวิธีการที่นำมาใช้กระบวนการคำนวณแสดงดังรูป ก-2 โดยในส่วนของกระบวนการคำนวณปริมาณการซึมใช้วิธีการของ SCS การคำนวณเส้นกราฟน้ำท่าหนึ่งใช้วิธีของ Clark การคำนวณอัตราการไหลพื้นฐานใช้วิธีการ Recession การคำนวณการเคลื่อนจุดด้วยวิธีของ Muskingum และกำหนดการเลือกใช้หน่วยที่เมนู "Unit " เพื่อเลือกหน่วยในระบบ SI



รูป ก-2 แสดงการกำหนดวิธีการต่างๆ ที่เลือกใช้สำหรับแบบจำลอง

2) การนำข้อมูลปริมาณฝนและอัตราการไหลของน้ำท่าเข้าสู่โปรแกรม HEC-HMS

การทำงานในส่วนนี้จะมีการกำหนด สถานีวัดปริมาณฝน สถานีวัดน้ำท่า ประเภทของข้อมูลปริมาณฝน ที่ใช้ในงานวิจัย โดยในงานวิจัยจะใช้ข้อมูลปริมาณฝน และอัตราการไหลน้ำท่าที่เป็น ราย 3 ชม. หรือ 24 ชม. จึงกำหนดข้อมูลปริมาณฝนให้เป็นประเภท "Incremental Precipitation" กำหนดหน่วยของข้อมูลฝน การนำข้อมูลปริมาณฝนและอัตราการไหลของน้ำท่าเข้าสู่โปรแกรม HEC-HMS ทำได้ 2 วิธี แสดงดังรูป ก-3 กล่าวคือ วิธีการแรก ถ้าหากมีการเก็บข้อมูลไว้ที่แฟ้มข้อมูลนามสกุล DSS จะสามารถนำข้อมูลมาใช้งานได้ทันที อีกวิธีการหนึ่งคือการป้อนข้อมูลจากผู้ใช้ (Manual Entry) โดยผู้ใช้จะกำหนดชื่อของมาตรวัด กำหนดช่วงเวลาที่ใช้สำหรับการประมวลผลโปรแกรม และใส่ข้อมูลปริมาณฝนในแต่ละเวลา โดยการใส่ข้อมูลปริมาณฝนจะทำในส่วนของ " Data Editor " ซึ่งโปรแกรม HEC-HMS ได้กำหนดไว้สำหรับใส่ข้อมูลปริมาณฝน แสดงดังรูป ก-4 ส่วนวิธีการนำข้อมูลอัตราการไหลของน้ำท่าเข้าสู่โปรแกรมก็จะเป็นลักษณะเดียวกัน

New Precipitation Record

Help

Gage ID :

Description :

Data Type :

Units :

Location

	DEG	MIN	SEC
Longitude			
Latitude			

External DSS Record Manual Entry

Enter the Gage Description.

รูป ก-3 แสดงการสร้างมาตรวัดเพื่อนำข้อมูลฝนเข้าสู่โปรแกรม HEC-HMS

HMS * Data Editor

Help

Gage ID :

Description :

Date	Time	Incremental Precip inches
18 Apr 1997	06:00	
18 Apr 1997	09:00	0.0
18 Apr 1997	12:00	0.0
18 Apr 1997	15:00	0.0
18 Apr 1997	18:00	<input type="text"/>
18 Apr 1997	21:00	
18 Apr 1997	24:00	
19 Apr 1997	03:00	
19 Apr 1997	06:00	
19 Apr 1997	09:00	
19 Apr 1997	12:00	

Enter the incremental precip

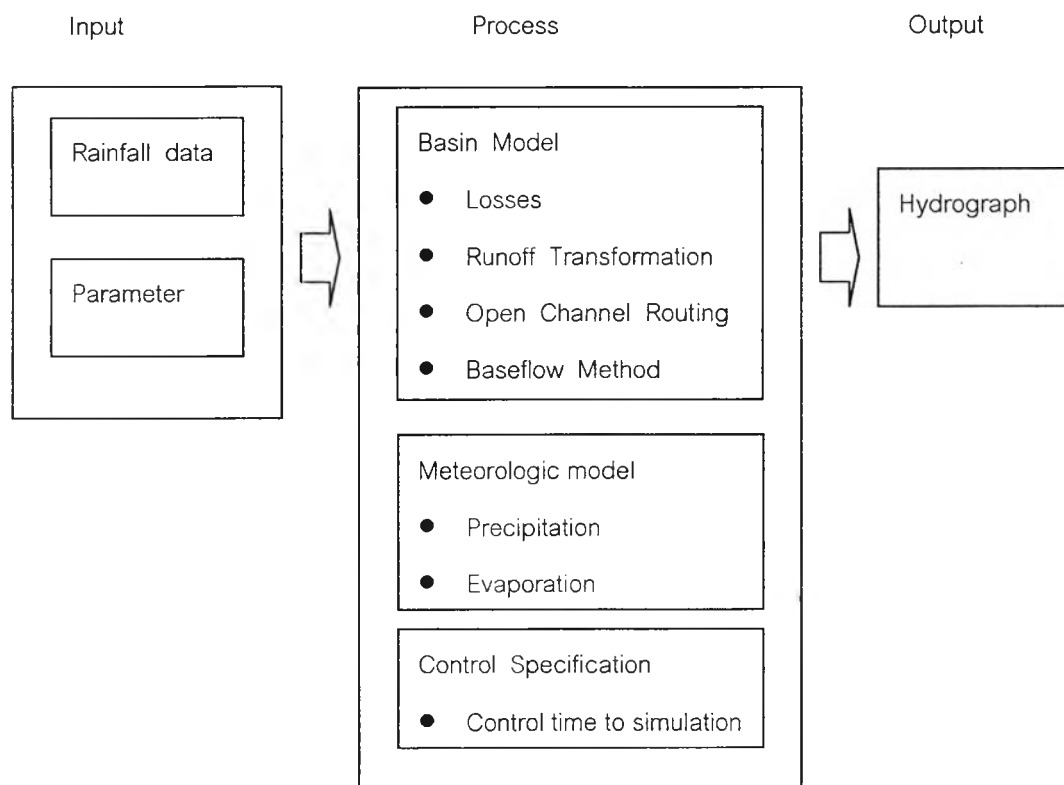
รูป ก-4 แสดงการป้อนข้อมูลปริมาณฝนเข้าสู่โปรแกรม HEC-HMS โดยผู้ใช้

การสร้างแฟ้มข้อมูลปริมาณฝนเป็นแฟ้มข้อมูลนามสกุล DSS นั้นเป็นวิธีการที่สะดวกต่อการใช้งาน แต่เนื่องจากขณะทำงานวิจัย ไม่มีโปรแกรมสำหรับสร้างแฟ้มข้อมูลนามสกุล DSS จึงไม่สามารถใช้วิธีการนี้ได้ ส่วนการป้อนข้อมูลปริมาณฝนจากผู้ใช้ นั้นเป็นทางเลือกหนึ่ง แต่จะยากในการตรวจสอบความถูกต้องและใช้เวลานานในการป้อนข้อมูล

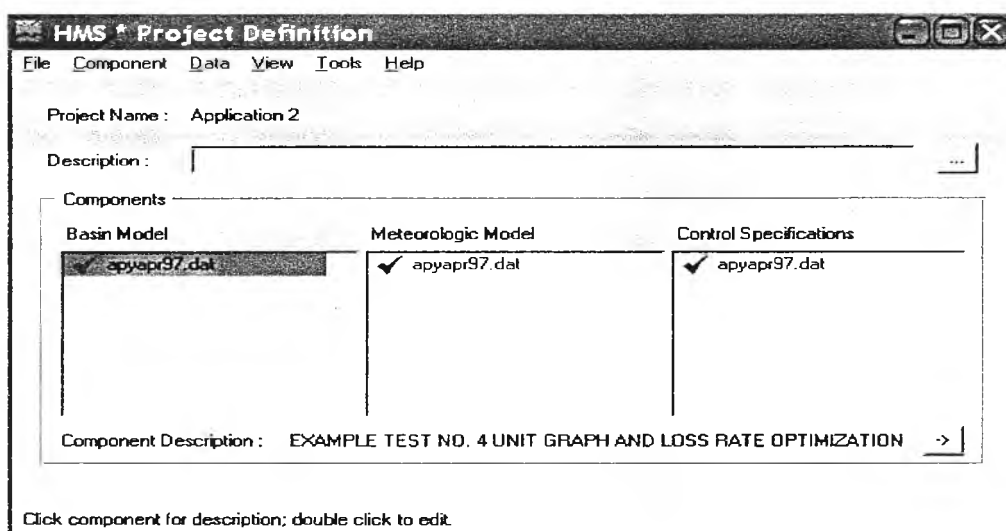
งานวิจัยได้อาศัยอีกทางหนึ่งในการป้อนข้อมูล คือวิธีการ " Import HEC1 File " วิธีการนี้สามารถกระทำได้โดยการสร้างแฟ้มข้อมูลให้มีคุณสมบัติตามโปรแกรม HEC1 แล้วส่งแฟ้มข้อมูลดังกล่าวไปยังโปรแกรม HEC-HMS โดยเมนูที่ชื่อ "Import HEC1 File " ข้อมูลที่ส่งไปยังโปรแกรม HEC-HMS ประกอบด้วยข้อมูลลุ่มน้ำ พารามิเตอร์ และวิธีการต่างๆ รวมทั้งช่วงเวลาในการประมวลผลโปรแกรมด้วย แสดงดังรูป ก-6 เมื่อส่งแฟ้มข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม HEC-HMS ควรจะตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลอีกครั้ง ก่อนจะทำการประมวลผลโปรแกรม

