รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

คณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. งานศึกษาข้อมูลและศักยภาพการพัฒนาลุ่มน้ำแม่น้ำปิง. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2537.

คณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. งานศึกษาข้อมูลและศักยภาพการพัฒนาลุ่มน้ำแม่น้ำวัง. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2537.

คณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. งานศึกษาข้อมูลและศักยภาพการพัฒนาลุ่มน้ำแม่น้ำยม. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2537.

คณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. งานศึกษาข้อมูลและศักยภาพการพัฒนาลุ่มน้ำแม่น้ำน่าน. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2537.

ชลประทาน, กรม. การศึกษาความเหมาะสมและศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการบรรเทาอุทกภัยและการขาดแคลนน้ำ ลุ่มน้ำปิงตอนบน. กรุงเทพมหานคร : กรมชลประทาน, 2540.

ชลประทาน, กรม. รายงานประวัติสถานี. กรุงเทพมหานคร : กรมชลประทาน, 2546.

พัชราภรณ์ ญาณภิรัต. ความน่าจะเป็นและสถิติประยุกต์สำหรับวิศวกร. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541.

พัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กรม. รายงานการศึกษาความเหมาะสม โครงการฝายกำแพงเพชร. กรุงเทพมหานคร : กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2535.

วิชชุดา เลี่ยมสงวน. การใช้อนุกรมสูงสุดรายปีและอนุกรมสูงสุดบางส่วนในการวิเคราะห์ขนาดและความถี่น้ำท่วมในลุ่มน้ำปิงตอนบน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

วราวุธ วุฒิวณิชย์. อุทกวิทยาประยุกต์. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2533.

วีระพล แต้สมบัติ. อุทกวิทยาประยุกต์. กรุงเทพมหานคร : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, 2531.

วีระพล แต้สมบัติ. ทฤษฎีความน่าจะเป็นและสถิติสำหรับนักอุทกวิทยา. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532.

โสธรัตน์ อินสว่าง. การประเมินการแจกแจงความถี่ที่เหมาะสมในการพยากรณ์ขนาดของน้ำหลากสำหรับประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2544.

สุดารัตน์ คำปลิว. ขนาดและความถี่ของน้ำหลากในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

สุนัย สุนทราภา. การศึกษาสภาพน้ำหลากของลุ่มน้ำยม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522.

อินทิรา เศวตประวิชกุล. สภาพการเกิดน้ำหลากในลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนล่าง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

ภาษาอังกฤษ

Ashkar, F., and Rousselle, J. Some Remarks on the Truncation Used in Partial Flood Series Model. Water Resource Research 19 (April 1983) : 477-480.

Ashkar, F., and Rousselle, J. The Effect of Certain Restrictions Imposed on the Interarrival Times of Flood Events on the Poisson Distribution used for Modeling Flood Counts. Water Resource Research 19 (April 1983) : 481-485.

Ashkar, F., and Rousselle, J. Partial Duration Series Modelling Under the Assumption of the Poissonian Flood Count. J. of Hydrology 90 (1987) : 135-144.

Bedient, P.B., and Huber, W.C. Hydrology and Floodplain Analysis. Addision-Wesley, 1989.

Birikundavyi, S., and Rousselle, J. Use of Partial Duration Series for Single-Station and Regional Analysis of Floods. J. of Hydrologic Engineering (April 1997) : 68-75.

Birikundavyi, S., and Rousselle, J. Some Problem Involved in Using Partial Duration Series for Regional Flood Frequency Analysis. Coping with Floods (1994) : 229-242.

Chaleeraktrakoom, C. A Mathematical Model for Daily Flow. Master's Thesis, Department of Engineering, Grauate School, Asian Institute of Technology, 1982.

Chow, V.T., Maidment,D.R., and Mays, L.W. Applied Hydrology. Singapore : McGraw-Hill, 1988.

Correia, F.N. Multivariate Partial Duration Series in Flood Risk Analysis. Hydrologic Frequency Modelling (1987) : 541-554.

Cruise, J.F., and Arora, K. A Hydroclimatic Application Strategy for the Poisson Partial Duration Model. Water Resource Bulletin 26, 3. (June 1990) : 431-442.

Cunnane, C. A Note on the Poisson Assumption in Partial Duration Series Models. Water Resource Research 15. (April 1979) : 489-494.

Dalrymple, T. Flood Frequency Analysis. Manual of Hydrology Part 3 : Flood-Flow Techniques. Washington : United States Government Printing Office, 1960.

Electricity Generating Authority of Thailand. Surface Runoff and Specific Yield of River Basins in Thailand. Survey Division, Planning Department, 1980.

Hann, Charles.T. Statistic Methods in Hydrology. 3 rd ed.Iowa : Iowa State University Press, 1982.

Jivajirajah, T. Applicability of Some Statistical Distribution in Hydrology. Master's Thesis, Department of Engineering, Grauate School, Asian Institute of Technology , 1982.

Kite, G.W. Frequency and Risk Analyses in Hydrology. Colorado : Water Resources Publications, 1977.

Larpvisutisaroj, G. Distribution of Flood Volume. Master's Thesis, Department of Engineering, Grauate School, Asian Institute of Technology , 1982.

Linsley, R.K., Kohler, M.A., Paulhus, J.L.H., and Wallace, J.S. Hydrology for Engineers. 3rd ed. Singapore : McGraw-Hill, 1982.

National Environmental Research Council. Flood Studies Report. Vol.1 : Hydrological Studies, Wallingford, 1978.

North, M. Time-Dependent Stochastic Model of Floods. J. of the Hydraulics Division Vol.106 (1980) : 649-665.

Rosbjerg, D. Estimation in Partial Duration Series With Independent and Dependent Peak Values. J. of Hydrology 76, 1 (1985) : 183-196.

Rosbjerg, D. Partial Duration Series With Log-Normal Distribution Peak Values. Hydrologic Frequency Modelling (1987) : 117-129.

Rosbjerg, D., Madsen, H., and Rasmussen, P.F. Prediction in Partial Duration Series With Generalized Pareto-Distributed Exceedances. Water Resource Research 28. (1992) : 3001-3010.

Royal Irrigation Department. Frequency Study of Annual Peak Discharge for Rivers in Thailand. Hydrology Division, 1983.

Royal Irrigation Department. List of Stream Gaging Station in Thailand Under Operation of Royal Irrigation Department Investigation Project Up To 2000. Hydrology Division, 2000.

Royal Irrigation Department. Thailand Hydrological Yearbook Water Year 1971. Hydrology Division, 1975.

Sabur, M.A. Regional Flood Frequency Analysis of Thailand. Master's Thesis, Department of Engineering, Grauate School, Asian Institute of Technology , 1982.

Taesombat, V. and Yevjevich, V. Use of Partial Flood Series for Estimating Distribution of Maximum Annual Flood Peak. Hydrology Papers Colorado State University 97. (October 1978).

Tsao-Liang, T. Regional Flood Frequency Analysis for Taiwan. Master's Thesis, Department of Engineering, Grauate School, Asian Institute of Technology , 1987.

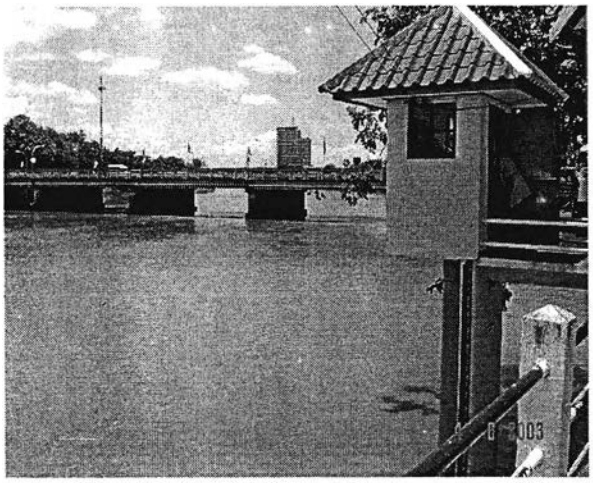
United States Water Resources Council. Guidelines for Determining Flood Flow Frequency. Bullentin17. Washington, 1976.

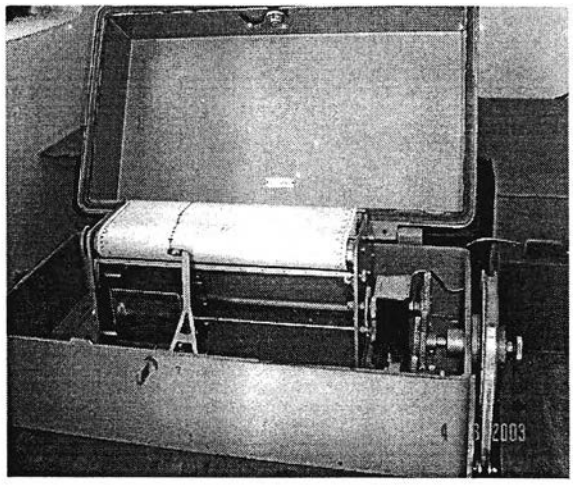
Valadares, L.T. and Da Silva, J.E. Partial Duration Series Method Revisited. J. of Hydrology. 64(1983) : 1-14.

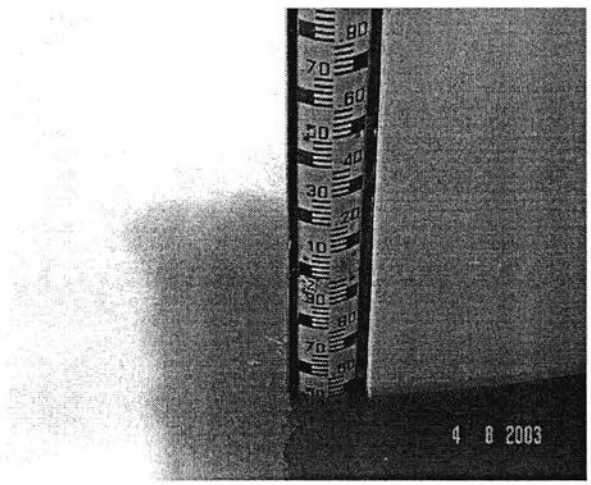
Wang, Q.J. The POT Model Described by the Generalized Pareto Distribution with Poisson Arrival Rate. J. of Hydrology. 129(1991) : 263-280.

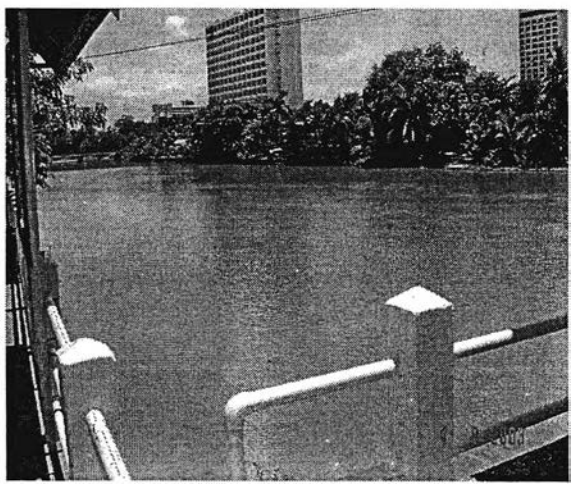
ภาคผนวก

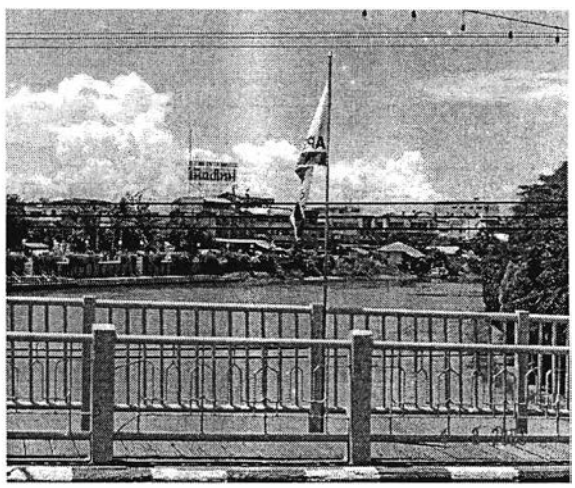
ภาคผนวก ก
ข้อมูลทั่วไปของลุ่มน้ำปิง วัง ยม และน่าน











สถานี P.1 สะพานนวรัฐ อ.เมือง จ.เชียงใหม่

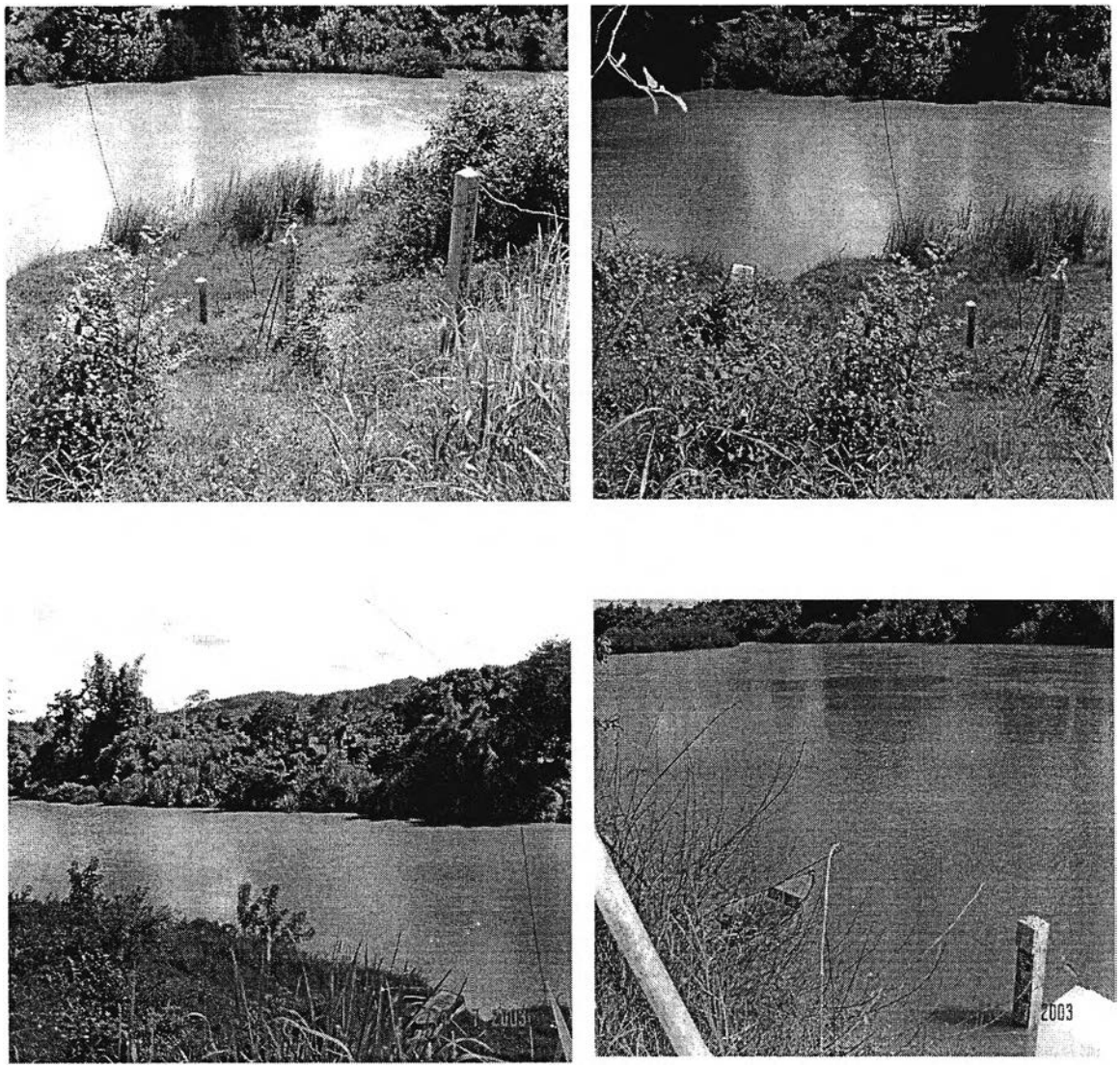
รูปที่ ก-1 สถานีวัดน้ำท่าในพื้นที่ศึกษา

สถานี P.21 สะพานแม่ริม อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่

รูปที่ ก-1(ต่อ) สถานีวัดน้ำท่าในพื้นที่ศึกษา

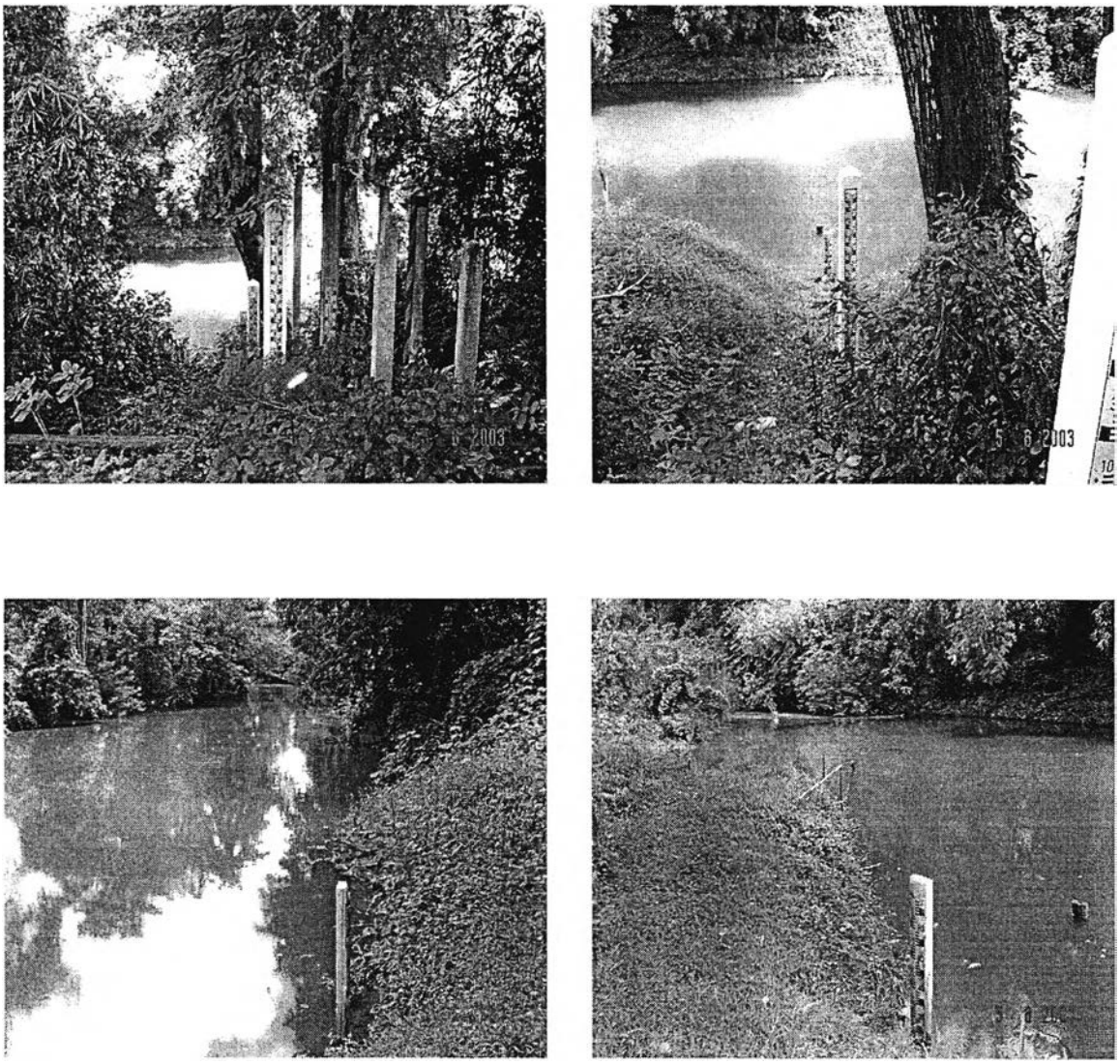
สถานี Y.4 บ้านท่าราชธานี อ.เมือง จ.สุโขทัย

รูปที่ ก-1(ต่อ) สถานีวัดน้ำท่าในพื้นที่ศึกษา



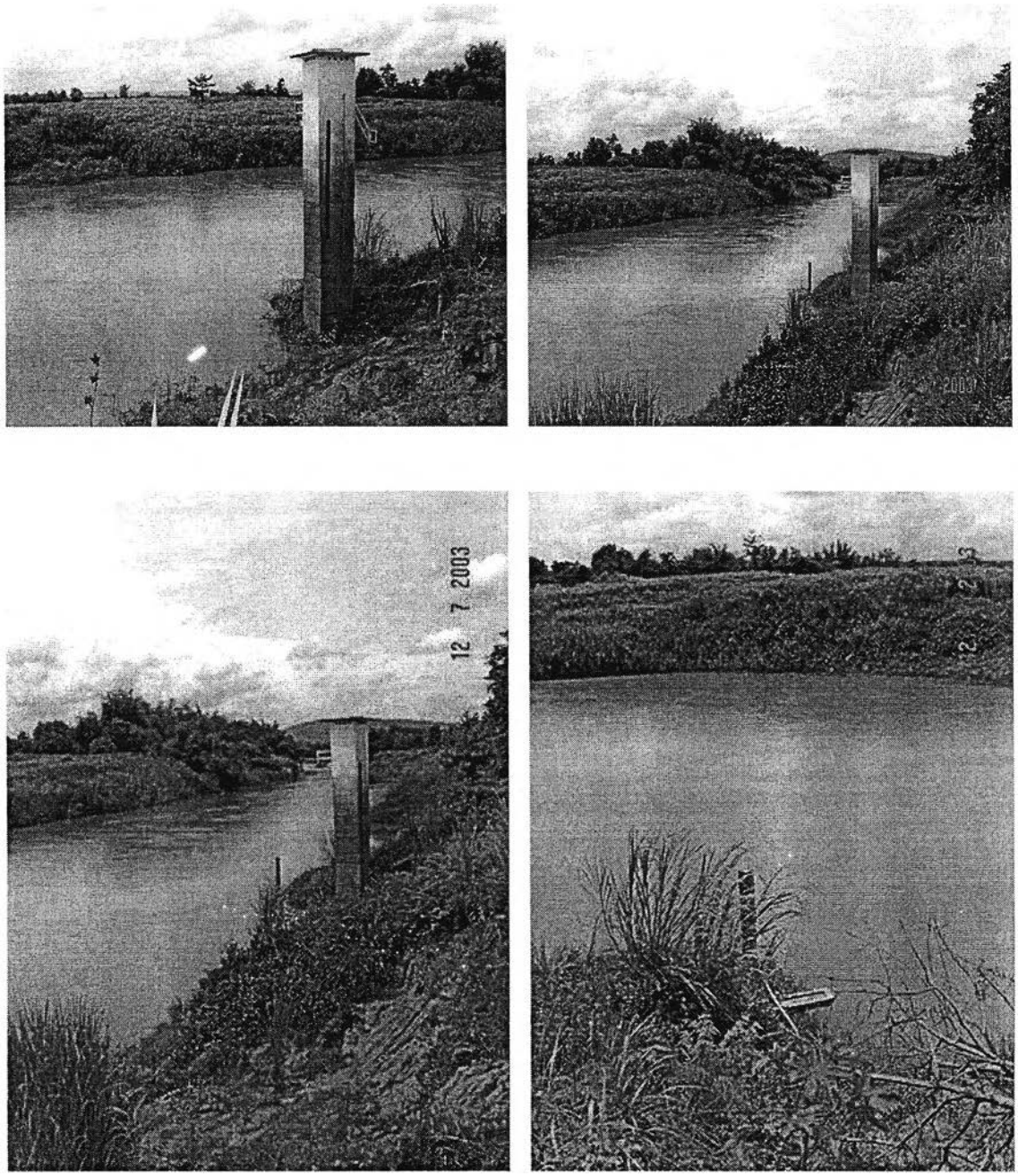
สถานี Y.14 บ้านดอนระเบียง อ.ศรีสัชชนาลัย จ.สุโขทัย

รูปที่ ก-1(ต่อ) สถานีวัดน้ำท่าในพื้นที่ศึกษา



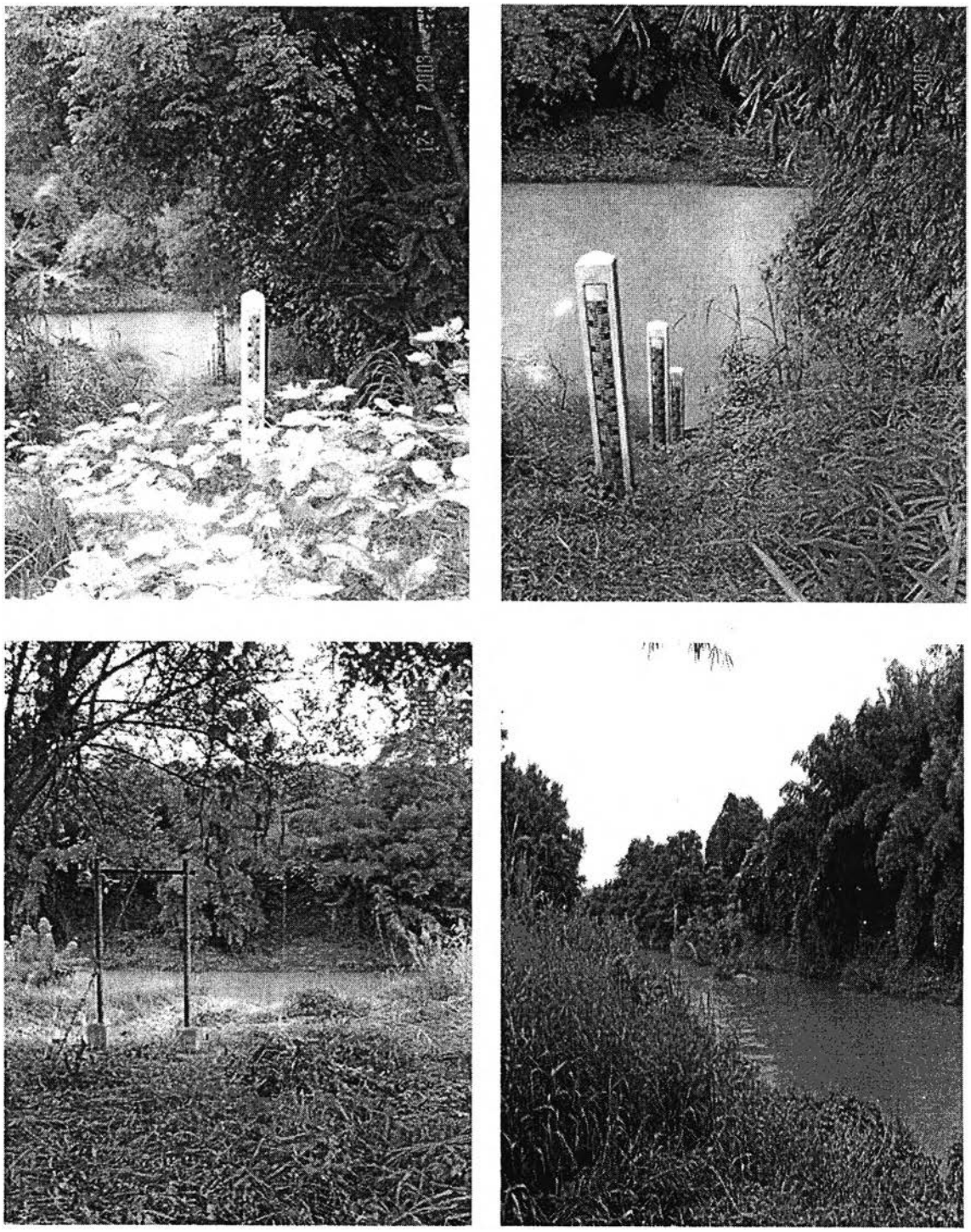
สถานี Y.26 บ้านแม่พุ อ.เถิน จ.ลำปาง

รูปที่ ก-1(ต่อ) สถานีวัดน้ำท่าในพื้นที่ศึกษา



สถานี N.22 บ้านยาง อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก

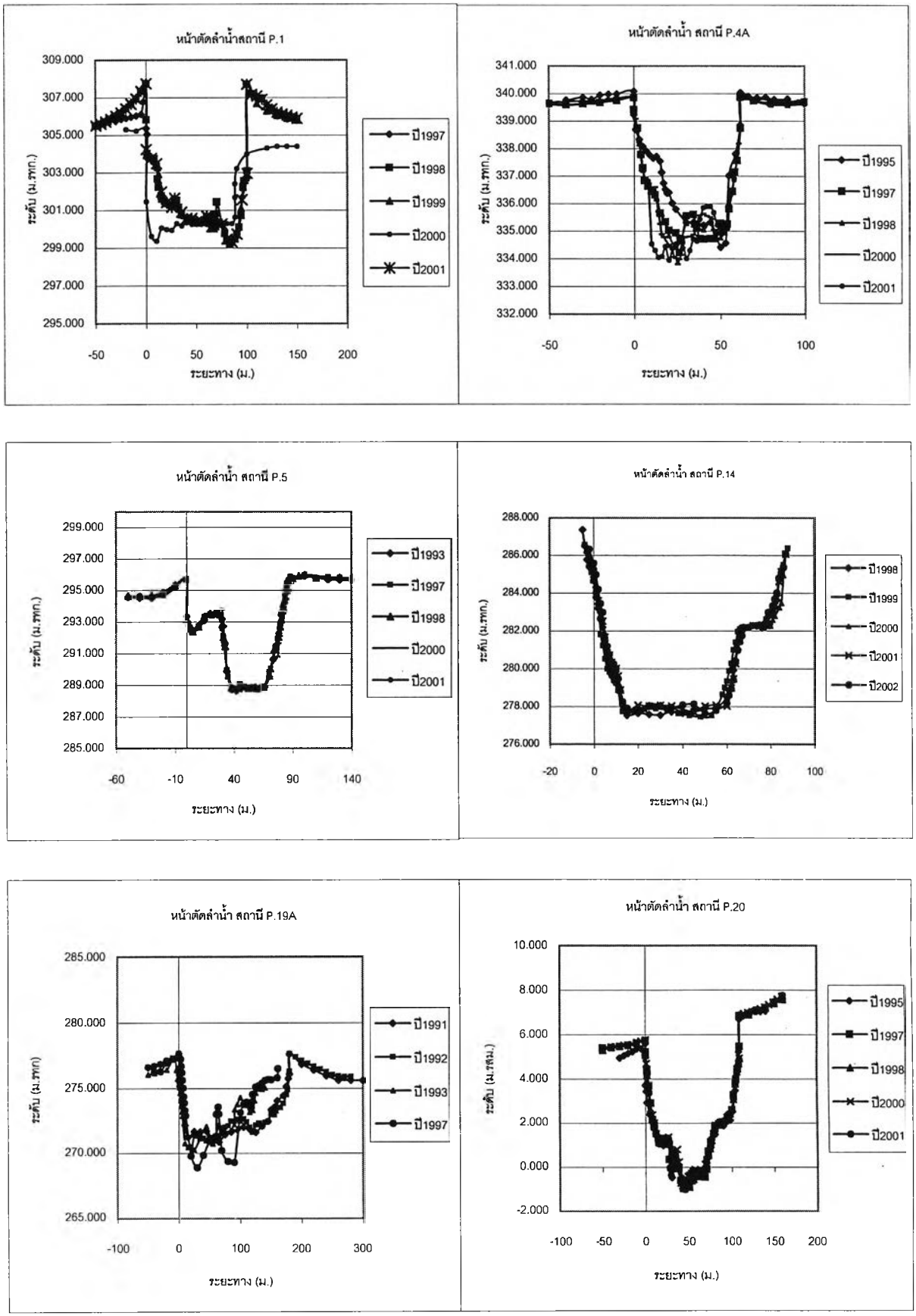
รูปที่ ก-1(ต่อ) สถานีวัดน้ำท่าในพื้นที่ศึกษา



