

ကမ္ဘာတစ်ဝှမ်း

ภาคผนวก ก ค่าความลึกของน้ำบนพื้นที่นาที่สภาพต่างๆ

ค่าความลึกของน้ำบนพื้นที่นาที่สภาพต่าง ๆ

1. ความลึกของน้ำที่สภาพอิ่มตัว (Water depth at saturation, WDsat)
ค่า WDsat ขึ้นอยู่กับความลึกของราก (root depth) และคุณสมบัติของดิน (Soil characteristics) สามารถประมาณได้จากสมการของ Hansen et al (ค.ศ.1979) ดังนี้

$$WDsat = \frac{N \cdot As \cdot D}{100} \quad (ก.1)$$

โดยที่ WDsat = ความลึกของน้ำที่สภาพอิ่มตัวของดิน
N = เปอร์เซ็นต์อัตราส่วนช่องว่างในดิน (total pore space)
As = ความถ่วงจำเพาะปรากฏ (Apparent specific gravity)
, ไม่มีหน่วย
D = ความลึกของเขตราก , มม.

2. ความลึกของน้ำที่ Field capacity, WDF
ค่า WDF สามารถประมาณได้ดังนี้

$$WDF = \frac{FC \cdot As \cdot D}{100} \quad (ก.2)$$

โดยที่ WDF = ความลึกของน้ำที่ field capacity , มม.
FC = เปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนักที่ field capacity
D = ความลึกของเขตราก, มม.

ค่าความลึกของเขตราก (depth of root zone) สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย The Mekong Secretariat (ค.ศ. 1974) แนะนำให้ใช้ 250 มม. ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยตลอดฤดูกาลเพาะปลูก

$$D = 250 \text{ มม.} \quad (ก.3)$$

3. ความลึกของน้ำที่ทำให้ข้าวเกิดการขาดน้ำ

Doorenbos และ Kassam (ค.ศ.1979) ได้เสนอว่าต้นข้าวจะขาดน้ำ (moisture stress) ในกรณีที่ความลึกของน้ำในพื้นที่นา อยู่ในช่วงความลึกดังต่อไปนี้

1. ความลึกของน้ำที่สภาพข้าวเริ่มขาดแคลนน้ำ (Water depth at beginning of moisture stress) ความลึกในสภาวะนี้มีค่าเท่ากับ 75 เปอร์เซ็นต์ ของความลึกที่อิ่มตัวของดิน

2. ความลึกน้ำน้อยที่สุดที่ข้าวสามารถมีชีวิตอยู่ได้ (Minimum water depth that can keep crop alive) ที่ความลึกระดับนี้ต้นข้าวจะเหี่ยวเฉาและตายในที่สุด ซึ่งมีค่า 20 เปอร์เซ็นต์ของความลึกที่อิ่มตัวของดิน

3. ช่วงความลึกการขาดน้ำ (Water stress range) คือช่วงความลึกน้ำตั้งแต่ต้นข้าวเริ่มขาดน้ำ จนถึงความลึกน้ำน้อยที่สุดที่ข้าวมีชีวิตอยู่ได้

$$0.75WD_{sat} > \text{Water stress range} > 0.20WD_{sat}$$

ภาคผนวก ข ค่าสัมประสิทธิ์ความชื้นได้ของดินที่สภาพอิ่มตัว

ตารางที่ ข.1 ค่าสัมประสิทธิ์ความซึมได้ของดินที่สภาพอิ่มตัว
(Saturated hydraulic conductivity, ksat)

Soil series,type phase & Variant	Soil texture	Saturated hydraulic conductivity, ksat (cm./min.)
chiang Mai (Cm)	L,SL,CL	0.153
The Muang (Tm)	SL,L,SiCL,CL	0.120
Sanphaya (Sa)	SiCL,SiL,CL	0.035
Chai Nat (Cn)	SiCL,CL,L	0.060
Phimai (Pm)	C	0.018
Phimai,loam type(Pm-1	L,SiCL	0.059
Ratchaburi (Rb)	SiC,C	0.024
Ratchaburi, loam type (Rb-1)	L,CL,C	0.060
Si Songkhram (Ss)	SiCL,SiC,C	0.022
Si Thon (St)	SL,LS	0.808
Nakhon Phanom (Nn)	SiL,SiC,CL,C	0.045
Roi ET (Re)	SL,LS,L,SCL, CL,C	0.312
Roi ET, lomy variant (Re-1)	L,CL,C	0.060
Roi ET,saline variant (Re-sa)	SL,SC	0.160

ตารางที่ ข.1 ค่าสัมประสิทธิ์ความซึมได้ของดินที่สภาพอิ่มตัว
(Saturated hydraulic conductivity, *ksat*)(ต่อ)

Soil series,type phase & Variant	Soil texture	Saturated hydraulic conductivity, <i>ksat</i> (cm./min.)
Roi ET, dark surface variant (Re-d)	SL,LS,L,SCL CL	0.371
Roi ET, clayey variant (Re-c)	SL,C	0.159
Ubon (Ub)	LS,SL,S	0.675
Udon (Ud)	SL,LS,S	0.675
Korat (Kt)	SL,L,SCL	0.159
Korat, sandy variant (Kt-s)	SL,SCL,SC	0.133
Korat, gravelly variant (Kt-g)	SL,LS,SCL	0.565
Phon Phisai (Pp)	SL,LS,SCL	0.159
Phen (Pn)	SL,L,SCL,CL	0.134
Nam Phong (Ng)	LS,S,SL	0.675
Nam Phong gravelly variant (Ng-g)	LS,S,SL	0.675
Nam Phong, red color variant (Ng-r)	LS,S,SL	0.675
Satuk (Suk)	LS,SL,SCL,SC	0.429
Warin (Wn)	SL,LS,SCL	0.565
Warin series, high	SL,SCL,CL	0.180

ตารางที่ ข.1 ค่าสัมประสิทธิ์ความซึมได้ของดินที่สภาพอิ่มตัว
(Saturated hydraulic conductivity, k_{sat})(ต่อ)

Soil series, type phase & Variant	Soil texture	Saturated hydraulic conductivity, k_{sat} (cm./min.)
Yasothon (Yt)	LS, SL, SCL	0.565
Yasothon, gravelly variant (Yt-g)	LS, SL, SCL	0.565
Borabu (Bb)	LS, SL, SCL	0.565
Tha Khli (Tk)	C	0.018
Tha khli, concretionary variant (Tk-cn)	C	0.018
Pak Chong (Pc)	C	0.018
Thap Kwang (Tw)	C	0.018
Tha Yang (Ty)	SL, SC, SCL	0.133
Ban Chong (Bg)	L, CL	0.081
Chatturat (Ct)	SiCL, CL, C	0.032
Chatturat, mottled variant (Ct-m)	SiCL, C	0.018
Lop Buri (Lb)	CL, C	0.040

หมายเหตุ ค่าสัมประสิทธิ์ความซึมได้ของดินที่สภาพอิ่มตัวนี้ คำนวณจากค่า
เฉลี่ยสัมประสิทธิ์ความซึมได้ของเนื้อดินที่สภาพอิ่มตัวของ McCuen
et (ค.ศ. 1981) โดยใช้แผนที่จำแนกชนิดดินของกรมพัฒนาที่ดินใน
การจำแนกลักษณะเนื้อดิน

ภาคผนวก ค วิธีการของ SCS

วิธีการของ SCS

ใน ปี ค.ศ.1957 Department of Agriculture Soil Conservation Service ของสหรัฐอเมริกา (SCS) ได้พัฒนาแบบจำลองเพื่อหาน้ำท่าจากลุ่มน้ำขนาดเล็ก ซึ่งจะกล่าวพอสรุปได้ดังนี้

ฝนที่ตกลงมาจะแยกออกเป็น 3 ส่วนคือ การสูญเสียเริ่มแรก (initial abstraction, I_a) การซึมลงดิน (infiltration, F) และการไหลโดยตรง (direct runoff, Q) ดังนั้นจากสมดุลของปริมาณน้ำจะได้

$$P = I_a + F + Q \quad (\text{ค.1})$$

เมื่อเกิดน้ำท่าแล้ว ปริมาณน้ำท่าสะสมจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณฝนสะสมเพิ่มขึ้นและค่าปริมาณการซึมสะสมจะเพิ่มขึ้นจนถึงจุดหนึ่งที่เรียกว่า ศักยภาพการซึมสูงสุด SCS ได้ตั้งสมมติฐานความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณดังกล่าวนี้

$$\frac{F}{S} = \frac{Q}{P - I_a} \quad (\text{ค.2})$$

- โดยที่
- P = ปริมาณฝนสะสม (cumulative rainfall), มม.
 - I_a = การสูญเสียเริ่มแรก (initial abstraction) ซึ่งจะรวมการดัก(interception) การเก็บกักบนผิวดิน (depression storage) และการซึมก่อนที่จะมีน้ำท่าเกิดขึ้น, มม.
 - F = ปริมาณการซึมสะสมที่ไม่รวม I_a , มม.
 - Q = ปริมาณการไหลโดยตรง, มม.
 - S = ศักยภาพการเก็บกักหรือการซึมสูงสุด (potential maximum retention or infiltration), มม.

หมายเหตุ ปริมาณการไหลโดยตรง (Q) ในการศึกษานี้หมายถึง ปริมาณการไหลผิวดิน (overflow) รวมกับปริมาณการไหลเสริม(interflow)

จากสมการ (3.1) และ (3.2) สามารถหาค่า Q และ F ได้ดังนี้

กรณี $P < I_a$ จะได้

$$Q = 0 \quad (\text{ค.3})$$

$$F = 0 \quad (\text{ค.4})$$

กรณี $P > I_a$ จะได้

$$Q = \frac{(P-I_a)^2}{P+I_a+S} \quad (\text{ค.5})$$

$$F = \frac{(P-I_a)^2}{P-I_a+S} \quad (\text{ค.6})$$

SCS (1972) ได้หาความสัมพันธ์ระหว่าง S กับ I_a โดยการศึกษาความสัมพันธ์ของน้ำฝนและน้ำท่าในลุ่มน้ำขนาดเล็ก แล้วนำข้อมูลมาพล็อตกราฟ ได้ความสัมพันธ์ว่า

$$I_a = 0.2 S \quad (\text{ค.7})$$

และในแบบจำลองของ SCS กำหนดให้ S มีความสัมพันธ์กับ Curve Number (CN) ไว้ดังนี้ (หน่วยเมตริก)

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (\text{ค.8})$$

ค่า Curve Number (CN) เป็นค่าที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้แทนพารามิเตอร์ S โดยให้มีความสัมพันธ์กับชนิดของดิน (Soil type) และลักษณะการใช้ที่ดิน (land use) ซึ่งค่า CN นี้ จะบอกถึงศักยภาพของการเกิดปริมาณการไหลโดยตรง โดยถ้า CN มีค่ามาก แสดงว่าศักยภาพในการเกิดการไหลโดยตรงสูง ค่า CN จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 100 ในขณะที่ S มีค่าจาก 0 ถึง ค่าอนันต์ซึ่ง SCS ได้แสดงเป็นโค้งมาตรฐานของ CN ดังรูปที่ ค.1 และในตารางที่ ค.1 แสดงค่า CN ที่ได้จากโค้งมาตรฐานซึ่งสร้างจากสมการที่ ค.5 โดยกำหนดให้ค่า $I_a = 0.2S$ การหาค่า CN จำเป็นต้องทราบชนิดของดิน (Soil type) การใช้พื้นที่ (land use) และเงื่อนไขความชื้นเริ่มแรก (antecedent moisture condition)

การจำแนกชนิดของดิน (Soil type classification)

SCS ได้จำแนกชนิดของดินออกเป็น 4 กลุ่มคือ

กลุ่ม A เป็นดินที่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้สูง เช่น ดินทราย กรวด เป็นต้น

กลุ่ม B เป็นดินที่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ปานกลาง เช่น ดินร่วนปนทราย

กลุ่ม C เป็นดินที่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ค่อนข้างต่ำ เช่น ดินร่วนปนดินเหนียว

กลุ่ม D เป็นดินที่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ต่ำ เช่น ดินเหนียว

การจำแนกการใช้พื้นที่ (Land use classification)

ในการศึกษานี้ได้จำแนกการใช้พื้นที่ออกเป็น 4 กลุ่ม ตามลักษณะการจำแนกการใช้พื้นที่ในแบบจำลองที่พัฒนาโดย นภฤทธ์ ผดุงศรี (พ.ศ.2529) ดังนี้

พื้นที่ป่า (wood forest)

พื้นที่เกษตรกรรม (agriculture)

พื้นที่โล่งเตียนและที่อยู่อาศัย (bare and residential)

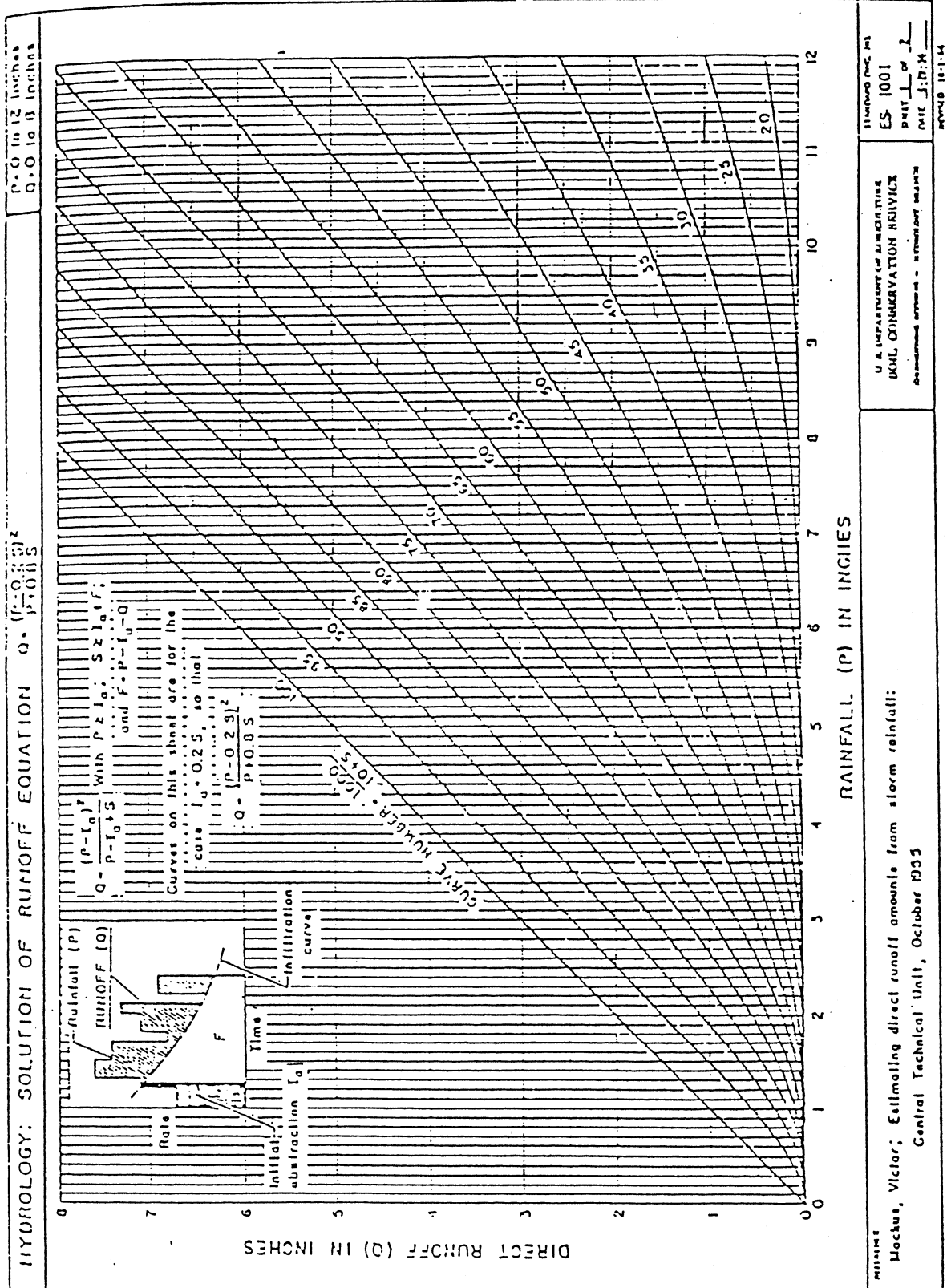
พื้นที่ที่เป็นน้ำ (water surface)

เงื่อนไขความชื้นก่อนหน้า(Antecedent Moisture Condition, AMC.)

SCS ได้แบ่งเงื่อนไขความชื้นก่อนหน้าออกเป็น 3 กรณี โดยพิจารณาจากปริมาณฝนก่อนหน้า 5 วัน (5-day antecedent rainfall) ดังแสดงในตารางที่ ค.2 ในตารางที่ ค.1 จะบอกค่า CN สำหรับเงื่อนไขที่ II (CNII) สำหรับค่า CN เงื่อนไข I(CN)และเงื่อนไข III(CNIII) สามารถหาได้จากความสัมพันธ์กับ CNII ดังนี้

$$\text{CNI} = \frac{\text{CNII}}{2.281 - 0.0128\text{CNII}} \quad (\text{ค.9})$$

$$\text{CNIII} = \frac{\text{CNII}}{0.427 + 0.00573\text{CNII}} \quad (\text{ค.10})$$



รูปที่ ด.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Q, P และ CN โดย SCS

ตารางที่ ก.1 ค่า CN เงื่อนไขที่ II ที่พัฒนาโดย SCS (กรณี $I_a = 0.2 \cdot S$)

<u>Land Use Description/Treatment/Hydrologic Condition</u>			<u>Hydrologic Soil Group</u>			
Residential:1/			A	B	C	D
Average lot size	Average:Impervious 2/					
1/6 acre or less	65		77	85	90	92
1/4 acre	38		61	75	83	87
1/3 acre	30		57	72	81	86
1/2 acre	25		54	70	80	85
1 acre	20		51	68	79	84
Paved parking loss,roofs,driveways,etc.3/			98	98	98	98
Streets and roads:						
paved with curbs and storm sewers 3/			98	98	98	98
gravel			76	85	89	91
dirt			72	82	87	89
Commercial and business areas (89 impervious)			89	92	94	95
Industrial districts (72 impervious)			81	88	91	93
Open spaces,lawns,parks,golf courses,counteries,etc.						
good condition: grass cover on 75 or more of the area			39	61	74	80
fair condition: grass cover on 50 to 75 of the area			49	69	79	84
Fallow	Straight row	----	77	86	91	94
Row crops	Straight row	Poor	72	81	85	91
	Straight row	Good	67	78	85	89
	Countoured	Poor	70	79	84	85
	Countoured	Good	65	75	82	86
	Countoured & terraced	Poor	66	74	80	82
	Countoured & terraced	Good	62	71	78	81

ตารางที่ ค.1 ค่า CN เงื่อนไขที่ II ที่พัฒนาโดย SCS (กรณี $Ia = 0.2 \cdot S$) (ต่อ)

Land Use Description/Treatment/Hydrologic Condition			Hydrologic Soil Group			
			A	B	C	D
Small grain	Straight row	Poor	65	76	84	88
		Good	63	76	83	87
	Contoured	Poor	63	74	82	85
		Good	61	73	81	84
	Contoured & terraced	Poor	61	72	79	82
		Good	59	70	78	81
Close-seeded legumes ⁴ / or rotation meadow	Straight row	Poor	66	77	85	89
		Good	58	72	81	85
	Contoured	Poor	64	75	83	85
		Good	55	69	78	83
	Contoured & terraced	Poor	63	73	80	83
		Good	51	67	76	80
Pasture or range		Poor	65	79	86	89
		Fair	49	69	79	84
		Good	39	61	74	80
	Contoured	Poor	47	67	81	88
	Contoured	Fair	25	59	75	83
	Contoured	Good	6	35	70	79
Meadow		Good	30	38	71	78
Woods or Forest land		Poor	45	66	77	83
		Fair	36	60	73	79
		Good	25	55	70	77
Farmsteads		----	59	74	82	86

- 1/ Curves numbers are computed assuming the runoff from the house and driveway is directed towards the street with a minimum of roof water directed to lawns where additional infiltration could occur.
- 2/ The remaining pervious areas (lawn) are considered to be in good pasture condition for these curves numbers.
- 3/ In some warmer climates of the country a curve number of 95 may be used.
- 4/ Close - drilled or broadcast.

ตารางที่ ค.2 การจำแนกเงื่อนไขความชื้นก่อนหน้า

AMC ^a	ปริมาณฝนก่อนหน้า 5 วัน (มม.) ฤดูเพาะปลูก
I	น้อยกว่า 35.5
II	อยู่ระหว่าง 35.5 กับ 53.5
III	มากกว่า 53.5

ภาคผนวก ง การจำแนกกลุ่มของดินเพื่อใช้ในแบบจำลอง

ตารางที่ ง.1 การจำแนกกลุ่มของดินเพื่อใช้ในแบบจำลอง

หมายเลขในแผนที่ MAPPING UNIT NUMBER	ประเภทของกลุ่มดิน PHASE OF GREAT GROUPS	เทียบได้กับกลุ่มดินที่ใช้ ในแบบจำลอง
1CL	Clayey Loamy Sulfaquents	C
2CL	Clayey Loamy Hydraquents	C
2CL/1CL	Clayey Loamy Hydraquents Clayey Loamy Sulfaquents	C
3C	Clayey Fluvaquents	C
3C/14C	Clayey Fluvaquents/ Clayey Tropequepts	C
4S	Sandy Tropaquents	A
5S	Sandy Quartzipsamments	A
5S/18L	Sandy Quartzipsamments/ Loamy Dystropepts	A
5S/23S	Sandy Quartzipsamments/ Sandy Tropophumods	A
5S/33L	Sandy Quartzipsamments/ Loamy Paleustults	A
6S	Sandy Ustipsamments	A
7L	Loamy Ustifluvents	B
7L/27L	Loamy Ustifluvents/ Loamy Haplustalfs	B
8K	Skeletal Troporthents	A
8K/37K	Skeletal Troporthents/ Skeletal Paleudults	A
9K	Skeletal Ustorthents	A
10C	Clayey Chromuderts	D
11C	Clayey Pelluderts	D
12C	Clayey Chromusterts	D

ตารางที่ ง.1 การจำแนกกลุ่มของดินเพื่อใช้ในแบบจำลอง (ต่อ)

หมายเลขในแผนที่ MAPPING UNIT NUMBER	ประเภทของกลุ่มดิน PHASE OF GREAT GROUPS	เทียบได้กับกลุ่มดินที่ใช้ ในแบบจำลอง
13C	Clayey Pellusterts	D
14A	Clayey Sulfic Tropaquepts	C
14C	Clayey Tropaquepts	C
14C/14A	Clayey Tropaquepts/ Clayey Sulfic Tropaquepts	C
14C/14L	Clayey Tropaquepts/ Loamy Tropaquepts	C
14L	Loamy Tropaquepts	B
14L/30L	Loamy Tropaquepts/ Loamy Paleaquults	B
15L	Loamy Halaquepts	B
16C	Clayey Ustrophepts	C
17S	Sandy Eutrophepts	A
17L	Loamy Eutrophepts	B
18L	Loamy Dystrophepts	B
18L/30L	Loamy Dystrophepts/ Loamy Paleaquults	B
18L/33L	Loamy Dystrophepts/ Loamy Paleustults	B
18K	Skeletal Dystrophepts	A
19C	Clayey Haplaquolls	C
20C	Clayey Calciustolls	C
21C	Clayey Haplustolls	C
22S	Sandy Tropaquods	A
23S	Sandy Tropohumods	A

ตารางที่ ง.1 การจำแนกกลุ่มของดินเพื่อใช้ในแบบจำลอง(ต่อ)

หมายเลขในแผนที่ MAPPING UNIT NUMBER	ประเภทของกลุ่มดิน PHASE OF GREAT GROUPS	เทียบได้กับกลุ่มดินที่ใช้ ในแบบจำลอง
24L	Loamy Natraqualfs	B
25C	Clayey Tropaqualfs	C
25C/14C	Clayey Tropaqualfs/ Clayey Tropaquepts	C
25C/27L	Clayey Tropaqualfs/ Loamy Haplustalfs	C
25L	Loamy Tropaqualfs	B
26C	Clayey Paleustalfs	C
26L	Loamy Paleustalfs	B
26L/24L	Loamy Paleustalfs/ Loamy Natraqualfs	B
27C	Clayey Haplustalfs	C
27L	Loamy Haplustalfs	B
27L/33L	Loamy Haplustalfs/ Loamy Paleustalfs	
27K	Skeletal Haplustalfs	A
27K/9K	Skeletal Haplustalfs/ Skeletal Haplustalfs/ Loamy Palequults	A
27K/30L	Loamy Palequults	
28C	Clayey Tropudalfs	C
29C	Clayey Plinthaquults	C
29C/33L	Clayey Plinthaquults/ Loamy Paleustults	C
29L	Loamy Plinthaquults	B
29K	Skeletal Plinthaquults	A
29K/32K	Skeletal Plinthaquults Skeletal Plinthustults	A

ตารางที่ ง.1 การจำแนกกลุ่มของดินเพื่อใช้ในแบบจำลอง(ต่อ)

หมายเลขในแผนที่ MAPPING UNIT NUMBER	ประเภทของกลุ่มดิน PHASE OF GREAT GROUPS	เทียบได้กับกลุ่มดินที่ใช้ ในแบบจำลอง
30C	Clayey Paleaquults	C
30C/14C	Clayey Paleaquults/ Clayey Tropaquepts	C
30C/25C	Clayey Paleaquults/ Clayey Tropaqualfs	C
30C/29C	Clayey Paleaquults/ Clayey plinthaquults	C
30C/30L	Clayey Paleaquults/ Loamy Paleaquults	C
30C/30K	Clayey Paleaquults/ Skeletal Paleaquults	C
30C/33L	Clayey Paleaquults/ Loamy Paleustults	C
30L	Loamy Paleaquults	B
30L/29L	Loamy Paleaquults/ Loamy Plinthaquults	B
30K	Skeletal Paleaquults	A
31C	Clayey Tropaquults	C
32L	Loamy Plinthustults	B
32K	Skeletal Plinthustults	A
32K/29k	Skeletal Plinthustults/ Skeletal Plinthaquults	A
32K/30L	Skeletal Plinthustults/ Loamy Paleaquults	A
32K/33L	Skeletal Plinthustults/ Loamy Paleaquults	A

ตารางที่ ง.1 การจำแนกกลุ่มของดินเพื่อใช้ในแบบจำลอง(ต่อ)

หมายเลขในแผนที่ MAPPING UNIT NUMBER	ประเภทของกลุ่มดิน PHASE OF GREAT GROUPS	เทียบได้กับกลุ่มดินที่ใช้ ในแบบจำลอง
33C	Clayey Paleustults	C
33C/25C	Clayey Paleustults/ Clayey Tropaqualfs	C
33C/33L	Clayey Paleustults/ Loamy Paleustults	C
33L	Loamy Paleustults	B
33L/14C	Loamy Paleustults/ Clayey Tropaquepts	B
33L/18L	Loamy Paleustults/ Loamy Dystropepts	B
33K/27K	Skeletal Paleustults/ Skeletal Haplustalfs	B
33L/30C	Loamy Paleustults/ Clayey Paleaquults	B
33L/30L	Loamy Paleustults/ Loamy Paleaquults	B
33L/30K	Loamy Paleustults/ Skeletal Paleaquults	B
33L/33K	Loamy Paleustults/ Skeletal Paleustults	B
33L/34K	Loamy Paleustults/ Skeletal Haplustults	B
33K	Skeletal Paleustults	A
33K/34L	Skeletal Paleustults/ Loamy Haplustults	A

ตารางที่ ง.1 การจำแนกกลุ่มของดินเพื่อใช้ในแบบจำลอง(ต่อ)

หมายเลขในแผนที่ MAPPING UNIT NUMBER	ประเภทของกลุ่มดิน PHASE OF GREAT GROUPS	เทียบได้กับกลุ่มดินที่ใช้ ในแบบจำลอง
34C	Clayey Haplustults	C
34C/27C	Clayey Haplustults/ Clayey Haplustalfs	C
34L	Loamy Haplustults	B
34L/34K	Loamy Haplustults/ Skeletal Haplustults	B
34K	Skeletal Haplustults	A
34K/9K	Skeletal Haplustults/ Skeletal Ustorthents	A
34K/29K	Skeletal Haplustults/ Skeletal Plinthaquults	A
34K/33K	Skeletal Haplustults/ Skeletal Paleustults	A
35C	Clayey Palehumults	C
36L	Loamy Plinthudults	B
36L/37L	Loamy Plinthudults/ Loamy Paleudults	B
36K	Skeletal Plinthudults	A
37C	Clayey Paleudults	C
3L	Loamy Fluvaquents	B
37C/38L	Clayey Paleudults/ Loamy Tropudults	C
37L	Loamy Paleudults	B
37L/18L	Loamy Palekudults/ Loamy Dystropepts	B
37L/30C	Loamy Paleudults/ Clayey Paleaquults	B

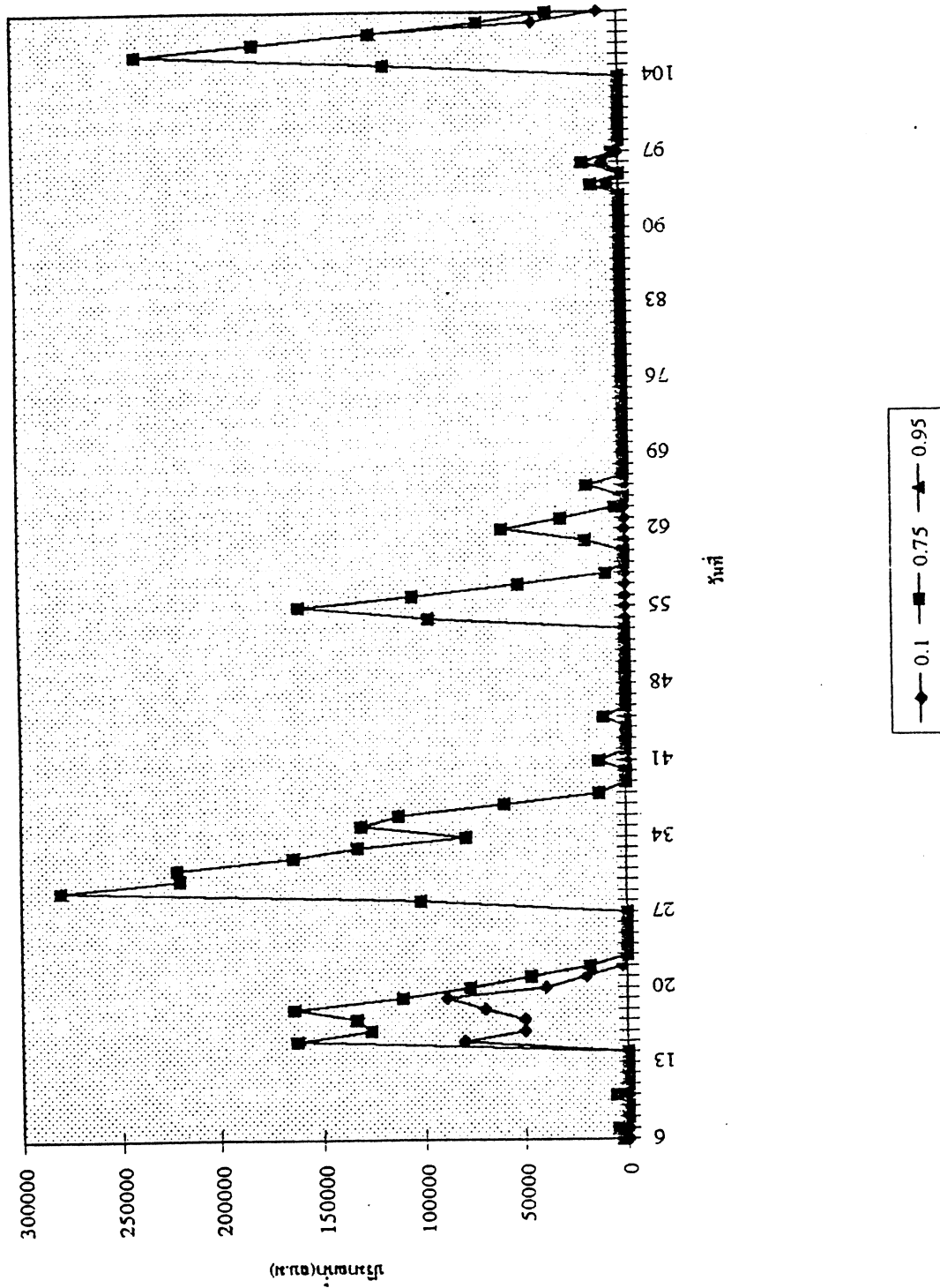
ตารางที่ ง.1 การจำแนกกลุ่มของดินเพื่อใช้ในแบบจำลอง(ต่อ)

หมายเลขในแผนที่ MAPPING UNIT NUMBER	ประเภทของกลุ่มดิน PHASE OF GREAT GROUPS	เทียบได้กับกลุ่มดินที่ใช้ ในแบบจำลอง
37L/37K	Loamy paleudults/ Skeletal paleudults	B
37L/38L	Loamy Paleudults/ Loamy Tropudults	B
37L/38K	Loamy Paleudults/ Skeletal Tropudults	B
37K	Skeletal Paleudults	A
37K/36K	Skeletal Paleudults/ Skeletal Plintrudults	A
37K/38K	Skeletal Paleudults/ Skeletal Tropudults	A
38L	Loamy Tropudults	B
38L/8K	Loamy Tropudults/ Skeletal Troporthents	B
38K	Skeletal Tropudults	A
38K/8K	Skeletal Tropudults/ Skeletal Troporthents	A
38K/18L	Skeletal tropudults/ Loamy Dystropepts	A
39C	Clayey Haplustox	B
40C	Clayey Haplorthox	B
42	Slope Complex	A

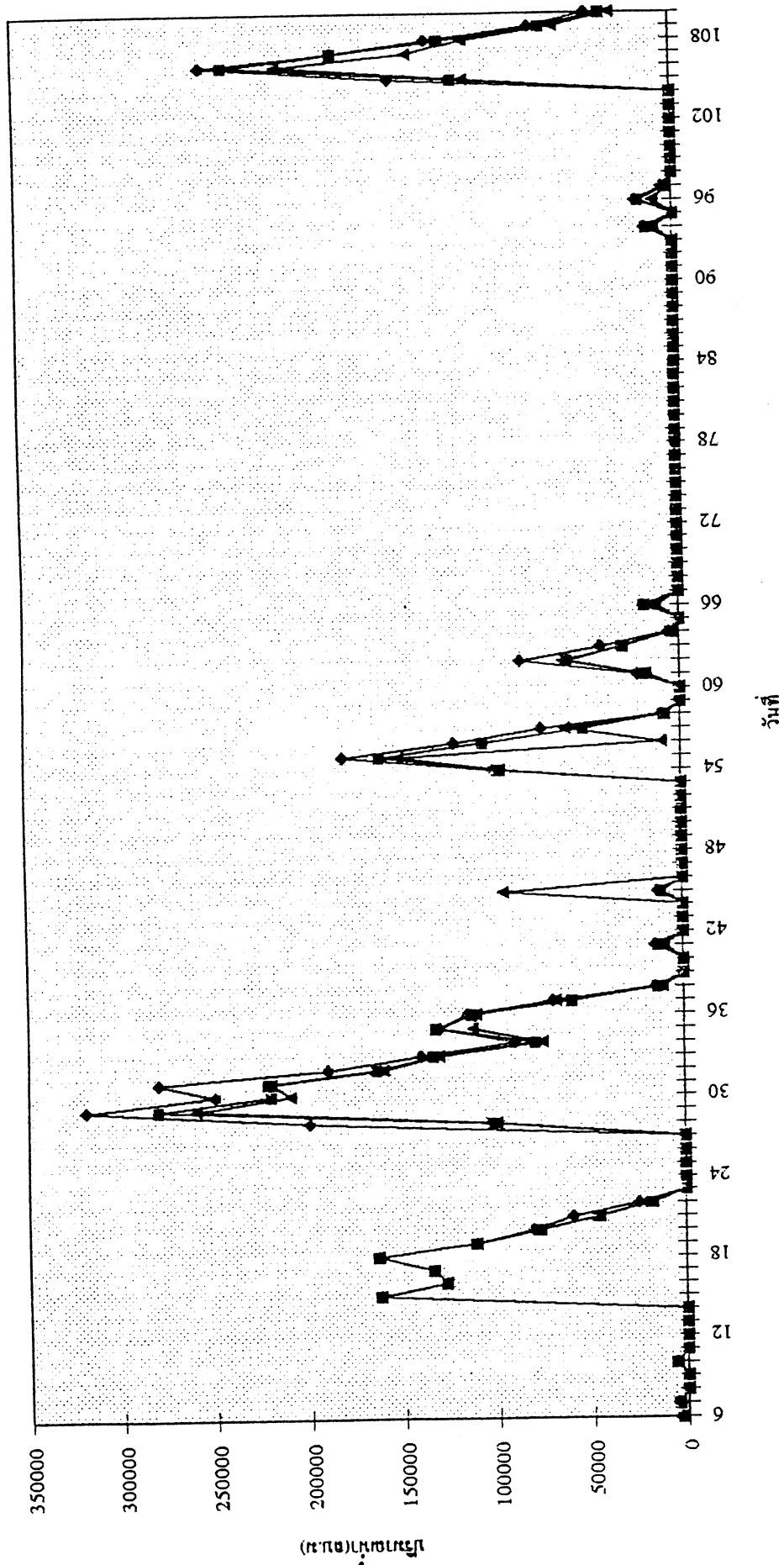
ตารางที่ ง.2 ค่าความพรุนและความสามารถในการกักน้ำของดินประเภทต่างๆ

ประเภทของดิน	ความพรุน(%)	ความสามารถในการกักน้ำของดิน(%)
A	38	8.4
B	45	18
C	50	29
D	53	35

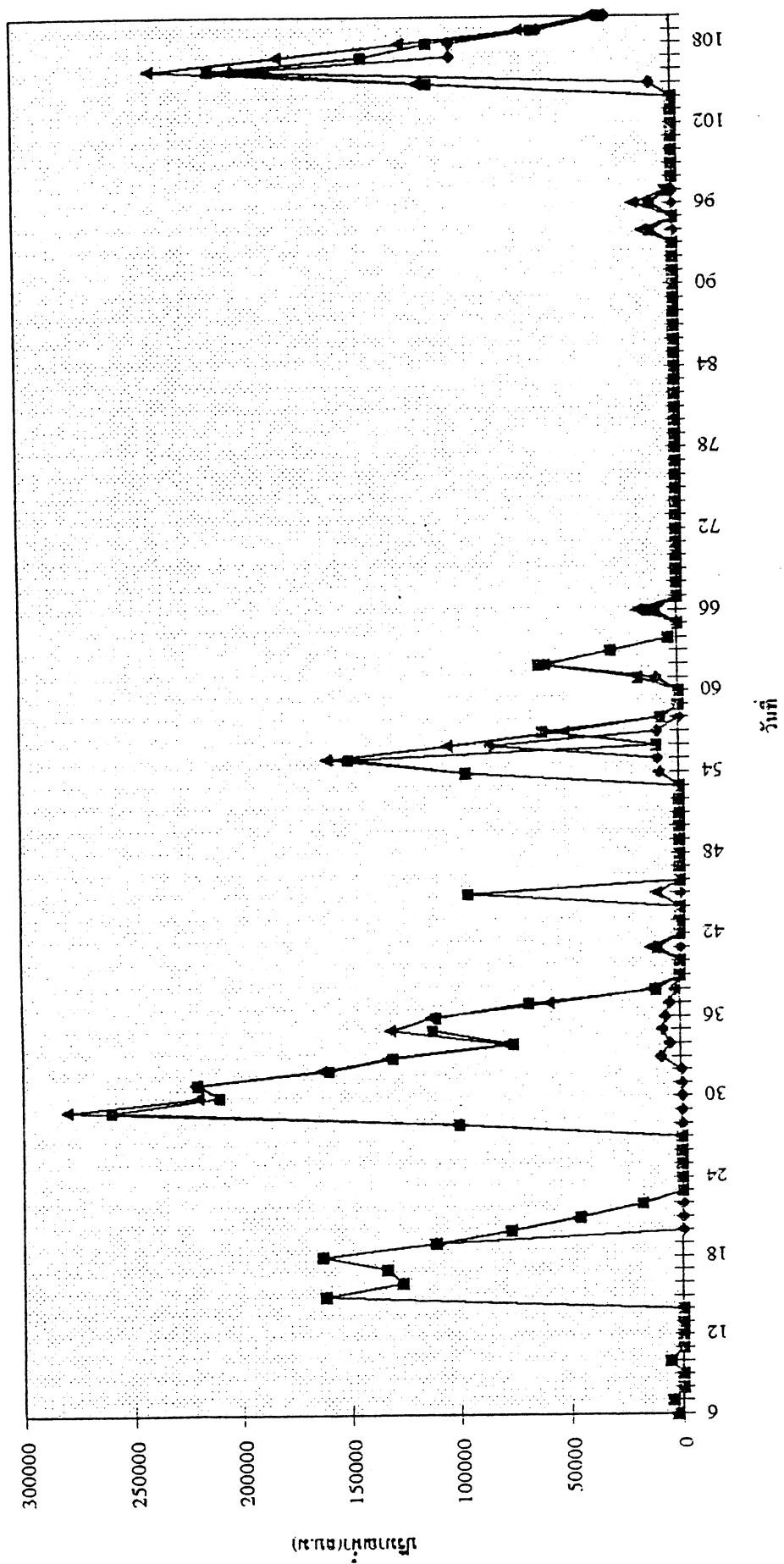
ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์ความไวของพารามิเตอร์



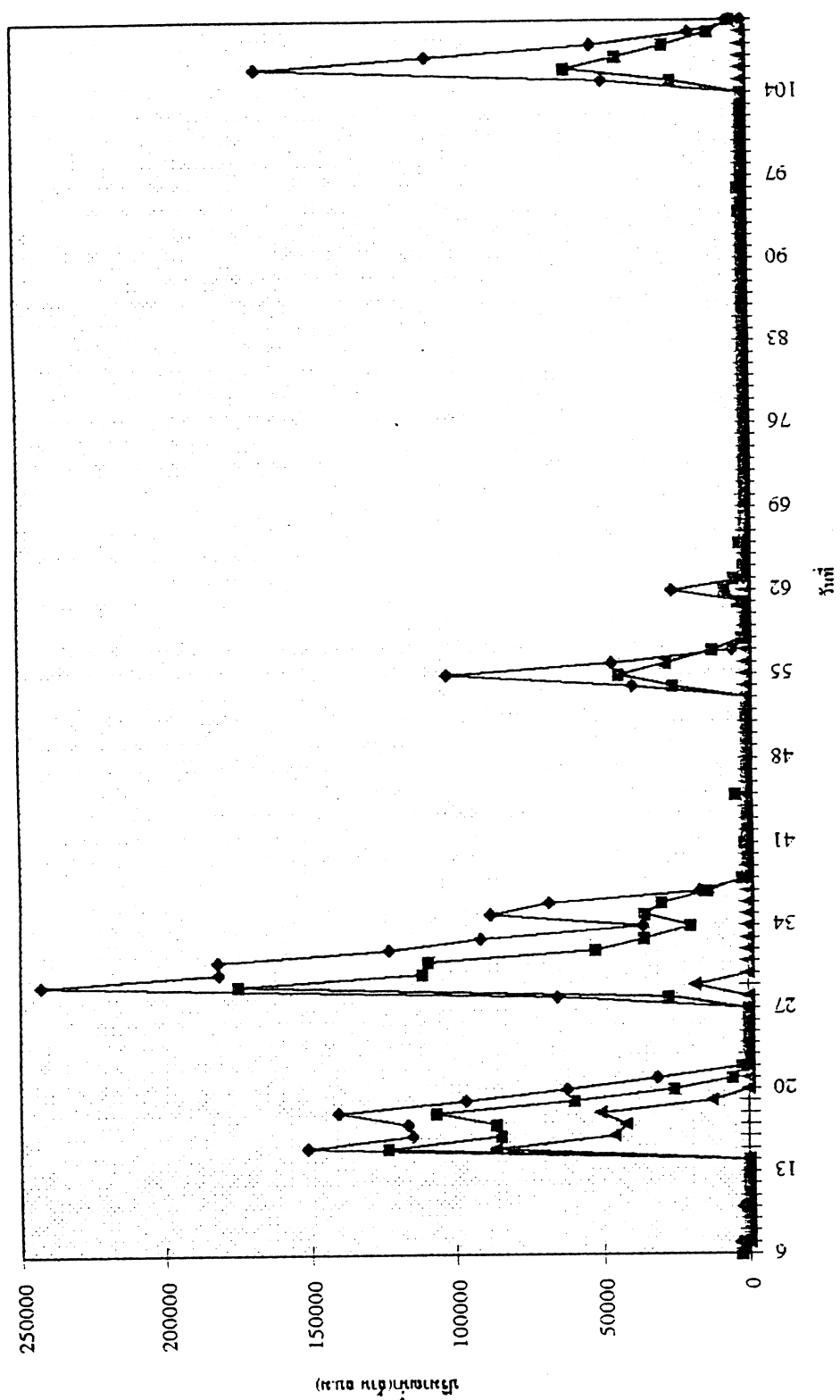
รูปที่ จ.1 ผลการวิเคราะห์ความไวของพารามิเตอร์ DE ของลุ่มน้ำห้วยแอ่งระหว่างเดือนพฤษภาคม - สิงหาคม 2537



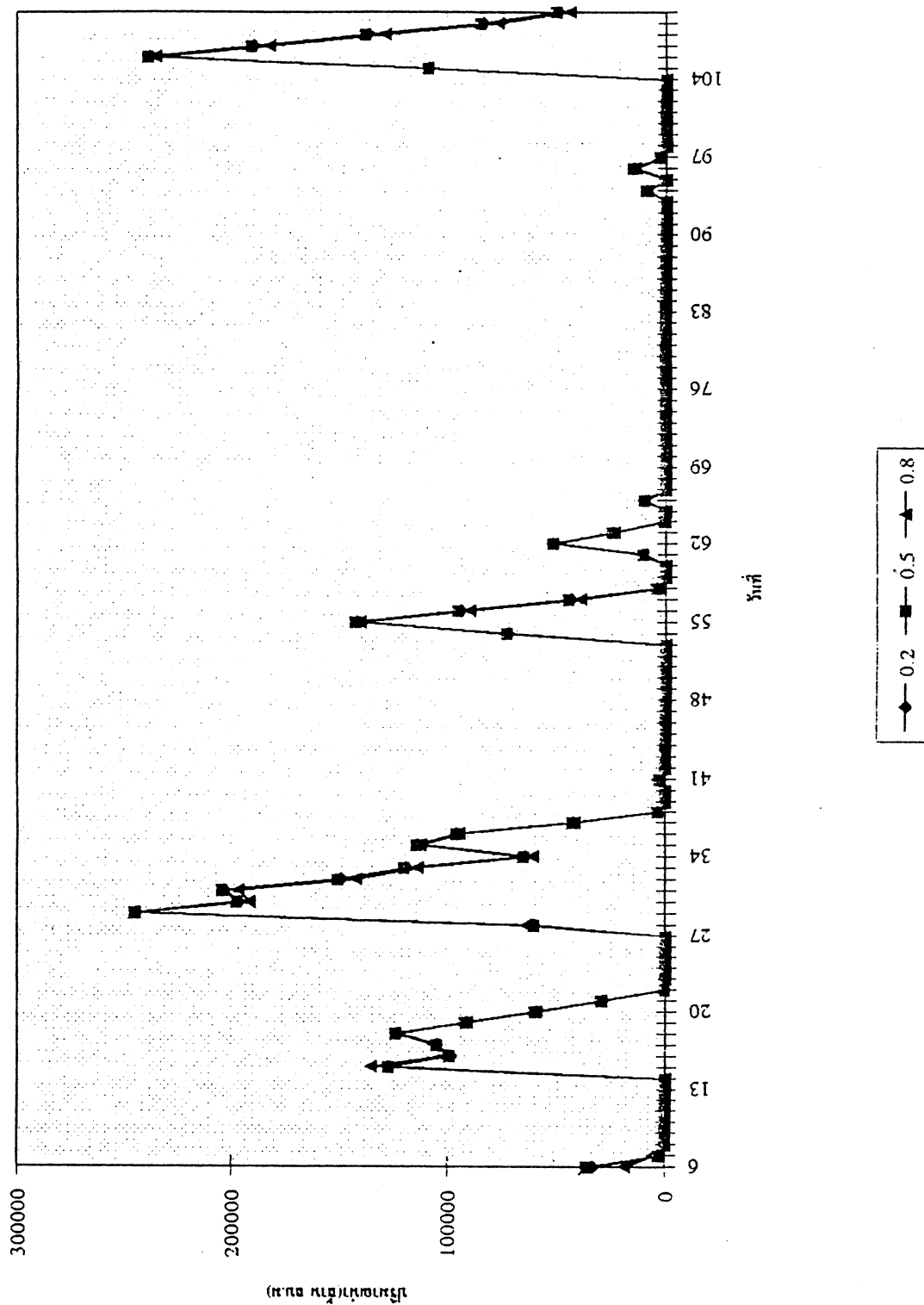
รูปที่ จ.2 ผลการวิเคราะห์ความไวของพารามิเตอร์ TQ ของลุ่มน้ำห้วยแอ่งระหว่างเดือนพฤษภาคม - สิงหาคม 2537



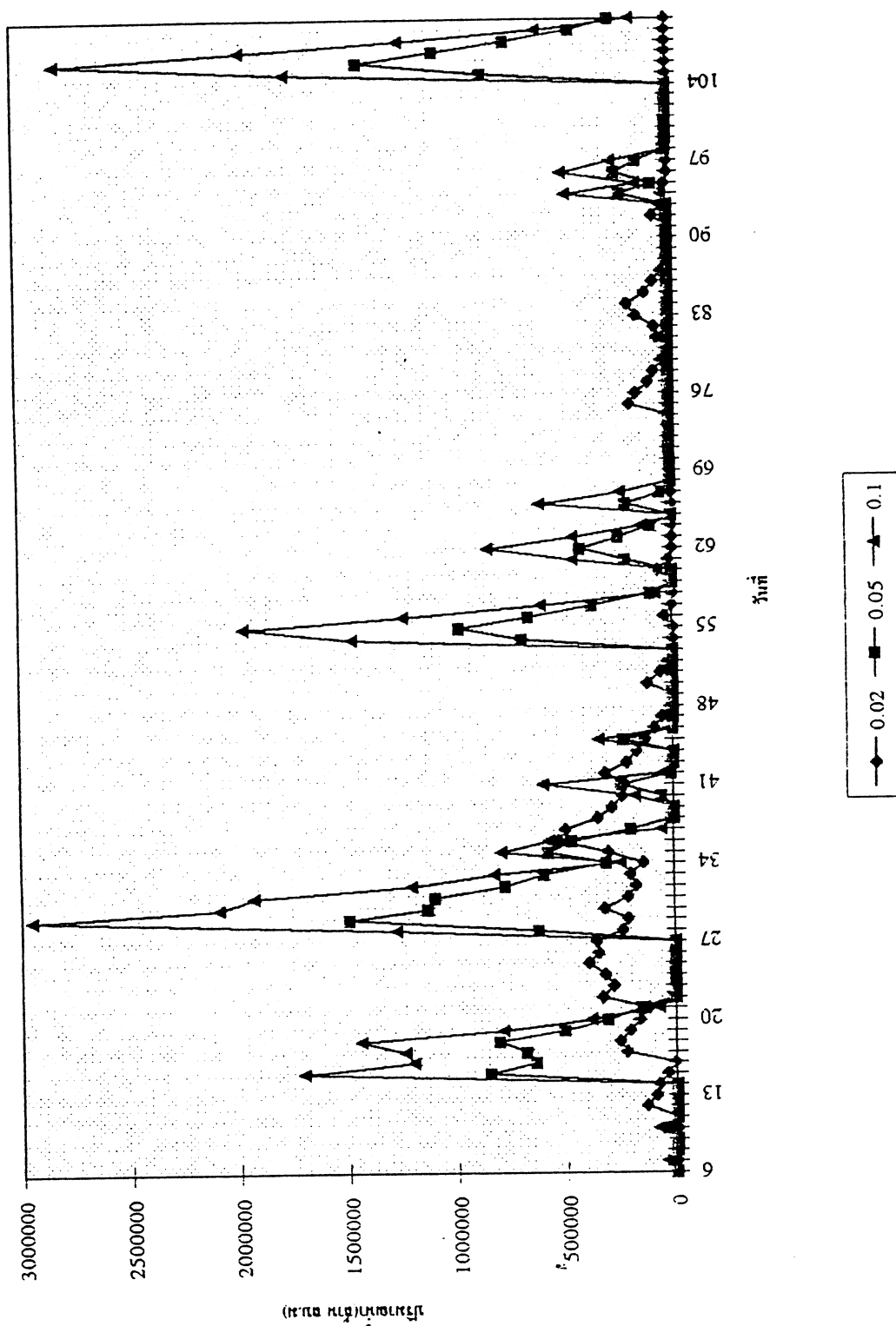
รูปที่ จ.3 ผลการวิเคราะห์ความไวของพารามิเตอร์ PCA ของลุ่มน้ำห้วยแอ่งระหว่างเดือนพฤษภาคม - สิงหาคม 2537



รูปที่ จ.4 ผลการวิเคราะห์ความไวของพารามิเตอร์ GG ของลุ่มน้ำห้วยแอ่งระหว่างเดือนพฤษภาคม - สิงหาคม 2537

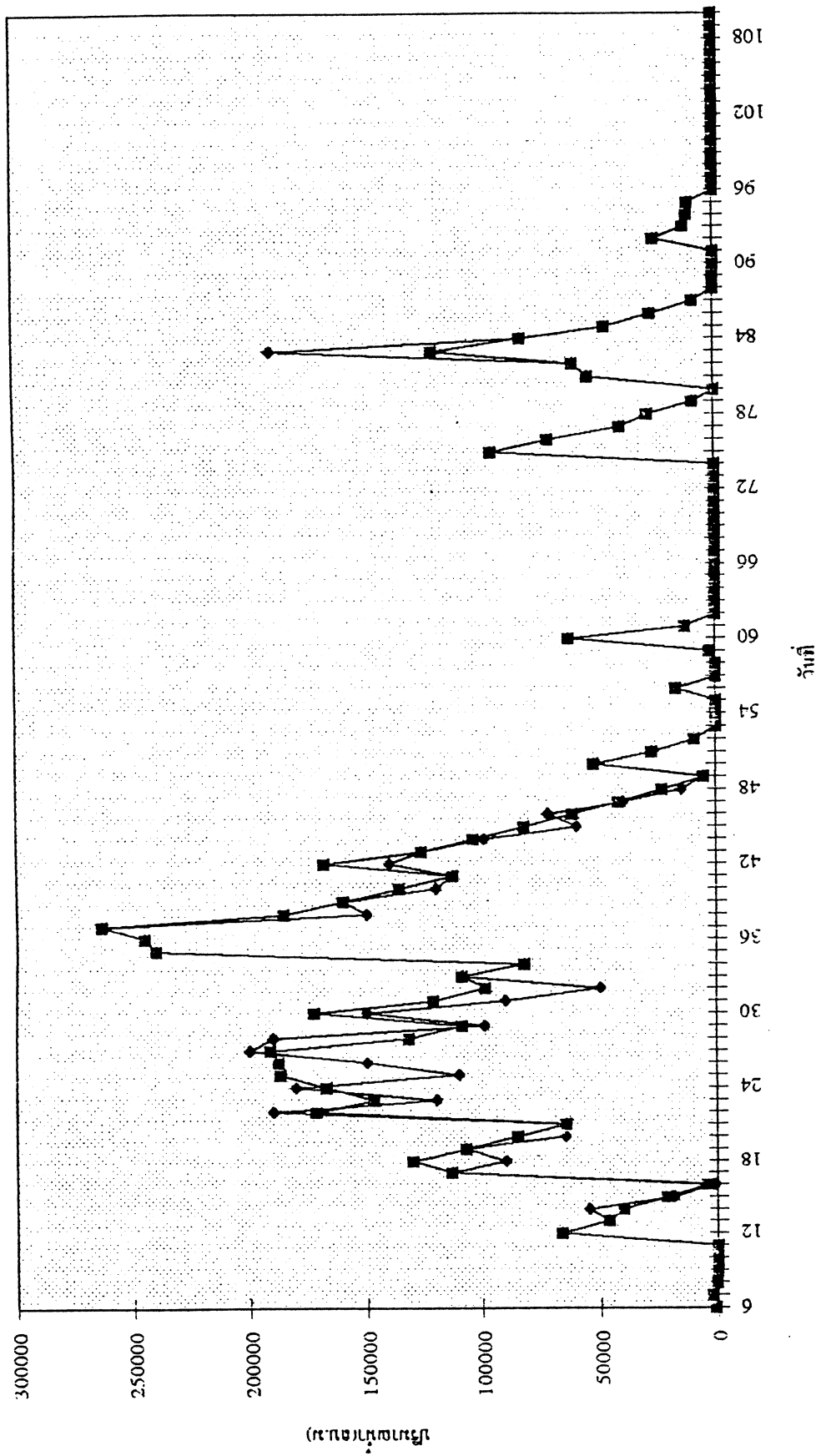


รูปที่ จ.5 ผลการวิเคราะห์ความไวของพารามิเตอร์ KQ ของลุ่มน้ำห้วยแอ่งระหว่างเดือนพฤษภาคม - สิงหาคม 2537

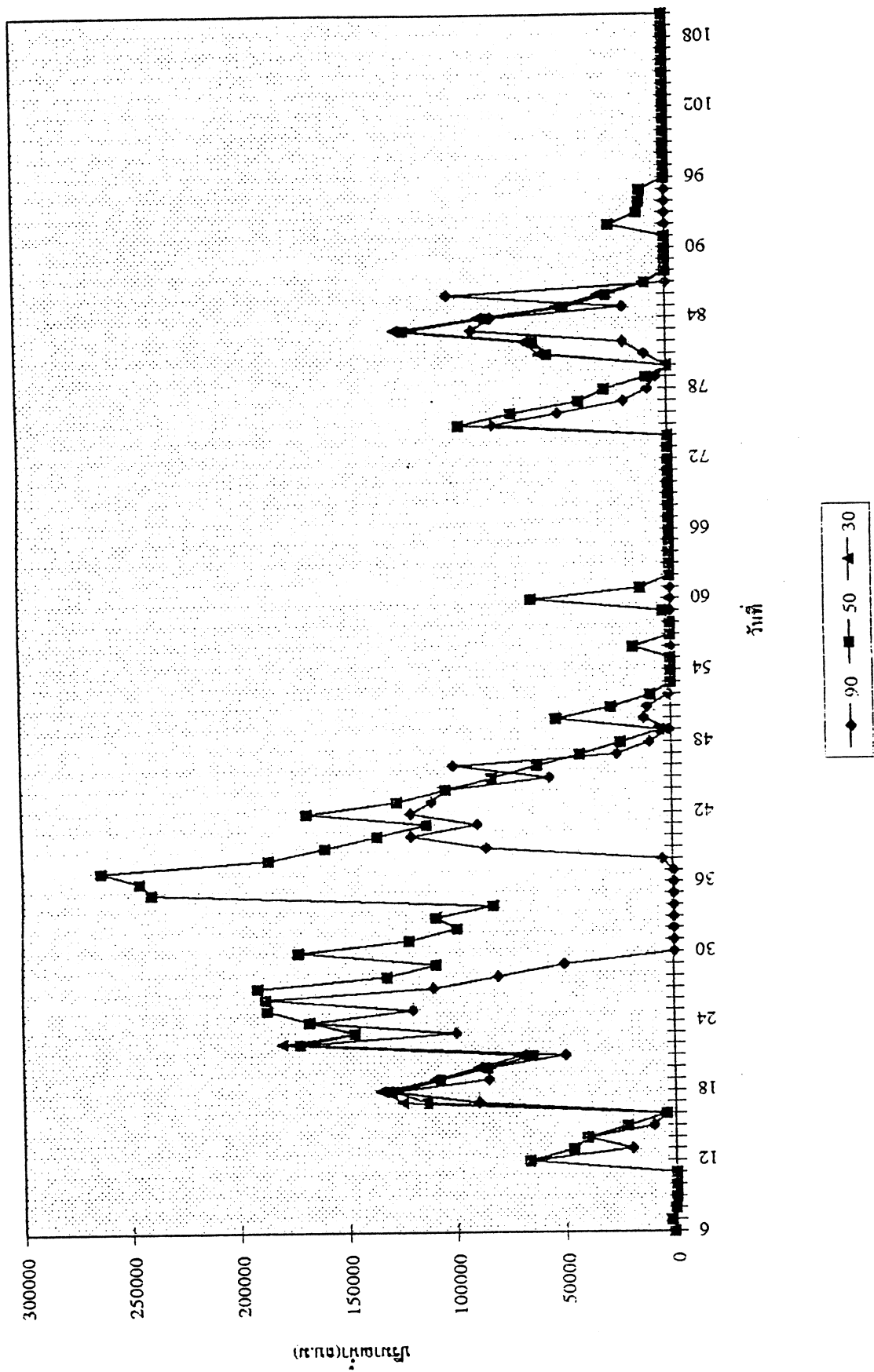


รูปที่ จ.6 ผลการวิเคราะห์ความไวของพารามิเตอร์ QKC ของลุ่มน้ำห้วยแอ่งระหว่างเดือนพฤษภาคม

- สิงหาคม 2537

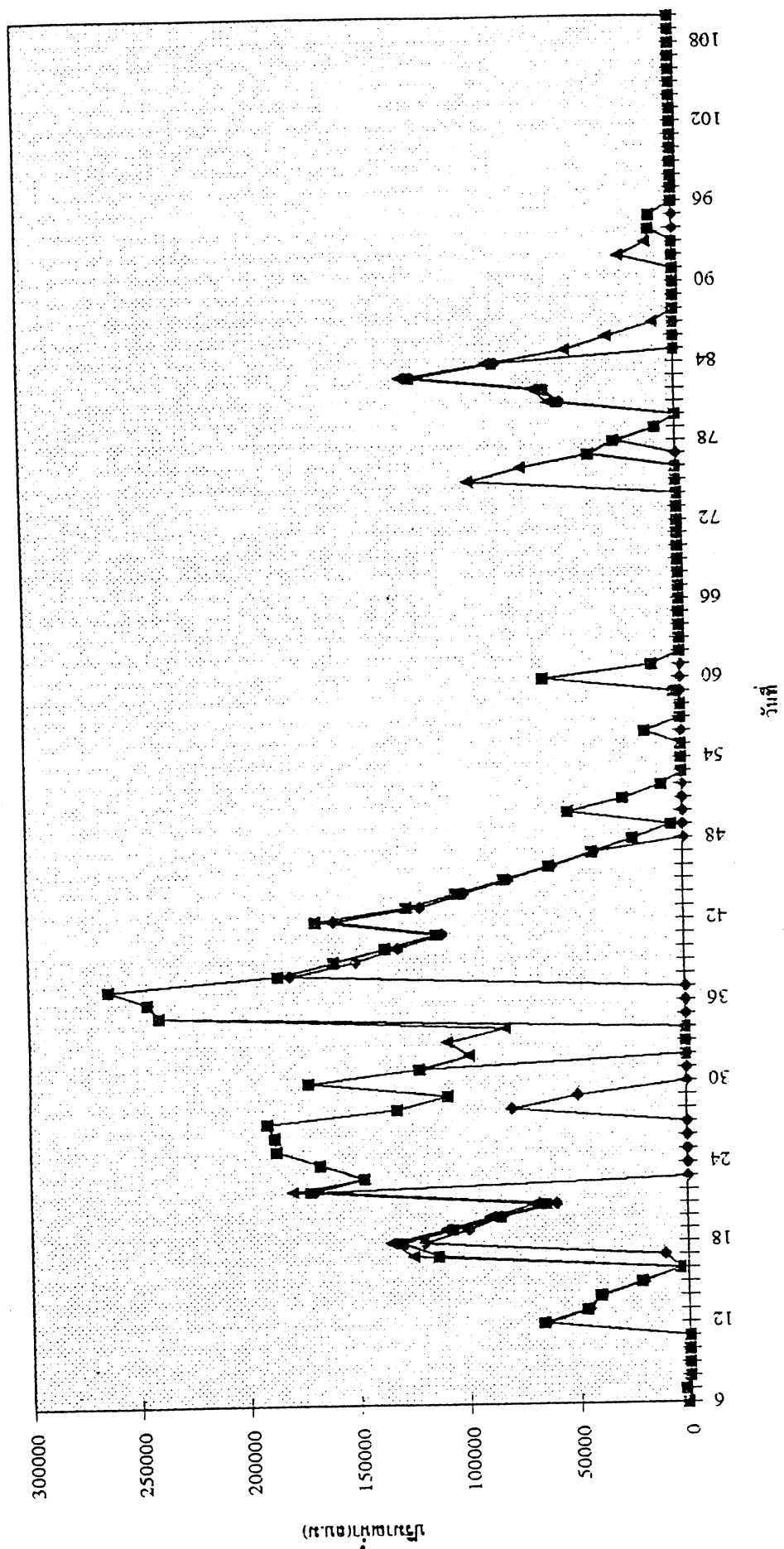


รูปที่ จ.7 ผลการวิเคราะห์ความไวของพารามิเตอร์ TQ ของลุ่มน้ำห้วยแอ่งระหว่างเดือนพฤษภาคม - สิงหาคม 2537



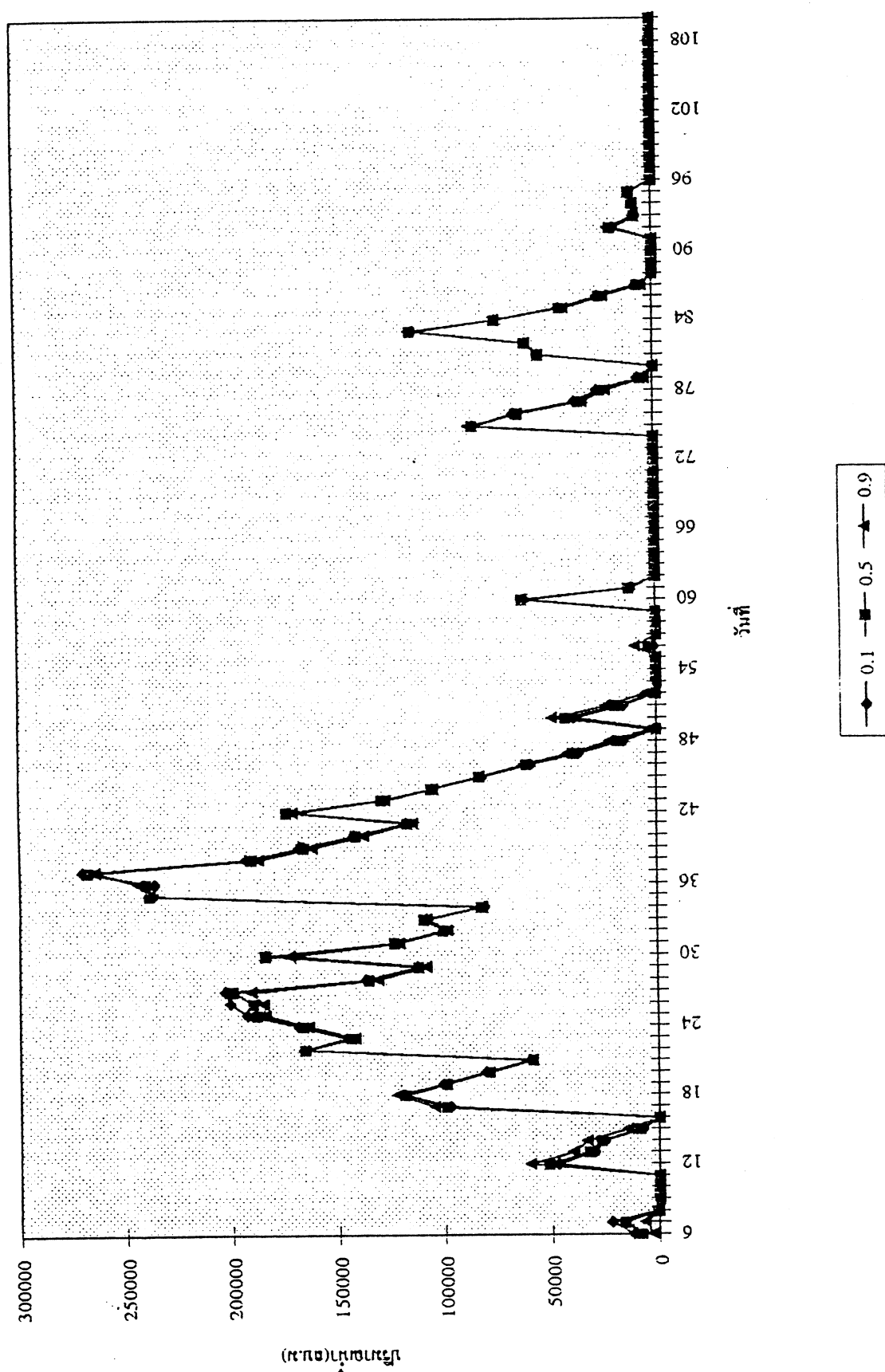
รูปที่ จ.8 ผลการวิเคราะห์ความไวของพารามิเตอร์ DE ของกลุ่มน้ำลายอมกระหว่างเดือนกรกฎาคม

- ตุลาคม 2535



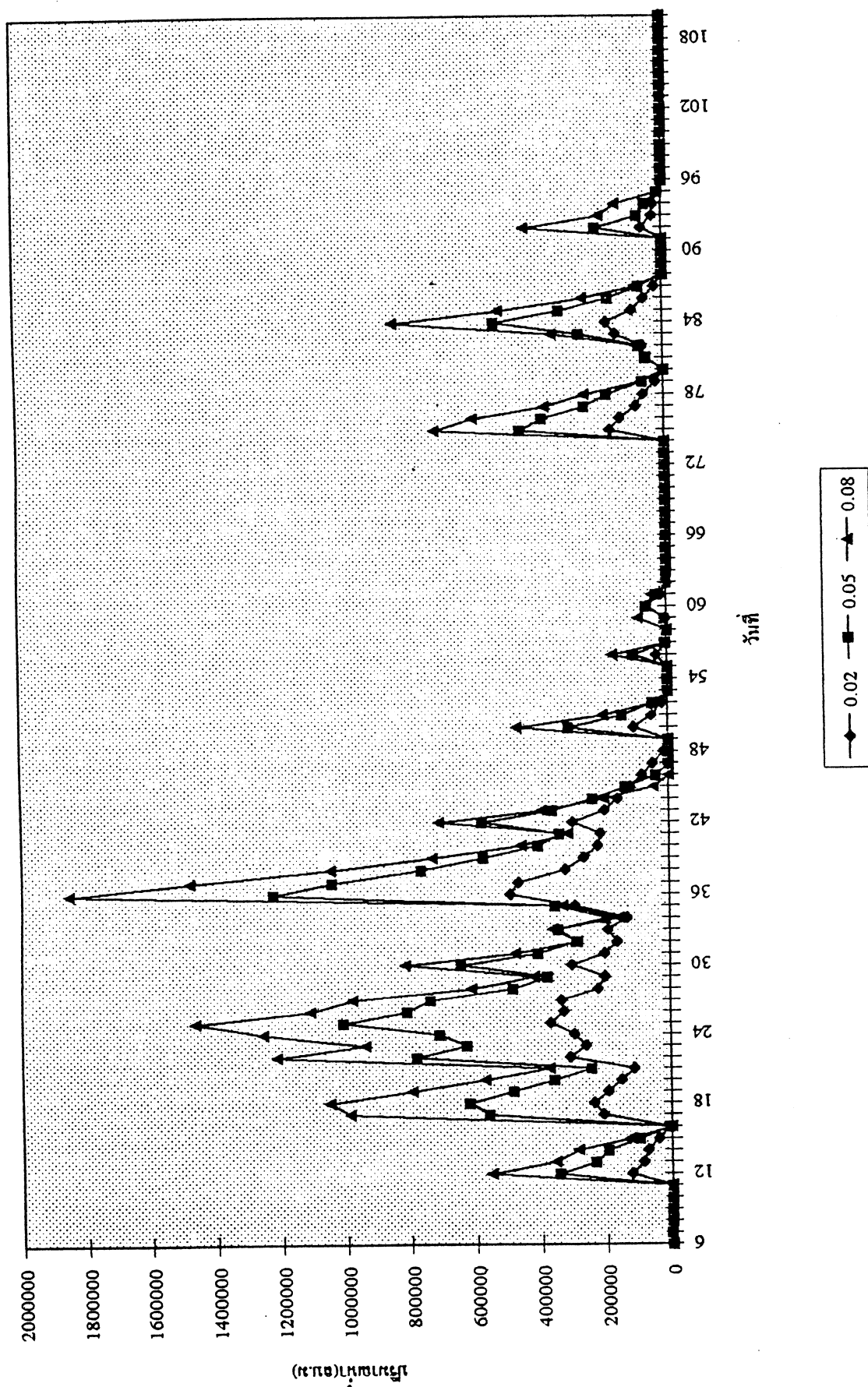
รูปที่ จ.9 ผลการวิเคราะห์ความไวของพารามิเตอร์ PCA ของลุ่มน้ำลวดมวาระหว่างเดือนกรกฎาคม

- ตุลาคม 2535



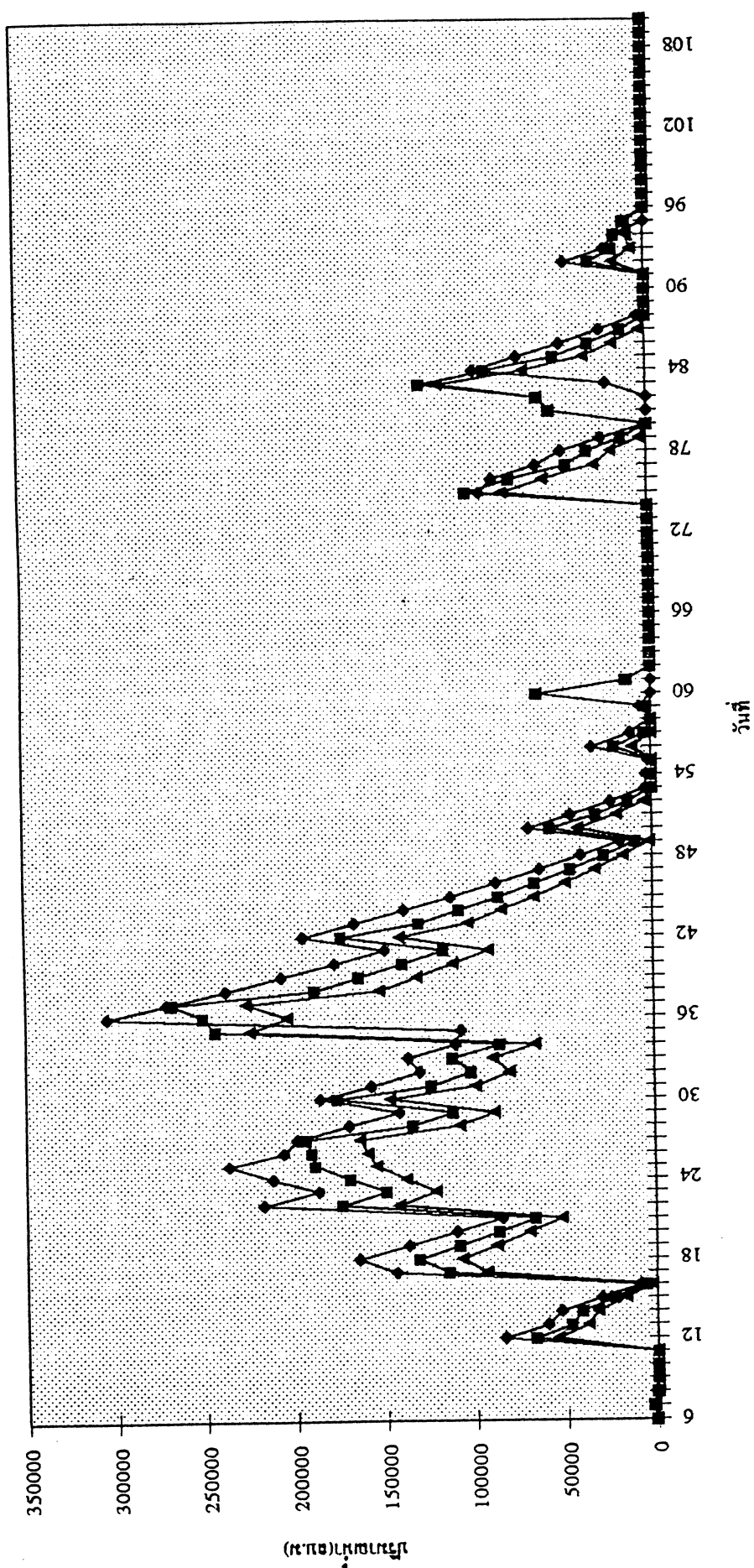
รูปที่ จ.10 ผลการวิเคราะห์ความไของพารามิเตอร์ KG ของลุ่มน้ำลำนวกระหว่างเดือนกรกฎาคม

- ตุลาคม 2535



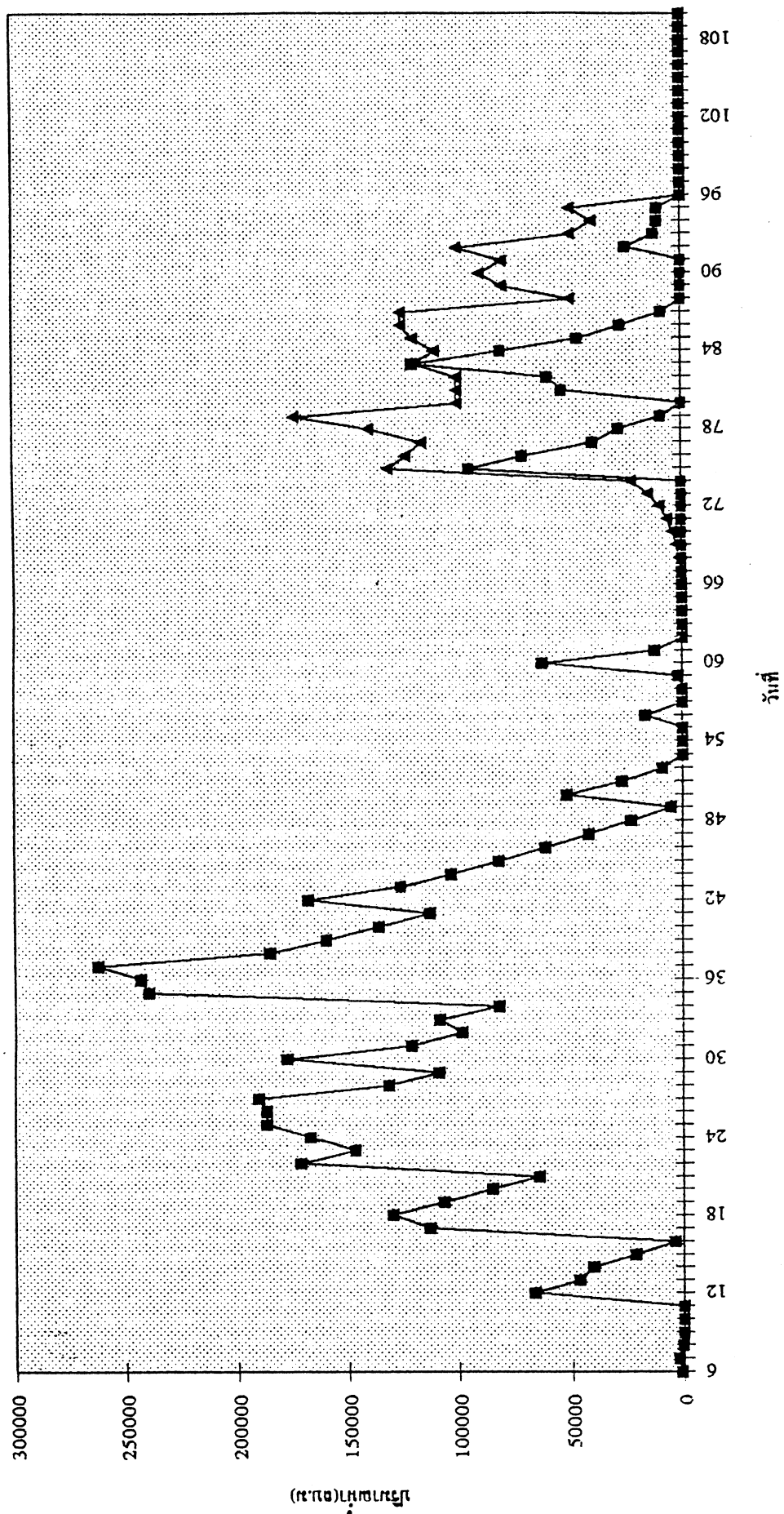
รูปที่ จ.11 ผลการวิเคราะห์ความไวของพารามิเตอร์ QKC ของกลุ่มน้ำล้นมวลระหว่างเดือนกรกฎาคม

- ตุลาคม 2535



รูปที่ จ.12 ผลการวิเคราะห์ความไวของพารามิเตอร์ GG ของลุ่มน้ำลาลมวาระหว่างเดือนกรกฎาคม

- ตุลาคม 2535



รูปที่ จ.13 ผลการวิเคราะห์ความไวของพารามิเตอร์ C ของกลุ่มน้ำลมนวกระหว่างเดือนกรกฎาคม

- ตุลาคม 2535

ภาคผนวก ฉ รายละเอียดของอ่างเก็บน้ำขนาดเล็กในกลุ่มน้ำห้วยแอ่ง

1. อ่างเก็บน้ำห้วยวังหิน

- ที่ตั้ง
- ก่อสร้างแล้วเสร็จ
- จุดประสงค์ใช้น้ำ
- ได้ประโยชน์
- พื้นที่รับประโยชน์
- พื้นที่รับน้ำฝน
- ปริมาณน้ำเก็บกัก

บ.ก่อ ต.ศรีสมเด็จ อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

2525

ทำนา, อุปโภค-บริโภค, เลี้ยงสัตว์, สวนครัว
1 หมู่บ้าน 134 ครอบครัว ประชากร 872 คน
500 ไร่

6 ตร.กม.

120,000 ลบ.ม

2. อ่างเก็บน้ำหนองโก

- ที่ตั้ง
- ก่อสร้างแล้วเสร็จ
- จุดประสงค์ใช้น้ำ
- ได้ประโยชน์
- พื้นที่รับประโยชน์
- พื้นที่รับน้ำฝน
- ปริมาณน้ำเก็บกัก

บ.หนองโก ต.ศรีสมเด็จ อ.เมือง

จ.ร้อยเอ็ด

2525

ทำนา, อุปโภค-บริโภค, เลี้ยงสัตว์, สวนครัว
1 หมู่บ้าน 49 ครอบครัว ประชากร 284 คน
40 ไร่

3 ตร.กม.

10,000 ลบ.ม

3. อ่างเก็บน้ำหนองสะแบง

- ที่ตั้ง
- ก่อสร้างแล้วเสร็จ
- จุดประสงค์ใช้น้ำ
- ได้ประโยชน์
- พื้นที่รับประโยชน์
- พื้นที่รับน้ำฝน
- ปริมาณน้ำเก็บกัก

บ.หนองสะแบง ต.ศรีสมเด็จ อ.เมือง จ.
ร้อยเอ็ด

2532

อุปโภค-บริโภค, เลี้ยงสัตว์, สวนครัว
1 หมู่บ้าน 110 ครอบครัว ประชากร 660 คน
90 ไร่

1 ตร.กม.

24,000 ลบ.ม

4. อ่างเก็บน้ำหนองกกคุด

- ที่ตั้ง
- ก่อสร้างแล้วเสร็จ
- จุดประสงค์ใช้น้ำ
- ได้ประโยชน์
- พื้นที่รับประโยชน์
- พื้นที่รับน้ำฝน
- ปริมาณน้ำเก็บกัก

บ.สวนจิก ต.สวนจิก อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

2533

อุปโภค-บริโภค, เลี้ยงสัตว์, สวนครัว
1 หมู่บ้าน 70 ครอบครัว ประชากร 350 คน
5 ไร่

1 ตร.กม.

120,000 ลบ.ม

5. อ่างเก็บน้ำหนองไร่

- | | |
|----------------------|---|
| - ที่ตั้ง | บ.ป่าแหน ต.สวนจิก อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด |
| - ก่อสร้างแล้วเสร็จ | 2535 |
| - จุดประสงค์ใช้น้ำ | อุปโภค-บริโภค, เลี้ยงสัตว์, สวนครัว |
| - ได้ประโยชน์ | 3 หมู่บ้าน 195 ครอบครัว ประชากร 1258 คน |
| - พื้นที่รับประโยชน์ | 110 ไร่ |
| - พื้นที่รับน้ำฝน | 1 ตร.กม. |
| - ปริมาณน้ำเก็บกัก | 128,900 ลบ.ม |

ภาคผนวก ข รายละเอียดของอ่างเก็บน้ำขนาดกลางที่ใช้ในการศึกษา

1. โครงการอ่างเก็บน้ำห้วยแอ่ง อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด

1.1 ลักษณะโครงการ

ลักษณะทั่วไปและสภาพทางอุทกวิทยา พอสรุปได้ดังนี้
บริเวณอาณาเขตรับน้ำฝนเป็นที่ลุ่มๆ ดอนๆ และเป็นนาข้าว พื้นที่ลาดเทไม่มากนัก ลำห้วยมีน้ำไหลเฉพาะฤดูฝนเท่านั้น บริเวณพื้นที่ตอนล่างเป็นนาข้าว จึงพิจารณาสร้างอ่างฯ แห่งนี้ขึ้น เมื่อปี พ.ศ. 2506 แล้วเสร็จเมื่อปี พ.ศ. 2508 งบประมาณ ในการก่อสร้างทั้งสิ้น 6,917,500 บาท สามารถส่งน้ำได้ในพื้นที่ 18,996 ไร่ ในฤดูฝน และ 4,000 ไร่ ในฤดูแล้ง

1.2 ลักษณะอาคารต่างๆ

- ทานบดินยาว	1.56	กิโลเมตร
- ทานบดินกว้าง	6.00	เมตร
- ทานบดินสูง	12.54	เมตร

1.3 สภาพทางอุทกวิทยา

- อาณาเขตรับน้ำฝน	147.5	ตร.กม.
- ความจุ	22	ล้าน ลบ.ม
- ปริมาณน้ำใช้การประมาณ	20	ล้าน ลบ.ม

1.4 ระบบการส่งน้ำ

- คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้ายและขวา	62.348	กิโลเมตร
-----------------------------------	--------	----------

1.5 การเพาะปลูกพืช

ในฤดูฝนจะมีการปลูกข้าวเพียงอย่างเดียว ส่วนในฤดูแล้งจะมีการปลูกพืชไร่ต่างๆ เช่น ข้าวโพดหวาน แตงโม ถั่วลิสง มันเทศ พริก และพืชผักต่างๆ

2. โครงการอ่างเก็บน้ำลำฉมวก ต.หล่งประดู่ อ.ห้วยแถลง จ.นครราชสีมา

2.1 ข้อมูลเฉพาะ

- พิกัด	305-688	
- ระวัง	5439II	
- ก่อสร้างปี	2505	
- เสร็จปี	2506	
- ปริมาณฝนเฉลี่ย	1,165.00	มม./ปี
- พื้นที่รับน้ำฝนที่ห้วยงาน	180.00	ตร.กม.
- พื้นที่อ่างเก็บน้ำ	8.121	ตร.กม.
- ระดับน้ำสูงสุด	+ 176.00	ม.(รทก.)
- ระดับน้ำเก็บกัก	+ 176.30	ม.(รทก.)
- ระดับน้ำต่ำสุดที่ธรณีท่อ	+ 171.00	ม.(รทก.)
- ระดับสันเขื่อน	+ 178.00	ม.(รทก.)
- ความจุของอ่างฯ ที่ระดับเก็บกัก	23.445	ล้าน ลบ.ม
- ปริมาณน้ำใช้การ	22.188	ล้าน ลบ.ม
- ปริมาณน้ำต่ำสุดที่ธรณีท่อ	1.257	ล้าน ลบ.ม
- ความยาวตามแนวสันเขื่อน	1,500.00	เมตร
- ความกว้างของสันเขื่อน	6.00	เมตร
- ความสูงของตัวเขื่อน	11.00	เมตร

2.2 อาคารประกอบ

- อาคารระบายน้ำล้นปกติ เป็นฝายคอนกรีตเสริมเหล็กแบบ
MONNING GLORY SPILLWAY ปริมาณน้ำผ่านฝาย 126.50 ลบ.ม/วินาที

2.3 ระบบส่งน้ำ

- คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งขวายาว 13.300 กิโลเมตร
- คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้ายยาว 7.400 กิโลเมตร
- พื้นที่ชลประทานรวม 13,500 ไร่

ภาคผนวก ช ตารางแสดงข้อมูลทั่วไปของกลุ่มน้ำ

ตารางที่ ข.1 ข้อมูลลักษณะทั่วไปของกลุ่มน้ำห้วยแอ่ง (ลำน้ำสายที่ 1)

ลุ่มน้ำย่อยที่	พื้นที่รวม (ตร.กม)	ความสูง สันผาย (เมตร)	ความกว้าง ลำน้ำ (เมตร)	ความยาว ลำน้ำ (เมตร)	ความลาด ชันของ พื้นที่
1	10.18	-	-	-	-
2	8.20	-	-	-	-
3	16.88	1.5	20	1750	0.0028
4	6.85	-	-	-	-
5	9.20	-	-	-	-
6	4.29	-	-	-	-
7	7.22	1.5	18	1300	0.0024
8	5.75	1.5	18	1150	0.0024
9	3.20	1.5	18	1000	0.0024
10	4.82	-	-	-	-
11	1.01	-	-	-	-
12	6.72	-	-	-	-
13	4.91	-	-	-	-
14	4.00	-	-	-	-
15	4.88	-	-	-	-
16	2.93	-	-	-	-
17	2.37	-	-	-	-
18	4.00	-	-	-	-
19	6.40	-	-	-	-
20	7.87	-	-	-	-
21	2.40	-	-	-	-
22	10.02	-	-	-	-
23	2.71	-	-	-	-
24	2.33	-	-	-	-
25	1.92	1.5	20	900	0.0020

ตารางที่ ข.1 ข้อมูลลักษณะทั่วไปของกลุ่มน้ำห้วยแอ่ง (ลำน้ำสายที่ 2) (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อยที่	พื้นที่รวม (ตร.กม)	ความสูง สันผาย (เมตร)	ความกว้าง ลำน้ำ (เมตร)	ความยาว ลำน้ำ (เมตร)	ความลาด ชันของ พื้นที่
1	7.50	1.5	20	2000	0.0013
2	6.75	1.5	20	2100	0.0013
3	2.50	1.5	20	1300	0.0011
4	3.70	1.5	20	2400	0.0010
5	3.83	1.5	20	1900	0.0010
6	1.33	1.5	20	550	0.0010

ตารางที่ ข.1 ข้อมูลลักษณะทั่วไปของกลุ่มน้ำห้วยแอ่ง (ลำน้ำสายที่ 3) (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อยที่	พื้นที่รวม (ตร.กม)	ความสูง สันผาย (เมตร)	ความกว้าง ลำน้ำ (เมตร)	ความยาว ลำน้ำ (เมตร)	ความลาด ชันของ พื้นที่
1	1.35	1.5	20	2000	0.0013
2	3.25	1.5	20	2900	0.0013
3	0.25	1.5	20	500	0.0013
4	1.75	1.5	20	1100	0.0013
5	1.40	1.5	20	550	0.0012
6	3.00	1.5	20	1650	0.0010

ตารางที่ ข.1 ข้อมูลลักษณะทั่วไปของกลุ่มน้ำห้วยแอ่ง (ลำน้ำสายที่ 4-5) (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อยที่	พื้นที่รวม (ตร.กม)	ความสูง สันผาย (เมตร)	ความกว้าง ลำน้ำ (เมตร)	ความยาว ลำน้ำ (เมตร)	ความลาด ชันของ พื้นที่
1	3.75	1.5	20	2250	0.0013
2	3.00	1.5	20	1150	0.0013

ตารางที่ ข.2 ข้อมูลการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำห้วยแอ่ง (ลำน้าสายที่ 1)

ลุ่มน้ำย่อยที่	พื้นที่ทำนา (ตร.กม)	พื้นที่ป่า (ตร.กม)	พื้นที่ไร่ (ตร.กม)	พื้นที่อยู่อาศัย (ตร.กม)	พื้นที่เป็นน้ำ (ตร.กม)
1	4.89	0.26	0.00	0.06	0.039
2	3.80	0.56	0.00	0.06	0.024
3	7.84	0.88	0.00	0.25	0.035
4	3.32	0.00	0.00	0.00	0.025
5	4.50	0.00	0.00	0.10	0.054
6	2.01	0.00	0.00	0.20	0.044
7	3.19	0.64	0.00	0.14	0.026
8	2.54	0.45	0.00	0.00	0.023
9	1.43	0.00	0.00	0.00	0.020
10	2.29	0.00	0.00	0.00	0.030
11	0.49	0.00	0.00	0.00	0.015
12	3.16	0.00	0.00	0.31	0.058
13	2.87	0.00	0.00	0.00	0.035
14	1.90	0.00	0.00	0.10	0.046
15	2.40	0.00	0.00	0.03	0.028
16	1.39	0.00	0.00	0.08	0.031
17	1.08	0.00	0.00	0.13	0.041
18	1.95	0.00	0.00	0.00	0.053
19	2.80	0.00	0.00	0.16	0.098
20	3.80	0.00	0.00	0.13	0.072
21	1.13	0.00	0.00	0.10	0.024
22	4.82	0.00	0.82	0.25	0.065
23	1.30	0.00	0.00	0.05	0.031
24	1.11	0.00	0.00	0.06	0.031
25	0.92	0.00	0.00	0.03	0.017

ตารางที่ ข.2 ข้อมูลการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำห้วยแอ่ง (ลำนํ้าสายที่ 2) (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อยที่	พื้นที่ทำนา (ตร.กม)	พื้นที่ป่า (ตร.กม)	พื้นที่ไร่ (ตร.กม)	พื้นที่อยู่อาศัย (ตร.กม)	พื้นที่เป็นน้ำ (ตร.กม)
1	6.83	0.20	0.00	0.45	0.020
2	5.46	0.25	1.29	0.25	0.021
3	2.27	0.00	0.02	0.25	0.026
4	3.40	0.00	0.02	0.25	0.048
5	2.79	1.00	0.03	0.00	0.038
6	1.24	0.00	0.00	0.08	0.011

ตารางที่ ข.2 ข้อมูลการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำห้วยแอ่ง (ลำนํ้าสายที่ 3) (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อยที่	พื้นที่ทำนา (ตร.กม)	พื้นที่ป่า (ตร.กม)	พื้นที่ไร่ (ตร.กม)	พื้นที่อยู่อาศัย (ตร.กม)	พื้นที่เป็นน้ำ (ตร.กม)
1	1.23	0.00	0.00	0.08	0.040
2	3.11	0.00	0.00	0.08	0.058
3	0.25	0.00	0.00	0.00	0.050
4	1.73	0.00	0.00	0.00	0.020
5	1.34	0.00	0.00	0.05	0.010
6	2.72	0.00	0.00	0.25	0.030

ตารางที่ ข.2 ข้อมูลการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำห้วยแอ่ง (ลำนํ้าสายที่ 4-5) (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อยที่	พื้นที่ทำนา (ตร.กม)	พื้นที่ป่า (ตร.กม)	พื้นที่ไร่ (ตร.กม)	พื้นที่อยู่อาศัย (ตร.กม)	พื้นที่เป็นน้ำ (ตร.กม)
1	4.80	0.00	0.61	0.75	0.066
2	2.71	0.00	0.70	0.20	0.045

ตารางที่ ข.3 ข้อมูลชนิดของดินในลุ่มน้ำห้วยแอ่ง (ลำน้ำสายที่ 1)

ลุ่มน้ำย่อยที่	ดินกลุ่ม A (ตร.กม)	ดินกลุ่ม B (ตร.กม)	ดินกลุ่ม C (ตร.กม)	ดินกลุ่ม D (ตร.กม)
1	4.20	1.01	0.00	0.00
2	3.50	0.86	0.00	0.00
3	7.88	1.08	0.00	0.00
4	3.00	0.32	0.00	0.00
5	4.00	0.50	0.00	0.00
6	2.00	0.20	0.00	0.00
7	3.64	0.33	0.00	0.00
8	2.45	0.54	0.00	0.00
9	1.00	0.46	0.00	0.00
10	2.00	0.49	0.00	0.00
11	0.49	0.00	0.00	0.00
12	3.00	0.47	0.00	0.00
13	2.00	0.87	0.00	0.00
14	1.00	1.05	0.00	0.00
15	2.00	0.45	0.00	0.00
16	1.00	0.50	0.00	0.00
17	1.00	0.20	0.00	0.00
18	1.00	0.96	0.00	0.00
19	2.00	0.96	0.00	0.00
20	3.00	0.99	0.00	0.00
21	1.00	0.23	0.00	0.00
22	4.00	0.25	0.00	0.00
23	1.00	0.34	0.00	0.00
24	1.00	0.17	0.00	0.00
25	0.92	0.03	0.00	0.00

ตารางที่ ข.3 ข้อมูลชนิดของดินในกลุ่มน้ำห้วยแอ่ง (ลำน้าสายที่ 2) (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อยที่	ดินกลุ่ม A (ตร.กม)	ดินกลุ่ม B (ตร.กม)	ดินกลุ่ม C (ตร.กม)	ดินกลุ่ม D (ตร.กม)
1	7.48	0.00	0.00	0.00
2	6.73	0.00	0.00	0.00
3	2.49	0.00	0.00	0.00
4	3.67	0.00	0.00	0.00
5	3.81	0.00	0.00	0.00
6	1.32	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ ข.3 ข้อมูลชนิดของดินในกลุ่มน้ำห้วยแอ่ง (ลำน้าสายที่ 3) (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อยที่	ดินกลุ่ม A (ตร.กม)	ดินกลุ่ม B (ตร.กม)	ดินกลุ่ม C (ตร.กม)	ดินกลุ่ม D (ตร.กม)
1	1.31	0.00	0.00	0.00
2	3.19	0.00	0.00	0.00
3	0.25	0.00	0.00	0.00
4	1.73	0.00	0.00	0.00
5	1.38	0.00	0.00	0.00
6	3.96	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ ข.3 ข้อมูลชนิดของดินในกลุ่มน้ำห้วยแอ่ง (ลำน้าสายที่ 4-5) (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อยที่	ดินกลุ่ม A (ตร.กม)	ดินกลุ่ม B (ตร.กม)	ดินกลุ่ม C (ตร.กม)	ดินกลุ่ม D (ตร.กม)
1	3.08	0.61	0.00	0.00
2	2.25	0.71	0.00	0.00

ตารางที่ ข.4 ข้อมูลลักษณะทั่วไปของกลุ่มน้ำสาธิต (ลำน้ำสายที่ 1)

ลุ่มน้ำย่อยที่	พื้นที่รวม (ตร.กม.)	ความสูงสันฟาย (ม.)	ความกว้าง ลำน้ำ(ม.)	ความยาว ลำน้ำ(ม.)	ความลาด ชันของ พื้นที่
1	5.66	-	-	-	-
2	16.96	-	-	-	-
3	21.25	1.5	10.0	2900	0.0024
4	5.00	-	-	-	-
5	3.50	-	-	-	-
6	5.30	1.5	10.0	1500	0.0024
7	5.48	1.5	10.0	1800	0.0020
8	4.88	1.5	10.0	1500	0.0020
9	5.25	1.5	10.0	2000	0.0020
10	4.80	1.5	10.0	1900	0.0020
11	4.26	1.5	10.0	1600	0.0020
12	3.25	1.5	10.0	2000	0.0018
13	10.31	1.5	10.0	750	0.0018
14	10.25	-	-	-	-
15	10.50	1.5	10.0	2000	0.0018
16	11.25	1.5	10.0	2350	0.0018
17	15.63	1.5	10.0	2500	0.0018
18	15.00	1.5	10.0	2100	0.0018
19	11.50	1.5	10.0	1500	0.0018

ตารางที่ ข.4 ข้อมูลลักษณะทั่วไปของกลุ่มน้ำลำฉมวก (ลำน้ำสายที่ 2-6) (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อยที่	พื้นที่รวม (ตร.กม)	ความสูงสันผาย (ม.)	ความกว้าง ลำน้ำ(ม.)	ความยาว ลำน้ำ(ม.)	ความลาด ชันของ พื้นที่
2	7.50	1.5	10.0	3500	0.0018
3	4.50	1.5	10.0	3500	0.0018
4	2.00	1.5	10.0	2250	0.0018
5	1.47	1.5	10.0	3150	0.0018
6	3.00	1.5	10.0	2000	0.0018

ตารางที่ ข.5 ข้อมูลการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำลำฉมวก (ลำน้ำสายที่ 1)

ลุ่มน้ำย่อยที่	พื้นที่ทำนา (ตร.กม)	พื้นที่ป่า (ตร.กม)	พื้นที่ไร่ (ตร.กม)	พื้นที่อยู่อาศัย (ตร.กม)	พื้นที่เป็นน้ำ (ตร.กม)
1	0.00	0.00	5.50	0.15	0.013
2	0.50	0.00	16.28	0.18	0.041
3	0.00	0.00	20.72	0.50	0.003
4	1.00	0.00	3.35	0.13	0.018
5	0.00	0.00	3.50	0.00	0.005
6	0.43	0.00	4.24	0.63	0.015
7	1.00	0.00	4.35	0.13	0.018
8	0.38	0.00	4.49	0.00	0.015
9	1.13	0.00	4.10	0.00	0.020
10	1.50	0.00	3.30	0.00	0.030
11	1.75	1.13	1.00	0.38	0.016
12	1.00	0.00	1.35	0.88	0.020
13	1.06	0.00	8.50	0.75	0.008
14	2.50	1.50	5.50	0.50	0.022
15	1.88	0.00	8.11	0.50	0.020
16	5.50	1.50	4.09	0.13	0.024
17	5.25	0.00	9.05	1.13	0.091
18	7.50	0.00	7.30	0.13	0.021
19	0.75	0.00	0.80	0.38	0.015

ตารางที่ ข.6 ข้อมูลชนิดของดินในลุ่มน้ำสาขามวก (ลำนํ้าสายที่ 1)

ลุ่มน้ำย่อยที่	ดินกลุ่ม A (ตร.กม)	ดินกลุ่ม B (ตร.กม)	ดินกลุ่ม C (ตร.กม)	ดินกลุ่ม D (ตร.กม)
1	5.15	0.59	0.00	0.00
2	15.18	1.78	0.00	0.00
3	15.50	5.72	0.00	0.00
4	4.25	0.35	0.00	0.00
5	3.00	0.50	0.00	0.00
6	4.63	0.68	0.00	0.00
7	3.13	1.35	0.00	0.00
8	4.00	0.49	0.00	0.00
9	3.00	1.10	0.00	0.00
10	3.00	1.34	0.00	0.00
11	2.00	0.72	0.00	0.00
12	2.88	0.35	0.00	0.00
13	6.31	4.00	0.00	0.00
14	5.50	3.00	0.00	0.00
15	8.49	2.00	0.00	0.00
16	9.32	2.00	0.00	0.00
17	10.43	5.00	0.00	0.00
18	9.93	5.00	0.00	0.00
19	1.38	0.55	0.00	0.00

ตารางที่ ข.6 ข้อมูลชนิดของดินในลุ่มน้ำลำนมวก (ลำนน้ำสายที่ 2-6) (ต่อ)

ลุ่มน้ำย่อยที่	ดินกลุ่ม A (ตร.กม)	ดินกลุ่ม B (ตร.กม)	ดินกลุ่ม C (ตร.กม)	ดินกลุ่ม D (ตร.กม)
2	7.50	0.00	0.00	0.00
3	4.50	0.00	0.00	0.00
4	2.00	1.00	0.00	0.00
5	1.00	0.47	0.00	0.00
6	1.75	1.25	0.00	0.00

ภาคผนวก ๗ วิธีการทางสถิติ

1. การประมาณทางสถิติ(Statistical Estimation)

การประมาณ เป็นวิธีการอย่างหนึ่งของสถิติอนุมาน (Inference Statistics) ในการนำข้อมูลจากตัวอย่างไปประมาณคุณลักษณะบางประการของประชากรหรือพารามิเตอร์ เช่น การนำค่าเฉลี่ยจากตัวอย่าง($\bar{X}$) ไปประมาณค่าเฉลี่ยของประชากร (μ) หรือนำส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของตัวอย่าง (s) ไปประมาณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร(σ) เป็นต้น การประมาณมีอยู่ 2 แบบด้วยกัน คือ

1. การประมาณแบบค่าเดียว (Point Estimate) ค่าสถิติที่ได้จากตัวอย่าง จะเป็นตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของประชากร

2. การประมาณแบบเป็นช่วง (Interval Estimate) เป็นการประมาณที่บอกช่วง ซึ่งคาดว่าค่าพารามิเตอร์จะอยู่ในช่วงนี้ ในการประมาณแบบนี้ ต้องกำหนดขนาดของความผิดพลาดไว้ด้วย เพราะเนื่องจากการสุ่มตัวอย่างจะมีโอกาสที่สุ่มตัวอย่างแล้วได้ค่าสถิติไปประมาณค่าพารามิเตอร์พลาด โดยไม่สามารถจะได้ช่วงของค่าไปครอบคลุมค่าพารามิเตอร์ การประมาณแบบเป็นช่วงนี้ เราสามารถจะสร้างช่วงของค่าที่ใช้สำหรับประมาณค่าพารามิเตอร์ได้เช่น การประมาณค่าเฉลี่ยของประชากร(μ) โดยใช้ค่าเฉลี่ยจากตัวอย่าง($\bar{X}$) ในกรณีที่ทราบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร(σ) และตัวอย่างขนาดใหญ่($n > 30$) โดยที่ความผิดพลาดไม่เกิน 5% จะได้

$$\Pr(\mu - 1.96 \sigma_{\bar{X}} < \bar{X} < \mu + 1.96 \sigma_{\bar{X}}) = 0.95 \quad (๓.1)$$

ความน่าจะเป็นนี้หมายความว่า ความน่าจะเป็นที่ค่าเฉลี่ยจากตัวอย่าง จะครอบคลุมค่าเฉลี่ยของประชากรมีค่า .95 ถ้าจัดเทอมในวงเล็บใหม่จะได้

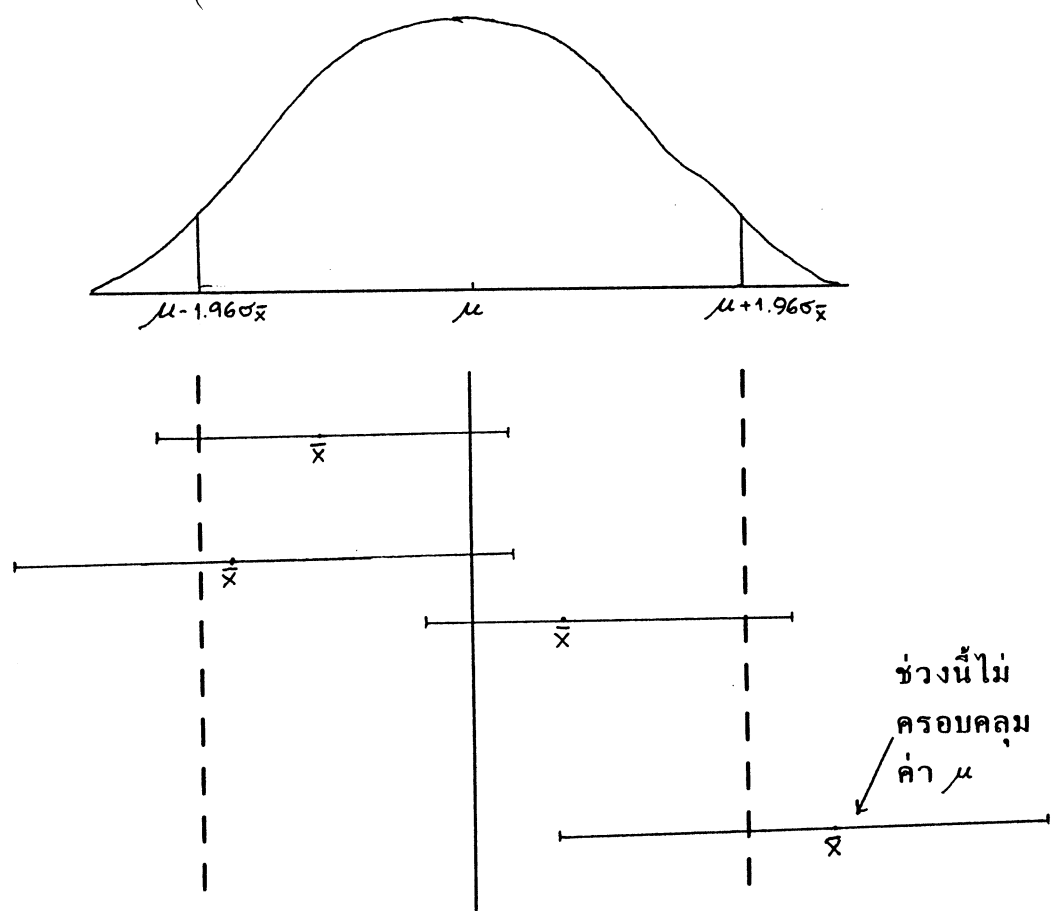
$$\Pr(\bar{X} - 1.96 \sigma_{\bar{X}} < \mu < \bar{X} + 1.96 \sigma_{\bar{X}}) = 0.95 \quad (๓.2)$$

จากรูปความน่าจะเป็นแบบหลังนี้ เป็นรูปแบบของการประมาณค่าเฉลี่ยของประชากร สำหรับค่า -1.96 และ 1.96 เป็นค่า Z ด้านปลายสองด้านของโค้งปกติมาตรฐานที่มีพื้นที่ 0.95

ช่วง $\bar{X} - 1.96 \sigma_{\bar{X}}$ ถึง $\bar{X} + 1.96 \sigma_{\bar{X}}$ เรียกว่า "ช่วงความเชื่อมั่น" (confidence interval)

ค่า $\bar{X} - 1.96 \sigma_{\bar{X}}$ เรียกว่า "เขตความเชื่อมั่นด้านต่ำ" (lower confidence limit)

ค่า $\bar{X} + 1.96 \sigma_{\bar{X}}$ เรียกว่า "เขตความเชื่อมั่นด้านสูง" (upper confidence limit)

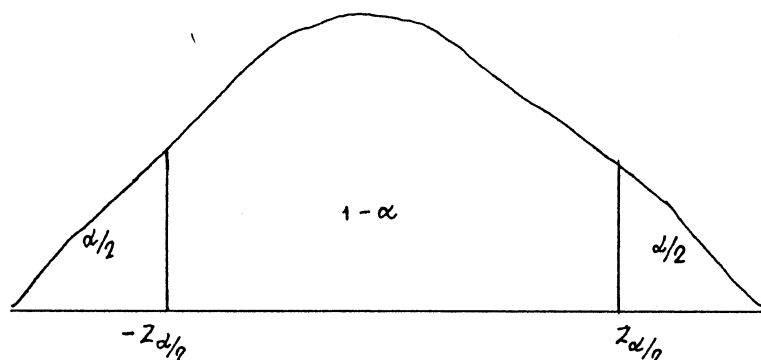


รูปที่ ๗.1 แสดงช่วงการประมาณที่ได้จากการแจกแจงการสุ่มตัวอย่างของ

และค่าความน่าจะเป็น 0.95 เรียกว่า "สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น" (confidence coefficient)

โดยทั่วไป เขียนอยู่ในรูป $1-\alpha$ หรือ $100(1-\alpha)\%$

หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า "ระดับความเชื่อมั่น" (level of confidence)



รูปที่ ๓.2 แสดงระดับความเชื่อมั่นในการประมาณ

ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ เช่น ค่าเฉลี่ยของประชากร (μ) อาจจะเขียนช่วงความเชื่อมั่นได้เป็น

$$\bar{X} - Z_{\alpha/2} \sigma_{\bar{X}} < \mu < \bar{X} + Z_{\alpha/2} \sigma_{\bar{X}} \quad (๓.3)$$

$$\text{หรือ} \quad (\bar{X} - Z_{\alpha/2} \sigma_{\bar{X}}, \bar{X} + Z_{\alpha/2} \sigma_{\bar{X}})$$

$$\text{หรือ} \quad \bar{X} \pm Z_{\alpha/2} \sigma_{\bar{X}}$$

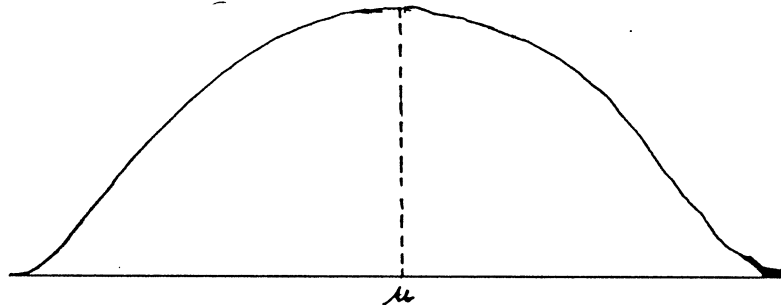
2. การแจกแจงแบบปกติ(Normal Distribution)

การแจกแจงของตัวแปรสุ่มชนิดต่อเนื่อง มีอยู่ด้วยกันหลายแบบ แต่แบบที่มีการใช้อย่างแพร่หลายมาก คือการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) กราฟของการแจกแจงนี้เป็นโค้งปกติ (Normal Curve) หรือโค้งรูประฆัง(Bell-shaped curve) โค้งปกติมีลักษณะตรงกลางป่องส่วนปลายทั้งสองข้างของโค้งจะลาดลงและสมมาตรกัน ลักษณะการแจกแจงแบบนี้มักพบในปรากฏการณ์ธรรมชาติเช่น ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี

ตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติเรียกว่า "ตัวแปรสุ่มแบบปกติ" (Normal random variable) ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มแบบสุ่มที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ σ การแจกแจงความน่าจะเป็นของ X คือ

$$f(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{X-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad (๓.4)$$

เมื่อ $-\infty < X < \infty$



รูปที่ ๓.3 รูปโค้งปกติ(Normal curve)

จากสมการนี้เราสามารถหาความน่าจะเป็นของ X ตั้งแต่ a ไป b โดยวิธีการอินทิเกรตฟังก์ชันความน่าจะเป็น

$$\Pr(a \leq X \leq b) = \Pr(a < X < b) = \int_a^b f(X) dX \quad (๓.5)$$

2.1 คุณสมบัติของเส้นโค้งปกติ

การแจกแจงปกติหรือโค้งปกติ โดยทั่วไปมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. ฐานนิยม มัธยฐาน และค่าเฉลี่ยเลขคณิต จะมีค่าเท่ากันที่ $\bar{X} = \mu$
2. โค้งสมมาตรที่แกนตั้ง ซึ่งลากผ่าน μ
3. ลักษณะของกราฟจะเป็นรูประฆัง
4. พื้นที่ใต้โค้งทั้งหมดอยู่เหนือแกน X มีค่าเท่ากับ 1

2.2 การแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน

นิยาม การแจกแจงปกติมาตรฐาน (Standard normal distribution) คือ การแจกแจงของตัวแปรสุ่มปกติที่มีตัวกลางเลขคณิต (μ) เป็น 0 และความแปรปรวนเป็น (σ^2) เป็น 1 ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มปกติที่มีตัวกลางเลขคณิตเป็น μ และความแปรปรวนเป็น σ^2 แล้ว Z จะเป็นตัวแปรสุ่มมาตรฐานโดย

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} \quad (๓.6)$$

และ Z จะเป็นฟังก์ชันความน่าจะเป็น ดังนี้

$$f(Z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}Z^2} \quad ; \quad -\infty < Z < \infty \quad (\text{ผ.7})$$

การคำนวณหาพื้นที่ใต้โค้งของการแจกแจงปกติ หาได้โดยการใช้การอินทิเกรต ในช่วงหนึ่ง เช่น การหาพื้นที่ใต้โค้งระหว่าง $Z = z_1$ และ $Z = z_2$ คือ

$$\Pr(z_1 < Z < z_2) = \int_{z_1}^{z_2} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}Z^2} dZ \quad (\text{ผ.8})$$

การคำนวณค่อนข้างจะยุ่งยาก เพื่อความสะดวกในการหาพื้นที่จึงได้มีการสร้างตารางมาตรฐานของพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ การหาพื้นที่ใต้โค้งปกติมาตรฐานนั้นจะหาได้โดยการดูค่าที่กำหนดให้ และอ่านจากตารางพื้นที่ใต้โค้งที่แสดงไว้ในที่นี้ตารางพื้นที่ใต้โค้งจะแสดงพื้นที่ที่เริ่มจากค่า Z ทางซ้ายสุด คือ ตั้งแต่มายังค่า Z ที่ต้องการ และด้วยคุณสมบัติของโค้งปกติมาตรฐาน โค้งมีสมมาตรที่ $Z = 0$ ดังนั้นค่าของ Z ตั้งแต่ $-\infty$ ถึง $Z = 0$ และ Z มีค่ามากกว่า 0 ไปยังขวาสุด($+\infty$) มีพื้นที่ใต้โค้งเท่ากันคือ 0.5

ภาคผนวก ๗ โปรแกรมการคำนวณ

```

*****
***** source area *****
*****
      dimension ncode(25),lucode(25),code(25),disch(25,
+ 125),nst(10),nend(10),nmain(10)
      real area(25),area1(25),area2(25),carea(25),gi(25),
+ ai(25),fc1(25),prsty(25),prsty2(25),fcty(25),fcty2
+ (25),smax(25),eff,inflow(25,125),spw(25,125)
      real a(25),ap(25),hw(25),b(25),so(25),ba(25),bb(25)
+ ,bc,(25),bd(25),ca(25),cb(25),cc(25),cd(25),wa(25),
+ wb(25),wc(25),wd(25),ra(25),cks(25),out(25,125),
+ spill(25,125)
      real cl(25),cl1(25),dr(25),dhn(25),dhc(25),epan
+ (125), wds(125),p(125),spr(125)
      integer noper,nst,nend,nmain,ncode,lucode,code,
+ nosub
      integer m,j,v,nob
      integer nobrch,i,k
      open(1,file='spra.dat')
      open(2,file='123a.dat')
      open(3,file='codea.dat')
      open(4,file='451a.dat')
      open(7,file='k1.dat')

*****
      area code      1=weir      2=reservoirs      3=upland
                      4=paddy 5=paddy&upland
*****
      ncode          1=interbasin  2=ordered basin
*****
      read(*,12) noper,nosub,nobrch,nores
12      format(1x,i5,i5,i6,i5)
      print *,noper,nosub,nobrch
      if (nobrch.ne.0) then
          open(20,file='branch.dat')
          do 1110 j=1,nobrch

```

```

        read(*,1130) nst(j),nend(j),nmain(j)
        write(20,1130) nst(j),nend(j),nmain(j)
1130    format(1x,i5,i5,i5)
        print *,nst(j),nend(j),nmain(j)
1110    continue
        close(20)
    endif
    nob=nobrch
    read(2,100) ts,tq,pca,cg,de,eff
100    format(1x,f8.1,1x,f8.1,1x,f8.1,1x,f8.2,1x,f8.2,1x,
+ f8.)
    read(4,103) coeff,ep,pard,parp,qkc,akg,qg,ams,gw,
+ stt
103    format(f8.2,f8.2,f8.2,f8.2,f8.2,f8.2,f8.2,f8.2,f8.
+ 2,f8.2)
    do 106 k=6,noper
        read(1,104) spr(k)
104    format(1x,f12.2)
106    continue
    do 5 n=1,nosub
        call aread(ts,tq,pca,cg,de,noper,nosub,n,
+ nobrch,nbrk,nres,code,ncode,lucode,out,a,ap,hw,b,
+ so,cks,cl,cl1,dr,dhn,dhc,ba,bb,bc,bd,ca,cb,cc,cd,
+ wa,wb,wc,wd,ra,area,area1,area2,carea,gi,ai,fc1,
+ prsty,prsty2,fcty,fcty2,smax,p,epan,wds)
        if (code(n).lt.3) then
            call weir(p,epan,wds,a,ap,hw,b,so,ba,bb,
+ bc,bd,ca,cb,cc,cd,wa,wb,wc,wd,ra,cks,cl,cl1,dr,dhn,
+ dhc,ts,tq,pca,cg,de,n,m,k,eff,noper,nobrch,code,
+ ncode,lucode,nst,nend,nmain,disch,spw,inflow,nob)
        else
            call pad1(area,area1,area2,carea,gi,ai,
+ fc1,prsty,prsty2,fcty,fcty2,smax,qkc,akg,qg,ams,gw,
+ stt,p,epan,wds,disch,noper,nobrch,code,ncode,
+ lucode,nst,nend,nmain,n,sini,st,ges,xinf,coeff,ep,
+ pard,parp,nob)

```

```

endif
5   continue
    sum = 0.
    sum1 = 0.
    do 117 k=6,noper
    if (disch(nosub,k).lt.0) then
        disch(nosub,k) = 0.
    endif
    sum = sum + disch(nosub,k)
    sum1= sum1 + spr(k)
    write(7,603) k,disch(nosub,k),spr(k)
603 format(1x,i3,10x,f12.2,10x,f12.2)
117 continue
15  continue
    write(7,605)
605 format(14x,'=====',8x,'=====')
    write(7,607) sum,sum1
    print *,sum,sum1
607 format(5x,'TOTAL',4x,f12.4,10x,f12.4)
    write(7,608)
608 format(14x,'=====',8x,'=====')
    close(1)
    close(2)
    close(3)
    close(4)
    close(7)
    stop
end

```

```

*****
*****      subroutine for read data      *****
*****
      subroutine aread(ts,tq,pca,cg,de,noper,nosub,n,
+ nobrch,nbrk,nres,code,ncode,lucode,out,a,ap,hw,b,
+ so,cks,cl,cl1,dr,dhn,dhc,ba,bb,bc,bd,ca,cb,cc,cd,
+ wa, wb,wc,wd,ra,area,area1,area2,carea,gi,ai,fc1,

```

```

+ prsty,prsty2,fcty,fcty2,smax,p,epan,wds)
  dimension nres(10),nbrk(10),ncode(25),lucode(25),
+ code(25),
+ nobrch(10)
  real area(25),area1(25),area2(25),carea(25),gi(25),
+ ai(25),fc1(25),prsty(25),prsty2(25),fcty(25),fcty2
+ (25),smax(25)
  real a(25),ap(25),hw(25),b(25),so(25),ba(25),bb(25)
+ ,bc(25),
+ bd(25),ca(25),cb(25),cc(25),cd(25),wa(25),wb(25),wc
+ (25),wd(25),
+ ra(25),cks(25),inflow(25,125),spw(25,125)
  real cl(25),cl1(25),dr(25),dhn(25),dhc(25),epan
+ (125),wds(125),
+ p(125),spr(125)
  integer noper,nres,nbrk,ncode,lucode,code,nosub
  integer n,m,j,v
  integer nobrch,i,k
  read(3,125) code(n),ncode(n),lucode(n)
125  format(1x,i8,1x,i8,1x,i8)
  read(2,130) a(n),ap(n),hw(n),b(n),so(n)
130  format(1x,f8.2,1x,f8.2,1x,f8.2,1x,f8.2,1x,f8.4)
  read(2,140) cks(n),cl(n),cl1(n),dr(n),dhn(n),dhc(n)
140  format(1x,f8.3,1x,f8.1,1x,f8.1,1x,f8.1,1x,f8.1,1x,
+ f8.1)
  read(2,150) ba(n),bb(n),bc(n),bd(n),ca(n),cb(n),cc
+ (n)
150  format(1x,f8.2,1x,f8.2,1x,f8.2,1x,f8.2,1x,f8.2,1x,
+ f8.2,1x,f8.2)
  read(2,160) cd(n),wa(n),wb(n),wc(n),wd(n),ra(n)
160  format(1x,f8.2,1x,f8.2,1x,f8.2,1x,f8.2,1x,f8.2,1x,
+ f8.2)
5    read(4,10) area(n),area1(n),area2(n),carea(n),gi(n)
+ ,ai(n)
10   format(1x,f8.2,f8.2,f8.2,f8.2,f8.2,f8.2)
  read(4,20) fc1(n),prsty(n),prsty2(n),fcty(n),fcty2

```

```

+ (n)
20    format(1x,f8.2,f8.2,f8.2,f8.2,f8.2)
      read(4,30) smax(n)
30    format(1x,f8.2)
      if (nores.ne.0) then
        if ((code(n).eq.2).and.(n.eq.1)) then
          open(10,file='inflow1.dat')
          do 2000 k=6,noper
            read(10,18) inflow(n,k),spw(n,k)
2000      continue
          close(10)
        endif
        if ((code(n).eq.2).and.(n.eq.3)) then
          open(11,file='inflow3.dat')
          do 2010 k=6,noper
            read(11,18) inflow(n,k),spw(n,k)
2010      continue
          close(11)
        endif
        if ((code(n).eq.2).and.(n.eq.6)) then
          open(12,file='inflow6.dat')
          do 2020 k=6,noper
            read(12,18) inflow(n,k),spw(n,k)
2020      continue
          close(12)
        endif
        if ((code(n).eq.2).and.(n.eq.13)) then
          open(13,file='inflow13.dat')
          do 2030 k=6,noper
            read(13,18) inflow(n,k),spw(n,k)
2030      continue
          close(13)
        endif
        if ((code(n).eq.2).and.(n.eq.15)) then
          open(14,file='inflow15.dat')
          do 2040 k=6,noper

```

```

                read(14,18) inflow(n,k),spw(n,k)
2040            continue
                close(14)
            endif
18            format(1x,f10.2,f10.2)
        endif
        open(5,file='wds34.dat')
        do 1010 k=1,noper
            read(5,120) p(k),epan(k),wds(k)
120        format(1x,f8.2,1x,f8.2,1x,f8.0)
1010    continue
        close(5)
        return
    end

```

subroutine calculate runoff from weir

```

subroutine weir(p,epan,wds,a,ap,hw,b,so,ba,bb,bc,
+ bd,ca,cb,cc,cd,
+ wa,wb,wc,wd,ra,cks,cl,cl1,dr,dhn,dhc,ts,tq,pca,cg,
+ de,n,m,k,eff,noper,nobrch,code,ncode,lucode,nst,
+ nend,nmain,disch,spw,inflow,nob)
    dimension code(25),ncode(25),nst(10),nend(10),nmain
+ (10),lucode(25),ba(25),bb(25),bc(25),bd(25),ca(25),
+ cb(25),cc(25),cd(25),wa(25),wb(25),wc(25),wd(25)
    real hoq(125),p1(125),rsmr(125),an(25),ac(25),al
+ (25),q(125),ql(25,125),ff(25,125),hsm(125),f(125),
+ a(25),p(125),ap(25),ra(25),cks(25),spw(25,125),wds
+ (125),spl(25,125)
    real qql(25,125),gl(25,125),qnl(25,125),rhoq(125),
+ evp(125),storm(25),stor(25,125),wdn(25,125),dr(25),
+ dhn(30),dis(25,125),
+ evap(25,125),dql(25,125),dhc(30),inflow(25,125),hhq
+ (25,125),
+ wdc(25,125),cl2(25),cl1(25),disch(25,125),grf(25,

```

```

+ 125),
+ qn(25,125),dqn(25,125),hw(25),b(25),epan(125),eff,
+ so(25),cl(25),dq(25,125),spr(125),dqc(25,125),qc
+ (25,125),
+ im(25,125),qq(25,125),in(25,125),et(25,125)
  integer code,ncode,n,m,k,nst,nend,nmain,lucode,
+ nobrch,chkend,i
  if (nob.ne.0) then
    open(20,file='branch.dat')
    do 1478 m=1,nob
      read(20,1481) nst(m),nend(m),nmain(m)
1481      format(1x,i5,i5,i5)
1478      continue
      close(20)
    endif
    fa = 25.
    fb = 55.
    fc = 70.
    fd = 77.
    ga = 64.
    gb = 75.
    gc = 82.
    gd = 86.
    ea = 75.
    eb = 84.
    ec = 88.
    ed = 91.
    cr = 98.

*****
*****      calculate direct runoff from natural land      ***
*****

    amc = p(1)+p(2)+p(3)+p(4)+p(5)
    cn2 = ((ba(n)*fa)+(bb(n)*fb)+(bc(n)*fc)+(bd(n)*fd)+
+ (ca(n)*ga)+(cb(n)*gb)+(cc(n)*gc)+(cd(n)*gd)+(wa(n)*

```



```

+ ea)+(wb(n)*eb)+(wc(n)*ec)+(wd(n)*ed)+(ra(n)*cr))
+ /a(n)
  if (amc.lt.35.5) then
    cn = cn2/(2.281-0.01281*cn2)
  else
    if (amc.gt.53.3) then
      cn = cn2/(0.427+0.00573*cn2)
    else
      cn = cn2
    endif
  endif
endif
cn1      = cn2/(2.281-0.01281*cn2)
s        = 25400./cn-254.
ssat     = 25400./cn1-254.
sfc      = 0.1*ssat
hsm(5)   = ssat-s
hoq(5)   = amc/3.
hhq(n,5) = amc/3.
ia       = 0.2*s
q(5)     = 0.
f(5)     = 0.
p1(5)    = amc
rsmr(5)  = 0.
do 12 k = 6,noper
p1(k)    = p1(k-1)+p(k)
if (k.eq.6) then
  q(k)    = p1(k-1)/6.
  f(k)    = ia
else
  if (p1(k).le.ia) then
    q(k)   = 0.
    f(k)   = 0.
  else
    q(k)   = (p1(k)-ia)**2./(p1(k)-ia+s)
    f(k)   = (p1(k)-ia)*s/(p1(k)-ia+s)
  endif
endif

```

```

endif
ql(n,k) = q(k)-q(k-1)
if (ql(n,k).lt.0.) then
    ql(n,k) = 0.
endif

```

```

*****
*****      calculate surface water routing      *****
*****

```

```

hoq(k) = hoq(k-1)+ql(n,k)
hoqm   = (ql(n,k)+ql(n,k-1))/2.
rhoq(k)= rhoq(k-1)+(hoqm-rhoq(k-1))/(tq+0.5)
if (rhoq(k).lt.0.) then
    rhoq(k) = hoq(k)
endif
hoq(k) = hoq(k)-rhoq(k)
qq1(n,k)=rhoq(k)*(a(n)-ap(n))*1000.
ff(n,k) = f(k)-f(k-1)
if (ff(n,k).lt.0.) then
    ff(n,k) = 0.
endif

```

```

*****
*****      calculate soil moisture storage routing      *****
*****

```

```

hsm(k) = hsm(k-1)+f(k)
evp(k) = hsm(k)*epan(k)/ssat
xx = hsm(k)/ssat
if (hsm(k).gt.sfc) then
    hsmm = xx*(hsm(k)-sfc)*0.03
else
    hsmm = 0
endif
hsm(k) = hsm(k)-hsmm-evp(k)

```

```

      if (hsm(k).lt.sfc) then
        hsm(k) = sfc
      endif
      gl(n,k) = 0.001*hg*(exp(-hsm(k)/ssat))
      hg = hg+hsmm-gl(n,k)
12      continue

```

```

*****
***** calculate excess water by water balance in *****
*****                                noncommand area                                *****
***** water depth at saturated is 161.0 *****
*****
***** water depth at field capacity is 53 m. *****
*****

```

```

      storm(n) = (0.5*b(n)*(hw(n)**2.)*10000)/(so(n)*
+ 10000)
      stor(n,5)= storm(n)
      wdn(n,5) = 0.
      wdc(n,5) = 0.
      an(n)    = (100.-pca)*ap(n)/100.
      ac(n)    = pca*ap(n)/100.
      al(n)    = a(n)-ap(n)
      cl2(n)   = cl1(n)*pca/100.
      grf(n,5) = 0.
      do 14 k = 6,noper
        disch(0,k) = 0.
        evap(n,k)= epan(k)*b(n)*cl(n)/1000.
        call seepage(wd1,wdfc,wdsat,seep)
        spl(n,k) = seep
        grf(n,k) = gl(n,k)
        if (ap(n).eq.0) then
          goto 170
        else
          dql(n,k) = qql(n,k)/(an(n)*1000.)
        endif

```

```

wd1    = wdn(n,k-1)
epan1  = epan(k)
call  evapot(wd1,epan1,et11)
et(n,k) = et11
wdn1 = wdn(n,k-1)+p(k)+dql(n,k)-et(n,k)-spl(n,k)
if (wdn1.gt.wds(k)) then
    qn(n,k) = wdn1-wds(k)
else
    qn(n,k) = 0.
endif
wdn(n,k) = wdn1-qn(n,k)
dq n(n,k) = qn(n,k)*an(n)*1000/ac(n)*1000

*****
***** calculate spillage from weir by water balance **
***** in command area **
*****
if (wdc(n,k-1).ge.wds(k)) then
    dqd(n,k) = 0.
    dqc(n,k) = wdc(n,k-1)-wds(k)
    qc(n,k) = dqc(n,k)*ac(n)*1000.
    in(n,k) = disch(n-1,k)+stor(n,k-1)+grf(n,k-1)
+ -evap(n,k)+qc(n,k)
    if ((ncode(n).eq.2).and.(code(n).ne.2)) then
        in(n,k) = disch(n-1,k)+stor(n,k-1)+grf(n,k-
+ 1)-evap(n,k)+qc(n,k)
        do 710 i=1,nob
            if ((n.eq.1).or.(n.eq.nst(i))) then
                in(n,k) = stor(n,k-1)+grf(n,k-1)-evap(n,
+ k) + qc(n,k)
            endif
710      continue
    endif
    if (code(n).eq.2) then
        disch(n,k) = disch(n-1,k)+grf(n,k-1)+qc(n,k)-
+ evap(n,k)-

```

```

+   inflow(n,k)+spw(n,k)
      if (ncode(n).eq.2) then
        disch(n,k) = disch(n-1,k)+grf(n,k-1)-evap
+   (n,k)+qc(n,k)-
+   inflow(n,k)+spw(n,k)
        do 715 i=1,nob
          if ((n.eq.1).or.(n.eq.nst(i))) then
            disch(n,k) = grf(n,k-1)-evap(n,k)+qc(n,
+   k)- inflow(n,k) + spw(n,k)
          endif
715      continue
        endif
        dis(n,k) = disch(n,k)-disch(n,k-1)
        if (dis(n,k).lt.0) then
          dis(n,k) = 0.
        endif
        hhq(n,k) = hhq(n,k-1)+dis(n,k)
        im(n,k) = (dis(n,k)+dis(n,k-1))/2.
        qq(n,k) = qq(n,k-1)+(im(n,k)-qq(n,k-1))/(tq+
+   0.5)
        if (qq(n,k).lt.0) then
          qq(n,k) = 0.
        endif
        if (qq(n,k).gt.hhq(n,k)) then
          qq(n,k) = hhq(n,k)
        endif
        hhq(n,k) = hhq(n,k)-qq(n,k)
        disch(n,k) = qq(n,k)
        goto 169
      endif
      if (in(n,k).le.0) then
        in(n,k) = 0
      endif
      stor2 = in(n,k)
      stor3 = storm(n)
      call spill(stor2,stor3,stor4,sp1)

```

```

        stor(n,k) = stor4
        disch(n,k) = sp1
    else
        dqdm = wds(k)-wdc(n,k-1)
        qdm = 1000.*dqdm*ac(n)/de
        qc(n,k) = 0.
        in(n,k) = disch(n-1,k)+stor(n,k-1)+grf(n,k-1)
+ -evap(n,k)
        if ((ncode(n).eq.2).and.(code(n).ne.2)) then
            in(n,k) = disch(n-1,k)+stor(n,k-1)+grf(n,k-
+ 1)-evap(n,k)+qc(n,k)
            do 711 i=1,nob
                if ((n.eq.1).or.(n.eq.nst(i))) then
                    in(n,k) = stor(n,k-1)+grf(n,k-1)-evap(n,
+ k)+qc(n,k)
                endif
711         continue
            endif
            if (code(n).eq.2) then
                disch(n,k) = disch(n-1,k)+grf(n,k-1)+qc(n,k)-
+ evap(n,k)-
+ inflow(n,k)+spw(n,k)
                if (ncode(n).eq.2) then
                    disch(n,k) = disch(n-1,k)+grf(n,k-1)-evap
+ (n,k)+qc(n,k)- inflow(n,k)+spw(n,k)
                    do 717 i=1,nob
                        if ((n.eq.1).or.(n.eq.nst(i))) then
                            disch(n,k) = grf(n,k-1)-evap(n,k)+qc(n,
+ k)-inflow(n,k)+spw(n,k)
                        endif
717         continue
                    endif
                    dis(n,k) = disch(n,k)-disch(n,k-1)
                    if (dis(n,k).lt.0) then
                        dis(n,k) = 0.
                    endif

```

```

      hhq(n,k) = hhq(n,k-1)+dis(n,k)
      im(n,k) = (dis(n,k)+dis(n,k-1))/2.
      qq(n,k) = qq(n,k-1)+(im(n,k)-qq(n,k-1))/(tq+
      0.5)
      if (qq(n,k).lt.0) then
        qq(n,k) = 0.
      endif
      if (qq(n,k).gt.hhq(n,k)) then
        qq(n,k) = hhq(n,k)
      endif
      hhq(n,k) = hhq(n,k)-qq(n,k)
      disch(n,k) = qq(n,k)
      goto 169
    endif
    if (in(n,k).le.0) then
      in(n,k) = 0.
      qdm      = 0.
    endif
    if (in(n,k).gt.qdm) then
      dqd(n,k) = dqdm
      stor2     = in(n,k)-qdm
      stor3     = storm(n)
      call spill(stor2,stor3,stor4,sp1)
      stor(n,k) = stor4
      disch(n,k) = sp1
    else
      dqd(n,k) = de*in(n,k)/(1000.*ac(n))
      stor(n,k) = (1.-de)*in(n,k)
      disch(n,k) = 0.
    endif
  endif
169  wdl = wdc(n,k-1)
      call seepage(wdl,wdfc,wdsat,seep)
      spl(n,k) = seep
      epan1 = epan(k)
      call evapot(wdl,epan1,et11)

```

```

et(n,k) = et11
wdc1 = wdc(n,k-1)+p(k)+dqn(n,k)+dqdn(n,k)-et(n,k)-
spl(n,k)
if (wdc1.gt.wds(k)) then
    dqc(n,k) = wdc1-wds(k)
else
    dqc(n,k) = 0.
endif
wdc(n,k) = wdc1-dqc(n,k)
goto 14
170 wdn(n,k) = 0.
    wdc(n,k) = 0.
    in(n,k) = disch(n-1,k)+stor(n,k-1)+grf(n,k-1)-evap
+ (n,k)+qql(n,k)
    if ((ncode(n).eq.2).and.(code(n).ne.2)) then
        in(n,k) = disch(n-1,k)+stor(n,k-1)+grf(n,k-1)
+ -evap(n,k)+qql(n,k)
        do 712 i=1,nob
            if ((n.eq.1).or.(n.eq.nst(i))) then
                in(n,k) = stor(n,k-1)+grf(n,k-1)-evap(n,k)+
+ qql(n,k)
            endif
712 continue
        endif
        if (code(n).eq.2) then
            disch(n,k) = disch(n-1,k)+grf(n,k-1)+qql(n,k)-
+ evap(n,k)- inflow(n,k)+spw(n,k)
            if (ncode(n).eq.2) then
                disch(n,k) = disch(n-1,k)+grf(n,k-1)-evap(n,
+ k) + qql(n,k)-inflow(n,k)+spw(n,k)
                do 719 i=1,nob
                    if ((n.eq.1).or.(n.eq.nst(i))) then
                        disch(n,k) = grf(n,k-1)-evap(n,k)+qql(n,
+ k)- inflow(n,k)+spw(n,k)
                    endif
719 continue

```



```

endif
dis(n,k) = disch(n,k)-disch(n,k-1)
if (dis(n,k).lt.0) then
    dis(n,k) = 0.
endif
hhq(n,k) = hhq(n,k-1)+dis(n,k)
im(n,k) = (dis(n,k)+dis(n,k-1))/2.
qq(n,k) = qq(n,k-1)+(im(n,k)-qq(n,k-1))/(tq+0.5)
if (qq(n,k).lt.0) then
    qq(n,k) = 0.
endif
if (qq(n,k).gt.hhq(n,k)) then
    qq(n,k) = hhq(n,k)
endif
hhq(n,k) = hhq(n,k)-qq(n,k)
disch(n,k) = qq(n,k)
goto 14
endif
if (in(n,k).le.0.) then
    in(n,k) = 0.
endif
stor2 = in(n,k)
stor3 = storm(n)
call spill(stor2,stor3,stor4,sp1)
stor(n,k) = stor4
disch(n,k) = sp1
14      continue
144     do 972 j = 1,nob
        chkend = nend(j)+1.
        if (n.ne.chkend) then
            goto 972
        endif
        k = nmain(j)
        do 982 m=6,noper
            disch(n,m) = disch(n,m)+disch(k,m)
            if (disch(n,m).lt.0) then

```

```

        disch(n,m) = 0.
    endif
982    continue
972    continue
1230    return
    end

```

```

*****
*****  subroutine for calculate storage and spillage  ***
*****

```

```

subroutine spill(str2,str3,stor4,sp1)
if (str2.gt.str3) then
    stor4 = str3
    sp1   = str2-stor4
else
    stor4 = str2
    sp1   = 0.
endif
return
end

```

```

*****
*****  subroutine for calculate evapotranspiration  **
*****
*****  water depth at saturated is 161.0    mm.  **
*****

```

```

subroutine evapot(wd1,epan1,et11)
wdsat = 161.
if (wd1.gt.0.75*wdsat) then
    et11 = 0.89*epan1
else
    if (wd1.gt.0.2*wdsat) then
        et11 = (0.89*epan1)*(wd-0.2*wdsat)/(0.75*
+ wdsat-0.2*wdsat)

```

```

      else
        et11 = 0.
      endif
    endif
  return
end

```

```

*****
***** compute seepage and percolation losses *****
*****

```

```

subroutine seepage(wd1,wdfc,wdsat,seep)
wdfc = 53.
wdsat = 161.
if (wd1.gt.wdsat) then
  spl = 3.
else
  if (wd1.le.wdfc) then
    spl = 0.
  else
    spl = 3.*(wd1-wdfc)/(wdsat-wdfc)
  endif
endif
return
end

```

```

*****
***** subroutine for calculate paddy area & upland *****
*****

```

```

subroutine pad1(area,area1,area2,area,gi,ai,fc1,
+ prsty,prsty2,fcty,fcty2,smax,qkc,akg,qg,ams,gw,stt,
+ p,
+ epan,wds,disch,noper,
+ nobrch,code,ncode,lucode,nst,nend,nmain,n,sini,st,
+ gws,xinf,coeff,ep,pard,parp,nob)

```

```

dimension code(25),ncode(25),lucode(25),nst(10),
+ nend(10),
+ nmain(10),sst(10),eend(10),mmain(10)
real cden(25),et1(61),cis(120),tin(120),sini(120),p
+ (120),gi(25),
+ erain(120),a1(120),area(25),area1(25),area2(25),
+ carea(25),
+ ai(25),fc1(25),prsty(25),prsty2(25),fcty(25),fcty2
+ (25)
+ smax(25),hin(25,1),hrain(120),sm(120),amsi
+ (120),intf(120),ev(120),dr2(120),f1(120),f11(120),
+ qint(120),agwr
+ (120),qint1(120),st(120),spl(120),qi2(120),dsrf
+ (120),
+ cu(120),st1(120),gws(120),gws2(120),qt(120),qt2
+ (120),
+ tgw(120),yi(120),xinf(120),disch(25,120),dischs
+ (120),
+ dischp(120),wds(120),epan(120)
integer m,v,j,code,ncode,lucode,noper,nobrch,nbrk,
+ nres,t,n
integer land,tncode,nob,sst,eend,mmain
common et1,cis,tin,erain,a1,hrain,sm,amsi,ev,dr2,
+ f1,f11
common qint,agwr,qint1,spl,qi2,dsrf,cu,st1,gws2,qt,
+ qt2
common tgw,yi
bb=1.2*(10**(-5))
col=coeff
alamda = -(1/alog(akg))
land=code(n)
tncode=ncode(n)
if (nob.ne.0) then
    open(20,file='branch.dat')
    do 1479 m=1,nob
        read(20,1482) nst(m),nend(m),nmain(m)

```

```

1482          format(1x,i5,i5,i5)
              sst(m)=nst(m)
              eend(m)=nend(m)
              mmain(m)=nmain(m)

```

```

1479          continue
              close(20)

```

```
endif
```

```

70          do 445 t = 6,noper
              fc1(n) = fc1(n)/25.4
              prsty(n) = prsty(n)/25.4
              fcty(n) = fcty(n)/25.4
              ams = ams/25.4
              disch(0,0) = 0.
              disch(0,k) = 0.

```

```

*****
***** interception *****
*****

```

```

460          sini(5) = 0
              cden(n) = carea(n)/(area1(n)+area2(n))
              if (p(t).eq.0) then
                  et1(t) = 0
              else
                  et1(t) = 0.7*ep*24
              endif
              cis(t) = p(t)*cden(n)-et1(t)
              tin(t) = sini(t-1)+cis(t)-smax(n)
              if (tin(t).lt.0) then
                  tin(t) = 0.
              endif
              erain(t) = p(t)*(1-cden(n))+tin(t)
              if (tin(t).gt.0) then
                  goto 450
              endif
              sini(t) = sini(t-1)+cis(t)

```

```

      if (sini(t).le.0.) then
        sini(t) = 0.
      endif
450   sini(t) = smax(n)

```

```

*****
***** infiltration *****
*****

```

```

      hin(n,6) = 0.
      hrain(t) = erain(t)/25.4
      if (t.eq.6) then
        amsi(t) = ams
      endif
      sm(t) = prsty(n)-amsi(t)
      if (sm(t).le.fcty(n)) then
        ev(t) = 0.
      else
        ev(t) = 0.7*24*gi(n)*ep*((prsty(n)-amsi(t)/prsty
+ (n))**(0.1))
      endif
      if (sm(t).le.fcty(n)) then
        dr2(t) = 0.
      else
        dr2(t) = fc1(n)*((sm(t)-fcty(n))/(prsty(n)-fcty
+ (n)))
      endif
      if (sm(t).gt.fcty(n)) then
        goto 470
      endif
      f1(t) = gi(n)*ai(n)*(amsi(t)**1.4)
      f11(t) = f1(t)
      if (hin(n,6).gt.0) then
        goto 455
      endif
      if (f11(t).ge.hrain(t)) then

```

```

        f11(t) = hrain(t)
    endif
    goto 485
455  if (amsi(t).lt.0) then
        f11(t) = fc1(n)
    endif
485  amsi(t+1) = amsi(t)-f11(t)
    if (amsi(t+1).lt.0) then
        amsi(t+1) = 0.
    endif
    if (amsi(t+1).gt.prsty(n)) then
        amsi(t+1) = prsty(n)
    endif
    qint(t) = qkc*(prsty(n)-fcty(n)-amsi(t))
    if (qint(t).lt.0) then
        qint(t) = 0.
    endif
    goto 510
470  f1(t) = gi(n)*ai(n)*(amsi(t)**1.4)+fc1(n)
    print *, '470'
    print *, f1(t)
    f11(t) = f1(t)
    if (sm(t).ge.prsty(n)) then
        goto 480
    endif
    if (hin(n,6).gt.0) then
        goto 500
    endif
    if (f11(t).ge.hrain(t)) then
        f11(t) = hrain(t)
    endif
    goto 500
480  if (hin(n,6).gt.0) then
        goto 490
    endif
    if (f11(t).ge.hrain(t)) then

```

```

        f11(t) = hrain(t)
    endif
    goto 500
490  f11(t) = fc1(n)*24
500  qint(t) = qkc*(prsty(n)-fcty(n)-amsi(n))
    if (qint(t).lt.0) then
        qint(t) = 0.
    endif
    amsi(t+1) = amsi(t)+dr2(t)*24-f11(t)+ev(t)+qint(t)
    if (amsi(t+1).lt.0) then
        amsi(t+1) = 0.
    endif
    if (amsi(t+1).ge.prsty(n)) then
        amsi(t+1) = prsty(n)
    endif
510  agwr(t) = f11(t)*25.4
    if (land.eq.4) then
        goto 505
    else
        goto 520
    endif

```

```

*****
***** paddy land *****
*****

```

```

505  if (t.eq.6) then
        st(t-1) = stt
    endif
    if (st(t-1).gt.prsty2(n)) then
        spl(t) = 0.13
    endif
    if (st(t-1).lt.fcty2(n)) then
        spl(t) = 0.
    else
        spl(t) = (0.13*(st(t-1)-fcty2(n)))/(prsty2(n)-

```



```

+ fcty2(n)))
endif
if (st(t-1).gt.fcty2(n)) then
    cu(t) = 1.05*ep
else
    cu(t) = 0
endif
if (st(t-1).gt.prsty2(n)) then
    qi2(t) = qkc*(prsty2(n)-fcty2(n))
endif
if (st(t-1).lt.fcty2(n)) then
    qi2(t) = 0
else
    qi2(t) = qkc*(st(t-1)-fcty2(n))
endif
st1(t) = st(t-1)+erain(t)-cu(t)*24-spl(t)*24-qi2(t)
if (st1(t).lt.0.) then
    st1(t) = 0.
endif
if (st1(t).gt.wds(t)) then
    dsrf(t) = st1(t)-wds(t)
else
    dsrf(t) = 0
endif
st(t) = st1(t)-dsrf(t)
if (st(t).lt.0) then
    st(t) = 0
endif
520  qint1(t) = (qint(t)*area1(n)*(25.4/86.4)+qi2(t)*
    area2(n)*(25.4/86.4))*24*3600

```

```

*****
***** groundwater flow *****
*****

```

```

if (t.eq.6) then

```

```

      gws(t) = gw
endif
if (t.eq.6) then
      gws2(t) = gw
endif
qt(t) = (gws(t-1)/alamda)*akg
if (qt(t).lt.0) then
      qt(t) = 0.
endif
gws(t+1) = gws(t)+dr2(t)*24*25.4-qg*24-qt(t)
if (gws(t+1).lt.0) then
      gws(t+1) = 0.
endif
if (land.ne.4) then
      goto 530
endif
qt2(t) = (gws2(t)/alamda)*akg
gws2(t+1) = gws2(t)+spl(t)*24-qg*24-qt2(t)
if (gws2(t+1).lt.0.) then
      gws2(t) = 0.
endif
530   tgw(t) = (qt(t)*area1(n)/86.4+qt2(t)*area2(n)/86.4)
      + *24*3600

```

```

*****
*****                      sub-area inflow                      *****
*****

```

```

      yi(t) = erain(t)-agwr(t)
      if (yi(t).lt.0) then
            yi(t) = 0.
      endif
      xinf(t)=(yi(t)*area1(n)/86.4)+(dsrf(t)*area2(n)/86.
+ 4)
      if (xinf(t).lt.(0.0000001)) then
            xinf(t)=0.

```

```

endif
intf(t)=xinf(t)
445 continue
if (tncode.eq.2) then
    goto 550
endif

*****
***** storage routing transmission interbasin *****
*****

cons=0.6*co1*(area(n)**.57)
do 560 t=6,noper
if (t.eq.6) then
    q1=0.
    xk1=2.25*cons
    xi1=0.
else
    if (disch(n-1,t-1).lt.0) then
        disch(n-1,t-1) = 0.
    endif
    xi1=disch(n-1,t-1)/(24*3600)
endif
if (disch(n-1,t).lt.0) then
    disch(n-1,t) = 0.
endif
xi2=disch(n-1,t)/(24*3600)
if (xk1.le.24) then
    xk1=2.25*cons
endif
xk2=xk1
q2=(24*(xi1+xi2)+q1*(2*xk1-24))/(2*xk2+24)
if (q2.gt.0) then
    xk2=cons*(q2**(-.23))
else
    xk2=2.25*cons

```

```

endif
chk=0.01*q2
aaa=10000.
600  if (aaa.gt.chk) then
      q3=q2
      q2=(24*(xi1+xi2)+q1*(2*xk1-24))/(2*xk2+24)
      if (q2.gt.0) then
          xk2=cons*(q2**(-.23))
      else
          xk2=2.25*cons
      endif
      aaa=abs(q3-q2)
      goto 600
  else
      goto 620
  endif
620  xk1=xk2
      q1=q2
      dischs(t)=q2
560  continue

```

```

*****
***** storage routing transformation interbasin *****
*****

```

```

cons=col*(area(n)**(.57))
do 650 t=6,noper
  if (t.eq.6) then
    q1=0.
    xk1=2.25*cons
    intf(5)=0.
  endif
  xi1=intf(t-1)
  xi2=intf(t)
  if (xi1.lt.bb) then
    xi1=0

```

```

endif
if (xi2.lt.bb) then
    xi2=0
endif
if (xk1.le.24) then
    xk1=2.25*cons
endif
xk2=xk1
q2=(24*(xi1+xi2)+q1*(2*xk1-24))/(2*xk2+24)
if (q2.gt.0) then
    xk2=cons*(q2**(-.23))
else
    xk2=2.25*cons
endif
aaa=10000.
630  if (aaa.gt.(0.01*q2)) then
        q3=q2
        q2=(24*(xi1+xi2)+q1*(2*xk1-24))/(2*xk2+24)
        if (q2.gt.0) then
            xk2=cons*(q2**(-.23))
        else
            xk2=2.25*cons
        endif
        aaa=abs(q3-q2)
        goto 630
    else
        goto 640
    endif
640  xk1=xk2
    if (q2.lt.bb) then
        q2=q3
    else
        q1=q2
    endif
    dischp(t)=q2
650  continue

```

```
*****
***** add transformation+transmission interbasin *****
*****
```

```

do 660 t=6,noper
  disch(5,t)=0
  disch(n,t)=(dischs(t)+dischp(t))+qint1(t)+tgw(t)+
disch      + (n-1,t)
  if (disch(n,t).lt.0.) then
    disch(n,t) = 0.
  endif
660  continue
```

```
*****
***** end of branch *****
*****
```

```

  if (nob.eq.0) then
    goto 5000
  endif
  do 670 i=1,nob
    if (n.ne.(eend(i)+1)) then
      goto 670
    endif
    k=mmain(i)
    do 680 t=6,noper
      disch(n,t)=disch(n,t)+disch(k,t)
      if (disch(n,t).lt.0.) then
        disch(n,t) = 0.
      endif
680  continue
670  continue
    goto 5000
```

```
*****
***** storage routing transformation ordered basin **
*****
```

```
550   cons=col*(area(n)**.57)
      do 720 t=6,noper
      if (t.eq.6) then
          xk1=2.25*cons
          q1=0.
          intf(5)=0.
      endif
      xi1=intf(t-1)
      xi2=intf(t)
      if (xk1.gt.24) then
          xk2=xk1
      else
          xk2=2.25*cons
          xk1=xk2
      endif
      q2=(24*(xi1+xi2)+q1*(2*xk1-24))/(2*xk2+24)
      if (q2.gt.0) then
          xk2=cons*(q2**(-.23))
      else
          xk2=2.25*cons
      endif
      aaa=10000.
690   if (aaa.gt.0.01*q2) then
          q3=q2
          q2=(24*(xi1+xi2)+q1*(2*xk1-24))/(2*xk2+24)
          if (q2.gt.0) then
              xk2=cons*(q2**(-.23))
          else
              xk2=2.25*cons
          endif
          aaa=abs(q3-q2)
          goto 690
```

```

        else
            goto 700
        endif
700    xk1=xk2
        q1=q2
        dischp(t)=q2
720    continue

```

```

*****
***** start of branch *****
*****

```

```

        do 725 t=6,noper
            disch(5,t)=0
            disch(n,t)=dischp(t)+disch(n-1,t)+qint1(t)+tgw(t)
            if (nob.eq.0) then
                goto 5000
            endif
            do 710 j=1,nob
                if ((n.eq.1).or.(n.eq.sst(j))) then
                    disch(n,t)=dischp(t)+qint1(t)+tgw(t)
                endif
710        continue
            if (disch(n,t).lt.0.) then
                disch(n,t)=0.
            endif
725        continue
5000    return
        end

```