3) ส่วนประกอบของโปรแกรม HEC-HMS

จากหัวข้อที่ 3.2 แบบจำลอง HEC-HMS จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน ประกอบด้วยแบบจำลองลุ่มน้ำ แบบจำลองฝน และการควบคุมเวลาในการประมวลผลโปรแกรม แสดงดังรูปโดยมีรายละเอียดที่สำคัญดังนี้



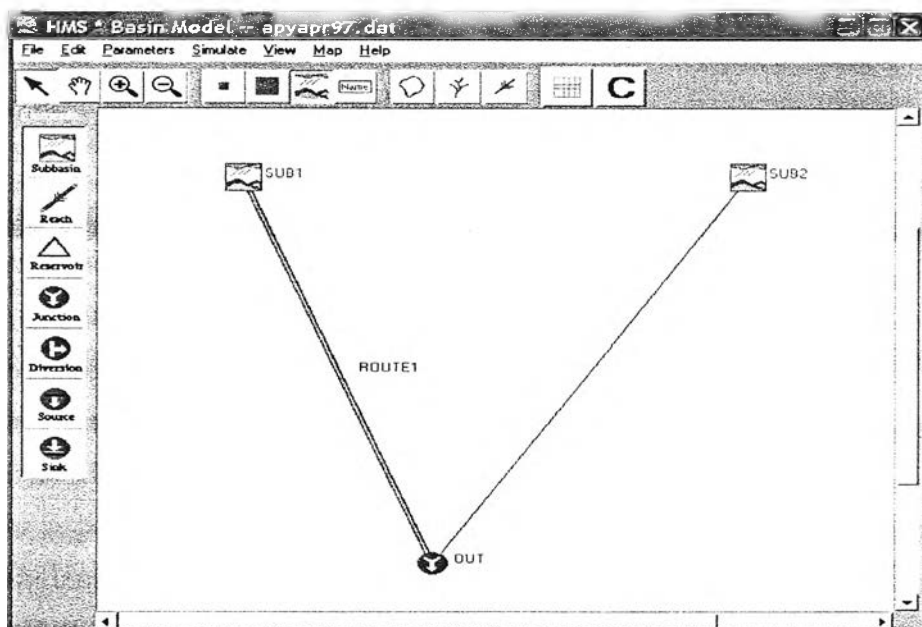
รูป ก-5 แสดงโครงสร้างการทำงานของโปรแกรม HEC-HMS



รูป ก-6 แสดงผลลัพธ์ที่ได้หลังจากการ "Import HEC1 File"

3.1 แบบจำลองลุ่มน้ำ (Basin Model)

แบบจำลองลุ่มน้ำจะแบ่งตามลุ่มน้ำย่อย ซึ่งแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ ก-1 และ ก-2 โดยผลจากการ "Import HEC1 File" ทำให้ข้อมูลต่างๆ ที่ระบุในแฟ้มข้อมูล HEC1 ถูกส่งเข้ามายังโปรแกรม HEC-HMS ซึ่งพารามิเตอร์และวิธีการต่างๆ จะอยู่ในส่วนของแบบจำลองลุ่มน้ำ หากจะทำการแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงสามารถทำได้โดยการเลือกที่ชื่อของแฟ้มข้อมูลซึ่งอยู่ในแบบจำลองลุ่มน้ำ ผลที่ได้จะปรากฏหน้าต่างใหม่ ซึ่งแสดงสัญลักษณ์ต่างๆ ที่ใช้งานในลุ่มน้ำ ประกอบด้วยลุ่มน้ำย่อย (Subbasin) 2 ลุ่มน้ำ และส่วนของการเคลื่อนจุด (Reach) โดยแสดงรายละเอียดดังรูป



รูป ก-7 แสดงสัญลักษณ์ที่ใช้แทนลุ่มน้ำและส่วนต่างๆ ในโปรแกรม HEC-HMS

3.2 แบบจำลองของฝน (Meteorologic model)

แบบจำลองของฝนจะเกี่ยวข้องกับมาตรวัดปริมาณน้ำฝน ซึ่งประกอบด้วย การกำหนดประเภทของมาตรวัด และการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของมาตรวัดน้ำฝน ซึ่งจะแบ่งตามลุ่มน้ำย่อย แสดงดังตารางที่ ก-4 มาตรวัดน้ำฝนซึ่งกำหนดไว้ใช้งานในโปรแกรม HEC-HMS นั้น จะมี 2 ประเภท ประเภทแรกเรียกว่า "Temporal Gage weight" ใช้สำหรับใส่ข้อมูลปริมาณฝนทั้งหมดบนพื้นที่ลุ่มน้ำ อีกประเภทหนึ่งคือ "Record Gage" ซึ่งกำหนดให้เป็นมาตรวัดซึ่งใช้แทนมาตรวัดจากสถานีวัดน้ำฝนแต่ละแห่ง การกำหนดมาตรวัดประเภทต่างๆแสดงดังรูป ก-8

	Gage ID	Gage Type	Total-Storm Depth (mm)	Index Precip (mm)
Add Gage Recording	467041	NR	56.665	
Add Gage Recording	467042	NR	50.2	
Add Gage	100	R		
Add Gage	300	R		
Total Storm	5000	R		

รูป ก-8 แสดงการกำหนดประเภทของมาตรวัดปริมาณฝน

ปัญหาเนื่องจากโปรแกรม HEC1 ไม่จำเป็นจะต้องมีมาตรวัดประเภท " Temporal Gage weight " การส่งข้อมูลเข้ามาจากโปรแกรม HEC1 อาจพบความผิดพลาดได้ จึงต้องมีการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของมาตรวัดประเภท " Temporal Gage weight " เพิ่มเติม ซึ่งการกำหนดค่าต่างๆ ของมาตรวัดมีหลายละเอียดดังนี้

- กำหนดประเภท และจำนวน ของมาตรวัดทุกประเภทที่จะนำมาใช้งาน แสดงดังรูป ก-8 โดยมาตรวัดประเภท " Temporal Gage weight " จะต้องกำหนดค่าปริมาณน้ำฝนรวมบนพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแต่ละแห่ง ส่วนมาตรวัดประเภท " Record Gage " จะถูกกำหนดโดยแฟ้มข้อมูลที่ส่งมาจากโปรแกรม HEC1 ทำให้สามารถใช้มาตรวัดประเภทนี้ได้โดยไม่ต้องกำหนดข้อมูลเพิ่มเติม

- กำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของมาตรวัด โดยจะกำหนดเพื่อจะแบ่งมาตรวัดน้ำฝนที่ใช้งานสำหรับลุ่มน้ำย่อยแต่ละแห่ง โดยลุ่มน้ำย่อย แต่ละแห่งจะมีมาตรวัดประเภท " Temporal Gage weight " จำนวน 1 มาตรวัด ส่วนมาตร

วัดน้ำฝนประเภท " Record Gage" จำนวนมาตรวัดขึ้นอยู่กับลุ่มน้ำย่อยแต่ละแห่ง การกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของมาตรวัดทั้งสองประเภท แสดงดังรูป ก-9

- การกำหนดจำนวนมาตรวัดในแต่ละลุ่มน้ำย่อยนั้น เมื่อผ่านขั้นตอนการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของมาตรวัดในแต่ละลุ่มน้ำย่อย จะแสดงให้เห็นและสามารถตรวจสอบได้

The screenshot shows the 'HMS * Meteorologic Model' dialog box. The 'Method' is set to 'User Gage Weighting'. The 'Subbasin' is 'SUB1'. A table lists gages with their IDs, types, and weights.

Gage ID	Gage Type	Total Storm Gage Weight	Temporal Gage Weight
467041	NR	1.0	
100	R	0.0	0.82
300	R	0.0	0.18

รูป ก-9 แสดงการกำหนดประเภทและค่าถ่วงน้ำหนักของมาตรวัดสำหรับลุ่มน้ำย่อย

3.3 การกำหนดช่วงเวลาการประมวลผลโปรแกรม

ช่วงเวลาการประมวลผลโปรแกรม เวลาเริ่มต้น เวลาสิ้นสุด การแบ่งช่วงเวลาในการประมวลผลโปรแกรม แสดงดังรูปที่ ก-10 สามารถตรวจสอบความถูกต้องและแก้ไขได้

The screenshot shows the 'HMS * Control Specifications' dialog box. The 'Control Specs ID' is 'apyapr97.dat'. The 'Description' is 'EXAMPLE TEST NO. 4 UNIT GRAPH AND LOSS RATE OPTI'. The 'Starting Date' is '18 Apr 1997' and 'Starting Time' is '06:00'. The 'Ending Date' is '05 May 1997' and 'Ending Time' is '03:00'. The 'Time Interval' is '3 Hours'.

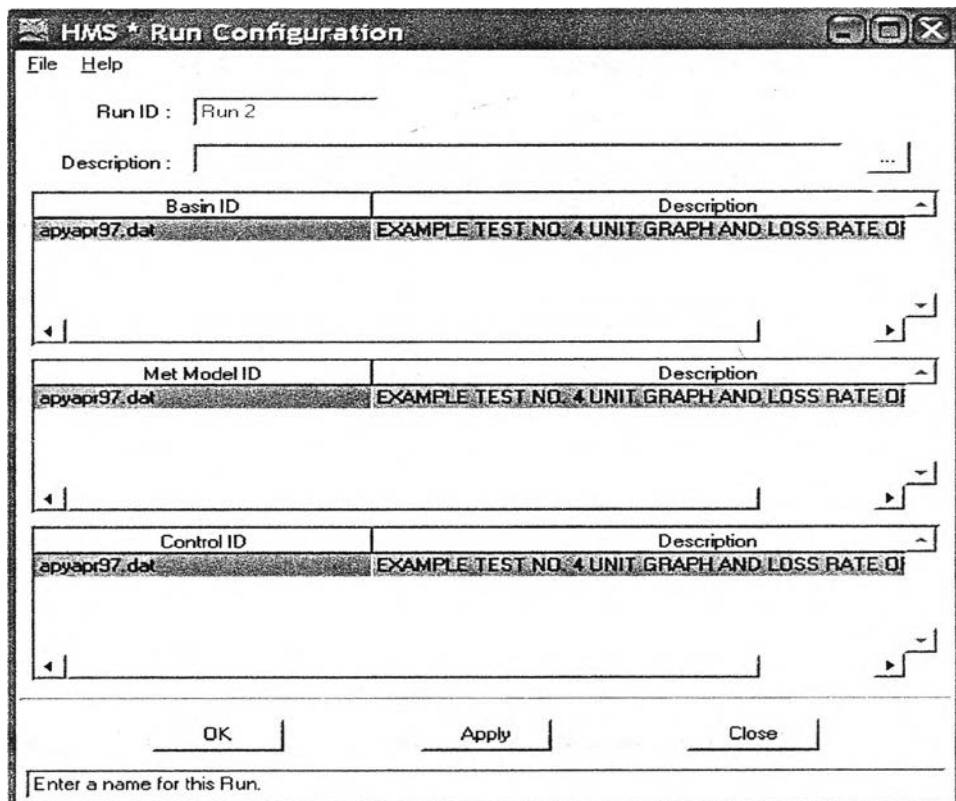
รูป ก-10 แสดงส่วนควบคุมช่วงเวลาในการประมวลผลโปรแกรม

4) การประมวลผลโปรแกรม

การประมวลผลโปรแกรม HEC-HMS จะประกอบด้วย การประมวลผลโปรแกรมเพื่อคำนวณอัตราการไหลของน้ำท่า และการประมวลผลโปรแกรมเพื่อหาค่าเหมาะสมที่สุด

4.1 การประมวลผลโปรแกรมเพื่อคำนวณอัตราการไหลของน้ำท่า จะเป็นการคำนวณอัตราการไหลของน้ำท่าในแต่ละเวลาสำหรับสร้างเส้นกราฟน้ำท่า จากส่วนประกอบของ HEC-HMS ทั้ง 3 ส่วนนั้นจะถูกนำมาใช้ประมวลผลโปรแกรม การประมวลผลโปรแกรมเพื่อคำนวณอัตราการไหลของน้ำท่าจะประกอบด้วย 2 ขั้นตอนดังนี้

ก) การเลือกส่วนประกอบทั้ง 3 ส่วน เพื่อทำการประมวลผลโปรแกรม ซึ่งก็คือ แบบจำลองลุ่มน้ำ แบบจำลองฝน และการควบคุมเวลาในการประมวลผลโปรแกรม ซึ่งจะต้องเข้าไปที่ เมนู Simulation และเลือกคำสั่ง " Run Configuration " และเลือกส่วนประกอบทั้ง 3 ส่วนดังรูปที่ ก-11



รูป ก-11 แสดงการกำหนดส่วนประกอบของ HEC-HMS สำหรับการประมวลผลโปรแกรม

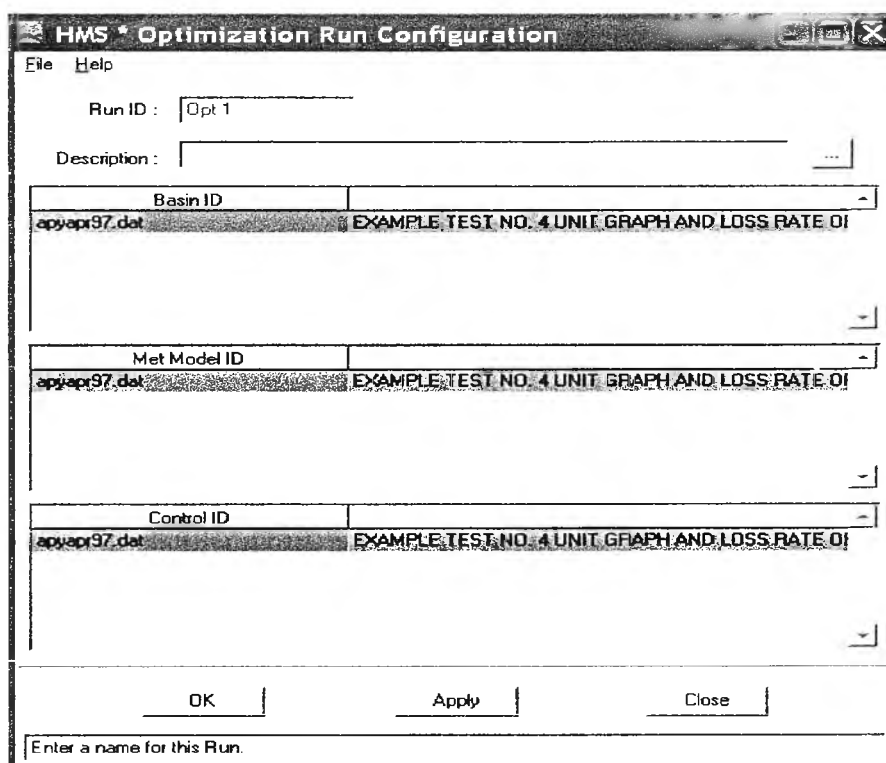
ข) การประมวลผลโปรแกรม โดยการเลือก เมนู Simulation และเลือกคำสั่ง "compute<Run1>"

โปรแกรมจะทำการประมวลผลโปรแกรม จากส่วนประกอบต่างๆ ของโปรแกรม โดยผลลัพธ์ของโปรแกรมจะประกอบด้วย เส้นกราฟน้ำท่า ผลการคำนวณอัตราการไหลที่เวลาต่างๆ และตารางสรุปผลลัพธ์ที่สำคัญจากการประมวลผลโปรแกรม