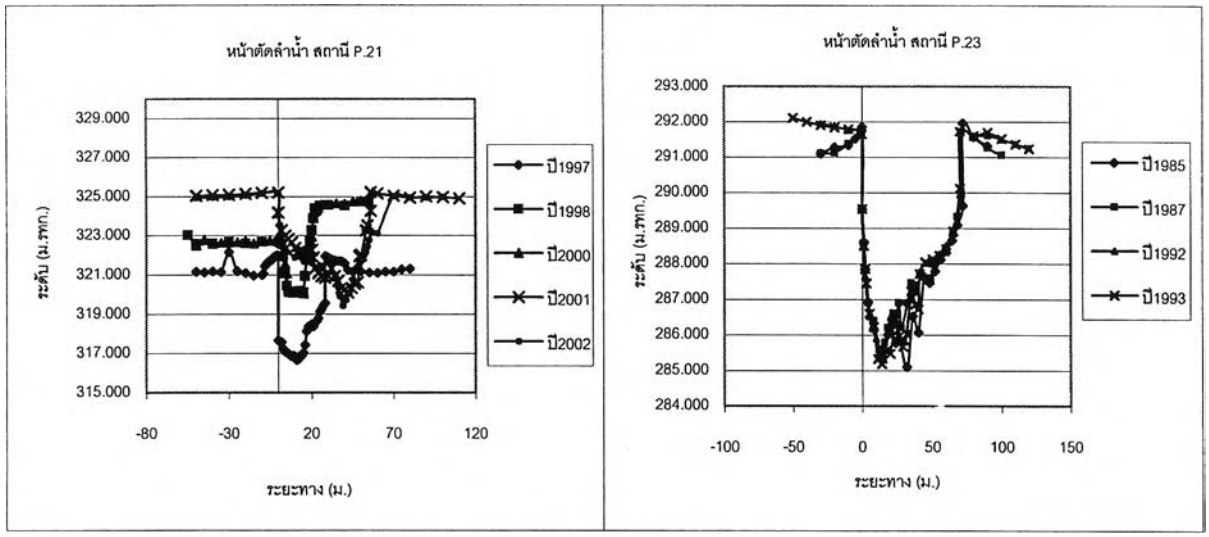
สถานี N.24 บ้านวังนกแอ่น อ.วังทอง จ.พิษณุโลก

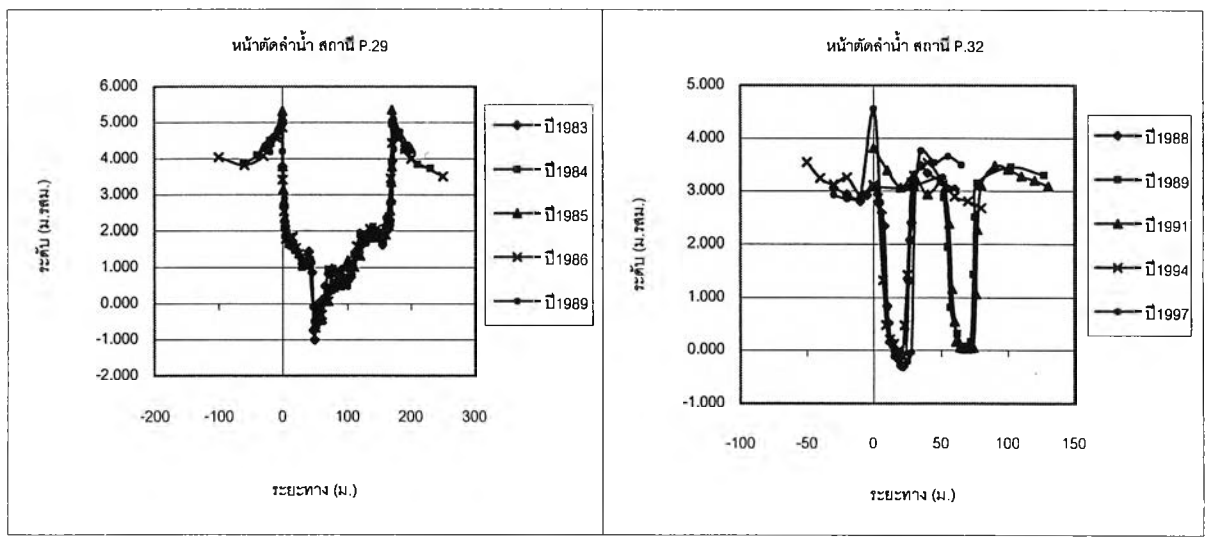
รูปที่ ก-1(ต่อ) สถานีวัดน้ำท่าในพื้นที่ศึกษา

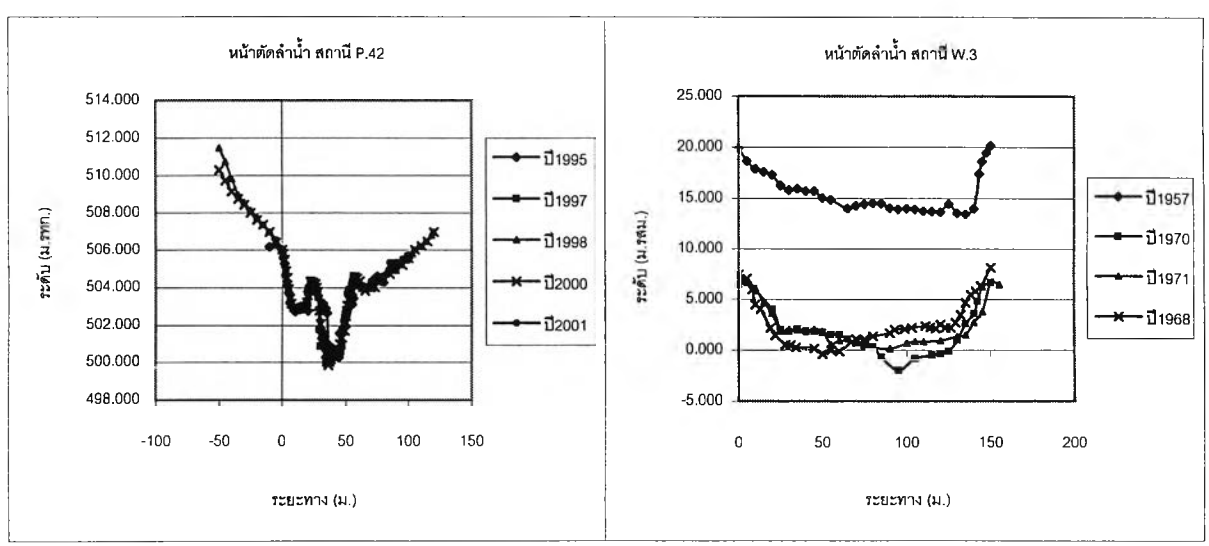
รูปที่ ก-2 ลักษณะหน้าตัดลำน้ำ สถานีที่ใช้ในการศึกษา ในปีต่างๆ



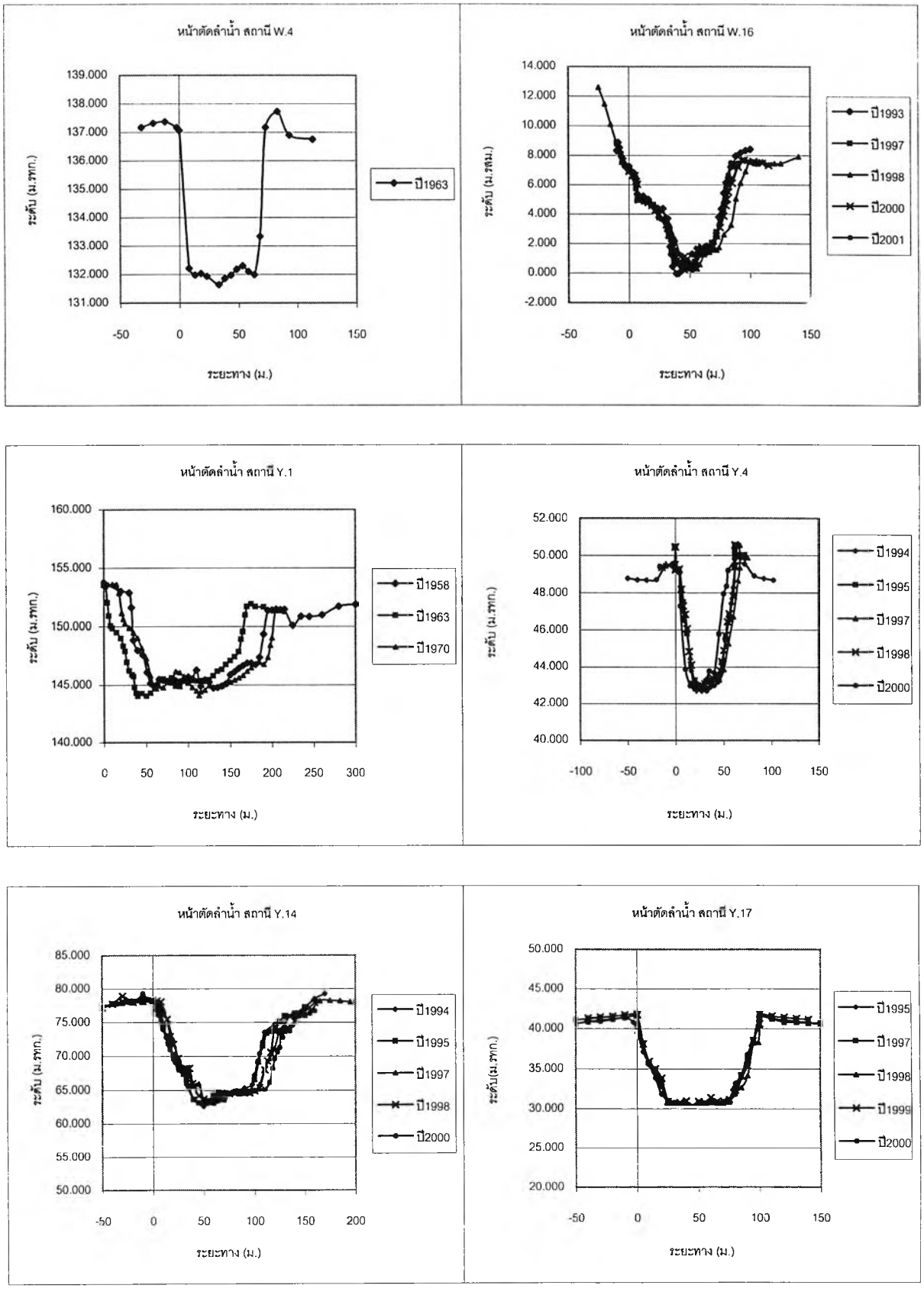
รูปที่ ก-2 (ต่อ)ลักษณะหน้าตัดลำน้ำ สถานีที่ใช้ในการศึกษา ในปีต่างๆ



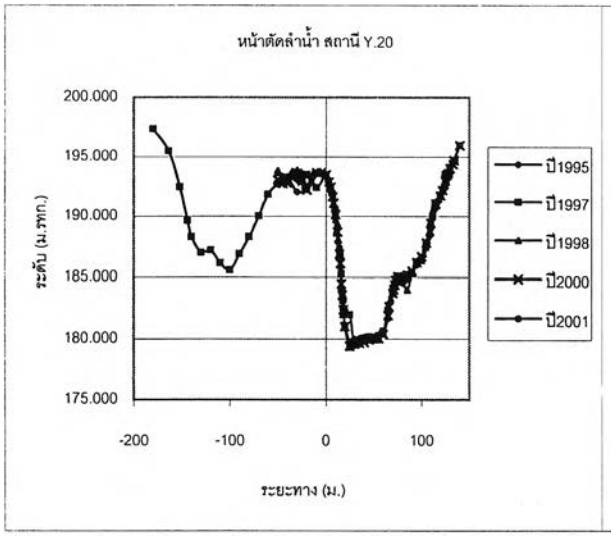


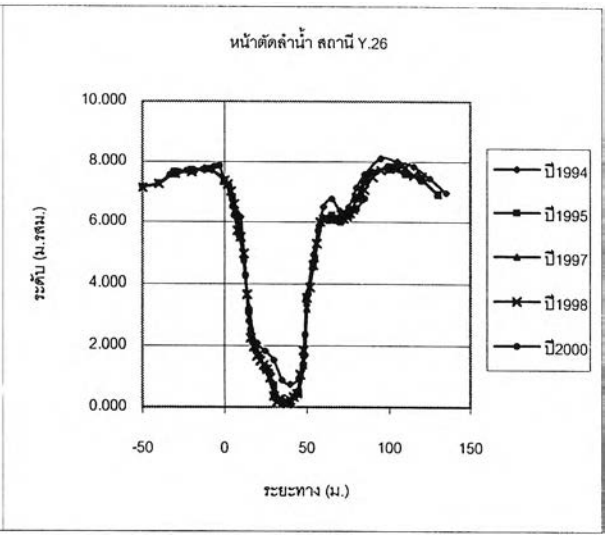


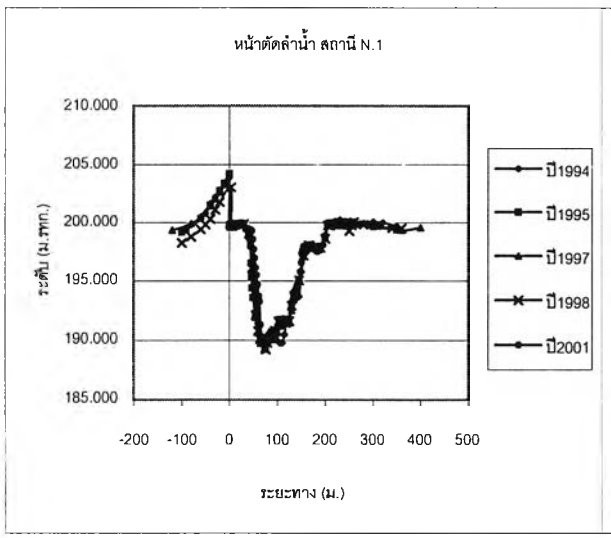
รูปที่ ก-2 (ต่อ)ลักษณะหน้าตัดลำน้ำ สถานีที่ใช้ในการศึกษา ในปีต่างๆ

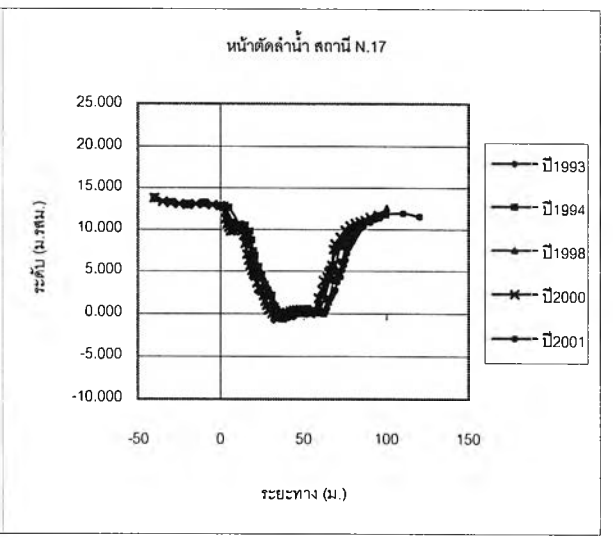


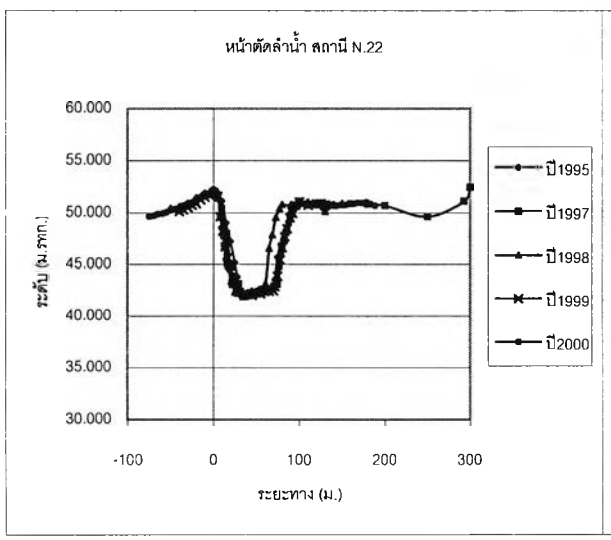
รูปที่ ก-2 (ต่อ)ลักษณะหน้าตัดลำน้ำ สถานีที่ใช้ในการศึกษา ในปีต่างๆ

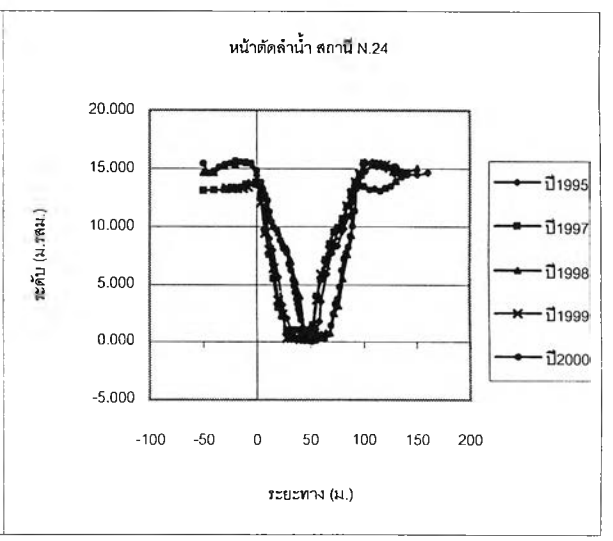




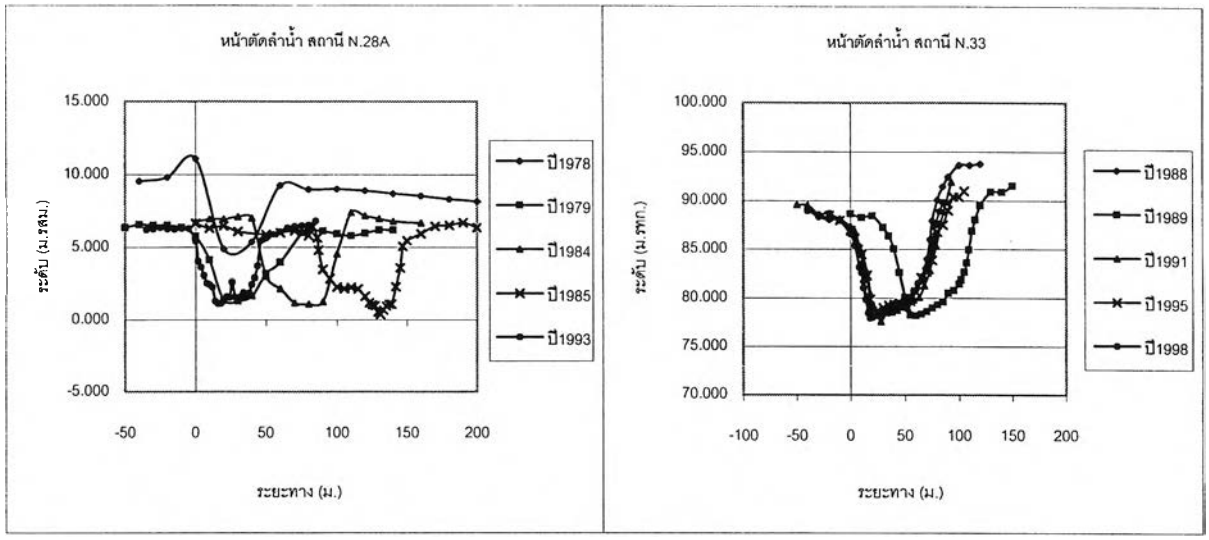








รูปที่ ก-2 (ต่อ)ลักษณะหน้าตัดลำน้ำ สถานีที่ใช้ในการศึกษา ในปีต่างๆ



สรุปประเด็นหน้าตัดลำน้ำที่แตกต่างจากปีอื่น ๆของสถานีที่ใช้ในการศึกษา

สถานี P.1

- ในปีที่มีหน้าตัดลำน้ำแตกต่างไปจากปีอื่นๆ คือปี 2000 นั้น การสำรวจหน้าตัดมีการเปลี่ยนแปลงแนวการสำรวจ โดยทำการสำรวจที่แนว Staff Gage (ไม่ทราบเหตุผลการเปลี่ยนแนวสำรวจ) ซึ่งในปกติก่อนนั้นและหลังจากนั้นจะใช้แนวการสำรวจที่สะพานนครพิงค์ (Highway Bridge) จึงทำให้ ลักษณะหน้าตัดลำน้ำแตกต่างไปจากปีอื่นๆ
- สรุป ไม่ใช้หน้าตัดลำน้ำในปี 2000

สถานี P.4A

- ลักษณะหน้าตัดลำน้ำมีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนทุกปี เนื่องจากท้องน้ำมีลักษณะเป็นทรายปนกรวด และมีการกัดเซาะด้านฝั่งซ้ายของลำน้ำเพิ่มขึ้นทุกปีที่มีการเก็บข้อมูล
- ไม่มีการเปลี่ยนแปลงแนวการสำรวจ ยังคงใช้แนวสำรวจที่สะพานรถยนต์ อ.แม่แตง
- ลักษณะ Rating Curve ไม่แตกต่างกันมากระหว่างปี 1995 และปี 1997
- สรุปให้ใช้หน้าตัดลำน้ำได้ทุกปี

สถานี P.19A

- มีการเปลี่ยนแปลงแนวการสำรวจ โดยในปี 1993 และปี 1997 ใช้แนวการสำรวจที่ Staff Gage ส่วนในปี 1991 และปี 1992 ใช้แนวการสำรวจที่ Measuring Line ที่กำหนดขึ้น จึงมีลักษณะหน้าตัดแตกต่างกัน
- สรุปให้ใช้หน้าตัดในปี 1991 และปี 1992 เนื่องจากมีการสำรวจครบทั้งหน้าตัดถึงตลิ่ง

สถานี P.21

- มีการเปลี่ยนแปลงแนวการสำรวจ โดยในปี 1997 และปี 1998 ใช้แนวการสำรวจที่ Measuring Line ในปี 2000 ใช้แนวการสำรวจที่ Staff Gage ส่วนปี 2001 และปี 2002 นั้นจะใช้แนวการสำรวจที่สะพานแมริม(Highway Bridge) ระยะห่างแต่ละแนวการสำรวจไม่ทราบแน่ชัด ดังนั้นหน้าตัดลำน้ำจึงแตกต่างกัน
- สรุปให้ใช้หน้าตัดในปี 2001 และปี 2002

สถานี P.32

- ในการสำรวจหน้าตัดลำน้ำไม่มีการเปลี่ยนแนวการสำรวจ โดยจะใช้แนวการสำรวจที่ Staff Gage แต่มีการเปลี่ยนแปลงจุดอ้างอิง(รายละเอียดไม่ได้แจ้งไว้) ในการสำรวจในปี 1989 และปี 1991 ทำให้หน้าตัดลำน้ำเคลื่อนไปจากเดิมเมื่อ plot รวมกันในรูปเดียว
- เมื่อพิจารณาขนาดน้ำหลากในปี 1988 และปี 1989 (ข้อมูลปริมาณน้ำสำรวจถึงปี 1989) แตกต่างกันไม่มาก และเกิดในช่วงเวลาใกล้เคียงกัน
- สรุปให้ใช้หน้าตัดลำน้ำได้ทุกปี

สถานี W.3

- ในการสำรวจหน้าตัดลำน้ำไม่มีการเปลี่ยนแนวการสำรวจ โดยจะใช้แนวการสำรวจที่ Measuring Line
- ในปีที่มีหน้าตัดลำน้ำแตกต่างไปจากปีอื่นๆ คือปี 1957 นั้น คาดว่ามีการกำหนดค่าระดับ 0.000 ม.รสม. แตกต่างไปจากปีอื่นๆ จึงทำให้หน้าตัดลำน้ำมีค่าระดับแตกต่างไปมาก
- ข้อมูลปริมาณการไหลมีการสำรวจถึงปี 1966 เท่านั้น ทำให้ไม่สามารถสังเกตลักษณะข้อมูลของปี 1957 เทียบกับปี 1968,1970 และ 1971 ได้
- เหตุที่กรมชลประทานไม่เข้มงวดกับการ กำหนดค่าระดับและพิกัดของจุดอ้างอิงให้อยู่ในตำแหน่งเดียวตลอดนั้น เนื่องจากต้องการเพียงข้อมูลหน้าตัดลำน้ำในแต่ละปีที่ทำการสำรวจ ไปคำนวณหาค่าปริมาณการไหลเพื่อจัดทำ Rating Curve ต่อไป ไม่ได้สนใจเรื่องการกัดเซาะ ตกตะกอน หรือการเปลี่ยนแปลงหน้าตัดลำน้ำในทุกๆสถานีแต่อย่างใด
- สรุป ไม่ใช้หน้าตัดลำน้ำในปี 1957

สถานี Y.1

- ในการสำรวจหน้าตัดลำน้ำมีการเปลี่ยนแนวการสำรวจ มีแนวการสำรวจที่ Measuring Line และที่แนว Staff gage ทำให้หน้าตัดลำน้ำเปลี่ยนแปลงไป
- ข้อมูลปริมาณการไหลมีการสำรวจถึงปี 1955 เท่านั้น ทำให้ไม่สามารถสังเกตลักษณะข้อมูลเปรียบเทียบกันได้
- สรุปให้ใช้หน้าตัดลำน้ำปี 1970 เนื่องจากมีการสำรวจครบทั้งหน้าตัดถึงตลิ่ง

สถานี N.22

- ในปีที่มีหน้าตัดลำน้ำแตกต่างไปจากปีอื่นๆ คือปี 1998 นั้น การสำรวจหน้าตัดมีการเปลี่ยนแปลงแนวการสำรวจ โดยทำการสำรวจระหว่างแนว Staff Gage และ Measuring Line ซึ่งในปกติก่อนนั้นและหลังจากนั้นจะใช้แนวการสำรวจ Measuring Line จึงทำให้ ลักษณะหน้าตัดลำน้ำแตกต่างไปจากปีอื่นๆ
- สรุป ไม่ใช้หน้าตัดลำน้ำในปี 1998

สถานี N.24

- ในการสำรวจหน้าตัดลำน้ำไม่มีการเปลี่ยนแนวการสำรวจ โดยจะใช้แนวการสำรวจที่ Measuring Line แต่มีการเปลี่ยนแปลงจุดอ้างอิง(รายละเอียดไม่ได้แจ้งไว้)ทำให้หน้าตัดลำน้ำเคลื่อนไปจากเดิมเมื่อ plot รวมกันในรูปเดียว
- เมื่อพิจารณาขนาดน้ำหลากในแต่ละปีแตกต่างกันเป็นปกติ และเกิดในช่วงเวลาใกล้เคียงกัน
- สรุปให้ใช้หน้าตัดลำน้ำได้ทุกปี

สถานี N.28A

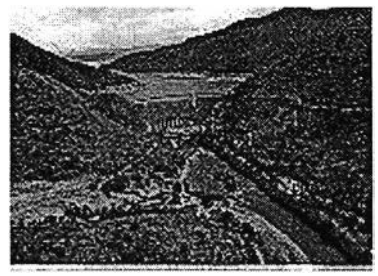
- มีการเปลี่ยนแปลงแนวการสำรวจ โดยในปี 1978, 1984 และปี 1993 ใช้แนวการสำรวจที่ Measuring Line ในปี 1979 ใช้แนวการสำรวจที่ Automatic Line ส่วนปี 1985 นั้นใช้แนวการสำรวจที่ Staff gage ระยะห่างแต่ละแนวการสำรวจไม่ทราบแน่ชัด ดังนั้นหน้าตัดลำน้ำจึงแตกต่างกัน(แต่ไม่ควรต่างกันมาก)
- ในปีที่มีค่าระดับแตกต่างไปจากปีอื่นๆ คือปี 1978 นั้น คาดว่ามีการกำหนดค่าระดับ 0.000 ม.รสม. แตกต่างไปจากปีอื่นๆ จึงทำให้ค่าระดับหน้าตัดลำน้ำมีค่าแตกต่างไปมาก
- ในการสำรวจหน้าตัดลำน้ำที่แนวการสำรวจเดียวกัน มีการเปลี่ยนแปลงจุดอ้างอิง (รายละเอียดไม่ได้แจ้งไว้) ทำให้หน้าตัดลำน้ำเคลื่อนไปจากเดิมเมื่อ plot รวมกันในรูปเดียว
- เมื่อพิจารณาขนาดน้ำหลากในแต่ละปีแตกต่างกันเป็นปกติ และเกิดในช่วงเวลาใกล้เคียงกัน
- สรุปให้ใช้หน้าตัดในปี 1984 และปี 1993

สถานี N.33

- มีการเปลี่ยนแปลงแนวการสำรวจ โดยในปี 1989, 1991 และปี 1995 ใช้แนวการสำรวจที่ Staff gage ในปี 1988 ใช้แนวการสำรวจที่ Measuring Line ส่วนปี 1998 นั้นใช้แนวการสำรวจระหว่าง Staff gage และ Measuring Line ระยะห่างแต่ละแนวการสำรวจไม่ทราบแน่ชัด ดังนั้นหน้าตัดลำน้ำจึงแตกต่างกัน(แต่ไม่ควรต่างกันมาก)
- ในปี 1989, 1991 และปี 1995 ใช้แนวการสำรวจที่ Staff gage เหมือนกัน แต่รูปตัดปี 1989 เคลื่อนไปจากปีอื่น เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงจุดอ้างอิง(รายละเอียดไม่ได้แจ้งไว้)
- สรุปให้ใช้หน้าตัดในปี 1989, 1991 และปี 1995

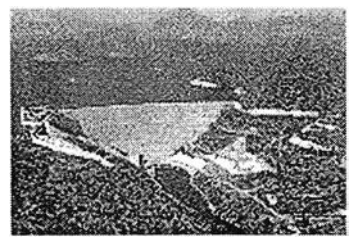
โครงการพัฒนาแหล่งน้ำที่สำคัญในพื้นที่ลุ่มน้ำปิง วัง ยม และน่าน

เขื่อนภูมิพล



สร้างปิดกั้นลำน้ำปิง ที่ตำบลเขาแก้ว อำเภอสามเงา จังหวัดตาก เป็นเขื่อนคอนกรีต รูปโค้ง ขนาดใหญ่ที่สุดแห่งแรกในประเทศไทย สูง 154 เมตร สันเขื่อนยาว 486 เมตร เก็บน้ำได้ 13,462 ล้านลูกบาศก์เมตร เริ่มก่อสร้างเมื่อพ.ศ. 2501 เสร็จ พ.ศ. 2507 สามารถผลิตกระแสไฟฟ้า แล้วจะไหลลงมาตามลำน้ำปิง และแม่น้ำเจ้าพระยาใช้ประโยชน์ เพื่อการเพาะปลูกในเขตโครงการเจ้า- พระยาใหญ่ ร่วมกับเขื่อนสิริกิติ์ ได้พื้นที่ประมาณ 7,500,000 ไร่ ในฤดูฝน และประมาณ 3,000,000 ไร่ ใน ฤดูแล้ง นอกจากนี้ยังช่วย บรรเทาอุทกภัยในทุ่งเจ้าพระยา ตลอดจนใช้ในการคมนาคมทางน้ำ และป้องกันไม่ให้ น้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำท่าจีนตอนล่างเค็มถึงขีดอันตราย

เขื่อนสิริกิติ์



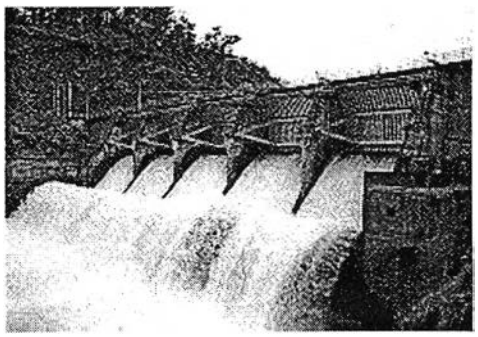
สร้างปิดกั้นแม่น้ำน่าน ที่อำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์เป็นเขื่อนดินแห่งแรกของประเทศ สูง 113.6 เมตร สันเขื่อนยาว 810 เมตร เก็บน้ำได้ 9,510 ล้านลูกบาศก์เมตร เริ่มก่อสร้างเมื่อพ.ศ. 2506 เสร็จพ.ศ. 2515 สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 375,000 กิโลวัตต์ส่วนน้ำที่ผลิตไฟฟ้าแล้ว จะไหลลงสู่ลำน้ำน่านใช้ประโยชน์เพื่อการเพาะปลูกในเขตโครงการพิษณุโลกได้พื้นที่ ประมาณ 600,000 ไร่ และใน

เขตโครงการเจ้าพระยาใหญ่ร่วมกับเขื่อนภูมิพลได้พื้นที่ ประมาณ7,500,000 ไร่ ในฤดูฝน และประมาณ 3,000,000 ไร่ ในฤดูแล้ง นอกจากนี้ยังช่วยบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำน่านและร่วมกับเขื่อนภูมิพลบรรเทาอุทกภัยในทุ่งเจ้าพระยาให้ลดน้อยลง และใช้ในการคมนาคมทางน้ำได้อีกด้วย

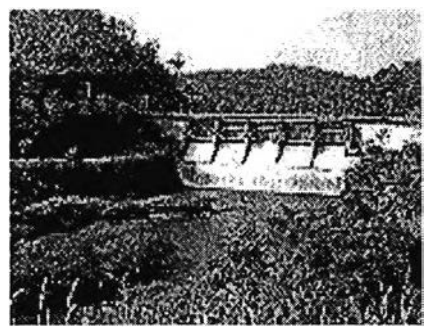
เขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล

สร้างปิดกั้นแม่น้ำงัด ที่อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นเขื่อนดินแกนดินเหนียวมีหินทิ้งเป็นส่วนป้องกันภายนอก สูง 59 เมตร สันเขื่อนยาว 1,950 เมตร เก็บน้ำได้ 265 ล้าน ลูกบาศก์เมตร สามารถส่งน้ำเข้าสู่พื้นที่เพาะปลูกในเขตโครงการได้ประมาณ 30,000 ไร่ และช่วยส่งน้ำสนับสนุนพื้นที่เพาะปลูกของฝ่ายสินธุกิจปรีชา (ฝ่ายแฝก) จังหวัดเชียงใหม่ โครงการแม่ปิงเก่า จังหวัดลำพูน และพื้นที่เพาะปลูกโดยฝ่ายของราษฎรอีกด้วย รวมพื้นที่ ทั้งสิ้น 188,000 ไร่ เริ่มก่อสร้างเมื่อ พ.ศ. 2520 เสร็จ พ.ศ.2528 ผลิตกระไฟฟ้าได้ประมาณ 24.50 ล้านกิโลวัตต์ นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ปลาและเป็นแหล่งท่องเที่ยวอีกด้วย

เขื่อนกิ่วลม



สร้างปิดกั้นแม่น้ำวัง ที่ตำบลบ้านแลง อำเภอเมืองลำปาง จังหวัดลำปางเป็นเขื่อน คอนกรีต สูง 26.50 เมตร จากท้องน้ำ สันเขื่อนยาว 135 เมตร เก็บน้ำได้ 122 ล้านลูกบาศก์เมตรเริ่มก่อสร้าง พ.ศ. 2507 ตัวเขื่อนเสร็จเมื่อ พ.ศ 2515 งานระบบส่งน้ำเสร็จ พ.ศ. 2524 ใช้ประโยชน์ เพื่อการเพาะปลูกในเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่วังกิ่วลม ในฤดูในได้พื้นที่ประมาณ 55,000 ไร่ นอกจากนี้ยังใช้เพื่อการประปาและสามารถบรรเทาอุทกภัย ในเขตจังหวัดลำปางได้อีกด้วย



เขื่อนแม่กวง

สร้างปิดกั้นลำน้ำแม่กวง ที่อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ เป็นเขื่อนดินสูง 73 เมตรสัน เขื่อนยาว 610 เมตร เก็บน้ำได้ 263 ล้านลูกบาศก์เมตร สร้าง พ.ศ. 2519 เสร็จ พ.ศ. 2536 ใช้ประโยชน์เพื่อการเพาะปลูกในฤดูฝนประมาณ 175,000 ไร่ และในฤดูแล้งประมาณ 87,500 ไร่ รวมทั้งช่วยบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำแม่กวงและลุ่มน้ำปิง

เขื่อนนเรศวร

สร้างปิดกั้นแม่น้ำน่าน ที่บ้านหาดใหญ่ อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก มีช่องระบายน้ำกว้าง 12.50 เมตร 5 ช่อง สร้าง พ.ศ. 2520 ตัวเขื่อนเสร็จ พ.ศ. 2523 งานระบบส่งน้ำเสร็จ พ.ศ. 2528 เพื่อทดและส่งน้ำให้แก่พื้นที่บริเวณฝั่งขวาของแม่น้ำน่านในเขต 3 จังหวัด คือ พิษณุโลก พิจิตร และส่วนบนของจังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 572,400 ไร่ และพื้นที่บริเวณฝั่งซ้ายตอนบนของแม่น้ำน่าน บริเวณทุ่งสานในเขตจังหวัดพิษณุโลกอีกจำนวน 94,700 ไร่ และเพื่อบรรเทาอุทกภัยจากแม่น้ำยม บริเวณพื้นที่ในเขตโครงการฯ นอกจากนี้หากได้ก่อสร้างโครงการพิษณุโลกระยะที่ 2 จะช่วยเหลือพื้นที่เพาะปลูกบริเวณฝั่งซ้ายตอนล่างของแม่น้ำน่านอีกจำนวน 753,750 ไร่ ในเขต จ.พิษณุโลก พิจิตร และนครสวรรค์

อ่างเก็บน้ำแม่สอง

สร้างปิดกั้นลำน้ำแม่สอง ที่ตำบลเขาปูน อำเภอสอง จังหวัดแพร่ เป็นเขื่อนดิน สูง 50.25 เมตร กว้าง 9.00 เมตร สันเขื่อนยาว 730 เมตร เก็บน้ำได้ 65.8 ล้านลูกบาศก์เมตร ระยะเวลา ดำเนินการ 10 ปี (พ.ศ. 2530-2539) ใช้ประโยชน์เพื่อ ช่วยเหลือพื้นที่เพาะปลูกได้ประมาณ 51,000 ไร่ นอก จากนี้ยังใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภค-บริโภค และ เพื่อบรรเทาอุทกภัยด้วย

อ่างเก็บน้ำห้วยแม่สูง

สร้างปิดกั้นลำน้ำแม่สูง ที่ตำบลป่างิ้ว อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย เป็นเขื่อนดิน สูง 27.80 เมตร กว้าง 8.00 เมตร สันเขื่อนยาว 596 เมตร เก็บน้ำ ได้ 12.45 ล้านลูกบาศก์เมตร ระยะเวลา

ดำเนินการ 9 ปี (พ.ศ. 2531-2539) ใช้ประโยชน์เพื่อช่วยเหลือพื้นที่ เพาะปลูกได้ประมาณ 8,000 ไร่ นอกจากนี้ยังใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภค-บริโภค และเพื่อบรรเทา อุทกภัยด้วย

ฝายแม่กวง

สร้างปิดกั้นลำน้ำแม่กวง ที่อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ เป็นฝายหินก่อสูง 3.50 เมตร สันฝายยาว 120 เมตร เพื่อทดน้ำส่งให้พื้นที่เพาะปลูกในเขตโครงการประมาณ 60,000 ไร่ สร้างเมื่อ พ.ศ. 2491 เสร็จ พ.ศ. 2497

ฝายแม่ยม

สร้างปิดกั้นแม่น้ำยม ที่ตำบลบ้านหนุน อำเภอแม่สอง จังหวัดแพร่ เป็นฝายคอนกรีต ขนาดยาวที่สุดในประเทศสูง 7.50 เมตร สันฝายยาว 350 เมตร เพื่อทดน้ำส่งให้พื้นที่เพาะปลูกในเขตโครงการในฤดูฝนได้พื้นที่ประมาณ 208,000 ไร่ ในฤดูแล้งได้พื้นที่ประมาณ 25,000 ไร่ สร้าง พ.ศ. 2490 เสร็จ พ.ศ. 2516 และเมื่อปี 2530 ได้ ทำการปรับปรุงเสริมสันฝายด้วยฝายยางขนาดสูง 1.00 เมตร สามารถ เก็บน้ำไว้สำรองใช้ในฤดูแล้งได้อีกประมาณ 1,000,000 ลูกบาศก์เมตร

ฝายแม่แตง

สร้างปิดกั้นลำน้ำแม่แตง ที่อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นฝายคอนกรีตสูง 2.50 เมตร สันฝายยาว 80 เมตร เพื่อทดน้ำส่งให้พื้นที่เพาะปลูกในเขตโครงการสร้างเมื่อ พ.ศ. 2506 เสร็จ พ.ศ. 2516

ฝายสินธุกิจปรีชา

สร้างปิดกั้นแม่น้ำปิง ที่เขตติดต่อกับอำเภอสันทรายกับอำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นฝายหินก่อสูง 3.10 เมตร สันฝายยาว 89.30 เมตร เป็นฝายแรกที่กรมชลประทาน สร้างขึ้นในภาคเหนือเพื่อทดน้ำส่งให้พื้นที่เพาะปลูกในเขตโครงการแม่แฝก 7 หมื่นไร่ สร้างเมื่อ พ.ศ. 2472 เสร็จ พ.ศ. 2479

ภาคผนวก ข
การพิสูจน์สมการต่าง ๆที่ใช้ในการศึกษา

การแสดงขั้นตอนการรวมฟังก์ชันการแจกแจงแบบ Poisson และ Exponential เป็นฟังก์ชันการแจกแจงแบบ Gumbel

กำหนดให้ p_0, p_1, ... , p_i เป็นฟังก์ชันความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ที่มีค่ามากกว่าค่าน้ำท่วมฐาน จำนวน 0, 1, ... , i เหตุการณ์ตามลำดับ โดยเงื่อนไขของความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ที่มีความสัมพันธ์กัน 2 เหตุการณ์ (A และ B) คือ

$$P(A \cap B) = P(A/B).P(B) \qquad \text{(ข-1)}$$

ถ้ามีจำนวนเหตุการณ์ i เหตุการณ์ที่มีค่ามากกว่าค่าน้ำท่วมฐานในช่วงเวลา 1 ปี โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่มีจำนวน r เหตุการณ์ คือ

$$P(r.peaks \succ q/i) = \binom{i}{r}(P(A/B)^r)(1-P(A/B))^{i-r} \quad \text{เมื่อ } r > I \qquad \text{(ข-2)}$$

ซึ่งสมการดังกล่าวเป็นสมการความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข (Conditional Probability) ของเหตุการณ์จำนวน i เหตุการณ์ที่มีค่ามากกว่าค่าน้ำท่วมฐาน

สำหรับสมการความน่าจะเป็นแบบไม่มีเงื่อนไข (Unconditional Probability) ของเหตุการณ์จำนวน r เหตุการณ์ที่มีค่ามากกว่าค่าน้ำท่วมฐานในช่วงเวลา 1 ปีคือ

$$\begin{aligned} P(r.peak \succ q) &= \sum_{i=r}^{\infty} P(r.peak \succ q/i).p_i \\ &= \sum_{i=r}^{\infty}\binom{i}{r}(P(A/B)^r)(1-P(A/B))^{i-r}.p_i \\ &= \sum_{j=0}^{\infty}\binom{j+r}{r}(P(A/B))^r(1-P(A/B))^j.p_{j+r} \end{aligned} \qquad \text{(ข-3)}$$

จำนวนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเป็นตัวแปร Poisson โดยสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$p_i = \frac{e^{-\lambda}\lambda^i}{i!} \qquad \text{(ข-4)}$$

โดยเงื่อนไขของสมการดังกล่าวข้างต้น คือเหตุการณ์ที่มีค่ามากกว่าค่าน้ำท่วมฐานที่เกิดขึ้นต้องมีการกระจาย (Scatter) ในช่วงเวลา 1 ปี

เมื่อแทนค่า p_{j+r} ในสมการ (ข-2) จะได้เป็น

$$P(r.peak \succ q) = \sum_{j=0}^{r} \binom{j+r}{r} P(A/B)^r (1-P(A/B))^j \frac{e^{-\lambda}.\lambda^{j+r}}{(j+r)!}$$

$$= \frac{e^{-\lambda}.\lambda^r}{r!} (P(A/B))^r \sum_{j=0}^{r} \frac{\lambda^j (1-P(A/B))^j}{j!}$$

$$= \frac{e^{-\lambda}\lambda^r P(A/B)^r}{r!} .e^{\lambda(1-P(A/B))}$$

$$= \frac{e^{-\lambda.P(A/B)}.[\lambda.P(A/B)]^r}{r!} \qquad \text{(ข-5)}$$

โดยสมการดังกล่าวแสดงถึงการแจกแจงจำนวนเหตุการณ์ที่มีค่ามากกว่าค่าน้ำท่วมฐาน โดยเป็นฟังก์ชันการแจกแจงแบบ Poisson ที่มีค่าพารามิเตอร์ คือ λ.P(A/B)

ค่าปริมาณน้ำท่วมในรอบ T ปี สามารถหาได้โดยกำหนดให้ค่าปริมาณการไหลที่มีค่า มากกว่าค่าน้ำท่วมฐานเป็นตัวแปร และจากสมการ (ข-5) จะได้ว่า จำนวนเหตุการณ์ที่มีค่ามากกว่าค่าน้ำท่วมฐาน ในช่วงเวลา 1 ปีเป็นตัวแปร Poisson ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ λ.P(A/B) และเมื่ออาศัยคุณสมบัติการถ่ายทอดจะได้ว่า ถ้ามีจำนวนเหตุการณ์ที่มีค่ามากกว่าค่าน้ำท่วม ในช่วงเวลา λT เป็นตัวแปร Poisson แล้ว จะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ λT.P(A/B) ด้วยเช่นกัน

สำหรับการแจกแจงข้อมูลอนุกรมสูงสุดรายปี จากสมการ (ข-4) กรณี $p_0 = e(-\lambda)$ ซึ่งแสดงว่าไม่มีค่าปริมาณการไหลที่มีค่ามากกว่าค่าน้ำท่วมฐาน ซึ่งปริมาณการไหลรายปีที่มีค่ามากกว่าค่าน้ำท่วมฐาน สามารถวิเคราะห์ได้จากสมการ (ข-5) โดยฟังก์ชันสัดส่วนความน่าจะเป็นแบบไม่มีเงื่อนไข (Unconditional Proportional Probability) กรณีที่ไม่มีจำนวนเหตุการณ์ที่มีค่ามากกว่าค่าน้ำท่วม จะให้ค่า r = 0 ดังสมการ

$$P(Q_{max} \le q) = P(No.peak \succ q) = e^{-\lambda.P(A/B)} \qquad \text{(ข-6)}$$

จัดรูปสมการของ P(A/B) ใหม่จะได้เป็น

$$P(Q_{\max} \le q) = e^{-\lambda.[1-F(Q \le q / q \ge Q_0)]} \qquad \text{(ข-7)}$$

ถ้า F() เป็นฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบ Exponential จะได้เป็น

$$P(Q_{\max} \le q) = e^{-\lambda.e^{-(q-q_0)/\beta}} \qquad \text{(ข-8)}$$

ซึ่งเป็นรูปสมการของฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบ Gumbel ตามต้องการ

การพิสูจน์สมการในการประมาณค่าความแปรปรวนของปริมาณการไหลจากข้อมูล PDS

จากปริมาณการไหลสูงสุดจำนวน M ค่า ที่มีค่าสูงกว่าค่าน้ำท่วมฐาน q_0 ที่เกิดขึ้นในระยะเวลา N ปีที่พิจารณา

กำหนดให้ปริมาณเหล่านั้นสามารถเขียนแทนได้ด้วย $q_1, q_2, \ldots, q_M$

ในการประมาณค่า q จำนวน M ค่าดังกล่าวนั้น สามารถทำได้โดยใช้วิธี Maximum Likelihood ดังสมการต่อไปนี้ คือ

$$L(q_1, q_2, \ldots, q; \beta / M) = \prod_{i=i}^{M} \frac{1}{\beta} e^{-(q_i - q_0)/\beta} \qquad \text{(ข-9)}$$

ในรูปแบบของสมการจากวิธี Maximum Likelihood ที่ใช้ประมาณค่าการเกิดการเกิดเหตุการณ์จำนวน M เหตุการณ์ ที่เกิดขึ้นในเวลา N ปี คือ

$$L(M; k) = e^{-Nk} (Nk)^M / M! \qquad \text{(ข-10)}$$

ดังนั้น โอกาสที่จะไม่เกิดเหตุการณ์นั้นขึ้นในชุดตัวอย่าง คือ

$$L(q_1, q_2, \ldots, q_M; \beta, k) = \frac{e^{-Nk} (Nk)^M}{M!} \prod_{i=i}^{M} \frac{1}{\beta} e^{-(q_i - q_0)/\beta} \qquad \text{(ข-11)}$$

ใส่ Log ทั้งสองข้างของสมการ จะได้

$$LL(q_1, q_2 \ldots q_M; \beta, k) = -Nk + M \ln(Nk) - \ln(M!) - M \ln \beta - M \ln(\bar{q} - q_0)/\beta \qquad \text{(ข-12)}$$

กำหนดให้ $\frac{\partial(LL)}{\partial \beta} = 0$ และ $\frac{\partial(LL)}{\partial k} = 0$

จะได้ว่า $\beta - \bar{q} + q_0 = 0$

$$\frac{M}{k} - N = 0$$

หลังจากแก้สมการแล้ว ค่าที่ได้จากการประมาณโดยใช้วิธี Maximum Likelihood คือ

$$\hat{\beta} = \bar{q} - q_0 \qquad \text{(ข-13)}$$

$$\hat{k} = M / N \qquad \text{(ข-14)}$$

และสามารถหาค่า Variance และ Covariance ของค่าดังกล่าวได้ดังนี้ คือ

$$\begin{aligned} \operatorname{var}\hat{\beta} &= \beta^2 / M \\ \operatorname{var}\hat{k} &= k / N \\ \operatorname{cov}(\hat{\beta}, \hat{k}) &= 0 \end{aligned} \qquad \text{(ข-15)}$$

<u>วิธีการหาค่าความแปรปรวนของตัวอย่าง</u> (Sampling Variance) ของ $\hat{Q}(T)_p$

ค่า Variance ของ Q(T) สามารถเขียนได้ดังสมการต่อไปนี้ (เมื่อ q_0 เป็นค่าคงที่)

$$\begin{aligned} \operatorname{var}(\hat{Q}(T)) &= \operatorname{var}(\hat{\beta}\ln\hat{k}) + 2\operatorname{cov}(\hat{\beta}\ln\hat{k}\,\hat{\beta}\,y(T)) + \operatorname{var}(\hat{\beta}\,y(T)) \\ &= \operatorname{var}(\hat{\beta}\ln\hat{k}) + 2y(T)\operatorname{cov}(\hat{\beta}\ln\hat{k}, \hat{\beta}) + y(T)^2\ \operatorname{var}(\hat{\beta}) \end{aligned} \qquad \text{(ข-16)}$$

เนื่องจาก

$$\operatorname{var}(f(x,y) \cong \frac{(\partial f)^2}{(\partial x)}\operatorname{var}x + 2\frac{(\partial f)}{(\partial x)}\frac{(\partial f)}{(\partial y)}\operatorname{cov}(x,y) + \frac{(\partial f)^2}{(\partial y)}\operatorname{var}y \qquad \text{(ข-17)}$$

เมื่อ $\frac{\partial}{\partial x}$ และ $\frac{\partial}{\partial y}$ เป็นค่าคาดหมายของ x และ y ตามลำดับ

ดังนั้น $\operatorname{var}(\hat{\beta}\ln\hat{k})$ สามารถเขียนได้เป็น

$$\begin{aligned} \operatorname{var}(\hat{\beta}\ln\hat{k}) &= (\ln k)^2\ \operatorname{var}\hat{\beta} + 2\hat{\beta}\frac{(\ln k)}{(k)}\operatorname{cov}(\hat{\beta}, \hat{k}) + \frac{(\beta)^2}{(k)}\operatorname{var}\hat{k} \\ &= (\ln k)^2\ \operatorname{var}\hat{\beta} + (\beta / k)^2\ \operatorname{var}\hat{k} \end{aligned} \qquad \text{(ข-18)}$$

เมื่อ $\operatorname{cov}(\hat{\beta}, \hat{k}) = 0$ และให้

$$\begin{aligned} &\operatorname{cov}(f(x,y), g(x,y) \cong (\partial f)/(\partial k)\cdot(\partial g)/(\partial k)\operatorname{var}x + \\ &[(\partial f)/(\partial x)\cdot(\partial g)/(\partial y) + (\partial f)/(\partial y)\cdot(\partial g)/(\partial x)\}\operatorname{cov}(x,y) + \\ &(\partial f)/(\partial y)\cdot(\partial g)/(\partial y)\cdot\operatorname{var}y \end{aligned}$$

ซึ่งจะได้ว่า

$$2\operatorname{cov}(\hat{\beta}\ln\hat{k},\hat{\beta}) \cong 2\left\{\begin{array}{l}\ln k \operatorname{var}\beta + \left[(\ln k)(0) + \dfrac{(\beta)}{(k)}(1)\right]\operatorname{cov}(\hat{\beta},\hat{k}) \\ + \dfrac{(\beta)}{(k)}(0)\operatorname{var}\hat{k}\end{array}\right\} = 2(\ln k)\operatorname{var}\hat{\beta} \qquad \text{(ข-19)}$$

และเมื่อ $\operatorname{cov}(\hat{\beta},\hat{k}) = 0$ แทนค่าที่ได้จากสมการ (ข-18) และ (ข-19) ในสมการ(ข-17) จะได้

$$\begin{aligned}\operatorname{var}Q(T) &= (\ln k)^2 \operatorname{var}\hat{\beta} + \frac{(\beta)^2}{(k)}\operatorname{var}\hat{k} + 2y(T)(\ln k)\operatorname{var}\hat{\beta} + y(T)^2 \operatorname{var}\beta \\ &= (\ln k)^2 \frac{\beta}{M} + \frac{\beta^2}{k^2}\frac{k}{N} + 2y(T)(\ln k)\frac{\beta^2}{M} + y(T)^2\frac{\beta^2}{M} \\ &= \frac{\beta^2}{M}(\ln k)^2 + \frac{M}{Nk} + 2y(T)\ln k + y(T)^2 \\ &= \frac{\beta^2}{M}\left\{1 + (y(T) + \ln k)^2\right\}/k\end{aligned}$$

เมื่อ $M = Nk$

การพิสูจน์สมการที่ใช้ในการประมาณค่าความแปรปรวนของปริมาณการไหลจากข้อมูล AMS

กำหนดให้ $\hat{Q}(T)_{AM}$ แทนปริมาณน้ำท่วมจากข้อมูล AMS ที่คาบการเกิดซ้ำ T ที่กำหนด

ดังนั้น การประมาณค่า $Q(T)_{AM}$ สามารถหาได้จากสมการดังนี้

$$\hat{Q}(T)_{AM} = \hat{\mu} + \hat{\partial} y(T) \qquad \text{(ข-20)}$$

เมื่อ y(T) = -ln (-ln(1-1/T)) ซึ่งเป็นค่าคงที่ของ Gumbel

และค่าความแปรปรวนของตัวอย่างของ $Q(T)_{AM}$ สามารถหาได้จากสมการดังนี้

$$\text{var}[Q(T)_{AM}] = \text{var}\,\hat{\mu} + 2\,\text{cov}[\hat{\mu}, \hat{\partial} y(T)] + \text{var}[\hat{\partial} y(T)] \qquad \text{(ข-21)}$$

การประมาณค่าโดยวิธี Maximum Likelihood สามารถเขียนค่า Variance และ Covariance ให้อยู่ในรูปเมตริกซ์ได้ดังนี้ คือ

$$\begin{bmatrix} \text{var}(\mu) & \text{cov}(\mu,\alpha) \\ \text{cov}(\mu,\alpha) & \text{var}(\mu) \end{bmatrix} = \alpha^2/n \begin{bmatrix} 1+(6/\pi^2)(1-\gamma^2) & (6/\pi^2)(1-\gamma) \\ (6/\pi^2)(1-\gamma) & 6/\pi^2 \end{bmatrix}$$

$$= \alpha^2/n \begin{bmatrix} 1.11 & 0.23 \\ 0.26 & 0.61 \end{bmatrix}$$

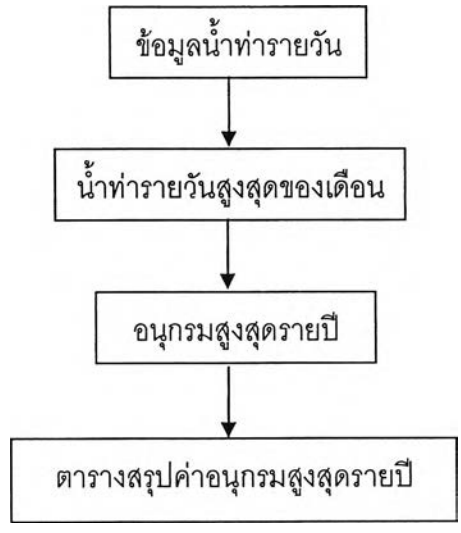
แทนค่าที่ได้จากรูปเมตริกซ์ในสมการ (ข-21) จะได้

$$\text{var}[\hat{Q}(T)_{AM}] = \frac{\alpha^2}{n}\left[1.11 + 0.52y(T) + 0.61y^2(T)\right]$$

ภาคผนวก ค
ขั้นตอนและตัวอย่างการคำนวณ กรณีต่าง ๆที่ใช้ในการศึกษา

ขั้นตอนการหาค่าอนุกรมสูงสุดรายปี (Annual Maximum Series)

1. จากข้อมูลน้ำท่ารายวัน ที่ได้จากกรมชลประทาน ทำการหาค่าน้ำท่ารายวันสูงสุดของเดือนของทุกๆปีที่มีข้อมูล
2. หลังจากได้ค่าน้ำท่ารายวันสูงสุดของเดือน จากนั้นหาค่าที่มากที่สุดของค่าน้ำท่ารายวันสูงสุดของเดือนในแต่ละปี จะได้เป็นอนุกรมสูงสุดรายปี
3. ทำการสร้างตารางสรุปค่าอนุกรมสูงสุดรายปี โดยแสดงปริมาณการไหลสูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในทุกสถานีที่ศึกษา
4. กรณีหาค่าอนุกรมสูงสุดรายปีจากปริมาณน้ำท่าสูงสุดฉับพลันรายปี (Momentary Peak Discharge) สามารถอ่านค่าได้เลย ตามที่แสดงในส่วนท้ายของข้อมูลน้ำท่ารายวันจากกรมชลประทาน



ตารางที่ ค-1 ปริมาณน้ำท่ารายวันสูงสุดของเดือนและสูงสุดของปี (ลบ.ม./ว.)

สถานี P.1

Year	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Max.	Max. date
1921	16.00	47.00	43.00	136.00	136.00	321.00	256.00	90.00	47.00	34.00	24.00	13.00	321.00	30/9/21
1922	30.00	61.00	51.00	71.00	167.00	225.00	245.00	121.00	64.00	32.00	23.00	25.00	245.00	3/10/22
1923	17.00	55.00	60.00	56.00	258.00	153.00	331.00	65.00	45.00	30.00	22.00	27.00	331.00	12/10/23
1924	34.00	39.00	65.00	102.00	205.00	382.00	119.00	88.00	57.00	39.00	28.00	21.00	382.00	18/9/24
1925	24.00	39.00	63.00	81.00	77.00	344.00	126.00	61.00	45.00	41.00	27.00	20.00	344.00	17/9/25
1926	16.00	28.00	92.00	110.00	170.00	267.00	271.00	202.00	77.00	51.00	34.00	24.00	271.00	20/10/26
1927	58.00	156.00	175.00	236.00	150.00	178.00	412.00	105.00	53.00	34.00	25.00	22.00	412.00	15/10/27
1928	25.00	20.00	131.00	283.00	157.00	101.00	117.00	131.00	42.00	25.00	22.00	26.00	283.00	19/7/28
1929	20.00	28.00	60.00	168.00	344.00	498.00	157.00	57.00	45.00	28.00	18.00	14.00	498.00	9/9/29
1930	14.00	77.00	94.00	164.00	183.00	283.00	227.00	69.00	39.00	28.00	19.00	14.00	283.00	25/9/30
1931	13.00	15.00	19.00	24.00	72.00	164.00	51.00	17.00	15.00	13.00	12.00	12.00	164.00	21/9/31
1932	28.00	18.00	-	372.00	83.00	398.00	213.00	76.00	46.00	31.00	24.00	19.00	398.00	14/9/32
1933	17.00	81.00	59.00	254.00	602.00	341.00	171.00	67.00	51.00	36.00	33.00	23.00	602.00	2/8/33
1934	44.00	28.00	62.00	161.00	137.00	283.00	479.00	58.00	58.00	34.00	24.00	17.00	479.00	1/10/34
1935	19.00	72.00	58.00	136.00	135.00	382.00	232.00	264.00	82.00	48.00	49.00	23.00	382.00	25/9/35
1936	41.00	70.00	63.00	249.00	148.00	265.00	121.00	42.00	35.00	23.00	45.00	27.00	265.00	10/9/36
1937	28.00	108.00	157.00	416.00	121.00	563.00	225.00	81.00	106.00	66.00	28.00	27.00	563.00	4/9/37
1938	21.00	114.00	363.00	273.00	498.00	388.00	254.00	154.00	81.00	60.00	39.00	47.00	498.00	17/8/38
1939	30.00	51.00	72.00	168.00	446.00	402.00	438.00	204.00	225.00	65.00	43.00	37.00	446.00	26/8/39
1940	33.00	106.00	68.00	54.00	326.00	314.00	131.00	68.00	59.00	41.00	42.00	36.00	326.00	26/8/40
1941	31.00	50.00	63.00	38.00	236.00	293.00	254.00	72.00	57.00	39.00	26.00	22.00	293.00	25/9/41
1942	20.00	33.00	398.00	100.00	382.00	454.00	128.00	149.00	68.00	51.00	32.00	31.00	454.00	20/9/42
1943	24.00	72.00	54.00	283.00	474.00	522.00	194.00	236.00	67.00	131.00	52.00	46.00	522.00	17/9/43
1944	25.00	28.00	28.00	398.00	118.00	144.00	236.00	94.00	50.00	50.00	50.00	65.00	398.00	14/7/44
1945	63.00	72.00	75.00	330.00	199.00	570.00	218.00	85.00	73.00	52.00	34.00	31.00	570.00	21/9/45

ตารางที่ ค-1 (ต่อ) ปริมาณน้ำท่ารายวันสูงสุดของเดือนและสูงสุดของปี (ลบ.ม./ว.)

สถานี P.1

Year	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Max.	Max. date
1946	37.00	62.00	92.00	45.00	247.00	345.00	230.00	67.00	37.00	31.00	23.00	17.00	345.00	11/9/46
1947	37.00	62.00	66.00	144.00	423.00	412.00	170.00	92.00	44.00	32.00	26.00	17.00	423.00	28/8/47
1948	17.00	76.00	69.00	48.00	97.00	199.00	414.00	78.00	52.00	44.00	34.00	25.00	414.00	12/10/48
1949	16.00	33.00	46.00	97.00	247.00	323.00	174.00	170.00	90.00	71.00	48.00	33.00	323.00	24/9/49
1950	25.00	54.00	152.00	153.00	153.00	414.00	388.00	187.00	83.00	104.00	52.00	32.00	414.00	14/9/50
1951	30.00	45.00	191.00	272.00	180.00	361.00	420.00	85.00	85.00	50.00	36.00	38.00	420.00	3/10/51
1952	24.00	45.00	68.00	136.00	388.00	490.00	210.00	105.00	68.00	45.00	69.00	27.00	490.00	22/9/52
1953	30.00	82.00	118.00	132.00	430.00	420.00	170.00	147.00	84.00	50.00	28.00	46.00	430.00	18/8/53
1954	28.00	101.00	144.00	41.00	304.00	250.00	440.00	53.00	48.00	35.00	22.00	17.00	440.00	10/10/54
1955	35.00	67.00	128.00	84.00	311.00	327.00	234.00	78.00	46.00	27.00	21.00	13.00	327.00	1/9/55
1956	14.00	81.00	68.00	181.00	457.00	420.00	190.00	69.00	53.00	35.00	19.00	13.00	457.00	16/8/56
1957	13.00	18.00	107.00	47.00	184.00	420.00	213.00	55.00	30.00	23.00	50.00	8.40	420.00	3/9/57
1958	13.00	29.00	47.00	83.00	121.00	322.00	107.00	49.00	30.00	21.00	11.00	8.00	322.00	9/9/58
1959	8.22	53.00	73.00	66.00	321.00	374.00	287.00	45.00	36.00	44.00	28.00	13.00	374.00	28/9/59
1960	6.83	30.00	25.00	48.00	148.00	287.00	143.00	58.00	255.00	29.00	19.00	11.00	287.00	1/9/60
1961	20.00	70.00	75.00	69.00	379.00	350.00	241.00	85.00	73.00	42.00	25.00	21.00	379.00	24/8/61
1962	12.00	56.00	27.00	152.00	257.00	107.00	189.00	50.00	40.00	19.00	13.00	14.00	257.00	11/8/62
1963	11.00	11.00	55.00	155.00	377.00	294.00	422.00	353.00	74.00	51.00	27.00	12.00	422.00	30/10/63
1964	14.00	115.00	75.00	216.00	186.00	320.00	336.00	99.00	67.00	41.00	23.00	11.00	336.00	6/10/64
1965	15.00	45.00	83.00	64.00	213.00	343.00	437.00	331.00	131.00	47.00	25.00	12.00	437.00	29/10/65
1966	9.60	46.00	59.00	46.00	230.00	322.00	324.00	200.00	57.00	28.00	14.00	20.00	324.00	31/10/66
1967	22.00	53.00	84.00	140.00	231.00	482.00	355.00	110.00	46.00	21.00	13.00	10.00	482.00	27/9/67
1968	79.00	53.00	92.00	114.00	315.00	246.00	156.00	58.00	42.00	17.00	13.00	11.00	315.00	17/8/68
1969	4.50	186.00	202.00	145.00	444.00	182.00	246.00	105.00	44.00	20.00	13.00	20.00	444.00	21/8/69
1970	22.00	308.00	211.00	204.00	472.00	484.00	291.00	106.00	165.00	57.00	28.00	17.00	484.00	14/9/70

ตารางที่ ค-1 (ต่อ) ปริมาณน้ำท่ารายวันสูงสุดของเดือนและสูงสุดของปี (ลบ.ม./ว.)

สถานี P.1

Year	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Max.	Max. date
1971	24.00	156.00	233.00	530.00	582.00	543.00	522.00	215.00	92.00	67.00	29.00	13.00	582.00	30/8/71
1972	66.00	24.00	91.00	25.00	408.00	314.00	200.00	335.00	136.00	49.00	20.00	31.00	408.00	27/8/72
1973	18.00	61.00	160.00	312.00	716.00	627.00	401.00	144.00	95.00	56.00	19.00	13.00	716.00	25/8/73
1974	15.00	100.00	116.00	102.00	524.00	495.00	201.00	376.00	76.00	282.00	17.00	10.00	524.00	20/8/74
1975	6.25	45.00	391.00	372.00	529.00	679.00	379.00	248.00	163.00	64.00	27.00	12.00	679.00	24/9/75
1976	14.00	57.00	113.00	57.00	309.00	473.00	322.00	130.00	66.00	170.00	11.00	6.00	473.00	29/9/76
1977	45.00	80.00	45.00	78.00	89.00	640.00	422.00	279.00	72.00	186.00	35.00	42.00	640.00	24/9/77
1978	13.90	113.40	67.80	552.30	446.50	409.00	308.20	90.00	76.30	33.00	19.30	5.00	552.30	5/7/78
1979	3.50	110.00	192.00	21.60	253.40	104.00	444.70	50.80	50.80	14.40	5.60	3.20	444.70	11/10/79
1980	3.20	75.60	96.80	234.00	154.00	471.10	144.00	54.90	75.60	31.40	13.60	4.10	471.10	4/9/80
1981	3.56	172.70	135.50	269.10	311.00	433.00	150.60	223.40	91.45	53.00	23.40	17.35	433.00	9/9/81
1982	27.00	46.50	93.50	33.00	97.50	232.00	181.83	51.00	39.00	22.00	8.40	6.00	232.00	29/9/82
1983	0.85	12.80	54.80	18.60	95.15	250.60	227.25	402.45	59.90	29.00	12.20	4.55	402.45	14/11/83
1984	10.80	53.00	79.80	63.80	178.80	298.10	280.20	80.95	37.80	9.25	7.00	8.50	298.10	6/9/84
1985	14.60	50.91	45.50	55.77	130.50	327.60	205.65	278.75	84.50	35.35	14.60	19.60	327.60	16/9/85
1986	34.20	65.82	109.90	179.93	233.83	320.00	79.40	46.48	35.35	72.60	15.30	21.40	320.00	9/9/86
1987	21.50	31.80	89.60	47.00	546.80	225.00	163.60	113.80	43.25	12.55	11.70	10.85	546.80	25/8/87
1988	52.80	126.25	303.80	123.75	150.70	152.00	203.00	137.70	57.60	20.10	12.00	14.70	303.80	8/6/88
1989	21.60	67.00	67.00	112.40	106.40	218.20	183.00	58.20	44.40	23.65	25.95	12.75	218.20	27/9/89
1990	36.40	91.50	125.90	47.50	139.20	136.40	109.00	72.20	28.70	21.40	21.40	20.55	139.20	31/8/90
1991	13.60	17.76	28.00	36.90	109.60	168.00	63.80	106.50	25.90	5.60	7.20	7.60	168.00	8/9/91
1992	8.80	7.72	7.18	56.24	111.50	151.80	123.30	56.24	146.60	25.80	6.04	6.20	151.80	23/9/92
1993	24.00	35.40	38.70	37.60	51.60	164.00	127.60	36.50	21.00	12.00	4.72	103.80	164.00	12/9/93
1994	33.82	54.96	72.25	122.00	509.20	494.80	153.20	76.90	73.80	37.72	15.44	11.64	509.20	22/8/94
1995	19.67	66.80	37.65	110.50	461.40	466.80	225.00	98.60	40.50	24.33	33.60	22.01	466.80	7/9/95

ตารางที่ ค-1 (ต่อ) ปริมาณน้ำท่ารายวันสูงสุดของเดือนและสูงสุดของปี (ลบ.ม./ว.)

สถานี P.1

1996	40.10	56.50	106.50	61.00	198.80	341.60	148.40	120.80	33.75	12.76	12.14	12.14	341.60	5/9/96
1997	23.50	37.45	24.55	151.00	113.10	270.60	221.30	52.00	19.70	10.10	7.50	12.70	270.60	30/9/97
1998	28.94	39.15	15.80	34.50	56.40	150.00	18.65	31.90	14.85	7.92	8.60	12.95	150.00	9/9/98
1999	18.10	100.50	74.66	62.60	123.20	177.60	70.64	85.80	32.20	11.10	7.10	20.40	177.60	23/9/99
2000	32.30	121.60	123.40	121.60	148.60	118.00	110.80	127.00	26.70	12.86	10.40	33.70	148.60	11/8/00
	Max.	716	Min.	139.2	Mean	384.44313	S.D.	127.61329						

ขั้นตอนการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ของอนุกรม AMS ของสถานีต่าง ๆที่ใช้ในการศึกษา

1. จากข้อมูลอนุกรม AMS ทำการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละสถานี
2. ทำการหาค่าพารามิเตอร์ของแต่ละสถานีโดยวิธีโมเมนต์(MM) จาก

$$X_0 = \overline{X} - 0.45S_X$$
$$\alpha = 0.7797S_X$$

3. หาค่าพารามิเตอร์ของแต่ละสถานีโดยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด(ML) จาก

$$del.x_0^{(k)} = (1.11P^{(k)} - 0.26R^{(k)})\frac{\alpha^{(k)}}{N}$$

$$del.\alpha^{(k)} = (0.26P^{(k)} - 0.61R^{(k)})\frac{\alpha^{(k)}}{N}$$

$$x_0^{(k+1)} = x_0^k + del.x_0^k$$

$$\alpha^{(k+1)} = \alpha^k + del.\alpha^{(k)}$$

$$P^{(k)} = N - \sum_{i=1}^{N} e^{-z_i}$$

$$R^{(k)} = N - \sum_{i=1}^{N} z_i + \sum_{i=1}^{N} z_i.e^{-z_i}$$

$$z_i = \frac{x_i - x_0^{(1)}}{\alpha^{(1)}}$$

4. Try ค่า x_0 และ α แล้วแทนค่าต่างๆตามสมการ จนกว่าจะได้ค่า del.x_0 และ del.α เข้าใกล้ค่าศูนย์ จะได้ค่าพารามิเตอร์ของแต่ละสถานีตามต้องการ (ดูตารางการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของสถานีต่างๆประกอบ)

ตัวอย่างการหาค่าพารามิเตอร์ของอนุกรม AMS ของสถานี P.1

1. จากข้อมูลอนุกรม AMS ของสถานี P.1 ทำการหาค่าเฉลี่ยได้ = 384.443 และส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน = 127.613

2. หาค่าพารามิเตอร์ของแต่ละสถานีโดยวิธีโมเมนต์(MM) จาก

$X_0 = \overline{X} - 0.45S_X$ = 384.443-0.45*127.613 = 327.017

$\alpha = 0.7797S_X$ = 0.7797*127.613 = 99.500

3. หาค่าพารามิเตอร์โดยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด(ML) โดยการ Try ค่าเริ่มต้นจากค่าพารามิเตอร์ของวิธีโมเมนต์(MM) หยุดการTry เมื่อค่า del.x_0 และ del.α < 0.001 จนในที่สุดจะได้ค่า x_0= 321.492 และ α =119.712 (ดูตารางการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของสถานีต่างๆประกอบ) เมื่อ N = จำนวนปีของข้อมูล ตัวอย่างคือ

$$del.x_0^{(k)} = (1.11P^{(k)} - 0.26R^{(k)})\frac{\alpha^{(k)}}{N}$$ = (1.11*0.000-0.26*(-0.0009))*119.712/80 =0.000271

$$del.\alpha^{(k)} = (0.26P^{(k)} - 0.61R^{(k)})\frac{\alpha^{(k)}}{N}$$ =(0.26*119.712 – 0.61*(-0.0009))*119.712/80 = 0.000799

$x_0^{(k+1)} = x_0^k + del.x_0^k$ =321.492

$\alpha^{(k+1)} = \alpha^k + del.\alpha^{(k)}$ =119.712

$P^{(k)} = N - \sum_{i=1}^{N} e^{-z_i}$ =80 – 80.0000 = 0.0000

$R^{(k)} = N - \sum_{i=1}^{N} z_i + \sum_{i=1}^{N} z_i.e^{-z_i}$ =80 – 42.0684+(-37.9325) = -0.0009

$z_i = \frac{x_i - x_0^{(1)}}{\alpha^{(1)}}$ =(321.00-321.492)/119.712 = -0.0041

exp(-z_i) = 1.0041 (ของปี 1921 และต้องหาทุกปีที่มีข้อมูล)

Z_i*exp(z_i) = -0.0041 (ของปี 1921 และต้องหาทุกปีที่มีข้อมูล)

ตารางที่ ค-2 การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของสถานี P.1

ปี	ปริมาณการไหล (cms.)	z_i	exp(-z_i)	zi*exp(-z_i)
1921	321.00	-0.0041	1.0041	-0.0041
1922	245.00	-0.6390	1.8945	-1.2105
1923	331.00	0.0794	0.9236	0.0734
1924	382.00	0.5054	0.6032	0.3049
1925	344.00	0.1880	0.8286	0.1558
1926	271.00	-0.4218	1.5247	-0.6431
1927	412.00	0.7560	0.4695	0.3550
1928	283.00	-0.3215	1.3792	-0.4435
1929	498.00	1.4744	0.2289	0.3375
1930	283.00	-0.3215	1.3792	-0.4435
1931	164.00	-1.3156	3.7270	-4.9031
1932	398.00	0.6391	0.5278	0.3373
1933	602.00	2.3432	0.0960	0.2250
1934	479.00	1.3157	0.2683	0.3530
1935	382.00	0.5054	0.6032	0.3049
1936	265.00	-0.4719	1.6030	-0.7565
1937	563.00	2.0174	0.1330	0.2683
1938	498.00	1.4744	0.2289	0.3375
1939	446.00	1.0401	0.3534	0.3676
1940	326.00	0.0377	0.9630	0.0363
1941	293.00	-0.2380	1.2687	-0.3020
1942	454.00	1.1069	0.3306	0.3659
1943	522.00	1.6749	0.1873	0.3138
1944	398.00	0.6391	0.5278	0.3373
1945	570.00	2.0759	0.1254	0.2604
1946	345.00	0.1964	0.8217	0.1614
1947	423.00	0.8479	0.4283	0.3632
1948	414.00	0.7728	0.4617	0.3568
1949	323.00	0.0126	0.9875	0.0124

ตารางที่ ค-2 การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของสถานี P.1

ปี	ปริมาณการไหล (cms.)	z_i	exp(-z_i)	zi*exp(-z_i)
1950	414.00	0.7728	0.4617	0.3568
1951	420.00	0.8229	0.4392	0.3614
1952	490.00	1.4076	0.2447	0.3445
1953	430.00	0.9064	0.4040	0.3662
1954	440.00	0.9899	0.3716	0.3679
1955	327.00	0.0460	0.9550	0.0439
1956	457.00	1.1320	0.3224	0.3649
1957	420.00	0.8229	0.4392	0.3614
1958	322.00	0.0042	0.9958	0.0042
1959	374.00	0.4386	0.6449	0.2829
1960	287.00	-0.2881	1.3339	-0.3843
1961	379.00	0.4804	0.6185	0.2971
1962	257.00	-0.5387	1.7138	-0.9233
1963	422.00	0.8396	0.4319	0.3626
1964	336.00	0.1212	0.8859	0.1074
1965	437.00	0.9649	0.3810	0.3676
1966	324.00	0.0210	0.9793	0.0205
1967	482.00	1.3408	0.2616	0.3508
1968	315.00	-0.0542	1.0557	-0.0573
1969	444.00	1.0234	0.3594	0.3678
1970	484.00	1.3575	0.2573	0.3493
1971	582.00	2.1761	0.1135	0.2469
1972	408.00	0.7226	0.4855	0.3508
1973	716.00	3.2955	0.0371	0.1221
1974	524.00	1.6916	0.1842	0.3116
1975	679.00	2.9864	0.0505	0.1507
1976	473.00	1.2656	0.2821	0.3570
1977	640.00	2.6606	0.0699	0.1860
1978	552.30	1.9280	0.1454	0.2804

ตารางที่ ค-2 การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของสถานี P.1

ปี	ปริมาณการไหล (cms.)	z_i	exp(-z_i)	zi*exp(-z_i)
1979	444.70	1.0292	0.3573	0.3677
1980	471.10	1.2497	0.2866	0.3582
1981	433.00	0.9315	0.3940	0.3670
1982	232.00	-0.7476	2.1118	-1.5787
1983	402.45	0.6763	0.5085	0.3439
1984	298.10	-0.1954	1.2158	-0.2376
1985	327.60	0.0510	0.9503	0.0485
1986	320.00	-0.0125	1.0125	-0.0126
1987	546.80	1.8821	0.1523	0.2866
1988	303.80	-0.1478	1.1593	-0.1713
1989	218.20	-0.8628	2.3699	-2.0448
1990	139.20	-1.5228	4.5848	-6.9816
1991	168.00	-1.2822	3.6045	-4.6216
1992	151.80	-1.4175	4.1268	-5.8497
1993	164.00	-1.3156	3.7270	-4.9031
1994	509.20	1.5680	0.2085	0.3269
1995	466.80	1.2138	0.2971	0.3606
1996	341.60	0.1680	0.8454	0.1420
1997	270.60	-0.4251	1.5298	-0.6503
1998	150.00	-1.4325	4.1893	-6.0014
1999	177.60	-1.2020	3.3267	-3.9987
2000	148.60	-1.4442	4.2386	-6.1215
	SUM	42.0684	80.0000	-37.9325

P	0.0000
R	-0.0009
Del.Xo	0.000271
Del.Alpha	0.000799

Try

Xo	Alpha
321.492	119.712

Stop if Del.Xo < 0.001

Stop if Del.Alpha < 0.001

ขั้นตอนการทดสอบความเหมาะสมของฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นโดยวิธี Smirnov-Kolmogorov

1. ทำการเรียงลำดับค่าปริมาณการไหลสูงสุดรายปีจากน้อยไปมาก แล้วหาค่าความถี่ของค่าดังกล่าวจาก F'(x) = m/(N+1)*100
2. หาค่า z_i ของข้อมูลทั้งจากวิธี ML และ MM โดยที่ $z_i = (X_i - X_0)/\alpha$
3. หาค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลที่คำนวณจากฟังชันก์การแจกแจงความน่าจะเป็นคือค่า F(x) ทั้งจากวิธี ML และ MM
4. หาค่าผลต่างที่มากที่สุดระหว่างค่า F'(x) และ F(x) คือ $\Delta max = | F'(x) - F(x) |$
5. นำค่า Δmax ที่ได้ไปเทียบกับค่าวิกฤตของ Smirnov-Kolmogorov
    a. ถ้าค่า $\Delta max <$ ค่าวิกฤต แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงและค่าพารามิเตอร์ เป็นที่ยอมรับ ที่ระดับนัยสำคัญต่างๆตามที่ทดสอบ
    b. ถ้าค่า $\Delta max >$ ค่าวิกฤต แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงและค่าพารามิเตอร์ ไม่เป็นที่ยอมรับ ที่ระดับนัยสำคัญต่างๆตามที่ทดสอบ

ตัวอย่างการทดสอบความเหมาะสมฯ โดยวิธี Smirnov-Kolmogorov **ของสถานี** P.1

1. จากข้อมูลปริมาณการไหลสูงสุดรายปี ทำการเรียงลำดับจากค่าน้อยไปมาก ได้ค่าน้อยที่สุด คือ 139.20 ลบ.ม./ว หาค่า F'(x) =1/(80+1)*100 = 1.235 (ดูตารางการทดสอบฯประกอบ)
2. จากวิธี ML ได้ค่า X_0=321.492 และ α = 119.712

    ดังนั้น z_i = (139.20 -321.492)/119.712 = -1.523

    จากวิธี MM ได้ค่า X_0=327.017 และ α = 99.500

    ดังนั้น z_i = (139.20 -327.017)/ 99.500 = -1.888
3. หาค่า F(x) จากวิธี ML ได้ F(x) = EXP(-EXP(-(-1.523))) = 1.021

    จากวิธี MM ได้ F(x) = EXP(-EXP(-(-1.888))) = 0.136
4. หาค่าผลต่างที่มากที่สุดระหว่างค่า F'(x) และ F(x) ของสถานี P.1 หลังจากคำนวณครบทุกข้อมูล

วิธี MLได้ค่า $\Delta max = |F'(x) - F(x)| = 9.609$

วิธี MMได้ค่า $\Delta max = |F'(x) - F(x)| = 11.881$

5. นำค่า Δmax ที่ได้ไปเทียบกับค่าวิกฤตของ Smirnov-Kolmogorov โดยได้ดังตารางคือ

สถานี	จำนวน	ระดับที่ตรวจสอบ (%)				ML		MM	
	ข้อมูล(N)	0.20	0.10	0.05	0.01	Δmax	ผลการตรวจสอบ	Δmax	ผลการตรวจสอบ
P.1	80	11.963	13.640	15.205	18.224	9.609	ใช้ได้	11.881	ใช้ได้

ตัวอย่างเช่น

จะเห็นได้ว่าวิธี MLค่า $\Delta max = 9.609 < 11.963$ ที่ระดับที่ตรวจสอบคือ 0.20

$\Delta max = 9.609 < 13.640$ ที่ระดับที่ตรวจสอบคือ 0.10

$\Delta max = 9.609 < 15.205$ ที่ระดับที่ตรวจสอบคือ 0.05

$\Delta max = 9.609 < 18.224$ ที่ระดับที่ตรวจสอบคือ 0.01 ผลการตรวจสอบจึงใช้ได้

ตารางที่ ค-3 การทดสอบ Smirnov-Kolmogorov ของสถานี P.1

Parameter	MM	ML
μ	327.017	321.492
α	99.500	119.712

ลำดับที่	ปี	ปริมาณการไหล	เรียงลำดับ	T	F'(x)	Zi		F(x)		Δ	
(n)		(ลบ.ม./ว)	ปริมาณการไหล			ML	MM	ML	MM	ML	MM
1	1921	321.00	139.20	81.000	1.235	-1.523	-1.888	1.021	0.136	0.214	1.099
2	1922	245.00	148.60	40.500	2.469	-1.444	-1.793	1.443	0.246	1.026	2.223
3	1923	331.00	150.00	27.000	3.704	-1.433	-1.779	1.516	0.267	2.188	3.436
4	1924	382.00	151.80	20.250	4.938	-1.418	-1.761	1.613	0.297	3.325	4.641
5	1925	344.00	164.00	16.200	6.173	-1.316	-1.638	2.407	0.582	3.766	5.591
6	1926	271.00	164.00	13.500	7.407	-1.316	-1.638	2.407	0.582	5.001	6.826
7	1927	412.00	168.00	11.571	8.642	-1.282	-1.598	2.720	0.713	5.922	7.929
8	1928	283.00	177.60	10.125	9.877	-1.202	-1.502	3.591	1.123	6.285	8.754
9	1929	498.00	218.20	9.000	11.111	-0.863	-1.094	9.349	5.053	1.762	6.058
10	1930	283.00	232.00	8.100	12.346	-0.748	-0.955	12.101	7.438	0.244	4.907
11	1931	164.00	245.00	7.364	13.580	-0.639	-0.824	15.039	10.226	1.459	3.355
12	1932	398.00	257.00	6.750	14.815	-0.539	-0.704	18.018	13.250	3.203	1.565
13	1933	602.00	265.00	6.231	16.049	-0.472	-0.623	20.128	15.489	4.079	0.561
14	1934	479.00	270.60	5.786	17.284	-0.425	-0.567	21.658	17.153	4.375	0.131
15	1935	382.00	271.00	5.400	18.519	-0.422	-0.563	21.769	17.275	3.251	1.243
16	1936	265.00	283.00	5.063	19.753	-0.322	-0.442	25.177	21.089	5.424	1.336
17	1937	563.00	283.00	4.765	20.988	-0.322	-0.442	25.177	21.089	4.189	0.101
18	1938	498.00	287.00	4.500	22.222	-0.288	-0.402	26.344	22.423	4.122	0.201
19	1939	446.00	293.00	4.263	23.457	-0.238	-0.342	28.119	24.473	4.662	1.016
20	1940	326.00	298.10	4.050	24.691	-0.195	-0.291	29.647	26.256	4.956	1.565
21	1941	293.00	303.80	3.857	25.926	-0.148	-0.233	31.372	28.286	5.446	2.360
22	1942	454.00	315.00	3.682	27.160	-0.054	-0.121	34.794	32.356	7.633	5.195
23	1943	522.00	320.00	3.522	28.395	-0.012	-0.071	36.329	34.196	7.934	5.801
24	1944	398.00	321.00	3.375	29.630	-0.004	-0.060	36.637	34.565	7.007	4.935
25	1945	570.00	322.00	3.240	30.864	0.004	-0.050	36.944	34.934	6.080	4.070
26	1946	345.00	323.00	3.115	32.099	0.013	-0.040	37.251	35.303	5.153	3.204
27	1947	423.00	324.00	3.000	33.333	0.021	-0.030	37.559	35.673	4.225	2.339
28	1948	414.00	326.00	2.893	34.568	0.038	-0.010	38.173	36.412	3.605	1.844
29	1949	323.00	327.00	2.793	35.802	0.046	0.000	38.480	36.782	2.678	0.979

ตารางที่ ค-3(ต่อ) การทดสอบ Smirnov-Kolmogorov ของสถานี P.1

ลำดับที่	ปี	ปริมาณการไหล	เรียงลำดับ	T	F'(x)	Zi		F(x)		Δ	
(n)		(ลบ.ม./ว)	ปริมาณการไหล			ML	MM	ML	MM	ML	MM
30	1950	414.00	327.60	2.700	37.037	0.051	0.006	38.664	37.003	1.627	0.034
31	1951	420.00	331.00	2.613	38.272	0.079	0.040	39.707	38.260	1.435	0.011
32	1952	490.00	336.00	2.531	39.506	0.121	0.090	41.236	40.105	1.730	0.599
33	1953	430.00	341.60	2.455	40.741	0.168	0.147	42.939	42.161	2.199	1.420
34	1954	440.00	344.00	2.382	41.975	0.188	0.171	43.666	43.038	1.691	1.063
35	1955	327.00	345.00	2.314	43.210	0.196	0.181	43.968	43.402	0.758	0.192
36	1956	457.00	374.00	2.250	44.444	0.439	0.472	52.470	53.599	8.026	9.155
37	1957	420.00	379.00	2.189	45.679	0.480	0.522	53.873	55.263	8.194	9.584
38	1958	322.00	382.00	2.132	46.914	0.505	0.553	54.704	56.245	7.790	9.331
39	1959	374.00	382.00	2.077	48.148	0.505	0.553	54.704	56.245	6.556	8.097
40	1960	287.00	398.00	2.025	49.383	0.639	0.713	58.992	61.264	9.609	11.881
41	1961	379.00	398.00	1.976	50.617	0.639	0.713	58.992	61.264	8.375	10.647
42	1962	257.00	402.45	1.929	51.852	0.676	0.758	60.139	62.591	8.287	10.739
43	1963	422.00	408.00	1.884	53.086	0.723	0.814	61.541	64.203	8.454	11.116
44	1964	336.00	412.00	1.841	54.321	0.756	0.854	62.530	65.333	8.209	11.012
45	1965	437.00	414.00	1.800	55.556	0.773	0.874	63.019	65.889	7.463	10.334
46	1966	324.00	414.00	1.761	56.790	0.773	0.874	63.019	65.889	6.229	9.099
47	1967	482.00	420.00	1.723	58.025	0.823	0.935	64.457	67.518	6.433	9.493
48	1968	315.00	420.00	1.688	59.259	0.823	0.935	64.457	67.518	5.198	8.258
49	1969	444.00	422.00	1.653	60.494	0.840	0.955	64.928	68.047	4.434	7.554
50	1970	484.00	423.00	1.620	61.728	0.848	0.965	65.162	68.310	3.433	6.581
51	1971	582.00	430.00	1.588	62.963	0.906	1.035	66.766	70.102	3.803	7.139
52	1972	408.00	433.00	1.558	64.198	0.931	1.065	67.437	70.845	3.240	6.648
53	1973	716.00	437.00	1.528	65.432	0.965	1.105	68.316	71.814	2.884	6.382
54	1974	524.00	440.00	1.500	66.667	0.990	1.136	68.963	72.523	2.296	5.857
55	1975	679.00	444.00	1.473	67.901	1.023	1.176	69.810	73.447	1.909	5.546
56	1976	473.00	444.70	1.446	69.136	1.029	1.183	69.957	73.606	0.821	4.471
57	1977	640.00	446.00	1.421	70.370	1.040	1.196	70.227	73.900	0.143	3.529
58	1978	552.30	454.00	1.397	71.605	1.107	1.276	71.850	75.647	0.245	4.042
59	1979	444.70	457.00	1.373	72.840	1.132	1.306	72.441	76.277	0.399	3.437
60	1980	471.10	466.80	1.350	74.074	1.214	1.405	74.300	78.239	0.226	4.165
61	1981	433.00	471.10	1.328	75.309	1.250	1.448	75.083	79.055	0.226	3.747
62	1982	232.00	473.00	1.306	76.543	1.266	1.467	75.422	79.407	1.121	2.864
63	1983	402.45	479.00	1.286	77.778	1.316	1.527	76.469	80.486	1.308	2.708

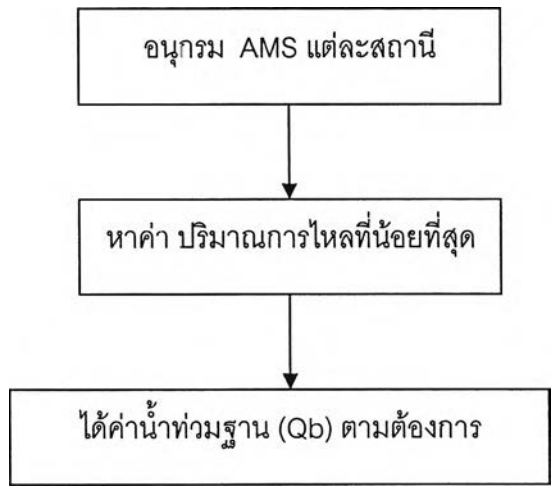
ตารางที่ ค-3(ต่อ) การทดสอบ Smirnov-Kolmogorov ของสถานี P.1

ลำดับที่	ปี	ปริมาณการไหล	เรียงลำดับ	T	F'(x)	Zi		F(x)		Δ	
(n)		(ลบ.ม./ว)	ปริมาณการไหล			ML	MM	ML	MM	ML	MM
64	1984	298.10	482.00	1.266	79.012	1.341	1.558	76.979	81.007	2.034	1.994
65	1985	327.60	484.00	1.246	80.247	1.357	1.578	77.313	81.347	2.934	1.100
66	1986	320.00	490.00	1.227	81.481	1.408	1.638	78.292	82.336	3.190	0.854
67	1987	546.80	498.00	1.209	82.716	1.474	1.718	79.540	83.581	3.176	0.865
68	1988	303.80	498.00	1.191	83.951	1.474	1.718	79.540	83.581	4.410	0.369
69	1989	218.20	509.20	1.174	85.185	1.568	1.831	81.183	85.193	4.002	0.007
70	1990	139.20	522.00	1.157	86.420	1.675	1.960	82.918	86.857	3.502	0.437
71	1991	168.00	524.00	1.141	87.654	1.692	1.980	83.175	87.101	4.479	0.554
72	1992	151.80	546.80	1.125	88.889	1.882	2.209	85.875	89.599	3.013	0.710
73	1993	164.00	552.30	1.110	90.123	1.928	2.264	86.465	90.130	3.659	0.006
74	1994	509.20	563.00	1.095	91.358	2.017	2.372	87.547	91.090	3.811	0.268
75	1995	466.80	570.00	1.080	92.593	2.076	2.442	88.210	91.669	4.382	0.923
76	1996	341.60	582.00	1.066	93.827	2.176	2.563	89.272	92.580	4.555	1.248
77	1997	270.60	602.00	1.052	95.062	2.343	2.764	90.845	93.889	4.217	1.173
78	1998	150.00	640.00	1.038	96.296	2.661	3.146	93.248	95.787	3.048	0.509
79	1999	177.60	679.00	1.025	97.531	2.986	3.538	95.078	97.133	2.453	0.398
80	2000	148.60	716.00	1.013	98.765	3.295	3.909	96.363	98.015	2.403	0.751
										Δ max	
										9.609	11.881

ขั้นตอนการหาค่าน้ำท่วมฐาน กรณีที่ 1

การหาค่าน้ำท่วมฐานจากข้อมูล AMS ที่มีค่าน้อยที่สุด (Chaleeraktrakoom, C.; 1982, Dalrymple, T.; 1960, วีระพล; 2531)

1. จากข้อมูลอนุกรมสูงสุดรายปี ของแต่ละสถานี
2. หาค่าปริมาณการไหลที่น้อยที่สุดในชุดอนุกรมดังกล่าว จะได้ค่าน้ำท่วมฐาน ตามต้องการ เช่น ที่ สถานี P.1 จะได้ค่าปริมาณการไหลที่น้อยที่สุด คือ 139.20 cms.



ตารางที่ ค-4 ตัวอย่างปริมาณน้ำท่ารายวันสูงสุดของเดือนและสูงสุดของปี สถานี P.1 (ลบ.ม./ว.)

Year	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Max.	Max. date	
1974	15.00	100.00	116.00	102.00	524.00	495.00	201.00	376.00	76.00	282.00	17.00	10.00	524.00	20/8/74	
1975	6.25	45.00	391.00	372.00	529.00	679.00	379.00	248.00	163.00	64.00	27.00	12.00	679.00	24/9/75	
1976	14.00	57.00	113.00	57.00	309.00	473.00	322.00	130.00	66.00	170.00	11.00	6.00	473.00	29/9/76	
1977	45.00	80.00	45.00	78.00	89.00	640.00	422.00	279.00	72.00	186.00	35.00	42.00	640.00	24/9/77	
1978	13.90	113.40	67.80	552.30	446.50	409.00	308.20	90.00	76.30	33.00	19.30	5.00	552.30	5/7/78	
1979	3.50	110.00	192.00	21.60	253.40	104.00	444.70	50.80	50.80	14.40	5.60	3.20	444.70	11/10/79	
1980	3.20	75.60	96.80	234.00	154.00	471.10	144.00	54.90	75.60	31.40	13.60	4.10	471.10	4/9/80	
1981	3.56	172.70	135.50	269.10	311.00	433.00	150.60	223.40	91.45	53.00	23.40	17.35	433.00	9/9/81	
1982	27.00	46.50	93.50	33.00	97.50	232.00	181.83	51.00	39.00	22.00	8.40	6.00	232.00	29/9/82	
1983	0.85	12.80	54.80	18.60	95.15	250.60	227.25	402.45	59.90	29.00	12.20	4.55	402.45	14/11/83	
1984	10.80	53.00	79.80	63.80	178.80	298.10	280.20	80.95	37.80	9.25	7.00	8.50	298.10	6/9/84	
1985	14.60	50.91	45.50	55.77	130.50	327.60	205.65	278.75	84.50	35.35	14.60	19.60	327.60	16/9/85	
1986	34.20	65.82	109.90	179.93	233.83	320.00	79.40	46.48	35.35	72.60	15.30	21.40	320.00	9/9/86	
1987	21.50	31.80	89.60	47.00	546.80	225.00	163.60	113.80	43.25	12.55	11.70	10.85	546.80	25/8/87	
1988	52.80	126.25	303.80	123.75	150.70	152.00	203.00	137.70	57.60	20.10	12.00	14.70	303.80	8/6/88	
1989	21.60	67.00	67.00	112.40	106.40	218.20	183.00	58.20	44.40	23.65	25.95	12.75	218.20	27/9/89	
1990	36.40	91.50	125.90	47.50	139.20	136.40	109.00	72.20	28.70	21.40	21.40	20.55	139.20	31/8/90	
1991	13.60	17.76	28.00	36.90	109.60	168.00	63.80	106.50	25.90	5.60	7.20	7.60	168.00	8/9/91	
1992	8.80	7.72	7.18	56.24	111.50	151.80	123.30	56.24	146.60	25.80	6.04	6.20	151.80	23/9/92	
1993	24.00	35.40	38.70	37.60	51.60	164.00	127.60	36.50	21.00	12.00	4.72	103.80	164.00	12/9/93	Max.
1994	33.82	54.96	72.25	122.00	509.20	494.80	153.20	76.90	73.80	37.72	15.44	11.64	509.20	22/8/94	716.00
1995	19.67	66.80	37.65	110.50	461.40	466.80	225.00	98.60	40.50	24.33	33.60	22.01	466.80	7/9/95	Min.
1996	40.10	56.50	106.50	61.00	198.80	341.60	148.40	120.80	33.75	12.76	12.14	12.14	341.60	5/9/96	139.20
1997	23.50	37.45	24.55	151.00	113.10	270.60	221.30	52.00	19.70	10.10	7.50	12.70	270.60	30/9/97	Mean
1998	28.94	39.15	15.80	34.50	56.40	150.00	18.65	31.90	14.85	7.92	8.60	12.95	150.00	9/9/98	384.44
1999	18.10	100.50	74.66	62.60	123.20	177.60	70.64	85.80	32.20	11.10	7.10	20.40	177.60	23/9/99	S.D.
2000	32.30	121.60	123.40	121.60	148.60	118.00	110.80	127.00	26.70	12.86	10.40	33.70	148.60	11/8/00	127.61

ขั้นตอนการหาค่าน้ำท่วมฐาน กรณีที่ 2

การหาค่าน้ำท่วมฐานจากระดับน้ำและสภาพทางกายภาพตลิ่ง (Ashkar, F., and Rousselle, J.; 1983, Ashkar, F., and Rousselle, J.; 1987)

1. ตรวจสอบระดับตลิ่งซ้ายและขวาของแต่ละสถานี เทียบกับระดับน้ำที่เคยเกิดขึ้นของแต่ละสถานีในพื้นที่ศึกษา เพื่อกำหนดให้ระดับตลิ่งที่ต่ำกว่าเป็นค่าน้ำท่วมฐานของสถานีนั้นๆ
2. ในกรณีของสถานีในลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน ที่ทำการศึกษา พบว่าสถานีส่วนใหญ่ในพื้นที่ศึกษาไม่เคยมีระดับน้ำที่สูงกว่าระดับตลิ่งบริเวณสถานี หรือไม่เคยมีน้ำล้นตลิ่งเข้าท่วมที่ตำแหน่งสถานี
3. แต่จากการตรวจสอบรายงานน้ำท่วมในแต่ละพื้นที่ พบว่ามีน้ำท่วมเกิดขึ้นบ่อยครั้ง ดังนั้นในการกำหนดค่าน้ำท่วมฐาน จึงควรพิจารณาจากระดับตลิ่งบริเวณโดยรอบสถานี และความจุลำน้ำร่วมด้วย
4. เมื่อพิจารณารายงานดังต่อไปนี้
    - รายงานสภาพน้ำฝน-น้ำท่า ภาคเหนือตอนบน โดยศูนย์อุทกวิทยา ฯ ภาคเหนือตอนบน, 2546
    - รายงานสภาพน้ำฝน-น้ำท่า ภาคเหนือตอนล่าง โดยศูนย์อุทกวิทยา ฯ ภาคเหนือตอนล่าง, 2546
    - รายงานสถานการณ์น้ำท่วมเมืองเชียงใหม่ โดยศูนย์อุทกวิทยา ฯ ภาคเหนือตอนบน, 2544
    - ข้อมูลรายละเอียดสถานีต่าง ๆ โดยศูนย์อุทกวิทยา ฯ ภาคเหนือตอนล่าง, 2544
    - เอกสารประกอบการบรรยายสรุป โครงการชลประทานสุโขทัย โดยโครงการชลประทานสุโขทัย, 2546
    - แผนงานโครงการแก้ไขปัญหาอุทกภัย และภัยแล้ง (แบบบูรณาการ) จังหวัดสุโขทัย , 2546
    - การพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วมเมืองแพร่ โดยศูนย์อุทกวิทยา ฯ ภาคเหนือตอนบน

พบว่าสถานีวัดน้ำท่าในพื้นที่ศึกษา ถ้ามีปริมาณน้ำดังแสดงในตารางที่ 5.5(กรณีที่ 2) จะเกิดน้ำล้นตลิ่งเข้าท่วมบริเวณโดยรอบ หรือบริเวณใกล้เคียงสถานีวัดน้ำท่านั้นๆ ดังนั้น จึงเลือกใช้ค่าปริมาณน้ำที่เริ่มล้นตลิ่งดังกล่าวเป็นค่าน้ำท่วมฐาน สำหรับกรณีที่ 2 (การหาค่าน้ำท่วมฐานจากระดับน้ำและสภาพทางกายภาพตลิ่ง) ต่อไป

5. พบว่ามีสถานีวัดน้ำท่า 4 สถานี คือ สถานี P.42, Y.26, N.17 และ N.28A แม้จะพิจารณาทั้งระดับน้ำเทียบระดับตลิ่ง และปริมาณน้ำที่เริ่มล้นตลิ่งบริเวณโดยรอบสถานีแล้ว ไม่มีปริมาณน้ำที่ล้นตลิ่ง หรือเข้าท่วมบริเวณใกล้เคียงสถานีแต่อย่างใด

ขั้นตอนการหาค่าน้ำท่วมฐาน กรณีที่ 3

การหาค่าน้ำท่วมฐานจากวิธี R – Curve (Ashkar, F., and Rousselle, J. ;1987)

1. จากข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวัน ของแต่ละสถานี
2. กำหนดค่าน้ำท่วมฐานใดๆ ขึ้นมา โดยค่าแรกที่กำหนดควรเป็นค่าน้ำท่วมฐานที่ใกล้เคียงกับค่าน้ำท่วมฐานกรณีอื่นๆก่อน แล้วหาค่าปริมาณน้ำท่าที่มีขนาดมากกว่าค่าน้ำท่วมฐานดังกล่าว ซึ่งจะได้เป็นชุดข้อมูล PDS
3. หาค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน ของชุดข้อมูล PDS ที่ได้ในข้อ 2
4. หาค่าอัตราส่วนระหว่างค่าเฉลี่ย และความแปรปรวน จะได้เป็นค่า R
5. กำหนดค่าน้ำท่วมฐานขึ้นมาใหม่ แล้วทำตามขั้นตอน 2 – 4
6. วาดกราฟระหว่างค่าน้ำท่วมฐาน (แกน x) และค่า R (แกน y) จะได้เป็น R – Curve
7. อ่านค่า น้ำท่วมฐานที่ทำให้ค่า R =1 จะได้ค่าน้ำท่วมฐานตามต้องการ (ในกรณีมีค่าน้ำท่วมฐานที่ทำให้ค่า R =1 หลายค่า ให้เลือกใช้ค่าน้ำท่วมฐานที่ต่ำกว่า)
8. ดังตัวอย่างการหา R ของสถานี P.19A

ตาราง ค-5 ตัวอย่างการหาค่า Qb วิธีที่ 3 ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวัน สถานี P.19A

Year	Date	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
1958	1	6.2	3	8.2	28	44	206	147	104	44	13	8.2	0.5
	2	5	2.75	7.4	31	50	192	115	90	42	11	6.6	0.5
	3	4.25	2.75	7.8	26	64	133	93	82	39	12	6.2	0.5
	4	3.5	3	19	24	56	133	75	67	36	11	7.4	0.5
	5	3	3.25	44	28	62	97	65	56	34	10	5.8	0.5
	6	2.75	3.75	39	102	72	85	68	47	36	9.9	5.4	0.5
	7	2.5	3.75	35	0.72	68	95	73	44	34	9.45	5.4	0.3
	8	2.35	5.8	43	72	80	216	102	40	33	9	5	0.3
	9	2.2	5.8	30	49	80	334	119	37	33	8.6	4	0.3
	10	2.75	5.4	28	40	102	370	113	38	32	8.6	3.75	0.3
	11	2.5	5	26	42	90	350	121	33	30	8.6	3.5	0.3
	12	2.5	4.75	21	49	92	289	159	32	29	8.2	1.6	0.2
	13	2.5	5	16	43	94	216	206	28	28	7.8	0.9	0.2
	14	3	5.8	14	35	119	182	200	29	29	7.8	0.42	0.2
	15	2.5	7.4	13	31	145	157	163	30	27	7.4	0.1	0.2
	16	2.5	12	13	23	165	125	147	30	28	8.2	0.1	0.2
	17	2.05	16	15	21	170	101	143	37	28	8.2	0.1	0.1
	18	1.9	59	21	18	210	86	137	35	26	7.8	0.1	0.1
	19	1.9	72	23	25	232	68	133	32	26	7.4	0	0.1
	20	2.2	66	30	22	214	49	141	34	23	7	0.4	0.1
	21	3.75	55	27	20	161	57	133	37	23	6.6	0.4	0.1
	22	4.25	42	20	22	127	122	133	40	24	5.8	0.4	0.1
	23	4	39	13	23	97	283	130	41	22	5.4	0.3	0
	24	3.75	27	11	25	85	384	124	40	21	6.6	0.3	0
	25	3.5	21	9.9	27	65	413	124	34	20	8.2	0.3	0
	26	3.25	15	6.6	55	53	416	170	33	16	9.9	0.2	0
	27	3.75	13	5.8	67	54	376	196	36	16	13	0.2	0
	28	2.35	11	5.8	68	55	298	186	40	15	15	0.2	0
	29	2.5	8.6	11	52	44	238	170	38	14	13		0
	30	2.5	8.6	24	44	60	178	137	43	15	10		0
	31		8.6		43	132		115		13	9.9		0
1959	1	0.15	0.05	31	17	145	499	763	52	58	19	41	2.3
	2	0.1	0.15	35	17	168	396	712	57	55	18	34	1.85
	3	0.1	0.05	34	22	175	303	601	55	54	19	29	2.3

ตาราง ค-5 (ต่อ)ตัวอย่างการหาค่า Qb วิธีที่ 3 ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันเมื่อเทียบกับ Qb= 50 cms.

Date	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
1	-43.8	-47	-41.8	-22	-6	156	97	54	-6	-37	-41.8	-49.5
2	-45	-47.25	-42.6	-19	0	142	65	40	-8	-39	-43.4	-49.5
3	-45.75	-47.25	-42.2	-24	14	83	43	32	-11	-38	-43.8	-49.5
4	-46.5	-47	-31	-26	6	83	25	17	-14	-39	-42.6	-49.5
5	-47	-46.75	-6	-22	12	47	15	6	-16	-40	-44.2	-49.5
6	-47.25	-46.25	-11	52	22	35	18	-3	-14	-40.1	-44.6	-49.5
7	-47.5	-46.25	-15	-49.28	18	45	23	-6	-16	-40.55	-44.6	-49.7
8	-47.65	-44.2	-7	22	30	166	52	-10	-17	-41	-45	-49.7
9	-47.8	-44.2	-20	-1	30	284	69	-13	-17	-41.4	-46	-49.7
10	-47.25	-44.6	-22	-10	52	320	63	-12	-18	-41.4	-46.25	-49.7
	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50
11	-47.5	-45	-24	-8	40	300	71	-17	-20	-41.4	-46.5	-49.7
12	-47.5	-45.25	-29	-1	42	239	109	-18	-21	-41.8	-48.4	-49.8
13	-47.5	-45	-34	-7	44	166	156	-22	-22	-42.2	-49.1	-49.8
14	-47	-44.2	-36	-15	69	132	150	-21	-21	-42.2	-49.58	-49.8
15	-47.5	-42.6	-37	-19	95	107	113	-20	-23	-42.6	-49.9	-49.8
16	-47.5	-38	-37	-27	115	75	97	-20	-22	-41.8	-49.9	-49.8
17	-47.95	-34	-35	-29	120	51	93	-13	-22	-41.8	-49.9	-49.9
18	-48.1	9	-29	-32	160	36	87	-15	-24	-42.2	-49.9	-49.9
19	-48.1	22	-27	-25	182	18	83	-18	-24	-42.6	-50	-49.9
20	-47.8	16	-20	-28	164	-1	91	-16	-27	-43	-49.6	-49.9
	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50
21	-46.25	5	-23	-30	111	7	83	-13	-27	-43.4	-49.6	-49.9
22	-45.75	-8	-30	-28	77	72	83	-10	-26	-44.2	-49.6	-49.9
23	-46	-11	-37	-27	47	233	80	-9	-28	-44.6	-49.7	-50
24	-46.25	-23	-39	-25	35	334	74	-10	-29	-43.4	-49.7	-50
25	-46.5	-29	-40.1	-23	15	363	74	-16	-30	-41.8	-49.7	-50
26	-46.75	-35	-43.4	5	3	366	120	-17	-34	-40.1	-49.8	-50
27	-46.25	-37	-44.2	17	4	326	146	-14	-34	-37	-49.8	-50
28	-47.65	-39	-44.2	18	5	248	136	-10	-35	-35	-49.8	-50
29	-47.5	-41.4	-39	2	-6	188	120	-12	-36	-37	-50	-50
30	-47.5	-41.4	-26	-6	10	128	87	-7	-35	-40	-50	-50
31	-50	-41.4	-50	-7	82	-50	65	-50	-37	-40.1	-50	-50
1	-49.85	-49.95	-19	-33	95	449	713	2	8	-31	-9	-47.7
2	-49.9	-49.85	-15	-33	118	346	662	7	5	-32	-16	-48.15
3	-49.9	-49.95	-16	-28	125	253	551	5	4	-31	-21	-47.7

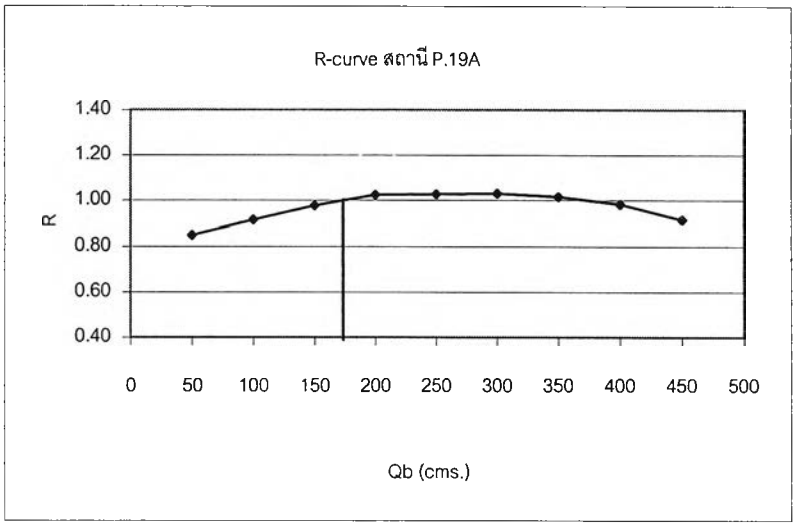
ตาราง ค-5 (ต่อ)ตัวอย่างการหาค่า Qb วิธีที่ 3 อนุกรม PDS ที่ได้ กรณี Try Qb =50 cms.

Date	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
1	F	F	F	F	F	156	97	54	F	F	F	F
2	F	F	F	F	F	142	65	40	F	F	F	F
3	F	F	F	F	14	83	43	32	F	F	F	F
4	F	F	F	F	6	83	25	17	F	F	F	F
5	F	F	F	F	12	47	15	6	F	F	F	F
6	F	F	F	52	22	35	18	F	F	F	F	F
7	F	F	F	F	18	45	23	F	F	F	F	F
8	F	F	F	22	30	166	52	F	F	F	F	F
9	F	F	F	F	30	284	69	F	F	F	F	F
10	F	F	F	F	52	320	63	F	F	F	F	F
	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
11	F	F	F	F	40	300	71	F	F	F	F	F
12	F	F	F	F	42	239	109	F	F	F	F	F
13	F	F	F	F	44	166	156	F	F	F	F	F
14	F	F	F	F	69	132	150	F	F	F	F	F
15	F	F	F	F	95	107	113	F	F	F	F	F
16	F	F	F	F	115	75	97	F	F	F	F	F
17	F	F	F	F	120	51	93	F	F	F	F	F
18	F	9	F	F	160	36	87	F	F	F	F	F
19	F	22	F	F	182	18	83	F	F	F	F	F
20	F	16	F	F	164	F	91	F	F	F	F	F
	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
21	F	5	F	F	111	7	83	F	F	F	F	F
22	F	F	F	F	77	72	83	F	F	F	F	F
23	F	F	F	F	47	233	80	F	F	F	F	F
24	F	F	F	F	35	334	74	F	F	F	F	F
25	F	F	F	F	15	363	74	F	F	F	F	F
26	F	F	F	5	3	366	120	F	F	F	F	F
27	F	F	F	17	4	326	146	F	F	F	F	F
28	F	F	F	18	5	248	136	F	F	F	F	F
29	F	F	F	2	F	188	120	F	F	F	F	F
30	F	F	F	F	10	128	87	F	F	F	F	F
31	F	F	F	F	82	F	65	F	F	F	F	F
1	F	F	F	F	95	449	713	2	8	F	F	F
2	F	F	F	F	118	346	662	7	5	F	F	F
3	F	F	F	F	125	253	551	5	4	F	F	F

ตาราง ค-5 (ต่อ)ตัวอย่างการหาค่าQb วิธีที่ 3 แสดง R-Curve สถานี P.19A

Qb	R
50	0.849
100	0.916
150	0.978
200	1.025
250	1.028
300	1.031
350	1.017
400	0.983
450	0.916

173.40	1.000

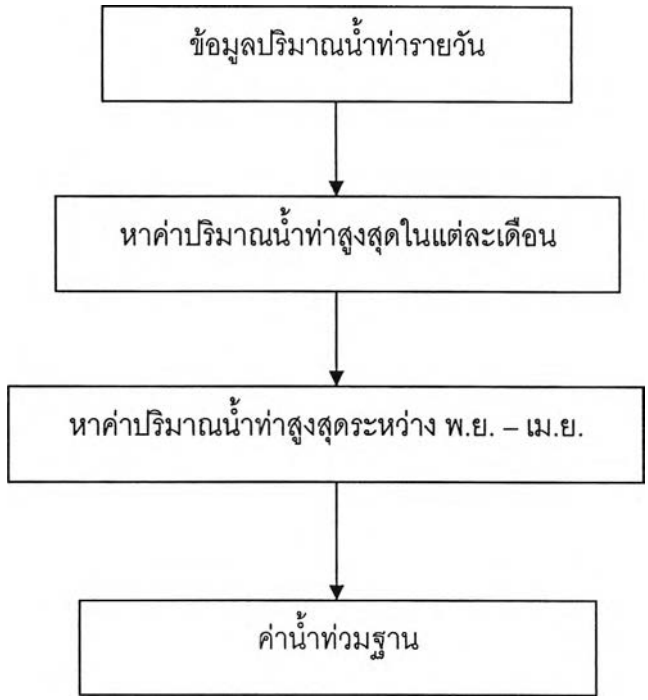


รูปที่ ค-1 ค่า R-Curve สถานี P.19A

ขั้นตอนการหาค่าน้ำท่วมฐาน กรณีที่ 4

การหาค่าน้ำท่วมฐานให้น้อยที่สุด โดยไม่มีค่าปริมาณการไหลที่สูงกว่าค่าน้ำท่วมฐานที่เลือกในฤดูแล้ง (Valadares, L.T. and Da Silva, J.E.; 1983)

1. จากข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวัน ของแต่ละสถานี
2. ทำการหาค่าปริมาณน้ำท่าสูงสุดในแต่ละเดือน ของทุกปีที่มีข้อมูล
3. หาค่าปริมาณน้ำท่าสูงสุดระหว่างเดือน พ.ย. – เม.ย. จะได้เป็นค่าน้ำท่วมฐาน ตามต้องการ



ตาราง ค-6 ตัวอย่างการหาค่าQb วิธีที่ 4 ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวัน สถานี P.19A

Year	Date	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
1958	1	6.2	3	8.2	28	44	206	147	104	44	13	8.2	0.5
	2	5	2.75	7.4	31	50	192	115	90	42	11	6.6	0.5
	3	4.25	2.75	7.8	26	64	133	93	82	39	12	6.2	0.5
	4	3.5	3	19	24	56	133	75	67	36	11	7.4	0.5
	5	3	3.25	44	28	62	97	65	56	34	10	5.8	0.5
	6	2.75	3.75	39	102	72	85	68	47	36	9.9	5.4	0.5
	7	2.5	3.75	35	0.72	68	95	73	44	34	9.45	5.4	0.3
	8	2.35	5.8	43	72	80	216	102	40	33	9	5	0.3
	9	2.2	5.8	30	49	80	334	119	37	33	8.6	4	0.3
	10	2.75	5.4	28	40	102	370	113	38	32	8.6	3.75	0.3
	11	2.5	5	26	42	90	350	121	33	30	8.6	3.5	0.3
	12	2.5	4.75	21	49	92	289	159	32	29	8.2	1.6	0.2
	13	2.5	5	16	43	94	216	206	28	28	7.8	0.9	0.2
	14	3	5.8	14	35	119	182	200	29	29	7.8	0.42	0.2
	15	2.5	7.4	13	31	145	157	163	30	27	7.4	0.1	0.2
	16	2.5	12	13	23	165	125	147	30	28	8.2	0.1	0.2
	17	2.05	16	15	21	170	101	143	37	28	8.2	0.1	0.1
	18	1.9	59	21	18	210	86	137	35	26	7.8	0.1	0.1
	19	1.9	72	23	25	232	68	133	32	26	7.4	0	0.1
	20	2.2	66	30	22	214	49	141	34	23	7	0.4	0.1
	21	3.75	55	27	20	161	57	133	37	23	6.6	0.4	0.1
	22	4.25	42	20	22	127	122	133	40	24	5.8	0.4	0.1
	23	4	39	13	23	97	283	130	41	22	5.4	0.3	0
	24	3.75	27	11	25	85	384	124	40	21	6.6	0.3	0
	25	3.5	21	9.9	27	65	413	124	34	20	8.2	0.3	0
	26	3.25	15	6.6	55	53	416	170	33	16	9.9	0.2	0
	27	3.75	13	5.8	67	54	376	196	36	16	13	0.2	0
	28	2.35	11	5.8	68	55	298	186	40	15	15	0.2	0

ตาราง ค-6(ต่อ) ตัวอย่างการหาค่าQb วิธีที่ 4 ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวัน สถานี P.19A

Year	Date	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
	20	18.75	7.66	8.7	12.2	49.8	375.4	316.1	48.1	17.5	15	10.1	7.66
	21	15	6.98	7.66	10.8	38.35	402.1	283.8	44.7	15	15	10.1	6.98
	22	16.25	8	7.32	10.8	29.05	484	232.5	41.45	16.25	13.6	10.1	6.98
	23	12.2	8.7	8.7	10.8	25	509.4	183.2	41.45	16.25	12.2	10.1	6.64
	24	9.4	8.7	8.7	10.8	18.75	582	158	38.35	32.15	11.5	10.1	5.28
	25	8.7	7.66	8.7	10.8	17.5	531.4	147.2	36.8	149	10.8	10.1	3.46
	26	7.32	6.98	6.98	11.5	35.25	448.3	168.8	32.15	230.6	9.4	10.1	2.3
	27	6.3	4.6	6.64	26.25	65.1	408.4	183.2	35.25	272.4	9.4	9.4	1.9
	28	6.98	4.03	5.28	30.6	75.3	435.7	150.8	51.5	188.8	11.5	9.4	1.7
	29	6.3	5.28	3.84	38.35	80.6	473.5	125.6	51.5	129.2	12.9		1.34
	30	7.32	6.3	2.6	39.9	65.1	490.3	107.6	48.1	96.8	12.9		0.89
	31		4.94		84.2	61.7		98.6		77	12.2		0.65
	MAX	196	514	577.4	572	1452	1751	990	745.4	479	326	83.4	33

Mean	94.1847
S.D.	144.522
Max.	1751
Min.	0

ขั้นตอนการตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล วิธีที่ 1

ตรวจสอบที่ระดับความเชื่อมั่น 50%, 75% และ 90% คือค่าอัตราการไหลที่อยู่ระหว่างค่าน้ำหลากสองค่าต้องมีค่าน้อยกว่า 50%, 25% และ 10% ของค่าที่ต่ำกว่าของค่าน้ำหลากทั้งสองนั้นตามลำดับ

1. จากข้อมูลน้ำท่ารายวัน ที่ได้จากกรมชลประทาน ทำการหาค่าน้ำท่ารายวันสูงสุดของเดือนในทุกๆปีที่มีข้อมูล จะได้เป็นข้อมูลน้ำท่ารายวันสูงสุดของเดือน
2. กำหนดค่าน้ำท่วมฐาน โดยใช้ค่าที่ได้เลือกไว้ในขั้นตอนการเลือกค่าน้ำท่วมฐาน ของแต่ละสถานีก่อนหน้านี้
3. นำข้อมูลน้ำท่ารายวันสูงสุดของเดือน ลบออกด้วยค่าน้ำท่วมฐาน จะได้เป็นอนุกรม PDS
4. จากอนุกรม PDS ทำการตรวจสอบที่ระดับความเชื่อมั่น 50% โดยพิจารณาค่าอัตราการไหลที่อยู่ระหว่างค่าน้ำหลากสองค่าต้องมีค่าน้อยกว่า 50%ของค่าที่ต่ำกว่าของค่าน้ำหลากทั้งสองนั้น (ถ้ามากกว่า 50%จะไม่นำค่านั้นมาพิจารณา) จะได้อนุกรม PDS ที่ผ่านการตรวจสอบที่ระดับความเชื่อมั่น 50%
5. หาค่าพารามิเตอร์โดย $$\lambda = \frac{M}{N}$$

   เมื่อ M คือจำนวนเหตุการณ์ที่มีขนาดน้ำหลากมากกว่าค่าน้ำท่วมฐานทั้งหมดที่เกิดขึ้น

   N คือจำนวนปีที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูล

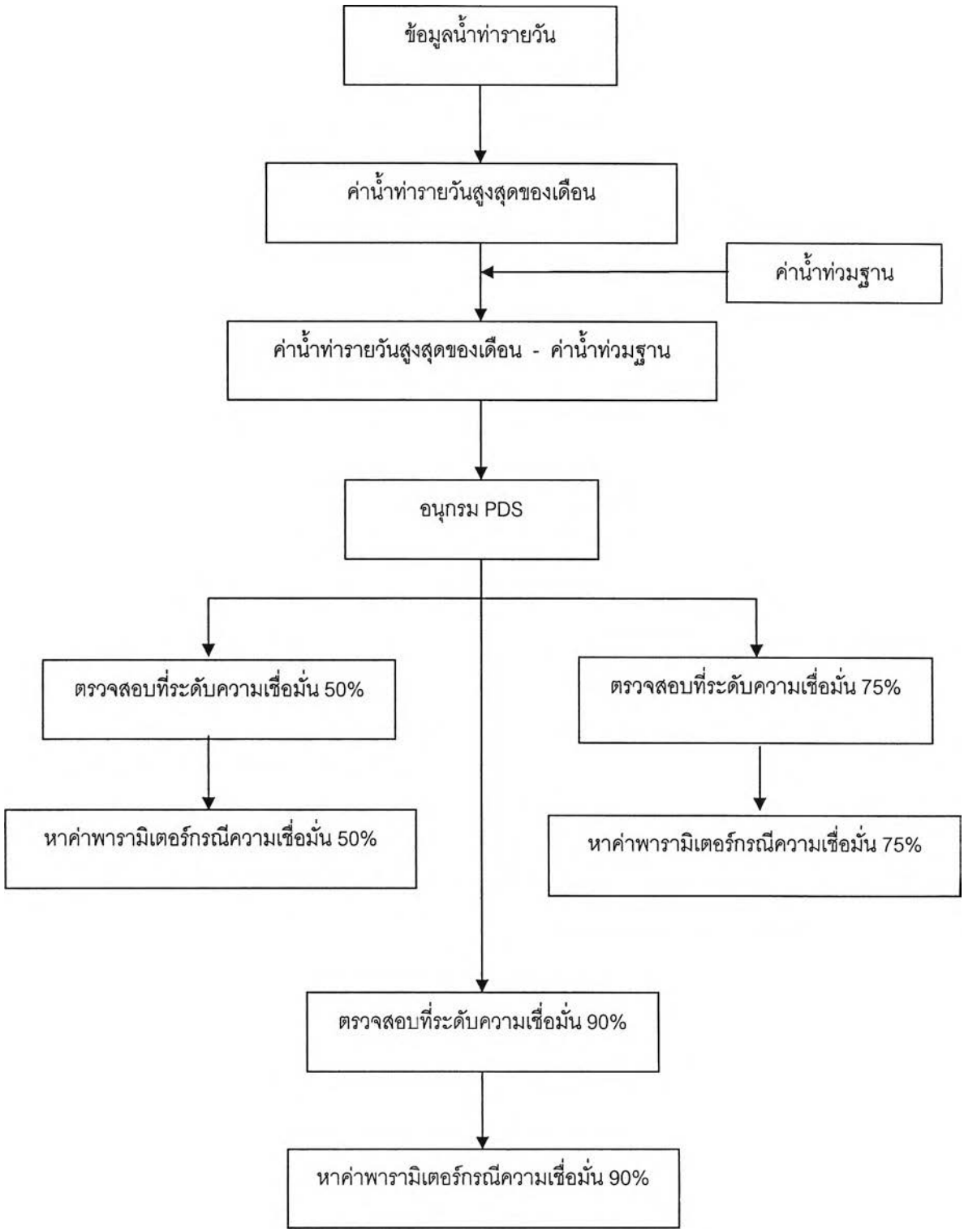
   และ $$\beta = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i$$

   เมื่อ X_i คือขนาดของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นซึ่งเท่ากับค่าปริมาณน้ำหลากที่นำมาพิจารณาลบด้วย ค่าน้ำท่วมฐานที่เลือกวิเคราะห์ $=Q-Q_b$

   Q คือปริมาณน้ำหลากของแต่ละเหตุการณ์

   Q_b คือค่าน้ำท่วมฐาน (Base Flood)
6. ทำการตรวจสอบที่ระดับความเชื่อมั่น 75% และ 90% โดยพิจารณาค่าอัตราการไหลที่อยู่ระหว่างค่าน้ำหลากสองค่าต้องมีค่าน้อยกว่า 25% และ 10% ของค่าที่ต่ำกว่าของค่าน้ำหลากทั้งสองนั้นตามลำดับ (ถ้ามากกว่า 25% และ 10% จะไม่นำค่านั้นมาพิจารณาตามลำดับ) จากนั้นหาค่าพารามิเตอร์เหมือนข้อ 5.

ขั้นตอนการตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล วิธีที่ 1



ตารางที่ ค-7 ตัวอย่างการตรวจสอบความเป็นอิสระวิธีที่ 1 ปริมาณน้ำท่ารายวันสูงสุดของเดือนและสูงสุดของปีสถานี P.19A

Year	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Maximum	Max.Date
1958	6.20	72.00	44.00	102.00	232.00	416.00	206.00	104.00	44.00	15.00	8.20	0.50	416.00	26/9/58
1959	0.15	32.00	56.00	94.00	441.00	919.00	763.00	65.00	58.00	55.00	41.00	10.00	919.00	29/9/59
1960	1.04	36.00	32.00	139.00	494.00	492.00	413.00	172.00	479.00	68.00	28.00	17.00	494.00	21/8/60
1961	2.60	155.00	141.00	76.00	657.00	636.00	940.00	165.00	99.00	50.00	18.00	15.00	940.00	23/10/61
1962	2.00	71.00	24.00	248.00	246.00	554.00	868.00	84.00	40.00	8.20	3.80	3.20	868.00	17/10/62
1963	1.20	0.20	59.00	167.00	431.00	380.00	610.00	7.78	102.00	49.00	19.00	3.06	610.00	31/10/63
1964	5.20	160.00	136.00	379.00	171.00	491.00	824.00	161.00	89.00	48.00	32.00	8.00	824.00	6/10/64
1965	5.20	24.00	97.00	35.00	248.00	377.00	576.00	742.00	137.00	46.00	21.00	3.06	742.00	4/11/65
1966	2.00	108.00	123.00	43.00	434.00	695.00	354.00	358.00	62.00	18.00	7.20	1.75	695.00	20/9/66
1967	4.50	48.00	92.00	50.00	311.00	1069	990.00	307.00	91.00	33.00	13.00	7.65	1069	30/9/67
1968	187.00	184.00	206.00	96.00	335.00	361.00	249.00	125.00	53.00	20.00	5.40	1.80	361.00	17/9/68
1969	0.00	159.00	240.00	123.00	843.00	563.00	387.00	222.00	72.00	33.00	15.00	24.00	843.00	26/8/69
1970	42.00	514.00	431.00	184.00	953.00	662.00	581.00	181.00	193.00	66.00	30.00	33.00	953.00	22/8/70
1971	31.00	205.00	207.00	558.00	931.00	899.00	600.00	306.00	116.00	71.00	29.00	16.00	931.00	31/8/71
1972	196.00	38.00	146.00	23.00	361.00	498.00	416.00	390.00	169.00	51.00	23.00	33.00	498.00	29/9/72
1973	15.00	53.00	244.00	258.00	1452	1751.00	802.00	165.00	100.00	41.00	13.00	12.00	1751.00	21/9/73
1974	38.00	182.00	112.00	206.00	390.00	624.00	326.00	491.00	118.00	326.00	24.00	9.50	624.00	18/9/74
1975	6.84	30.00	340.00	398.00	1065	993.00	641.00	501.00	168.00	70.00	36.00	20.00	1065	30/8/75
1976	13.00	81.00	144.00	56.00	274.00	511.00	747.00	430.00	88.00	242.00	13.00	16.00	747.00	29/10/76
1977	64.00	104.00	40.00	44.00	197.00	822.00	494.00	521.00	88.00	187.00	26.00	31.00	822.00	24/9/77
1978	1.60	139.80	34.00	572.00	686.30	611.00	533.80	106.40	67.50	25.00	6.60	10.00	686.30	17/8/78
1979	1.40	171.20	322.00	59.40	224.01	311.00	503.01	68.20	47.00	20.80	12.00	4.30	503.01	12/10/79
1980	2.40	169.20	90.00	354.20	299.20	658.40	605.20	130.80	191.80	27.25	13.50	5.90	658.40	11/9/80
1981	1.90	250.00	159.60	348.50	479.51	499.50	244.00	449.51	127.60	48.00	16.40	3.80	499.50	11/9/81
1982	29.70	74.13	185.60	60.53	121.60	465.01	482.50	99.10	56.00	20.04	6.52	1.37	482.50	3/10/82
1983	0.66	0.58	67.90	6.40	145.70	380.90	468.31	672.41	111.40	53.00	17.75	2.38	672.41	15/11/83
1984	3.81	31.45	84.20	51.10	219.00	351.70	431.45	144.40	49.30	10.50	7.62	6.66	431.45	24/10/84
1985	16.34	45.50	58.65	87.35	193.00	498.61	381.00	745.40	167.80	39.80	13.46	17.78	745.40	17/11/85
1986	14.80	80.20	116.85	154.00	288.80	487.80	207.30	116.85	65.15	92.70	25.60	33.00	487.80	12/9/86
1987	11.30	25.15	93.80	36.55	787.65	469.00	446.00	397.90	92.80	30.70	7.15	14.00	787.65	29/8/87
1988	38.00	161.55	577.40	288.20	360.20	325.50	685.60	385.10	105.75	37.05	16.30	3.25	685.60	21/10/88
1989	12.30	106.30	97.80	218.60	182.80	336.18	455.55	187.00	78.80	43.00	83.40	6.30	455.55	8/10/89
1990	9.86	256.20	264.40	53.60	155.70	413.00	276.90	183.45	50.80	26.40	25.10	25.75	413.00	18/9/90
1991	15.00	13.60	26.25	14.30	374.00	384.00	217.30	255.30	32.15	17.50	14.30	16.25	384.00	1/9/91
1992	18.75	17.50	9.40	84.20	200.20	582.00	486.10	96.80	272.40	65.10	11.50	8.70	582.00	24/9/92
										Max	Min	Mean	S.D.	
										1751.00	361.00	704.19	270.29	

ตารางที่ ค-7(ต่อ) ตัวอย่างการตรวจสอบความเป็นอิสระวิธีที่ 1 อนุกรม PDS เมื่อใช้ค่าน้ำท่วมฐาน 361 cms.

Qb= 361 cms. สถานี P.19A

Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
F	F	F	F	F	55.00	F	F	F	F	F	F
F	F	F	F	80.00	558.00	402.00	F	F	F	F	F
F	F	F	F	133.00	131.00	52.00	F	118.00	F	F	F
F	F	F	F	296.00	275.00	579.00	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	193.00	507.00	F	F	F	F	F
F	F	F	F	70.00	19.00	249.00	F	F	F	F	F
F	F	F	18.00	F	130.00	463.00	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	16.00	215.00	381.00	F	F	F	F
F	F	F	F	73.00	334.00	F	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	708.00	629.00	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
F	F	F	F	482.00	202.00	26.00	F	F	F	F	F
F	153.00	70.00	F	592.00	301.00	220.00	F	F	F	F	F
F	F	F	197.00	570.00	538.00	239.00	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	137.00	55.00	29.00	F	F	F	F
F	F	F	F	1091.00	1390.00	441.00	F	F	F	F	F
F	F	F	F	29.00	263.00	F	130.00	F	F	F	F
F	F	F	37.00	704.00	632.00	280.00	140.00	F	F	F	F
F	F	F	F	F	150.00	386.00	69.00	F	F	F	F
F	F	F	F	F	461.00	133.00	160.00	F	F	F	F
F	F	F	211.00	325.30	250.00	172.80	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	F	142.01	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	297.40	244.20	F	F	F	F	F
F	F	F	F	118.51	138.50	F	88.51	F	F	F	F
F	F	F	F	F	104.01	121.50	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	19.90	107.31	311.41	F	F	F	F
F	F	F	F	F	F	70.45	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	137.61	20.00	384.40	F	F	F	F
F	F	F	F	F	126.80	F	F	F	F	F	F
F	F	F	F	426.65	108.00	85.00	36.90	F	F	F	F
F	F	216.40	F	F	F	324.60	24.10	F	F	F	F
F	F	F	F	F	F	94.55	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	52.00	F	F	F	F	F	F
F	F	F	F	13.00	23.00	F	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	221.00	125.10	F	F	F	F	F

หมายเหตุ F คือปริมาณน้ำหลากที่ต่ำกว่า Qb

ตารางที่ ค-7(ต่อ) ตัวอย่างการตรวจสอบความเป็นอิสระวิธีที่ 1 อนุกรม PDS เมื่อตรวจสอบความเป็นอิสระ 50%

50% สถานี P.19A

Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
F	F	F	F	F	55.00	F	F	F	F	F	F
F	F	F	F	80.00		402.00	F	F	F	F	F
F	F	F	F	133.00		52.00	F	118.00	F	F	F
F	F	F	F	296.00		579.00	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	193.00	507.00	F	F	F	F	F
F	F	F	F	70.00	19.00	249.00	F	F	F	F	F
F	F	F	18.00	F	130.00	463.00	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	16.00		381.00	F	F	F	F
F	F	F	F	73.00	334.00	F	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	708.00	629.00	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
F	F	F	F	482.00		26.00	F	F	F	F	F
F	153.00	70.00	F	592.00		220.00	F	F	F	F	F
F	F	F	197.00	570.00		239.00	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	137.00		29.00	F	F	F	F
F	F	F	F	1091.00		441.00	F	F	F	F	F
F	F	F	F	29.00	263.00	F	130.00	F	F	F	F
F	F	F	37.00	704.00		280.00	140.00	F	F	F	F
F	F	F	F	F	150.00		69.00	F	F	F	F
F	F	F	F	F	461.00		160.00	F	F	F	F
F	F	F	211.00	325.30		172.80	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	F	142.01	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	297.40	244.20	F	F	F	F	F
F	F	F	F	118.51	138.50	F	88.51	F	F	F	F
F	F	F	F	F	104.01	121.50	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	19.90		311.41	F	F	F	F
F	F	F	F	F	F	70.45	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	137.61	20.00	384.40	F	F	F	F
F	F	F	F	F	126.80	F	F	F	F	F	F
F	F	F	F	426.65	108.00		36.90	F	F	F	F
F	F	216.40	F	F	F	324.60	24.10	F	F	F	F
F	F	F	F	F	F	94.55	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	52.00	F	F	F	F	F	F
F	F	F	F	13.00	23.00	F	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	221.00	125.10	F	F	F	F	F
				N=	35	M=	76		Sum(Q-Qb)=	16874.61	
						Lamda=	2.171		Beta =	482.132	

ตารางที่ ค-7(ต่อ) ตัวอย่างการตรวจสอบความเป็นอิสระวิธีที่ 1 อนุกรม PDS เมื่อตรวจสอบความเป็นอิสระ 75%

75% สถานี P.19A

Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
F	F	F	F	F	55.00	F	F	F	F	F	F
F	F	F	F	80.00		402.00	F	F	F	F	F
F	F	F	F	133.00		52.00	F	118.00	F	F	F
F	F	F	F	296.00		579.00	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	193.00	507.00	F	F	F	F	F
F	F	F	F	70.00		249.00	F	F	F	F	F
F	F	F	18.00	F	130.00	463.00	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	16.00		381.00	F	F	F	F
F	F	F	F	73.00	334.00	F	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	708.00	629.00	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
F	F	F	F	482.00		26.00	F	F	F	F	F
F	153.00	70.00	F	592.00		220.00	F	F	F	F	F
F	F	F	197.00	570.00		239.00	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	137.00		29.00	F	F	F	F
F	F	F	F	1091.00		441.00	F	F	F	F	F
F	F	F	F	29.00	263.00	F	130.00	F	F	F	F
F	F	F	37.00	704.00		280.00	140.00	F	F	F	F
F	F	F	F	F	150.00		69.00	F	F	F	F
F	F	F	F	F	461.00		160.00	F	F	F	F
F	F	F	211.00	325.30		172.80	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	F	142.01	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	297.40	244.20	F	F	F	F	F
F	F	F	F	118.51	138.50	F	88.51	F	F	F	F
F	F	F	F	F	104.01	121.50	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	19.90		311.41	F	F	F	F
F	F	F	F	F	F	70.45	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	137.61	20.00	384.40	F	F	F	F
F	F	F	F	F	126.80	F	F	F	F	F	F
F	F	F	F	426.65	108.00		36.90	F	F	F	F
F	F	216.40	F	F	F	324.60	24.10	F	F	F	F
F	F	F	F	F	F	94.55	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	52.00	F	F	F	F	F	F
F	F	F	F	13.00	23.00	F	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	221.00	125.10	F	F	F	F	F
				N=	35	M=	75		Sum(Q-Qb)=	16855.61	
						Lamda=	2.143		Beta =	481.589	

ตารางที่ ค-7(ต่อ) ตัวอย่างการตรวจสอบความเป็นอิสระวิธีที่ 1 อนุกรม PDS เมื่อตรวจสอบความเป็นอิสระ 90%

90% สถานี P.19A

Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
F	F	F	F	F	55.00	F	F	F	F	F	F
F	F	F	F	80.00		402.00	F	F	F	F	F
F	F	F	F	133.00		52.00	F	118.00	F	F	F
F	F	F	F	296.00		579.00	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	193.00	507.00	F	F	F	F	F
F	F	F	F	70.00		249.00	F	F	F	F	F
F	F	F	18.00	F	130.00	463.00	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	16.00		381.00	F	F	F	F
F	F	F	F	73.00	334.00	F	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	708.00	629.00	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
F	F	F	F	482.00		26.00	F	F	F	F	F
F	153.00	70.00	F	592.00		220.00	F	F	F	F	F
F	F	F	197.00	570.00		239.00	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	137.00		29.00	F	F	F	F
F	F	F	F	1091.00		441.00	F	F	F	F	F
F	F	F	F	29.00	263.00	F	130.00	F	F	F	F
F	F	F	37.00	704.00		280.00	140.00	F	F	F	F
F	F	F	F	F	150.00		69.00	F	F	F	F
F	F	F	F	F	461.00		160.00	F	F	F	F
F	F	F	211.00	325.30		172.80	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	F	142.01	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	297.40	244.20	F	F	F	F	F
F	F	F	F	118.51	138.50	F	88.51	F	F	F	F
F	F	F	F	F	104.01	121.50	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	19.90		311.41	F	F	F	F
F	F	F	F	F	F	70.45	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	137.61		384.40	F	F	F	F
F	F	F	F	F	126.80	F	F	F	F	F	F
F	F	F	F	426.65	108.00		36.90	F	F	F	F
F	F	216.40	F	F	F	324.60	24.10	F	F	F	F
F	F	F	F	F	F	94.55	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	52.00	F	F	F	F	F	F
F	F	F	F	13.00	23.00	F	F	F	F	F	F
F	F	F	F	F	221.00	125.10	F	F	F	F	F
				N=	35	M=	74		Sum(Q-Qb)=	16835.61	
						Lamda=	2.114		Beta =	481.017	

ขั้นตอนการตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล วิธีที่ 2

ตรวจสอบความเป็นอิสระโดยค่าน้ำหลากต้องห่างกันอย่างน้อย 5 วันและ 6 วัน และค่าอัตราการไหลระหว่างค่าน้ำหลากสองค่าต้องมีค่าน้อยกว่า 50% ของค่าที่ต่ำกว่าของค่าน้ำหลากทั้งสองนั้น

1. กำหนดค่าน้ำท่วมฐาน โดยใช้ค่าที่ได้เลือกไว้ในขั้นตอนการเลือกค่าน้ำท่วมฐาน ของแต่ละสถานีก่อนหน้านี้
2. นำข้อมูลน้ำท่ารายวัน ที่ได้จากกรมชลประทาน ลบออกด้วยค่าน้ำท่วมฐาน จะได้เป็นอนุกรม PDS
3. จากอนุกรม PDS ทำการตรวจสอบความเป็นอิสระโดยค่าน้ำหลากต้องห่างกันอย่างน้อย 5 วัน สำหรับลุ่มน้ำปิงและวัง ห่างกันอย่างน้อย 6 วันสำหรับลุ่มน้ำยมและน่าน และค่าอัตราการไหลระหว่างค่าน้ำหลากสองค่าต้องมีค่าน้อยกว่า 50% ของค่าที่ต่ำกว่าของค่าน้ำหลากทั้งสองนั้น
4. หาค่าพารามิเตอร์โดย $$\lambda = \frac{M}{N}$$

เมื่อ M คือจำนวนเหตุการณ์ที่มีขนาดน้ำหลากมากกว่าค่าน้ำท่วมฐานทั้งหมดที่เกิดขึ้น

N คือจำนวนปีที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูล

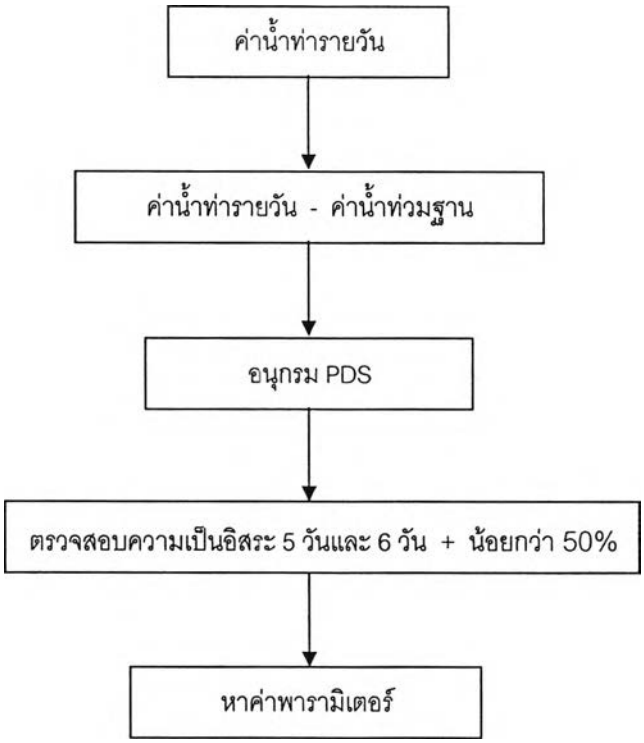
และ $$\beta = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i$$

เมื่อ X_i คือขนาดของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นซึ่งเท่ากับค่าปริมาณน้ำหลากที่นำมาพิจารณาลบด้วยค่าน้ำท่วมฐานที่เลือกวิเคราะห์ =$Q-Q_b$

Q คือปริมาณน้ำหลากของแต่ละเหตุการณ์

Q_b คือค่าน้ำท่วมฐาน (Base Flood)

ขั้นตอนการตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล วิธีที่ 2



ตาราง ค-8 ตัวอย่างการตรวจสอบความเป็นอิสระวิธีที่ 2 ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันสถานี P.19A

Year	Date	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
1958	1	6.20	3.00	8.20	28.00	44.00	206.00	147.00	104.00	44.00	13.00	8.20	0.50
	2	5.00	2.75	7.40	31.00	50.00	192.00	115.00	90.00	42.00	11.00	6.60	0.50
	3	4.25	2.75	7.80	26.00	64.00	133.00	93.00	82.00	39.00	12.00	6.20	0.50
	4	3.50	3.00	19.00	24.00	56.00	133.00	75.00	67.00	36.00	11.00	7.40	0.50
	5	3.00	3.25	44.00	28.00	62.00	97.00	65.00	56.00	34.00	10.00	5.80	0.50
	6	2.75	3.75	39.00	102.00	72.00	85.00	68.00	47.00	36.00	9.90	5.40	0.50
	7	2.50	3.75	35.00	0.72	68.00	95.00	73.00	44.00	34.00	9.45	5.40	0.30
	8	2.35	5.80	43.00	72.00	80.00	216.00	102.00	40.00	33.00	9.00	5.00	0.30
	9	2.20	5.80	30.00	49.00	80.00	334.00	119.00	37.00	33.00	8.60	4.00	0.30
	10	2.75	5.40	28.00	40.00	102.00	370.00	113.00	38.00	32.00	8.60	3.75	0.30
	11	2.50	5.00	26.00	42.00	90.00	350.00	121.00	33.00	30.00	8.60	3.50	0.30
	12	2.50	4.75	21.00	49.00	92.00	289.00	159.00	32.00	29.00	8.20	1.60	0.20
	13	2.50	5.00	16.00	43.00	94.00	216.00	206.00	28.00	28.00	7.80	0.90	0.20
	14	3.00	5.80	14.00	35.00	119.00	182.00	200.00	29.00	29.00	7.80	0.42	0.20
	15	2.50	7.40	13.00	31.00	145.00	157.00	163.00	30.00	27.00	7.40	0.10	0.20
	16	2.50	12.00	13.00	23.00	165.00	125.00	147.00	30.00	28.00	8.20	0.10	0.20
	17	2.05	16.00	15.00	21.00	170.00	101.00	143.00	37.00	28.00	8.20	0.10	0.10
	18	1.90	59.00	21.00	18.00	210.00	86.00	137.00	35.00	26.00	7.80	0.10	0.10
	19	1.90	72.00	23.00	25.00	232.00	68.00	133.00	32.00	26.00	7.40	0.00	0.10
	20	2.20	66.00	30.00	22.00	214.00	49.00	141.00	34.00	23.00	7.00	0.40	0.10
	21	3.75	55.00	27.00	20.00	161.00	57.00	133.00	37.00	23.00	6.60	0.40	0.10
	22	4.25	42.00	20.00	22.00	127.00	122.00	133.00	40.00	24.00	5.80	0.40	0.10
	23	4.00	39.00	13.00	23.00	97.00	283.00	130.00	41.00	22.00	5.40	0.30	0.00
	24	3.75	27.00	11.00	25.00	85.00	384.00	124.00	40.00	21.00	6.60	0.30	0.00
	25	3.50	21.00	9.90	27.00	65.00	413.00	124.00	34.00	20.00	8.20	0.30	0.00
	26	3.25	15.00	6.60	55.00	53.00	416.00	170.00	33.00	16.00	9.90	0.20	0.00
	27	3.75	13.00	5.80	67.00	54.00	376.00	196.00	36.00	16.00	13.00	0.20	0.00
	28	2.35	11.00	5.80	68.00	55.00	298.00	186.00	40.00	15.00	15.00	0.20	0.00
	29	2.50	8.60	11.00	52.00	44.00	238.00	170.00	38.00	14.00	13.00		0.00
	30	2.50	8.60	24.00	44.00	60.00	178.00	137.00	43.00	15.00	10.00		0.00
	31		8.60		43.00	132.00		115.00		13.00	9.90		0.00
1959	1	0.15	0.05	31.00	17.00	145.00	499.00	763.00	52.00	58.00	19.00	41.00	2.30
	2	0.10	0.15	35.00	17.00	168.00	396.00	712.00	57.00	55.00	18.00	34.00	1.85
	3	0.10	0.05	34.00	22.00	175.00	303.00	601.00	55.00	54.00	19.00	29.00	2.30
	4	0.15	0.00	35.00	26.00	146.00	234.00	513.00	58.00	54.00	19.00	25.00	3.80
	5	0.12	0.05	32.00	34.00	119.00	254.00	485.00	56.00	53.00	19.00	23.00	5.00
	6	0.05	0.30	32.00	37.00	98.00	335.00	380.00	57.00	51.00	16.00	21.00	7.40
	7	0.10	0.15	38.00	40.00	85.00	327.00	300.00	59.00	50.00	18.00	21.00	7.10
	8	0.10	0.95	44.00	39.00	70.00	385.00	236.00	56.00	50.00	19.00	20.00	8.00
	9	0.05	0.65	56.00	29.00	63.00	445.00	210.00	52.00	48.00	16.00	20.00	8.00

ตาราง ค-8(ต่อ) ตัวอย่างการตรวจสอบความเป็นอิสระวิธีที่ 2 อนุกรม PDS เมื่อใช้ค่าน้ำท่วมฐาน 361 cms.สถานี P.19A

Qb= 361.00 cms. สถานี P.19A

Year	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
1958	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	52	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	55	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
		0		0	0		0		0	0		0
1959	0	0	0	0	0	138	402	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	35	351	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	240	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	152	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	124	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0

ตาราง ค-8(ต่อ) ตัวอย่างการตรวจสอบความเป็นอิสระวิธีที่ 2 อนุกรม PDS เมื่อตรวจสอบความเป็นอิสระที่ 5 วัน+50%

5 days + 50 % สถานี P.19A

Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	55	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
	0		0	0		0		0	0		0
0	0	0	0	0	138	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ ค-9 การพิจารณาระยะห่างของปริมาณน้ำหลาก เพื่อตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล โดยพิจารณาจากชลภาพ หาระยะห่างระหว่าง Flood Peak ในแต่ละลูกของแต่ละปี

สถานี P.1

Qb = 139.20 cms.

ปี	ระยะห่าง(วัน)
1981	10
1982	14
1983	11
1984	15
1985	10
1986	13
1987	15
1988	10
1989	8
1990	10
1991	11
1992	10
1993	8
1994	6
1995	6
1996	9
1997	8
1998	6
1999	9
2000	9

สรุปควรใช้ค่าปริมาณน้ำหลาก ห่างกันอย่างน้อย 6 วัน

สถานี P.4A

Qb = 45.93 cms.

ปี	ระยะห่าง(วัน)
1991	9
1992	7
1993	9
1994	11
1995	9
1996	8
1997	9
1998	9
1999	8
2000	8

สรุปควรใช้ค่าปริมาณน้ำหลาก ห่างกันอย่างน้อย 7 วัน

สถานี P.5

Qb = 80.05 cms.

ปี	ระยะห่าง(วัน)
1983	7
1984	10
1985	8
1986	12
1987	12
1988	13
1989	11
1990	10
1991	7
1992	7

สรุปควรใช้ค่าปริมาณน้ำหลาก ห่างกันอย่างน้อย 7 วัน

สถานี P.14

Qb = 97.70 cms.

ปี	ระยะห่าง(วัน)
1991	11
1992	8
1993	10
1994	7
1995	6
1996	7
1997	7
1998	15
1999	9
2000	10

สรุปควรใช้ค่าปริมาณน้ำหลาก ห่างกันอย่างน้อย 6 วัน

สถานี P.19A

Qb = 361.00 cms.

ปี	ระยะห่าง(วัน)
1958	9
1959	11
1960	6
1961	8
1962	11
1963	7
1964	11
1965	8
1966	12
1967	12

สรุปควรใช้ค่าปริมาณน้ำหลาก ห่างกันอย่างน้อย 6 วัน

ตารางที่ ค-9(ต่อ) การพิจารณาระยะห่างของปริมาณน้ำหลาก เพื่อตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล โดยพิจารณาจากชลภาพ หาระยะห่างระหว่าง Flood Peak ในแต่ละลูกของแต่ละปี

สถานี P.20

Qb = 40.95 cms.

ปี	ระยะห่าง(วัน)
1979	11
1980	5
1981	9
1982	5
1983	6
1984	5
1985	11
1986	8
1987	5
1988	10

สรุปควรใช้ค่าปริมาณน้ำหลาก ห่างกันอย่างน้อย 5 วัน

สถานี P.21

Qb = 19.80 cms.

ปี	ระยะห่าง(วัน)
1954	6
1955	5
1956	9
1957	12
1958	6
1959	8
1960	9
1961	8
1962	11
1963	9

สรุปควรใช้ค่าปริมาณน้ำหลาก ห่างกันอย่างน้อย 5 วัน

สถานี P.23

Qb = 56.00 cms.

ปี	ระยะห่าง(วัน)
1955	5
1956	5
1957	10
1958	6
1959	13
1960	8
1961	8
1962	7
1963	5
1964	6

สรุปควรใช้ค่าปริมาณน้ำหลาก ห่างกันอย่างน้อย 5 วัน

สถานี P.29

Qb = 19.40 cms.

ปี	ระยะห่าง(วัน)
1969	6
1970	8
1971	6
1972	9
1973	10
1974	6
1975	11
1976	8
1977	7
1978	9

สรุปควรใช้ค่าปริมาณน้ำหลาก ห่างกันอย่างน้อย 6 วัน

สถานี P.32

Qb = 3.73 cms.

ปี	ระยะห่าง(วัน)
1980	6
1981	11
1982	8
1983	6
1984	5
1985	5
1986	9
1987	7
1988	6
1989	9

สรุปควรใช้ค่าปริมาณน้ำหลาก ห่างกันอย่างน้อย 5 วัน

สถานี P.42

Qb = 7.02 cms.

ปี	ระยะห่าง(วัน)
1990	6
1991	7
1992	5
1993	5
1994	6
1995	7
1997	5
1998	6
1999	6
2000	7

สรุปควรใช้ค่าปริมาณน้ำหลาก ห่างกันอย่างน้อย 5 วัน

ดังนั้น สรุปได้ว่าการตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูลในลุ่มน้ำปิง ควรใช้ค่าปริมาณน้ำหลากห่างกันอย่างน้อย 5 วันซึ่งเป็นค่าที่มีความถี่มากที่สุดจากการศึกษา

ตารางที่ ค-9(ต่อ) การพิจารณาระยะห่างของปริมาณน้ำหลาก เพื่อตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล โดยพิจารณาจากชลภาพ หาระยะห่างระหว่าง Flood Peak ในแต่ละลูกของแต่ละปี

สถานี W.3

Qb = 228.14 cms.

ปี	ระยะห่าง(วัน)
1955	6
1956	5
1957	10
1958	8
1959	6
1962	6
1963	9
1964	5
1965	7
1966	6

สรุปควรใช้ค่าปริมาณน้ำหลากห่างกันอย่างน้อย 5 วัน

สถานี W.4

Qb = 105.70 cms.

ปี	ระยะห่าง(วัน)
1961	7
1962	6
1963	7
1964	11
1965	7
1966	6
1967	7
1968	6
1969	6
1970	8

สรุปควรใช้ค่าปริมาณน้ำหลากห่างกันอย่างน้อย 6 วัน

สถานี W.16

Qb = 29.62 cms.

ปี	ระยะห่าง(วัน)
1985	9
1986	9
1987	5
1988	6
1989	6
1990	7
1991	5
1992	9
1993	11
1994	11

สรุปควรใช้ค่าปริมาณน้ำหลากห่างกันอย่างน้อย 5 วัน

ดังนั้น สรุปได้ว่าการตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูลในลุ่มน้ำวัง ควรใช้ค่าปริมาณน้ำหลากห่างกันอย่างน้อย 5 วันซึ่งเป็นค่าที่มีความถี่มากที่สุดจากการศึกษา

ตารางที่ ค-9(ต่อ) การพิจารณาระยะห่างของปริมาณน้ำหลาก เพื่อตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล โดยพิจารณาจากชลภาพ หาระยะห่างระหว่าง Flood Peak ในแต่ละลูกของแต่ละปี

สถานี Y.1

Qb = 552.00 cms.

ปี	ระยะห่าง(วัน)
1939	5
1940	13
1941	5
1942	5
1943	5
1944	15
1950	6
1951	16
1952	6
1953	14

สรุปควรใช้ค่าปริมาณน้ำหลาก ห่างกันอย่างน้อย 5 วัน

สถานี Y.4

Qb = 195.00 cms.

ปี	ระยะห่าง(วัน)
1964	7
1965	6
1966	6
1967	9
1968	8
1969	6
1970	7
1971	8
1972	7
1973	6

สรุปควรใช้ค่าปริมาณน้ำหลาก ห่างกันอย่างน้อย 6 วัน

สถานี Y.14

Qb = 306.00 cms.

ปี	ระยะห่าง(วัน)
1977	6
1978	5
1979	6
1980	6
1981	5
1982	14
1983	5
1984	12
1985	10
1986	12

สรุปควรใช้ค่าปริมาณน้ำหลาก ห่างกันอย่างน้อย 5 วัน

สถานี Y.17

Qb = 125.80 cms.

ปี	ระยะห่าง(วัน)
1974	48
1975	76
1976	105
1977	58
1978	116
1979	34
1980	33
1990	36
1991	78
1992	20

สรุปควรใช้ค่าปริมาณน้ำหลาก ห่างกันอย่างน้อย 20 วัน

สถานี Y.20

Qb = 147.00 cms.

ปี	ระยะห่าง(วัน)
1981	6
1982	7
1983	7
1984	12
1985	11
1986	8
1987	6
1988	7
1989	9
1990	7

สรุปควรใช้ค่าปริมาณน้ำหลาก ห่างกันอย่างน้อย 6 วัน

สถานี Y.26

Qb = 35.30 cms.

ปี	ระยะห่าง(วัน)
1985	6
1986	8
1987	6
1988	9
1989	8
1990	8
1991	6
1992	6
1993	6
1994	7

สรุปควรใช้ค่าปริมาณน้ำหลาก ห่างกันอย่างน้อย 6 วัน

หมายเหตุ : สถานี Y.17 อ.สามง่าม จ.พิจิตร ปริมาณน้ำท่าจะขึ้นสูงอย่างต่อเนื่องเมื่อเข้าสู่ฤดูฝนแล้วจะค่อยๆลดลงเมื่อหมดฝนในภาคเหนือ การแยกความเป็นอิสระทำได้ยาก เนื่องจากส่วนใหญ่เป็น flood ลูกใหญ่ลูกเดียว

ดังนั้น สรุปได้ว่าการตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูลในลุ่มน้ำยม ควรใช้ค่าปริมาณน้ำหลากห่างกันอย่างน้อย 6 วัน ซึ่งเป็นค่าที่มีความถี่มากที่สุดจากการศึกษา

ตารางที่ ค-9(ต่อ) การพิจารณาระยะห่างของปริมาณน้ำหลาก เพื่อตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล โดยพิจารณาจากชลภาพ หาระยะห่างระหว่าง Flood Peak ในแต่ละลูกของแต่ละปี

สถานี N.1

Qb = 353.00 cms.

ปี	ระยะห่าง(วัน)
1945	9
1946	7
1948	8
1949	7
1950	8
1951	7
1952	10
1953	8
1963	7
1964	10
1965	6
1966	7
1967	7
1969	6
1970	8
1971	7
1972	6
1973	12
1974	9
1975	8

สรุปควรใช้ค่าปริมาณน้ำหลาก ห่างกันอย่างน้อย 6 วัน

สถานี N.17

Qb = 85.00 cms.

ปี	ระยะห่าง(วัน)
1971	6
1972	11
1973	9
1974	6
1975	6
1976	7
1977	7
1978	7
1979	12
1980	6

สรุปควรใช้ค่าปริมาณน้ำหลาก ห่างกันอย่างน้อย 6 วัน

สถานี N.22

Qb = 116.00 cms.

ปี	ระยะห่าง(วัน)
1974	7
1975	10
1976	7
1977	13
1978	11
1979	7
1980	9
1981	13
1982	13
1983	7

สรุปควรใช้ค่าปริมาณน้ำหลาก ห่างกันอย่างน้อย 7 วัน

สถานี N.24

Qb = 93.00 cms.

ปี	ระยะห่าง(วัน)
1965	7
1966	6
1967	10
1968	8
1969	11
1970	5
1972	11
1973	5
1974	6
1975	7

สรุปควรใช้ค่าปริมาณน้ำหลาก ห่างกันอย่างน้อย 5 วัน

สถานี N.28A

Qb = 27.04 cms.

ปี	ระยะห่าง(วัน)
1971	9
1972	7
1973	7
1974	9
1975	7
1976	7
1977	11
1978	7
1979	7
1984	7

สรุปควรใช้ค่าปริมาณน้ำหลาก ห่างกันอย่างน้อย 7 วัน

ตารางที่ ค-9(ต่อ) การพิจารณาระยะห่างของปริมาณน้ำหลาก เพื่อตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล โดยพิจารณาจากชลภาพ หาระยะห่างระหว่าง Flood Peak ในแต่ละลูกของแต่ละปี

สถานี N.33

Qb = 65.12 cms.

ปี	ระยะห่าง(วัน)
1966	7
1967	7
1968	6
1969	8
1970	8
1971	6
1972	8
1973	6
1974	8
1975	6

สรุปควรใช้ค่าปริมาณน้ำหลาก

ห่างกันอย่างน้อย 6 วัน

ดังนั้น สรุปได้ว่าการตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูลในลุ่มน้ำน่าน ควรใช้ค่าปริมาณน้ำหลากห่างกันอย่างน้อย 6 วันซึ่งเป็นค่าที่มีความถี่มากที่สุดจากการศึกษา

ขั้นตอนการตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล วิธีที่ 3

ตรวจสอบความเป็นอิสระ โดยค่าอัตราการไหลที่อยู่ระหว่างค่าน้ำหลากสองค่าต้องมีค่าน้อยกว่า 2/3 ของค่าที่ต่ำกว่าของค่าน้ำหลากทั้งสองนั้น และช่วงเวลาระหว่างค่าน้ำหลากต้องมากกว่า 2Tp เมื่อ Tp คือค่าเฉลี่ยเวลาการเกิดอัตราการไหลสูงสุดของซลภาพอิสระใน 6 เดือนแรกที่มีข้อมูลครบของชุดข้อมูลในช่วงฤดูฝนของประเทศไทย (พ.ค. – ต.ค.)

1. กำหนดค่าน้ำท่วมฐาน โดยใช้ค่าที่ได้เลือกไว้ในขั้นตอนการเลือกค่าน้ำท่วมฐาน ของแต่ละสถานีก่อนหน้านี้
2. นำข้อมูลน้ำท่ารายวัน ที่ได้จากกรมฯลประทาน ลบออกด้วยค่าน้ำท่วมฐาน จะได้เป็นอนุกรม PDS
3. จากอนุกรม PDS ทำการตรวจสอบความเป็นอิสระโดยค่าอัตราการไหลที่อยู่ระหว่างค่าน้ำหลากสองค่าต้องมีค่าน้อยกว่า 2/3 ของค่าที่ต่ำกว่าของค่าน้ำหลากทั้งสองนั้น และช่วงเวลาระหว่างค่าน้ำหลากต้องมากกว่า 2Tp เมื่อ Tp คือค่าเฉลี่ยเวลาการเกิดอัตราการไหลสูงสุดของซลภาพอิสระใน 6 เดือนแรกที่มีข้อมูลครบของชุดข้อมูลในช่วงฤดูฝนของประเทศไทย(พ.ค. – ต.ค.)
4. หาค่าพารามิเตอร์โดย $$\lambda = \frac{M}{N}$$

เมื่อ M คือจำนวนเหตุการณ์ที่มีขนาดน้ำหลากมากกว่าค่าน้ำท่วมฐานทั้งหมดที่เกิดขึ้น

N คือจำนวนปีที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูล

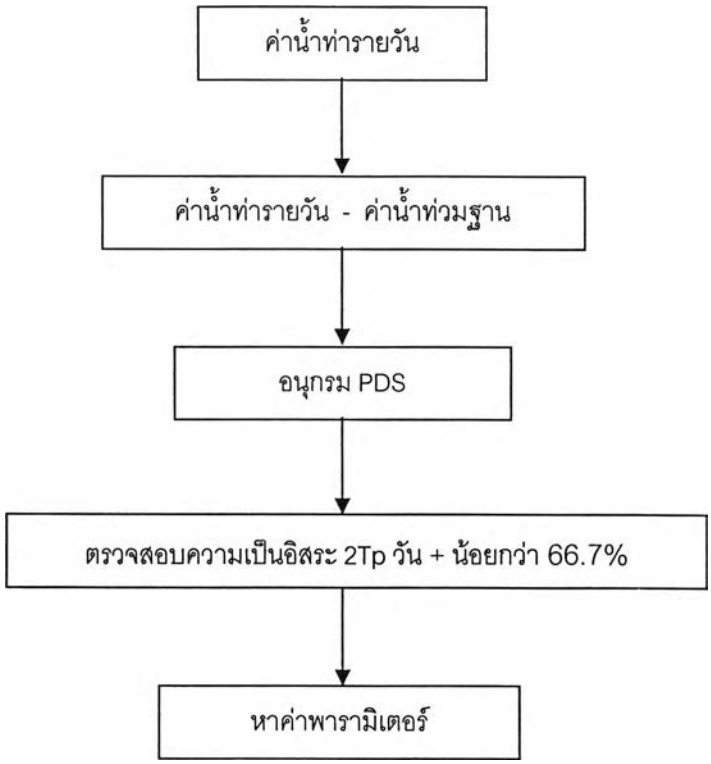
และ $$\beta = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i$$

เมื่อ X_i คือขนาดของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นซึ่งเท่ากับค่าปริมาณน้ำหลากที่นำมาพิจารณาลบด้วย ค่าน้ำท่วมฐานที่เลือกวิเคราะห์ $=Q-Q_b$

Q คือปริมาณน้ำหลากของแต่ละเหตุการณ์

Q_b คือค่าน้ำท่วมฐาน (Base Flood)

ขั้นตอนการตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล วิธีที่ 3



ตาราง ค-10 ตัวอย่างการตรวจสอบความเป็นอิสระวิธีที่ 3 ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันสถานี P.19A

Year	Date	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
1958	1	6.20	3.00	8.20	28.00	44.00	206.00	147.00	104.00	44.00	13.00	8.20	0.50
	2	5.00	2.75	7.40	31.00	50.00	192.00	115.00	90.00	42.00	11.00	6.60	0.50
	3	4.25	2.75	7.80	26.00	64.00	133.00	93.00	82.00	39.00	12.00	6.20	0.50
	4	3.50	3.00	19.00	24.00	56.00	133.00	75.00	67.00	36.00	11.00	7.40	0.50
	5	3.00	3.25	44.00	28.00	62.00	97.00	65.00	56.00	34.00	10.00	5.80	0.50
	6	2.75	3.75	39.00	102.00	72.00	85.00	68.00	47.00	36.00	9.90	5.40	0.50
	7	2.50	3.75	35.00	0.72	68.00	95.00	73.00	44.00	34.00	9.45	5.40	0.30
	8	2.35	5.80	43.00	72.00	80.00	216.00	102.00	40.00	33.00	9.00	5.00	0.30
	9	2.20	5.80	30.00	49.00	80.00	334.00	119.00	37.00	33.00	8.60	4.00	0.30
	10	2.75	5.40	28.00	40.00	102.00	370.00	113.00	38.00	32.00	8.60	3.75	0.30
	11	2.50	5.00	26.00	42.00	90.00	350.00	121.00	33.00	30.00	8.60	3.50	0.30
	12	2.50	4.75	21.00	49.00	92.00	289.00	159.00	32.00	29.00	8.20	1.60	0.20
	13	2.50	5.00	16.00	43.00	94.00	216.00	206.00	28.00	28.00	7.80	0.90	0.20
	14	3.00	5.80	14.00	35.00	119.00	182.00	200.00	29.00	29.00	7.80	0.42	0.20
	15	2.50	7.40	13.00	31.00	145.00	157.00	163.00	30.00	27.00	7.40	0.10	0.20
	16	2.50	12.00	13.00	23.00	165.00	125.00	147.00	30.00	28.00	8.20	0.10	0.20
	17	2.05	16.00	15.00	21.00	170.00	101.00	143.00	37.00	28.00	8.20	0.10	0.10
	18	1.90	59.00	21.00	18.00	210.00	86.00	137.00	35.00	26.00	7.80	0.10	0.10
	19	1.90	72.00	23.00	25.00	232.00	68.00	133.00	32.00	26.00	7.40	0.00	0.10
	20	2.20	66.00	30.00	22.00	214.00	49.00	141.00	34.00	23.00	7.00	0.40	0.10
	21	3.75	55.00	27.00	20.00	161.00	57.00	133.00	37.00	23.00	6.60	0.40	0.10
	22	4.25	42.00	20.00	22.00	127.00	122.00	133.00	40.00	24.00	5.80	0.40	0.10
	23	4.00	39.00	13.00	23.00	97.00	283.00	130.00	41.00	22.00	5.40	0.30	0.00
	24	3.75	27.00	11.00	25.00	85.00	384.00	124.00	40.00	21.00	6.60	0.30	0.00
	25	3.50	21.00	9.90	27.00	65.00	413.00	124.00	34.00	20.00	8.20	0.30	0.00
	26	3.25	15.00	6.60	55.00	53.00	416.00	170.00	33.00	16.00	9.90	0.20	0.00
	27	3.75	13.00	5.80	67.00	54.00	376.00	196.00	36.00	16.00	13.00	0.20	0.00
	28	2.35	11.00	5.80	68.00	55.00	298.00	186.00	40.00	15.00	15.00	0.20	0.00
	29	2.50	8.60	11.00	52.00	44.00	238.00	170.00	38.00	14.00	13.00		0.00
	30	2.50	8.60	24.00	44.00	60.00	178.00	137.00	43.00	15.00	10.00		0.00
	31		8.60		43.00	132.00		115.00		13.00	9.90		0.00
1959	1	0.15	0.05	31.00	17.00	145.00	499.00	763.00	52.00	58.00	19.00	41.00	2.30
	2	0.10	0.15	35.00	17.00	168.00	396.00	712.00	57.00	55.00	18.00	34.00	1.85
	3	0.10	0.05	34.00	22.00	175.00	303.00	601.00	55.00	54.00	19.00	29.00	2.30
	4	0.15	0.00	35.00	26.00	146.00	234.00	513.00	58.00	54.00	19.00	25.00	3.80
	5	0.12	0.05	32.00	34.00	119.00	254.00	485.00	56.00	53.00	19.00	23.00	5.00
	6	0.05	0.30	32.00	37.00	98.00	335.00	380.00	57.00	51.00	16.00	21.00	7.40

ตาราง ค-10(ต่อ) ตัวอย่างการตรวจสอบความเป็นอิสระวิธีที่ 3 อนุกรม PDS เมื่อ Qb= 361 cms.สถานี P.19A

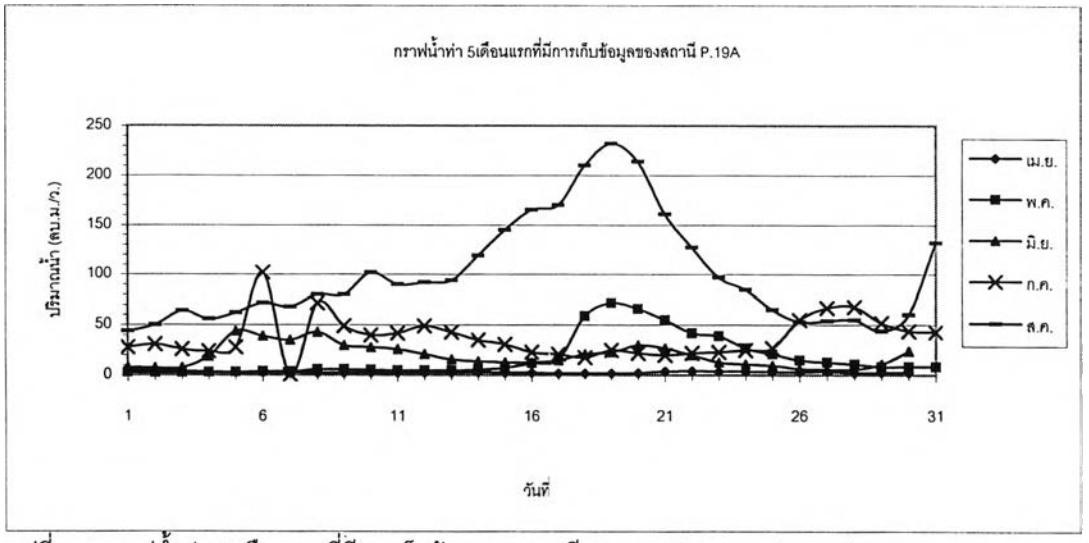
Qb= 361 cms.

Year	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
1958	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	52	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	55	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
		0		0	0		0		0	0		0
1959	0	0	0	0	0	138	402	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	35	351	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	240	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	152	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	124	0	0	0	0	0

ตาราง ค-10(ต่อ) ตัวอย่างการตรวจสอบความเป็นอิสระวิธีที่ 3 เมื่อตรวจสอบความเป็นอิสระที่ 30 วัน + 66.7 %

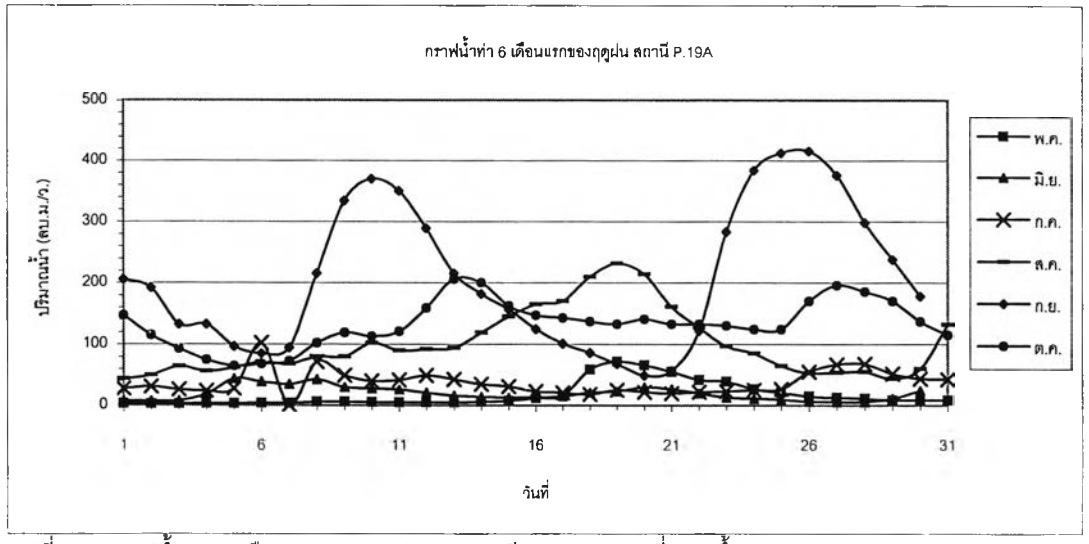
30 days + 66.7 %

Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	55	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
	0		0	0		0		0	0		0
0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



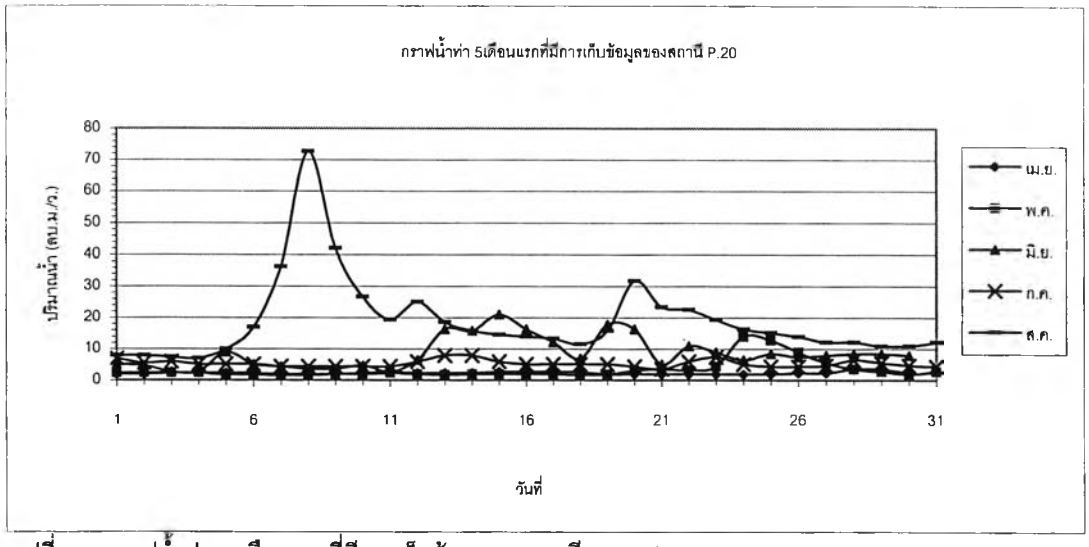
รูปที่ ค-2 กราฟน้ำท่า 5 เดือนแรกที่มีการเก็บข้อมูลของสถานี P.19A (Cunnane,C;1979)

Average Tp = (1+19+5+6+19) / 5 = 10.0 วัน, 3Tp = 30 วัน



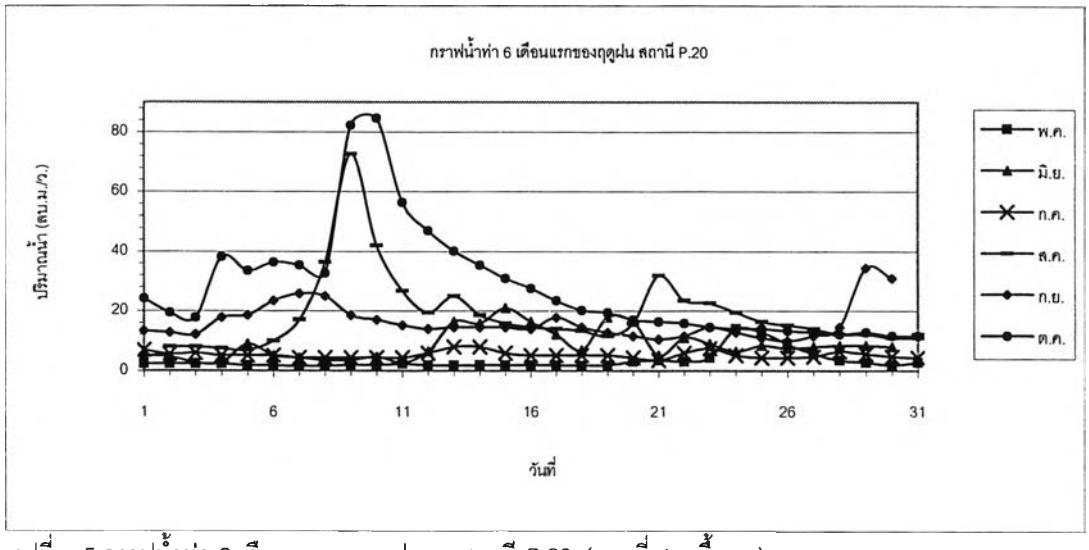
รูปที่ ค-3 กราฟน้ำท่า 6 เดือนแรกของฤดูฝนของสถานี P.19A (ตามที่เสนอขึ้นมา)

Average Tp = (19+5+6+19+26+13) / 6 = 14.67 วัน, 2Tp = 29.34 วัน ดังนั้นเลือกใช้ 30 วัน



รูปที่ ค-4 กราฟน้ำท่า 5 เดือนแรกที่มีการเก็บข้อมูลของสถานี P.20 (Cunnane,C;1979)

Average Tp = (28+24+15+13+8) / 5 = 17.6 วัน, 3Tp = 52.8 วัน ดังนั้นเลือกใช้ 53 วัน



รูปที่ ค-5 กราฟน้ำท่า 6 เดือนแรกของฤดูฝนของสถานี P.20 (ตามที่เสนอขึ้นมา)

Average Tp = (24+15+13+8+29+10) / 6 = 16.5 วัน , 2Tp = 33 วัน

ขั้นตอนการตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล วิธีที่ 4

ตรวจสอบความเป็นอิสระโดยค่าน้ำหลากต้องห่างกันอย่าง lnA วัน (เมื่อ A คือพื้นที่ลุ่มน้ำหน่วยเป็นตารางไมล์) และค่าอัตราการไหลระหว่างค่าน้ำหลากสองค่าต้องมีค่าน้อยกว่า 75% ของค่าที่ต่ำกว่าของค่าน้ำหลากทั้งสองนั้น

1. กำหนดค่าน้ำท่วมฐาน โดยใช้ค่าที่ได้เลือกไว้ในขั้นตอนการเลือกค่าน้ำท่วมฐาน ของแต่ละสถานีก่อนหน้านี้
2. นำข้อมูลน้ำท่ารายวัน ที่ได้จากกรมชลประทาน ลบออกด้วยค่าน้ำท่วมฐาน จะได้เป็นอนุกรม PDS
3. จากอนุกรม PDS ทำการตรวจสอบความเป็นอิสระโดยค่าน้ำหลากต้องห่างกันอย่างน้อย lnA วัน(เมื่อ A คือพื้นที่ลุ่มน้ำหน่วยเป็นตารางไมล์) และค่าอัตราการไหลระหว่างค่าน้ำหลากสองค่าต้องมีค่าน้อยกว่า 75% ของค่าที่ต่ำกว่าของค่าน้ำหลากทั้งสองนั้น
4. หาค่าพารามิเตอร์โดย $$\lambda = \frac{M}{N}$$

   เมื่อ M คือจำนวนเหตุการณ์ที่มีขนาดน้ำหลากมากกว่าค่าน้ำท่วมฐานทั้งหมดที่เกิดขึ้น

   N คือจำนวนปีที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูล

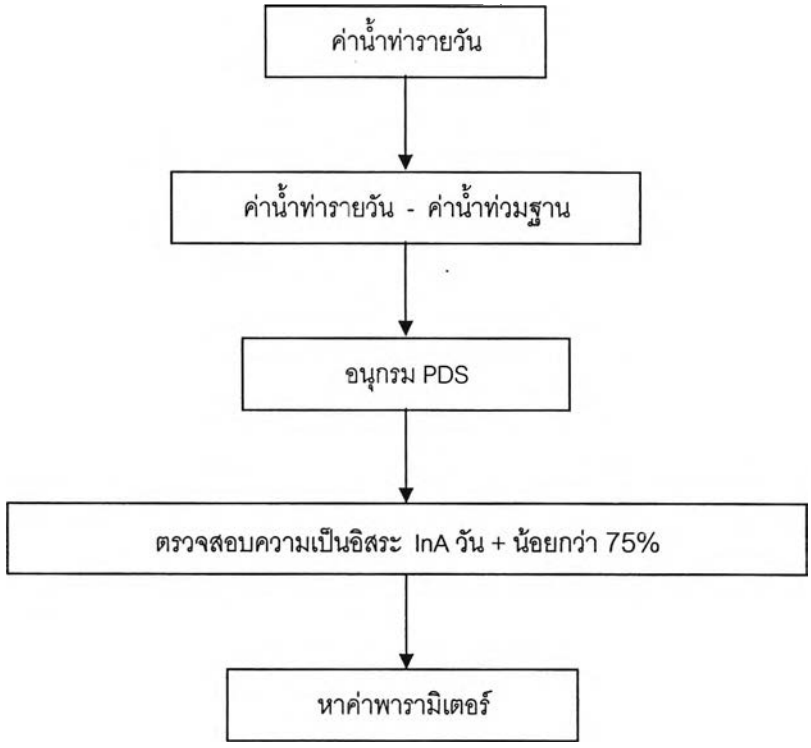
   และ $$\beta = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i$$

   เมื่อ X_i คือขนาดของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นซึ่งเท่ากับค่าปริมาณน้ำหลากที่นำมาพิจารณาลบด้วยค่าน้ำท่วมฐานที่เลือกวิเคราะห์ =$Q-Q_b$

   Q คือปริมาณน้ำหลากของแต่ละเหตุการณ์

   Q_b คือค่าน้ำท่วมฐาน (Base Flood)

ขั้นตอนการตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล วิธีที่ 4



ตาราง ค-11 ตัวอย่างการตรวจสอบความเป็นอิสระวิธีที่ 4 ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันสถานี P.19A

Year	Date	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
1958	1	6.20	3.00	8.20	28.00	44.00	206.00	147.00	104.00	44.00	13.00	8.20	0.50
	2	5.00	2.75	7.40	31.00	50.00	192.00	115.00	90.00	42.00	11.00	6.60	0.50
	3	4.25	2.75	7.80	26.00	64.00	133.00	93.00	82.00	39.00	12.00	6.20	0.50
	4	3.50	3.00	19.00	24.00	56.00	133.00	75.00	67.00	36.00	11.00	7.40	0.50
	5	3.00	3.25	44.00	28.00	62.00	97.00	65.00	56.00	34.00	10.00	5.80	0.50
	6	2.75	3.75	39.00	102.00	72.00	85.00	68.00	47.00	36.00	9.90	5.40	0.50
	7	2.50	3.75	35.00	0.72	68.00	95.00	73.00	44.00	34.00	9.45	5.40	0.30
	8	2.35	5.80	43.00	72.00	80.00	216.00	102.00	40.00	33.00	9.00	5.00	0.30
	9	2.20	5.80	30.00	49.00	80.00	334.00	119.00	37.00	33.00	8.60	4.00	0.30
	10	2.75	5.40	28.00	40.00	102.00	370.00	113.00	38.00	32.00	8.60	3.75	0.30
	11	2.50	5.00	26.00	42.00	90.00	350.00	121.00	33.00	30.00	8.60	3.50	0.30
	12	2.50	4.75	21.00	49.00	92.00	289.00	159.00	32.00	29.00	8.20	1.60	0.20
	13	2.50	5.00	16.00	43.00	94.00	216.00	206.00	28.00	28.00	7.80	0.90	0.20
	14	3.00	5.80	14.00	35.00	119.00	182.00	200.00	29.00	29.00	7.80	0.42	0.20
	15	2.50	7.40	13.00	31.00	145.00	157.00	163.00	30.00	27.00	7.40	0.10	0.20
	16	2.50	12.00	13.00	23.00	165.00	125.00	147.00	30.00	28.00	8.20	0.10	0.20
	17	2.05	16.00	15.00	21.00	170.00	101.00	143.00	37.00	28.00	8.20	0.10	0.10
	18	1.90	59.00	21.00	18.00	210.00	86.00	137.00	35.00	26.00	7.80	0.10	0.10
	19	1.90	72.00	23.00	25.00	232.00	68.00	133.00	32.00	26.00	7.40	0.00	0.10
	20	2.20	66.00	30.00	22.00	214.00	49.00	141.00	34.00	23.00	7.00	0.40	0.10
	21	3.75	55.00	27.00	20.00	161.00	57.00	133.00	37.00	23.00	6.60	0.40	0.10
	22	4.25	42.00	20.00	22.00	127.00	122.00	133.00	40.00	24.00	5.80	0.40	0.10
	23	4.00	39.00	13.00	23.00	97.00	283.00	130.00	41.00	22.00	5.40	0.30	0.00
	24	3.75	27.00	11.00	25.00	85.00	384.00	124.00	40.00	21.00	6.60	0.30	0.00
	25	3.50	21.00	9.90	27.00	65.00	413.00	124.00	34.00	20.00	8.20	0.30	0.00
	26	3.25	15.00	6.60	55.00	53.00	416.00	170.00	33.00	16.00	9.90	0.20	0.00
	27	3.75	13.00	5.80	67.00	54.00	376.00	196.00	36.00	16.00	13.00	0.20	0.00
	28	2.35	11.00	5.80	68.00	55.00	298.00	186.00	40.00	15.00	15.00	0.20	0.00
	29	2.50	8.60	11.00	52.00	44.00	238.00	170.00	38.00	14.00	13.00		0.00
	30	2.50	8.60	24.00	44.00	60.00	178.00	137.00	43.00	15.00	10.00		0.00
	31		8.60		43.00	132.00		115.00		13.00	9.90		0.00

ตาราง ค-11(ต่อ) ตัวอย่างการตรวจสอบความเป็นอิสระวิธีที่ 4 อนุกรม PDS เมื่อ Qb= 361 cms.สถานี P.19A

Qb= 361 cms.

Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	52	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	55	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0

ตาราง ค-11(ต่อ) ตัวอย่างการตรวจสอบความเป็นอิสระวิธีที่ 4 เมื่อตรวจสอบความเป็นอิสระที่ 9 วัน + 66.7 %

lnA (days) + 75 % = 9 วัน + 75 %

Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	55	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0

ขั้นตอนการเปรียบเทียบอัตราส่วนความแปรปรวนของปริมาณการไหล

โดยวิธีทฤษฎีค่าแท้จริง (Exact Theoretical Approach, $R_{v,1}$) โดยใช้ค่าพารามิเตอร์จากวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดและวิธีโมเมนต์ที่ความเป็นอิสระแบบต่างๆ (Taesombat, V. and Yevjevich, V. ;1978)

หาค่า $R_{v,1}$ จาก

$$R_{v,1} = \frac{\lambda\left[1.11 + 0.52y(T) + 0.61y^2(T)\right]}{\left\{1 + \left[\ln\lambda + y(T)\right]^2\right\}}$$

เมื่อ y(T) คือ ตัวแปรลดรูปมาตรฐาน Gumbel (Gumbel Standard Reduced Variate)

y(T) = -ln(-ln(1-(1/T)))

T คือคาบการเกิดซ้ำ

λ คือจำนวนเหตุการณ์เฉลี่ยต่อปี โดยใช้ค่า λ ที่ได้จากการตรวจสอบความเป็นอิสระแบบต่างๆทั้ง 6 วิธีที่ได้ดำเนินการในขั้นตอนการตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล และตรวจสอบโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ทั้งจากวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดและวิธีโมเมนต์

ตาราง ค-12 ผลการวิเคราะห์ค่า Rv,1 สถานี P.1 โดยใช้ค่าพารามิเตอร์จากวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Method)

วิธีการตรวจสอบความเป็นอิสระ	λ	β	T													
			1.25	1.5	2	2.5	3	4	5	10	20	50	100	200	500	1000
			y(T)													
			-0.476	-0.094	0.367	0.672	0.903	1.246	1.500	2.250	2.970	3.902	4.600	5.296	6.214	6.907
50%	2.650	451.969	2.124	1.592	1.309	1.239	1.216	1.209	1.214	1.248	1.286	1.329	1.356	1.378	1.403	1.419
75%	2.613	449.856	2.117	1.592	1.308	1.237	1.213	1.204	1.209	1.241	1.276	1.318	1.343	1.365	1.389	1.404
90%	2.575	449.356	2.111	1.591	1.308	1.235	1.210	1.200	1.203	1.233	1.267	1.306	1.331	1.351	1.374	1.389
5วัน+50%	6.400	792.953	2.204	1.663	1.489	1.502	1.543	1.629	1.702	1.924	2.117	2.328	2.460	2.574	2.700	2.781
2Tp+66.7%	2.163	347.758	1.991	1.581	1.303	1.217	1.181	1.154	1.146	1.146	1.159	1.177	1.189	1.200	1.212	1.219
lnA+75%	5.000	660.910	2.190	1.618	1.409	1.398	1.420	1.478	1.529	1.689	1.829	1.980	2.074	2.154	2.242	2.299

ตาราง ค-13 ผลการวิเคราะห์ค่า Rv,1 สถานี P.1 โดยใช้ค่าพารามิเตอร์จากวิธีโมเมนต์ (Moment Method)

วิธีการตรวจสอบความเป็นอิสระ	λ	β	T													
			1.25	1.5	2	2.5	3	4	5	10	20	50	100	200	500	1000
			y(T)													
			-0.476	-0.094	0.367	0.672	0.903	1.246	1.500	2.250	2.970	3.902	4.600	5.296	6.214	6.907
50%	2.650	451.969	2.124	1.592	1.309	1.239	1.216	1.209	1.214	1.248	1.286	1.329	1.356	1.378	1.403	1.419
75%	2.613	449.856	2.117	1.592	1.308	1.237	1.213	1.204	1.209	1.241	1.276	1.318	1.343	1.365	1.389	1.404
90%	2.575	449.356	2.111	1.591	1.308	1.235	1.210	1.200	1.203	1.233	1.267	1.306	1.331	1.351	1.374	1.389
5วัน+50%	6.400	792.953	2.204	1.663	1.489	1.502	1.543	1.629	1.702	1.924	2.117	2.328	2.460	2.574	2.700	2.781
2Tp+66.7%	2.163	347.758	1.991	1.581	1.303	1.217	1.181	1.154	1.146	1.146	1.159	1.177	1.189	1.200	1.212	1.219
lnA+75%	5.000	660.910	2.190	1.618	1.409	1.398	1.420	1.478	1.529	1.689	1.829	1.980	2.074	2.154	2.242	2.299

ตาราง ค-14 ผลการวิเคราะห์ค่า Rv,1 สถานี P.4A โดยใช้ค่าพารามิเตอร์จากวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Method)

วิธีการตรวจสอบความเป็นอิสระ	λ	β	T													
			1.25	1.5	2	2.5	3	4	5	10	20	50	100	200	500	1000
			y(T)													
			-0.476	-0.094	0.367	0.672	0.903	1.246	1.500	2.250	2.970	3.902	4.600	5.296	6.214	6.907
50%	3.022	177.192	2.165	1.592	1.319	1.260	1.246	1.252	1.265	1.323	1.379	1.440	1.478	1.510	1.544	1.567
75%	3.000	176.434	2.163	1.592	1.318	1.259	1.245	1.249	1.262	1.319	1.373	1.434	1.471	1.502	1.536	1.558
90%	2.978	175.922	2.162	1.592	1.317	1.257	1.243	1.246	1.259	1.314	1.368	1.427	1.464	1.494	1.528	1.549
5วัน+50%	5.756	274.692	2.195	1.640	1.452	1.454	1.487	1.560	1.624	1.817	1.987	2.171	2.286	2.383	2.492	2.562
2Tp+66.7%	2.444	156.400	2.082	1.590	1.306	1.229	1.201	1.185	1.185	1.206	1.233	1.266	1.286	1.304	1.323	1.336
lnA+75%	5.067	248.542	2.190	1.619	1.413	1.403	1.426	1.485	1.538	1.700	1.843	1.997	2.093	2.175	2.265	2.322

ตาราง ค-15 ผลการวิเคราะห์ค่า Rv,1 สถานี P.4A โดยใช้ค่าพารามิเตอร์จากวิธีโมเมนต์ (Moment Method)

วิธีการตรวจสอบความเป็นอิสระ	λ	β	T													
			1.25	1.5	2	2.5	3	4	5	10	20	50	100	200	500	1000
			y(T)													
			-0.476	-0.094	0.367	0.672	0.903	1.246	1.500	2.250	2.970	3.902	4.600	5.296	6.214	6.907
50%	3.022	177.192	2.165	1.592	1.319	1.260	1.246	1.252	1.265	1.323	1.379	1.440	1.478	1.510	1.544	1.567
75%	3.000	176.434	2.163	1.592	1.318	1.259	1.245	1.249	1.262	1.319	1.373	1.434	1.471	1.502	1.536	1.558
90%	2.978	175.922	2.162	1.592	1.317	1.257	1.243	1.246	1.259	1.314	1.368	1.427	1.464	1.494	1.528	1.549
5วัน+50%	5.756	274.692	2.195	1.640	1.452	1.454	1.487	1.560	1.624	1.817	1.987	2.171	2.286	2.383	2.492	2.562
2Tp+66.7%	2.444	156.400	2.082	1.590	1.306	1.229	1.201	1.185	1.185	1.206	1.233	1.266	1.286	1.304	1.323	1.336
lnA+75%	5.067	248.542	2.190	1.619	1.413	1.403	1.426	1.485	1.538	1.700	1.843	1.997	2.093	2.175	2.265	2.322

ขั้นตอนการเปรียบเทียบอัตราส่วนความแปรปรวนของปริมาณการไหล

โดยวิธีทฤษฎีค่าประมาณ (Approximate Theoretical Approach, $R_{v,2}$) โดยใช้ค่าพารามิเตอร์จากวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดและวิธีโมเมนต์ที่ความเป็นอิสระแบบต่างๆ (Taesombat, V. and Yevjevich, V. ;1978)

หาค่า $R_{v,2}$ จาก

$$R_{v,2} = \frac{\lambda\alpha^2\left[1.11 + 0.52y(T) + 0.61y^2(T)\right]}{\beta^2\left\{1 + \left[\ln\lambda + y(T)\right]^2\right\}}$$

เมื่อ y(T) คือ ตัวแปรลดรูปมาตรฐาน Gumbel (Gumbel Standard Reduced Variate)

y(T) = -ln(-ln(1-(1/T)))

T คือคาบการเกิดซ้ำ

α คือค่าพารามิเตอร์จากชุดข้อมูลAMS โดย α = 0.7797Sx เมื่อ Sx คือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

β คือค่าพารามิเตอร์จากชุดข้อมูลPDS โดย $\beta = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i$

เมื่อ X_i คือขนาดของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นซึ่งเท่ากับค่าปริมาณน้ำหลากที่นำมาพิจารณาลบด้วย ค่าน้ำท่วมฐานที่เลือกวิเคราะห์ =$Q-Q_b$

Q คือปริมาณน้ำหลากของแต่ละเหตุการณ์

Q_b คือค่าน้ำท่วมฐาน (Base Flood)

λ คือจำนวนเหตุการณ์เฉลี่ยต่อปี โดยใช้ค่า λ ที่ได้จากการตรวจสอบความเป็นอิสระแบบต่างๆทั้ง 6 วิธีที่ได้ดำเนินการในขั้นตอนการตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล และตรวจสอบโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ทั้งจากวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดและวิธีโมเมนต์

ตาราง ค-16 ผลการวิเคราะห์ค่า Rv,2 สถานี P.1 โดยใช้ค่าพารามิเตอร์จากวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Method)

วิธีการตรวจสอบความเป็นอิสระ	λ	β	α	T													
				1.25	1.5	2	2.5	3	4	5	10	20	50	100	200	500	1000
				y(T)													
				-0.476	-0.094	0.367	0.672	0.903	1.246	1.500	2.250	2.970	3.902	4.600	5.296	6.214	6.907
50%	2.650	451.969	119.712	0.149	0.112	0.092	0.087	0.085	0.085	0.085	0.088	0.090	0.093	0.095	0.097	0.098	0.100
75%	2.613	449.856	119.712	0.150	0.113	0.093	0.088	0.086	0.085	0.086	0.088	0.090	0.093	0.095	0.097	0.098	0.099
90%	2.575	449.356	119.712	0.150	0.113	0.093	0.088	0.086	0.085	0.085	0.087	0.090	0.093	0.094	0.096	0.098	0.099
5วัน+50%	6.400	792.953	119.712	0.050	0.038	0.034	0.034	0.035	0.037	0.039	0.044	0.048	0.053	0.056	0.059	0.062	0.063
2Tp+66.7%	2.163	347.758	119.712	0.236	0.187	0.154	0.144	0.140	0.137	0.136	0.136	0.137	0.139	0.141	0.142	0.144	0.145
lnA+75%	5.000	660.910	119.712	0.072	0.053	0.046	0.046	0.047	0.048	0.050	0.055	0.060	0.065	0.068	0.071	0.074	0.075

ตาราง ค-17 ผลการวิเคราะห์ค่า Rv,2 สถานี P.1 โดยใช้ค่าพารามิเตอร์จากวิธีโมเมนต์ (Moment Method)

วิธีการตรวจสอบความเป็นอิสระ	λ	β	α	T													
				1.25	1.5	2	2.5	3	4	5	10	20	50	100	200	500	1000
				y(T)													
				-0.476	-0.094	0.367	0.672	0.903	1.246	1.500	2.250	2.970	3.902	4.600	5.296	6.214	6.907
50%	2.650	451.969	99.500	0.103	0.077	0.063	0.060	0.059	0.059	0.059	0.060	0.062	0.064	0.066	0.067	0.068	0.069
75%	2.613	449.856	99.500	0.104	0.078	0.064	0.061	0.059	0.059	0.059	0.061	0.062	0.064	0.066	0.067	0.068	0.069
90%	2.575	449.356	99.500	0.103	0.078	0.064	0.061	0.059	0.059	0.059	0.060	0.062	0.064	0.065	0.066	0.067	0.068
5วัน+50%	6.400	792.953	99.500	0.035	0.026	0.023	0.024	0.024	0.026	0.027	0.030	0.033	0.037	0.039	0.041	0.043	0.044
2Tp+66.7%	2.163	347.758	99.500	0.163	0.129	0.107	0.100	0.097	0.094	0.094	0.094	0.095	0.096	0.097	0.098	0.099	0.100
lnA+75%	5.000	660.910	99.500	0.050	0.037	0.032	0.032	0.032	0.033	0.035	0.038	0.041	0.045	0.047	0.049	0.051	0.052

ตาราง ค-18 ผลการวิเคราะห์ค่า Rv,2 สถานี P.4A โดยใช้ค่าพารามิเตอร์จากวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Method)

วิธีการตรวจสอบความเป็นอิสระ	λ	β	α	T													
				1.25	1.5	2	2.5	3	4	5	10	20	50	100	200	500	1000
				y(T)													
				-0.476	-0.094	0.367	0.672	0.903	1.246	1.500	2.250	2.970	3.902	4.600	5.296	6.214	6.907
50%	3.022	177.192	59.647	0.245	0.180	0.149	0.143	0.141	0.142	0.143	0.150	0.156	0.163	0.167	0.171	0.175	0.178
75%	3.000	176.434	59.647	0.247	0.182	0.151	0.144	0.142	0.143	0.144	0.151	0.157	0.164	0.168	0.172	0.176	0.178
90%	2.978	175.922	59.647	0.248	0.183	0.151	0.145	0.143	0.143	0.145	0.151	0.157	0.164	0.168	0.172	0.176	0.178
5วัน+50%	5.756	274.692	59.647	0.104	0.077	0.068	0.069	0.070	0.074	0.077	0.086	0.094	0.102	0.108	0.112	0.118	0.121
2Tp+66.7%	2.444	156.400	59.647	0.303	0.231	0.190	0.179	0.175	0.172	0.172	0.175	0.179	0.184	0.187	0.190	0.192	0.194
lnA+75%	5.067	248.542	59.647	0.126	0.093	0.081	0.081	0.082	0.086	0.089	0.098	0.106	0.115	0.121	0.125	0.130	0.134

ตาราง ค-19 ผลการวิเคราะห์ค่า Rv,2 สถานี P.4A โดยใช้ค่าพารามิเตอร์จากวิธีโมเมนต์ (Moment Method)

วิธีการตรวจสอบความเป็นอิสระ	λ	β	α	T													
				1.25	1.5	2	2.5	3	4	5	10	20	50	100	200	500	1000
				y(T)													
				-0.476	-0.094	0.367	0.672	0.903	1.246	1.500	2.250	2.970	3.902	4.600	5.296	6.214	6.907
50%	3.022	177.192	89.659	0.554	0.408	0.338	0.323	0.319	0.320	0.324	0.339	0.353	0.369	0.378	0.387	0.395	0.401
75%	3.000	176.434	89.659	0.559	0.411	0.340	0.325	0.321	0.323	0.326	0.341	0.355	0.370	0.380	0.388	0.397	0.402
90%	2.978	175.922	89.659	0.561	0.414	0.342	0.327	0.323	0.324	0.327	0.341	0.355	0.371	0.380	0.388	0.397	0.402
5วัน+50%	5.756	274.692	89.659	0.234	0.175	0.155	0.155	0.158	0.166	0.173	0.194	0.212	0.231	0.244	0.254	0.265	0.273
2Tp+66.7%	2.444	156.400	89.659	0.684	0.523	0.429	0.404	0.395	0.389	0.389	0.396	0.405	0.416	0.423	0.429	0.435	0.439
lnA+75%	5.067	248.542	89.659	0.285	0.211	0.184	0.183	0.186	0.193	0.200	0.221	0.240	0.260	0.272	0.283	0.295	0.302

ขั้นตอนการเปรียบเทียบอัตราส่วนความแปรปรวนของปริมาณการไหล

โดยวิธีค่าจากการทดลอง (Empirical Approach, $R_{v,3}$)* โดยใช้ค่าพารามิเตอร์จากวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดและวิธีโมเมนต์ที่ความเป็นอิสระแบบต่างๆ (Taesombat, V. and Yevjevich, V.; 1978)

1. แบ่งข้อมูลอนุกรม AMS และ PDS เป็นชุดย่อยช่วงละ 5 ปี และ 10 ปี
2. หาค่าพารามิเตอร์จากวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด(ML) และวิธีโมเมนต์(MM) ของข้อมูลแต่ละช่วง จากการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธีโมเมนต์ จาก

$$x_0 = \bar{x} - 0.45S_x$$

$$\alpha = 0.7797S_x$$

$\bar{x}$ และ S_x คือ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่คำนวณได้จากข้อมูล ตามลำดับ

จากการประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด จาก

$$\Delta x_0^{(k)} = (1.11P^{(K)} - 0.26R^{(K)})\frac{\alpha^{(k)}}{N}$$

$$\Delta\alpha^{(k)} = (0.26P^{(k)} - 0.61R^{(k)})\frac{\alpha^{(k)}}{N}$$

$$x_0^{(k+1)} = x_0^{(k)} + \Delta x_0^{(k)}$$

$$\alpha^{(k+1)} = \alpha^{(k)} + \Delta\alpha^{(k)}$$

โดยที่ $P = N - \sum_{i=1}^{N} e^{-z_i}$

$$R = N - \sum_{i=1}^{N} z_i + \sum_{i=1}^{N} z_i . e^{-z_i}$$

3. หาค่าปริมาณการไหล Q(T)a และ Q(T)p ของข้อมูลแต่ละช่วงจาก

$$Q(T)_a = \mu + \alpha . y(T)$$

$$Q(T)_p = Q_b + \beta . \ln\lambda + \beta . y(T)$$

4. หาค่า $R_{v,3}$ จาก

$$R_{V,3} = \frac{\sum_{i=1}^{N}\left[Q_i(T)_a - \overline{Q(T)_a}\right]^2}{\sum_{i=1}^{N}\left[Q_i(T)_p - \overline{Q(T)_p}\right]^2}$$

เมื่อ $Q(T)a$ คือค่าปริมาณการไหลของข้อมูล AMS ในแต่ละช่วงย่อย

$Q(T)p$ คือค่าปริมาณการไหลของข้อมูล PDS ในแต่ละช่วงย่อย

$\overline{Q(T)a}$ คือค่าปริมาณการไหลเฉลี่ยของข้อมูล AMS ในทุกช่วงย่อย

$\overline{Q(T)p}$ คือค่าปริมาณการไหลเฉลี่ยของข้อมูล PDS ในทุกช่วงย่อย

y(T) คือ ตัวแปรลดรูปมาตรฐาน Gumbel (Gumbel Standard Reduced Variate)

y(T) = -ln(-ln(1-(1/T)))

T คือคาบการเกิดซ้ำ

α คือค่าพารามิเตอร์จากชุดข้อมูลAMS โดย α = 0.7797Sx เมื่อ Sx คือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

β คือค่าพารามิเตอร์จากชุดข้อมูลPDS โดย $\beta = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i$

เมื่อ X_i คือขนาดของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นซึ่งเท่ากับค่าปริมาณน้ำหลากที่นำมาพิจารณาลบด้วย ค่าน้ำท่วมฐานที่เลือกวิเคราะห์ =$Q-Q_b$

Q คือปริมาณน้ำหลากของแต่ละเหตุการณ์

Q_b คือค่าน้ำท่วมฐาน (Base Flood)

λ คือจำนวนเหตุการณ์เฉลี่ยต่อปี โดยใช้ค่า λ ที่ได้จากการตรวจสอบความเป็นอิสระแบบต่างๆทั้ง 6 วิธีที่ได้ดำเนินการในขั้นตอนการตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล และตรวจสอบโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ทั้งจากวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดและวิธีโมเมนต์

ตาราง ค-20 ผลการวิเคราะห์ค่า Rv,3 สถานี P.19A โดยใช้ค่าพารามิเตอร์จากวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Method) และแบ่งข้อมูลเป็นช่วงๆละ 5 ปี

วิธีการตรวจสอบความเป็นอิสระ	λ	β	α	T													
				1.25	1.5	2	2.5	3	4	5	10	20	50	100	200	500	1000
				y(T)													
				-0.476	-0.094	0.367	0.672	0.903	1.246	1.500	2.250	2.970	3.902	4.600	5.296	6.214	6.907
50%	2.171	482.132	190.516	0.776	0.402	0.274	0.239	0.222	0.205	0.197	0.183	0.176	0.172	0.169	0.168	0.167	0.166
75%	2.143	481.589	190.516	0.844	0.427	0.287	0.248	0.230	0.212	0.203	0.187	0.180	0.175	0.172	0.170	0.169	0.168
90%	2.114	481.017	190.516	0.778	0.404	0.276	0.240	0.223	0.206	0.198	0.184	0.177	0.172	0.170	0.168	0.167	0.166
5วัน+50%	3.486	725.687	190.516	0.030	0.024	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.023	0.023	0.024	0.025	0.025	0.025	0.026
2Tp+66.7%	1.800	446.300	190.516	2.549	0.717	0.379	0.302	0.267	0.235	0.219	0.192	0.179	0.169	0.164	0.161	0.158	0.156
lnA+75%	2.800	627.648	190.516	0.063	0.045	0.038	0.036	0.035	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.035	0.035	0.035	0.036

ตาราง ค-21 ผลการวิเคราะห์ค่า Rv,3 สถานี P.19A โดยใช้ค่าพารามิเตอร์จากวิธีโมเมนต์ (Moment Method) และแบ่งข้อมูลเป็นช่วงๆละ 5 ปี

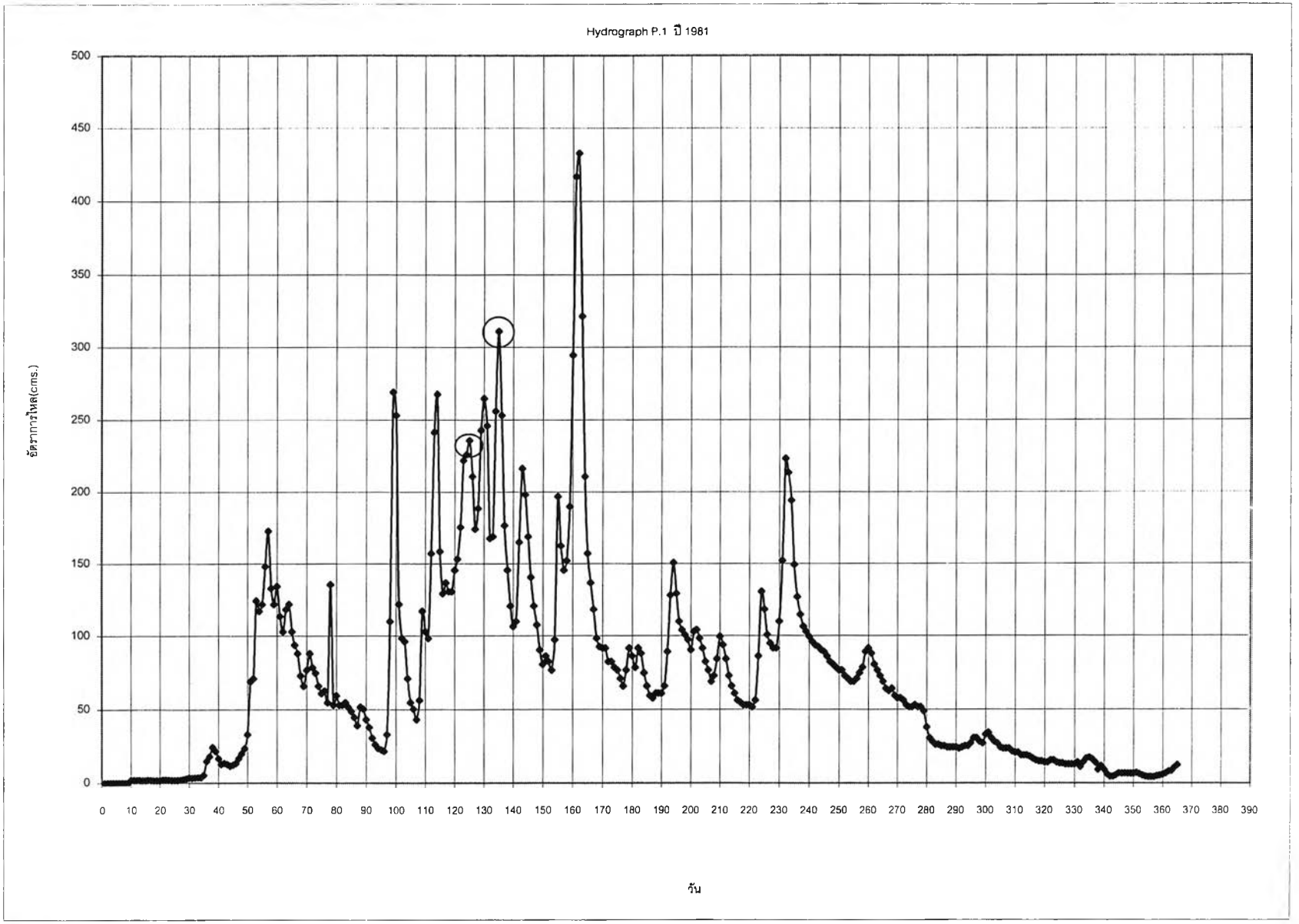
วิธีการตรวจสอบความเป็นอิสระ	λ	β	α	T													
				1.25	1.5	2	2.5	3	4	5	10	20	50	100	200	500	1000
				y(T)													
				-0.476	-0.094	0.367	0.672	0.903	1.246	1.500	2.250	2.970	3.902	4.600	5.296	6.214	6.907
50%	2.171	482.132	210.745	0.519	0.337	0.278	0.262	0.255	0.248	0.245	0.240	0.238	0.236	0.236	0.236	0.236	0.236
75%	2.143	481.589	210.745	0.565	0.358	0.291	0.272	0.264	0.256	0.252	0.246	0.243	0.241	0.240	0.239	0.239	0.239
90%	2.114	481.017	210.745	0.521	0.339	0.280	0.264	0.256	0.249	0.246	0.241	0.238	0.237	0.236	0.236	0.236	0.236
5วัน+50%	3.486	725.687	210.745	0.020	0.020	0.022	0.024	0.025	0.026	0.027	0.030	0.031	0.033	0.034	0.035	0.036	0.037
2Tp+66.7%	1.800	446.300	210.745	1.707	0.601	0.383	0.331	0.307	0.284	0.273	0.252	0.241	0.233	0.229	0.226	0.223	0.222
lnA+75%	2.800	627.648	210.745	0.042	0.038	0.038	0.039	0.040	0.041	0.042	0.044	0.046	0.047	0.048	0.049	0.050	0.050

ตาราง ค-22 ผลการวิเคราะห์ค่า Rv,3 สถานี P.19A โดยใช้ค่าพารามิเตอร์จากวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Method) และแบ่งข้อมูลเป็นช่วงๆละ 10 ปี

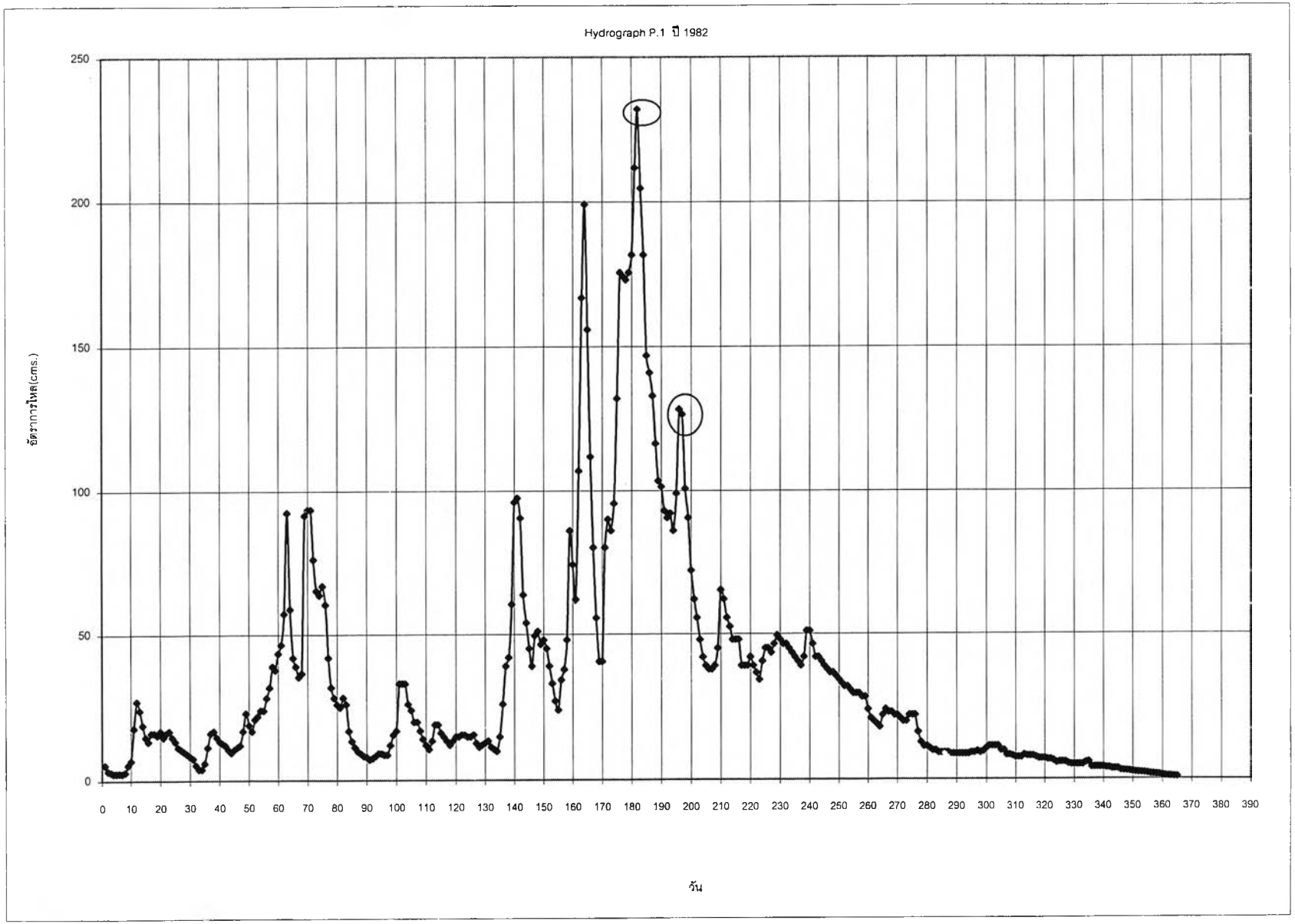
วิธีการตรวจสอบความเป็นอิสระ	λ	β	α	T													
				1.25	1.5	2	2.5	3	4	5	10	20	50	100	200	500	1000
				y(T)													
				-0.476	-0.094	0.367	0.672	0.903	1.246	1.500	2.250	2.970	3.902	4.600	5.296	6.214	6.907
50%	2.171	482.132	190.516	0.335	0.037	0.034	0.033	0.033	0.032	0.032	0.031	0.031	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030
75%	2.143	481.589	190.516	0.313	0.037	0.034	0.033	0.033	0.032	0.032	0.031	0.031	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030
90%	2.114	481.017	190.516	0.295	0.037	0.035	0.034	0.033	0.032	0.032	0.031	0.031	0.031	0.030	0.030	0.030	0.030
5วัน+50%	3.486	725.687	190.516	0.017	0.017	0.017	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019
2Tp+66.7%	1.800	446.300	190.516	0.657	0.325	0.218	0.186	0.170	0.154	0.145	0.129	0.120	0.112	0.108	0.105	0.102	0.101
lnA+75%	2.800	627.648	190.516	0.035	0.032	0.030	0.029	0.029	0.029	0.028	0.028	0.028	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027

ตาราง ค-23 ผลการวิเคราะห์ค่า Rv,3 สถานี P.19A โดยใช้ค่าพารามิเตอร์จากวิธีโมเมนต์ (Moment Method) และแบ่งข้อมูลเป็นช่วงๆละ 10 ปี

วิธีการตรวจสอบความเป็นอิสระ	λ	β	α	T													
				1.25	1.5	2	2.5	3	4	5	10	20	50	100	200	500	1000
				y(T)													
				-0.476	-0.094	0.367	0.672	0.903	1.246	1.500	2.250	2.970	3.902	4.600	5.296	6.214	6.907
50%	2.171	482.132	210.745	0.224	0.030	0.034	0.036	0.037	0.038	0.039	0.041	0.043	0.044	0.045	0.045	0.046	0.046
75%	2.143	481.589	210.745	0.209	0.031	0.034	0.036	0.037	0.038	0.039	0.041	0.043	0.044	0.045	0.046	0.046	0.047
90%	2.114	481.017	210.745	0.197	0.031	0.034	0.036	0.037	0.039	0.039	0.042	0.043	0.044	0.045	0.046	0.046	0.047
5วัน+50%	3.486	725.687	210.745	0.011	0.014	0.017	0.019	0.020	0.021	0.022	0.024	0.026	0.027	0.028	0.029	0.030	0.030
2Tp+66.7%	1.800	446.300	210.745	0.439	0.270	0.215	0.199	0.192	0.183	0.179	0.171	0.166	0.163	0.161	0.159	0.158	0.157
lnA+75%	2.800	627.648	210.745	0.024	0.027	0.030	0.032	0.033	0.034	0.035	0.037	0.038	0.040	0.041	0.041	0.042	0.042



รูปที่ ค-6 ตัวอย่างชลภาพของสถานี P.1



รูปที่ ค-6(ต่อ) ตัวอย่างชลภาพของสถานี P.1

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายวรภัต ธรรมประทีป เกิดวันที่ 11 พฤศจิกายน พ.ศ.2517 ที่จังหวัดสุโขทัย สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต(วศ.บ.) ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2539 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต(วศ.ม.) สาขาวิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2544

ประวัติการทำงาน ปีพ.ศ. 2540 – 2542 ตำแหน่งวิศวกรโยธา บริษัทไทยบริการอุตสาหกรรมและวิศวกรรม จำกัด, วิศวกรโยธา บริษัทซิกม่า จำกัด, วิศวกรโยธา บริษัทฤทธา จำกัด ปีพ.ศ. 2542 – ปัจจุบัน รับราชการสังกัดกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน