

รายงานโครงการวิจัย

เรื่อง

การพัฒนาสโตคาสติกโมเดล

สำหรับปริมาณการไหลของน้ำในลุ่มน้ำแม่กลอง

(Development of Stochastic Model

for Streamflow of Meklong River Basin)

เสนอ

คณะกรรมการวิจัยคณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดย

ดร. วราวุธ วุฒินิชย์

รองศาสตราจารย์

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

วิทยาเขตกำแพงแสน

มิถุนายน 2535

สารบัญ

ปก	หน้า
คำนำ	(i)
สารบัญ	(ii)
1. บทนำ	1
1.1 คำนำ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
2. การตรวจเอกสาร	2
2.1 นิยาม	2
2.2 Stationary ในขบวนการสโตคลาสติก	3
2.3 โมเดลสโตคลาสติก	3
2.4 การโมเดลอนุกรมเวลา	4
2.5 การโมเดลอนุกรมเวลาในอุทกวิทยา	5
2.6 คุณสมบัติทั่ว ๆ ไปของอนุกรมเวลาทางอุทกวิทยา	8
2.7 คุณสมบัติของอนุกรมน้ำท่ารายปี	12
2.8 คุณสมบัติของอนุกรมเวลาแบบหลายตัวแปร	12
3. สโตคลาสติกโมเดลสำหรับปริมาณการไหลของน้ำ	14
3.1 โครงสร้างของสโตคลาสติกโมเดล	14
3.2 สโตคลาสติกโมเดลที่ใช้ในการศึกษา	15
3.3 การหาพารามิเตอร์ของโมเดล	17
3.4 การประเมินหาค่าโมเมนต์	28
3.5 การรับข้อมูลรายเดือน	29
4. การวิเคราะห์ปริมาณการไหลของน้ำในแม่น้ำแม่กลองและลำน้ำสาขาเบื้องต้น ..	30
4.1 การเลือกสถานีตรวจวัดน้ำในลุ่มน้ำแม่กลอง	30
4.2 การวิเคราะห์หาข้อมูลที่ขาดหายไป	31

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5. การเลือกโครงสร้างของสโตคลาสติกโมเดลของกลุ่มน้ำแม่กลอง	38
5.1 กลุ่มน้ำแม่กลอง	38
5.2 สถานีวัดน้ำที่ใช้ในการวิเคราะห์	40
5.3 การแปลงข้อมูลให้เป็น Normal Distribution	42
5.4 การวิเคราะห์ Correlation Coefficients เพื่อหาโครงสร้างโมเดล	44
6. การประเมินพารามิเตอร์ของโมเดลและการสังเคราะห์ข้อมูล	49
6.1 การประเมินพารามิเตอร์ของสโตคลาสติกโมเดล	49
6.2 การสังเคราะห์ข้อมูลปริมาณการไหลของน้ำรายปีและรายเดือน	51
7. การทดสอบผลการสังเคราะห์ข้อมูลและการวิจารณ์ผล	60
8. ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ	62
8.1 ข้อสรุป	63
8.2 ข้อเสนอแนะ	63
เอกสารอ้างอิง	64
ภาคผนวกที่ 1 โครงสร้างของ LAST PACKAGE	66
ภาคผนวกที่ 2 Normal Probability Plot ของข้อมูลปริมาณการไหล ของน้ำรายปีและรายเดือนที่แปลงด้วย Natural Log	67
ภาคผนวกที่ 3 Lag Zero และ Lag One Seasonal Correlations และ Annual-Seasonal Correlations	80
ภาคผนวกที่ 4 การจัดไฟล์ข้อมูลและไฟล์ข้อมูล MEKLONG.DAT	88
ภาคผนวกที่ 5 ข้อมูลสังเคราะห์ชุดที่ 2-5 ชุดละ 26 ปี	99

คำนำ

โครงการวิจัยเรื่อง " การพัฒนาสโตคาสติกโมเดลสำหรับปริมาณการไหลของ
น้ำในแม่น้ำแม่กลอง " ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยประจำปี พ.ศ. 2533 จากคณะกรรมการ
วิจัยคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยต้องขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

ผลงานวิจัยเรื่องนี้ประสบความสำเร็จด้วยดีเพราะได้รับการอนุเคราะห์ทางด้านข้อมูล
จากกองอุทกวิทยา กรมชลประทาน และที่สำคัญคือ Dr. Donald K. Frevert จาก
US. Bureau of Reclamation ซึ่งได้ให้คำแนะนำและอนุญาตให้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์
LAST Version 5.2 (Lane Applied Stochastic Techniques) ในการศึกษาครั้งนี้
คุณทริกา ระงับเหตุ และคุณประเทือง สุขเกษม ซึ่งช่วยพิมพ์ต้นฉบับรายงานฉบับนี้จนเสร็จ
สมบูรณ์ ผู้วิจัยใคร่ขอถือโอกาสนี้ขอบคุณ

1.1 คำนำ

โดยธรรมชาติปริมาณการไหลของน้ำในแม่น้ำมีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา ในแต่ละเดือน ฤดูกาล และแต่ละปี ในลักษณะที่ไม่สามารถจะคาดคะเนให้ถูกต้องแน่นอนได้ มนุษย์จึงพยายามที่จะควบคุมความแปรปรวนของปริมาณการไหลของน้ำในแม่น้ำ โดยการสร้างเขื่อนกักเก็บน้ำ (อ่างเก็บน้ำ) เพื่อให้สามารถนำน้ำมาใช้ประโยชน์ตามความต้องการต่าง ๆ ทางด้านท้ายน้ำในเวลาที่ต้องการและในปริมาณที่ต้องการ แต่อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำยังเป็นสิ่งที่อยู่นอกเหนือการควบคุม ดังนั้นถ้าปราศจากความรู้เกี่ยวกับลักษณะความแปรปรวนของปริมาณการไหลของน้ำดังกล่าว ย่อมไม่สามารถใช้น้ำให้เกิดประโยชน์ได้เท่าที่ควร

ยกตัวอย่าง ในการออกแบบอ่างเก็บน้ำ ถ้าผู้ออกแบบคาดคะเนเกี่ยวกับปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างในอนาคตผิดพลาด ย่อมทำให้ออกแบบขนาดความจุอ่างเก็บน้ำผิดพลาด เช่น อ่างเก็บน้ำอาจมีขนาดเล็กเกินไป ปริมาณน้ำที่เก็บกักไว้ไม่เพียงพอสำหรับความต้องการต่าง ๆ ในปีที่แล้งมาก แต่ในช่วงฤดูฝนกลับต้องปล่อยให้น้ำไหลล้นอ่างทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ ในทำนองเดียวกัน สำหรับการจัดการแหล่งน้ำ ถ้าผู้จัดการแหล่งน้ำคาดคะเนเกี่ยวกับปริมาณการไหลของน้ำในแม่น้ำในแต่ละเดือน หรือในรอบปีผิดพลาด ย่อมไม่สามารถวางแผนการใช้น้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้

จากความจริงดังกล่าวจึงเห็นได้ว่าทั้งผู้ออกแบบและผู้จัดการแหล่งน้ำต้องการข้อมูลและวิธีการที่ดีที่สุดในอันที่จะช่วยให้การคาดคะเนปริมาณการไหลของน้ำในแม่น้ำในอนาคตถูกต้องแม่นยำที่สุดเท่าที่จะทำได้ แต่ในปัจจุบันการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณการไหลของน้ำในแม่น้ำในประเทศไทยในลักษณะที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ออกแบบ และผู้จัดการแหล่งน้ำดังกล่าวยังกระทำกันน้อยมาก

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาคุณสมบัติและพัฒนาโมเดลทางสถิติคลาสสิกสำหรับปริมาณการไหลของน้ำในแม่น้ำแม่กลอง ให้สามารถนำไปใช้ในการสังเคราะห์ข้อมูลปริมาณการไหลของน้ำในแม่น้ำ ทั้งรายเดือนและรายปี

การตรวจเอกสาร

การโมเดลอนุกรมเวลาและคุณสมบัติที่สำคัญ

2.1 นิยาม

ถ้า x คือตัวแปรแรนด้อม

x_1, x_2, \dots คืออนุกรมความน่าจะเป็น (Probabilistic Series)

หรือโดยทั่ว ๆ ไป เรียกว่าอนุกรมสโตคลาสติก (Stochastic Series) ถ้า Subscript

1, 2, หมายถึงเวลา จะเรียกว่าอนุกรมเวลา (Time Series)

เซตของตัวแปรแรนด้อม x_1, x_2, \dots ซึ่งเกี่ยวข้องกับการแจกแจงความน่าจะเป็น เรียกว่าขบวนการความน่าจะเป็น หรือโดยทั่ว ๆ ไป เรียกว่าขบวนการสโตคลาสติก

ในการอธิบายขบวนการสโตคลาสติกต้องรู้ Joint Probability Distribution ของตัวแปรแรนด้อม x_1, x_2, \dots

ถ้า Joint Probability

$$f(x_1, x_2, \dots) = f(x_1) \cdot f(x_2) \dots$$

แสดงว่าเป็น Independent Stochastic Process ถ้าไม่เท่าแสดงว่าเป็น

Serially Dependent Stochastic Process

ตัวอย่างอนุกรม x_1, x_2, \dots, x_N ซึ่งมาจากขบวนการสโตคลาสติก เรียกว่า Realization ของขบวนการสโตคลาสติก

คุณสมบัติทั้งหมดของขบวนการสโตคลาสติกถูกรวมอยู่ใน Joint Distribution แต่ทั่ว ๆ ไปจะใช้ Expected Values, Variances และ Covariances เพื่อแสดงคุณสมบัติจำเพาะบางอย่างของขบวนการ

Expected Values ของขบวนการสโตคลาสติก x_1, x_2, \dots คือ $E(x_1), E(x_2), \dots$ หรือ

$$\mu_t = E(x_t) \quad \text{เมื่อ } t = 1, 2, \dots$$

ในทำนองเดียวกัน

$$\sigma_t^2 = \text{Var}(x_t) \quad \text{เมื่อ } t = 1, 2, \dots$$

และ $\text{Cov}_t(k) = \text{Cov}(x_t, x_{t-k})$ เมื่อ $t = 1, 2, \dots$

Covariance คือคุณสมบัติที่แสดงถึง Linear Dependence ของขบวนการ สโตคลาสติก

2.2. Stationarityในขบวนการสุโตคลาสติก

แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

2.2.1 First Order Stationary หมายถึง ขบวนการสุโตคลาสติก ซึ่ง Mean หรือ Expected Values มีค่าคงที่ ไม่ขึ้นกับเวลา หรือ

$$E(X_1) = E(X_2) = \dots = E(X_t) = E(X) = \mu$$

2.2.2 Second Order Stationary หมายถึง ขบวนการสุโตคลาสติก ซึ่ง Mean และ Covariance(variance) มีค่าคงที่ ไม่ขึ้นกับเวลา หรือ $E(X_t) = \mu$

และ $Cov(X_t, X_{t-k}) = Cov(k)$ เมื่อ $t = 1, 2, \dots$

หรือ Covariance ขึ้นอยู่กับ Time Lag (k) ไม่ได้ขึ้นอยู่กับตำแหน่ง t

ขบวนการแบบ Secondary Order Stationary บางครั้งเรียกว่า Stationary in the wide sense หรือ Weak Stationary

ถ้าคุณสมบัติทางสถิติอื่น ๆ นอกจาก Mean, Variance และ Covariance ไม่ขึ้นกับเวลา ขบวนการนั้นจะเรียกว่า Stationary in the strict sense หรือ Strong Stationary

2.3. โมเดลสุโตคลาสติก (Stochastic Model)

เรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า โมเดลอนุกรมเวลา (Time Series Model)

โมเดลอนุกรมเวลาแบบง่าย ๆ จะแสดงอยู่ในรูปของฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นเพียงฟังก์ชันเดียว (Single Distribution Function) เช่น

$$f(X; \theta)$$

เมื่อพารามิเตอร์ $\theta = [\theta_1, \theta_2, \dots]$ ซึ่งใช้ได้กับทุกค่า t ($t = 1, 2, \dots$) และ X_1, X_2, \dots ไม่ขึ้นแก่กัน

ยกตัวอย่าง ถ้า X มีการแจกแจงแบบปกติ (Normal) มี Mean = μ และ Variance = σ^2 อาจเขียนโมเดลอนุกรมเวลาได้ดังนี้

$$X_t = \mu + \sigma \epsilon_t \quad \text{เมื่อ } t = 1, 2, \dots \quad (2.1)$$

เมื่อ ϵ_t มีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมี Mean = 0 และ Variance = 1
และ $\epsilon_1, \epsilon_2, \dots$ ไม่ขึ้นแก่กัน (Independent)

μ และ σ คือพารามิเตอร์ของโมเดล

x_t คือตัวแปรอิสระ

เนื่องจาก μ และ σ มีค่าคงที่ (ไม่ขึ้นอยู่กับเวลา) แสดงว่าโมเดลเป็นแบบ

Stationary

ถ้า $\epsilon_1, \epsilon_2, \dots$ ไม่เป็นอิสระต่อกัน มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน
อาจเขียนโมเดลอนุกรมเวลาได้ดังนี้

$$\epsilon_t = \theta \epsilon_{t-1} + \xi_t \dots \dots \dots (2.2)$$

เมื่อ ξ_t คืออนุกรมอิสระ ซึ่งมี Mean = 0 และ Variance $(1 - \theta^2)$

ϵ_t คืออนุกรมที่ขึ้นแก่กัน (Dependent Series)

θ คือพารามิเตอร์ของโมเดล

ถ้า ϵ_t ในสมการที่ (2.1) อยู่ในรูปของสมการที่ (2.2) x_t จะเป็นโมเดลที่
ไม่เป็นอิสระ และพารามิเตอร์ของโมเดลคือ μ, σ และ θ

2.4. การโมเดลอนุกรมเวลา (Time Series Modeling)

โดยทั่ว ๆ ไปการโมเดลอนุกรมเวลามีขั้นตอนดังต่อไปนี้ (Box and Jenkins, 1970)

- (1) เลือกประเภท (Type) ของโมเดล
- (2) ทหารูปแบบ (Form) ของโมเดล
- (3) ประเมินพารามิเตอร์
- (4) ตรวจสอบความเหมาะสม (Diagnostic Check) ของโมเดล

โดยทั่ว ๆ ไปจะแบ่งโมเดลของอนุกรมเวลาซึ่งขึ้นแก่กัน (Dependence of Time Series) ออกเป็น 2 ประเภท คือ

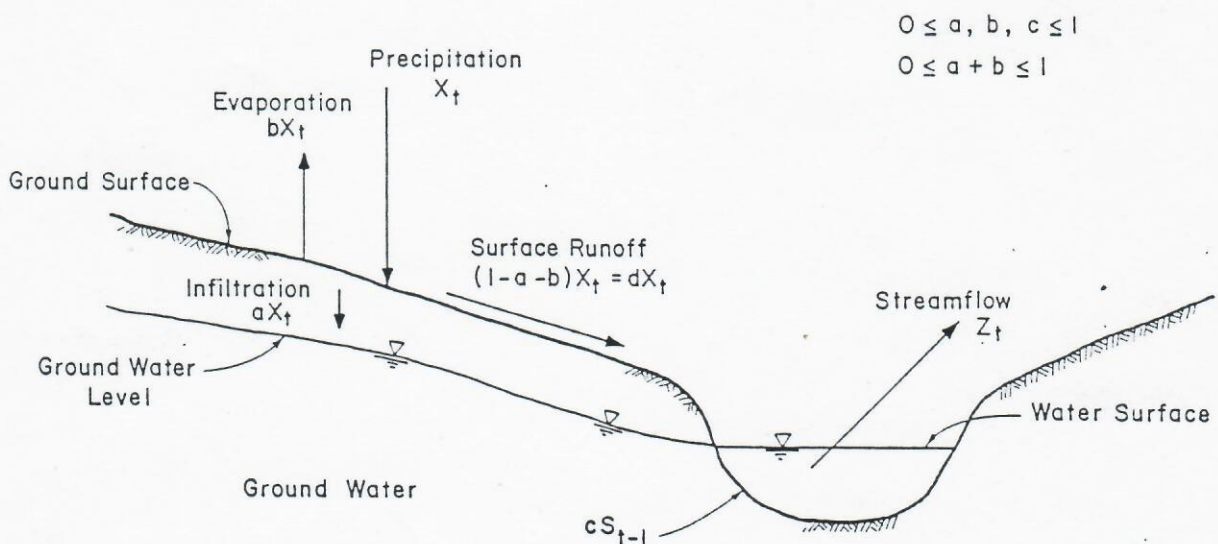
- Markov Chain
- Autoregressive Model

เมื่อเลือกประเภทของโมเดลได้แล้ว เช่น Autoregressive ขั้นที่สองคือการหา รูปแบบหรือ Order ของโมเดล เช่น Order 1 ซึ่งมีพารามิเตอร์ 1 ตัว (One Autoregressive Coefficient)

ขั้นที่ 3 คือการประเมินพารามิเตอร์ของโมเดลที่เลือก ซึ่งจะต้องมีการตรวจสอบ ความเหมาะสมของพารามิเตอร์ที่ประเมิน และขั้นสุดท้ายคือการตรวจสอบความเหมาะสมของโมเดล การโมเดลอนุกรมเวลาเป็นขบวนการซ้ำ (Iteration Process) ซึ่งต้องการ Feedback และ Interaction ในแต่ละขั้นตอนที่กล่าวมาแล้ว

2.5. การโมเดลอนุกรมเวลาในอุทกวิทยา

ขบวนการฝน - น้ำท่า สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แนวความคิดเกี่ยวกับขบวนการฝน-น้ำท่า

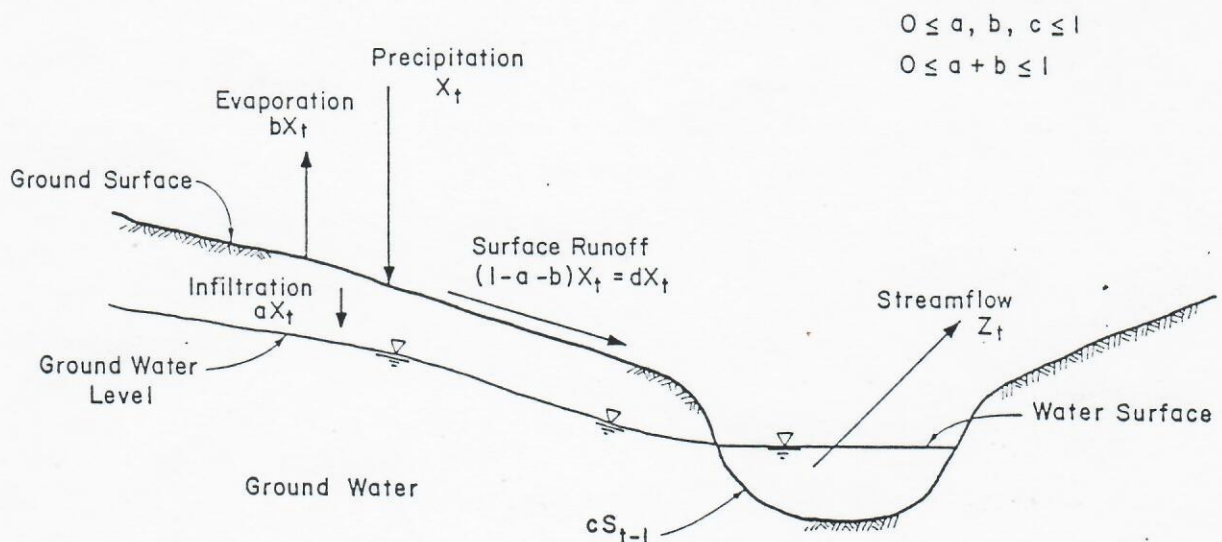
- Markov Chain
- Autoregressive Model

เมื่อเลือกประเภทของโมเดลได้แล้ว เช่น Autoregressive ขั้นที่สองคือการหา รูปแบบหรือ Order ของโมเดล เช่น Order 1 ซึ่งมีพารามิเตอร์ 1 ตัว (One Autoregressive Coefficient)

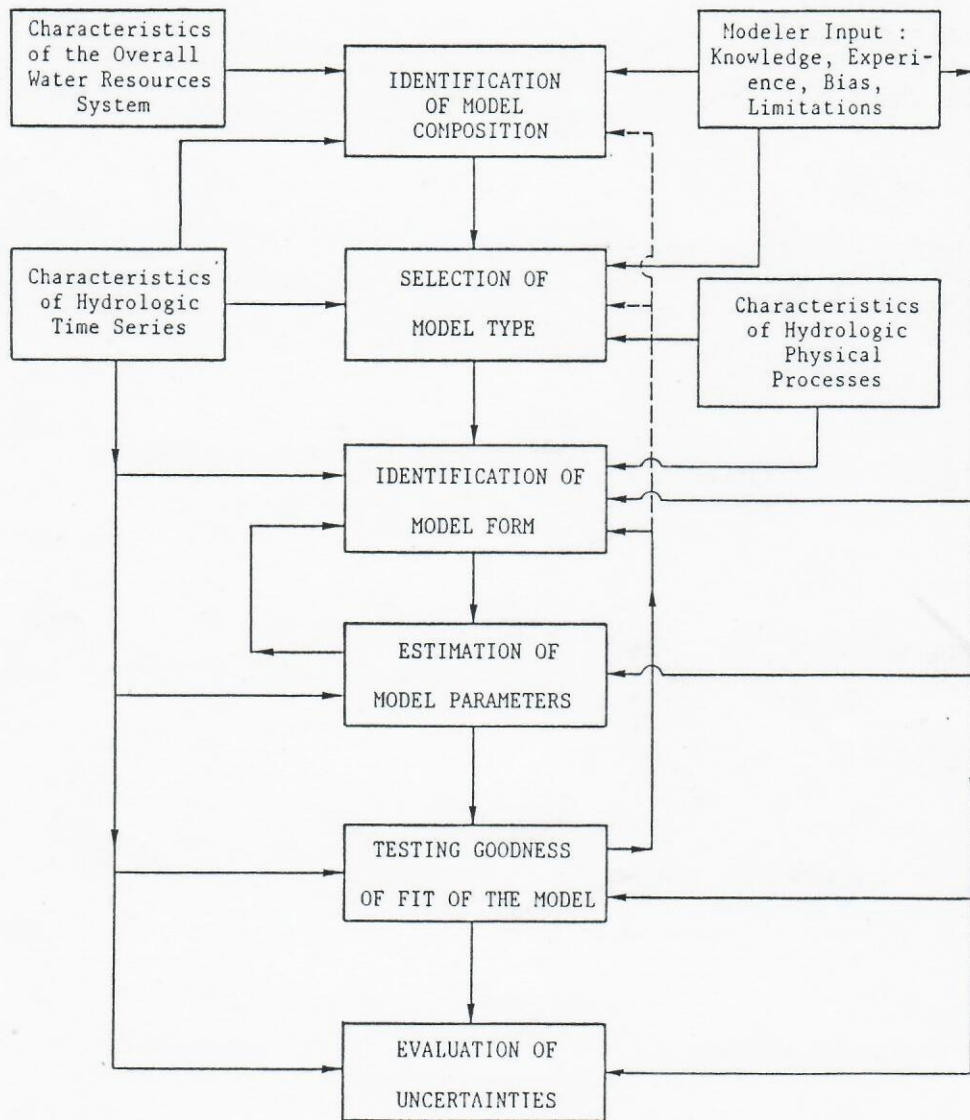
ขั้นที่ 3 คือการประเมินพารามิเตอร์ของโมเดลที่เลือก ซึ่งจะต้องมีการตรวจสอบ ความเหมาะสมของพารามิเตอร์ที่ประเมิน และขั้นสุดท้ายคือการตรวจสอบความเหมาะสมของโมเดล การโมเดลอนุกรมเวลาเป็นขบวนการทำซ้ำ (Iteration Process) ซึ่งต้องการ Feedback และ Interaction ในแต่ละขั้นตอนที่กล่าวมาแล้ว

2.5. การโมเดลอนุกรมเวลาในอุทกวิทยา

ขบวนการฝน - น้ำท่า สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แนวความคิดเกี่ยวกับขบวนการฝน-น้ำท่า



รูปที่ 2.2 Systematic Approach ในการโมเดลอนุกรมเวลาทางอุทกวิทยา

(Salas and Smith, 1980b)

2.6. คุณสมบัติทั่วไปของอนุกรมเวลาทางอุทกวิทยา

(General Properties of Hydrologic Time Series)

อนุกรมเวลาทางอุทกวิทยาแบ่งออกได้เป็น 2 พวก คือ

(1) อนุกรมเวลาชนิดตัวแปรเดี่ยว (Univariate หรือ Single Time Series) ของจุดใดจุดหนึ่ง

(2) อนุกรมเวลาชนิดหลายตัวแปร (Multivariate หรือ Multiple Time Series) ซึ่งอาจเป็นตัวแปรชนิดเดียวกันของหลาย ๆ จุด หรืออาจเป็นตัวแปรต่างชนิดที่จุดเดียวกันก็ได้

2.6.1 องค์ประกอบของอนุกรมอุทกวิทยา

ประกอบด้วยองค์ประกอบทางดีเทอร์มินิสติก (Deterministic) และองค์ประกอบทางสโตคาสติก องค์ประกอบทางดีเทอร์มินิสติกได้แก่

(1) Overyear Trend และการเปลี่ยนแปลงทางดีเทอร์มินิสติก (Deterministic) อื่น ๆ เช่น Slippages หรือ Jumps

(2) Cycles หรือการเปลี่ยนแปลงประจำวันหรือฤดูกาล

(3) การเปลี่ยนแปลงที่เกือบเป็นประจำ (Almost Periodic) เช่น อิทธิพลของน้ำขึ้น-น้ำลงในทะเล

องค์ประกอบทางสโตคาสติกคือองค์ประกอบที่แสดงการเปลี่ยนแปลงแบบแรนด้อม ในการหาคุณสมบัติที่แท้จริงของอนุกรม จะต้องวิเคราะห์หา Inconsistency (Systematic Errors) และ Nonhomogeneity ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงธรรมชาติโดยมนุษย์ หรือโดยธรรมชาติเองเช่น Overyear Trend, Jumps และ Slippages แล้วกำจัดออกจากอนุกรมก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ทางสโตคาสติกต่อไป สำหรับ Apparent Trends และ Cycles ต้องมีการทดสอบทางสถิติก่อนที่จะยอมรับว่าเป็นคุณสมบัติของประชากร

2.6.2 คุณสมบัติทางสถิติขั้นพื้นฐานของอนุกรมเวลา

สำหรับอนุกรมเวลา x_t เมื่อ $t = 1, 2, \dots, N$ คุณสมบัติทางสถิติขั้นพื้นฐานได้แก่

(1) Mean:

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N X_t \dots\dots\dots (2.6)$$

(2) Variance:

$$S^2 = \frac{1}{(N-1)} \sum_{t=1}^N (X_t - \bar{X})^2 \dots\dots\dots (2.7)$$

(3) Skewness Coefficient:

$$g = \frac{N \sum_{t=1}^N (X_t - \bar{X})^3}{(N-1)(N-2) S^3} \dots\dots\dots (2.8)$$

(4) Autocovariance:

$$c_k = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^{N-k} (X_t - \bar{X})(X_{t+k} - \bar{X}), \quad 0 \leq k \leq N \dots\dots\dots (2.9)$$

c_k ปกติเรียกว่า Lag-k Autocovariance

ถ้า $k = 0$, c_0 คือ Biased Variance

$$= \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (X_t - \bar{X})^2$$

(5) Autocorrelation Coefficient:

$$r_k = \frac{c_k}{c_0} = \frac{\sum_{t=1}^N (X_t - \bar{X})(X_{t+k} - \bar{X})}{\sum_{t=1}^N (X_t - \bar{X})^2} \dots\dots\dots (2.10)$$

r_k เรียกว่า Lag-k Autocorrelation Coefficient หรือ Serial Correlation Coefficient หรือ Autocorrelation Function ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง

เมื่อนำเอา r_k ไปพล็อตเทียบกับ k เรียกว่า Correlogram

r_k อาจหาได้อีกแบบหนึ่งดังนี้ (Jenkins and Watts, 1969)

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{N-k} (x_t - \bar{x}_t)(x_{t+k} - \bar{x}_{t+k})}{\left[\sum_{t=1}^{N-k} (x_t - \bar{x}_t)^2 \sum_{t=1}^{N-k} (x_{t+k} - \bar{x}_{t+k})^2 \right]^{1/2}} \dots\dots\dots (2.11)$$

ค่า r_k ที่คำนวณได้จากสมการ 2.10 และ 2.11 เป็น Biased Estimate ซึ่งจะกำจัด Bias ได้โดยใช้ Quenouille's Corrections (Kendal and Stuart, 1968)

$$r'_k = 2 r_k - 0.5 [r_k(1) + r_k(2)] \dots\dots\dots (2.12)$$

r'_k คือ Unbiased Autocorrelation Function

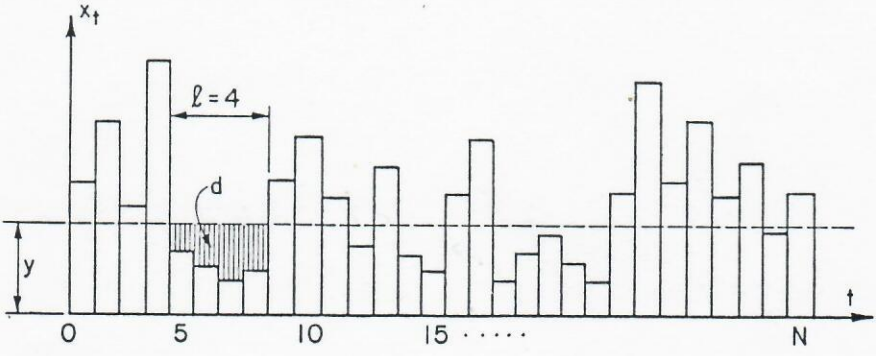
$r_k(1)$ และ $r_k(2)$ คือ Autocorrelation Function ซึ่งคำนวณจาก ครั้งแรกและครั้งหลังของอนุกรมเวลา ตามลำดับ

ข้อเสียของ r'_k คือ อาจมีค่าเกินขีดจำกัด (-1, +1)

2. 6.3 คุณสมบัติเกี่ยวกับการขาดน้ำของอนุกรมเวลา

(Drought Related Characteristics of time Series)

ให้อนุกรมเวลา x_1, x_2, \dots, x_N มีความต้องการน้ำคงที่เท่ากับ y ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 นิยามของ Run-Length และ Run-Sum

ที่เวลา t ใด ๆ

ถ้า $x_t < y$ เรียกว่าขาดน้ำ (Negative Run)

ถ้า $x_t \geq y$ เรียกว่าน้ำมาก (Positive Run)

ความวิกฤตต่อการขาดน้ำ Negative Run มี 2 แบบคือ

(1) Run-lengths (ช่วงขาดน้ำ) หรือ $l(i)$

เมื่อ $i = 1, \dots, M$

(2) Run-Sums (ปริมาณการขาดน้ำ) หรือ $d(i)$

เมื่อ $i = 1, \dots, M$

Mean, Standard Deviation และค่าสูงสุดของ Run-lengths และ

Run-Sums คือคุณสมบัติที่สำคัญเกี่ยวกับการขาดน้ำของอนุกรมเวลา

$$\bar{l}_N = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M l(j) \dots\dots\dots (2.13)$$

$$S_N(1) = \left[\frac{1}{M-1} \sum_{j=1}^M (l(j) - \bar{l}_N)^2 \right]^{1/2} \dots\dots\dots (2.14)$$

$$l_N^* = \text{MAX} (l(1), \dots, l(M)) \dots\dots\dots (2.15)$$

2.6.4 คุณสมบัติเกี่ยวกับความจุของอนุกรมเวลา

(Storage Related Characteristics of Time Series)

สมมติอนุกรมเวลา x_1, x_2, \dots, N

ให้ $S_i = S_{i-1} + x_i - \bar{x}_N$ เมื่อ $i = 1, 2, \dots, N \dots\dots (2.16)$

เมื่อ $S_i =$ Partial Sums

$\bar{x}_N \equiv$ Mean

$$S_N = \left[\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (x_t - \bar{x}_N)^2 \right]^{1/2}$$

และ Range (Rescaled Range) ของ Partial Sums

$$R_N = \frac{1}{S_N} [\text{Max} (S_0, S_1, \dots, S_N) - \text{Min} (S_0, S_1, \dots, S_N)] \dots\dots\dots (2.17)$$

$$S_0 = 0$$

เมื่อ

R_N = Range ของ Partial Sums

ซึ่งเกี่ยวข้องกับขนาดความจุอ่างเก็บน้ำที่เล็กที่สุดที่สามารถส่งน้ำได้เท่ากับ \bar{X}_N ตามแนวความคิดของ Rippl Diagram

2.7. คุณสมบัติของอนุกรมน้ำท่ารายปี

(Characteristics of Annual Runoff Series)

อนุกรมน้ำท่ารายปีอาจเป็นขบวนการสุทธศาสตร์แบบไม่ขึ้นกับเวลาหรือแบบขึ้นกับเวลา ถ้าปริมาณน้ำทั้งหมดที่เก็บกักในลุ่มน้ำเมื่อสิ้นปีน้ำ (water Year) ไม่เปลี่ยนแปลง อนุกรมจะเป็นแบบไม่ขึ้นกับเวลา แต่ถ้าปริมาณน้ำที่เก็บกักมีการเปลี่ยนแปลงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับค่าปริมาณการไหลเฉลี่ยรายปี แสดงว่าอนุกรมเป็นแบบขึ้นกับเวลา ค่า Serial Correlation Coefficients ลำดับที่ 1 เฉลี่ยของ 140 อนุกรมน้ำท่ารายปีทั่วโลก ซึ่งมีระยะเวลาเฉลี่ย 55 ปี มีค่าเท่ากับ 0.175 (r_1) และ 446 อนุกรมน้ำท่ารายปีของอเมริกา ซึ่งมีระยะเวลาเฉลี่ย 37 ให้ค่า $\bar{r}_1 = 0.197$ (Yevjevich, 1964) ซึ่งทั้งสองอนุกรมมีค่า $\bar{r}_1 > 0$ ในเชิงสถิติ แสดงว่าอนุกรมน้ำท่ารายปีโดยเฉลี่ยเป็นแบบขึ้นกับเวลา

Anderson (1941) เสนอแนะสูตรในการหาขีดจำกัดของ r_k คือ

$$r_k (95\%) = \frac{-1 \pm 1.96 \sqrt{N-k-1}}{N-k} \dots\dots\dots (2.18)$$

และ $r_k (99\%) = \frac{-1 \pm 2.326 \sqrt{N-k-1}}{N-k} \dots\dots\dots (2.19)$

2.8 คุณสมบัติของอนุกรมเวลาแบบหลายตัวแปร

(Characteristics of Multivariate Time Series)

ให้ $x_t^{(i)}$ คืออนุกรมเวลาที่ i
 $x_t^{(j)}$ คืออนุกรมเวลาที่ j

Lag-k Cross-correlation Coefficient ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างอนุกรม (i) และ (j) คือ

$$r_{k}^{ij} = \frac{\sum_{t=1}^{N-k} (X_t^{(i)} - \bar{X}_t^{(i)})(X_{t+k}^{(j)} - \bar{X}_{t+k}^{(j)})}{\left[\sum_{t=1}^{N-k} (X_t^{(i)} - \bar{X}_t^{(i)})^2 \cdot \sum_{t=1}^{N-k} (X_{t+k}^{(j)} - \bar{X}_{t+k}^{(j)})^2 \right]^{1/2}} \dots (2.20)$$

เมื่อ $\bar{X}_t^{(i)}$ = คือ Mean ของค่า N-k แรกของอนุกรม (i)

$\bar{X}_{t+k}^{(j)}$ = คือ Mean ของค่า N-k หลังของอนุกรม (j)

สำหรับ อนุกรมเวลา ปกติจะเขียนโครงสร้างความสัมพันธ์ในรูป Matrix ดังนี้

$$\Lambda_{M_k} = \begin{bmatrix} r_k^{11} & r_k^{12} & \dots & r_k^{1n} \\ r_k^{21} & r_k^{22} & \dots & r_k^{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ r_k^{n1} & r_k^{n2} & \dots & r_k^{nn} \end{bmatrix} \dots (2.21)$$

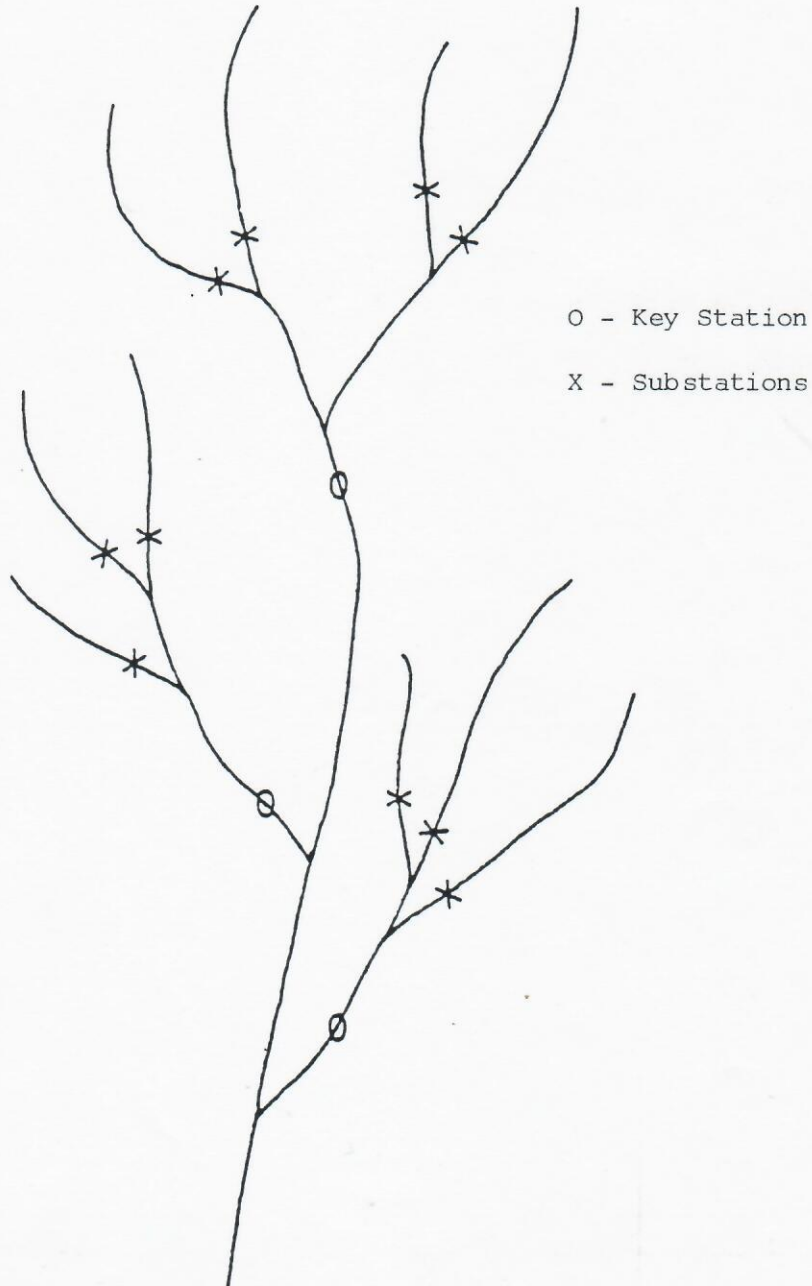
เมื่อ r_{k}^{ij} จะคำนวณได้จากสมการที่ 2.20

บทที่ 3

สโตนคลาสติกโมเดลสำหรับปริมาณการไหลของน้ำ

3.1 โครงสร้างของสโตนคลาสติกโมเดล

สโตนคลาสติกโมเดลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ จะใช้หลักของ "Key" และ "Sub-stations" ดังรูปที่ 3.1 Key Stations คือสถานีที่มีความสำคัญ เช่น สถานีที่มีปริมาณน้ำจาก Substations หลาย ๆ สถานีไหลมารวมกัน การวิเคราะห์ข้อมูลและสังเคราะห์



รูปที่ 3.1 Key-Substations Model

ข้อมูลที่ Key Stations จะแยกเป็นอิสระจาก Substations ส่วนการวิเคราะห์และการสังเคราะห์ข้อมูลที่ Substations จะพิจารณาถึงสหสัมพันธ์ (Intercorrelation) ระหว่าง Key และ Substations ซึ่งจะมีผลทำให้การสังเคราะห์ข้อมูลที่ Substations ทำได้ง่าย และมีความถูกต้องยิ่งขึ้น เช่น ผลรวมของ Substations ใกล้เคียงกับค่าของ Key Stations

ในการสังเคราะห์ (Generate) ปริมาณการไหลของน้ำรายเดือนของสถานีต่าง ๆ ในลุ่มน้ำ จะเริ่มจากการสังเคราะห์ปริมาณน้ำรายปีที่ Key Stations เป็นอันดับแรก แล้วจึง Disaggregate ปริมาณการไหลของน้ำรายปีจาก Key Station ไปยัง Substations ขั้นสุดท้ายจึง Disaggregate ปริมาณการไหลของน้ำรายปีที่สถานีต่าง ๆ ให้เป็นปริมาณการไหลของน้ำรายเดือน

3.2 สถิติคลาสสิกโมเดลที่ใช้ในการศึกษา

3.2.1 Key Station Generation-Annual

(1) Lag one AR Model

$$X_i = AX_{i-1} + Ce_i \quad \dots\dots\dots (3.1)$$

(2) Lag two AR Model

$$X_i = AX'_{i-1} + BX_{i-2} + Ce_i \quad \dots\dots\dots (3.2)$$

3.2.2 Key to Substation Disaggregation-Annual

$$N_i = DK_i + Ef_i + FN_{i-1} \quad \dots\dots\dots (3.3)$$

3.2.3 Annual to Seasonal Disaggregation

$$M_i = GN_i + Hg_i + IM_{i-1} \quad \dots\dots\dots (3.4)$$

3.2.4 Transformation of Generated Data

$$Q_i = T_r(N_i) \quad \dots\dots\dots (3.5)$$

$$S_i = T_r(M_i) \quad \dots\dots\dots (3.6)$$

3.2.5 Adjustment of Generated Data

$$Q_i = J S_i \quad \dots\dots\dots (3.7)$$

เมื่อ

X_i = Normalized Key Station Annual Data Matrix ($d1 \times 1$)
ของปีที่ i และ $d1$ คือจำนวน Key Station ใน Current
Key Station Generation Group

K_i = Normalized Key Station Annual Data Matrix ($d6 \times 1$)

N_i = Normalized Annual Data Matrix ของปีที่ i
 N_i ในสมการ (3.3) มีขนาด ($d2 \times 1$) เมื่อ $d2$ คือจำนวน
Substation ใน Current Key to
Substation Generation Group

N_i ในสมการ (3.4) มีขนาด ($d3 \times 1$) เมื่อ $d3$ คือจำนวน
Station ใน Current Annual to
Seasonal Generation Group

N_i ในสมการ (3.5) มีขนาด (1×1).

M_i = Normalized Seasonal Data Matrix ของปีที่ i

M_i ในสมการ (3.4) มีขนาด ($d4 \times 1$) เมื่อ $d4$ คือจำนวน
Station คูณด้วยจำนวน Season ใน
Current Annual to Seasonal Genera-
tion Group

M_i ในสมการ (3.6) มีขนาด ($d5 \times 1$) เมื่อ $d5$ คือจำนวน
Season ใน 1 ปี

Q_i = Annual Data Matrix (1×1) ของปีที่ i

S_i = Seasonal Data Matrix ($d5 \times 1$) ของปีที่ i

A = Coefficient Matrix ($d1 \times d1$)

B = Coefficient Matrix ($d1 \times d1$)

C = Coefficient Matrix ($d1 \times d1$)

D = Coefficient Matrix ($d2 \times d6$) เมื่อ $d6$ คือจำนวน
Key Station ใน Current Key to Substation
Generation Group

- E = Coefficient Matrix (d2 x d2)
- F = Coefficient Matrix (d2 x d2)
- G = Coefficient Matrix (d4 x d3)
- H = Coefficient Matrix (d4 x d4)
- I = Coefficient Matrix (d4 x d4)
- J = Coefficient Matrix (1 x d5)

- T_r = Transformation Function
- e_i = Column Matrix ของ Random Normal Numbers (d1 x 1)
ซึ่งมี Mean เท่ากับ 0 และ Variance เท่ากับ 1
- f_i = Column Matrix ของ Random Normal Number (d2 x 1)
ซึ่งมี Mean เท่ากับ 0 และ Variance เท่ากับ 1
- g_i = Column Matrix ของ Random Normal Numbers (d4 x 1)
ซึ่งมี Mean เท่ากับ 0 และ Variance เท่ากับ 1

3.3 การหาพารามิเตอร์ของโมเดล

3.3.1 Key Station Generation

สำหรับ AR Model ซึ่งอาจ Preserve lag one หรือ lag two correlation โดยตรง ก่อนหาพารามิเตอร์จะต้องแปลงข้อมูลน้ำท่วมรายปี (Annual Data) ให้เป็นข้อมูลซึ่งมีการแจกแจงปกติ ซึ่งมี Mean เท่ากับศูนย์

ให้ q_i เป็นข้อมูลปริมาณการไหลของน้ำของปีที่ i

$$t_i = f(q_i) \dots\dots\dots (3.8)$$

เมื่อ t_i = ข้อมูลน้ำท่าที่แปลงให้มีการแจกแจงปกติของปีที่ i มี Population mean μ

$$x_i = t_i - \mu \dots\dots\dots (3.9)$$

(1) AR1 Model

$$X_i = Ax_{i-1} + Ce_i$$

หา Coefficient Matrix A ได้โดยการ Postmultiply สมการที่

3.1 ด้วย X_{i-1}^T (Matalas, 1967)

$$X_i X_{i-1}^T = AX_{i-1} X_{i-1}^T + Ce_i X_{i-1}^T \dots\dots\dots (3.10)$$

Taking Expected Values, E [.]

$$E[X_i X_{i-1}^T] = AE[X_{i-1} X_{i-1}^T] \dots\dots\dots (3.11)$$

ให้ $M_0 = E[X_{i-1} X_{i-1}^T]$ และ

$$M_1 = E[X_i X_{i-1}^T]$$

จะเห็นว่า $M_1 = AM_0 \dots\dots\dots (3.12)$

$$A = M_1 M_0^{-1} \dots\dots\dots (3.13)$$

หา Coefficient Matrix C ได้โดยการ Postmultiply สมการที่ 3.1

ด้วย X_i^T (Matalas, 1967)

$$X_i X_i^T = AX_{i-1} X_i^T + Ce_i X_i^T \dots\dots\dots (3.14)$$

Taking Expected Value, E [.]

$$E[X_i X_i^T] = AE[X_{i-1} X_i^T] + CE[e_i X_i^T] \dots\dots\dots (3.15)$$

เนื่องจาก e_i คือเมตริกของ Independent Random Normal Numbers ซึ่งมี Mean เท่ากับ 0 และ Variance เท่ากับ 1 จะหาเทอมสุดท้ายของสมการที่ 3.15 ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} CE [e_i X_i^T] &= CE [e_i (AX_{i-1} + Ce_i)^T] \\ &= CE [e_i X_{i-1}^T A^T + e_i e_i^T C^T] \\ &= CC^T \dots\dots\dots (3.16) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_1^T &= E [X_i X_{i-1}^T]^T \\ &= E [X_{i-1} X_i^T] \dots\dots\dots (3.17) \end{aligned}$$

แทนค่า M_0 และสมการ (3.16) และ (3.17) ลงในสมการ (3.15)

$$\begin{aligned}
 M_0 &= AM_1^T + CC^T \\
 CC^T &= M_0 - AM_1^T \\
 CC^T &= M_0 - M_1 M_0^{-1} M_1^T \dots\dots\dots (3.18)
 \end{aligned}$$

Lane, W.L. and D.K. Frevert (1990) เสนอวิธีหาเมตริก c โดยการสมมติว่า c คือ Lower Triangular Matrix และ CC^T เป็น Positive Semi-definite

$$\text{กำหนดว่า } z = CC^T \dots\dots\dots (3.19)$$

$$\begin{aligned}
 \text{ให้ } c(k, i) &= 0 \quad \text{เมื่อ } k < i \dots\dots\dots (3.20) \\
 c(k, i) &= 0 \quad \text{เมื่อ } k \geq i
 \end{aligned}$$

$$\text{เมื่อ } z(i, i) - \sum_{j < i} [c(i, j) c(i, j)] \leq 0 \dots\dots\dots (3.21)$$

$$\text{และ } c(k, i) = \frac{z(k, i) - \sum_{j < i} [c(i, j) c(k, j)]}{\sqrt{z(i, i) - \sum_{j < i} c(i, j)c(i, j)}}$$

สำหรับ $k \geq i$ เมื่อ

$$z(i, i) - \sum_{j < i} [c(i, j) c(i, j)] > 0 \dots\dots\dots (3.22)$$

ใช้สมการ (3.20), (3.21) และ (3.22) คำนวณหาคอลัมน์ที่ 1 จากบนลงล่าง แล้วจึงหาคอลัมน์ที่ 2, 3 และต่อ ๆ ไป

(2) AR2 Model

$$X_i = AX_{i-1} + BX_{i-2} + Ce_i$$

Postmultiply สมการที่ (2) ด้วย X_{i-1}^T (Matalas, 1967)

$$X_i X_{i-1}^T = AX_{i-1} X_{i-1}^T + BX_{i-2} X_{i-1}^T + Ce_i X_{i-1}^T$$

$$E[X_i X_{i-1}^T] = AE[X_{i-1} X_{i-1}^T] + BE[X_{i-2} X_{i-1}^T] \dots\dots\dots (3.23)$$

$$M_0 = E[X_{i-1} X_{i-1}^T]$$

$$M_1 = E[X_i X_{i-1}^T] = E[X_{i-1} X_{i-2}^T]$$

$$M_1^T = E[X_{i-1} X_i^T] = E[X_{i-2} X_{i-1}^T]$$

แทนค่าลงในสมการ (3.23)

$$M_1 = AM_0 + BM_1^T \dots \dots \dots (3.24)$$

$$A = (M_1 - BM_1^T) M_0^{-1} \dots \dots \dots (3.25)$$

Postmultiply สมการ (3.2) ด้วย X_{i-2}^T

$$X_i X_{i-2}^T = AX_{i-1} X_{i-2}^T + BX_{i-2} X_{i-2}^T + Ce_i X_{i-2}^T$$

โดยการ Taking Expected Value, $E(\cdot)$

$$E[X_i X_{i-2}^T] = AE[X_{i-1} X_{i-2}^T] + BE[X_{i-2} X_{i-2}^T]$$

$$M_2 = E[X_i X_{i-2}^T]$$

$$M_2 = AM_1 + BM_0 \dots \dots \dots (3.26)$$

แทนค่า A จากสมการ (3.25) ลงในสมการ (3.26) เพื่อหาค่า B

$$M_2 = (M_1 - BM_1^T) M_0^{-1} M_1 + BM_0$$

$$= M_1 M_0^{-1} M_1 - BM_1^T M_0^{-1} M_1 + BM_0$$

$$= M_1 M_0^{-1} M_1 + B(M_0 - M_1^T M_0^{-1} M_1)$$

$$B = (M_2 - M_1 M_0^{-1} M_1) (M_0 - M_1^T M_0^{-1} M_1)^{-1} \dots \dots (3.27)$$

แทนค่า B ลงในสมการ (3.25) เพื่อหาค่า A

$$A = (M_1 - (M_2 - M_1 M_0^{-1} M_1) (M_0 - M_1^T M_0^{-1} M_1)^{-1} M_1^T) M_0^{-1} \dots \dots (3.28)$$

หรือ

$$A = (M_2 - M_1 M_0^{-1} M_1) (M_1 - M_0 M_1^T M_0^{-1} M_1)^{-1} \dots \dots \dots (3.29)$$

การหาค่า A จะทำได้ง่ายกว่าโดยการหาค่า B โดยสมการ (3.27) แล้วแทนลง

ในสมการ (3.25)

หาค่า A โดยการ Postmultiply สมการ (3.2)

$$X_i X_i^T = AX_{i-1} X_i^T + BX_{i-2} X_i^T + Ce_i X_i^T$$

$$E(X_i X_i^T) = AE(X_{i-1} X_i^T) + BE(X_{i-2} X_i^T) + CE(e_i X_i^T)$$

จากสมการ (3.16) $E(e_i X_i^T) = c^T$ จะได้ว่า

$$M_0 = AM_1^T + BM_2^T + CC^T$$

และ $CC^T = M_0 - AM_1^T - BM_2^T \dots\dots\dots (3.28)$

หาค่า c ได้โดยใช้สมการ (3.20), (3.21) และ (3.22) ในทำนองเดียวกับที่ได้อธิบายไว้แล้วใน AR₁ - Model

3.3.2 Key-Substation Disaggregation

ในการ Disaggregate ข้อมูลรายปี (Annual Data) ที่ Key Station ให้เป็นข้อมูลรายปีที่ Substations ไม่จำเป็นว่าผลรวมของข้อมูลรายปีที่ Substations จะต้องเท่ากับค่ารายปีที่ Key Station เสมอไป แต่ถ้าผลรวมของ Substations เท่ากับ Key Station คุณสมบัตินี้ก็จะถูก Preserve ไว้ใน Disaggregated Data อย่างไรก็ตาม เช่นเดียวกับการ Generate ข้อมูลที่ Key Station ข้อมูลดิบจะต้องถูกแปลงให้เป็น Normal Distribution ซึ่งการแปลงข้อมูลดังกล่าวอาจมีผลทำให้ผลรวมที่ Substations ไม่เท่ากับที่ Key Station ก็ได้

แปลงข้อมูลจากสมการที่ (3.8) ให้เป็น Standard Normal ซึ่งมี Mean เท่ากับศูนย์ ดังนี้

$$k_i = t_i - \mu$$

และ $n_i = t_i - \mu$

เมื่อ k_i และ n_i คือ Standardized Data ของ Key และ Substations

จากสมการที่ (3.3)

$$N_i = DK_i + Ef_i + FN_{i-1}$$

ให้ $S_{ab}(i-j) = Ea_i b_j^T$

เมื่อ $S_{ab}(i-j)$ คือ Lag(i-j) Covariance Matrix ระหว่าง Vectors a_i และ b_i

Postmultiplying สมการที่ (3.3) ด้วย K_i^T

Take Expected Value E(.)

$$E(N_i K_i^T) = DE(K_i K_i^T) + EE(f_i K_i^T) + FE(N_{i-1} + K_{i-1}^T)$$

$$S_{NK}(0) = D.S_{KK}(0) + F S_{KN}^T(1) \dots\dots\dots (3.29)$$

ในทำนองเดียวกันเมื่อ Postmultiply สมการที่ (3.3) ด้วย N_{i-1}^T แล้ว

Take Expected Value

$$E(N_i N_{i-1}^T) = DE(K_i N_{i-1}^T) + EE(f_i N_{i-1}^T) + FE(N_{i-1} N_{i-1}^T)$$

$$S_{NN}(1) = DS_{KN}(1) + FS_{NN}(0) \dots\dots\dots (3.30)$$

$$F = [S_{NN}(1) - DS_{KN}(1)] S_{NN}^{-1}(0) \dots\dots\dots (3.31)$$

แทนค่า F จากสมการที่ (3.31) ลงในสมการที่ (3.29)

$$S_{NK}(0) = DS_{KK}(0) + [S_{NN}(1) - DS_{KN}(1)] S_{NN}^{-1}(0) S_{KN}^T(1)$$

$$= DS_{KK}(0) + S_{NN}(1) S_{NN}^{-1}(0) S_{KN}^T(1)$$

$$- DS_{KN}(1) S_{NN}^{-1}(0) S_{KN}^T(1)$$

$$D[S_{KK}(0) - S_{KN}(1) S_{NN}^{-1}(0) S_{KN}^T(1)]$$

$$= S_{NK}(0) - S_{NN}(1) S_{NN}^{-1}(0) S_{KN}^T(1)$$

$$D = [S_{NK}(0) - S_{NN}(1) S_{NN}^{-1}(0) S_{KN}^T(1)] [S_{KK}(0) -$$

$$S_{KN}(1) S_{NN}^{-1}(0) S_{KN}^T(1)]^{-1} \dots\dots\dots (3.32)$$

Matrix D จะหาได้จาก Sample Moments และ Matrix F จะหาได้โดยการแทน Matrix D ลงในสมการ (3.31)

Matrix E จะหาได้โดยการ Postmultiply สมการที่ 3.3 ด้วย N_i^T

แล้ว Take Expected Value

$$E(N_i N_i^T) = DE(K_i N_i^T) + EE(f_i N_i^T) + FE(N_{i-1} N_i^T)$$

$$S_{NN}(0) = D S_{KN}(0) + EE^T + F S_{NN}^T(1)$$

$$EE^T = S_{NN}(0) - DS_{KN}(0) - FS_{NN}^T(1)$$

Matrix E จะหาได้ในทำนองเดียวกันกับที่ได้กล่าวมาแล้วในการหา Coefficient Matrix C ของ Key Station Generation โดยใช้สมการ (3.20), (3.21) และ (3.22)

จากการวิเคราะห์สมการ (3.31) และ (3.32) ซึ่งใช้หา Coefficient Matrices D และ F ตามลำดับ พบว่า D และ F ขึ้นอยู่กับ $S_{KN}(1)$ ซึ่ง K_i และ N_{i-1}^T ไม่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันทั้งใน Disaggregation และ Key Station Generation Model จึงไม่สามารถ Preserve $S_{KN}(1)$ ได้ ซึ่งจะมีผลต่อ Generated Moment ทั้งหมด Lane, W.L. and D.K. Frevert (1990) แนะนำวิธีแก้โดยการประเมินหา $S_{KN}(1)$ จากโครงสร้างของ Key Station Generation และ Disaggregation Model ดังนี้

$$K_i = A K_{i-1} + C e_i$$

$$N_i = D K_i + E f_i + F N_{i-1}$$

Postmultiplying AR_1 - Model ด้วย N_{i-1}^T

$$\begin{aligned} K_i N_{i-1}^T &= A K_{i-1} N_{i-1}^T + C e_i N_{i-1}^T \\ &= A K_{i-1} + (D K_{i-1} + E f_i + F N_{i-1})^T + C e_i N_{i-1}^T \\ &= A K_{i-1} K_{i-1}^T D^T + A K_{i-1} f_{i-1}^T E^T + A K_{i-1} N_{i-2}^T F^T \\ &\quad + C e_i N_{i-1}^T \end{aligned}$$

Taking Expected Value

$$S_{KN}(1) = A S_{KK}(0) D^T + A S_{KN}(1) F^T \dots \dots \dots (3.33)$$

โดยการประเมินหาค่า Coefficient Matrices A, D และ F แล้วแทนค่าลงในสมการที่ (3.33) จะได้ว่า

$$S_{KN}^*(1) = S_{KK}(1) S_{KK}^{-1}(0) S_{KN}(0) \dots \dots \dots (3.34)$$

ในการหาค่า D และ F ในสมการที่ (3.31) และ (3.32) ให้ใช้ค่า $S_{KN}^*(1)$ แทนค่า $S_{KN}(1)$ ซึ่งหาได้จากข้อมูลตัวอย่าง เมื่อพิจารณาตามทฤษฎีแล้วจะเห็นได้ว่า Disaggregation Model จะ Preserve $S_{NN}(1)$, $S_{NN}(0)$ และ $S_{NK}(0)$ และ Key Station Generation Model จะ Preserve $S_{KK}(0)$ และ $S_{KK}(1)$ โดยตรง ส่วน $S_{KN}^*(1)$ จะถูก Preserve ด้วยสมการ (3.34) อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติมักพบว่าไม่สามารถหาค่า

Coefficient Matrices ได้ และไม่สามารถ Preserve คุณสมบัติทาง Additivity ได้ ยกตัวอย่าง Matrix EE^T อาจไม่เป็น Positive semi-definite เนื่องจาก $S_{KN}^*(1)$ ไม่สอดคล้องกับ $S_{NN}(1)$ ที่หาจากข้อมูล Lane, W.L และ D.K. Frevert (1990) แนะนำให้ปรับค่า $S_{NN}(1)$ ดังสมการ (3.35) เพื่อให้สอดคล้องกับ $S_{KN}^*(1)$ และ Preserve คุณสมบัติด้าน Additivity

$$S_{NN}^*(1) = S_{NN}(1) + S_{NK}(0) S_{KK}^{-1}(0) [S_{KN}^*(1) - S_{KN}(1)] \dots\dots\dots (3.35)$$

เครื่องหมาย * หมายถึง Adjusted Moment

กรณีที่ไม่พิจารณาถึง Lagged Substation Covariance Lane, W.L.

และ D.K. Frevert (1990) เสนอวิธีการปรับค่า $S_{NN}(1)$ ดังสมการ

$$S_{NN}^*(1) = S_{NK}(0) S_{KK}^{-1}(0) S_{KN}(1) \dots\dots\dots (3.36)$$

ในทำนองเดียวกัน ถ้า Key Station generation Model คือ AR(2)

จะปรับ $S_{KN}(1)$ ได้ดังสมการ

$$S_{KN}^*(1) = AS_{KN}(0) + BS_{KK}^T(1) C^T + BS_{KN}(0) E^T \dots (3.37)$$

3.3.3 Annual-Seasonal Generation

Valencia, D. and J.C. Schaake, Jr. (1973) และ Mejia, J.M and J. Rousselle (1976) ได้พัฒนาวิธีการ Disaggregate ข้อมูลรายปีเป็นรายฤดูกาล เช่น รายเดือน ดังนี้

(1) Full Model

ในทำนองเดียวกับที่กล่าวมาแล้ว ต้องแปลงข้อมูลรายฤดูให้เป็น Normal ซึ่งมี Mean เท่ากับ 0

$$m_{i,\tau} = t_{i,\tau} - \mu$$

เมื่อ $m_{i,\tau}$ = ข้อมูลปีที่ i และฤดู τ ที่แปลงให้เป็น Normal ซึ่งมี Mean เท่ากับ 0

และ $n_i = t_i - \mu$

เมื่อ n_i = ข้อมูลปีที่ i ที่แปลงให้เป็น Normal ซึ่งมี Mean เท่ากับ 0

Annual-Seasonal Disaggregation Model คือ

$$M_i = GN_i + Hg_i + IM_{i-1} \quad \dots \quad (3.38)$$

ให้ $S_{ab}(i-j) = E(a_i b_j^T)$

เมื่อ $S_{ab}(i-j)$ คือ Lag $(i-j)$ Covariance Matrix ระหว่าง Vectors a_i และ b_j

Postmultiply สมการที่ (3.38) ด้วย N_i^T แล้ว Taking Expected Value

$$E(M_i N_i^T) = G E(N_i N_i^T) + H E(g_i N_i^T) + I E(M_{i-1} N_i^T)$$

$$S_{MN}(0) = G S_{NN}(0) + I S_{NM}^T(1) \quad \dots \quad (3.39)$$

Postmultiply สมการที่ (3.38) ด้วย M_{i-1}^T แล้ว Taking Expected

Value

$$E(M_i M_{i-1}^T) = G E(N_i M_{i-1}^T) + H E(g_i M_{i-1}^T) + I E(M_{i-1} M_{i-1}^T)$$

$$S_{MM}(1) = G S_{NM}(1) + I S_{MM}(0) \quad \dots \quad (3.40)$$

$$I = [S_{MM}(1) - G S_{NM}(1)] S_{MM}^{-1}(0) \quad \dots \quad (3.41)$$

แทนค่า I ลงในสมการที่ (3.39)

$$S_{MM}(0) = G S_{NN}(0) + [S_{MM}(1) S_{MM}^{-1}(0) - G S_{NM}(1) S_{MM}^{-1}(0)] S_{NM}^T(1)$$

$$G[S_{NN}(0) - S_{NM}(1) S_{MM}^{-1}(0) S_{NM}^T(1)] = S_{MM}(0) - S_{MM}(1) S_{MM}^{-1}(0) S_{NM}^T(1)$$

$$G = [S_{MM}(0) - S_{MM}(1) S_{MM}^{-1}(0) S_{NM}^T(1)] [S_{NN}(0) - S_{NM}(1) S_{MM}^{-1}(0) S_{NM}^T(1)]^{-1} \quad \dots \quad (3.42)$$

Coefficient Matrix G จะหาได้จาก Moment ซึ่งคำนวณจากข้อมูลโดยใช้สมการ (3.42) Coefficient Matrix I จะหาได้โดยการแทนค่า G ลงในสมการที่ (3.41)

หา Matrix H โดยการ Postmultiply สมการที่ (3.38) ด้วย M_i^T แล้ว Taking Expected Value

$$E(M_i M_i^T) = G E(N_i M_i^T) + H E(g_i M_i^T) + I E(M_{i-1} M_i^T)$$

$$S_{MM}(0) = G S_{NM}(0) + H H^T + I S_{MM}^T(1) \quad \dots \quad (3.43)$$

$$H H^T = S_{MM}(0) - G S_{NM}(0) - I S_{MM}^T(1) \quad \dots \quad (3.44)$$

หา Matrix H ได้ในทำนองเดียวกับ Key Station Generation Model และ Key-Substation Disaggregation Model

ในทำนองเดียวกับ Key-Substation Disaggregation Model $S_{NM}(1)$ (หรือ N_i และ M_{i-1}^T) ไม่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ใน Disaggregation Model จึงควรปรับค่า $S_{NM}(1)$ ใหม่ ในทำนองเดียวกับสมการ (3.34) ดังนี้

$$S_{NM}^*(1) = S_{NN}(1) S_{NN}^{-1}(0) S_{NM}(0) \dots\dots\dots (3.45)$$

และแทนค่า $S_{MM}(1)$ ให้ในทำนองเดียวกับสมการที่ (3.35) ดังนี้

$$S_{MM}^*(1) = S_{MM}(1) + S_{MN}(0) S_{NN}^{-1}(0) [S_{NM}^*(1) - S_{NM}(1)] \dots\dots\dots (3.46)$$

และกรณีที่ไม่พิจารณาถึง Lag One Seasonal Moments

$$S_{MM}^*(1) = S_{MN}(0) S_{NN}^{-1}(0) S_{NM}(1) \dots\dots\dots (3.47)$$

(2) Condensed Model

สมการที่ (3.45) Preserve มากกว่า Lag one correlation ของทุกเดือน ยกเว้นเดือนแรกของปี แต่จำนวน Lag correlation ที่ Preserve ไม่ Consistent จึงต้องมีการปรับปรุงแก้ไขในเรื่องนี้ เพื่อที่จะให้เกิด Consistency จึงควรกำหนดให้ใช้จำนวน Lag เท่ากัน ซึ่งจะสามารถเขียนสมการในรูปของค่ารายเดือนได้ ดังนี้

$$M_\tau = G_\tau N_\tau + H_\tau g_\tau + I_\tau M_{\tau-1} \dots\dots\dots (3.48)$$

สมการที่ (4.48) คือรูปแบบหนึ่งของสมการที่ (3.38) ซึ่งพารามิเตอร์หลายตัวในเมตริก G, H และ I มีค่าเท่ากับศูนย์

- เมื่อ τ = เดือนที่กำลัง Generate ข้อมูล
- M_τ = เมตริกของค่ารายเดือน ของเดือนใดเดือนหนึ่งซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเมตริก M (เมตริก M คือค่ารายเดือนของทั้งปี)
- N_τ = เมตริกของค่ารายปีสำหรับปีที่กำลัง Generate ค่ารายเดือน

$M_{\tau-1}$ = เมตริกของค่ารายเดือนของเดือนก่อน (ถ้าเดือนที่กำลัง Generate ข้อมูลคือมกราคม $M_{\tau-1}$ คือค่าของเดือนธันวาคมของปีก่อน)

G_{τ} = Column Matrix ของ Random Normal Numbers

G_{τ}, H_{τ} และ I_{τ} = เมตริกของพารามิเตอร์ ซึ่งเมตริกจะแตกต่างกันไปในแต่ละเดือน

สมการที่ (3.48) จะช่วยลดหน่วยความจำคอมพิวเตอร์ลงได้มาก เนื่องจากเมตริก G_{τ}, H_{τ} และ I_{τ} มีขนาดเล็กมากเมื่อเทียบกับเมตริก G, H และ I ของสมการที่ (3.4) ดังนั้นจึงพิจารณาใช้สมการที่ (3.48) ในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่อไป ในการหาพารามิเตอร์ของสมการที่ (3.48) กำหนดให้

$$S_{ab}(\tau, \tau-j) = E(a_{\tau} b_{\tau-j}^T) \dots \dots \dots (3.49)$$

Postmultiply สมการที่ (3.48) ด้วย N_{τ}^T แล้ว Take Expected Value จะได้

$$S_{MN}(\tau, \tau) = G_{\tau} S_{NN}(\tau, \tau) + I_{\tau} S_{NM}^T(\tau, \tau-1) \dots \dots (3.50)$$

Postmultiply สมการที่ (3.48) ด้วย $M_{\tau-1}^T$ แล้ว Take Expected Value จะได้

$$S_{MM}(\tau, \tau-1) = G_{\tau} S_{NM}(\tau, \tau-1) + I_{\tau} S_{MM}(\tau-1, \tau-1) \dots \dots (3.51)$$

$$I_{\tau} = [S_{MM}(\tau, \tau-1) - G_{\tau} S_{NM}(\tau, \tau-1)] S_{MM}^{-1}(\tau-1, \tau-1) \dots \dots (3.52)$$

แทนค่า I_{τ} ลงในสมการที่ (3.50) จะได้ว่า

$$G_{\tau} = [S_{MN}(\tau, \tau) - S_{MM}(\tau, \tau-1) S_{MM}^{-1}(\tau-1, \tau-1) S_{MN}(\tau-1, \tau)] [S_{NN}(\tau, \tau) - S_{NM}(\tau, \tau-1) S_{MM}^{-1}(\tau-1, \tau-1) S_{NM}(\tau-1, \tau)]^{-1} \dots \dots \dots (3.53)$$

หา H_{τ} โดยการ Postmultiply สมการที่ (3.48) ด้วย M_{τ}^T แล้ว Take Expected Value

$$S_{MM}(\tau, \tau) = G_{\tau} S_{NM}(\tau, \tau) + H_{\tau} H_{\tau}^T + I_{\tau} S_{MM}(\tau-1, \tau) \dots \dots (3.54)$$

$$H_{\tau} H_{\tau}^T = S_{MM}(\tau, \tau) - G_{\tau} S_{NM}(\tau, \tau) - I_{\tau} S_{MM}(\tau-1, \tau) \quad (3.55)$$

หาเมตริก H_{τ} จาก $H_{\tau} H_{\tau}^T$ ในทำนองเดียวกับที่กล่าวมาแล้ว

ในทำนองเดียวกับสมการที่ (3.45), (3.46), (3.47) สามารถรับค่า $S_{NM}(\tau, \tau-1)$ และ $S_{MM}(\tau, \tau-1)$ ได้ดังนี้

$$S_{NM}^*(\tau, \tau-1) = S_{NN}(\tau, \tau-1) S_{NN}^{-1}(\tau-1, \tau-1) S_{NM}(\tau-1, \tau-1) \dots \dots \dots (3.56)$$

และ
$$S_{MM}^*(\tau, \tau-1) = S_{MM}(\tau, \tau-1) + S_{MN}(\tau, \tau) S_{NN}^{-1}(\tau, \tau) [S_{NM}^*(\tau, \tau-1) - S_{NM}(\tau, \tau-1)] \dots \dots \dots (3.57)$$

ให้เมตริก H เป็นศูนย์

$$S_{MM}^*(\tau, \tau-1) = S_{MN}(\tau, \tau) S_{NN}^{-1}(\tau, \tau) S_{NM}(\tau, \tau-1) \dots \dots \dots (3.58)$$

จะ Preserve โมเมนต์ตามทฤษฎีได้โดยการใช้สมการที่ (3.50), (3.51), (3.54) และ (3.56) สำหรับการ Generate ค่าของเดือนแรก และใช้สมการที่ (3.50), (3.51) และ (3.54) สำหรับการเดือนอื่น ๆ

3.4 การประเมินค่าโมเมนต์

การประเมินค่าโมเมนต์ทำได้หลายวิธี วิธีที่แนะนำให้มี 2 วิธี คือ Open Series และ Circular Series

การหา Lag Zero, Lag One และ Lag Two Moments โดยวิธี Open Series หาได้จากสมการต่อไปนี้

$$M_0 = \frac{\sum_{i=1}^N X_i X_i^T}{N} \dots \dots \dots (3.59)$$

$$M_1 = \frac{\sum_{i=2}^N X_i X_{i-1}^T}{(N-1)} \dots \dots \dots (3.60)$$

และ
$$M_2 = \frac{\sum_{i=3}^N X_i X_{i-2}^T}{(N-2)} \dots \dots \dots (3.61)$$

สำหรับวิธี Circular Series จะหาโมเมนต์ทั้ง 3 ได้ดังนี้

$$M_0 = \frac{\sum_{i=1}^N X_i X_i^T}{N} \dots\dots\dots (3.62)$$

$$M_1 = \left(\sum_{i=2}^N X_i X_{i-1}^T + X_1 X_N^T \right) / N \dots\dots\dots (3.63)$$

และ $M_2 = \left(\sum_{i=3}^N X_i X_{i-2}^T + X_1 X_{N-1}^T + X_2 X_{N-2}^T \right) / N \dots\dots\dots (3.64)$

เมื่อ X = Column Vector ของข้อมูลของตัวแปรทุกตัว ซึ่งถูกปรับให้มี Mean = 0
 N = จำนวนข้อมูลที่บันทึกได้

3.5 การปรับข้อมูลรายเดือน

เพื่อให้ข้อมูลรายเดือนที่สังเคราะห์ขึ้นโดยวิธีที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 3.3.3 มีผลรวมเท่ากับค่ารายปี ทำได้ 2 วิธีคือ (1) คงค่าข้อมูลรายเดือนตามที่สังเคราะห์ได้แล้วคำนวณหาค่ารายปีใหม่ จากข้อมูลรายเดือน แต่อย่างไรก็ตาม ไม่แนะนำให้นำวิธีนี้ เพราะจะทำให้ความผิดพลาด (Error) เนื่องจากโมเดลทั้งหมดไปรวมอยู่ที่ค่ารายปี (2) ปรับค่าข้อมูลรายเดือนที่สังเคราะห์ได้ให้สอดคล้องกับค่ารายปี ดังนี้

$$S_{\tau}^* = S_{\tau} + \frac{(q - \sum s_i) S_{\tau} - \mu_{\tau}}{\sum |s_i - \mu_i|} \dots\dots\dots (3.65)$$

เมื่อ S_{τ} = ข้อมูลรายเดือนของเดือนที่ τ
 q = ค่ารายปีที่สังเคราะห์ได้
 Σ = หมายถึงผลรวมของทุกเดือน
 $*$ = ค่าที่ปรับแล้ว

บทที่ 4

การวิเคราะห์ปริมาณการไหลของน้ำในแม่น้ำแม่กลอง
และลำน้ำสาขาเบื้องต้น

4.1 การเลือกสถานีตรวจวัดน้ำในลุ่มน้ำแม่กลอง

แม่น้ำแม่กลองเกิดจากลำน้ำสาขาหลักที่สำคัญ 2 สาย คือ แควใหญ่ และ แควน้อย แควใหญ่มีลำน้ำสาขาที่สำคัญ 2 สาย คือ ห้วยขาแข้ง และลำตะเพลิน ส่วน แควน้อยมีลำน้ำสาขาที่สำคัญ คือ ลำพาลี พื้นที่รับน้ำของแม่น้ำแม่กลองและลำน้ำสาขาที่สำคัญ แสดงอยู่ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 พื้นที่รับน้ำของแม่น้ำแม่กลองและลำน้ำสาขา

แม่น้ำ	ลำน้ำสาขา	พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)	หมายเหตุ
แม่น้ำแม่กลอง	-	30,836	(EGAT, 1989)
	แควใหญ่	14,800	(ชวลิต. 2531)
	ห้วยขาแข้ง	2,383	(กรมชลฯ. 2530)
	ลำตะเพลิน	2,340	(กรมชลฯ. 2530)
	แควน้อย	10,640	(ชวลิต. 2531)
	ลำพาลี	1,355	(กรมชลฯ. 2530)

ได้เริ่มมีการตรวจวัดปริมาณการไหลของน้ำในแม่น้ำแม่กลอง ตั้งแต่ปี คศ. 1952 มีการติดตั้งสถานีตรวจวัดน้ำทั้งที่เลิกใช้แล้วและที่กำลังใช้อยู่ในปัจจุบันถึง 52 สถานี แผนที่แสดง ตำแหน่งจุดที่ตั้ง และคุณลักษณะเบื้องต้นของสถานีวัดน้ำทั้ง 52 สถานี แสดงอยู่ในรูปที่ 4.1 รายละเอียดเกี่ยวกับจุดที่ตั้งของสถานีวัดน้ำ ขนาดพื้นที่รับน้ำของแต่ละสถานีตรวจวัด ช่วงเวลา ในการตรวจวัดของแต่ละสถานี แสดงอยู่ในตารางที่ 4.2

จากการตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นพบว่า มีเพียง 6 สถานีเท่านั้นที่มีข้อมูลปริมาณการไหลของน้ำต่อเนื่องยาวนานกว่า 20 ปี ซึ่งได้แก่

สถานี	ลำน้ำ/แม่น้ำ	ระยะเวลาที่ตรวจวัดข้อมูล
K.10	แควน้อย/แม่กลอง	1965-1990
K.11	แม่กลอง	1965-1989
K.17 L.17	ลำพาลี/แควน้อย	1966-1988, 1990
K.22A	ห้วยแม่น้ำน้อย/แควน้อย	1969-1988, 1990
K.LAEM	แควน้อย/แม่กลอง	1965-1990
SRI.N	แควใหญ่/แม่กลอง	1952-1999

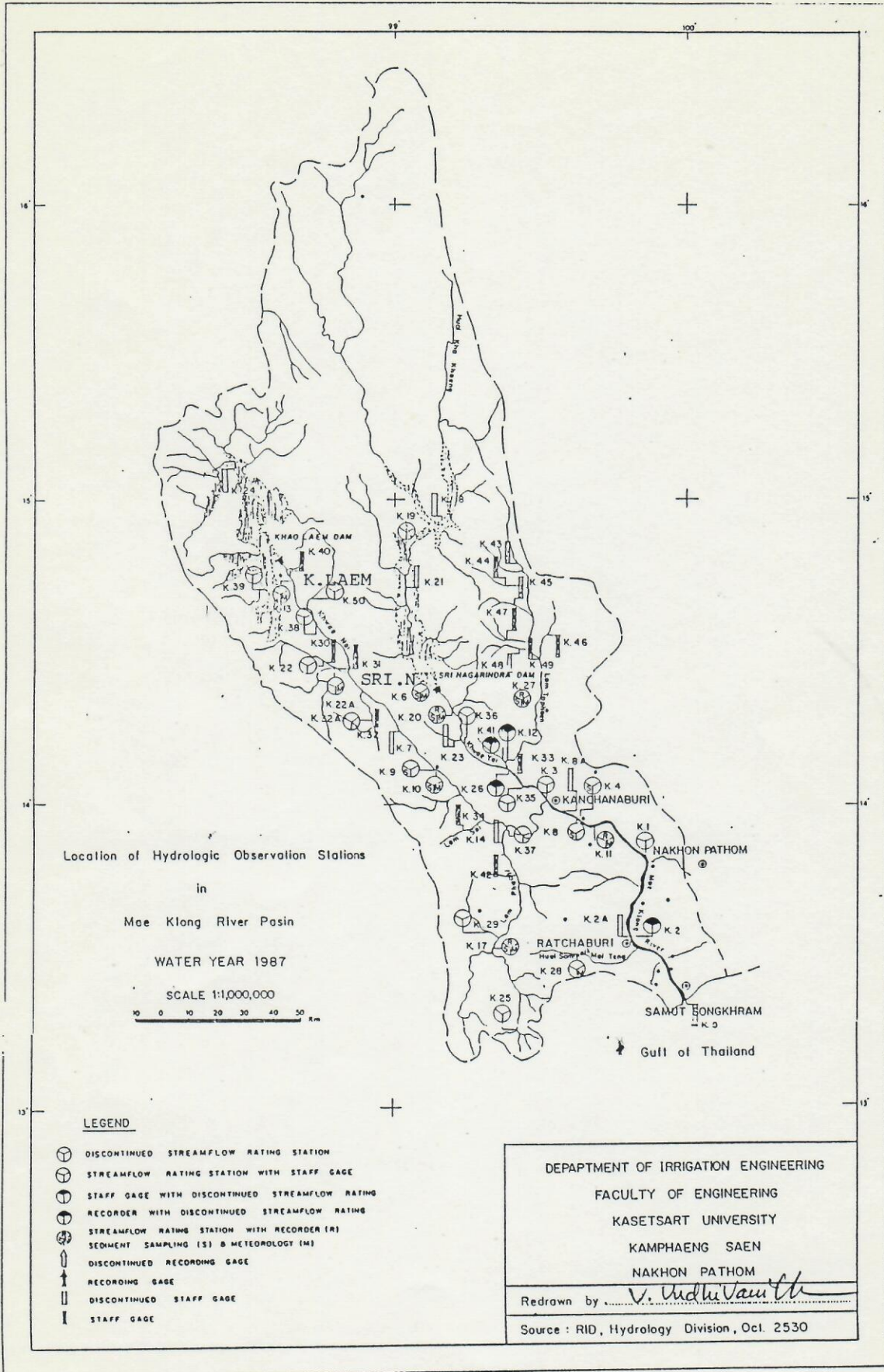
ในการวิเคราะห์ปริมาณการไหลของน้ำในลุ่มน้ำแม่กลองโดยใช้สโตคาสติกโมเดลที่ได้พัฒนาไว้ในบทที่ 3 จะพิจารณาใช้ข้อมูลจาก 6 สถานีดังกล่าว

4.2 การวิเคราะห์หาข้อมูลที่ขาดหายไป (Filling Missing Data)

เนื่องจากสโตคาสติกโมเดลที่ได้กล่าวถึงในบทที่ 3 ต้องการข้อมูลปริมาณการไหลของน้ำรายเดือนที่มีช่วงระยะเวลาเท่ากันทุกสถานี จึงพิจารณาให้เลือกใช้ข้อมูลระหว่างปี 1965 ถึง 1990 เพื่อให้สามารถใช้ข้อมูลที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด อย่างไรก็ตามบางสถานี เช่น K.11, K.17 และ K.22A มีข้อมูลที่ขาดหายไปบางปี

การวิเคราะห์เบื้องต้นเพื่อหาข้อมูลที่ขาดหายไป เพื่อทำให้ข้อมูลของทุกสถานีเท่ากัน คือระหว่าง 1965-1990 ทำโดยอาศัยความสัมพันธ์ของข้อมูลรายปีของแต่ละสถานีโดยวิธี Regression

ข้อมูลปริมาณการไหลของน้ำรายปีของ 6 สถานีในลุ่มน้ำแม่กลองคือ K.10, K.11, K.17, K.22A, K.LEAM and SRI.N แสดงอยู่ในตารางที่ 4.3 ซึ่งจะเห็นว่าสถานี K.11, K.17 และ K.22A มีข้อมูลขาดหายไปบางปี จากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์โดยวิธี Multiple Linear Regression ของปริมาณการไหลของน้ำรายปีของสถานีที่มีข้อมูลขาดหายไปกับสถานีที่มีข้อมูลได้สมการแสดงความสัมพันธ์ดังนี้



รูปที่ 4.1 แผนที่แสดงจุดที่ตั้งสถานีวัดน้ำในลุ่มน้ำแม่กลอง

ตารางที่ 4.2 รายละเอียดของสถานีตรวจวัดน้ำในลุ่มน้ำแม่กลอง

No.	River	Stream	At or Near	Location	Amphoe	Changvat	Approx. Lat .N-Long.E	Map No. 1:50,000	Code	D.A. sq.km	Discharge Data
MAE KLONG RIVER BASIN											
1	Mae Klong	-	Ban Tha Pha	Ban Pong	Ratchaburi	Ratchaburi	13-50-25 99-52-09	4936-I	K.1	Flood Plain	1965-1966
2	Mae Klong	-	Ratchaburi	Huang	Ratchaburi	Ratchaburi	13-32-20 99-49-30	4936-II	K.2	Flood Plain	1963-1967
3	Mae Klong	-	Ban Lam Din (Hat Tha Khlong)	Huang	Ratchaburi	Ratchaburi	13-33-32 99-49-20	4936-II	K.2A	Flood Plain	1966
4	Mae Klong	-	Ban Fak Phraek	Huang	Kanchanaburi	Kanchanaburi	14-00-50 99-31-58	4937-III	K.3	25,733	-
5	Mae Klong	-	Tha Huang	Tha Huang	Kanchanaburi	Kanchanaburi	13-57-38 99-38-11	4936-IV	K.4	26,441	1939-1956 1963-1969
6	Mae Klong	-	Samut Songkham	Huang	Samut Songkham	Samut Songkham	13-24-15 100-00-01	5035-IV	K.5	Flood Plain	-
7	Mae Klong	Khvae Yai	Kaeng Riang	Si Sawat	Kanchanaburi	Kanchanaburi	14-25-43 99-07-04	4837-IV	K.6*	10,001	1952- (SRI.N)
8	Mae Klong	Khvae Noi	(Ban Chao Nen) Kaeng Lava	Sai Yok	Kanchanaburi	Kanchanaburi	14-15-35 99-01-12	4837-IV	K.7	6,601	-
9	Mae Klong	-	Ban Tham	Tha Huang	Kanchanaburi	Kanchanaburi	13-59-06 99-35-12	4936-IV	K.8	26,421	1957-1966
10	Mae Klong	-	Tha Lo Headwork	Tha Huang	Kanchanaburi	Kanchanaburi	13-59-05 99-34-26	4936-IV	K.8A	25,793	-
11	Mae Klong	Khvae Noi	Wang Pho	Sai Yok	Kanchanaburi	Kanchanaburi	14-05-56 99-08-20	4837-III	K.9	6,902	1962-1974
12	Mae Klong	Khvae Noi	Ban Lum Sum	Sai Yok	Kanchanaburi	Kanchanaburi	14-05-40 99-10-28	4837-III	K.10*	7,008	1965-Cont'd
13	Mae Klong	-	Ban Wang Khanai	Tha Huang	Kanchanaburi	Kanchanaburi	13-56-55 99-39-42	4936-IV	K.11*	26,449	1965-Cont'd
14	Khvae Yai	Lam Taphoen	Ban Thung Na Nang Rok	Huang	Kanchanaburi	Kanchanaburi	14-09-15 99-23-06	4837-II	K.12	2,340	1965-1990 1982
15	Mae Klong	Khvae Noi	Ban Tha Khanun	Thong Pha Phum	Kanchanaburi	Kanchanaburi	14-43-50 99-35-32	4738-III	K.13*	4,047	1965-1990 1952-Cont'd (K.LAEM)
16	Mae Klong	-	Ban Kat Khong Kha	Photharam	Ratchaburi	Ratchaburi	13-42-30 99-51-12	4936-II	K.14	Flood Plain	-
17	Khvae Noi	Lam Pha Chi	Ban Bo Kham	Suan Phung	Ratchaburi	Ratchaburi	13-32-41 99-21-22	4836-II	K.17*	1,355	1966-Cont'd
18	Khvae Yai	Huai Kha Khaeng	Ban Kai Kiang	Si Sawat	Kanchanaburi	Kanchanaburi	14-55-57 99-07-58	4837-IV	K.18	2,353	-
19	Mae Klong	Khvae Yai	Ban Ong Kha	Si Sawat	Kanchanaburi	Kanchanaburi	14-52-11 99-03-50	4838-IV	K.19	5,437	1966-1972
20	Mae Klong	Khvae Yai	Khao Wang Hasang	Si Sawat	Kanchanaburi	Kanchanaburi	14-20-52 99-10-45	4837-IV	K.20*	11,184	1966-1976
21	Mae Klong	Khvae Yai	Si Sawat	Si Sawat	Kanchanaburi	Kanchanaburi	14-40-25 99-02-06	4838-III	K.21	9,906	-
22	Khvae Noi	Huai Mae Nam Noi	Ban Mae Nam Noi	Si Yok	Kanchanaburi	Kanchanaburi	14-27-35 98-46-25	4737-I	K.22	312	1966-1969
23	Khvae Noi	Huai Mae Nam Noi	Ban Mae Nam Noi	Si Yok	Kanchanaburi	Kanchanaburi	14-26-44 98-48-08	4737-I	K.22A*	321	1969-Cont'd
24	Mae Klong	Khvae Noi	Khao Wang	Si Yok	Kanchanaburi	Kanchanaburi	14-08-34 99-07-29	4837-III	K.23	6,885	-
25	Mae Klong	Khvae Noi	Ban Wang Kha	Sangkhla Buri	Kanchanaburi	Kanchanaburi	15-06-50 98-28-13	4639-III	K.24	1,766	-

๗๗๗๗ 4.2 (ต่อ)

26	Lam Pha Chai	Huai Tha Khaei	Ban Bung	Suan Phung	Ratchaburi	13-25-42 99-24-25	4835-I K.25*	508	1982-Cont'd
27	Mae Klong	Khwae Yai	Ban Lat Ya	Huang	Kanchanaburi	14-05-36	4837-II K.26	14,479	1981-1984
28	Khwae Yai	Lam Taphoen	Ban Wang Yai	Bo Phloi	Kanchanaburi	99-25-08 14-20-14	4837-I K.27*	1,921	1968-Cont'd
29	Om	Huai Samnak Mai Teng	Ban Nam Phu	Chom Bung	Ratchaburi	99-29-22 13-30-23	4936-III K.26*	163	1977-Cont'd
30	Lam Pha Chi	Huai Khlum	Ban Tha Som Poi	Suan Phung	Ratchaburi	99-36-04 13-34-45	4836-II K.29	232	1983-Cont'd
31	Mae Klong	Huai Mae Nam Lo	Ban Pak Huai	Sai Yok	Kanchaburi	99-20-19 14-26-27	4737-I K.30	485	-
32	Mae Klong	Huai Mae Nam Noi	Mae Nam Lo	Sai Yok	Kanchaburi	98-47-53 14-26-21	4737-I K.31	777	-
33	Mae Klong	Huai Bong Ti	Ban Bong Ti Noi	Sai Yok	Kanchaburi	96-49-21 14-16-25	4737-I K.32	512	-
34	Khwae Noi	Huai Bong Ti	Ban Bong Ti Noi	Sai Yok	Kanchaburi	96-58-49 14-16-25	4737-I K.32A	512	1984-Cont'd
35	Mae Klong	Huai Nam Chon	Ban Nam Chon	Huang	Kanchaburi	96-56-04 14-06-05	4837-II K.33	56	1985-Cont'd
36	Mae Klong	Lam Sai	Ban Lam Thahan	Huang	Kanchaburi	99-23-03 13-54-42	4836-IV K.34	194	-
37	Mae Klong	Khwae Yai	Ban Nong Bua	Huang	Kanchaburi	99-13-41 14-03-22	4837-II K.35	14,528	1984-1985
38	Mae Klong	Khwae Yai	Ban Tha Manao	Huang	Kanchaburi	99-27-35 14-09-48	4837-II K.36	11,767	1984-Cont'd
39	Mae Klong	Khwae Noi	Ban Wang Yen	Huang	Kanchaburi	99-16-38 13-55-57	4836-I K.37	10,603	1984-Cont'd
40	Khwae Noi	Huai Lin Thin	Ban Lin Thin	Thong Pha Phum	Kanchaburi	99-25-37 14-33-40	4738-II K.36	144	1964-Cont'd
41	Khwae Noi	Huai Ung Thi	Ban Ung Thi	Thong Pha Phum	Kanchaburi	98-47-41 14-42-20	4738-III K.39	54	1985-Cont'd
42	Mae Klong	Khwaw Noi	Ban Tha Khanun	Thong Pha Phum	Kanchaburi	98-40-18 14-44-05	4738-III K.40	4,046	-
43	Khwae Yai	Huai Phu Kham	Ban Hin Dat	Huang	Kanchaburi	98-38-17 14-10-54	4837-II K.41	63	1955-Cont'd
44	Lam Pha Chi	Huai Lam Khlong	Ban Tha Phlu	Huang	Kanchaburi	99-22-12 13-50-41	4536-I K.42	107	-
45	Khwae Yai	Huai Taphoen	Ban dong Salao	Doem Bang Wang Buat	Suphan Buri	99-21-23 14-44-32	4838-II K.43	640	-
46	Huai Taphoen	Huai Mae Takung	Ban Thung Pong	Bo Phloi	Kanchaburi	99-27-27 14-40-23	4838-III K.44	99	-
47	Huai Taphoen	Huai Kraphroi	Ban Kraphroi	Bo Phloi	Kanchaburi	99-24-53 14-37-40	4838-III K.45	115	-
48	Huai Taphoen	Huai Yang	Ban Nong Pla Lai	Bo Phloi	Kanchaburi	99-25-02 14-33-42	4938-III K.46	113	-
49	Huai Taphoen	Huai I Su	Ban Lam I Su	Bo Phloi	Kanchaburi	99-31-35 14-32-22	4836-II K.47	118	-
50	Huai Taphaen	Huai Pong Ri	Ban Pong Ri	Bo Phloi	Kanchaburi	99-24-35 14-29-46	4537-I K.48	60	-
51	Khwae Yai	Lam Taphoen	Ban Yang Sung	Bo Phloi	Kanchaburi	99-24-08 14-29-15	4637-I K.49	1,372	-
52	Khwae Noi	Huai Diso	Ban Hin Laem	Thong Pha Phum	Kanchaburi	99-25-24 14-38-39	4839-II K.50	101	1986-Cont'd
						95-42-04			

Table 4.3 Mean Annual Streamflow of Mae Klong River and Hers Tirbutaries in mcm.

YEAR	K.10	K.11	K.17	K.22A	K.LAEM	SRI.N
1965	7308	9851	237	405	5882	4202
1966	5089	9997	120	304	4802	3729
1967	6327	9355	91	348	5230	3733
1968	4750	7733	204	248	4034	3060
1969	7788	12343	140	353	5919	4239
1970	4468	8988	185	203	3622	3690
1971	5628	9873	241	254	4643	3548
1972	10213	16330	330	600	7928	6170
1973	7078	11613	299	366	5414	4887
1974	7676	14924	493	447	5682	5694
1975	5301	10538	115	254	4401	5105
1976	5219	10164	187	281	4270	4075
1977	4578	4172	58	262	3835	2147
1978	6472	5974	118	338	5250	4605
1979	5301	4132	56	266	4245	3101
1980	3921	3205	72	214	2877	3127
1981	9502	11168	273	617	8373	6383
1982	9158	12729	116	462	7212	4971
1983	3166	7322	273	146	2495	4147
1984	1322	3650	132	239	5133	3993
1985	6396	7836	409	538	6907	5534
1986	5754	10410	208	219	3479	3610
1987	4398	4825	194	210	3579	3115
1988	4884	7185	448	313	4723	6419
1989	4606	5182	165	180	3030	2245
1990	5321	7381	58	236	4232	3070

(หมายเหตุ ค่าที่ขีดเส้นใต้คือข้อมูลที่ขาดหายไป)

$$Q_{K.11} = -675.794 + 1.108 Q_{K.10} + 0.704 Q_{SRI.N} \dots\dots\dots (4.1)$$

$$R^2 = 0.65$$

$$Q_{K.22A} = -81.858 + 0.067 Q_{K.LAEM} + 0.013 Q_{K.10} \dots\dots\dots (4.2)$$

$$R^2 = 0.93$$

$$Q_{K.17} = 177.894 + 1.522 Q_{K.22A} - 0.095 Q_{K.LAEM} \dots\dots\dots (4.3)$$

$$R^2 = 0.32$$

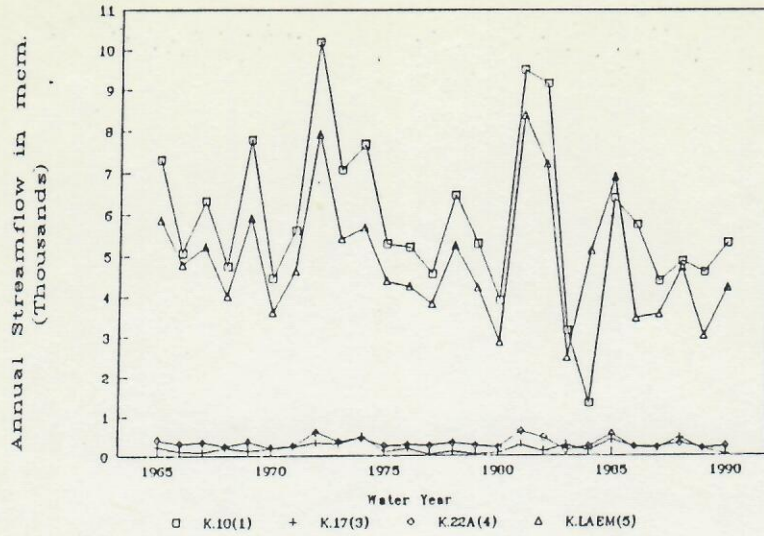
เมื่อ Q = ปริมาณการไหลของน้ำรายปีของสถานีต่าง ๆ มีหน่วยเป็น
ล้าน ลบ.เมตร

ใช้สมการที่ (4.1), (4.2) และ (4.3) คำนวณการหาข้อมูลรายปีที่ขาดหายไป ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.3 แล้วจึงทำการคำนวณหาค่าปริมาณการไหลของน้ำรายเดือน โดยการคูณค่ารายปีด้วยเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของปริมาณการไหลของแต่ละเดือนต่อปริมาณการไหลทั้งปีของสถานีนั้น ๆ ผลการคำนวณอยู่ในไฟล์ข้อมูล MEKLONG.DAT ในภาคผนวกที่ 4

อนุกรมปริมาณการไหลของน้ำรายปีของทั้ง 6 สถานี ระหว่างปี 1965-1990 แสดงอยู่ในรูปที่ 4.2

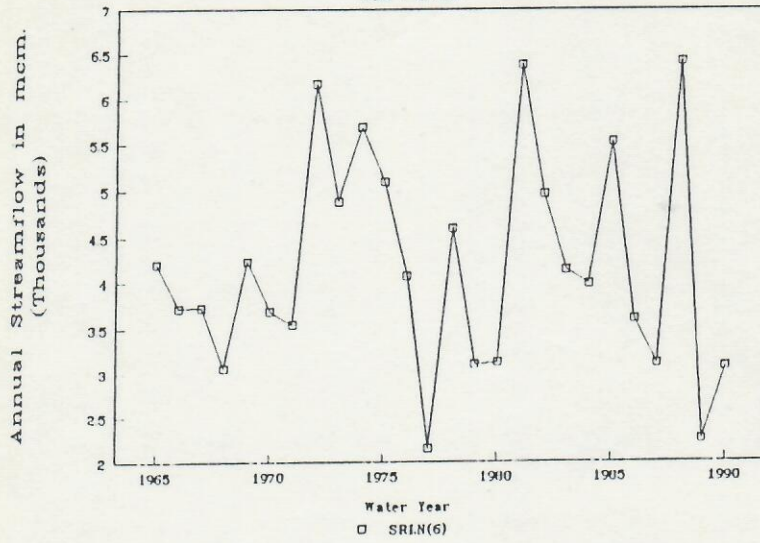
Khwaee Noi and Tributaries

File : K-NOI



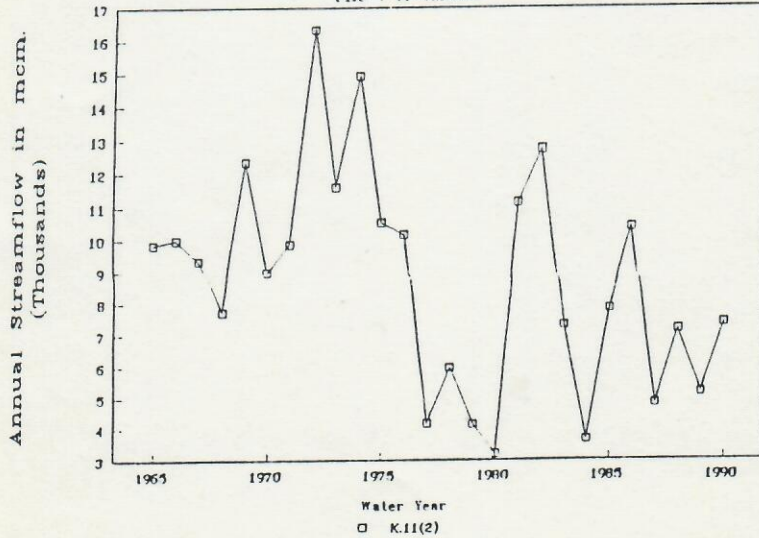
Khwaee Yai

File : K-YAI



Mae Klong River

File : M-KLONG



รูปที่ 4.2 อุนกรมปริมาณการไหลของน้ำรายปีของ 6 สถานี ในลุ่มน้ำแม่กลอง

บทที่ 5

การเลือกโครงสร้างของสโตนคลาสติกโมเดล

ของกลุ่มน้ำแม่กลอง

5.1 ลุ่มน้ำแม่กลอง

แม่น้ำแม่กลองเกิดจากลำน้ำสาขาหลัก 2 สาขา คือ แควใหญ่และแควน้อย ดังแสดงในรูปที่ 5.1 ลำน้ำแควใหญ่เกิดจากบริเวณเทือกเขาถนนธงชัยในอำเภอดำรงวิทยารพบุรี จังหวัดตาก ส่วนลำน้ำแควน้อยเกิดจากบริเวณเทือกเขาในอำเภอสงขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี แควใหญ่และแควน้อยไหลมาบรรจบกันที่อำเภอเมืองกาญจนบุรี รวมกันเป็นแม่น้ำแม่กลอง ไหลผ่านพื้นที่ จังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดราชบุรี และไหลออกสู่อ่าวไทยที่อำเภอเมืองสมุทรสงคราม

แควใหญ่มีพื้นที่รับน้ำประมาณ 14,800 ตร.กม. ให้ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 4,600 ล้าน ลบ.ม./ปี ในขณะที่แควน้อยมีพื้นที่รับน้ำประมาณ 10,640 ตร.กม. ให้ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 6,700 ล้าน ลบ.ม./ปี พื้นที่รับน้ำของแม่น้ำแม่กลองที่เขื่อนทดน้ำวชิราลงกรณ์ ณ อำเภอท่าม่วง มีขนาดประมาณ 26,441 ตร.กม. และให้ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 17,000 ล้าน ลบ.ม./ปี (ชูลิต. 2531) พื้นที่รับน้ำทั้งหมดของลำน้ำแม่แม่น้ำแม่กลองก่อนไหลออกสู่อ่าวไทย มีขนาดประมาณ 30,836 ตร.กม. (EGAT, 1989)

การพัฒนาแหล่งน้ำที่สำคัญในกลุ่มที่แม่กลอง ซึ่งอาจมีผลต่อปริมาณการไหลของน้ำในแม่น้ำแม่กลองและลำน้ำสาขา แสดงอยู่ในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 การพัฒนาแหล่งน้ำที่สำคัญในลุ่มน้ำแม่กลอง

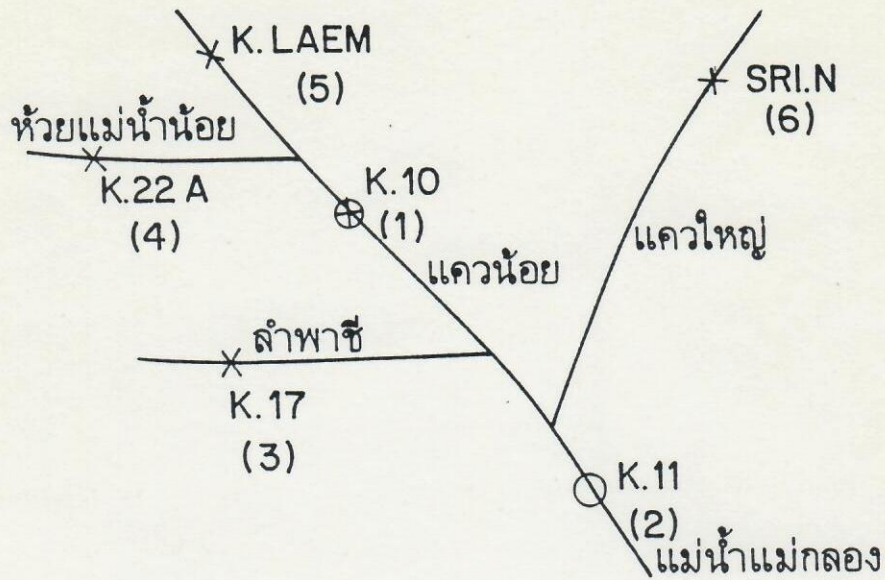
ลำดับที่	โครงการ	สถานที่	แม่น้ำ	ปริมาณเก็บกัก ล้าน ลบ.เมตร	ระยะเวลาการ ก่อสร้าง(พ.ศ.)
1	เขื่อนวชิราลงกรณ์	ต.ม่วงขาม อ.ท่าม่วง จ.กาญจนบุรี	แม่กลอง	-	2507-2513
2	เขื่อนศรีนครินทร์	บ.เจ้าแฉกร ต.ท่ากระดาน อ.ศรีสวัสดิ์ จ.กาญจนบุรี	แควใหญ่	17,745	2516-2522
3	เขื่อนท่าทุ่งนา	บ.ท่าทุ่งนา จ.กาญจนบุรี 28 กม.ท้าย น้ำของเขื่อน ศรีนครินทร์	แควใหญ่	28.8	2520-2524
4	เขื่อนเขาแหลม	ต.ท่าขนุน อ.ทองพูนภูมิ จ.กาญจนบุรี	แควน้อย	8,860	2522-2527

5.2 สถานีวัดน้ำที่ใช้ในการวิเคราะห์

การโมเดลจะใช้เฉพาะ 6 สถานีวัดน้ำที่มีข้อมูลยาวนานกว่า 20 ปี ซึ่งได้แก่ K.10, K.11, K.17, K.22A, K.LAEM and SRI.N และได้ทำการวิเคราะห์เพื่อหาข้อมูลเพิ่มเติม ส่วนที่ขาดหายไปเพื่อให้ทั้ง 6 สถานีมีข้อมูลยาวเท่ากัน ตามที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 4

ลักษณะโครงข่ายลำน้ำของลุ่มน้ำแม่กลองและตำแหน่งสถานีวัดน้ำทั้ง 6 แสดงอยู่ในรูปที่ 5.2 และเพื่อให้สะดวกในการวิเคราะห์ในรายละเอียดต่อไปจึงกำหนดหมายเลขสถานีวัดน้ำดังตาราง

ของสถานีวัดน้ำทั้ง 6 แห่งดังนี้



รูปที่ 5.2 โครงข่ายลำน้ำของกลุ่มน้ำแม่กลองและตำแหน่งของสถานีวัดน้ำที่ใช้ในการวิเคราะห์

สถานีวัดน้ำ	หมายเลขสถานี
K.10	1
K.11	2
K.17	3
K.22A	4
K.LAEM	5
SRI.N	6

ปริมาณน้ำที่สถานี K.LAEM และ SRI.N คือ ปริมาณน้ำที่ได้จากการวิเคราะห์สมมูลย์ของน้ำในอ่างเก็บน้ำเขาแหลมและอ่างเก็บน้ำศรีนครินทร์

จากรูปที่ 5.2 จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำจากสถานี K.22A และ K.LAEM ไหลออกสู่สถานี K.10 จากนั้นปริมาณน้ำจาก K.10, K.17 และ SRI.N จะไหลออกสู่สถานี K.11 อย่างไรก็ตามพึงจำไว้ว่าอ่างเก็บน้ำเขาแหลมและศรีนครินทร์เป็นอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ มีขนาดความจุ 8,860 และ 17,745 ล้าน ลบ.เมตร ตามลำดับ ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างและปล่อยจากอ่างในช่วงเวลาสั้น ๆ เช่น ช่วงเดือน ฤดูทูล หรือ หนึ่งปีอาจไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการใช้น้ำจากอ่างและนโยบายในการปฏิบัติงาน (Operating Policy) เป็นสำคัญ

5.3 การแปลงข้อมูลให้เป็น Normal Distribution

จำเป็นต้องมีการแปลงข้อมูลให้เป็น Normal Distribution เพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลที่สังเคราะห์ขึ้นมาใหม่มีคุณสมบัติเหมือน Observed Distribution และสามารถคงไว้ซึ่งโมเมนต์ลำดับสูง ๆ ที่ต้องการ (Lane, W.L and D.K. Frevert, 1990)

จากการตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นว่าเป็น Normal Distribution หรือไม่ โดยใช้โปรแกรม TERMPL (Terminal Plotting Program) ของ LAST (Lane Applied Stochastic Techniques) Package (ดูรายละเอียดในภาคผนวกที่ 1) โดยการพล็อตข้อมูลปริมาณการไหลของน้ำทั้งรายปีและรายเดือนของสถานีต่าง ๆ ลงในแกน y เทียบกับ Standard Deviation ในแกน x พบว่าข้อมูลบางส่วนมีการแจกแจงแบบ Normal แต่บางส่วนยังไม่เป็น Normal การแปลงข้อมูลส่วนที่ยังไม่เป็น Normal ให้เป็น Normal ทำได้หลายวิธี เช่น การยกกำลัง หรือการ Take log อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการ take natural log ดังสมการ

$$t = \ln(0 + a) \dots\dots\dots (5.1)$$

เมื่อ $t =$ ข้อมูลที่แปลงเป็น Normal
 $o =$ ข้อมูลเดิม
 $a =$ ค่าคงที่ที่กำหนดขึ้น

ใช้โปรแกรม TRNPAR (Transformation Parameter Estimation) ของ LAST Package ช่วยในการแปลงข้อมูลทั้งรายเดือนและรายปีให้เป็น Normal โดยกำหนดให้ค่าคงที่ a มีค่าดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ค่าคงที่ a ในการแปลงข้อมูลให้เป็น Normal Distribution ด้วย Natural Log

สถานี	ข้อมูล รายปี	ข้อมูลรายเดือนของเดือนที่											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
K.10	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
K.11	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
K.17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
K.22A	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
K.LAEM	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SRI.N	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0

(หมายเหตุ (1) ถ้า $a = 0$ แสดงว่าไม่มีการแปลงข้อมูลเนื่องจากข้อมูลเป็น Normal อยู่แล้ว $a = 1$ แสดงว่ามีแปลงข้อมูลด้วย \ln
 (2) เดือนที่ 1 คือเดือนเมษายน)

ใช้โปรแกรม TERMPL ตรวจสอบว่าข้อมูลที่แปลงด้วย Natural Log เป็น Normal Distribution หรือไม่ โดยการพล็อตข้อมูลในแกน Y และ Standard Deviation ในแกน X ดังแสดงในภาคผนวกที่ 2 ถ้าพล็อตเป็นเส้นตรงแสดงว่าเป็น Normal

ข้อมูลที่แปลงเป็น Normal แล้วจะถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์ในลำดับต่อ ๆ ไป

5.4 การวิเคราะห์ Correlation Coefficients เพื่อหาโครงสร้างโมเดล

ใช้โปรแกรม CORREL (Correlation Program) วิเคราะห์หา Correlation Matrix ของข้อมูลรายปีระหว่างสถานีต่าง ๆ 6 สถานี ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 5.3 Correlation Matrix ของข้อมูลรายเดือนประจำเดือนต่าง ๆ จากเดือนที่ 1 (เมษายน) ถึงเดือนที่ 12 (มีนาคม) และ Correlation Matrix ระหว่างข้อมูลรายปีและรายเดือน แสดงอยู่ในภาคผนวกที่ 3

5.4.1 การเลือก Key Stations และ Key-Substation Generation Groups

แนวทางการพิจารณาเลือก Key Stations และ Substations มีดังนี้

1. Key Stations คือ สถานีที่อยู่ในลำน้ำสายใหญ่ ซึ่งมีน้ำจากลำน้ำสาขาไหลมารวมกัน ส่วน Substations คือ สถานีที่น้ำไหลไปรวมกันที่ Key Station
2. ค่าปริมาณน้ำที่ Key Station โดยทั่ว ๆ ไป สามารถคำนวณหาได้ โดยการบวกปริมาณน้ำที่ Substations ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

Key Station Generation Group

โดยแนวทางดังกล่าว เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 5.1 จะเห็นได้ว่าควรใช้สถานี K.11 (หมายเลข 2) เป็น Key Station

Anderson (1941) เสนอวิธีการตรวจสอบว่า Correlation Coefficient มีค่าต่างจากศูนย์หรือไม่ดังนี้

$$r_K(95\%) = \frac{-1 \pm 1.95 \sqrt{N - k - 1}}{N - k} \dots\dots\dots (5.2)$$

ตารางที่ 5.3 Cross Correlation Matrix ของปริมาณการไหลของน้ำรายปี
ระหว่างสถานีวัดน้ำ 6 สถานี (1 = K.10, 2 = K.11, 3 = K.17,
4 = K.22A, 5 = K.LAEM, 6 = SRI.N)

ANNUAL CORRELATIONS (COLUMNS LAGGED)

LAG ZERO CORRELATION MATRIX

1.000	.7817	.2939	.8411	.7763	.5595
.7817	1.000	.5027	.6217	.6091	.6364
.2939	.5027	1.000	.3550	.3000	.6420
.8411	.6217	.3550	1.000	.9528	.6950
.7763	.6091	.3000	.9528	1.000	.6880
.5595	.6364	.6420	.6950	.6880	1.000

LAG ONE CORRELATION MATRIX

.8821E-01	-.1856E-01	-.2061E-01	.1861	.1804	-.6621E-01
.3211	.3901	.2870	.3397	.3595	.1967
-.1429E-01	.1201	.1268	.3304E-01	.1231	.1543
-.2040	-.1834	-.1152	-.7585E-01	-.4401E-01	-.1669
-.2230	-.1520	-.2928E-01	-.1555	-.1402	-.1800
.2045E-01	.7960E-02	-.1210E-03	.3908E-01	.6197E-01	-.6229E-01

LAG TWO CORRELATION MATRIX

-.3157	-.2395	-.1793	-.3765	-.4245	-.3372
-.6786E-02	.1454	.4272E-01	-.8014E-01	-.7030E-01	-.7525E-01
.1092	.2681	.2723	-.5211E-01	-.2037E-01	.1781E-01
-.1902	-.6810E-01	-.2046	-.4090	-.4657	-.2971
-.1478	-.4176E-01	-.2443	-.3670	-.4227	-.3109
.1087	.1764	.5959E-01	-.9153E-01	-.1436	-.5401E-01
.4449	.4953	.5122	.2076	.7463	.7803

เมื่อ r_K คือ lag k correlation coefficient
 N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

$$r_1(95\%) = \frac{-1 \pm 1.95 \sqrt{26 - 1 - 1}}{26 - 1}$$

$$= + 0.34, - 0.42$$

$$r_2(95\%) = \frac{-1 \pm 1.95 \sqrt{26 - 2 - 1}}{26 - 2}$$

$$= + 0.33, - 0.43$$

จากตารางที่ 5.3 สำหรับสถานีที่ 2

$$r_1^{22} = 0.3901 > r_1(95\%)$$

$$r_2^{22} = 0.1454 < r_2(95\%)$$

จะเห็นได้ว่ามีเพียง r_1^{22} เท่านั้นที่มากกว่าค่าวิกฤต แสดงว่าควรใช้

Lag One Autoregressive (AR(1)) โมเดลสำหรับ Key Station (K.11)

Key-Substation Generation Groups

จากรูปที่ 5.1 เมื่อกำหนดว่า Key Station คือ สถานีหมายเลข 2 (K.11) จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำที่ไหลออกสู่สถานี 2 (K.11) โดยตรงได้แก่ สถานีที่ 1 (K.10) สถานี 3 (K.17) และสถานี 6 (SRI.N) เมื่อตรวจสอบ Lag Zero Cross Correlation Coefficients ระหว่างสถานี 2 กับ 1, 3 และ 6 พบว่ามีค่าค่อนข้างสูงคือ

$$r_0^{21} = 0.7817$$

$$r_0^{23} = 0.5027$$

$$r_0^{26} = 0.6364$$

ความจริงแล้ว r_0^{24} และ r_0^{25} ก็มีค่าสูงพอสมควร อาจพิจารณาเป็น

Substations ของ Key Station (สถานีหมายเลข 2) ได้

อย่างไรก็ตามอาจพิจารณาแบ่ง Key-Substation Generation เป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มที่ได้กล่าวถึงไปแล้ว ส่วนกลุ่มที่ 2 คือ สถานี K.10(1), K.22A(4) and K.LAEM(5) ซึ่งเมื่อพิจารณาจาก Lag Zero Cross Correlation Matrix ในตารางที่ 5.3 จะเห็นได้ว่า

$$r_0^{14} = 0.8411$$

$$r_0^{15} = 0.7763$$

ซึ่งมีค่าสูงพอสมควร จึงพิจารณาว่าการจัด Key-Substation Generation กลุ่มที่ 2 ใช้ได้

โดยสรุป เมื่อพิจารณาจาก Correlation Matrix จะได้ว่า

1. มี 1 Key Station Generation Group โดยมีสถานี 2 (K.11) เป็น Key Station

2. มี 2 Key-Substation Generation Group

กลุ่มที่ 1 มี 4 สถานี ได้แก่ สถานี 2(K.11), 1(K.10), 3(K.17) and 6(SRI.N) โดยมีสถานี 2 เป็น Key Station

กลุ่มที่ 2 มี 3 สถานี ได้แก่ สถานี 1 (K.10), 4(K.22A) and 5(K.LAEM) โดยมีสถานีที่ 1 เป็น Key Station

5.4.2 การเลือก Annual-Seasonal Generation Groups

การเลือก Annual-Seasonal Generation Group ปกติจะเลือกจาก ตำแหน่งของสถานีที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันเป็นเกณฑ์ อย่างไรก็ตาม LAST Package มีข้อกำหนดว่าแต่ละกลุ่มต้องมีสถานีไม่เกิน 10 สถานี และแนะนำว่าควรมีกลุ่มละ 4 ถึง 5 สถานีเป็นอย่าง มาก

พิจารณาจากตำแหน่งของสถานีวัดน้ำในลุ่มน้ำแม่กลองในรูปที่ 5.2 พอดีแบ่ง กลุ่มออกได้เป็น 4 กลุ่ม คือ

- กลุ่มที่ 1 มี 1 สถานี ได้แก่สถานี 2(K.11)
กลุ่มที่ 2 มี 1 สถานี ได้แก่สถานี 3(K.17)
กลุ่มที่ 3 มี 1 สถานี ได้แก่สถานี 6(SRI.N)
กลุ่มที่ 4 มี 3 สถานี ได้แก่สถานี 1(K.10), 4(K.22A) and 5(K.LAEM)

บทที่ 6

การประเมินหาพารามิเตอร์ของโมเดลและการสังเคราะห์ข้อมูล

6.1 การประเมินพารามิเตอร์ของสโตคาสติกโมเดล

ตามที่ได้กล่าวถึงในบทที่ 5 ว่าสโตคาสติกโมเดลสำหรับการสังเคราะห์ข้อมูล ปริมาณการไหลของน้ำรายเดือนของ 6 สถานี คือ K.10, K.11, K.17, K.22A, K.LAEM และ SRI.N ประกอบด้วย

(1) Key Station Generation Model เป็นโมเดลสำหรับสังเคราะห์ ข้อมูลรายปีของสถานีหมายเลข (K.11) ซึ่งรูปแบบโมเดลคือ สมการที่ (3.1)

$$X_i = AX_{i-1} + Ce_i$$

(2) Key-Substation Disaggregation Model เป็นโมเดลสำหรับ การสังเคราะห์ข้อมูลรายปีของ Substations จากข้อมูลรายปีของ Key Station ซึ่ง รูปแบบโมเดลคือ สมการที่ (3.3)

$$N_i = DK_i + Ef_i + FN_{i-1}$$

Key-Substation Disaggregation Model มี 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 : มีสถานีที่ 2 (K.10) เป็น Key Station และสถานี 1(K.10), 3(K.17) และ 6(SRI.N) เป็น Substations

กลุ่มที่ 2 : มีสถานีที่ 1(K.10) เป็น Key Station และมีสถานี 4(K.22A) และ 5(K.LAEM) เป็น Substations

(3) Annual-Seasonal Disaggregation Model เป็นโมเดลสำหรับ การสังเคราะห์ข้อมูลรายปีของสถานีต่าง ๆ ให้เป็นข้อมูลรายเดือน ซึ่งรูปแบบของโมเดล คือ สมการที่ (3.48)

$$M_\tau = G_\tau N_\tau + H_\tau g_\tau + I_\tau M_{\tau-1}$$

Annual-Seasonal Disaggregation Model มี 4 กลุ่ม คือ

- กลุ่มที่ 1 ได้แก่สถานี 2(K.11)
- กลุ่มที่ 2 ได้แก่สถานี 3(K.17)
- กลุ่มที่ 3 ได้แก่สถานี 6(SRI.N)
- กลุ่มที่ 4 ได้แก่สถานี 1(K.10), 4(K.22A) และ 5(K.LAEM)

ในการ RUN สถิตคลาสติกโมเดลด้วย LAST (Lane Applied Stochastic Techniques) Package (ดูรายละเอียดในภาคผนวกที่ 1) จะต้องระบุข้อมูลต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- จำนวนสถานีวัดน้ำ ซึ่งมี 6 สถานี
- จำนวนฤดูกาล กรณีนี้คือ 12 เดือน
- โครงสร้างของสถิตคลาสติกโมเดล เช่น Key Station, Key-Seasonal, Annual-Seasonal Generation Groups
- ความยาวของข้อมูล และข้อมูลปริมาณการไหลของน้ำทั้งรายปีและรายเดือนของสถานีต่าง ๆ

วิธีการจัดไฟล์ข้อมูลและไฟล์ข้อมูลของสถิตคลาสติกโมเดล (MEKLONG. DAT)

สำหรับการสังเคราะห์ปริมาณการไหลของน้ำรายเดือนของ 6 สถานีที่เลือกแสดงอยู่ในภาคผนวกที่ 4

การประเมินพารามิเตอร์ของโมเดลมีขั้นตอนตามลำดับดังต่อไปนี้

1. RUN โปรแกรม KEYPAR เพื่อหาพารามิเตอร์ของ Key Station Generation Model ซึ่งประกอบด้วย Coefficient Matrices A และ C
2. RUN โปรแกรม DISPAR เพื่อหาพารามิเตอร์ของ Key-Substation Disaggregation Model ซึ่งได้แก่ Coefficient Matrices D, E และ F เนื่องจากแบ่ง Key-Substation Generation เป็น 2 กลุ่ม ต้อง RUN DISPAR 2 ครั้ง ซึ่งจะได้ เมตริก D, E, F 2 ชุด
3. RUN โปรแกรม SEAPAR เพื่อหาพารามิเตอร์ของ Annual-Seasonal Disaggregation Model ซึ่งได้แก่ Coefficient Matrices G_{τ} , H_{τ} และ I_{τ} ($\tau = 1$ ถึง 12 หมายถึง เดือนต่าง ๆ ของปี) ในทำนองเดียวกันเนื่องจากแบ่ง Annual-Seasonal Generation ออกเป็น 4 กลุ่ม ต้อง RUN SEAPAR 4 ครั้ง

ซึ่งจะได้เมตริก G_T , H_T และ I_T 4 ชุด

พารามิเตอร์ (Coefficient Matrices) ของโมเดลต่าง ๆ แสดงอยู่ในตารางที่ 6.1

6.2 การสังเคราะห์ข้อมูลปริมาณการไหลของน้ำรายปีและรายเดือน

ใช้โปรแกรม FLWGEN เพื่อสังเคราะห์ข้อมูลปริมาณการไหลของน้ำรายเดือนของทั้ง 6 สถานีที่เลือกคือ สถานี 1(K.10), 2(K.11), 3(K.17), 4(K.22A), 5(K.LAEM) และ 6((SRI.N) โดยเลือกระยะเวลาในการสังเคราะห์ข้อมูล 26 ปี (ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์มีระยะเวลา 26 ปี) ในการสังเคราะห์ข้อมูลกำหนด Lead-in Years เท่ากับ 10 ปี และกำหนดค่า Random Number Seed ให้

ทำการสังเคราะห์ข้อมูลปริมาณการไหลของน้ำรายปีและรายเดือน 5 ชุด ชุดละ 26 ปี ตัวอย่างข้อมูลสังเคราะห์ชุดที่ 1 แสดงอยู่ในตารางที่ 6.2 ส่วนข้อมูลสังเคราะห์ชุดที่ 2-5 แสดงอยู่ในภาคผนวกที่ 5

ตารางที่ 6.1 (ต่อ)

G3	.6646E-01	.4673	.9041	.1992E-03	-3867	1.093
				-.2267E-03	1.259	1.584
				-.1069	648.1	618.5
H3	278.4	.7379	.3524	.4736	.0000	.0000
				.2326	.2901	.0000
				129.5	31.83	97.23
I3	.9464	.4370	.3005	.5654	-.1337	-.4549E-01
				.3733	-.4033	.5867E-01
				123.1	-208.5	76.33

G4	.1665	.1690	271.3	.2986	-738.4	539.6
				.4159E-03	-1.237	-.2097
				.1937	-696.0	706.3
H4	513.4	.5783	148.3	423.9	.0000	.0000
				.2480	.4919	.0000
				353.6	18.01	125.2
I4	-.1012	.3428	113.9	-127.2	-259.1	1.069
				-.4207	-.1545E-01	.1844E-02
				-107.7	-233.4	1.201

G5	.2023E-03	.2193	.6296	.2965	-1077.	2945.
				.1183E-04	.1831	1.606
				.1317	-743.1	2878.
H5	.5855	.6249	.3209	314.7	.0000	.0000
				-.3369E-01	.3621	.0000
				190.6	41.70	181.5
I5	-.6267E-04	.3187	.5067E-03	1.753	27.25	-2.711
				.6140E-03	.3645	-.1719E-02
				.2530	147.2	-1.081

G6	.1350	.9090	.8676	-.6046E-01	1612.	-658.3
				-.4307E-04	1.371	-.4725
				-.8566E-01	563.3	407.0
H6	444.2	.4368	.2037	279.4	.0000	.0000
				.1505	.2264	.0000
				203.6	35.17	119.7
I6	290.8	.2042	.9974E-01	.4232	-168.6	-.4167
				.4917E-04	.3798	-.4220E-03
				.1304	-152.3	-.1185

ตารางที่ 6.1 (ต่อ)

G7	.1325	1.107	1.623	.3358E-01 12.64 -.4408E-04 3.019 -.9155E-02-37.29	55.44 -2.134 279.4
H7	480.5	.4255	.2685	215.2 .0000 .1157 .2443 162.0 35.38	.0000 .0000 68.55
I7	.1418	-.5946E-01	-.4234	.5037 -99.12 .1277E-04-1.009 .2124E-01-3.399	-.5987 .5769E-03 -.1694
G8	.6022E-01	2.123	1.135	.4428E-01 186.1 .4530E-05-.7819 -.3702E-02 132.1	-331.4 .9862 -74.22
H8	262.5	.5715	.3273	68.27 .0000 .5908E-01 .1953 22.35 8.065	.0000 .0000 24.62
I8	.1754	-.6973	.2424	-.5324E-01-31.51 -.8492E-04 1.300 .2586E-01-29.02	.2506 -.6559E-03 .1518
G9	.3690E-01	.5308	76.00	-.1181E-03 .5091 .6893E-05-.2535 -.8792E-02 4.839	.3113 .4410 256.5
H9	118.7	.5271	26.89	.2751 .0000 .3392E-03 .1100 -30.70 53.94	.0000 .0000 164.8
I9	.1993E-01	.4115	83.92	.2724E-02-.1042 .1363E-04 .5568 .6915 -5.379	-.3055E-02 .4125E-03 .1701
G10	-.1346E-01	.4369	40.13	.5339E-04-.1771 -.1119E-04 .3139 -.3045E-03 12.07	-.2564 -.9099E-01 7.144
H10	80.06	.2832	20.80	.2661 .0000 .1688E-01 .1429 -2.189 2.119	.0000 .0000 11.74
I10	.7592	.2703	.3969	1.130 .2107E-01-.1454E-03 .8671E-01 .3301 -5.924 1.048	-.1966E-03 .3241E-01

ตารางที่ 6.1 (ต่อ)

G11	-.2460E-02	-.4387E-01	-8.052	.3061E-04-.2489	-.1723
				-.4283E-04 .1271	.3830E-01
				-.7292E-04 3.986	-7.343
H11	52.75	.2210	13.96	.1709 .0000	.0000
				.2379E-01 .1087	.0000
				-1.320 -.6048	5.144
I11	.5370	.8575	.3509	1.406 -.2550	.1231E-02
				.1396 .3149	.2019E-02
				-2.880 6.932	.4876
G12	-.6571E-02	-.3532E-01	6.671	-.5182E-04-.1801	.5366
				.2367E-03-.3908	-.6819
				.2434E-02-2.294	-1.553
H12	118.0	.2058	11.93	.1218 .0000	.0000
				-.6829E-01 .6410	.0000
				-4.277 .7674	11.38
I12	1.401	.9369	.6480	1.338 -.1471	-.5210E-03
				-.1389 6.222	-.6588E-02
				-5.185 6.582	.2092

ตารางที่ 6.2 ข้อมูลปริมาณการไหลของน้ำรายเดือนสังเคราะห์ของ 6 สถานี ในลุ่มน้ำ
แม่กลอง ระยะเวลา 26 ปี

ข้อมูลสังเคราะห์ชุดที่ 1

T STREAM FLOW DATA OF MAE KLONG RIVER AND TRIBUTARIES IN MCM.

S SIX SELECTED STATIONS

C CREATED 4-20-1992

1

N 6 12

M 1 2 4

1 1965 1990 K.10
2 1965 1990 K.11
3 1965 1990 K.17
4 1965 1990 K.22A
5 1965 1990 K.LAEM
6 1965 1990 SRI.N

26 10 3674

G

5069.	.1088E+05	332.7	294.7	4660.	5078.							
63.63	66.00	19.26	964.2	1309.	1185.	475.9	314.1	186.76	164.4	148.1	172.7	
285.2	384.1	955.3	922.9	3766.	2292.	1456.	729.8	99.88	-13.78	78.92	16.41	
1.435	5.539	16.67	2.012	8.974	22.97	165.6	71.12	18.91	13.55	3.681	2.285	
6.541	10.72	24.08	46.33	57.36	50.56	37.97	21.08	10.89	10.99	9.263	8.911	
51.90	109.5	378.2	1007.	978.1	1187.	365.3	226.4	216.3	83.96	46.82	8.916	
72.17	208.4	201.2	471.3	752.3	1394.	813.6	524.4	262.6	154.6	127.8	95.92	
6116.	.1018E+05	331.5	170.6	3534.	4569.							
177.3	193.9	474.7	888.1	1738.	747.3	803.9	344.7	190.9	181.5	169.0	207.0	
187.3	186.4	1253.	1229.	1544.	1593.	1665.	993.7	493.1	321.0	269.4	446.1	
10.30	18.00	16.17	6.911	9.664	17.36	142.8	69.84	27.60	7.735	2.672	2.406	
4.250	2.253	5.849	50.73	52.30	21.70	15.43	2.744	6.170	4.417	2.183	2.582	
8.283	-16.70	-310.8	624.9	1469.	728.0	630.0	207.9	63.75	66.32	37.81	25.26	
86.79	84.36	182.2	565.5	1059.	740.3	894.8	455.4	200.7	126.4	91.42	81.74	
6953.	9066.	286.0	198.7	3372.	3702.							
571.8	521.4	996.0	601.1	1587.	1051.	740.2	354.0	103.4	120.4	146.5	160.8	
275.5	360.7	767.5	1336.	660.9	1740.	1619.	1006.	384.3	354.2	231.6	329.3	
2.215	6.194	8.496	7.104	9.132	66.57	129.4	34.31	12.94	5.547	2.081	2.030	
1.271	.9014	15.88	32.20	67.51	24.96	31.62	10.71	6.137	3.216	2.201	2.130	
19.55	58.26	159.3	523.7	1089.	855.4	433.1	147.4	-50.16	56.81	37.60	41.71	
80.92	103.0	267.6	602.0	477.8	776.0	557.9	307.7	185.2	142.0	101.8	99.45	
1998.	8298.	213.6	223.7	3471.	3289.							
61.15	50.79	22.74	-324.1	-708.5	1630.	571.4	86.60	217.3	148.3	102.3	140.0	
231.4	308.3	612.4	937.2	1773.	1577.	1337.	630.7	383.8	246.5	19.05	241.2	
3.153	9.242	12.47	9.426	16.91	17.25	65.37	42.09	14.06	9.733	4.715	9.164	
4.873	7.307	17.61	23.46	27.70	37.59	53.79	25.45	11.34	6.433	4.707	3.440	
43.25	37.41	326.8	298.8	343.2	1533.	427.9	123.3	224.5	55.09	33.74	24.11	
58.18	148.6	246.4	417.2	843.9	739.9	458.9	165.7	90.55	12.23	47.52	60.26	
6928.	9956.	181.8	362.4	5331.	3109.							
132.0	179.5	632.6	917.9	1825.	1259.	1011.	308.6	195.3	159.1	139.9	168.0	
328.6	306.0	590.1	1630.	1437.	1270.	2527.	638.5	489.9	344.6	190.0	204.8	
6.466	28.52	5.339	18.77	7.212	11.28	39.30	39.52	14.58	4.838	2.705	3.305	
3.258	14.35	79.68	25.69	79.63	45.58	58.33	27.62	14.31	7.297	3.776	2.909	
28.22	80.02	632.6	542.5	2009.	988.3	653.5	156.0	97.30	65.48	42.90	36.07	
102.4	101.7	180.1	291.4	544.9	591.8	777.6	194.3	122.3	86.13	62.06	54.74	

ข้อมูลสังเคราะห์ชุดที่ 1 (ต่อ)

6086.	7325.	67.18	336.7	5096.	2959.							
66.63	87.94	291.7	705.2	2237.	1412.	690.9	221.5	148.6	93.10	65.23	66.15	
-109.5	158.1	272.7	427.2	2732.	1787.	1386.	219.8	228.9	308.1	53.62	-139.4	
.9913	2.220	2.744	2.607	7.870	11.16	17.59	14.04	5.287	1.832	1.500	1.341	
2.697	7.241	29.47	35.78	71.69	55.55	46.40	49.50	16.48	10.54	6.689	4.634	
32.84	78.56	411.8	708.5	1897.	1096.	527.3	184.3	36.29	57.18	42.10	24.75	
51.55	78.55	196.2	114.1	526.0	735.9	681.9	224.0	119.7	98.18	72.31	60.29	
5019.	9898.	71.57	418.0	6921.	3426.							
13.60	24.12	140.9	747.4	1831.	1201.	663.2	105.3	183.6	66.08	24.49	18.16	
256.1	335.3	675.6	1102.	1968.	1601.	1771.	759.7	631.9	303.1	214.0	280.0	
5.602	10.07	4.898	.2192	1.727	-2.458	-4.794	39.92	8.476	3.552	2.520	1.834	
6.942	12.75	33.25	51.24	80.64	109.1	52.36	29.41	12.74	12.79	9.140	7.711	
57.41	57.44	737.6	889.0	2178.	1452.	761.1	244.8	376.7	92.46	48.88	25.93	
80.18	141.1	206.6	196.6	803.5	926.2	772.4	179.1	106.7	16.51	9.958	-12.54	
6514.	8329.	106.5	260.8	4508.	4156.							
98.84	149.9	566.4	1244.	2187.	856.3	597.5	344.1	153.3	114.5	97.76	104.9	
189.5	250.3	536.6	886.1	1707.	1446.	1282.	930.1	367.8	281.5	197.7	252.5	
.8263	5.693	9.932	4.177	6.254	8.797	32.46	26.76	7.023	1.927	1.360	1.261	
3.045	1.850	32.87	57.78	98.50	50.73	2.969	-5.096	7.861	5.138	2.234	2.948	
10.41	17.21	434.0	837.9	1712.	595.5	623.0	207.6	-76.32	69.54	42.05	35.08	
67.62	90.56	185.9	534.2	554.0	761.2	1059.	380.2	228.3	140.2	84.01	70.96	
6332.	8087.	73.71	222.4	3791.	5291.							
66.18	136.4	267.9	1473.	1710.	534.1	859.7	348.4	258.3	234.0	215.4	229.2	
248.5	440.9	600.5	1112.	1215.	1627.	415.3	807.0	401.9	370.0	279.5	568.2	
1.812	.3710	9.492	5.435	10.05	10.83	19.84	8.007	3.369	1.997	1.173	1.325	
2.082	3.534	-.8987E-01	76.93	67.97	18.43	29.00	7.351	5.789	4.332	3.406	3.671	
18.38	50.72	-82.55	1214.	1142.	496.2	652.2	194.6	-26.21	57.08	36.77	37.48	
60.39	68.58	196.9	522.0	1178.	1102.	993.4	627.9	219.2	145.3	93.77	83.72	
5297.	.1032E+05	317.8	255.3	4049.	5731.							
180.0	291.7	627.7	1213.	523.2	892.4	716.2	370.4	155.0	128.4	107.4	91.68	
590.9	616.6	1058.	1604.	1562.	1735.	1157.	873.3	458.0	190.9	165.3	313.4	
2.707	10.24	33.53	37.09	8.681	13.72	126.7	42.36	22.64	10.14	4.401	5.569	
4.847	11.59	24.82	46.81	40.64	36.54	41.96	20.78	11.19	6.912	4.853	4.557	
31.50	54.91	450.0	1144.	276.6	787.6	603.8	203.1	334.4	68.54	31.88	62.61	
128.5	202.9	197.2	568.3	740.5	1498.	1090.	655.8	304.5	148.2	102.5	95.18	
5872.	6633.	153.8	354.4	4299.	3611.							
58.41	178.2	262.7	1439.	898.3	1184.	687.1	363.0	240.3	198.7	182.7	178.9	
193.1	239.7	720.3	825.5	1394.	1114.	646.6	401.1	288.2	242.2	251.9	316.7	
3.286	9.787	23.49	15.01	16.42	12.89	75.90	-.9024	-1.590	-.8961E-01	-.4884	.9246E-01	
2.727	14.98	34.83	41.36	44.58	52.66	35.31	43.73	18.00	7.540	5.040	3.686	
22.66	111.6	433.8	1195.	966.3	822.1	593.0	150.5	-91.85	30.73	24.81	39.90	
60.84	99.21	174.8	320.9	678.9	789.9	680.6	296.9	154.4	113.6	129.7	111.2	
7185.	.1061E+05	340.9	491.5	6756.	5617.							
-3.751	20.74	317.6	1094.	1983.	1510.	1025.	382.9	259.0	238.7	164.0	192.8	
404.0	585.3	1145.	995.1	1673.	2678.	1620.	14.27	521.1	406.0	278.6	292.3	
2.983	.9244	8.485	7.962	6.182	33.20	136.9	89.05	36.28	11.69	3.815	3.446	
3.324	14.82	32.82	50.77	116.9	148.5	48.01	28.27	15.40	13.78	11.10	7.844	
44.68	114.0	436.1	1332.	1815.	1208.	964.6	350.7	353.2	62.20	44.23	32.13	
131.6	162.6	211.5	340.7	1423.	1499.	855.6	410.5	223.7	161.6	117.5	78.93	
3324.	7754.	222.5	369.4	5634.	3573.							
89.94	87.39	214.2	276.9	677.8	1481.	148.9	150.0	97.69	51.85	28.85	19.55	
195.8	232.3	872.1	576.2	1564.	1457.	1654.	466.9	313.9	191.6	158.2	72.09	
2.663	8.593	1.778	2.344	6.608	7.556	122.2	52.93	9.145	5.559	2.287	.8030	
5.577	15.33	72.64	27.15	52.82	96.38	38.72	24.61	13.31	10.05	7.341	5.465	
71.05	102.8	913.4	484.4	1461.	1531.	382.7	211.5	333.6	77.68	42.13	21.83	
69.68	295.5	223.0	348.9	536.4	820.9	625.8	264.5	158.0	93.52	77.41	59.26	

ข้อมูลเชิงวิเคราะห์ชุดที่ 1 (ต่อ)

7173.	8333.	251.9	313.4	5173.	3707.							
-1.719	12.10	144.9	876.1	2704.	1219.	880.2	352.6	283.1	253.7	194.9	253.2	
36.48	87.91	461.9	634.0	1624.	1397.	1777.	727.4	459.7	474.7	285.7	367.5	
2.894	8.928	7.209	5.527	13.65	24.44	90.89	70.59	20.23	4.414	1.902	1.276	
2.700	-2.004	21.52	51.47	111.0	52.82	35.70	13.25	12.45	7.328	3.704	3.509	
16.16	21.98	257.9	563.4	2256.	1057.	738.3	234.8	-101.2	59.74	43.77	25.32	
51.80	52.10	228.9	424.8	1116.	356.4	693.7	366.9	138.6	119.7	87.95	70.43	
6460.	.1048E+05	162.3	272.7	4407.	3835.							
310.4	193.2	1011.	955.5	1183.	1510.	703.1	275.6	109.9	78.26	64.62	65.58	
305.2	435.7	770.9	1136.	1182.	2144.	2371.	995.7	422.4	316.5	129.2	275.3	
2.528	5.605	8.844	5.363	6.548	15.32	51.57	38.53	13.85	7.056	3.860	3.186	
2.104	-8412	30.00	59.45	88.47	67.94	11.50	3.046	2.489	3.266	2.320	2.980	
37.95	53.66	506.2	899.8	877.4	1231.	380.2	170.7	76.60	87.66	49.30	36.06	
88.16	141.1	245.6	548.5	334.5	860.2	738.9	398.2	195.9	123.3	86.54	73.75	
3527.	6095.	94.07	142.1	2463.	2434.							
180.5	241.3	222.0	-67.09	962.6	841.3	577.8	166.1	139.5	93.25	83.97	85.69	
108.8	65.30	-45.27	1514.	992.5	993.8	1414.	597.1	177.8	69.03	37.90	169.9	
2.348	18.66	4.617	6.922	18.02	5.383	22.14	7.371	2.336	2.043	1.750	2.009	
3.564	4.371	5.041	16.35	20.65	11.62	48.21	16.74	8.770	3.616	2.094	1.106	
21.27	42.29	-47.31	-6.831	948.7	838.4	449.3	91.80	2.221	55.79	28.19	39.06	
-3.737	126.5	257.8	479.4	535.6	404.7	362.4	121.6	43.49	9.955	30.80	65.32	
9274.	.1138E+05	135.2	318.4	4693.	4577.							
102.5	169.4	1196.	1712.	2060.	1256.	1735.	483.6	179.7	138.3	116.0	126.1	
378.5	413.9	371.5	2295.	1552.	1878.	1837.	949.1	622.9	533.1	241.0	303.6	
3.805	7.844	8.814	10.48	6.104	13.38	25.75	33.08	17.13	3.703	2.495	2.578	
1.953	5.290	24.90	42.40	55.39	33.70	91.12	34.95	16.27	6.487	3.335	2.555	
7.191	37.72	180.1	1263.	1503.	598.6	810.2	180.5	-19.58	49.12	40.29	42.60	
92.33	137.2	252.5	440.1	793.5	552.8	1420.	408.3	189.8	127.9	86.42	76.03	
4717.	6999.	48.09	361.9	5091.	2873.							
134.5	171.5	424.9	648.7	877.9	1353.	543.7	166.9	162.6	95.84	68.19	69.55	
140.5	250.2	295.0	877.6	1358.	1963.	1158.	321.9	235.0	195.3	141.1	62.66	
1.445	1.436	3.282	4.090	6.541	4.359	10.02	8.595	1.480	1.711	2.251	2.873	
3.387	8.534	57.80	49.75	79.16	49.51	48.05	32.08	12.55	7.213	7.899	5.939	
70.97	200.2	915.1	815.4	1170.	1083.	447.2	162.2	85.77	62.05	40.37	39.03	
73.51	127.7	195.3	221.8	491.3	656.0	693.3	130.4	98.83	78.34	57.83	48.46	
6265.	8834.	140.0	373.1	5639.	4633.							
-12.07	7.786	43.94	1240.	2274.	918.6	1021.	331.7	195.9	124.6	70.89	49.37	
230.1	300.9	577.7	958.3	1833.	1546.	1336.	616.3	598.0	331.7	260.7	245.6	
3.878	18.59	17.43	3.036	10.06	4.506	30.14	30.75	11.50	4.622	3.073	2.372	
4.340	24.39	30.68	46.02	71.39	47.49	76.64	33.44	13.39	10.28	6.149	3.895	
31.39	91.50	431.8	1034.	1894.	756.7	825.5	241.7	219.4	69.10	41.79	2.846	
75.50	177.1	222.8	410.5	958.9	987.4	1051.	335.0	161.8	107.7	79.72	65.86	
7877.	.1042E+05	139.9	325.7	5010.	5756.							
146.5	282.7	1613.	1869.	1527.	799.5	730.7	441.3	151.5	130.7	101.5	83.31	
287.1	370.4	635.2	1144.	2102.	2022.	1541.	651.9	431.8	486.5	387.8	360.3	
2.514	5.860	25.53	3.387	3.906	12.22	43.82	27.05	10.28	3.208	1.745	1.230	
2.213	6.308	40.55	65.12	90.97	54.46	22.63	14.88	10.92	8.172	4.864	4.570	
22.31	118.8	591.9	1403.	1157.	584.7	604.1	268.7	107.0	75.70	51.63	25.27	
88.33	94.29	213.8	482.8	834.0	949.0	1617.	679.3	357.7	239.5	130.5	70.29	
3698.	5668.	154.6	196.8	3806.	3856.							
93.06	145.9	-8.803	531.7	1331.	745.7	138.6	191.5	154.7	145.1	126.8	102.8	
124.7	224.0	712.0	-106.5	1293.	1604.	508.7	299.1	177.0	181.5	262.3	388.3	
1.736	3.121	10.33	3.804	20.92	23.39	49.91	27.70	5.190	4.655	2.094	1.768	
3.552	6.317	13.97	31.78	37.78	33.54	29.09	15.77	8.328	5.853	5.286	5.505	
38.38	64.27	43.55	626.5	1101.	1174.	342.6	184.0	88.90	71.21	38.25	33.23	
62.35	119.2	91.48	477.3	770.3	1129.	467.9	331.5	145.1	99.33	86.93	75.00	

ข้อมูลสังเคราะห์ชุดที่ 1 (ต่อ)

7568.	.1219E+05	657.6	219.6	3741.	8008.							
89.36	200.9	698.3	1728.	1131.	616.8	1067.	579.0	222.7	319.6	401.3	514.0	
620.3	654.6	1485.	1934.	1539.	1479.	1346.	1330.	665.2	418.9	318.4	395.8	
4.767	31.09	62.16	17.17	5.430	32.10	348.8	68.15	62.34	13.45	5.801	6.304	
4.437	9.620	-2.179	105.2	34.18	14.08	26.79	3.825	9.706	5.909	3.837	4.172	
5.210	17.41	-86.18	1177.	718.3	458.7	737.0	235.5	334.6	68.51	37.54	36.53	
97.72	166.8	361.3	808.0	1414.	1536.	1251.	1618.	362.0	163.4	118.6	111.0	
4185.	6048.	212.3	239.6	3746.	3364.							
788.8	793.9	685.3	367.4	-333.2	763.0	164.1	266.4	172.4	167.6	162.4	163.6	
86.23	168.9	370.1	1070.	910.2	1200.	835.2	548.5	41.74	171.8	237.2	408.4	
2.946	6.790	10.87	7.619	16.70	29.04	86.80	33.50	9.696	4.208	1.918	2.212	
2.915	9.304	45.08	27.51	30.07	32.63	42.92	24.59	11.34	5.967	4.090	3.181	
40.26	94.19	591.6	770.5	755.5	887.3	346.6	147.1	-8.516	52.65	36.17	33.07	
75.27	76.65	142.7	361.1	592.3	681.2	647.6	292.3	173.6	124.0	103.5	94.20	
5775.	9603.	598.0	318.5	4841.	4530.							
-30.04	-33.43	-85.50	487.2	1950.	1447.	990.2	330.7	202.9	185.0	149.6	181.7	
352.9	483.4	888.9	1057.	1625.	1742.	1546.	653.4	446.3	325.7	220.9	262.3	
5.151	10.60	7.947	19.24	19.50	61.65	276.5	111.8	54.71	16.63	6.957	7.355	
3.789	9.448	18.50	28.29	47.78	41.24	87.32	47.20	16.78	7.606	6.445	4.099	
31.66	31.47	-39.91	570.7	1764.	1230.	718.4	233.1	219.3	28.70	19.00	35.15	
84.51	129.9	239.7	460.1	1014.	1378.	579.8	259.0	124.1	93.61	90.27	76.67	
4396.	.1013E+05	276.6	584.4	7527.	3580.							
37.82	69.64	407.5	491.8	876.6	1625.	347.6	184.5	167.6	92.33	45.69	49.65	
242.4	324.6	734.0	1019.	1901.	1626.	2390.	700.0	387.3	308.0	212.9	279.8	
3.855	17.13	7.237	6.102	1.322	16.10	81.87	108.8	22.56	6.148	2.921	2.610	
4.993	27.85	156.9	25.84	55.49	79.38	91.54	81.86	31.78	15.18	8.333	5.254	
69.39	147.0	1404.	898.0	2080.	1647.	554.9	212.0	379.5	72.60	44.58	18.51	
85.48	131.0	286.8	262.4	592.8	779.9	741.3	275.4	189.7	99.57	79.22	56.11	
4720.	5325.	110.8	390.4	6075.	3173.							
36.98	48.72	135.3	-88.89	2098.	1362.	500.6	224.2	199.5	93.47	54.26	55.48	
-97.98	-17.73	-12.97	-292.2	1546.	1405.	1804.	175.6	238.0	278.8	144.6	154.1	
2.390	2.005	-1.144	.2921	18.11	13.62	17.37	51.60	4.306	1.088	.6204	.4825	
-1.1576	-7.619	44.03	5.484	156.9	85.20	40.48	27.70	13.33	8.348	5.467	4.420	
42.92	52.18	532.2	172.0	2735.	1443.	600.9	243.0	98.17	76.53	55.17	23.38	
57.85	68.36	175.8	258.3	661.1	664.8	735.1	255.2	104.7	87.93	61.95	41.94	

บทที่ 7

การทดสอบผลการสังเคราะห์ข้อมูลและการวิจารณ์ผล

ผลการทดลองสังเคราะห์ข้อมูลของ 6 สถานี ในลุ่มน้ำแม่กลอง คือ K.10 K.11, K.17, K.22A, K.LAEM และ SRI.N จำนวน 5 ชุก แต่ละชุกมีความยาว 26 ปี เท่ากับข้อมูลที่บันทึกไว้ (Historical Record) ตามที่ได้กล่าวถึงโดยละเอียดในบทที่ 6 เพื่อทดสอบว่าข้อมูลสังเคราะห์มีคุณสมบัติ เช่นเดียวกับข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ ได้ทำการคำนวณ Mean และ Standard Deviation ของข้อมูลที่สังเคราะห์ขึ้นทั้ง 5 ชุก และแสดงเปรียบเทียบกับ Mean และ Standard Deviation ของข้อมูลที่บันทึกไว้ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 7.1

ผลการเปรียบเทียบ Mean ของปริมาณการไหลของน้ำรายปีในตารางที่ 7.1(1) ปรากฏว่า Mean ของข้อมูลที่สังเคราะห์ขึ้นมาทั้ง 5 ชุก มีค่าใกล้เคียงกับ Mean ของข้อมูลที่บันทึกไว้ในช่วง 26 ปี ระหว่าง 1965-1990 มาก ทั้ง 6 สถานี ความแตกต่างระหว่าง Mean ของข้อมูลสังเคราะห์กับ Mean ของข้อมูลที่บันทึกไว้ส่วนใหญ่มีค่าไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นค่า Mean ของสถานี K.10, K.11 และ K.17 ของข้อมูลสังเคราะห์ชุกที่ 4 เท่านั้น ที่มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างสูง โดยเฉพาะสถานี K.11 และ K.17 ซึ่งมีความแตกต่างสูงถึง 26.6 และ 36.9 % ตามลำดับ

ในทำนองเดียวกัน จากตารางที่ 7.1(2) พบว่า Standard Deviation ของข้อมูลสังเคราะห์บางชุกและบางสถานีแตกต่างจาก Standard Deviation ของข้อมูลที่บันทึกไว้ แต่ Standard Deviation ของข้อมูลสังเคราะห์บางชุกและบางสถานีไม่แตกต่างจาก Standard Deviation ของข้อมูลสังเคราะห์

ผลการทดสอบ Mean และ Standard Deviation แสดงให้เห็นว่าข้อมูลที่สังเคราะห์ทั้ง 5 ชุก มีคุณสมบัติทางสถิติที่สำคัญ คือ Mean ไม่แตกต่างจากข้อมูลที่บันทึกไว้ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษารูปแบบจำลองของลุ่มน้ำภายใต้ความไม่แน่นอน หรือเพื่อนำไปใช้วิเคราะห์หาโอกาสความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ในอนาคตได้

ตารางที่ 7.1 เปรียบเทียบ Mean และ Standard Deviation ของปริมาณการไหลของน้ำรายปี ระหว่างข้อมูลที่ยืมที่ 1 และข้อมูล
สังเคราะห์ของปีที่ 6 สดามี

(1) Mean ของปริมาณการไหลของน้ำรายปี เป็น ลบ.เมตร

สถานี	ข้อมูลที่ยืมที่ 1 ระหว่าง 1965-1990	ข้อมูลสังเคราะห์ ชุดที่ 1	ข้อมูลสังเคราะห์ ชุดที่ 2	ข้อมูลสังเคราะห์ ชุดที่ 3	ข้อมูลสังเคราะห์ ชุดที่ 4	ข้อมูลสังเคราะห์ ชุดที่ 5
K.10	5831.7	5704.9 (-2.17 %)	5943.8 (1.92 %)	6480.3 (11.12 %)	4975 (-14.69 %)	5898.5 (1.15 %)
K.11	8726.2	8801.6 (0.86 %)	9127.8 (4.60 %)	9236.5 (5.85 %)	6407.5 (-26.57 %)	9047.2 (3.68 %)
K.17	200.8	218.5 (8.81 %)	184.2 (-8.27 %)	195.4 (-2.96 %)	274.9 (36.90 %)	198.2 (-1.29 %)
K.22A	319.3	308.3 (-3.45 %)	326.7 (2.32 %)	332.9 (4.26 %)	341.1 (6.83 %)	355.8 (11.43 %)
K.LAEM	4892.2	4755.2 (-2.80 %)	5012.7 (2.46 %)	5053.3 (3.29 %)	4924.5 (0.66 %)	5388.4 (10.14 %)
SRI.N	4176.9	4170.7 (-0.15 %)	4073.1 (-2.49 %)	4246.3 (1.66 %)	4622.5 (10.67 %)	4215.9 (0.93 %)

(2) Standard Deviation ของปริมาณการไหลของน้ำรายปี เป็น ลบ.เมตร

สถานี	ข้อมูลที่ยืมที่ 1 ระหว่าง 1965-1990	ข้อมูลสังเคราะห์ ชุดที่ 1	ข้อมูลสังเคราะห์ ชุดที่ 2	ข้อมูลสังเคราะห์ ชุดที่ 3	ข้อมูลสังเคราะห์ ชุดที่ 4	ข้อมูลสังเคราะห์ ชุดที่ 5
K.10	1976	1622.3 (-17.90 %)	2025.3 (2.49 %)	1959.4 (-0.84 %)	226.4 (-88.54 %)	2153.5 (8.98 %)
K.11	3428.5	1893.4 (-44.77 %)	2505.7 (-26.92 %)	2617.8 (-23.65 %)	2812.1 (-17.98 %)	4424.8 (29.06 %)
K.17	119.7	150 (25.31 %)	70.5 (-41.10 %)	123.8 (3.43 %)	133.7 (11.70 %)	122.3 (2.17 %)
K.22A	125.6	100.1 (-20.30 %)	119.4 (-4.94 %)	147.7 (17.60 %)	120.1 (-4.38 %)	193 (53.66 %)
K.LAEM	1497.3	1192.8 (-20.34 %)	1458.3 (-2.60 %)	1709.8 (14.19 %)	1085.6 (-27.50 %)	2312.9 (54.47 %)
SRI.N	1188.3	1207.5 (1.62 %)	887.2 (-25.34 %)	1179.6 (-0.73 %)	1514.9 (27.48 %)	1120.6 (-5.70 %)

(หมายเหตุ : ค่าในวงเล็บคือ % ความแตกต่างระหว่างข้อมูลที่ยืมที่ 1 กับข้อมูลสังเคราะห์)

ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ8.1 ข้อสรุป

การพัฒนาสโตคาสติกโมเดลเพื่อการสังเคราะห์ข้อมูลปริมาณการไหลของน้ำในลุ่มน้ำแม่กลอง ใช้หลัก "Key Station" และ "Substations" โดยพิจารณาเลือกสถานีวัดน้ำ 6 สถานี จาก 52 สถานี ในลุ่มน้ำแม่กลอง ซึ่งมีข้อมูลบันทึกต่อเนื่องยาวนานกว่า 20 ปี สำหรับการโมเดล ได้แก่ สถานี K.10, K.11, K.17, K.22A, K.LAEM และ SRI.N

ขั้นแรกใช้สถานี K.11 ที่ อ.ท่าม่วง จ.กาญจนบุรี เป็น Key Station เพื่อสังเคราะห์ข้อมูลรายปี โดยใช้ Lag One Autoregressive Model ขั้นที่สองทำการแตก (Disaggregate) ข้อมูลรายปีที่สังเคราะห์ได้ที่ Key Station เป็นข้อมูลรายปีที่ Substations โดยใช้ Key-Substation Disaggregation Model ในการ Disaggregate ข้อมูล พิจารณาแบ่งสถานีทั้ง 6 ออกเป็น 2 กลุ่ม โดยพิจารณาจาก Cross Correlation Matrix และระบบโครงข่ายลำน้ำ กลุ่มที่ 1 มี 4 สถานี ได้แก่ K.11, K.10, K.17 และ SRI.N โดยมี K.11 เป็น Key Station กลุ่มที่ 2 มี 3 สถานี ได้แก่ K.10, K.22A และ K.LAEM โดยมี K.10 เป็น Key Station และขั้นสุดท้ายคือ การ Disaggregate ข้อมูลรายปีของทั้ง 6 สถานี เป็นข้อมูลรายเดือน โดยใช้ Annual-Seasonal Disaggregation Model การ Disaggregate ข้อมูลรายปีเป็นรายเดือน พิจารณาแบ่งสถานีทั้ง 6 ออกเป็น 4 กลุ่ม ตามตำแหน่งของสถานีในระบบโครงข่ายลำน้ำดังนี้ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ สถานี K.11 กลุ่มที่ 2 ได้แก่ สถานี K.17 กลุ่มที่ 3 ได้แก่ สถานี SRI.N และกลุ่มที่ 4 ได้แก่ สถานี K.10, K.22A และ K.LAEM

ใช้ Lane Applied Stochastic Technique หรือ LAST ช่วยในการประเมินหาพารามิเตอร์ และสังเคราะห์ข้อมูลของทั้ง 6 สถานี ตามโครงสร้างโมเดลที่กล่าวมาแล้ว ผลการสังเคราะห์ข้อมูล 5 ชุด แต่ละชุดมีความยาว 26 ปี เท่าข้อมูลที่บันทึกไว้ พบว่าค่าสถิติ (Mean และ Standard Deviation) ของชุดข้อมูลทั้ง 5 ที่สังเคราะห์มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับข้อมูลที่บันทึกไว้ (Historical Data)

โมเดลดังกล่าวจึงมีประโยชน์ในการใช้สังเคราะห์ข้อมูลเพื่อการศึกษาโอกาสความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ในอนาคตที่ต้องการทราบเช่น โอกาสที่น้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์หรือเขื่อนเขาแหลมจะลดน้อยลงจนผลิตกระแสไฟฟ้าไม่ได้ หรือโอกาสที่น้ำจะไหลล้นอ่างเป็นต้น

8.2 ข้อเสนอแนะ

1. เพิ่มจำนวนสถานีในลุ่มน้ำแม่กลองในการวิเคราะห์ การศึกษาครั้งนี้ใช้ 6 สถานี
2. ทดลองใช้โครงสร้างสโตนคลาสติกโมเดลดังกล่าว สำหรับลุ่มน้ำอื่น
3. พัฒนา LAST ต่อ ให้มีขีดความสามารถในการพยากรณ์ (Forecast) ปริมาณการไหลของน้ำ

เอกสารอ้างอิง

1. การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (2528). เชื้อนครินทร์. ตุลาคม
2. กรมชลประทาน (2530). List of Stream Gaging Stations in Thailand Under Operation of Royal Irrigation Department Investigation Project Up to 1986. ฝ่ายรวบรวมและประมวลสถิติ กองอุทกวิทยา.
3. ชูสิทธิ์ วัชรสินธุ์ (2531). ปัญหาและการพัฒนาลุ่มน้ำเจ้าพระยา-แม่กลอง ใน "ดวงตาลสัมพันธ์ 131". ชมรมศิษย์เก่าวิศวกรรมศาสตร์ ม.เกษตรศาสตร์ หน้า 67-88.
4. Anderson, R.L. (1941), Distribution of the Serial Correlation Coefficients, Annals of Math., Statistics, Vol. 8, No 1, pp 1-13, March
5. Box, G.E.P. and G.M. Jenkins (1970), Time Series Analysis Forecasting and Control, Holden-Day Series in Time Series Analysis, San Francisco, California.
6. EGAT (1989), Introduction to EGAT'S Hydro Power Development, Electricity Generating Authority of Thailand, April.
7. Jenkins, G.M. and D.G. Watts (1969), Spectral Analysis and Its Applications, Holden-Day Series in Time Series Analysis, San Francisco, California.
8. Kendal, M.G. and H. Stuart (1968), The Advanced Theory of Statistics, Vol. 3, Design and Analysis and Time Series, 2nd Edition, Hafner, New York.
9. Lane, W.L. and D.K. Frevert (1990), Applied Stochastic Techniques, Personal Computer Version 5.2, User's Manual, Bureau of Reclamation, US. Department of The Interior, Denver, Colorado.
10. Matalas, N.C. (1967), Mathematical Assessment of Synthetic Hydrology, Water Resources Research, Vol. 3, No. 4, 1967, pp. 937-947

11. Mejia, J.M. and J. Rousselle (1976), Disaggregation Models in Hydrology Revisited, Water Resources Research, Vol. 12, No. 2, April 1976, pp. 185-186.
12. Salas, J.D. and R.A. Smith (1980 a), Physical Basic of Stochastic Models of Annual Flows, Water Resources Research.
13. Salas, J.D. and R.A. Smith (1980 b), Uncertainties in Hydrologic Time Series Analysis, Paper Presented at the ASCE Spring Meeting, Portland, Oregon.
14. Valencia, D., and J.C. Schaake Jr. (1973), Disaggregation Processes in Stochastic Hydrology, Water Resources Research, Vol 9, No. 3, pp 580-585.
15. Yevjevich, V. (1964), Fluctuations of Wet and Dry Years, Part II, Analysis by Serial Correlation, Hydrology Paper 4, Colorado State University, Fort Collins, Colorado.

ภาคผนวก

โครงสร้างของ LAST PACKAGE

LAST ย่อมาจาก Lane Applied Stochastic Techniques ซึ่ง
 Dr. William Lane แห่ง United States Bureau of Reclamation (USBR)
 เป็นผู้เริ่มพัฒนาขึ้นมาใช้กับ Main Frame CDC Cyber Computer ตั้งแต่ปี 1977
 และได้เริ่มพัฒนาใช้กับ Micro Computer ตั้งแต่ปี 1988

โครงสร้างของ LAST ประกอบด้วยโปรแกรมซึ่งเขียนด้วยภาษา FORTRAN
 ต่าง ๆ ดังนี้

BEGIN.FOR	Parameter File Creation Program
CORREL.FOR	Correlation Program
KEYPAR.FOR	Key Station Parameter Estimation
DISPAR.FOR	Key/Sub Station Parameter Estimation
SEAPAR.FOR	seasonal Paramater Estimation
TRNPAR.FOR	Transformation Parameter Estimation
FLWGEN.FOR	Generation Program
TERMPL.FOR	Terminal Plotting Program

รายละเอียดของ LAST Package คว้าได้จาก LAST'S USER MANUAL

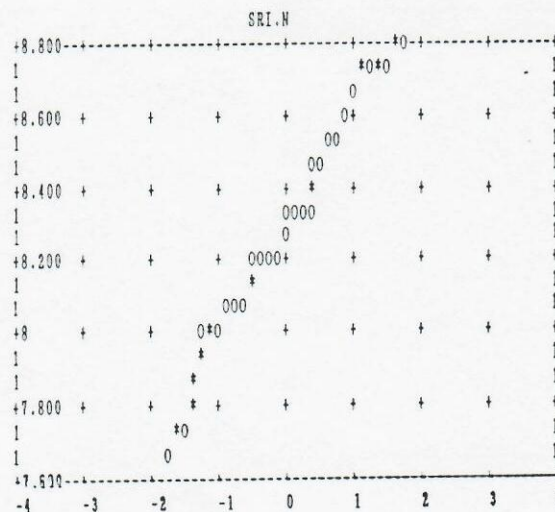
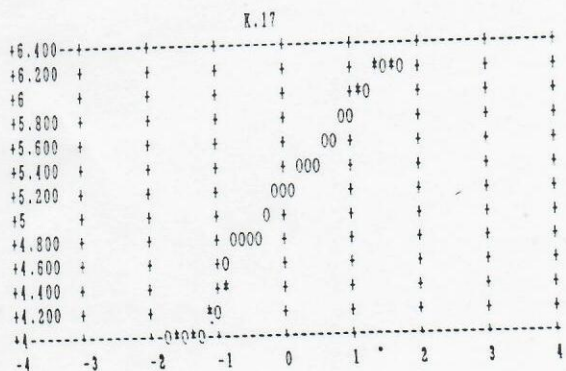
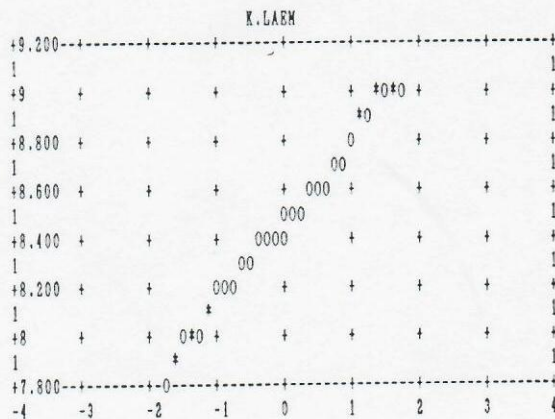
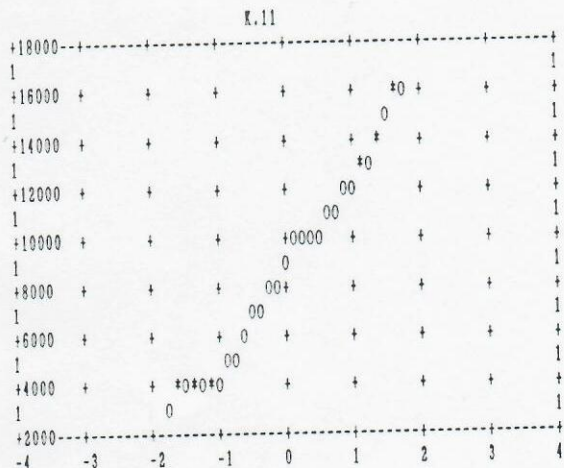
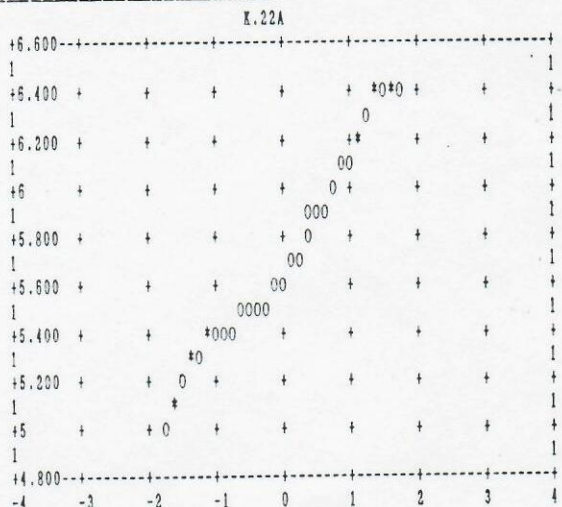
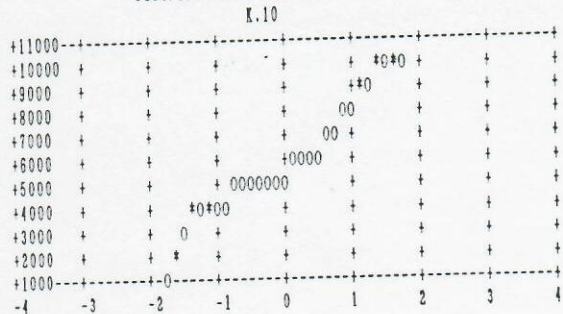
(Lane, W.L and D.K. Frevert, 1990)

ภาคผนวกที่ 2

Normal Probability Plot

ของข้อมูลปริมาณการไหลของน้ำรายปีและรายเดือนที่แปลงด้วย Natural Log

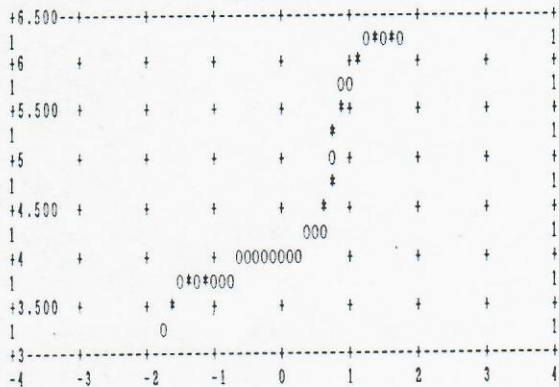
NORMAL PROBABILITY PAPER
X-AXIS= STANDARD DEVIATIONS
Y-AXIS= VARIABLE VALUE
DISTRIBUTION OF ANNUAL VALUES



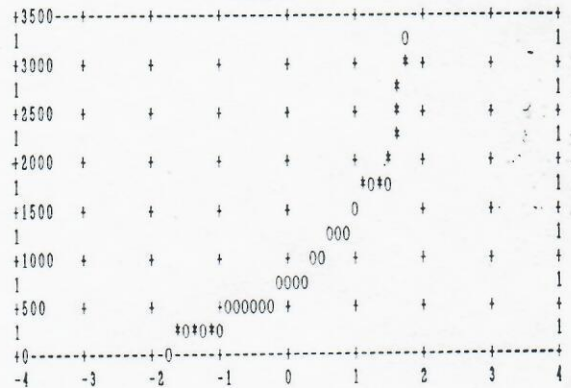
NORMAL PROBABILITY PAPER
 X-AXIS- STANDARD DEVIATIONS
 Y-AXIS- VARIABLE VALUE
 DISTRIBUTION OF SEASONAL VALUES

X.10

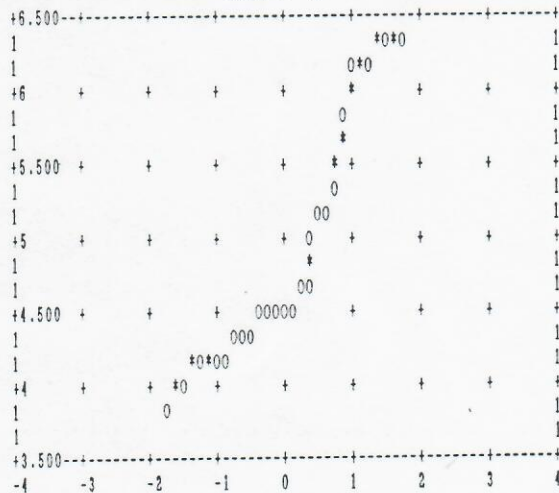
MONTH = 1



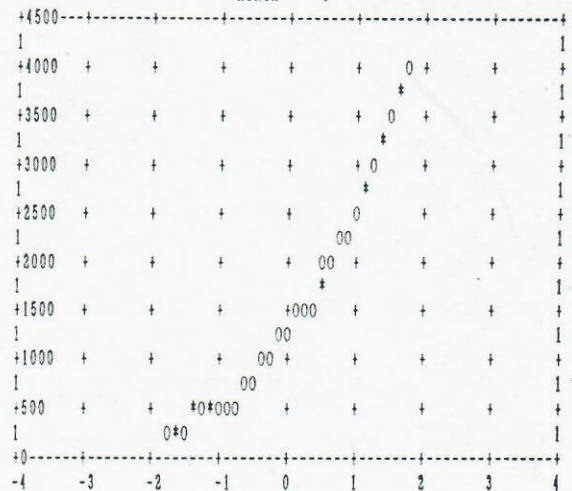
MONTH = 4



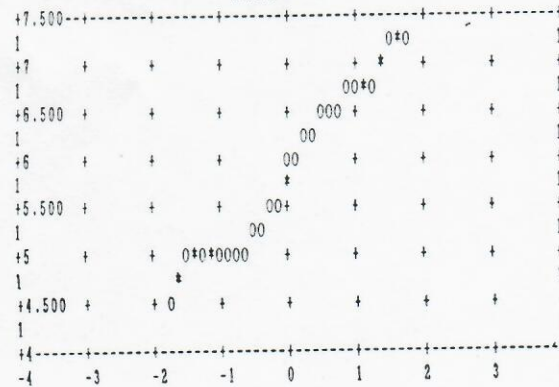
MONTH = 2



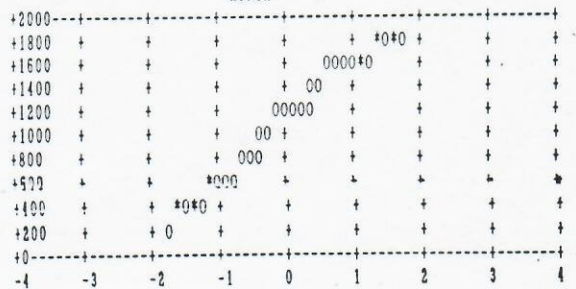
MONTH = 5

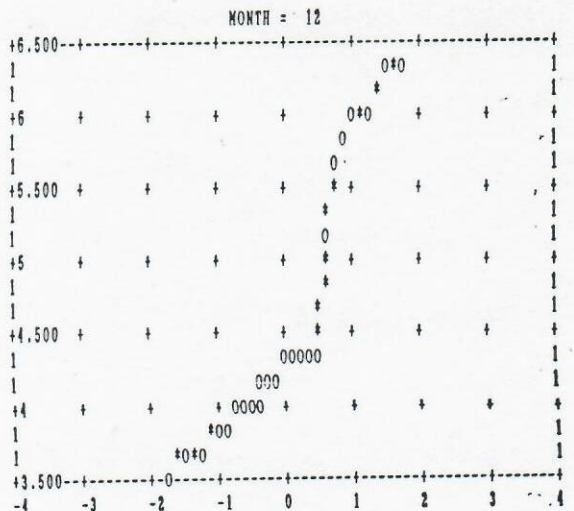
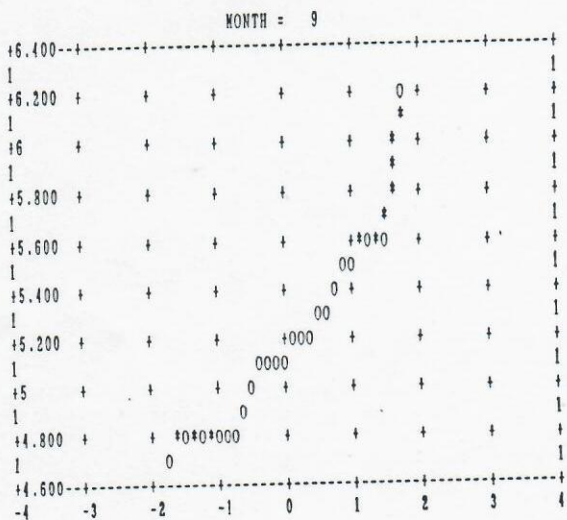
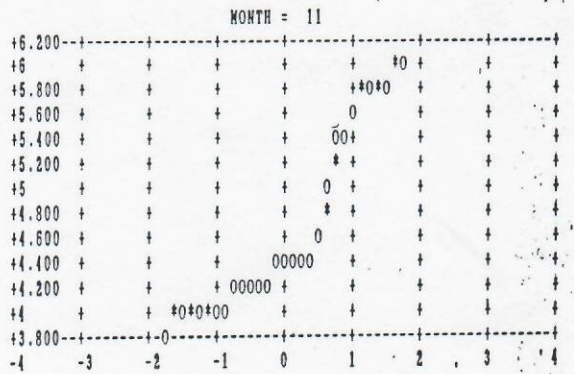
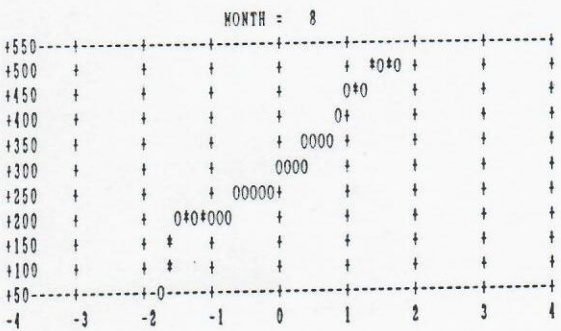
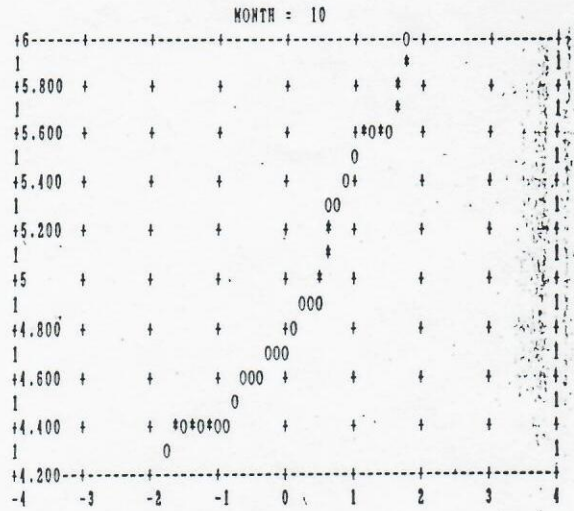
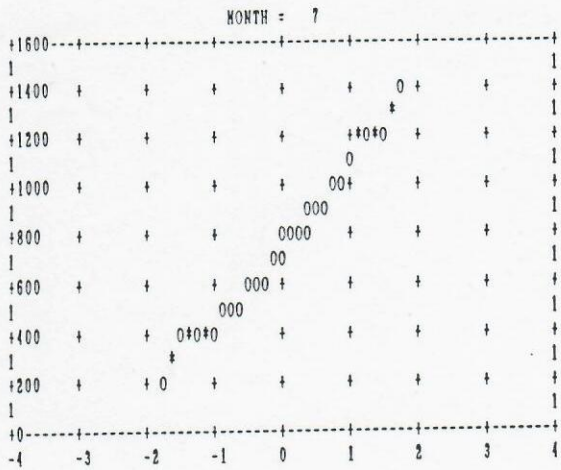


MONTH = 3



MONTH = 6

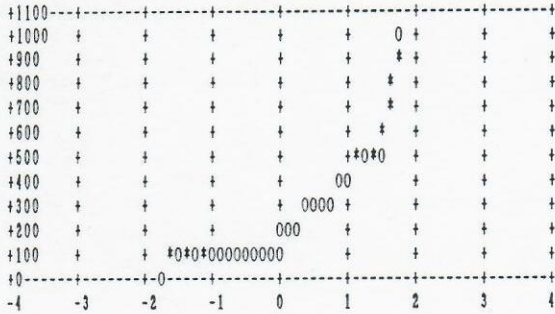




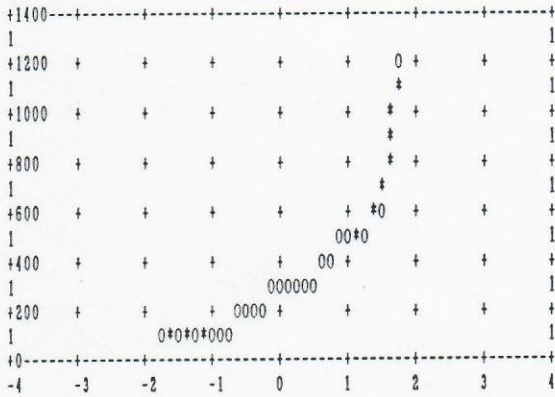
NORMAL PROBABILITY PAPER
 X-AXIS= STANDARD DEVIATIONS
 Y-AXIS= VARIABLE VALUE
 DISTRIBUTION OF SEASONAL VALUES

K.11

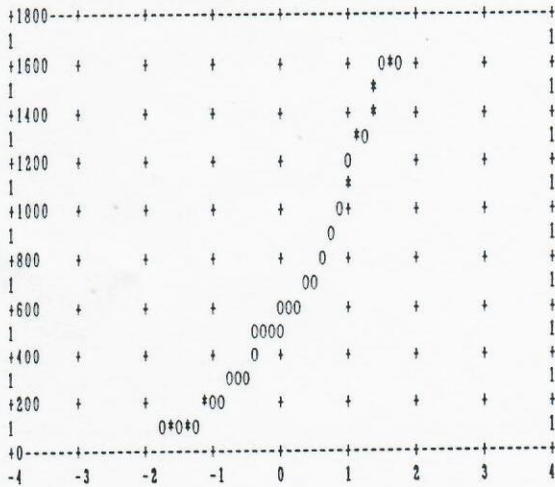
MONTH = 1



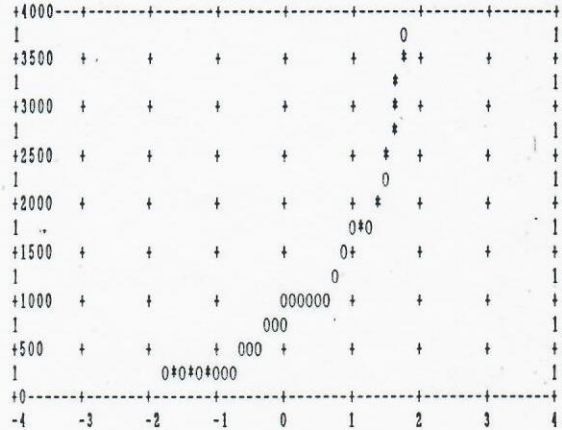
MONTH = 2



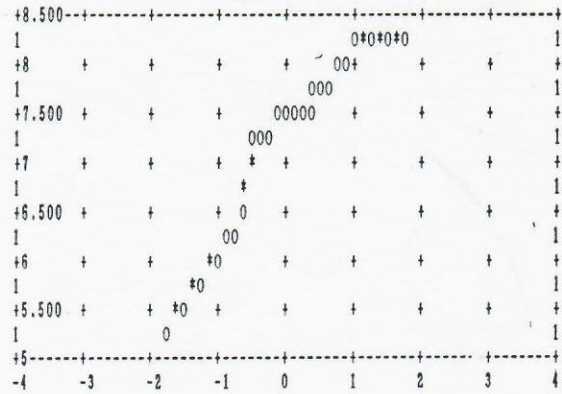
MONTH = 3



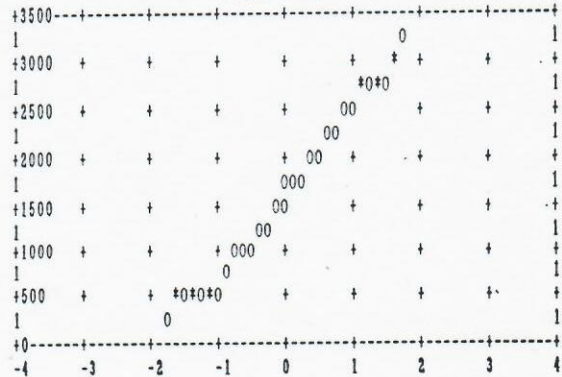
MONTH = 4



MONTH = 5



MONTH = 6



MONTH = 7

+3500	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1						0			1
+3000	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1						+			1
+2500	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1						+			1
+2000	+	+	+	+	00				+
1					0000				1
+1500	+	+	+	0000					+
1				0000					1
+1000	+	+	+	000					+
1				0					1
+500	+	+	+	00					+
1				0+0+0					1
+0	+	+	+	+	+	+	+	+	+
-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	

MONTH = 10

+600	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1						0+0			1
+500	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1						+			1
+450	+	+	+	+	000+0				+
1					+				1
+400	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1						00			1
+350	+	+	+	+	+	00			+
1						0000			1
+300	+	+	+	+	0000				+
1					000+				1
+250	+	+	+	+	0000				+
1					+				1
+200	+	+	+	+	0000				+
1					+				1
+150	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1					+				1
+100	+	+	+	+	0+0+0				+
1					+				1
+50	+	+	+	+	+	+	+	+	+
-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	

MONTH = 8

+1600	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1						0+0			1
+1400	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1						+			1
+1200	+	+	+	+	0+0				+
1					00				1
+1000	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1					0				1
+800	+	+	+	+	0				+
1					000				1
+600	+	+	+	+	0				+
1					000				1
+400	+	+	+	+	0				+
1					000				1
+200	+	+	+	+	0+0+0				+
1					0+0				1
+0	+	+	+	+	+	+	+	+	+
-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	

MONTH = 11

+400	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1						0+0			1
+350	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1						+			1
+300	+	+	+	+	+	0			+
1						00			1
+250	+	+	+	+	+	00			+
1						0			1
+200	+	+	+	+	+	000			+
1						0000			1
+150	+	+	+	+	+	0000			+
1						+			1
+100	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1						+			1
+50	+	+	+	+	+	0+0			+
1						+			1
+0	+	+	+	+	+	+	+	+	+
-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	

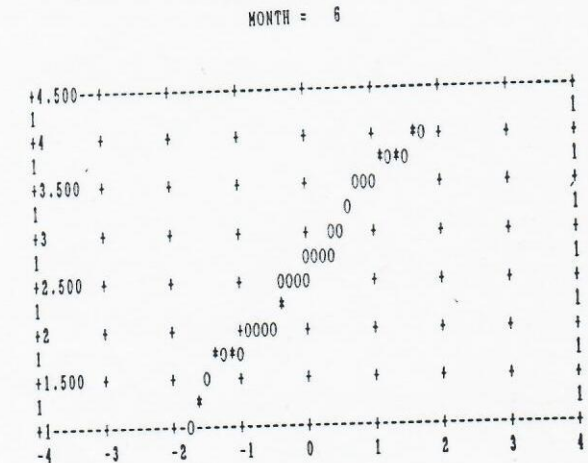
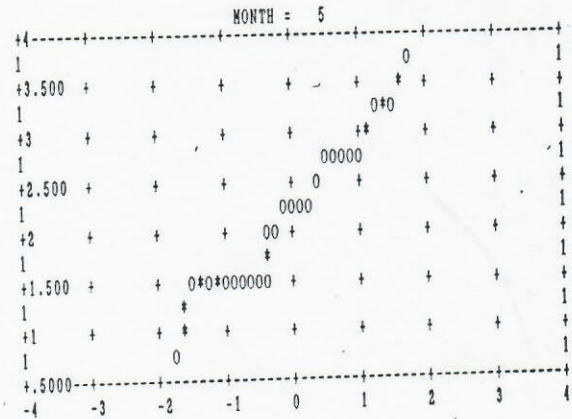
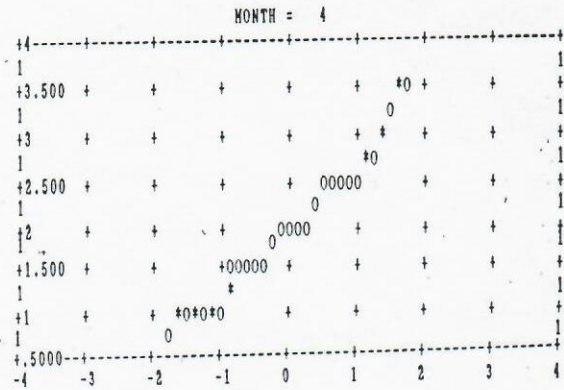
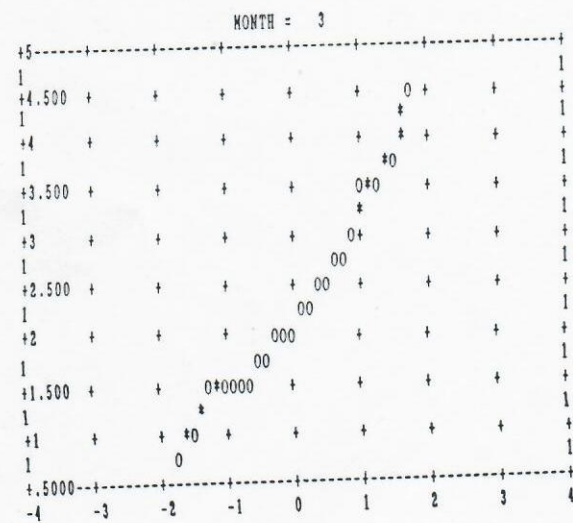
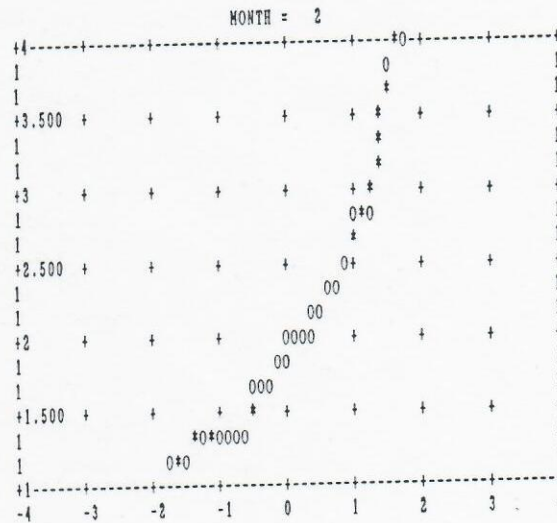
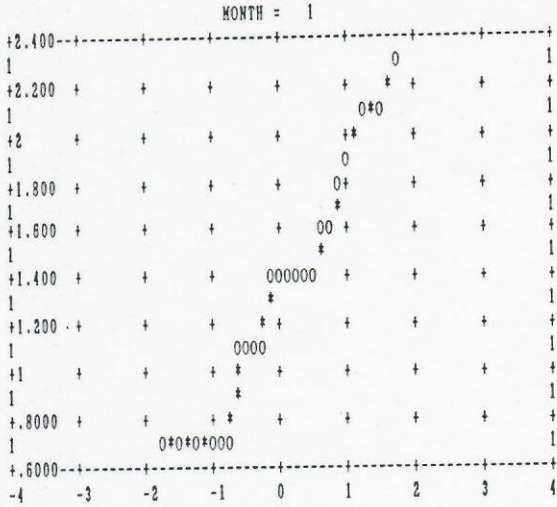
MONTH = 9

+800	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1						0			1
+700	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1						0+0+0			1
+600	+	+	+	+	+	0+			+
1						00			1
+500	+	+	+	+	+	0			+
1						+			1
+400	+	+	+	+	+	000			+
1						000			1
+300	+	+	+	+	+	000			+
1						00			1
+200	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1						0+0+0			1
+100	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1						0			1
+0	+	+	+	+	+	+	+	+	+
-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	

MONTH = 12

+700	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1						+			1
+600	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1						0+0			1
+500	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1						00			1
+400	+	+	+	+	+	000			+
1						+			1
+300	+	+	+	+	+	0			+
1						0			1
+200	+	+	+	+	+	000			+
1						0000			1
+100	+	+	+	+	+	0+0000			+
1						0+0			1
+0	+	+	+	+	+	+	+	+	+
-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	

NORMAL PROBABILITY PAPER
 X-AXIS= STANDARD DEVIATIONS
 Y-AXIS= VARIABLE VALUE
 DISTRIBUTION OF SEASONAL VALUES
 K.17



MONTH = 7

+5.500	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1									1
+5	+	+	+	+	0*0	+	+	+	+
1					00				1
+4.500	+	+	+	+	0	+	+	+	+
1					00				1
+4	+	+	+	+	000	+	+	+	+
1					0				1
+3.500	+	+	+	+	00000+	+	+	+	+
1					00				1
+3	+	+	+	+	0	+	+	+	+
1					0*0				1
+2.500	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1									1
+2									
-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	

MONTH = 10

+2.800	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1									1
+2.600	+	+	+	+	+	0	+	+	+
1						00*0			1
+2.400	+	+	+	+	+	0	+	+	+
1						0			1
+2.200	+	+	+	+	+	00	+	+	+
1						00			1
+2	+	+	+	+	+	00	+	+	+
1						0			1
+1.800	+	+	+	+	+	00000	+	+	+
1						00000			1
+1.600	+	+	+	+	+	00	+	+	+
1						00			1
+1.400	+	+	+	+	+	0	+	+	+
1						0*0000			1
+1.200	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1						0*0000			1
+1	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1						0*0000			1
+0.8000	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1						0*0			1
+0.6000	+	+	+	+	+	+	+	+	+
-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	

MONTH = 8

+5.500	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1									1
+5	+	+	+	+	+	0*0*0	+	+	+
1						0000			1
+4.500	+	+	+	+	+	00	+	+	+
1						00			1
+4	+	+	+	+	+	0000	+	+	+
1						0000			1
+3.500	+	+	+	+	+	0000	+	+	+
1						0000			1
+3	+	+	+	+	+	0000	+	+	+
1						0000			1
+2.500	+	+	+	+	+	00	+	+	+
1						0*0*0			1
+2	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1						0*0*0			1
+1.500	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1						+	+	+	1
+1	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1						+	+	+	1
+0.5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+
-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	

MONTH = 11

+2.600	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1									1
+2.400	+	+	+	+	+	+	0	+	+
1							0		1
+2.200	+	+	+	+	+	+	0	+	+
1							0		1
+2	+	+	+	+	+	+	0	+	+
1							0		1
+1.800	+	+	+	+	+	+	0	+	+
1							0		1
+1.600	+	+	+	+	+	+	0	+	+
1							0		1
+1.400	+	+	+	+	+	+	0000	+	+
1							0000		1
+1.200	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1							+	+	1
+1	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1							0000000		1
+0.8000	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1							+	+	1
+0.6000	+	+	+	+	+	+	+	+	+
-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	

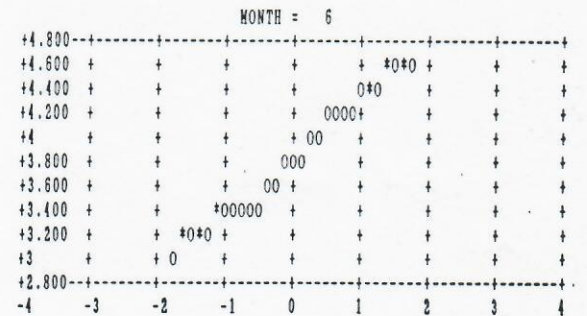
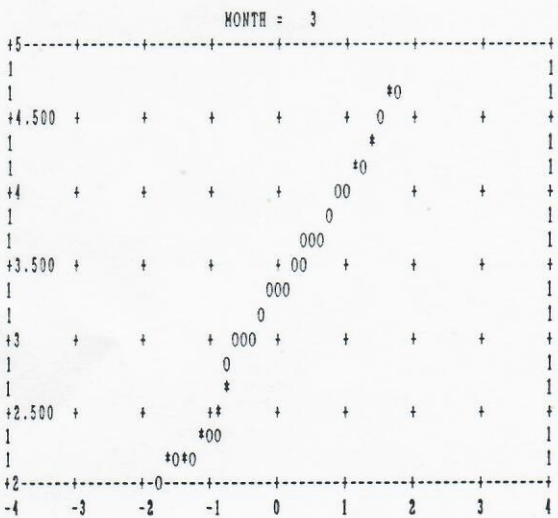
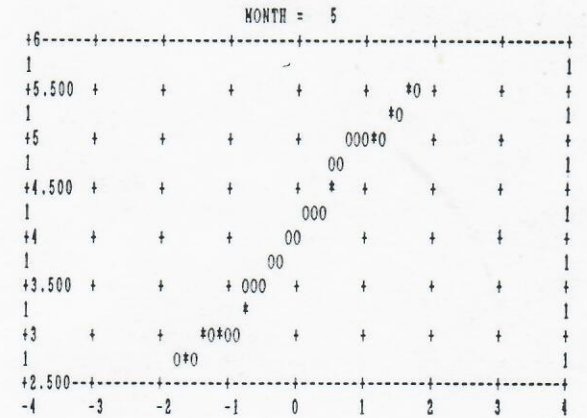
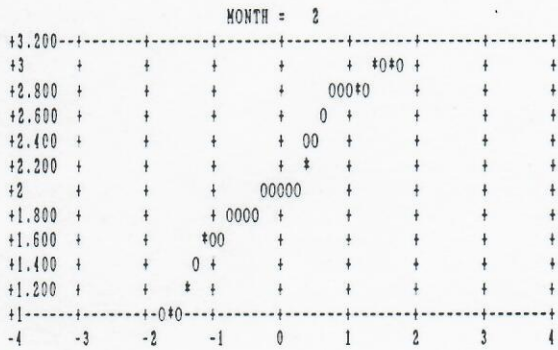
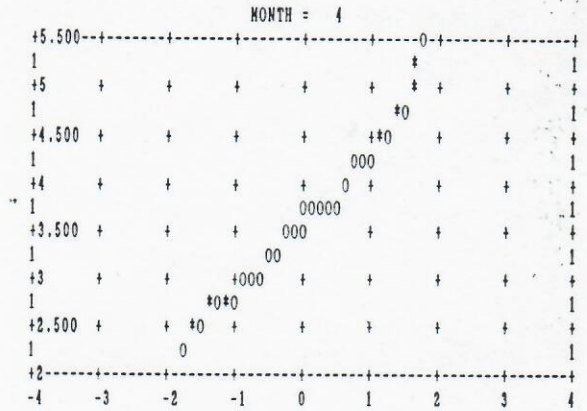
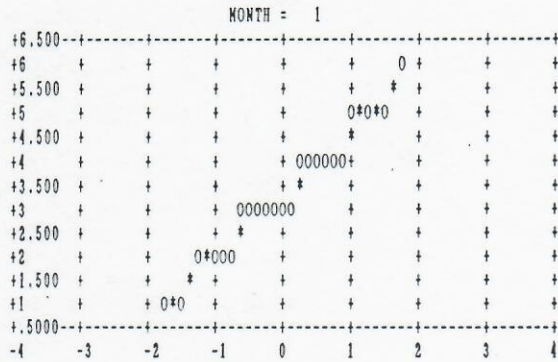
MONTH = 9

+4.500	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1									1
+4	+	+	+	+	+	+	0	+	+
1							+		1
+3.500	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1							+		1
+3	+	+	+	+	+	+	0*0	+	+
1							00		1
+2.500	+	+	+	+	+	+	00	+	+
1							00		1
+2	+	+	+	+	+	+	00	+	+
1							00		1
+1.500	+	+	+	+	+	+	0*000	+	+
1							+		1
+1	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1							+		1
+0.5000	+	+	+	+	+	+	+	+	+
-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	

MONTH = 12

+2.600	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1									1
+2.400	+	+	+	+	+	+	+	0	+
1								0	1
+2.200	+	+	+	+	+	+	+	0	+
1								0	1
+2	+	+	+	+	+	+	+	0	+
1								0	1
+1.800	+	+	+	+	+	+	+	0	+
1								0	1
+1.600	+	+	+	+	+	+	+	00000+	+
1								00000+	1
+1.400	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1								+	1
+1.200	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1								+	1
+1	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1								0000	1
+0.8000	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1								+	1
+0.6000	+	+	+	+	+	+	+	+	+
-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	

NORMAL PROBABILITY PAPER
 X-AXIS: STANDARD DEVIATIONS
 Y-AXIS: VARIABLE VALUE
 DISTRIBUTION OF SEASONAL VALUES
 K.22A



MONTH = 7

+5	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+4.800	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+4.600	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+4.400	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+4.200	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+4	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+3.800	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+3.600	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+3.400	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+3.200	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+3	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+2.800	+	+	+	+	+	+	+	+	+
-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	

MONTH = 10

+2.600	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+2.500	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+2.400	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+2.300	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+2.200	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+2.100	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+2	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+1.900	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+1.800	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+1.700	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+1.600	+	+	+	+	+	+	+	+	+
-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	

MONTH = 8

+5	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1									1
+4.500	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1									1
+4	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1									1
+3.500	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1									1
+3	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1									1
+2.500	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1									1
+2	+	+	+	+	+	+	+	+	+
-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	

MONTH = 11

+2.400	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+2.300	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+2.200	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+2.100	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+2	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+1.900	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+1.800	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+1.700	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+1.600	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+1.500	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+1.400	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+1.300	+	+	+	+	+	+	+	+	+
-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	

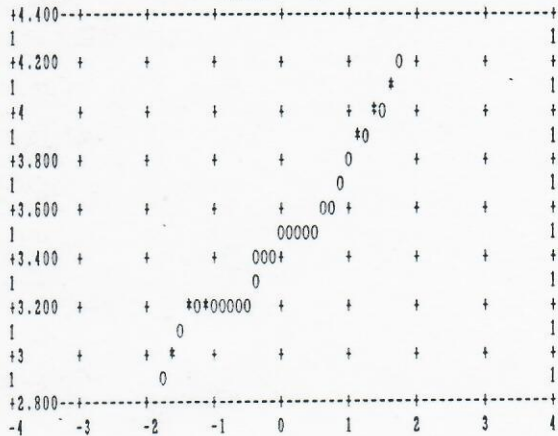
MONTH = 9

+3.600	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1									1
+3.400	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1									1
+3.200	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1									1
+3	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1									1
+2.800	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1									1
+2.600	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1									1
+2.400	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1									1
+2.200	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1									1
+2	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1									1
+1.800	+	+	+	+	+	+	+	+	+
-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	

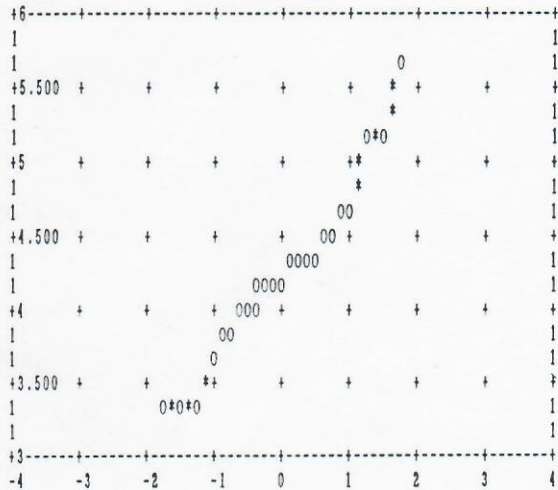
MONTH = 12

+9	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1									1
+8	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1									1
+7	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1									1
+6	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1									1
+5	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1									1
+4	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1									1
+3	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1									1
+2	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1									1
+1	+	+	+	+	+	+	+	+	+
-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	

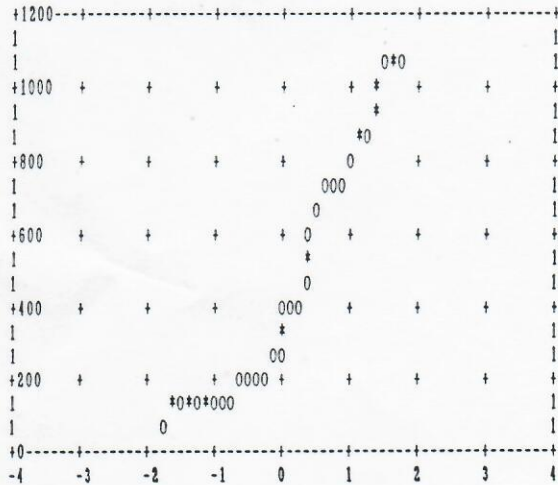
NORMAL PROBABILITY PAPER
 X-AXIS= STANDARD DEVIATIONS
 Y-AXIS= VARIABLE VALUE
 DISTRIBUTION OF SEASONAL VALUES
 K.LAEM
 MONTH = 1



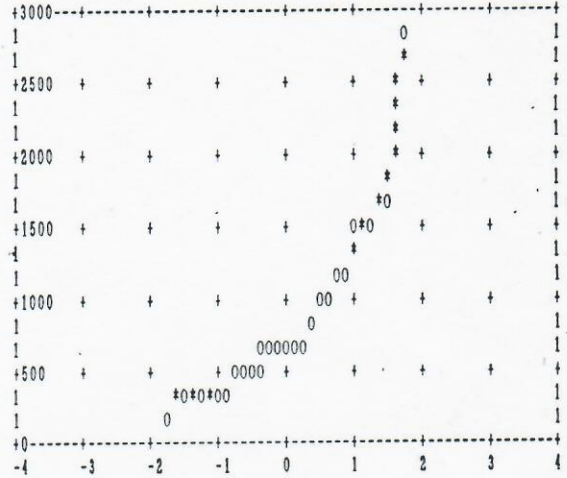
MONTH = 2



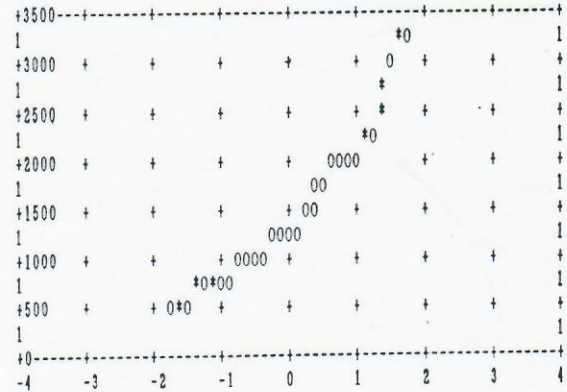
MONTH = 3



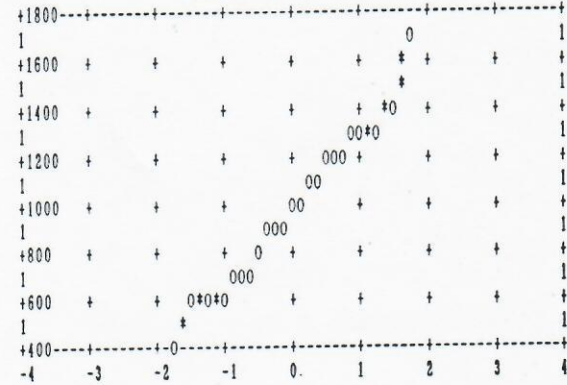
MONTH = 4

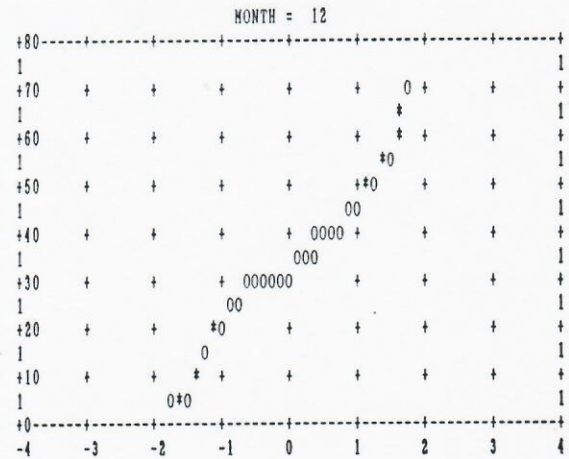
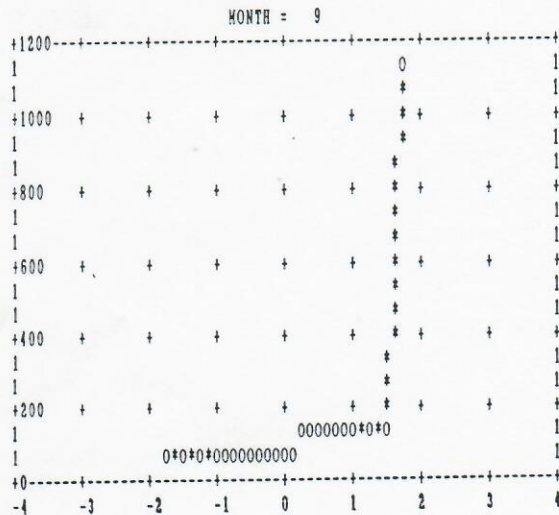
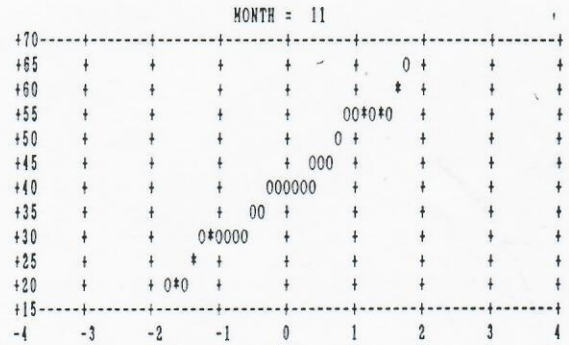
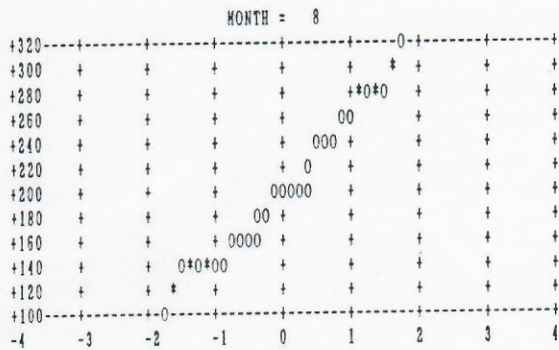
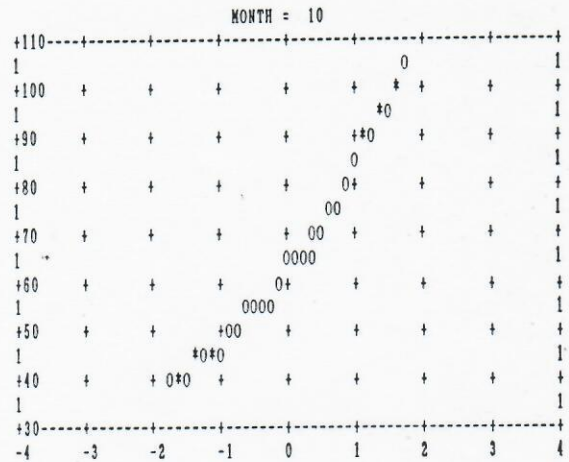
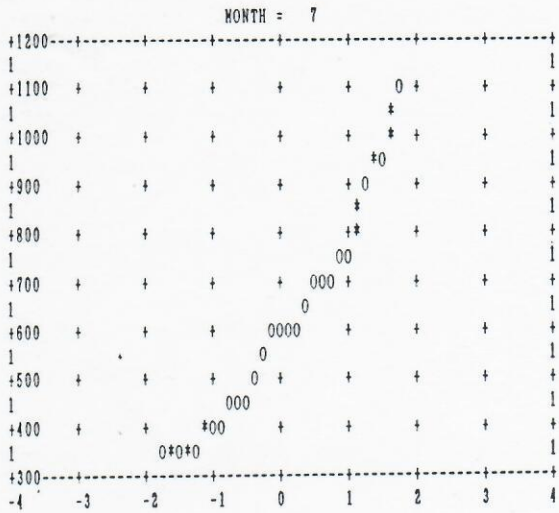


MONTH = 5

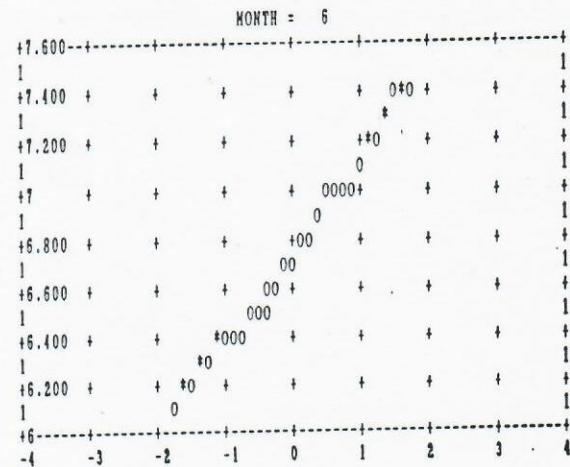
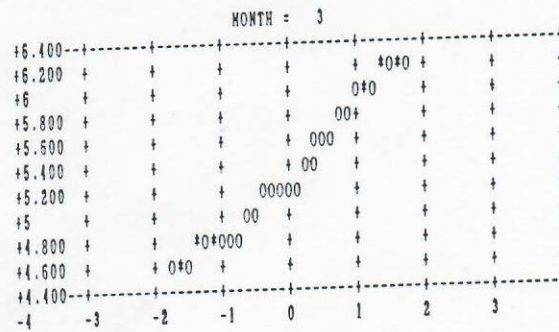
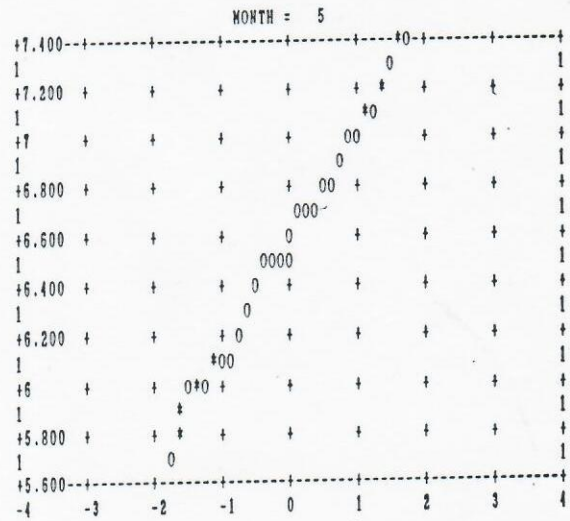
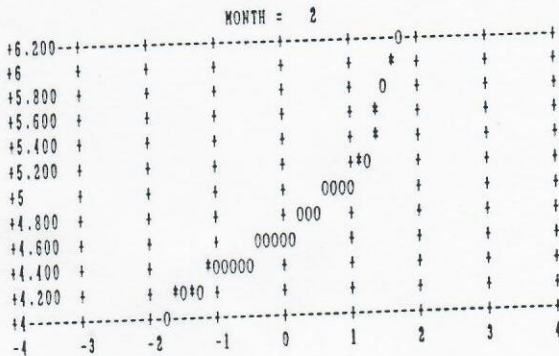
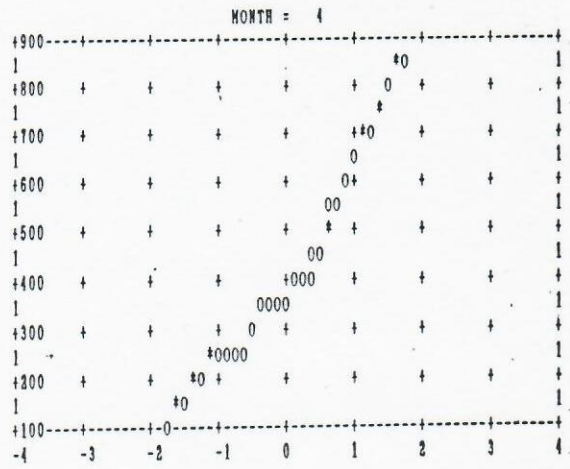
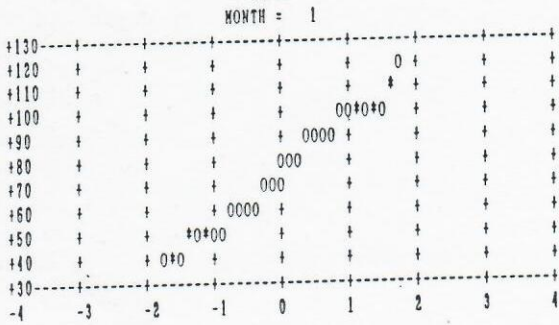


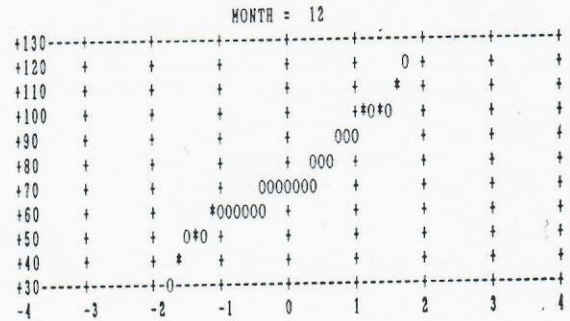
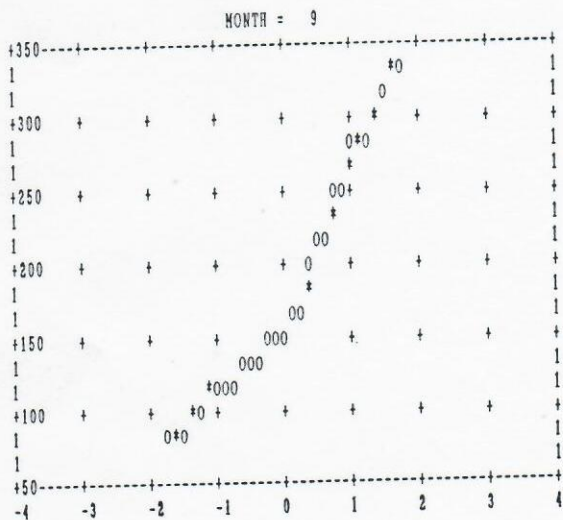
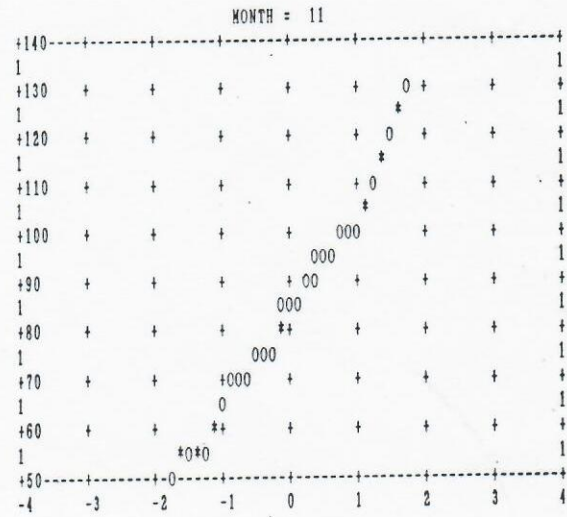
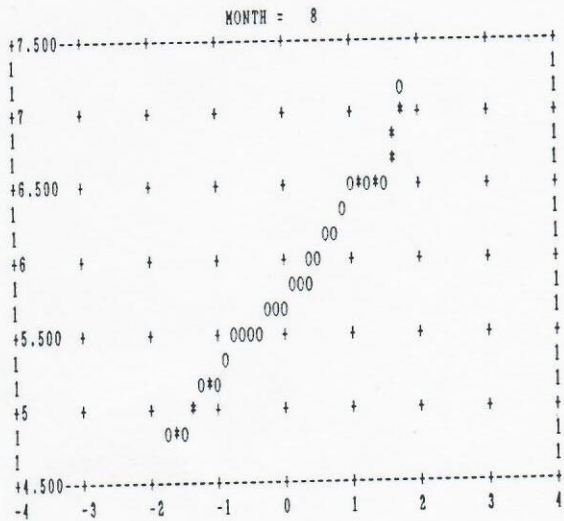
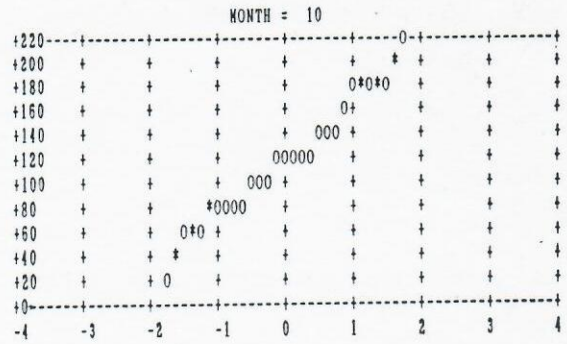
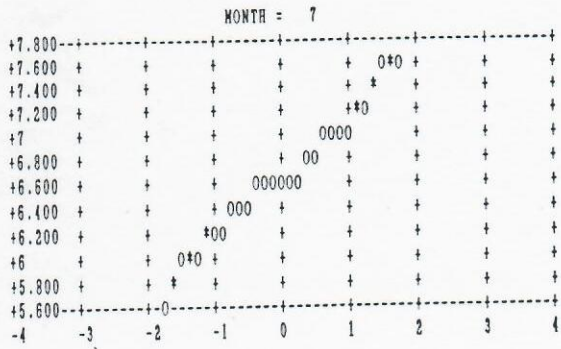
MONTH = 6





NORMAL PROBABILITY PAPER
 X-AXIS= STANDARD DEVIATIONS
 Y-AXIS= VARIABLE VALUE
 DISTRIBUTION OF SEASONAL VALUES
 SRI.N





---NORMAL COMPLETION---
 RUN STARTED 20:59:38
 RUN COMPLETED 21:00:57
 ELAPSED SECONDS 79.9
 NORMAL EXIT

TOTAL ELAPSED TIME= 1.327 MINUTES

Lag Zero และ Lag One Seasonal Correlationsและ Annual-Seasonal Correlations

ตารางที่ 3.1 Lag Zero และ Lag One Seasonal Correlations ของเดือน
ต่าง ๆ (เดือนหรือ Season ที่ 1 คือเมษายน)

LAG ZERO CORRELATION MATRIX, SEASON 1

1.000	.5158	.2536	-.1364E-01	-.2649E-02	.2747E-01
.5158	1.000	.4291	.3495	.2402	.4031
.2536	.4291	1.000	.3295	.3416	.3420
-.1364E-01	.3495	.3295	1.000	.2013	.3638
-.2649E-02	.2402	.3416	.2013	1.000	.5900
.2747E-01	.4031	.3420	.3638	.5900	1.000

LAG ONE CORRELATION MATRIX, SEASON 1

.7966	.5052	.3642	.2492E-01	-.2775	-.2382E-01
.5159	.7083	.4350	.3386	.1775	-.1477
.3742	.1528	.4946	.7490E-01	-.1185	-.1161
.1604	.2764	.8416E-01	.4417	-.5270E-01	-.2325
.2107E-01	.7766E-01	-.9049E-01	.1126	-.6733E-01	-.7102E-01
.7385E-01	.2208	-.1221	.2044	.2528	.1781

LAG ZERO CORRELATION MATRIX, SEASON 2

1.000	.5334	.4942	.2992	.5007	.5314
.5334	1.000	.6619	.2000	.2886	.6267
.4942	.6619	1.000	.5255	.7120	.7762
.2992	.2000	.5255	1.000	.6197	.4985
.5007	.2886	.7120	.6197	1.000	.7205
.5314	.6267	.7762	.4985	.7205	1.000

LAG ONE CORRELATION MATRIX, SEASON 2

.9198	.3765	.2434	.4314E-01	-.1492	-.2073E-01
.6245	.9305	.3767	.2916	.2136	.3736
.4939	.5072	.4656	.2968	.5068	.4888
.1057	.3979E-01	.2796	.6261	.1724	.1654
.3542	.6846E-01	.3539	.1377	.3522	.7421E-01
.4416	.4165	.2106	.3214	.2306	.3495

LAG ZERO CORRELATION MATRIX, SEASON 3

1.000	.7909	.4974	.5924	.6042	.6117
.7909	1.000	.4650	.4919	.4541	.4207
.4974	.4650	1.000	.6895	.6337	.7770
.5924	.4919	.6895	1.000	.8917	.7472
.6042	.4541	.6337	.8917	1.000	.8026
.6117	.4207	.7770	.7472	.8026	1.000

LAG ONE CORRELATION MATRIX, SEASON 3

.3945	.2264	.2381	.1288	.3870	.2781
.3856	.5218	.2531	-.1869E-02	.3341	.3721
.2532	.2684	.4684	.1311	.3596	.3636
-.2970E-03	.6091E-01	.1690	-.1016	.2093	.5837E-01
-.7442E-01	.2829E-01	.1525	-.1185	.2174	.1929E-01
.4075E-01	.1428	.3391	.5786E-01	.3112	.3422

ตารางที่ พ 3.1 (ต่อ)

LAG ZERO CORRELATION MATRIX, SEASON 4

1.000	.8678	.3070	.6872	.9548	.8377
.8678	1.000	.2873	.7689	.8178	.7353
.3070	.2873	1.000	.5547	.4510	.6122
.6872	.7689	.5547	1.000	.7003	.7079
.9548	.8178	.4510	.7003	1.000	.9142
.8377	.7353	.6122	.7079	.9142	1.000

LAG ONE CORRELATION MATRIX, SEASON 4

.4695	.1982	-.3685E-01	.3519	.4312	.2271
.3965	.3539	-.4912E-01	.3408	.3297	.9353E-01
.3053	.1911	.5148	.6193	.6786	.5573
.3729	.2605	.5264E-01	.3935	.4626	.2032
.4670	.1912	.3486E-01	.4590	.5566	.3127
.4872	.2344	.1927	.5963	.6820	.5253

LAG ZERO CORRELATION MATRIX, SEASON 5

1.000	.8089	.7278	.6092	.8778	.8504
.8089	1.000	.5137	.2952	.5380	.6619
.7278	.5137	1.000	.7091	.8349	.8232
.6092	.2952	.7091	1.000	.6906	.6224
.8778	.5380	.8349	.6906	1.000	.9037
.8504	.6619	.8232	.6224	.9037	1.000

LAG ONE CORRELATION MATRIX, SEASON 5

.4618	.4130	-.3019E-01	.3186	.3123	.3069
.5459	.5194	-.1818	.2630	.4200	.3887
.3245	.3107	.3844	.3266	.2791	.3712
.3622	.4071	.4302	.6626	.3089	.3887
.3306	.2798	.2835	.3439	.2849	.3587
.4685	.4055	.3237	.3558	.4038	.4974

LAG ZERO CORRELATION MATRIX, SEASON 6

1.000	.7880	-.3611E-01	.5431	.7692	.5323
.7880	1.000	.1635	.3709	.5756	.5376
-.3611E-01	.1635	1.000	.1455	-.2200	.3004
.5431	.3709	.1455	1.000	.4359	.6659
.7692	.5756	-.2200	.4359	1.000	.5066
.5323	.5376	.3004	.6659	.5066	1.000

LAG ONE CORRELATION MATRIX, SEASON 6

.5826	.6600	.2449	.2188	.4238	.5470
.4806	.7443	.2411	.1128	.2711	.4760
.5229E-01	.6523E-01	.4138	.2705	.1176	.1933
.3492	.2043	.2546	.6580	.3590	.3530
.2589	.2719	.9108E-02	.2973E-01	.2877	.3085
.3519	.2567	.4143	.5405	.4450	.5480

ตารางที่ พ 3.1 (ต่อ)

LAG ZERO CORRELATION MATRIX, SEASON 7

1.000	.6879	.1764	.4134	.7170	.5795
.6879	1.000	.5348	.5115	.4650	.6215
.1764	.5348	1.000	.4168	.1612	.3833
.4134	.5115	.4168	1.000	.3253	.3023
.7170	.4650	.1612	.3253	1.000	.7845
.5795	.6215	.3833	.3023	.7845	1.000

LAG ONE CORRELATION MATRIX, SEASON 7

.4169	.4228	.2674	.1624	.1438E-01	.2970
.3136	.6593	.4900	.6366E-01	-.2480E-01	.3757
.2938E-01	.1810	.6464	.1258E-01	-.2036	.2582
.3829	.3829	.2196	-.1764	.3049	.2574
-.2468E-01	.7271E-01	.3039	.5341E-01	-.8676E-01	.3664
-.5991E-01	.1240	.4238	.1149	-.1907	.5133

LAG ZERO CORRELATION MATRIX, SEASON 8

1.000	.7343	.4724	.8474E-01	.6915	.6485
.7343	1.000	.6268	.1798	.7652	.7478
.4724	.6268	1.000	.1728	.5145	.6616
.8474E-01	.1798	.1728	1.000	.1004	.6272E-01
.6915	.7652	.5145	.1004	1.000	.8699
.6485	.7478	.6616	.6272E-01	.8699	1.000

LAG ONE CORRELATION MATRIX, SEASON 8

.5448	.4948	.1315	.1400	.3541	.3642
.4430	.6906	.2333	.1200	.2629	.3549
.3211	.4533	.5178	.2455	.2410	.4337
.2176	.3579	.2496	.9166	.1255	.3834E-01
.5813	.6015	.2793	.1555	.6218	.6829
.4345	.5075	.2444	.1197	.4719	.6909

LAG ZERO CORRELATION MATRIX, SEASON 9

1.000	.5649	.2689	-.2391E-02	.9937E-01	.2677
.5649	1.000	.6634	.1442	-.4374E-01	.6213
.2689	.6634	1.000	.1825	.1966	.6570
-.2391E-02	.1442	.1825	1.000	.2656	.2264
.9937E-01	-.4374E-01	.1966	.2656	1.000	.5191
.2677	.6213	.6570	.2264	.5191	1.000

LAG ONE CORRELATION MATRIX, SEASON 9

.3861	.1236	.2151	-.4991E-01	.1744	.2545
.4236	.5707	.4760	.1086	.4324	.4926
.2885	.5005	.7820	.1415	.4130	.5452
.1482	.2229	.1490	.9431	.1958	.1852
.4350	.2793	.2892	.1250	.3976	.5702
.5428	.6909	.5896	.1093	.7977	.8992

ตารางที่ พ 3.1 (ต่อ)

LAG ZERO CORRELATION MATRIX, SEASON 7

1.000	.6879	.1764	.4134	.7170	.5795
.6879	1.000	.5348	.5115	.4650	.6215
.1764	.5348	1.000	.4168	.1612	.3833
.4134	.5115	.4168	1.000	.3253	.3023
.7170	.4650	.1612	.3253	1.000	.7845
.5795	.6215	.3833	.3023	.7845	1.000

LAG ONE CORRELATION MATRIX, SEASON 7

.4169	.4228	.2674	.1624	.1438E-01	.2970
.3136	.6593	.4900	.6366E-01	-.2480E-01	.3757
.2938E-01	.1810	.6464	.1258E-01	-.2036	.2582
.3829	.3829	.2196	-.1764	.3049	.2574
-.2468E-01	.7271E-01	.3039	.5341E-01	-.8676E-01	.3664
-.5991E-01	.1240	.4238	.1149	-.1907	.5133

LAG ZERO CORRELATION MATRIX, SEASON 8

1.000	.7343	.4724	.8474E-01	.6915	.6485
.7343	1.000	.6268	.1798	.7652	.7478
.4724	.6268	1.000	.1728	.5145	.6616
.8474E-01	.1798	.1728	1.000	.1004	.6272E-01
.6915	.7652	.5145	.1004	1.000	.8699
.6485	.7478	.6616	.6272E-01	.8699	1.000

LAG ONE CORRELATION MATRIX, SEASON 8

.5448	.4948	.1315	.1400	.3541	.3642
.4430	.6906	.2333	.1200	.2629	.3549
.3211	.4533	.5178	.2455	.2410	.4337
.2176	.3579	.2496	.9166	.1255	.3834E-01
.5813	.6015	.2793	.1555	.6218	.6829
.4345	.5075	.2444	.1197	.4719	.6909

LAG ZERO CORRELATION MATRIX, SEASON 9

1.000	.5649	.2689	-.2391E-02	.9937E-01	.2677
.5649	1.000	.6634	.1442	-.4374E-01	.6213
.2689	.6634	1.000	.1825	.1966	.6570
-.2391E-02	.1442	.1825	1.000	.2656	.2264
.9937E-01	-.4374E-01	.1966	.2656	1.000	.5191
.2677	.6213	.6570	.2264	.5191	1.000

LAG ONE CORRELATION MATRIX, SEASON 9

.3861	.1236	.2151	-.4991E-01	.1744	.2545
.4236	.5707	.4760	.1086	.4324	.4926
.2885	.5005	.7820	.1415	.4130	.5452
.1482	.2229	.1490	.9431	.1958	.1852
.4350	.2793	.2892	.1250	.3976	.5702
.5428	.6909	.5896	.1093	.7977	.8992

ตารางที่ ผ 3.2 Lag Zero และ Lag One Annual Seasonal Correlations

ของเดือนต่าง ๆ (เดือนหรือ Season ที่ 1 คือ เมษายน)

LAG ZERO CORRELATION MATRIX, SEASON 1

-.1457	-.1633	.3900	.3766E-01	.1363	-.1986
-.1183	-.2587E-01	.3672	.7892E-01	.2258	-.1530
.2507E-01	.1875	.2288	-.1909	.3949	.1328
-.3218	-.2477	.4009	-.6265E-02	.4639	.1085
-.2964	-.2170	.3840	-.6507E-01	.4860	.1492
-.1889	-.3641E-01	.2163	-.1118E-01	.5929	.1890

LAG ONE CORRELATION MATRIX, SEASON 1

-.1417	-.3800	-.1781	-.3964	-.9215E-01	-.9800E-01
-.1887	-.3205	-.3548E-01	-.3147	.1218	-.1362
.2118	.1894	.3428E-01	-.1428	.3558	.2875
-.2206	-.2870	-.2419	-.2961	-.2326	-.6184E-01
-.2059	-.2423	-.3309	-.2507	-.2794	-.1909
-.1686	-.6435E-01	-.6816E-02	-.1797	-.8150E-01	.5595E-01

LAG ZERO CORRELATION MATRIX, SEASON 2

-.7165E-01	-.1967	-.6440E-02	.1451	.3453	-.9865E-01
-.7314E-01	.9226E-03	.5293E-01	.2700	.3555	.1348E-01
-.1567E-01	.3296	.3357	.4992E-01	.3016	.1964
-.2648	-.2744	.8799E-01	.1656	.3521	-.1158
-.2931	-.2704	.1665E-02	.8276E-01	.2117	-.2097
-.2022	.1784E-01	.1391	.1370	.3193	.7923E-01

LAG ONE CORRELATION MATRIX, SEASON 2

-.4595E-01	-.3842	-.1752	-.2650	-.2519E-01	-.3075E-01
-.1837	-.3583	-.1992	-.2951	-.6486E-01	-.1808
.2887E-01	.3641E-01	-.1304	-.4114	-.2728	-.2237
-.1544	-.3399	-.4054	-.3246	-.3731	-.1964
-.1499	-.2722	-.4102	-.2863	-.3920	-.2087
-.1854	-.2420	-.3752	-.4797	-.5016	-.4332

LAG ZERO CORRELATION MATRIX, SEASON 3

.6227	.4179	.1054	.3960	.4024	.2563
.5589	.5408	.7398E-01	.3549	.3563	.2622
.4475	.5440	.4456	.4488	.5663	.4503
.4792	.2392	.3680	.6444	.6731	.4901
.4720	.2322	.3746	.6969	.7125	.5232
.3840	.3604	.4428	.5943	.6511	.5870

LAG ONE CORRELATION MATRIX, SEASON 3

.2241	.1217	.1703	.2800	.3135	.2122
.4100	.2963	.1475	.4380	.4857	.3690
.1634	.1460	.9154E-01	.2864	.3309	.2710
.4613E-01	.2514E-01	.5204E-01	.1663	.2074	.1120
-.2408E-03	.6796E-01	-.3563E-01	.4207E-01	.1345	-.9299E-02
.1444	.1624	.6675E-01	.2222	.2535	.1028

ตารางที่ พ 3.2 (ต่อ)

LAG ZERO CORRELATION MATRIX, SEASON 4

.7383	.6553	.9957E-01	.5493	.6508	.6161
.6594	.7287	.7385E-01	.4142	.6044	.5657
.2956	.3001	.3521	.1532	.3335	.3937
.6666	.5227	.3487	.5257	.6682	.7010
.6468	.5397	.4441	.5128	.6758	.7330
.4351	.4331	.3661	.3273	.4301	.5814

LAG ONE CORRELATION MATRIX, SEASON 4

.2535	.2757	.7173E-01	.3057	.2615	.2815
.4591	.4666	.1457	.3481	.4674	.4911
.2045	.2935	.3102	.3440	.2735	.3190
.1059	.9492E-01	.8394E-01	.4952E-01	.1185	.7761E-01
.3634E-01	.3693E-01	.2119	-.6522E-01	.3670E-01	-.3388E-01
.1954	.1872	.5242E-01	.1899	.1758	.1337

LAG ZERO CORRELATION MATRIX, SEASON 5

.8244	.7736	.6887	.5938	.7047	.7568
.5982	.7471	.5316	.3333	.4348	.5855
.1355E-01	.2866E-01	.3075	.1732	.7902E-01	.2342
.7140	.5902	.7024	.6339	.7677	.8080
.7016	.5743	.7240	.6271	.8075	.8409
.4226	.3502	.5688	.5245	.4744	.5871

LAG ONE CORRELATION MATRIX, SEASON 5

-.6939E-02	.6314E-01	-.1682	.1753E-01	-.4669E-01	.4970E-01
.1677	.2922	.7115E-01	.2873E-01	.9838E-01	.2339
-.1042	-.1299	-.1350	-.2388E-01	-.5090E-01	-.5957E-01
-.2414	-.1592	-.4035	-.1898	-.2931	-.2425
-.2550	-.1609	-.4367	-.2733	-.3357	-.3047
.4613E-01	-.6319E-01	-.1150	.7499E-01	-.1149E-01	-.5010E-01

LAG ZERO CORRELATION MATRIX, SEASON 6

.6219	.6143	.2329	.5127	.2563	.5235
.4908	.8088	.4031	.2645	.1599	.4919
.2429E-01	.2175	.7985	.1568	-.1934	.4257
.6390	.5570	.3173	.6340	.4465	.7483
.5397	.5363	.3207	.5492	.4563	.7394
.2921	.4218	.5333	.3913	.5887E-01	.8019

LAG ONE CORRELATION MATRIX, SEASON 6

.1723	.1218	-.8599E-01	.2925	.1909	.1034
.2845	.4191	.2424	.2723	.2090	.2329
-.9445E-01	.6933E-01	.6673E-01	.2389	.6343E-01	.2394
-.6220E-01	-.3188E-01	-.1082	.9045E-01	.9989E-01	-.7614E-01
-.9698E-01	-.4953E-01	-.8694E-01	-.5664E-02	.2205E-01	-.1766
-.4000E-01	-.5051E-01	.2123E-01	.2055	.6540E-01	-.2343E-01

ตารางที่ พ 3.2 (ต่อ)

LAG ZERO CORRELATION MATRIX, SEASON 7

.5429	.4344	.1509	.3044	.1507	.1382
.4814	.7480	.3540	.3254	.1459	.3082
.2108	.5313	.8359	.3484	.2216	.5045
.3953	.3627	.2255	.4096	.1822	.2239
.3105	.2946	.1385	.3362	.2061	.2010
.5350	.6161	.4289	.3697	.5558	.7834

LAG ONE CORRELATION MATRIX, SEASON 7

-.2107	-.1439	.5461E-01	-.3673E-01	-.3044	-.2776
-.2797E-01	.2440	.2658	.1390	-.2741	-.6622E-01
-.2716	-.3036E-01	.5099E-01	-.1883	-.1468	.1310
-.1908	-.1788	-.9226E-01	-.7988E-01	-.1760	-.1737
-.1352	-.1197	.9822E-02	-.3354E-01	-.1410	-.1183
-.1255	-.1184	-.5494E-01	-.2140	-.2559	-.1065

LAG ZERO CORRELATION MATRIX, SEASON 8

.6018	.4302	.3268	.2588	.3853	.3249
.5814	.7387	.4866	.2958	.5249	.5006
.2818	.4461	.8009	.2262	.4662	.5589
.4177	.3126	.2647	.3745	.4466	.3725
.3183	.3050	.1914	.3412	.4124	.3558
.4449	.4953	.5122	.2076	.7463	.7803

LAG ONE CORRELATION MATRIX, SEASON 8

-.3388E-01	-.3981E-01	.4030E-01	-.9284E-02	-.1705	-.5678E-01
.1150	.2919	.3296	.1451	-.3210E-02	.1618
-.1252	.2818E-02	.1211	-.2554	-.3685E-01	.1076
-.1225	-.1301E-01	.7498E-01	-.5384E-01	-.1295	.8742E-04
-.4335E-01	.5329E-01	.1811	-.1885E-01	-.7525E-01	.6872E-01
.6870E-02	.4374E-01	.1547	-.2612	-.3456E-01	.6140E-01

LAG ZERO CORRELATION MATRIX, SEASON 9

.2557	.4121	.3434	.3564	.4265	.4334
.2225	.7444	.5049	.3649	.2126	.6308
.3198	.5955	.7568	.2310	.1757	.6172
.3016	.3772	.3051	.4803	.4457	.4999
.2744	.3714	.2579	.4733	.4340	.4698
.3301	.5752	.4843	.3508	.3917	.8270

LAG ONE CORRELATION MATRIX, SEASON 9

-.1370	-.2015	-.7224E-01	-.5007E-02	.3241	.3407E-01
-.1391E-01	.1980	.2483	.2011	.2404	.2642
.2093E-01	.2465	.1514	-.1859	-.1169	.1021
-.3103	-.3131	-.1325	-.7972E-01	.2304	-.1808E-01
-.2659	-.2660	-.2334E-01	-.3189E-01	.2833	.4034E-01
-.2021	-.1106	.1458E-01	-.2116	.1587	.1237E-01

ตารางที่ พ 3.2 (ต่อ)

LAG ZERO CORRELATION MATRIX, SEASON10

.1680	.1987	.3801	.5048	.4517	.3769
.6083E-01	.4116	.5159	.4269	.4436	.6294
.3205	.6025	.8138	.2469	.3946	.5941
.1173	.1652	.4313	.6472	.5300	.5074
.7913E-01	.1593	.3791	.6168	.5241	.4763
.1677	.3574	.5838	.6011	.6592	.7990

LAG ONE CORRELATION MATRIX, SEASON10

-.1693	-.3409	-.9441E-01	-.8790E-01	-.4984E-01	-.8229E-02
-.8553E-01	-.3779E-01	.2534	.9713E-01	.6705E-01	.2419
.8489E-01	.1668	.8465E-01	-.1552	.3598E-01	.1024
-.3751	-.4916	-.1988	-.2203	-.2949E-01	-.9496E-01
-.3392	-.4396	-.1074	-.2007	.4475E-01	-.3485E-01
-.2448	-.2142	-.5844E-01	-.1684	.1656	-.1525

LAG ZERO CORRELATION MATRIX, SEASON11

.4232E-01	.8660E-01	.3352	.3537	.4617	.8568E-01
-.7027E-01	.2418	.3328	.2000	.3567	.3327
.2667	.5015	.7143	.2148	.2188	.6253
-.6835E-01	-.8059E-02	.4677	.5525	.5595	.1769
-.1057	-.3825E-02	.3957	.5333	.5324	.1206
-.3188E-01	.3331	.5740	.5405	.5940	.5043

LAG ONE CORRELATION MATRIX, SEASON11

-.2053	-.4203	-.1040	-.1859	-.8185E-01	-.8410E-01
-.1514	-.1228	.1607	-.1308	.1046	.1440
.1071	.2660	.6356E-01	-.1668	.3415E-01	-.1374E-01
-.3451	-.3572	-.2638	-.2843	-.1602E-01	-.1357E-01
-.3039	-.2349	-.2438	-.2854	.3713E-01	.8536E-01
-.1717	.4322E-01	-.1501	-.1767	.2207	.4739E-01

LAG ZERO CORRELATION MATRIX, SEASON12

-.1172E-01	-.6595E-02	.2319	.4256	.3740	.1865
-.8877E-01	.3987E-01	.2310	.2920	.5137	.4504
.2480	.3757	.6307	.3215	.2635	.4864
-.9337E-01	.7393E-01	.3949	.5366	.3712	.2173
-.1102	.5238E-01	.3442	.5017	.3526	.1033
-.3991E-01	.1733	.4707	.5131	.5141	.4561

LAG ONE CORRELATION MATRIX, SEASON12

-.1842	-.3357	.1448	-.1628	-.7340E-01	-.9732E-01
-.1286	-.1427	.3360	-.5488E-01	.5386E-02	.8206E-01
.1580	-.3330E-01	.7142E-01	-.2776	.9119E-01	-.6824E-01
-.3076	-.3330	-.6978E-01	-.2768	-.6684E-01	-.5560E-01
-.2795	-.2634	-.7102E-01	-.2418	-.3868E-01	-.1380E-01
-.1651	-.1940	-.1098	-.2132	-.5359E-01	.8612E-02

ภาคผนวกที่ 4

การจัดไฟล์ข้อมูลและไฟล์ข้อมูล MEKLONG.DAT1. การจัดไฟล์ข้อมูล

<u>Line type</u>	<u>Number of lines</u>	<u>Function</u>
<u>Heading material</u> : one set of lines		
T	1	Title
S	1	Subtitle
C	1	Creation date, data set identifier
N	1	Number of stations, number of seasons
M	1	Number of generation groups
K	1 for each key station	Lists stations in the group
X	1 for each key sub-group	Lists stations in the station group
Y	1 for each annual-seasonal group	Lists stations in the group
H	1 for each station	Preliminary information
<u>Annual data</u> : one set of lines for each station		
I	1	Station label
A	1 for each 8 years of data	Contains annual flow data
<u>Seasonal data</u> : one set of lines for each station		
I	1	Station label
D	1-2 or more lines/year	Contains seasonal flow data

All of the input lines are described below. The information contained in parenthesis are the actual formats used by the programs.

T Line

Purpose: Title for input data file

Cols. 1-2	(A2)	Punched as "T " (Note: T followed by a blank space)
Cols. 3-80	(7A10, A8)	Title

S Line

Purpose: Subtitle for input data file

Cols. 1-2	(A2)	Punched as "S "
Cols. 3-80	(7A10, A8)	Subtitle

C Line

Purpose: Creation date

Cols. 1-2	(A2)	Punched as "C "
Cols. 3-22	(2A10)	Creation date
Cols. 33-42	(I10)	Data set identifier

N Line

Purpose: To specify total number of stations and number of seasons

Cols. 1-2	(A2)	Punched as "N "
Cols. 4-5	(I2)	Total number of stations
Cols. 9-10	(I2)	Number of seasons

M Line

Purpose: Specify numbers of groupings

Cols. 1-2	(A2)	Punched as "M "
Cols. 4-5	(I2)	Number of key station generation groups
Cols. 9-10	(I2)	Number of key to substation generation groups
Cols. 14-15	(I2)	Number of annual to seasonal generation groups

K Line

Purpose: Specify key station generation groupings (one line for each group)

Cols. 1-2	(A2)	Punched as "K "
Cols. 4-5	(I2)	Number of key stations in the group

Cols. 9-10	(I2)	Index of key station
Cols. 14-15	(I2)	Index of key station
.	.	.
.	.	.

(For all key stations)

X Line

Purpose: Specify key/substation generation groupings (one line for each group)

Cols. 1-2	(A2)	Punched as "X "
Cols. 4-5	(I2)	Number of key stations in the group
Cols. 9-10	(I2)	Number of substations in the group
Cols. 14-15	(I2)	Index of key station
Cols. 19-20	(I2)	Index of key station
.	.	.
.	.	.

(For all key stations)

.	(I2)	Index of substation
.	(I2)	Index of substation
.	.	.
.	.	.

(For all substations)

Y Line

Purpose: Specify annual/seasonal generation groupings (one line for each group)

Cols. 1-2	(A2)	Punched as "Y "
Cols. 4-5	(I2)	Number of stations in the group
Cols. 9-10	(I2)	Index of station
Cols. 14-15	(I2)	Index of station
.	.	.
.	.	.

(For all stations in group)

H Line

Purpose: Preliminary information for each station (one line for each station)

Cols. 1-2	(A2)	Punched as "H "
Cols. 4-5	(I2)	Station index (must be sequential)
Cols. 22-25	(I4)	Starting year of data
Cols. 27-30	(I4)	Ending year of data
Cols. 36-75	(4A10)	Station title

I Line

Purpose: Identification of blocks of data, station titles

Cols. 1-2	(A2)	Punched as "I "
Cols. 3-4	(I2)	Station index
Cols. 11-50	(4A10)	Station title

A Line

Purpose: Contains annual data

Cols. 1-2	(A2)	Punched as "A "
Cols. 3-4	(I2)	Station index
Cols. 5-16	(A8, A4)	Station short title
Cols. 17-20	(I4)	Beginning year on line
Cols. 21-24	(I4)	Ending year on line
Cols. 25-80	(8F7.0)	Annual data

D Line

Purpose: Contains seasonal data

Cols. 1-2	(A2)	Punched "D "
Cols. 3-4	(I2)	Station index
Cols. 5-16	(A8, A4)	Station short title
Cols. 17-20	(I4)	Year of data
Cols. 21-24	(I4)	Line number (i.e., 1 if first line for the year, 2 if second line for the year)
Cols. 25-80	(8F7.0)	Seasonal data

2. ไฟล์ข้อมูล MEKLONG.DAT

T STREAM FLOW DATA OF MAE KLONG RIVER AND TRIBUTARIES IN MCM.

S SIX SELECTED STATIONS

C CREATED 4-20-1992

001

N 6 12

M 1 2 4

K 1 2

X 1 3 2 1 3 6

X 1 2 1 4 5

Y 1 2

Y 1 3

Y 1 6

Y 3 1 4 5

H 1 1965 1990 K.10

H 2 1965 1990 K.11

H 3 1965 1990 K.17

H 4 1965 1990 K.22A

H 5 1965 1990 K.LAEM

H 6 1965 1990 SRI.N

I 1 K.10

A 1K.10 19651972 7308 5089 6327 4750 7788 4468 5628 10213

A 1K.10 19731980 7078 7676 5301 5219 4578 6472 5301 3921

A 1K.10 19811988 9502 9158 3166 1322 6396 5754 4398 4884

A 1K.10 19891990 4606 5321

I 2 K.11

A 2K.11 19651972 9851 9997 9355 7733 12343 8988 9873 16330

A 2K.11 19731980 11613 14924 10538 10164 4172 5974 4132 3205

A 2K.11 19811988 11168 12729 7322 3650 7836 10410 4825 7185

A 2K.11 19891990 5182 7381

I 3 K.17

A 3K.17 19651972 237 120 91 204 140 185 241 330

A 3K.17 19731980 299 493 115 187 58 118 56 72

A 3K.17 19811988 273 116 273 132 409 208 194 448

A 3K.17 19891990 165 58

I 4 K.22A

A 4K.22A 19651972 405 304 348 248 353 203 254 600

A 4K.22A 19731980 366 447 254 281 262 338 266 214

A 4K.22A 19811988 617 462 146 239 538 219 210 313

A 4K.22A 19891990 180 236

I 5 K.LAEM

A 5K.LAEM 19651972 5882 4802 5230 4034 5919 3622 4643 7928

A 5K.LAEM 19731980 5414 5682 4401 4270 3835 5250 4245 2877

A 5K.LAEM 19811988 8373 7212 2495 5133 6907 3479 3579 4723

A 5K.LAEM 19891990 3030 4232

I 6 SRI.N

A 6SRI.N 19651972 4202 3729 3733 3060 4239 3690 3548 6170

A 6SRI.N 19731980 4887 5694 5105 4075 2147 4605 3101 3127

A 6SRI.N 19811988 6383 4971 4147 3993 5534 3610 3115 6419

A 6SRI.N 19891990 2245 3070

I	1	K.10									
D	1K.10	1965	1	61	87	1270	1748	1479	1107	876	269
D	1K.10	1965	2	149	106	82	72				
D	1K.10	1966	1	37	69	163	879	1130	1815	517	191
D	1K.10	1966	2	122	80	49	38				
D	1K.10	1967	1	54	98	261	477	2248	1501	957	296
D	1K.10	1967	2	173	118	82	78				
D	1K.10	1968	1	44	90	145	402	1610	1331	629	209
D	1K.10	1968	2	118	79	46	34				
D	1K.10	1969	1	138	192	468	887	2908	1289	783	371
D	1K.10	1969	2	233	197	159	164				
D	1K.10	1970	1	55	75	146	844	977	1157	576	251
D	1K.10	1970	2	164	99	64	60				
D	1K.10	1971	1	56	67	682	1633	1243	832	561	230
D	1K.10	1971	2	126	93	62	57				
D	1K.10	1972	1	53	106	736	3272	2282	1706	1081	416
D	1K.10	1972	2	232	139	86	79				
D	1K.10	1973	1	62	83	865	1266	1559	1684	975	230
D	1K.10	1973	2	118	96	71	69				
D	1K.10	1974	1	53	180	919	703	2613	1067	1150	512
D	1K.10	1974	2	198	127	80	75				
D	1K.10	1975	1	59	92	425	792	1298	997	916	334
D	1K.10	1975	2	183	100	62	55				
D	1K.10	1976	1	56	142	255	764	1109	1275	760	426
D	1K.10	1976	2	170	112	71	66				
D	1K.10	1977	1	55	73	140	643	1382	1401	434	182
D	1K.10	1977	2	105	70	51	43				
D	1K.10	1978	1	26	59	165	382	2124	1633	1429	296
D	1K.10	1978	2	156	100	61	42				
D	1K.10	1979	1	38	88	201	949	2017	755	779	196
D	1K.10	1979	2	121	81	50	39				
D	1K.10	1980	1	68	186	163	428	706	1102	576	280
D	1K.10	1980	2	166	106	75	57				
D	1K.10	1981	1	42	94	1343	1285	3539	1271	924	490
D	1K.10	1981	2	213	139	91	72				
D	1K.10	1982	1	77	82	377	1450	4001	1615	775	310
D	1K.10	1982	2	188	128	85	71				
D	1K.10	1983	1	51	52	84	156	411	495	1161	337
D	1K.10	1983	2	158	112	83	73				
D	1K.10	1984	1	59	77	173	103	153	152	155	75
D	1K.10	1984	2	187	83	52	51				
D	1K.10	1985	1	45	49	202	1139	898	1609	536	315
D	1K.10	1985	2	491	394	305	414				
D	1K.10	1986	1	476	585	810	508	847	748	459	273
D	1K.10	1986	2	272	222	273	281				
D	1K.10	1987	1	284	323	484	342	507	503	398	326
D	1K.10	1987	2	138	202	359	531				
D	1K.10	1988	1	506	468	516	395	570	575	662	218
D	1K.10	1988	2	165	249	216	337				
D	1K.10	1989	1	285	471	595	268	358	475	376	239
D	1K.10	1989	2	278	275	415	571				
D	1K.10	1990	1	545	604	375	400	585	642	657	433
D	1K.10	1990	2	207	270	206	397				

I	2	K.11									
D	2K.11	1965	1	284	323	484	342	2555	1874	1925	659
D	2K.11	1965	2	385	286	202	531				
D	2K.11	1966	1	284	323	484	1067	1799	2764	1399	557
D	2K.11	1966	2	370	251	169	531				
D	2K.11	1967	1	104	160	345	537	2794	2188	1820	609
D	2K.11	1967	2	332	211	141	134				
D	2K.11	1968	1	120	260	235	578	2232	1824	1319	479
D	2K.11	1968	2	270	187	117	95				
D	2K.11	1969	1	81	144	626	1080	4101	2487	1654	1166
D	2K.11	1969	2	395	274	184	151				
D	2K.11	1970	1	143	172	268	1119	1670	2027	1464	801
D	2K.11	1970	2	644	322	188	171				
D	2K.11	1971	1	140	170	919	2195	2052	1641	1244	726
D	2K.11	1971	2	320	224	151	113				
D	2K.11	1972	1	128	132	793	3714	3333	3258	2303	1138
D	2K.11	1972	2	736	365	210	183				
D	2K.11	1973	1	116	170	1187	1654	2030	2698	2117	744
D	2K.11	1973	2	392	234	152	118				
D	2K.11	1974	1	155	337	1275	941	3703	2173	3357	1460
D	2K.11	1974	2	627	442	252	204				
D	2K.11	1975	1	140	242	665	1216	1879	1910	2273	1160
D	2K.11	1975	2	480	293	170	134				
D	2K.11	1976	1	112	337	459	1045	1562	2428	1590	1494
D	2K.11	1976	2	527	303	162	123				
D	2K.11	1977	1	87	133	155	632	1389	1193	253	71
D	2K.11	1977	2	73	80	47	59				
D	2K.11	1978	1	47	73	121	312	1869	1501	1394	210
D	2K.11	1978	2	152	94	92	110				
D	2K.11	1979	1	105	85	86	813	1704	440	575	77
D	2K.11	1979	2	80	72	50	54				
D	2K.11	1980	1	95	96	91	214	411	894	628	205
D	2K.11	1980	2	151	106	164	147				
D	2K.11	1981	1	171	287	1582	1380	3520	1251	906	1071
D	2K.11	1981	2	308	222	236	232				
D	2K.11	1982	1	471	411	644	1740	4106	2122	915	491
D	2K.11	1982	2	571	469	379	409				
D	2K.11	1983	1	447	539	555	361	582	704	1812	871
D	2K.11	1983	2	387	278	373	419				
D	2K.11	1984	1	419	446	414	222	180	385	245	220
D	2K.11	1984	2	321	285	227	282				
D	2K.11	1985	1	302	322	291	1071	654	1570	1132	410
D	2K.11	1985	2	665	527	270	622				
D	2K.11	1986	1	1009	1180	1553	1027	1250	1083	1101	260
D	2K.11	1986	2	587	562	324	474				
D	2K.11	1987	1	473	519	711	247	312	329	366	656
D	2K.11	1987	2	266	338	312	299				
D	2K.11	1988	1	278	610	728	611	536	913	1792	288
D	2K.11	1988	2	345	429	258	385				
D	2K.11	1989	1	325	518	1011	462	268	419	457	278
D	2K.11	1989	2	280	456	263	445				
D	2K.11	1990	1	204	270	530	831	1571	1354	1150	544
D	2K.11	1990	2	327	247	171	217				

I	3	K.17									
D	3K.17	1965	1	9	10	9	7	8	26	73	48
D	3K.17	1965	2	22	11	7	7				
D	3K.17	1966	1	3	10	15	3	3	6	23	26
D	3K.17	1966	2	10	4	1	1				
D	3K.17	1967	1	1	4	5	2	16	6	36	11
D	3K.17	1967	2	5	2	1	1				
D	3K.17	1968	1	1	12	3	2	4	10	148	14
D	3K.17	1968	2	4	2	1	2				
D	3K.17	1969	1	2	4	3	3	15	11	57	30
D	3K.17	1969	2	9	4	2	1				
D	3K.17	1970	1	1	2	2	10	4	5	38	28
D	3K.17	1970	2	82	8	3	3				
D	3K.17	1971	1	2	3	9	12	8	55	86	48
D	3K.17	1971	2	8	4	2	3				
D	3K.17	1972	1	7	3	4	10	12	17	102	99
D	3K.17	1972	2	59	9	4	3				
D	3K.17	1973	1	2	3	15	5	8	34	61	145
D	3K.17	1973	2	17	5	2	2				
D	3K.17	1974	1	6	16	43	5	39	46	220	74
D	3K.17	1974	2	19	12	5	4				
D	3K.17	1975	1	3	6	6	6	11	14	34	20
D	3K.17	1975	2	6	3	2	3				
D	3K.17	1976	1	2	6	6	3	4	18	35	89
D	3K.17	1976	2	12	4	3	2				
D	3K.17	1977	1	3	6	3	3	4	7	20	5
D	3K.17	1977	2	3	2	1	1				
D	3K.17	1978	1	1	4	5	3	16	10	50	21
D	3K.17	1978	2	5	2	1	1				
D	3K.17	1979	1	4	3	5	11	13	5	11	1
D	3K.17	1979	2	1	1	1	1				
D	3K.17	1980	1	1	5	6	2	1	2	33	16
D	3K.17	1980	2	3	1	1	1				
D	3K.17	1981	1	2	3	36	7	24	13	33	121
D	3K.17	1981	2	21	7	3	3				
D	3K.17	1982	1	5	8	11	11	24	14	16	15
D	3K.17	1982	2	7	3	2	1				
D	3K.17	1983	1	1	2	1	1	3	31	67	143
D	3K.17	1983	2	16	6	2	1				
D	3K.17	1984	1	3	4	29	26	6	12	36	8
D	3K.17	1984	2	4	2	1	1				
D	3K.17	1985	1	4	16	11	31	14	35	176	65
D	3K.17	1985	2	23	14	11	10				
D	3K.17	1986	1	7	45	6	8	6	6	102	16
D	3K.17	1986	2	7	3	1	1				
D	3K.17	1987	1	3	6	17	6	4	11	28	89
D	3K.17	1987	2	21	5	3	2				
D	3K.17	1988	1	3	50	94	14	9	41	162	34
D	3K.17	1988	2	15	10	8	8				
D	3K.17	1989	1	3	8	12	6	9	14	55	39
D	3K.17	1989	2	13	4	2	2				
D	3K.17	1990	1	3	5	4	4	4	4	14	6
D	3K.17	1990	2	1	4	2	3				

I	4	K.22A									
D	4K.22A	1965	1	6	18	29	17	21	36	128	99
D	4K.22A	1965	2	31	10	5	5				
D	4K.22A	1966	1	4	14	22	13	16	27	96	74
D	4K.22A	1966	2	23	8	4	4				
D	4K.22A	1967	1	5	16	25	15	18	31	110	85
D	4K.22A	1967	2	27	9	5	4				
D	4K.22A	1968	1	4	11	18	10	13	22	78	60
D	4K.22A	1968	2	19	6	3	3				
D	4K.22A	1969	1	2	10	17	44	144	48	31	16
D	4K.22A	1969	2	13	11	9	8				
D	4K.22A	1970	1	3	5	7	52	32	50	22	11
D	4K.22A	1970	2	10	6	3	2				
D	4K.22A	1971	1	1	2	36	74	48	35	28	13
D	4K.22A	1971	2	8	5	3	2				
D	4K.22A	1972	1	3	9	42	226	133	102	45	20
D	4K.22A	1972	2	10	5	3	2				
D	4K.22A	1973	1	1	2	51	64	74	84	48	17
D	4K.22A	1973	2	10	7	4	4				
D	4K.22A	1974	1	4	21	53	32	164	47	64	25
D	4K.22A	1974	2	14	11	7	6				
D	4K.22A	1975	1	4	7	37	35	62	41	31	14
D	4K.22A	1975	2	9	6	4	3				
D	4K.22A	1976	1	3	13	20	39	56	62	33	27
D	4K.22A	1976	2	10	7	5	4				
D	4K.22A	1977	1	3	6	8	47	67	82	19	9
D	4K.22A	1977	2	6	5	4	3				
D	4K.22A	1978	1	2	7	10	18	131	58	62	20
D	4K.22A	1978	2	12	8	6	5				
D	4K.22A	1979	1	4	6	26	44	104	27	24	11
D	4K.22A	1979	2	8	6	4	4				
D	4K.22A	1980	1	4	7	10	36	36	63	29	10
D	4K.22A	1980	2	7	6	4	2				
D	4K.22A	1981	1	3	5	113	64	235	69	49	31
D	4K.22A	1981	2	19	12	8	8				
D	4K.22A	1982	1	5	5	29	85	196	70	30	15
D	4K.22A	1982	2	10	8	5	3				
D	4K.22A	1983	1	4	4	8	9	21	18	43	15
D	4K.22A	1983	2	9	6	4	4				
D	4K.22A	1984	1	3	5	60	25	54	32	25	13
D	4K.22A	1984	2	9	6	5	3				
D	4K.22A	1985	1	2	3	85	117	119	98	56	25
D	4K.22A	1985	2	13	9	7	6				
D	4K.22A	1986	1	5	14	18	45	32	23	42	16
D	4K.22A	1986	2	9	6	4	4				
D	4K.22A	1987	1	3	4	30	20	38	49	30	15
D	4K.22A	1987	2	8	5	4	3				
D	4K.22A	1988	1	3	16	39	27	69	46	59	22
D	4K.22A	1988	2	12	8	6	5				
D	4K.22A	1989	1	2	5	18	27	43	28	27	15
D	4K.22A	1989	2	7	4	3	2				
D	4K.22A	1990	1	3	6	30	44	38	37	38	16
D	4K.22A	1990	2	10	7	4	3				

I	5	K.LAEM									
D	5K.LAEM	1965	1	38	62	791	1721	1354	899	621	184
D	5K.LAEM	1965	2	95	71	50	40				
D	5K.LAEM	1966	1	31	71	178	1004	988	1745	418	148
D	5K.LAEM	1966	2	94	63	44	36				
D	5K.LAEM	1967	1	31	75	226	452	2055	1267	700	204
D	5K.LAEM	1967	2	103	66	45	43				
D	5K.LAEM	1968	1	31	63	136	408	1441	1124	490	166
D	5K.LAEM	1968	2	83	53	28	25				
D	5K.LAEM	1969	1	32	96	408	388	2316	1122	623	234
D	5K.LAEM	1969	2	109	68	41	31				
D	5K.LAEM	1970	1	31	48	127	744	865	931	447	193
D	5K.LAEM	1970	2	117	67	40	35				
D	5K.LAEM	1971	1	26	38	630	1494	1016	662	443	160
D	5K.LAEM	1971	2	88	56	36	29				
D	5K.LAEM	1972	1	32	85	698	2815	1762	1222	749	269
D	5K.LAEM	1972	2	153	91	54	50				
D	5K.LAEM	1973	1	29	55	732	1092	1313	1250	602	167
D	5K.LAEM	1973	2	90	47	30	34				
D	5K.LAEM	1974	1	34	165	747	612	2089	732	700	312
D	5K.LAEM	1974	2	144	94	53	42				
D	5K.LAEM	1975	1	33	60	410	708	1170	838	713	255
D	5K.LAEM	1975	2	123	57	35	29				
D	5K.LAEM	1976	1	23	100	186	723	1000	1071	674	284
D	5K.LAEM	1976	2	108	57	30	30				
D	5K.LAEM	1977	1	24	55	124	632	1136	1196	355	138
D	5K.LAEM	1977	2	90	52	32	22				
D	5K.LAEM	1978	1	23	43	102	272	1968	1292	1106	220
D	5K.LAEM	1978	2	128	67	39	32				
D	5K.LAEM	1979	1	24	66	224	732	1738	634	518	146
D	5K.LAEM	1979	2	82	54	44	28				
D	5K.LAEM	1980	1	29	75	121	315	608	910	409	180
D	5K.LAEM	1980	2	98	62	42	32				
D	5K.LAEM	1981	1	28	77	1079	1070	2984	899	657	280
D	5K.LAEM	1981	2	1156	104	65	53				
D	5K.LAEM	1982	1	45	51	368	1213	3329	1232	528	208
D	5K.LAEM	1982	2	128	83	55	44				
D	5K.LAEM	1983	1	24	25	63	133	392	448	899	245
D	5K.LAEM	1983	2	113	74	55	40				
D	5K.LAEM	1984	1	47	27	865	569	1598	985	604	196
D	5K.LAEM	1984	2	94	76	41	42				
D	5K.LAEM	1985	1	67	97	1043	1566	1935	1403	467	192
D	5K.LAEM	1985	2	60	48	42	26				
D	5K.LAEM	1986	1	36	180	270	702	1057	563	365	136
D	5K.LAEM	1986	2	64	46	19	72				
D	5K.LAEM	1987	1	22	25	287	450	832	1000	588	207
D	5K.LAEM	1987	2	77	64	36	5				
D	5K.LAEM	1988	1	56	266	723	562	1121	580	950	239
D	5K.LAEM	1988	2	99	79	39	31				
D	5K.LAEM	1989	1	17	80	189	365	1140	683	363	108
D	5K.LAEM	1989	2	41	42	19	5				
D	5K.LAEM	1990	1	24	68	447	764	871	1029	737	157
D	5K.LAEM	1990	2	73	40	29	14				

I	6	SRI.N									
D	6SRI.N	1965	1	84	131	464	675	809	635	720	277
D	6SRI.N	1965	2	155	116	89	69				
D	6SRI.N	1966	1	64	113	205	423	636	1050	583	247
D	6SRI.N	1966	2	166	115	75	63				
D	6SRI.N	1967	1	85	107	151	238	857	816	786	259
D	6SRI.N	1967	2	157	115	93	87				
D	6SRI.N	1968	1	93	140	119	260	844	612	440	169
D	6SRI.N	1968	2	119	105	84	86				
D	6SRI.N	1969	1	40	72	180	361	1090	1050	702	358
D	6SRI.N	1969	2	158	113	75	59				
D	6SRI.N	1970	1	53	81	128	364	658	753	763	399
D	6SRI.N	1970	2	250	125	73	62				
D	6SRI.N	1971	1	76	103	274	705	640	655	476	267
D	6SRI.N	1971	2	140	102	70	59				
D	6SRI.N	1972	1	64	58	135	864	1020	1690	1180	500
D	6SRI.N	1972	2	312	164	101	97				
D	6SRI.N	1973	1	64	100	409	526	836	1180	995	318
D	6SRI.N	1973	2	192	123	85	78				
D	6SRI.N	1974	1	88	158	304	339	1150	920	1410	614
D	6SRI.N	1974	2	277	211	131	122				
D	6SRI.N	1975	1	87	137	226	474	708	926	1200	678
D	6SRI.N	1975	2	286	180	122	102				
D	6SRI.N	1976	1	75	185	178	355	568	963	668	575
D	6SRI.N	1976	2	209	138	84	78				
D	6SRI.N	1977	1	72	87	97	221	458	527	284	130
D	6SRI.N	1977	2	90	65	67	55				
D	6SRI.N	1978	1	63	80	119	322	1167	1083	1172	247
D	6SRI.N	1978	2	140	97	73	71				
D	6SRI.N	1979	1	90	106	177	354	831	613	508	164
D	6SRI.N	1979	2	92	69	51	66				
D	6SRI.N	1980	1	73	158	183	241	413	720	751	253
D	6SRI.N	1980	2	122	76	72	70				
D	6SRI.N	1981	1	65	126	385	530	1431	1087	859	1235
D	6SRI.N	1981	2	331	181	102	71				
D	6SRI.N	1982	1	97	93	248	624	1599	1008	705	275
D	6SRI.N	1982	2	149	104	56	47				
D	6SRI.N	1983	1	52	78	96	121	298	500	1839	657
D	6SRI.N	1983	2	210	139	101	81				
D	6SRI.N	1984	1	125	82	322	365	678	842	865	288
D	6SRI.N	1984	2	159	118	90	66				
D	6SRI.N	1985	1	95	94	289	790	861	1610	909	404
D	6SRI.N	1985	2	207	141	83	68				
D	6SRI.N	1986	1	104	472	191	436	668	589	573	219
D	6SRI.N	1986	2	140	85	71	86				
D	6SRI.N	1987	1	100	68	169	236	424	834	613	369
D	6SRI.N	1987	2	134	12	93	64				
D	6SRI.N	1988	1	103	346	490	422	622	1306	2098	451
D	6SRI.N	1988	2	246	173	109	72				
D	6SRI.N	1989	1	40	128	124	165	504	442	409	129
D	6SRI.N	1989	2	84	77	94	56				
D	6SRI.N	1990	1	49	104	165	407	398	650	798	231
D	6SRI.N	1990	2	113	82	57	33				

ภาคผนวกที่ 5

ข้อมูลสังเคราะห์ชุดที่ 2-5 ชุดละ 26 ปี

ข้อมูลสังเคราะห์ชุดที่ 2

T STREAM FLOW DATA OF MAE KLONG RIVER AND TRIBUTARIES IN MCM.

S SIX SELECTED STATIONS

C CREATED 4-20-1992

1

N 6 12

M 1 2 4

1	1965	1990	K.10
2	1965	1990	K.11
3	1965	1990	K.17
4	1965	1990	K.22A
5	1965	1990	K.LAEM
6	1965	1990	SRI.N
26	10	8348	

G

1110.	5324.	236.9	156.8	2997.	3411.								
153.0	170.0	177.0	-650.7	443.5	67.55	269.3	68.26	100.6	79.33	62.11	70.50		
-115.9	-77.85	51.13	614.1	1053.	1341.	726.8	475.5	563.0	284.7	209.4	199.3		
-.9629E-01	13.72	17.72	8.215	30.58	21.49	54.04	68.57	13.27	4.614	1.834	2.927		
2.395	1.947	9.354	12.44	87.90	33.16	10.03	-2.294	.2557	2.039	1.333	-1.721		
26.89	48.33	378.2	-177.5	1020.	707.2	654.8	153.9	84.03	52.16	30.88	18.44		
58.03	82.54	190.8	605.0	555.4	596.4	635.9	281.9	134.4	96.78	98.84	75.28		
6402.	.1187E+05	282.5	244.0	4278.	5707.								
178.8	260.3	506.8	1057.	1607.	1213.	590.4	312.7	216.3	150.8	140.1	169.3		
256.0	368.8	863.2	1840.	1507.	2600.	2328.	1154.	454.0	202.6	158.2	135.0		
9.039	26.09	21.17	8.783	6.078	20.33	106.5	55.32	18.66	4.327	2.833	3.380		
2.369	5.886	12.81	55.28	73.65	59.42	21.28	5.824	5.580	2.799	1.258	-2.112		
4.169	61.20	228.4	923.9	930.5	1044.	609.0	202.7	163.7	53.76	36.16	20.09		
99.42	17.93	122.2	551.9	940.1	958.1	1697.	721.6	274.5	169.7	85.87	69.01		
5191.	9521.	255.4	283.6	4564.	3320.								
115.9	243.8	711.6	375.5	1423.	684.7	866.7	316.2	163.7	127.1	81.80	80.39		
75.72	210.4	665.5	1327.	3058.	1960.	599.9	554.8	422.3	288.6	151.3	207.9		
2.857	9.554	6.409	1.104	10.82	29.03	30.27	124.6	28.60	6.196	2.382	3.127		
2.245	8.590	39.30	25.23	65.91	38.57	56.29	23.76	12.18	5.968	3.640	2.030		
17.63	108.0	636.1	233.1	1480.	608.9	822.0	234.0	267.3	70.35	48.20	37.97		
44.57	69.73	220.9	464.9	575.1	704.5	610.2	303.1	113.2	91.25	78.62	44.35		
5703.	8777.	166.1	242.6	4527.	5481.								
167.5	132.0	236.7	1120.	1867.	1119.	413.6	242.3	167.1	107.9	90.92	99.64		
61.48	341.2	384.9	1405.	1058.	1555.	2129.	690.2	383.8	205.7	216.0	346.7		
3.776	8.121	17.82	2.839	3.013	17.90	96.42	5.114	2.744	3.150	1.861	3.347		
2.388	5.657	18.15	46.20	53.10	53.46	27.91	14.84	9.265	5.569	3.598	2.461		
19.79	45.24	304.7	1009.	1234.	1076.	382.2	193.4	118.2	68.32	41.93	34.72		
78.38	94.01	122.5	614.6	1185.	1112.	1215.	489.3	231.6	171.8	98.43	68.58		
7078.	.1045E+05	140.1	330.8	5496.	2769.								
119.6	229.6	1089.	1145.	1554.	1219.	989.5	369.9	135.0	132.8	65.93	28.07		
360.3	555.7	1333.	1223.	2846.	1682.	1491.	99.42	370.0	248.1	82.80	168.4		
3.070	5.821	5.151	4.011	7.090	13.91	43.37	30.39	13.11	5.593	3.612	4.462		
1.254	8.405	53.32	30.26	35.35	54.68	69.56	38.45	19.53	9.095	5.989	4.958		
13.18	85.75	647.3	1046.	1104.	1048.	782.6	250.7	344.4	72.61	50.35	50.70		
66.06	105.4	277.3	455.7	410.4	644.8	358.7	154.0	75.60	85.47	80.46	55.42		

ข้อมูลสังเคราะห์ชุดที่ 2 (ต่อ)

5244.	5775.	96.65	314.0	4920.	3665.							
29.06	37.85	92.61	554.2	2152.	1232.	733.3	129.3	125.8	67.92	45.96	43.51	
93.17	217.9	-259.7	1396.	712.6	666.0	974.5	132.1	444.9	412.6	397.4	587.9	
2.719	2.720	24.11	2.335	10.49	16.75	30.00	2.418	.2109	2.351	1.195	1.337	
2.664	4.496	21.88	26.65	47.77	39.84	81.27	49.14	20.92	8.247	6.064	5.080	
27.79	27.47	305.1	554.2	1844.	1058.	583.4	162.9	163.5	87.98	57.54	47.56	
65.09	133.0	153.9	396.7	765.8	887.6	720.3	120.8	133.6	114.4	84.96	68.66	
9138.	.1351E+05	187.8	516.1	8012.	4975.							
68.57	99.94	875.9	2310.	1918.	1849.	1063.	391.6	214.0	177.3	100.5	69.94	
458.2	563.4	1110.	1537.	3823.	1961.	1785.	735.5	456.6	414.5	255.3	412.7	
5.068	8.293	10.38	5.615	7.866	20.23	55.61	33.57	23.26	8.068	5.227	4.658	
2.639	10.42	89.56	124.9	62.66	98.95	44.55	35.32	20.39	11.14	7.671	7.374	
36.87	92.82	949.5	2314.	1631.	1384.	699.0	303.3	376.5	94.56	61.23	69.07	
90.62	176.3	266.4	451.4	776.2	1573.	771.4	356.2	204.5	157.8	87.26	63.89	
7816.	9669.	206.7	456.2	6401.	4292.							
104.6	144.2	422.3	803.3	3327.	1095.	1107.	286.4	167.7	128.9	107.0	123.3	
279.5	449.6	597.1	1303.	1493.	1619.	1216.	601.8	559.6	559.1	365.5	625.7	
3.142	8.047	12.89	7.441	16.98	21.20	64.70	42.80	13.07	10.45	3.412	2.553	
2.574	6.149	41.23	30.36	55.13	38.18	113.3	99.86	37.88	12.10	9.594	9.805	
32.24	60.54	664.4	777.5	2751.	854.4	541.6	193.6	288.3	92.26	61.34	82.94	
57.52	118.6	273.0	378.3	718.8	1285.	767.6	250.3	135.2	106.2	113.1	87.95	
7915.	.1111E+05	81.53	380.7	5552.	4332.							
50.20	76.12	291.4	1607.	2279.	1618.	954.4	408.1	231.3	166.3	119.3	113.1	
604.0	713.7	1236.	1205.	2105.	1341.	2111.	659.4	343.2	306.0	205.7	275.0	
3.750	3.665	4.677	4.700	3.463	6.546	36.67	7.084	3.476	3.089	2.470	1.940	
3.308	8.498	32.34	47.27	75.52	49.42	56.07	46.05	23.68	14.89	11.50	12.19	
35.90	64.04	282.4	1324.	1773.	1073.	462.0	208.9	150.1	80.14	48.09	51.08	
127.2	337.6	203.0	319.5	835.2	1007.	884.6	204.3	163.2	112.2	72.34	66.20	
6017.	7574.	239.4	538.4	6866.	3215.							
74.23	105.0	395.9	707.7	1466.	1299.	1227.	265.6	164.9	126.0	89.13	96.37	
236.6	308.1	568.8	799.7	1637.	1377.	602.4	436.0	495.1	440.6	244.2	428.8	
3.328	9.322	14.59	9.150	38.30	19.02	66.02	48.80	15.59	7.632	2.833	2.705	
4.551	12.28	107.7	31.85	57.58	39.63	125.4	98.50	29.64	13.57	9.585	8.096	
79.92	72.71	987.2	815.5	2553.	988.2	823.6	214.3	150.6	82.20	54.22	44.92	
64.70	165.6	438.7	168.1	487.9	729.5	574.3	239.0	120.5	70.06	78.42	78.24	
7180.	9522.	125.9	396.0	5301.	4306.							
60.93	80.21	204.2	1388.	2090.	1707.	565.8	302.0	306.4	171.0	139.7	145.0	
396.3	340.8	557.8	951.1	1455.	1565.	1956.	827.4	356.2	356.0	337.3	423.4	
4.574	5.178	15.03	9.977	4.074	7.795	50.95	15.36	5.812	3.138	2.507	1.501	
4.714	7.696	27.52	66.71	71.32	47.44	66.64	56.66	21.18	10.18	6.612	9.293	
63.09	70.49	142.1	1331.	2092.	1123.	323.9	148.5	-119.6	58.90	37.87	25.18	
90.69	151.2	190.8	164.1	1011.	983.3	1067.	231.0	189.2	98.32	58.63	70.66	
6444.	9590.	164.5	318.7	4671.	3634.							
125.5	172.5	511.7	848.4	1470.	1099.	991.5	505.7	185.4	247.3	141.0	146.6	
348.9	371.0	782.1	11.03	3157.	1850.	1066.	798.4	411.5	329.6	218.1	246.3	
1.931	6.189	9.121	23.59	13.19	10.07	45.55	31.39	14.13	4.742	2.526	2.028	
5.995	18.24	29.91	45.53	74.89	47.38	42.54	22.44	11.17	8.629	5.416	6.602	
53.47	148.5	378.8	828.0	1352.	836.5	655.0	228.9	75.64	54.07	31.39	28.34	
68.96	133.1	264.7	367.1	588.4	807.5	682.5	313.1	150.2	96.08	83.43	79.10	
3698.	4898.	133.0	269.4	3584.	3927.							
56.87	89.26	162.5	48.57	963.8	1145.	559.1	211.1	201.9	96.55	82.33	81.51	
135.9	164.3	134.8	96.99	669.2	965.9	1154.	601.4	300.0	266.2	235.5	173.3	
2.309	6.197	12.70	14.51	10.35	4.382	66.58	11.93	.8894	1.723	.7784	.6412	
5.258	6.713	18.31	23.08	49.92	33.18	68.35	35.78	12.59	7.306	4.690	4.191	
48.31	63.46	166.2	322.3	1272.	994.6	472.6	169.6	-32.46	52.87	31.47	22.85	
89.43	122.5	160.7	367.8	759.9	802.4	781.3	333.7	209.8	125.3	80.70	93.75	

ข้อมูลสังเคราะห์ชุดที่ 2 (ต่อ)

4595.	8711.	152.7	227.3	3552.	3266.							
83.54	145.3	302.5	977.8	194.3	933.6	787.2	365.2	215.2	194.3	186.0	209.9	
307.7	324.2	761.3	422.1	3012.	1806.	1176.	696.1	258.5	115.9	32.73	-201.8	
1.702	12.49	2.182	7.727	5.059	4.994	14.95	46.71	44.07	5.932	3.739	3.148	
4.277	9.585	-5254E-01	56.47	81.06	50.34	18.72	-1.245	.8195	3.470	2.377	1.452	
40.75	76.61	51.92	944.7	687.3	982.7	693.4	196.7	-201.4	36.13	20.77	20.91	
82.54	107.8	195.0	319.4	567.0	576.8	663.0	371.3	159.8	78.34	72.07	73.24	
3347.	5891.	341.0	222.7	3637.	4629.							
111.5	136.5	212.8	133.8	1046.	669.9	391.9	173.0	157.4	110.1	92.25	112.0	
10.08	5.334	-131.1	91.43	936.8	1796.	-934.6	958.9	436.4	299.4	274.7	278.1	
2.744	15.85	35.82	26.42	26.05	14.16	136.1	63.19	14.96	3.836	.9123	.9357	
4.824	6.776	15.81	30.59	81.88	37.18	25.47	8.654	5.245	4.133	2.343	.6194E-02	
34.57	56.23	274.5	315.6	1400.	849.3	543.3	151.1	-51.67	37.14	21.23	6.561	
74.58	58.12	195.8	478.5	839.2	780.1	1041.	605.9	241.7	134.0	95.42	84.73	
6046.	.1155E+05	87.91	133.3	2360.	3805.							
445.4	722.8	620.2	922.2	726.7	708.0	737.3	369.6	200.9	178.1	192.9	221.4	
336.2	399.8	1216.	1111.	2622.	2553.	1920.	1146.	286.1	119.8	63.12	-225.5	
3.511	9.941	2.091	4.760	.8097	2.437	21.31	26.77	9.823	1.631	2.298	2.530	
2.957	3.599	1.314	48.38	26.95	24.34	15.30	3.743	3.641	2.824	1.087	-7.985	
8.145	91.99	-256.5	656.0	98.43	881.9	577.0	190.4	57.41	27.33	13.76	14.45	
86.60	51.97	134.3	404.0	783.5	655.4	835.5	395.8	195.9	120.6	71.78	69.46	
1110.	5324.	236.9	158.8	2997.	3411.							
153.0	170.0	177.0	-550.7	443.5	67.54	269.3	68.26	100.6	79.33	62.11	70.50	
-115.9	-77.36	51.12	614.1	1053.	1341.	726.8	475.5	563.0	284.7	209.4	199.3	
-.9631E-01	13.72	17.72	8.215	30.58	21.49	54.04	68.57	13.27	4.614	1.834	2.927	
2.395	1.947	9.354	12.44	87.90	33.16	10.03	-2.294	.2557	2.039	1.333	-1.721	
26.89	48.33	378.2	-177.5	1020.	707.2	654.8	153.9	84.03	52.16	30.88	18.44	
58.03	82.54	190.8	605.0	555.4	596.4	635.9	281.9	134.4	96.78	98.84	75.28	
6402.	.1187E+05	282.5	244.0	4278.	5707.							
178.8	260.3	506.8	1057.	1607.	1213.	590.4	312.7	216.3	150.8	140.1	169.3	
256.0	368.8	863.2	1840.	1507.	2600.	2328.	1154.	454.0	202.6	158.2	135.0	
9.039	26.09	21.17	8.783	6.078	20.33	106.5	55.32	18.66	4.327	2.833	3.380	
2.369	5.886	12.81	55.28	73.65	59.42	21.28	5.824	5.580	2.799	1.258	-2.112	
4.169	61.20	228.4	923.9	930.5	1044.	609.0	202.7	163.7	53.76	36.16	20.09	
99.42	17.93	122.2	551.9	940.1	958.1	1697.	721.6	274.5	169.7	85.87	69.01	
5191.	9521.	255.4	283.6	4564.	3320.							
115.9	243.8	711.6	375.5	1423.	684.7	866.7	316.2	163.7	127.1	81.80	80.89	
75.72	210.4	665.5	1327.	3058.	1960.	599.9	554.8	422.3	288.8	151.3	207.9	
2.357	9.554	6.409	1.104	10.82	29.03	30.27	124.6	28.60	6.166	2.882	3.127	
2.245	8.590	39.30	25.23	65.91	38.57	56.20	23.76	12.18	5.968	3.640	2.030	
17.63	108.0	636.1	233.1	1480.	608.9	822.0	234.0	267.3	70.35	48.20	37.97	
44.57	69.73	220.9	464.9	575.1	704.5	610.2	303.1	113.2	91.25	78.62	44.35	
5703.	8777.	166.1	242.6	4527.	5481.							
107.5	132.0	236.7	1120.	1867.	1119.	413.6	242.3	167.1	107.9	90.32	99.64	
61.48	341.2	384.9	1405.	1058.	1555.	2129.	690.2	383.8	205.7	216.0	346.7	
3.776	8.121	17.82	2.339	3.013	17.90	96.42	5.114	2.744	3.150	1.861	3.347	
2.388	5.657	18.15	46.20	53.10	53.46	27.91	14.84	9.265	5.569	3.598	2.461	
19.79	45.24	304.7	1009.	1234.	1076.	382.2	193.4	118.2	68.32	41.93	34.72	
78.38	94.01	122.5	614.6	1185.	1112.	1215.	489.3	231.6	171.8	98.43	68.58	
7078.	.1045E+05	140.1	330.8	5496.	2769.							
119.6	229.6	1089.	1145.	1554.	1219.	989.5	369.9	135.0	132.8	65.93	28.07	
360.3	555.7	1333.	1223.	2846.	1682.	1481.	99.42	370.0	248.1	82.80	168.4	
3.070	5.821	5.151	4.011	7.090	13.91	43.37	30.89	13.11	5.593	3.612	4.462	
1.254	8.405	53.32	30.26	35.35	54.68	69.56	38.45	19.53	9.095	5.989	4.958	
13.18	85.75	647.3	1046.	1104.	1048.	782.6	250.7	344.4	72.61	50.35	50.70	
66.06	105.4	277.3	455.7	410.4	644.8	358.7	154.0	75.60	85.47	80.46	55.42	

ข้อมูลสังเคราะห์ชุดที่ 2 (ต่อ)

5244.	5775.	96.65	314.0	4920.	3665.						
29.06	37.85	92.61	554.2	2152.	1232.	733.3	129.3	125.8	67.92	45.96	43.51
93.17	217.9	-259.7	1396.	712.6	666.0	974.5	132.1	444.9	412.6	397.4	587.9
2.719	2.720	24.11	2.335	10.49	16.75	30.00	2.418	.2109	2.351	1.195	1.337
2.664	4.496	21.88	26.65	47.77	39.84	81.27	49.14	20.92	8.247	6.064	5.080
27.79	27.47	305.1	554.2	1844.	1058.	583.4	162.9	163.5	87.98	57.54	47.56
65.09	133.0	153.9	396.7	785.8	887.6	720.3	120.8	133.6	114.4	84.96	68.66
9138.	.1351E+05	187.3	516.1	8012.	4975.						
68.57	99.94	875.9	2310.	1918.	1849.	1063.	391.6	214.0	177.3	100.5	69.94
458.2	563.4	1110.	1537.	3823.	1961.	1785.	735.5	456.6	414.5	255.3	412.7
5.068	8.293	10.38	5.615	7.866	20.23	55.61	33.57	23.26	8.068	5.227	4.658
2.639	10.42	89.56	124.9	62.66	98.95	44.55	35.82	20.39	11.14	7.671	7.374
36.87	92.82	949.5	2314.	1631.	1384.	699.0	303.3	376.5	94.56	61.23	69.07
90.62	176.3	266.4	451.4	776.2	1573.	771.4	356.2	204.5	157.8	87.26	63.89
7816.	9669.	206.7	456.2	6401.	4292.						
104.6	144.2	422.3	803.3	3327.	1095.	1107.	286.4	167.7	128.9	107.0	123.3
279.5	449.6	597.1	1303.	1493.	1619.	1216.	601.8	559.6	559.1	365.5	625.7
3.142	8.047	12.89	7.441	16.98	21.20	64.70	42.80	13.07	10.45	3.412	2.553
2.574	6.149	41.23	30.36	55.13	38.18	113.3	99.86	37.88	12.10	9.594	9.805
32.24	60.54	664.4	777.5	2751.	854.4	541.6	193.6	288.3	92.26	61.34	82.94
57.52	118.6	273.0	378.3	718.8	1285.	767.6	250.3	135.2	106.2	113.1	87.95
7915.	.1111E+05	81.53	380.7	5552.	4332.						
50.20	76.12	291.4	1607.	2279.	1618.	954.4	408.1	231.3	166.8	119.3	113.1
604.0	713.7	1236.	1205.	2105.	1341.	2111.	659.4	343.2	306.0	205.7	275.0
3.750	3.665	4.677	4.700	3.463	6.546	36.67	7.084	3.476	3.089	2.470	1.940
3.308	8.498	32.34	47.27	75.52	49.42	56.07	46.05	23.68	14.89	11.50	12.19
35.90	64.04	282.4	1324.	1773.	1073.	462.0	208.9	150.1	80.14	48.09	51.08
127.2	337.6	203.0	319.5	835.2	1007.	884.6	204.3	163.2	112.2	72.34	66.20
6017.	7574.	238.4	538.4	6866.	3215.						
74.23	105.0	395.9	707.7	1466.	1299.	1227.	265.6	164.9	126.0	89.18	96.37
236.6	308.1	568.8	799.7	1637.	1377.	602.4	436.0	495.1	440.6	244.2	428.8
3.328	9.922	14.59	9.150	38.80	19.02	66.02	48.80	15.59	7.632	2.833	2.705
4.551	12.28	107.7	31.85	57.58	39.63	125.4	98.50	29.64	13.57	9.585	8.096
79.92	72.71	987.2	815.5	2553.	988.2	823.6	214.3	150.6	82.20	54.22	44.92
64.70	165.6	438.7	168.1	487.9	729.5	574.3	239.0	120.5	70.06	78.42	78.24

ข้อมูลสังเคราะห์ชุดที่ 3 (ต่อ)

5281.	9250.	606.6	569.4	8110.	5886.							
72.79	103.3	302.9	763.4	1454.	1130.	615.9	265.1	241.5	130.9	94.12	106.9	
318.9	330.8	821.7	156.0	3563.	1931.	1134.	424.7	312.2	181.3	101.9	-25.84	
3.754	8.817	34.31	26.41	9.248	54.56	228.8	169.5	23.33	30.50	9.356	7.565	
2.467	3.182	97.44	76.48	194.2	56.54	61.62	34.26	18.40	11.12	7.903	5.844	
58.14	55.08	1208.	1092.	2760.	1523.	647.5	242.6	331.6	104.5	55.40	31.70	
75.72	186.5	700.5	861.8	534.3	1393.	1237.	402.4	213.6	128.6	83.81	68.50	
4441.	8057.	136.9	280.0	4123.	3671.							
56.21	85.26	94.45	704.8	581.8	1340.	505.1	323.2	192.0	186.1	170.5	201.8	
62.42	163.1	422.3	913.5	1299.	1497.	2277.	573.7	297.4	259.4	136.9	206.6	
12.46	7.559	5.572	4.682	8.086	11.69	38.27	23.90	9.482	4.966	3.726	6.545	
4.610	13.12	12.68	24.16	37.33	57.71	61.14	28.78	13.61	11.37	8.039	7.429	
49.27	142.7	101.1	763.0	925.8	1246.	489.9	157.5	161.9	38.33	38.07	9.502	
68.00	15.11	174.5	377.0	629.7	814.6	855.5	364.8	166.4	103.0	56.08	46.11	
6377.	.1048E+05	236.4	240.1	3992.	3659.							
46.84	32.35	150.7	1300.	1638.	990.5	673.4	378.7	315.7	210.0	272.9	368.5	
143.0	189.5	199.3	1843.	1712.	2024.	1590.	1359.	410.6	263.3	194.8	555.2	
2.729	5.926	23.16	3.974	18.94	25.69	44.78	76.07	13.10	10.96	5.854	5.214	
6.288	12.99	19.86	31.20	50.61	40.13	33.89	19.16	11.10	6.521	4.256	4.120	
38.63	47.99	8.749	1044.	1227.	754.4	453.9	185.8	122.3	53.46	22.68	32.39	
110.9	199.2	262.6	211.2	578.6	895.2	430.6	406.3	231.7	119.8	110.9	101.5	
1504.	3271.	218.8	244.6	4351.	4211.							
130.1	119.4	112.8	-24.36	285.2	653.1	-2.958	40.13	103.9	52.17	27.08	7.578	
295.6	389.4	-212.3	468.3	290.6	546.3	130.0	271.0	148.4	232.9	266.3	443.8	
5.524	5.688	10.99	8.903	21.63	18.18	34.12	85.23	17.52	6.133	2.874	2.031	
3.514	8.181	34.52	4.041	53.34	22.89	51.11	33.30	16.35	7.324	5.339	4.165	
50.72	66.77	575.0	291.3	1626.	1045.	390.2	156.8	.3172	67.71	44.78	37.57	
133.2	126.7	207.6	401.7	709.4	934.2	838.3	294.5	212.1	151.8	113.8	87.78	
5614.	9111.	218.0	471.1	6679.	4265.							
75.29	104.8	388.0	1029.	1275.	1142.	560.5	270.0	267.2	215.0	143.3	142.9	
365.7	428.6	673.3	672.4	1034.	1495.	2253.	648.0	548.1	392.6	305.1	295.2	
2.971	4.396	.7401	5.577	25.55	24.25	62.41	47.36	23.83	8.939	6.238	5.788	
3.997	6.982	84.84	66.36	143.2	73.67	41.22	17.28	12.50	9.697	6.766	4.594	
68.52	77.83	1030.	1186.	1893.	1334.	525.3	239.9	165.1	79.70	44.63	29.65	
81.96	136.8	178.0	514.6	850.2	939.3	864.7	273.1	190.9	119.5	84.80	31.59	

ข้อมูลสังเคราะห์ชุดที่ 4 (ต่อ)

4753.	9165.	143.7	458.8	5989.	3137.							
-20.85	-5.208	8.838	168.6	1750.	1313.	713.8	382.2	233.7	121.1	50.98	36.43	
373.8	510.1	1043.	1463.	1356.	1520.	1282.	1087.	200.6	147.1	75.84	106.3	
2.611	6.690	16.61	6.978	8.050	10.77	39.92	20.78	14.04	10.58	4.039	2.636	
1.108	8.400	57.52	71.16	116.6	80.69	54.93	34.24	15.64	8.677	5.571	4.307	
51.80	96.79	759.1	446.5	2018.	1237.	806.3	334.7	48.26	78.69	57.08	54.25	
116.2	76.97	214.4	321.7	611.3	752.2	542.3	193.7	102.4	90.89	62.88	52.17	
5197.	3650.	406.0	223.3	3860.	6108.							
293.3	308.5	533.6	1415.	620.5	974.5	507.8	179.7	121.7	97.46	73.84	71.00	
-78.62	-108.2	-307.7	-142.8	936.7	1171.	851.3	214.9	322.7	291.1	248.5	252.0	
6.177	8.678	2.362	4.937	9.645	49.44	141.8	143.3	26.25	6.155	3.621	3.570	
3.784	5.629	23.24	34.31	39.11	29.09	42.26	22.28	10.93	5.870	3.703	3.085	
27.35	84.22	396.9	1293.	614.3	862.6	295.4	84.69	122.0	38.13	22.57	19.51	
60.09	144.4	280.5	705.3	985.7	1147.	1530.	612.9	282.4	165.9	105.3	89.13	
4753.	9165.	143.7	458.8	5989.	3137.							
-20.85	-5.208	8.838	168.6	1750.	1313.	713.8	382.2	233.7	121.1	50.98	36.43	
373.8	510.1	1043.	1463.	1356.	1520.	1282.	1087.	200.6	147.1	75.84	106.3	
2.611	6.690	16.61	6.978	8.050	10.77	39.92	20.78	14.04	10.58	4.039	2.636	
1.108	8.400	57.52	71.16	116.6	80.69	54.93	34.24	15.64	8.677	5.571	4.307	
51.80	96.79	759.1	446.5	2018.	1237.	806.3	334.7	48.26	78.69	57.08	54.25	
116.2	76.97	214.4	321.7	611.3	752.2	542.3	193.7	102.4	90.89	62.88	52.17	
5197.	3650.	406.0	223.3	3860.	6108.							
293.3	308.5	533.6	1415.	620.5	974.5	507.8	179.7	121.7	97.46	73.84	71.00	
-78.62	-108.2	-307.7	-142.8	936.7	1171.	851.3	214.9	322.7	291.1	248.5	252.0	
6.177	8.678	2.362	4.937	9.645	49.44	141.8	143.3	26.25	6.155	3.621	3.570	
3.784	5.629	23.24	34.31	39.11	29.09	42.26	22.28	10.93	5.870	3.703	3.085	
27.35	84.22	396.9	1293.	614.3	862.6	295.4	84.69	122.0	38.13	22.57	19.51	
60.09	144.4	280.5	705.3	985.7	1147.	1530.	612.9	282.4	165.9	105.3	89.13	
4753.	9165.	143.7	458.8	5989.	3137.							
-20.85	-5.208	8.838	168.6	1750.	1313.	713.8	382.2	233.7	121.1	50.98	36.43	
373.8	510.1	1043.	1463.	1356.	1520.	1282.	1087.	200.6	147.1	75.84	106.3	
2.611	6.690	16.61	6.978	8.050	10.77	39.92	20.78	14.04	10.58	4.039	2.636	
1.108	8.400	57.52	71.16	116.6	80.69	54.93	34.24	15.64	8.677	5.571	4.307	
51.80	96.79	759.1	446.5	2018.	1237.	806.3	334.7	48.26	78.69	57.08	54.25	
116.2	76.97	214.4	321.7	611.3	752.2	542.3	193.7	102.4	90.89	62.88	52.17	
5197.	3650.	406.0	223.3	3860.	6108.							
293.3	308.5	533.6	1415.	620.5	974.5	507.8	179.7	121.7	97.46	73.84	71.00	
-78.62	-108.2	-307.7	-142.8	936.7	1171.	851.3	214.9	322.7	291.1	248.5	252.0	
6.177	8.678	2.362	4.937	9.645	49.44	141.8	143.3	26.25	6.155	3.621	3.570	
3.784	5.629	23.24	34.31	39.11	29.09	42.26	22.28	10.93	5.870	3.703	3.085	
27.35	84.22	396.9	1293.	614.3	862.6	295.4	84.69	122.0	38.13	22.57	19.51	
60.09	144.4	280.5	705.3	985.7	1147.	1530.	612.9	282.4	165.9	105.3	89.13	
4753.	9165.	143.7	458.8	5989.	3137.							
-20.85	-5.208	8.838	168.6	1750.	1313.	713.8	382.2	233.7	121.1	50.98	36.43	
373.8	510.1	1043.	1463.	1356.	1520.	1282.	1087.	200.6	147.1	75.84	106.3	
2.611	6.690	16.61	6.978	8.050	10.77	39.92	20.78	14.04	10.58	4.039	2.636	
1.108	8.400	57.52	71.16	116.6	80.69	54.93	34.24	15.64	8.677	5.571	4.307	
51.80	96.79	759.1	446.5	2018.	1237.	806.3	334.7	48.26	78.69	57.08	54.25	
116.2	76.97	214.4	321.7	611.3	752.2	542.3	193.7	102.4	90.89	62.88	52.17	
5197.	3650.	406.0	223.3	3860.	6108.							
293.3	308.5	533.6	1415.	620.5	974.5	507.8	179.7	121.7	97.46	73.84	71.00	
-78.62	-108.2	-307.7	-142.8	936.7	1171.	851.3	214.9	322.7	291.1	248.5	252.0	
6.177	8.678	2.362	4.937	9.645	49.44	141.8	143.3	26.25	6.155	3.621	3.570	
3.784	5.629	23.24	34.31	39.11	29.09	42.26	22.28	10.93	5.870	3.703	3.085	
27.35	84.22	396.9	1293.	614.3	862.6	295.4	84.69	122.0	38.13	22.57	19.51	
60.09	144.4	280.5	705.3	985.7	1147.	1530.	612.9	282.4	165.9	105.3	89.13	
4753.	9165.	143.7	458.8	5989.	3137.							
-20.85	-5.208	8.838	168.6	1750.	1313.	713.8	382.2	233.7	121.1	50.98	36.43	
373.8	510.1	1043.	1463.	1356.	1520.	1282.	1087.	200.6	147.1	75.84	106.3	
2.611	6.690	16.61	6.978	8.050	10.77	39.92	20.78	14.04	10.58	4.039	2.636	
1.108	8.400	57.52	71.16	116.6	80.69	54.93	34.24	15.64	8.677	5.571	4.307	
51.80	96.79	759.1	446.5	2018.	1237.	806.3	334.7	48.26	78.69	57.08	54.25	
116.2	76.97	214.4	321.7	611.3	752.2	542.3	193.7	102.4	90.89	62.88	52.17	
5197.	3650.	406.0	223.3	3860.	6108.							
293.3	308.5	533.6	1415.	620.5	974.5	507.8	179.7	121.7	97.46	73.84	71.00	
-78.62	-108.2	-307.7	-142.8	936.7	1171.	851.3	214.9	322.7	291.1	248.5	252.0	
6.177	8.678	2.362	4.937	9.645	49.44	141.8	143.3	26.25	6.155	3.621	3.570	
3.784	5.629	23.24	34.31	39.11	29.09	42.26	22.28	10.93	5.870	3.703	3.085	
27.35	84.22	396.9	1293.	614.3	862.6	295.4	84.69	122.0	38.13	22.57	19.51	
60.09	144.4	280.5	705.3	985.7	1147.	1530.	612.9	282.4	165.9	105.3	89.13	

ข้อมูลสังเคราะห์ชุดที่ 4 (ต่อ)

4753.	9165.	143.7	458.8	5989.	3137.							
-20.85	-5.208	8.838	168.6	1750.	1313.	713.8	382.2	233.7	121.1	50.98	36.43	
373.8	510.1	1043.	1463.	1356.	1520.	1282.	1087.	200.6	147.1	75.84	106.3	
2.611	6.690	16.61	6.978	8.050	10.77	39.92	20.78	14.04	10.58	4.039	2.636	
1.108	8.400	57.52	71.16	116.6	80.69	54.93	34.24	15.64	8.677	5.571	4.307	
51.80	96.79	759.1	446.5	2018.	1237.	806.3	334.7	48.26	78.69	57.08	54.25	
116.2	76.97	214.4	321.7	611.3	752.2	542.3	193.7	102.4	90.89	62.88	52.17	
5197.	3650.	406.0	223.3	3860.	6108.							
293.3	308.5	533.6	1415.	620.5	974.5	507.8	179.7	121.7	97.46	73.84	71.00	
-78.62	-108.2	-307.7	-142.8	936.7	1171.	851.3	214.9	322.7	291.1	248.5	252.0	
6.177	8.678	2.362	4.937	9.645	49.44	141.8	143.3	26.25	6.155	3.621	3.570	
3.784	5.629	23.24	34.31	39.11	29.09	42.26	22.28	10.93	5.870	3.703	3.085	
27.35	84.22	396.9	1293.	614.3	862.6	295.4	84.69	122.0	38.13	22.57	19.51	
60.09	144.4	280.5	705.3	985.7	1147.	1530.	612.9	282.4	165.9	105.3	89.13	
4753.	9165.	143.7	458.8	5989.	3137.							
-20.85	-5.208	8.838	168.6	1750.	1313.	713.8	382.2	233.7	121.1	50.98	36.43	
373.8	510.1	1043.	1463.	1356.	1520.	1282.	1087.	200.6	147.1	75.84	106.3	
2.611	6.690	16.61	6.978	8.050	10.77	39.92	20.78	14.04	10.58	4.039	2.636	
1.108	8.400	57.52	71.16	116.6	80.69	54.93	34.24	15.64	8.677	5.571	4.307	
51.80	96.79	759.1	446.5	2018.	1237.	806.3	334.7	48.26	78.69	57.08	54.25	
116.2	76.97	214.4	321.7	611.3	752.2	542.3	193.7	102.4	90.89	62.88	52.17	
5197.	3650.	406.0	223.3	3860.	6108.							
293.3	308.5	533.6	1415.	620.5	974.5	507.8	179.7	121.7	97.46	73.84	71.00	
-78.62	-108.2	-307.7	-142.8	936.7	1171.	851.3	214.9	322.7	291.1	248.5	252.0	
6.177	8.678	2.362	4.937	9.645	49.44	141.8	143.3	26.25	6.155	3.621	3.570	
3.784	5.629	23.24	34.31	39.11	29.09	42.26	22.28	10.93	5.870	3.703	3.085	
27.35	84.22	396.9	1293.	614.3	862.6	295.4	84.69	122.0	38.13	22.57	19.51	
60.09	144.4	280.5	705.3	985.7	1147.	1530.	612.9	282.4	165.9	105.3	89.13	
4753.	9165.	143.7	458.8	5989.	3137.							
-20.85	-5.208	8.838	168.6	1750.	1313.	713.8	382.2	233.7	121.1	50.98	36.43	
373.8	510.1	1043.	1463.	1356.	1520.	1282.	1087.	200.6	147.1	75.84	106.3	
2.611	6.690	16.61	6.978	8.050	10.77	39.92	20.78	14.04	10.58	4.039	2.636	
1.108	8.400	57.52	71.16	116.6	80.69	54.93	34.24	15.64	8.677	5.571	4.307	
51.80	96.79	759.1	446.5	2018.	1237.	806.3	334.7	48.26	78.69	57.08	54.25	
116.2	76.97	214.4	321.7	611.3	752.2	542.3	193.7	102.4	90.89	62.88	52.17	
5197.	3650.	406.0	223.3	3860.	6108.							
293.3	308.5	533.6	1415.	620.5	974.5	507.8	179.7	121.7	97.46	73.84	71.00	
-78.62	-108.2	-307.7	-142.8	936.7	1171.	851.3	214.9	322.7	291.1	248.5	252.0	
6.177	8.678	2.362	4.937	9.645	49.44	141.8	143.3	26.25	6.155	3.621	3.570	
3.784	5.629	23.24	34.31	39.11	29.09	42.26	22.28	10.93	5.870	3.703	3.085	
27.35	84.22	396.9	1293.	614.3	862.6	295.4	84.69	122.0	38.13	22.57	19.51	
60.09	144.4	280.5	705.3	985.7	1147.	1530.	612.9	282.4	165.9	105.3	89.13	
4753.	9165.	143.7	458.8	5989.	3137.							
-20.85	-5.208	8.838	168.6	1750.	1313.	713.8	382.2	233.7	121.1	50.98	36.43	
373.8	510.1	1043.	1463.	1356.	1520.	1282.	1087.	200.6	147.1	75.84	106.3	
2.611	6.690	16.61	6.978	8.050	10.77	39.92	20.78	14.04	10.58	4.039	2.636	
1.108	8.400	57.52	71.16	116.6	80.69	54.93	34.24	15.64	8.677	5.571	4.307	
51.80	96.79	759.1	446.5	2018.	1237.	806.3	334.7	48.26	78.69	57.08	54.25	
116.2	76.97	214.4	321.7	611.3	752.2	542.3	193.7	102.4	90.89	62.88	52.17	

ข้อมูลสังเคราะห์ชุดที่ 5

T STREAM FLOW DATA OF MAE KLONG RIVER AND TRIBUTARIES IN MCM.

S SIX SELECTED STATIONS

C CREATED 4-20-1992

1

N 6 12

M 1 2 4

1 1965 1990 K.10
 2 1965 1990 K.11
 3 1965 1990 K.17
 4 1965 1990 K.22A
 5 1965 1990 K.LAEM
 6 1965 1990 SRI.N
 26 10 7845

G

5434.	.1055E+05	112.4	416.5	5597.	4243.							
230.4	339.9	894.0	528.2	1126.	623.2	772.5	328.8	234.5	158.0	101.0	98.43	
528.3	746.2	1186.	499.8	2603.	1472.	776.4	730.0	610.2	546.7	301.1	553.1	
1.846	3.856	5.495	3.664	6.283	4.234	36.58	36.21	10.36	2.312	.6180	.9070	
1.057	4.872	78.03	86.45	115.2	84.54	23.47	2.618	5.253	6.509	4.768	3.699	
42.33	95.21	1005.	848.5	1870.	642.1	755.2	242.5	-35.84	56.56	47.21	28.70	
80.80	314.4	200.6	408.5	640.2	857.4	716.4	355.1	287.1	169.6	108.0	104.5	
.1007E+05	.1339E+05	250.3	302.2	5182.	5162.							
314.2	317.3	1247.	1542.	3449.	1146.	811.7	320.4	252.8	186.8	222.8	258.1	
327.7	380.5	704.7	61.15	6381.	1983.	1891.	677.7	417.7	200.8	59.06	302.6	
1.755	16.74	2.772	6.737	13.01	15.09	106.9	44.48	21.76	8.166	6.882	5.328	
2.540	5.023	22.41	72.57	104.7	19.93	36.86	11.98	10.28	6.119	5.051	4.718	
15.24	77.91	197.5	1116.	2186.	753.0	475.2	113.1	94.86	84.64	42.10	26.68	
129.8	118.5	243.3	507.8	760.3	940.9	1578.	354.1	174.4	113.9	116.1	124.5	
7305.	.1106E+05	183.0	326.2	4689.	4575.							
156.3	278.4	563.7	889.8	1817.	1290.	876.0	327.1	245.1	245.1	229.3	387.7	
292.0	327.7	662.4	982.6	2890.	2048.	1632.	916.3	549.2	346.9	157.1	260.5	
3.450	10.27	25.44	8.378	-3.840	18.84	42.53	48.07	16.52	6.315	3.365	3.674	
5.384	14.17	24.58	42.55	87.94	76.19	39.00	13.78	8.910	6.796	4.032	2.835	
27.78	96.74	205.9	702.2	1416.	912.2	622.7	218.2	407.6	50.89	24.11	4.846	
69.84	74.77	243.8	366.4	821.6	811.8	970.1	571.0	271.1	161.9	106.0	106.7	
4687.	7706.	103.4	346.4	6412.	3691.							
158.5	200.4	692.6	1097.	528.4	519.9	333.1	319.8	274.4	192.7	156.0	214.6	
431.6	648.0	879.1	194.6	1075.	1775.	944.1	391.7	299.3	347.9	272.6	447.0	
6.245	4.353	4.148	13.82	15.37	5.680	11.47	28.03	10.49	2.503	.9675	.3539	
3.391	12.32	57.81	61.94	96.47	52.30	24.30	12.52	9.364	8.047	5.302	2.642	
50.59	97.14	1018.	1365.	1448.	1105.	641.2	259.7	273.1	81.02	57.66	15.84	
104.8	350.8	370.1	234.9	821.2	867.0	425.4	159.1	107.5	100.5	76.87	72.52	
3206.	5012.	140.0	211.8	3022.	2714.							
155.5	143.5	197.7	491.6	143.6	672.3	364.2	360.4	273.1	131.0	136.7	136.1	
300.6	380.0	675.5	-392.5	374.1	1056.	965.6	359.2	300.0	302.6	256.6	433.4	
4.542	4.709	4.549	2.054	2.494	5.269	34.34	62.17	15.05	1.963	1.303	1.542	
3.150	-4.364	32.02	49.28	81.48	53.41	-1.532	-8.026	-1.641	1.879	3.814	2.326	
37.76	45.83	568.8	415.0	630.9	654.1	446.6	229.0	-108.8	46.62	30.58	25.61	
61.61	63.34	82.22	141.6	708.3	772.0	464.7	169.1	109.2	53.03	39.59	49.44	