4.2 การประมวลผลโปรแกรม เพื่อหาค่าเหมาะสมที่สุด

การประมวลผลโปรแกรมเพื่อหาค่าเหมาะสมที่สุด จะมีลักษณะเดียวกับการประมวลผลโปรแกรมเพื่อคำนวณอัตราการไหลของน้ำท่า โดยการมีส่วนประกอบทั้ง 3 ส่วน และนำข้อมูลน้ำท่ามาใช้ในกระบวนการหาค่าเหมาะสมที่สุด โดยการประมวลผลโปรแกรมจะมี 2 ขั้นตอนดังนี้

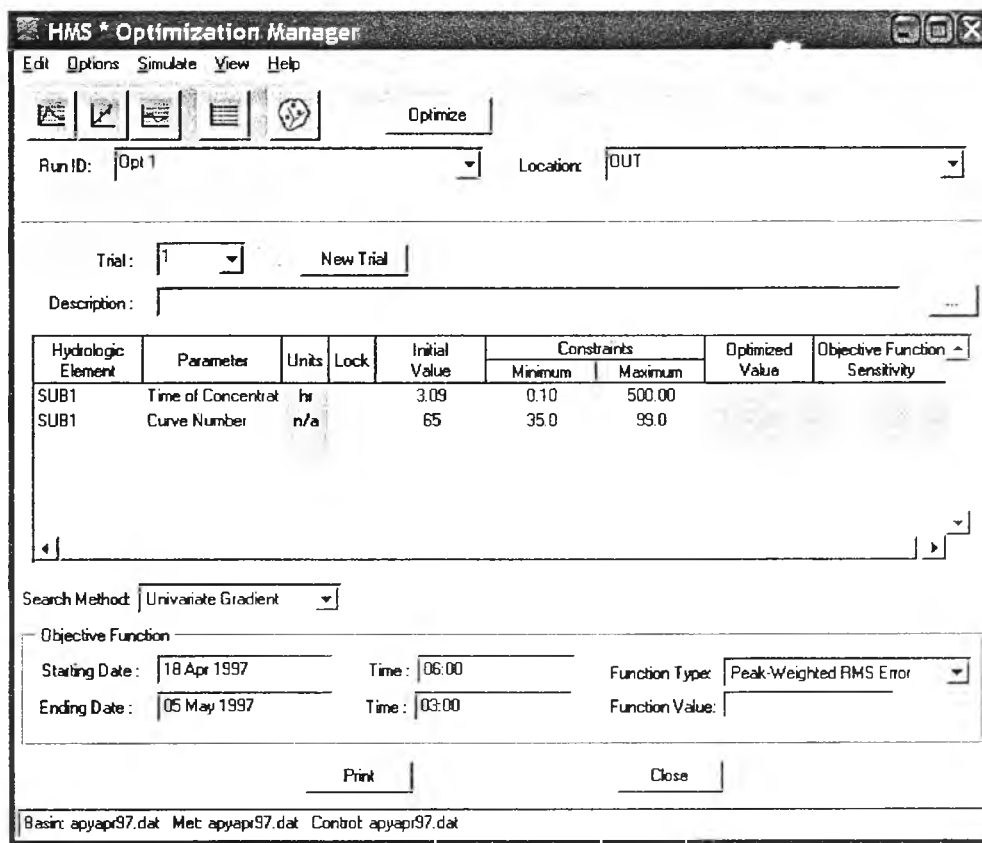
ก) การเลือกส่วนประกอบทั้ง 3 ส่วนเพื่อทำการประมวลผลโปรแกรม มีลักษณะเช่นเดียวกับการประมวลผลโปรแกรมเพื่อคำนวณอัตราการไหลของน้ำท่า แต่จะทำในเมนู Tool และเลือกคำสั่ง "Optimization Run configuration" และเลือกส่วนประกอบทั้ง 3 ส่วนแสดงดังรูปที่ ก-11



รูป ก-12 แสดงการกำหนดส่วนประกอบของ HEC-HMS สำหรับกระบวนการหาค่าเหมาะสมที่สุด

ข) การประมวลผลโปรแกรม โดยการเลือกคำสั่ง "Optimization" โดยก่อนทำการประมวลผลโปรแกรม จะต้องกำหนดค่าเริ่มต้นของพารามิเตอร์ วิธีการหาค่าเหมาะสมที่สุด (search method) ช่วงค่าพารามิเตอร์ แสดงดังรูป

ก-13



รูป ก-13 แสดงการกำหนดค่าต่างๆ ก่อนทำการประมวลผลโปรแกรมกระบวนการหาค่าเหมาะสมที่สุด

โปรแกรมจะทำการประมวลผลโปรแกรม จากส่วนประกอบต่างๆ ของโปรแกรม โดยผลลัพธ์ที่ได้คือค่าพารามิเตอร์ซึ่งผ่านกระบวนการหาค่าเหมาะสมที่สุด เส้นกราฟน้ำท่าซึ่งเกิดจากพารามิเตอร์ดังกล่าว และสามารถเปรียบเทียบผลลัพธ์กับอัตราการไหลจากข้อมูลน้ำท่า โดยไปที่เมนู "view" และเลือก "trail result" จะได้ผลการเปรียบเทียบในส่วนของคุณสมบัติของน้ำท่า อัตราการไหลสูงสุด เวลาการเกิดอัตราการไหลสูงสุด ซึ่งเป็นค่าที่ใช้อ้างอิงในการตรวจสอบผลลัพธ์ในการดำเนินงานวิจัย

หมายเหตุ เดือนสิงหาคมปี พ.ศ. 2542 นั้นไม่ได้มีการบันทึกข้อมูล
ที่มา สำนักกฏทกวิทยา กรมชลประทาน

ตาราง ข-2 แสดงข้อมูลฝนเฉลี่ยรายเดือนที่สถานีวัดน้ำฝน 07092

หน่วย : มม.

ปี พ.ศ.	เม. ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ผล เฉลี่ย รายปี
2534	1.1	4.4	3.5	1.4	5.2	8.8	6.4	2.7	0.1	0.0	0.8	0.0	34.4
2535	1.2	0.7	2.4	2.9	5.1	11.5	5.4	1.1	1.7	0.0	0.0	1.2	33.2
2536	1.6	3.6	1.0	1.8	2.7	5.4	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	25.2
2537	0.8	2.8	4.1	3.0	9.3	5.9	1.3	0.6	3.1	0.1	0.0	0.3	31.3
2538	1.0	3.1	1.5	5.0	4.2	7.2	2.0	0.8	0.4	0.9	1.4	0.2	27.7
2539	1.5	3.6	5.1	4.6	9.3	7.9	4.4	2.2	0.1	0.0	0.1	0.9	39.7
2540	3.2	1.1	1.0	3.1	2.9	7.3	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	21.5
2541	0.2	2.4	4.6	3.2	5.9	3.5	1.8	1.2	0.0	1.8	1.4	0.6	26.6
2542	2.5	12.0	1.0	2.8	4.9	4.1	10.1	3.9	0.0	0.0	0.1	3.0	44.4
2543	2.8	6.9	5.5	1.5	2.9	6.4	5.8	0.1	3.5	0.0	0.0	1.9	37.3
เฉลี่ย	1.6	4.1	3.0	2.9	5.2	6.8	4.5	1.3	0.9	0.3	0.4	1.2	32.13
สูงสุด	3.2	12.0	5.5	5.0	9.3	11.5	10.1	3.9	3.5	1.8	1.4	3.9	44.4
ต่ำสุด	0.2	1.1	1.0	1.5	2.7	3.5	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	21.5

ที่มา กรมอุตุนิยมวิทยา

ตาราง ข-3 แสดงข้อมูลฝนเฉลี่ยรายเดือนที่สถานีวัดน้ำฝน 20095

หน่วย : มม.

ปี พ.ศ.	เม. ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ผล เฉลี่ย รายปี
2533	2.1	6.5	8.4	10.6	8.0	4.4	4.1	1.0	0.0	0.0	0.8	0.0	45.90
2535	0.0	2.5	9.4	12.7	5.4	8.5	6.9	0.0	3.2	0.0	0.0	0.2	48.80
2536	1.9	7.9	9.5	7.0	9.1	8.5	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	49.30
2537	3.2	11.4	8.2	15.6	12.0	5.1	3.1	0.1	0.0	0.0	0.0	1.4	60.10

ตาราง ข-3 (ต่อ)

ปี พ.ศ.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ผลเฉลี่ยรายปี
2538	0.4	5.1	7.3	8.5	9.9	9.3	3.1	1.9	0.0	0.0	2.5	0.5	48.50
2539	3.1	6.0	12.3	11.8	8.9	11.4	2.8	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	58.00
2541	0.2	5.9	3.9	3.4	4.2	10.6	0.9	0.3	0.2	0.0	2.1	0.1	31.80
2542	2.4	10.1	9.8	12.0	14.7	9.6	2.2	2.5	0.0	0.0	1.1	2.7	67.09
2543	3.0	7.4	10.1	7.9	7.6	7.1	4.8	0.0	0.0	0.1	0.2	19.2	67.34
ค่าเฉลี่ย	1.8	7.0	8.8	9.9	8.9	8.3	3.3	0.8	0.4	0.0	0.7	3.0	53.0
ค่าสูงสุด	3.2	11.4	12.3	15.6	14.7	11.4	6.9	2.5	3.2	0.1	2.5	19.2	67.3
ค่าต่ำสุด	0.0	2.5	3.9	3.4	4.2	4.4	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.8

ที่มา การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

2) ข้อมูลการวัดน้ำท่า

จากข้อมูลที่ได้มาในส่วนของปริมาณน้ำนั้น จะการเก็บข้อมูลอยู่น้อย ข้อมูลที่สถานี P64 ตั้งแต่ปี 2533 เป็นต้นไป และสถานีวัดน้ำ PN 8 นั้นเลิกใช้งานไปแล้วและอยู่ห่างไกลจากจุดออกของกลุ่มน้ำที่สนใจ จึงไม่ได้นำมาใช้ในการสร้างแบบจำลอง ข้อมูลปริมาณน้ำจากสถานี P64 นั้นมีข้อมูลจากเครื่องวัดปริมาณน้ำธรรมดา ซึ่งจะมีการจัดบันทึกผลการวัดปริมาณน้ำที่เวลา 6.00 , 9.00, 12.00 , 15.00 , 18.00 นาฬิกาและจะมีการจัดบันทึกเพิ่มเติมในกรณีที่มีปริมาณน้ำสูงมาก ๆ ซึ่งถือได้ว่าเป็นข้อจำกัดด้านข้อมูลด้านหนึ่ง ในการสร้างแบบจำลอง หากต้องการสร้างแบบจำลองที่ใช้ในช่วงเวลานั้นๆ นั้นอาจจะต้องมีวิธีการเพิ่มเติมข้อมูลในส่วนของเวลาที่ไม่มี ข้อมูลปริมาณน้ำนั้นมีค่าสถิติที่น่าสนใจดังนี้

ตาราง ข-4 แสดงข้อมูลน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนที่สถานีวัด P64

มีหน่วยเป็น : CMS

ปี พ.ศ.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	น้ำท่ารวมทั้งปีเฉลี่ย
2534	1.43	0.69	10.64	11.75	29.99	16.95	13.48	5.20	3.43	2.68	1.92	1.42	99.58
2535	0.31	0.56	1.31	8.03	10.01	17.71	19.52	5.80	5.41	2.34	1.23	0.62	72.85
2536	0.25	2.13	3.03	4.94	11.46	15.62	8.92	3.27	1.99	1.15	0.64	3.76	57.16
2537	0.93	5.72	11.18	22.42	38.73	26.78	13.26	4.17	2.68	1.54	0.79	0.44	128.64

ตาราง ข-4 (ต่อ)

ปี พ.ศ.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	น้ำท่า รวมทั้ง ปีเฉลี่ย
2538	0.60	3.25	2.53	7.12	14.05	18.36	16.76	6.21	3.52	2.22	2.07	1.47	78.16
2539	1.50	3.58	6.99	10.61	20.11	28.42	14.56	11.14	3.69	2.25	1.26	0.73	104.84
2540	1.04	0.52	1.35	9.95	22.34	15.46	12.17	4.95	2.73	1.39	0.68	0.23	72.81
2541	0.14	0.52	0.44	1.92	2.57	4.00	1.34	1.20	0.28	0.23	0.14	0.15	12.93
2542	2.41	11.36	6.97	7.28	25.25	13.84	17.00	10.82	3.82	2.12	1.30	0.71	102.88
2543	3.18	9.03	11.02	13.40	11.67	16.85	19.90	7.64	4.83	2.22	1.00	1.76	102.50
เฉลี่ย	1.18	3.74	5.55	9.74	18.62	17.40	13.69	6.04	3.24	1.81	1.10	1.13	83.23
ค่าสูงสุด	3.18	11.36	11.18	22.42	38.73	28.42	19.90	11.14	5.41	2.68	2.07	3.76	128.64
ค่าต่ำสุด	0.14	0.52	0.44	1.92	2.57	4.00	1.34	1.20	0.28	0.23	0.14	0.15	12.93

ที่มา สำนักอุทกวิทยา กรมชลประทาน

3) ข้อมูลประเภทของดินและกิจกรรมการใช้ที่ดิน

ข้อมูลพื้นฐานหลักๆ ของข้อมูลดินที่ใช้ในแบบจำลองได้แก่ ประเภทของดิน และกิจกรรมการใช้ที่ดิน จากการสำรวจข้อมูลในพื้นที่ลุ่มน้ำ พบว่ากิจกรรมการใช้ที่ดิน สามารถจะสรุปได้ดังนี้

ตาราง ข-5 แสดงกิจกรรมการใช้พื้นที่ในเขตบริเวณลุ่มน้ำที่จะทำการสร้างแบบจำลอง

กิจกรรมการใช้ที่ดิน	สัดส่วนของการใช้พื้นที่ (%)
ป่าแดงหรือป่าเต็งรัง หรือป่าเบญจพรรณ	30
ป่าผลัดใบเสื่อมโทรม - ไร่ร้าง	28
ป่าสน	27
พืชผัก	7.5
พืชไร่ผสม - พืชผัก	3
พืชไร่ผสมร้าง - ไร่ร้าง	1
นาดำ	2
ไร่ร้าง - ไร่ร้าง	1
ไร่ร้าง - ป่าไม้ผลัดใบเสื่อมโทรม	0.5
รวม	100

ที่มา กรมพัฒนาที่ดิน

จากการศึกษาประเภทของดินในเขตบริเวณลุ่มน้ำกรณี่ศึกษาพบว่าการแบ่งกลุ่มดินตามข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดดังนี้

ดินกลุ่ม 62 มีสัดส่วนต่อพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 45 ลักษณะและคุณสมบัติต่างๆ ของดิน เช่นเนื้อดิน สีดิน ความลึกของดิน ตลอดจนความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาตินั้นไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับพื้นที่เป็นวัตถุต้นกำเนิดของดิน มีศักยภาพไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้การเพาะปลูกพืช เนื่องจากเป็นดินต้น มีหินโผล่ผิวดินเป็นส่วนใหญ่ และพื้นที่เป็นภูเขาสูงชัน มีความลาดเทเฉลี่ยเกิน 35% ว่างต่อการชะล้างพังทลายของดิน

ดินกลุ่มที่ 30 D มีสัดส่วนต่อพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 40 ลักษณะเป็นดินลึก เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวถึงดินเหนียว น้ำตาลเข้มหรือน้ำตาลเข้มปนแดง ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลาง ความลาดชันประมาณ 12-20% การระบายน้ำดี มีศักยภาพเหมาะสมที่จะนำมาใช้ปลูกพืชไม้ผล พืชไร่และพืชผักทั่วไป

ดินกลุ่มที่ 35 C มีสัดส่วนต่อพื้นที่ร้อยละ 4 เป็นดินลึกมาก ลักษณะของดินเป็นดินร่วนปนทราย สีน้ำตาลปนเทาหรือน้ำตาลปนเทาเข้มหรือน้ำตาล ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำ ความลาดชันประมาณ 5-12 % การระบายน้ำดีใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชไร่ ไม้ผล ไม้ยืนต้น และยังคงสภาพเป็นป่า ได้แก่ ป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ

ดินกลุ่ม RL มีสัดส่วนต่อพื้นที่ร้อยละ 8 เป็นพื้นที่ดินหินโผล่ มีลักษณะคล้ายกับดินกลุ่มที่ 62 ไม่เหมาะจะนำมาใช้เพาะปลูกพืช

ดินกลุ่มที่ 48 D สัดส่วนต่อพื้นที่ร้อยละ 1 เป็นดินต้น ลักษณะดินเป็นดินร่วนปนทรายเป็นส่วนใหญ่ สีดินเป็นสีน้ำตาล สีแดงปนเหลืองหรือแดง ความอุดมสมบูรณ์อยู่ระดับต่ำถึงปานกลาง มีความลาดชันประมาณ 12-20%

นอกจากนี้ยังมีดินในกลุ่มที่ 30 C และ 30 E ลักษณะนั้นคล้ายดินกลุ่มที่ 30 D แต่มีความลาดชันแตกต่างกันออกไป

ภาคผนวก ค.

ผลลัพธ์ของการประมวลผลแบบจำลอง

ผลลัพธ์จากกระบวนการหาค่าเหมาะสมที่สุดจากโปรแกรม HEC-HMS โดยใช้การแบ่งช่วงเวลากการประมวลผลโปรแกรมเท่ากับ 24 ชม.

ตาราง ค-1 แสดงผลของการทดสอบแบบจำลองเพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ของแบบจำลองแบบที่ 1 กับข้อมูลช่วงฤดูฝน

พารามิเตอร์	แบบจำลองแบบที่ 1													หมายเหตุ
	ชุดข้อมูล													
	Wet1_98	Wet2_98	Wet1_96	Wet2_96	Wet1_95	Wet2_95	Wet1_94	Wet2_94	Wet1_93	Wet2_93	Wet1_92	Wet2_92	ค่าเฉลี่ย	
อัตราการไหลพื้นฐานเริ่มต้น	เท่ากับค่าอัตราการไหลเริ่มต้น													กำหนด
Recession Constant	1.0050													ค่าก่อน
Threshold flow (CMS)	0.05													ทดสอบ
ส่วนที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ (%)	0.0													โปรแกรม
เวลาการไหลรวมตัว (hr.)	24.57	24.77	24.72	37.08	24.23	37.18	24.43	39.74	39.44	24.23	24.57	24.24	29.1	มาจาก
เวลาการกักเก็บในลุ่มน้ำ (hr.)	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	กระบวนการ
Initial Abstraction(mm.)	46.898	14.28	49.73	37.41	30.57	1.54	3.445	3.68	98.76	42.03	23.82	110.34	38.54	การหาค่า
Curve Number	35.1	57.9	35.1	35.3	48.9	49.8	43.2	53.7	37.6	35.6	35.2	36.6	42	เหมาะสม
ผลลัพธ์ เปรียบเห็นถึงความแตกต่าง														
ปริมาตรน้ำท่า	-28.4	-48.8	-21	-14	-18	-23	-31	-42	4	-19	-20	-42		
อัตราการไหลสูงสุด	-32.71	-16.76	-25.28	-38.59	-25.77	0.39	-5.56	-32.3	2.04	5.46	-16.67	15.58		
เวลาการเกิดน้ำท่าสูงสุด	144	72	120	-24	24	408	24	48	48	24	72	48		

ตาราง ค-2 แสดงผลของการทดสอบแบบจำลองเพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ของแบบจำลองแบบที่ 2 กับข้อมูลช่วงฤดูฝน

พารามิเตอร์	แบบจำลองแบบที่ 2													หมายเหตุ
	ชุดข้อมูล													
	Wet1_	Wet2_	Wet1_	Wet2_	Wet1_	Wet2_	Wet1_	Wet2_	Wet1_	Wet2_	Wet1_	Wet2_	ค่าเฉลี่ย	
	98	98	96	96	95	95	94	94	93	93	92	92		
อัตราการไหลพื้นฐานเริ่มต้น	เท่ากับค่าอัตราการไหลเริ่มต้น													กำหนด
Recession Constant	1.0050													ค่าก่อน
Threshold flow (CMS)	0.05													ทดสอบ
ส่วนที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ (%)	0.0													โปรแกรม
เวลาการไหลรวมตัว (hr.)	24.16	24.43	27.74	27.88	24.23	37.48	24.43	39.2	27.34	24.23	24.57	24.24	27.49	มาจาก
เวลาการกักเก็บในลุ่มน้ำ (hr.)	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	กระบวน
Initial Abstraction(mm.)	37.23	5.26	40.55	47.51	3.09	2.02	5.14	3.34	70.99	8.042	23.82	110.34	29.78	การหาค่า
Curve Number	35.1	57.9	35.7	35.1	36.8	48.9	40.4	53.7	36.5	35.6	35.1	36.6	40.62	เหมาะสม
ผลลัพธ์														
เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง														
ปริมาตรน้ำท่า	-3.2	-48.8	-18	-10	-15	-17	-28	-36	1	-1	-19	-39		
อัตราการไหลสูงสุด	-28.1	-16.76	-31.25	-38.59	-18.53	0.39	6.05	-16.32	-7.66	3.46	-20.92	17.17		
เวลาการเกิดน้ำท่าสูงสุด	144	48	96	-24	24	408	24	48	48	24	72	48		

ตาราง ค-3 แสดงผลของการทดสอบแบบจำลองเพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ของแบบจำลองแบบที่ 3 กับข้อมูลช่วงฤดูฝน

พารามิเตอร์	แบบจำลองแบบที่ 3													หมายเหตุ
	ชุดข้อมูล													
	Wet1_ 98	Wet2_ 98	Wet1_ 96	Wet2_ 96	Wet1_ 95	Wet2_ 95	Wet1_ 94	Wet2_ 94	Wet1_ 93	Wet2_ 93	Wet1_ 92	Wet2_ 92	ค่า เฉลี่ย	
อัตราการไหลพื้นฐานเริ่มต้น	เท่ากับค่าอัตราการไหลเริ่มต้น													กำหนด
Recession Constant	1.0050													ค่าก่อน
Threshold flow (CMS)	0.05													ทดสอบ
ส่วนที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ (%)	0.0													โปรแกรม
เวลาการไหลรวมตัว (hr.)	24.16	24.43	27.74	27.88	24.23	37.48	24.43	39.2	27.34	24.23	24.57	24.24	27.49	มาจาก
เวลาการกักเก็บในลุ่มน้ำ (hr.)	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	กระบวน
Initial Abstraction(mm.)	37.23	5.26	40.55	47.51	3.09	2.02	5.14	3.34	70.99	8.042	23.82	110.3	29.78	การหาค่า
Curve Number	35.1	57.9	35.7	35.1	36.8	48.9	40.4	53.7	36.5	35.6	35.1	36.6	40.62	เหมาะสม
ผลลัพธ์														
เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง														
ปริมาตรน้ำท่า	-171.5	-18.12	-12.82	-6.57	11.76	46.89	-14.46	13.32	-18.78	-15.71	-5.75	-39.02		
อัตราการไหลสูงสุด	-116.7	44.17	-20.3	14.47	-9.44	121.3	21.31	48.71	-29.59	-1.42	0.51	20.73		
เวลาการเกิดน้ำท่าสูงสุด	144	48	120	-24	24	408	24	48	48	24	72	48		

ตาราง ค-4 แสดงผลของการทดสอบแบบจำลองเพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ของแบบจำลองทั้ง 3 แบบกับข้อมูลช่วงฤดูแล้ง

พารามิเตอร์	แบบจำลองแบบที่ 1						แบบจำลองแบบที่ 2						แบบจำลองแบบที่ 3						หมายเหตุ
	ชื่อชุดข้อมูล						ชื่อชุดข้อมูล						ชื่อชุดข้อมูล						
	Dry_99	Dry_98	Dry_97	Dry_95	Dry_93	เฉลี่ย	Dry_99	Dry_98	Dry_97	Dry_95	Dry_93	เฉลี่ย	Dry_99	Dry_98	Dry_97	Dry_95	Dry_93	เฉลี่ย	
อัตราการไหลพื้นฐานเริ่มต้น	กำหนดเท่ากับอัตราการไหลเริ่มต้น																		กำหนดค่าก่อนทดสอบ
Recession Constant	1.0050																		ทดสอบ
Threshold flow (CMS)	0.05																		โปรแกรม
ส่วนที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ (%)	4																		
เวลาการไหลรวมตัว (hr.)	24.72	27.72	24.72	32.1	39.72	29.80	27.72	24.35	24.14	30.59	39.72	29.30	27.72	24.54	24.14	30.59	39.72	29.30	มาจาก
เวลาการกักเก็บในลุ่มน้ำ (hr.)	17.15	12	12	12	12	13.03	17.03	12	12	12	12	13.01	17.03	12	12	12	12	13.01	กระบวนการหาค่า
Initial Abstraction(mm.)	17.31	25.1	39.48	24.31	31.02	27.44	22.77	18.86	40.63	43.59	24.62	30.09	22.77	16.24	40.63	43.51	24.62	29.55	เหมาะสม
Curve Number	69.86	66.06	65	82.33	65	69.65	62.92	65	69.7	75.3	72.6	69.10	62.92	71.84	69.7	75.3	72.6	70.47	ที่สุด
ผลลัพธ์																			
เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง																			
ปริมาตรน้ำท่า	1.94	21.58	-31.7	11	-4.37		2.52	16.6	-28.4	-28.4	11		52.1	35.37	12.61	62.87	-39.2		
อัตราการไหลสูงสุด	3.51	66.79	0.49	-29.2	-0.43		3.48	49.31	0.69	-29.2	-29.2		69.6	24	86.2	161.2	38.64		
เวลาการเกิดน้ำท่าสูงสุด	72	54	48	48	48		72	24	48	48	48		72	121.8	48	48	48		

ผลลัพธ์จากกระบวนการหาค่าเหมาะสมที่สุดจากโปรแกรม HEC-HMS โดยใช้การแบ่งช่วงเวลาการประมวลผลโปรแกรมเท่ากับ 3 ชม.

2.1 ผลการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของกระบวนการหาค่าเหมาะสมที่สุดโดยวิธีการค้นหาของ Nelder and Mead และ Univariate gradient search

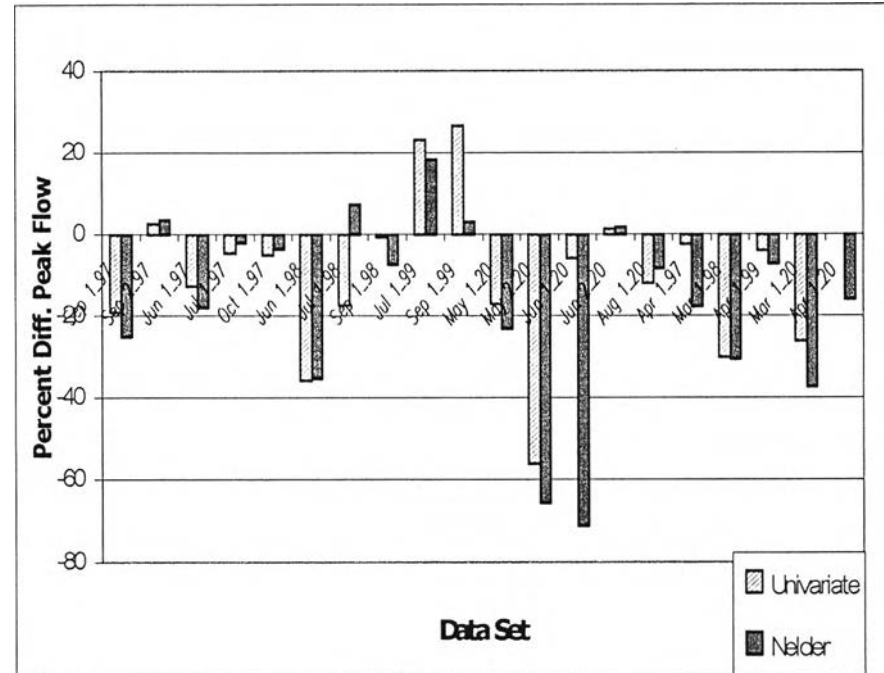
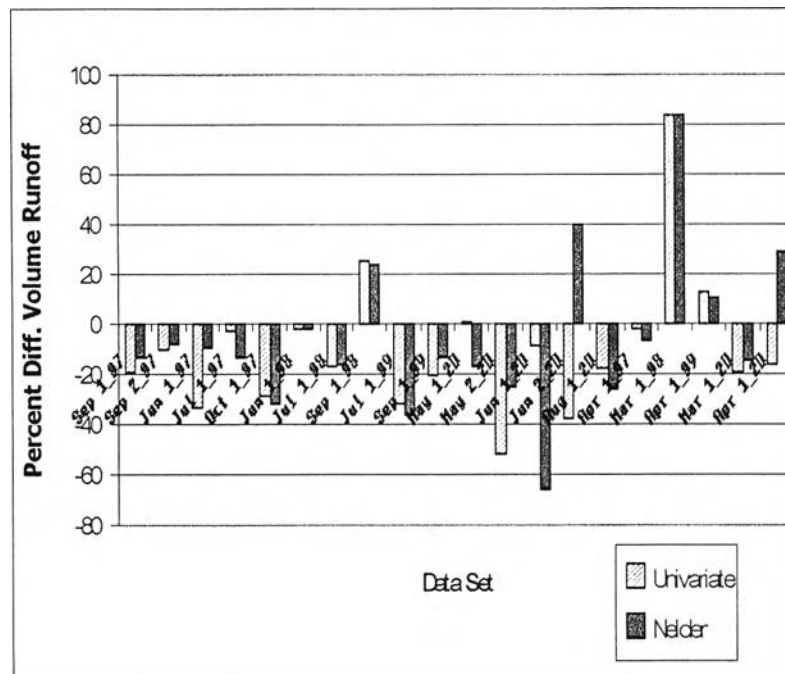
ตาราง ค-5 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของปริมาตรน้ำท่าโดยวิธีการค้นหาของ Nelder and Mead และ Univariate gradient search

ชุดข้อมูล	Sep 1_97	Sep 2_97	Jun 1_97	Jul 1_97	Oct 1_97	Jun 1_98	Jul 1_98	Sep 1_98	Jul 1_99	Sep 1_99	May 1_20	May 2_20	Jun 1_20	Jun 2_20	Aug 1_20	Apr 1_97	Mar 1_98	Apr 1_99	Mar 1_20	Apr 1_20
Univariate	-19	-10	-33.2	-3	-29	-2.41	-17.4	25	-32.2	-21	1	-52	-9	-38	-18	-2	83.51	12.3	-19	-16.1
Nelder	-13	-8	-9.3	-13	-32	-2.47	-16	24	-36.4	-13	-17	-25	-66	40	-26	-6.4	83.55	10.6	-14.8	29

ตาราง ค-6 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของอัตราการไหลสูงสุดโดยวิธีการค้นหาของ Nelder and Mead และ Univariate gradient search

ชุดข้อมูล	Sep 1_97	Sep 2_97	Jun 1_97	Jul 1_97	Oct 1_97	Jun 1_98	Jul 1_98	Sep 1_98	Jul 1_99	Sep 1_99	May 1_20	May 2_20	Jun 1_20	Jun 2_20	Aug 1_20	Apr 1_97	Mar 1_98	Apr 1_99	Mar 1_20	Apr 1_20
Univariate	-19.20	2.74	-12.81	-4.54	-5.01	-35.79	-17.40	-0.65	23.16	26.60	-17.08	-56.04	-5.90	1.42	-11.92	-2.4	-30.18	-3.84	-26.24	0.13
Nelder	-25.22	3.46	-18.06	-2.06	-3.52	-35.44	7.25	-7.42	18.45	3.17	-23.15	-65.60	-71.19	1.83	-8.40	-17.69	-30.65	-7.26	-37.34	-16.17

จากการเปรียบเทียบวิธีการค้นหาของ Nelder and Mead และ Univariate gradient search ทั้งในส่วนของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลโปรแกรม พบว่าผลลัพธ์ที่ได้โดยส่วนใหญ่วิธีการของ Univariate gradient search ให้ผลที่ดีกว่า สำหรับกรณีที่ใช้ในงานวิจัย



รูป ค-1 แสดงผลการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของกระบวนการหาค่าเหมาะสมที่สุดโดยวิธีการค้นหาของ Nelder and Mead และ Univariate gradient search

2.2 ผลการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการประมวลผลโปรแกรมของกระบวนการหาค่าเหมาะสมที่สุดโดยวิธีการค้นหาของ Nelder and Mead และ Univariate gradient search

วิธีการค้นหาของ Univariate gradient search ใช้วิธีการหาค่าตอบด้วยวิธีการของนิวตัน อ้างอิงในบทที่ 2 และวิธีการค้นหาของ Nelder and Mead ใช้วิธีการค้นหาที่ชื่อว่า Simplex method ซึ่งการค้นหาจะเป็นการทำซ้ำที่แต่ละรอบนั้นจะต้องกระโดดจากจุดหนึ่งไปยังจุดข้างเคียง เพื่อให้ได้คำตอบ

วิธีการของ Simplex method นั้นได้มีการคำนวณหาเวลาที่ใช้สำหรับวิธีการนี้ โดย Fang และ Puthenpura (1993) กล่าวถึงปัญหาซึ่งเกิดลักษณะที่จะต้องท่องไปในจุดยอดถึง $(2^n - 1)$ จุด จึงจะได้คำตอบของสมการ

อย่างไรก็ตามปัญหาดังกล่าวเป็นกรณีที่แย่ที่สุด (worse case) ซึ่งจะไม่ได้พบมากนักสำหรับปัญหาอื่นๆ ต่อมาได้มีการทดลองซึ่งยืนยัน โดย Monte carlo ซึ่งสามารถคำนวณเวลาที่ใช้สำหรับ Simplex method ได้เท่ากับ $O(m^2 n)$

ส่วนวิธีการของ Univariate gradient search โดยวิธีการของนิวตันนั้น จะขึ้นอยู่กับค่าเริ่มต้น และสำหรับสมการที่จะใช้ (อ้างอิงในบทที่ 2) เป็นเชิงเส้น ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่ามีอัตราการลู่เข้าสู่คำตอบถึงพหุนามดีกรีสอง (converges quadratically)

กล่าวโดยสรุปแล้ววิธีการของ Univariate gradient search นั้นจะใช้เวลาการคำนวณที่สั้นกว่าดังกล่าวมาจากการเปรียบเทียบวิธีการค้นหาของ Nelder and Mead และ Univariate gradient search ทั้งในส่วนของผลลัพธ์และเวลาที่ใช้ในการประมวลผลโปรแกรมจะเลือกวิธีการของ Univariate gradient search สำหรับการประมวลผลโปรแกรมในส่วนต่อไป

ตาราง ค-7 แสดงผลของพารามิเตอร์ซึ่งผ่านกระบวนการหาค่าเหมาะสมที่สุดจากโปรแกรม HEC-HMS

พารามิเตอร์	ชุดข้อมูลช่วงฤดูฝน															ชุดข้อมูลช่วงฤดูแล้ง				
	Sep 1_97	Sep 2_97	Jun 1_97	Jul 1_97	Oct 1_97	Jun 1_98	Jul 1_98	Sep 1_98	Jul 1_99	Sep 1_99	May 1_20	May 2_20	Jun 1_20	Jun 2_20	Aug 1_20	Apr 1_97	Mar 1_98	Apr 1_99	Mar 1_20	Apr 1_20
อัตราการไหลพื้นฐานเริ่มต้น	กำหนดเท่ากับอัตราการไหลเริ่มต้น															กำหนดเท่ากับอัตราการไหลเริ่มต้น				
Recession Constant	1.0050															1.0050				
Threshold flow (CMS)	0.05															0.05				
ส่วนที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ (4%															4%				
เวลาการไหลรวมตัว (hr.)	4.169	9.866	4.561	3.02	3.02	4.278	4.403	3.03	3.03	3.02	3.033	4.03	3.07	3.03	3.07	5.48	3.01	5.71	12.75	3.39
เวลาการกักเก็บในลุ่มน้ำ (hr.)	26.97	50.22	34.69	37.96	12.79	26.09	41.98	16.76	21.44	22.70	9.932	24.65	62	8.09	22.57	23.11	46.65	31.42	15.1	16.15
Initial Abstraction (mm.)	3.481	0.986	13.57	3.845	1.454	27.35	37.36	15.55	1.61	42.02	2.291	1.31	0.491	21.74	1.08	45.19	28.16	55.53	59.91	34.37
Curve Number	49	49.4	47.6	54.2	43.8	65	36.6	35.2	67.2	76.7	46.78	76.24	84.9	44.8	38.51	50.5	36.8	67.7	49.9	35.9
ผลลัพธ์																				
เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง																				
ปริมาตรน้ำท่า (K cu m)	-19	-10	-17.9	-3	-29	-17.4	25	-32.2	-21	-2.14	1	11	-9	-38	-18	-2	83.57	12.3	-19	-16.1
อัตราการไหลสูงสุด (CMS)	-19.0	2.74	-12.8	-4.54	-5.01	-17.4	-0.55	23.16	26.60	-35.8	-17.1	-26.3	-5.90	1.42	-14.3	-11.5	-30.2	-3.84	-26.2	0.13
เวลาการการเกิดน้ำท่าสูงสุด (hr.)	141	24	0	30	18	-24	15	78	18	9	141	141	-54	6	3	0	3	123	6	3

ตาราง ค-8 แสดงผลลัพธ์ของการใช้ค่าพารามิเตอร์ที่สรุปค่าไว้แล้วกับชุดข้อมูล

พารามิเตอร์	ชุดข้อมูลช่วงฤดูฝน															ชุดข้อมูลช่วงฤดูแล้ง				
	Sep 1_97	Sep 2_97	Jun 1_97	Jul 1_97	Oct 1_97	Jun 1-98	Sep 1_98	Jul 1_99	Sep 1_99	May 1_20	May 2_20	Jun 1_20	Jun 2_20	Aug 1_20	Apr 1_97	Mar 1_98	Apr 1_99	Mar 1_20	Apr 1_20	
อัตราการไหลพื้นฐานเริ่มต้น	กำหนดเท่ากับอัตราการไหลเริ่มต้น															กำหนดเท่ากับอัตราการไหลเริ่มต้น				
Recession Constant	1.0050															1.0050				
Threshold flow (CMS)	0.05															0.05				
ส่วนที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ (%)	4															4				
เวลาการไหลรวมตัว (hr.)	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91	3.91	6.07	6.07	6.07	6.07	6.07	
เวลาการกักเก็บในลุ่มน้ำ (hr.)	25.56	25.56	25.56	25.56	25.56	25.56	25.56	25.56	25.56	25.56	25.56	25.56	25.56	25.56	26.15	26.15	26.15	26.15	26.15	
Initial Abstraction (mm.)	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55	44.54	44.54	44.54	44.54	44.54	
Curve Number	54.4	54.4	54.4	54.4	54.4	54.4	54.4	54.4	54.4	54.4	54.4	54.4	54.4	54.4	46.81	46.81	46.81	46.81	46.81	
ผลลัพธ์																				
เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง																				
ปริมาตรน้ำท่า (K cu m)	-21	-8	-13.4	-6	-27	41.3	45	-47.6	-5	42	30	-46.1	-16	-5	-2.4	82.06	30.5	16.5	-9	
อัตราการไหลสูงสุด (CMS)	-14	29.22	36.21	5.97	-24.6	-4.83	26.38	-41.5	52.94	-27.37	14.53	-49.68	-20.03	6.08	-17.69	8.52	33.81	-0.02	-56.92	
เวลาการเกิดน้ำท่าสูงสุด (hr.)	141	18	0.0	30	18	0.0	78	18	9	141	141	-51	6	30	0	6	153	93	6	

3). รายละเอียดที่ใช้อ้างอิงส่วนแบบจำลองทางค

ตาราง ค -9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนกับอัตราการไหลสูงสุด

ฤดู	ช่วงฤดูฝน									ช่วงฤดูแล้ง				
	Sep 97	Jun 97	Oct97	Jun98	Sep98	Jul99	Sep99	May20	Jun20	Mar98	Apr97	Apr99	Mar20	Apr20
ชุดข้อมูล ปริมาณฝน (mm.)	24.63	6.1	47.82	8.121	34.4	29.43	18.61	48.14	48.95	14.47	23.21	14.16	28.92	69.25
อัตราการไหล สูงสุด(CMS)	34.34	6.32	49.85	3.45	37.2	27.96	19.3	46.68	70.94	4.5	6.32	4.4	9.03	70.61
อัตราส่วน	0.717	0.965	0.959	2.354*	0.925	1.053	0.964	1.031	0.690	3.216	3.672	3.219	3.203	0.981*
	อัตราส่วนที่ใช้งานในช่วงฤดูฝน = 0.913									อัตราส่วนที่ใช้งานในช่วงฤดูแล้ง = 3.221				

หมายเหตุ 1 การพิจารณาค่าอัตราส่วนที่ใช้งานนั้นหากมีความแตกต่างของข้อมูลมากจะตัดทิ้งไป นำค่าที่อยู่ในช่วงใกล้เคียงกันมาหาค่าเฉลี่ย

2 ข้อมูลชุด Jun98 มีความใกล้เคียงกับอัตราส่วนในช่วงฤดูแล้ง และข้อมูลชุด Apr20 มีความใกล้เคียงกับอัตราส่วนในช่วงฤดูฝน

3 ข้อมูลชุด Sep97 และ Jun20 ใช้ค่าประมาณอัตราการไหลสูงสุดเท่ากับ ปริมาณฝนหารด้วยค่า 0.913 ได้ผลลัพธ์เหมือนกับใช้ค่าอัตราการไหลสูงสุดปกติ



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายชุตินันท์ ภัคตปัญญา เกิดวันที่ 8 มิถุนายน 2518 ภูมิลำเนาอยู่จังหวัดกาญจนบุรี สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปีการศึกษา 2540 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย