หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

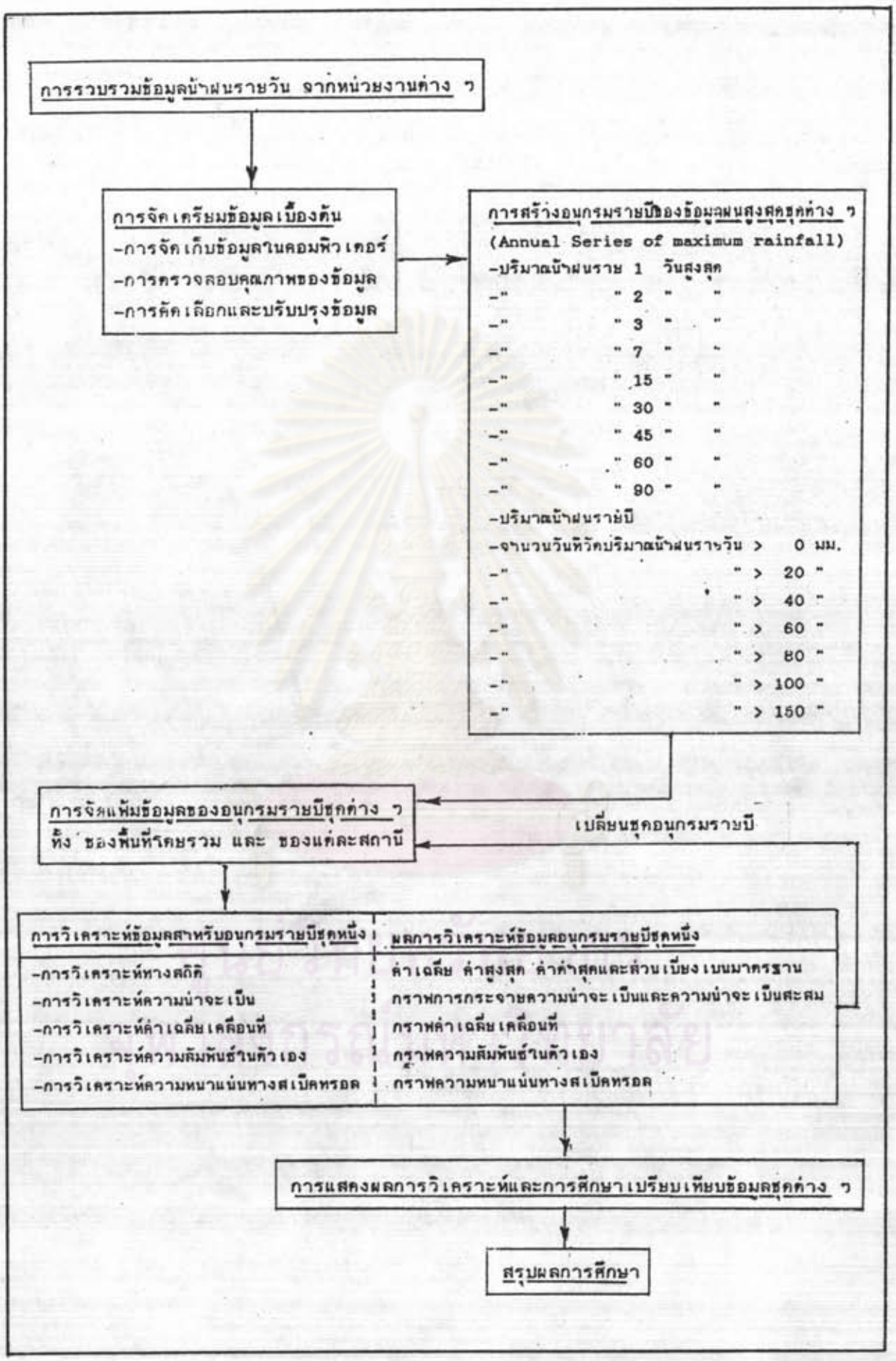
ภาพรวมการศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูล

ในบทนี้เป็นการทำความเข้าใจ ภาพรวมของการศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูล โดยจะกล่าวถึงภาพรวมการศึกษา การรวบรวมข้อมูลน้ำฝน ขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ และการวิเคราะห์ข้อมูลฝนสูงสุดชุดต่าง ๆ ตลอดจนการนำเสนอผลการวิเคราะห์

4.1 ภาพรวมการศึกษา

ในบทที่ 3 ที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่า น้ำท่วมเนื่องจากฝนเป็นปัญหาที่สำคัญ และมีความรุนแรงเพิ่มขึ้น เนื่องจากการทรุดตัวของแผ่นดิน และการขยายตัวของเมือง ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งทำความเข้าใจพฤติกรรมของฝนสูงสุดที่เกิดขึ้นในแต่ละปี โดยพยายามสร้างอนุกรมรายปีของฝนสูงสุดชุดต่างๆ (Annual series of maximum rainfall) มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติ ความน่าจะเป็น และสโตแคสติก ซึ่งอนุกรมรายปีของฝนสูงสุดที่สร้างขึ้นนี้ จะเป็นตัวแทนของฝนที่มีอิทธิพลต่อน้ำท่วม ทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น ปริมาณน้ำฝนราย 1-15 วันสูงสุด จะส่งผลทางตรงกับสภาพน้ำท่วม คือถ้าปีใดมีค่าปริมาณน้ำฝนนี้สูง จะทำให้เกิดน้ำท่วมเนื่องจากระบายน้ำฝนนี้ออกไม่ทัน ส่วนปริมาณน้ำฝนราย 30-90 วันสูงสุด จะส่งผลทางอ้อมกับสภาพน้ำท่วม คือถ้าปีใดมีค่าปริมาณน้ำฝนนี้สูงแสดงว่าฤดูฝนปีนั้นน้ำมาก อาจทำให้น้ำท่วมได้ พร้อมกับทั้งน้ำท่วมเนื่องจากฝนและเนื่องจากระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา เป็นต้น

สำหรับภาพรวมของขั้นตอนการศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แสดงในรูป 4-1 เริ่มตั้งแต่ การรวบรวมข้อมูลน้ำฝน การจัดเตรียมข้อมูลเบื้องต้น การสร้างอนุกรมรายปีชุดต่าง ๆ การวิเคราะห์ข้อมูล การเสนอผลการวิเคราะห์ การศึกษาเปรียบเทียบ ตลอดจนสรุปผลการศึกษา โดยในการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมรายปีชุดหนึ่ง ๆ จะทำการวิเคราะห์ทางสถิติ ความน่าจะเป็น ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ความสัมพันธ์ในตัวเอง และความหนาแน่นทางสเปคทรอล ซึ่งใช้โปรแกรมมาโคร (Marco) ที่เขียนในโลตัส 123 (Lotus 123) มาช่วยในการคำนวณและเขียนกราฟผลการวิเคราะห์ชุดหนึ่ง ๆ หลังจากที่ได้กราฟผลการวิเคราะห์ของอนุกรมชุดต่าง ๆ ครบแล้ว จึงทำการศึกษาเปรียบเทียบแปลความหมายและสรุปผลการศึกษา

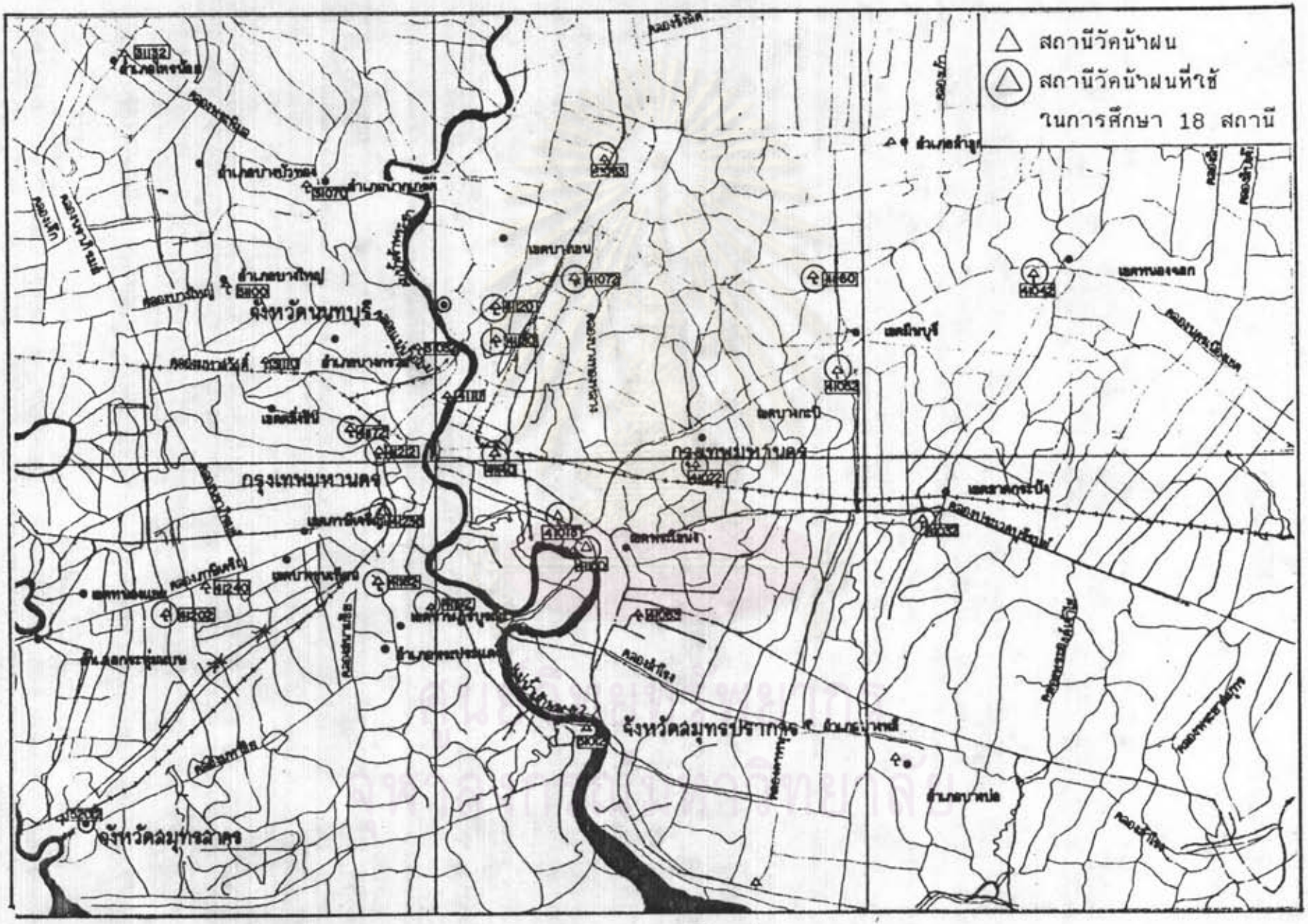


รูป 4-1 ภาพรวมการศึกษาและขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

4.2 การรวบรวมข้อมูลน้ำฝน

โดยทั่วไปการเก็บข้อมูลน้ำฝนมี 2 วิธีคือ วิธีที่ 1 โดยวัดด้วยกระบอกตวง (Standard type) และวิธีที่ 2 โดยการบันทึกด้วยเครื่องมือวัดแบบอัตโนมัติ (Autometic type) การเก็บข้อมูลทั้ง 2 วิธีจะเก็บบันทึกเป็นข้อมูลน้ำฝนรายวัน (Daily rainfall data) โดยวิธีที่ 1 เก็บเป็นตัวเลขแสดงความสูงของน้ำฝนรายวัน ส่วนวิธีที่ 2 เก็บบันทึกความสูงของน้ำฝนที่เวลาต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง หน่วยงานที่ทำการเก็บข้อมูลน้ำฝนมีหลายหน่วยงาน ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตฯ และสำนักงานพลังงานแห่งชาติ โดยได้มีการกำหนดรหัส (Code) [9] แทนชื่อสถานีวัดน้ำฝนประกอบด้วยเลข 5 หลัก ซึ่งหลักหมื่นและหลักพัน หมายถึง ชื่อจังหวัดที่สถานีวัดน้ำฝนตั้งอยู่ หลักร้อยและหลักสิบ หมายถึงชื่อสถานีวัดน้ำฝน ส่วนหลักหน่วย หมายถึงประเภทของการตรวจวัด แทนด้วยเลข 0-5 เลข 0 และ 1 เป็นสถานีวัดน้ำฝนของกรมชลประทาน เลข 2 และ 3 เป็นของกรมอุตุนิยมวิทยา เลข 4 และ 5 เป็นของหน่วยงานอื่น โดยเลขคู่ใช้เครื่องวัดแบบธรรมดา และเลขคี่ใช้เครื่องวัดแบบอัตโนมัติ เช่น รหัส 41013 ตัวเลข 41 หมายถึง กรุงเทพมหานคร ตัวเลข 01 หมายถึง ที่กรมอุตุนิยมวิทยา และตัวเลข 3 หมายถึงใช้เครื่องวัดแบบอัตโนมัติของกรมอุตุนิยมวิทยา เป็นต้น

สำหรับข้อมูลน้ำฝนที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลน้ำฝนรายวัน ซึ่งมีข้อมูลหลายสถานี และช่วงเวลาที่มีข้อมูลค่อนข้างยาว ส่วนข้อมูลฝนช่วงสั้นกว่าหนึ่งวัน มีข้อมูลเพียงไม่กี่สถานี ประกอบกับฝนช่วงสั้นมีความไม่แน่นอนมากกว่า จึงไม่เหมาะที่จะใช้เพื่อหารูปแบบของอนุกรม ข้อมูลฝนในพื้นที่ศึกษามีสถานีวัดน้ำฝนกระจายอยู่ทั่วไปตามเขตต่าง ๆ ดังในรูป 4-2 โดยข้อมูลน้ำฝนที่ใช้ในการศึกษามี 18 สถานี อยู่ทางด้านเหนือ 4 สถานี ได้แก่ ที่สนามบินดอนเมือง (41063) ประตูน้ำคลองเปรมบางไทร (41130) ประตูน้ำบางเขน (41120) และสถานีวัดอากาศบางเขน (41072) ทางตะวันออก 4 สถานี ได้แก่ เขตลาดกระบัง (41032) เขตหนองจอก (41042) เขตมีนบุรี (41052) และประตูน้ำคลองสามวา (41160) บริเวณกลางกรุงเทพมหานครได้แก่ เขตบางกะปิ (41022) ประตูน้ำพระโขนง (41150) กรมอุตุนิยมวิทยา (41013) และประตูน้ำปทุมวัน (41140) และทางฝั่งตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยาอีก 6 สถานี ได้แก่ เขตราษฎร์บูรณะ (41192) เขตบางขุนเทียน (41182) ประตูน้ำภาษีเจริญ (41230) เขตบางกอกน้อย (41212) เขตคลองสิ่งชัน (41172) และเขตหนองแขม (41202)



รูป 4-2 ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนที่ใช้ในการศึกษา

โดยช่วงเวลาที่มีข้อมูลตลอดจนเดือนที่ข้อมูลขาดหายไปของแต่ละสถานี แสดงในตาราง 4-1 จะเห็นว่าสถานีส่วนใหญ่มีข้อมูลช่วงเวลา 34 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2495-2528 มี 7 สถานี ที่มีข้อมูลก่อนหน้านี้ได้แก่ เขตบางกะปิ (41022) เขตลาดกระบัง (41032) เขตหนองจอก (41042) เขตมีนบุรี (41052) สนามบินดอนเมือง (41063) เขตราษฎร์บูรณะ (41192) และเขตหนองแขม (41202) แต่ข้อมูลเหล่านี้มักจะขาดหายไปเป็นช่วง ๆ

4.3 ขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์

การจัดเตรียมข้อมูลน้ำฝนนี้เริ่มตั้งแต่ การนำข้อมูลน้ำฝนนี้มาจัดเก็บ ตรวจสอบ คัดเลือก ปรับปรุง และสร้างข้อมูลอนุกรมรายปีชุดต่าง ๆ (Annual Series) เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรรมของฝนที่เกิดขึ้นตามลำดับเวลาต่อไป โดยข้อมูลอนุกรมรายปีที่สร้างขึ้นนี้ มีทั้งเป็นชุดข้อมูลโดยรวมของพื้นที่ และเป็นชุดข้อมูลแต่ละสถานีที่คัดเลือกไว้ ซึ่งชุดข้อมูลหนึ่ง ๆ ประกอบด้วย ชุดข้อมูลปริมาณน้ำฝนราย 1, 2, 3, 7, 15, 30, 45, 60 และ 90 วันสูงสุดในแต่ละปี ชุดข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปี และชุดข้อมูลจำนวนวันที่วัดปริมาณน้ำฝนได้สูงกว่า 0, 20, 40, 60, 80,100 และ 150 มม. ในแต่ละปี ซึ่งขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูลนี้แสดงในรูป 4-3

เริ่มจากนำข้อมูลน้ำฝนรายวันของสถานีวัดน้ำฝนที่บริเวณกรุงเทพมหานคร ซึ่งบันทึกในเทปคอมพิวเตอร์จากกรมชลประทาน มาเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ศูนย์คอมพิวเตอร์คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาฯ จากนั้นใช้โปรแกรมพรามลิงค์ (Prime link) อ่านข้อมูลแล้วบันทึกลงจานแม่เหล็ก (Disk) เป็นรหัสแอสกี้ (ASCII) เพื่อใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ และใช้โปรแกรมโลตัส 123 (Lotus 123) มาแปลงรหัสแอสกี้ ให้อยู่ในรูปตาราง (Worksheet) และเก็บข้อมูลเพื่อสะดวกในการใช้งานต่อไป

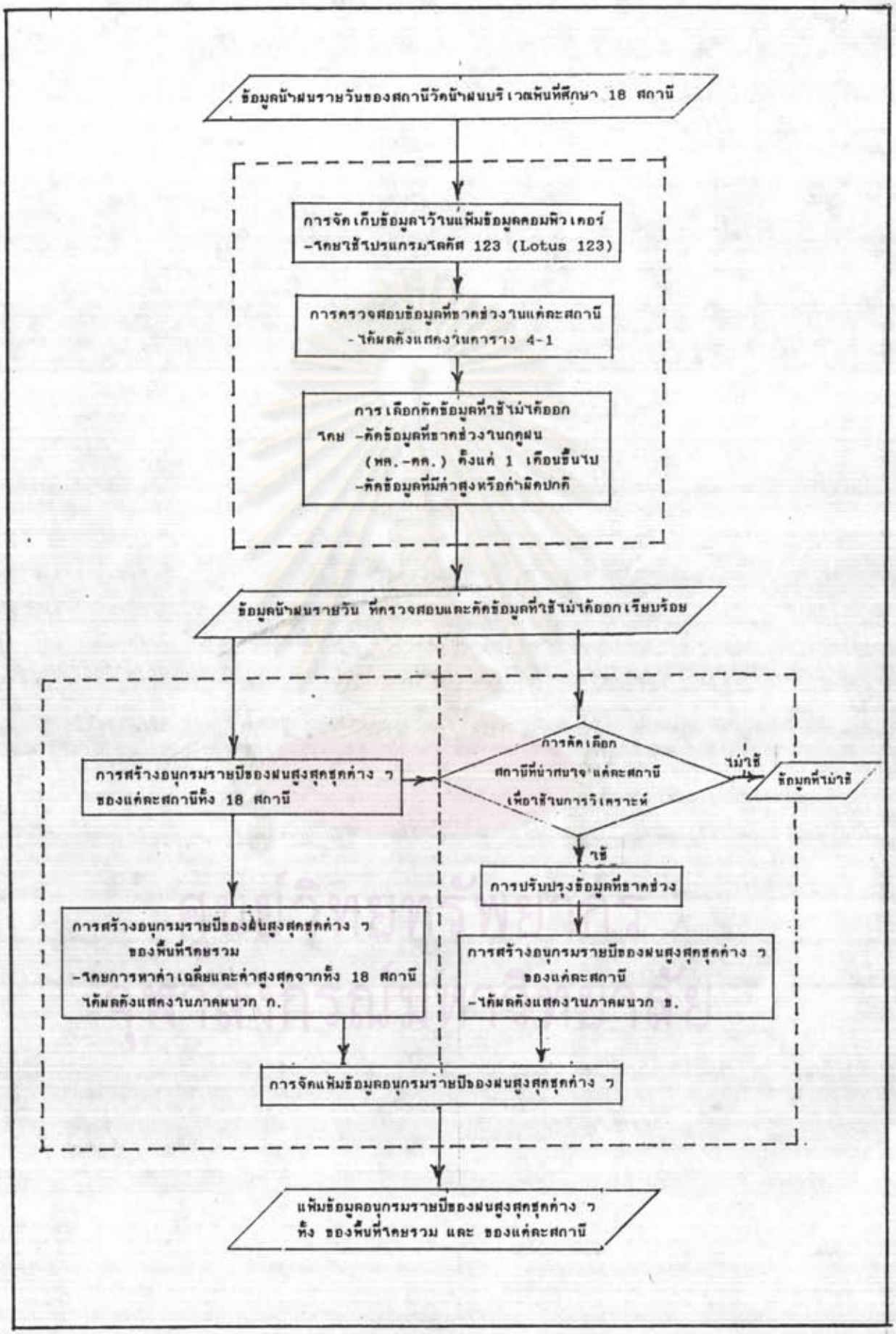
ตรวจสอบข้อมูลที่มีและข้อมูลที่ขาดหายไปของแต่ละสถานี ได้ผลดังแสดงในตาราง 4-1 จากนั้นเลือกตัดข้อมูลที่ใช้ไม่ได้ออก โดยพิจารณาตัดข้อมูลที่ขาดช่วงตั้งแต่ 1 เดือนขึ้นไป ระหว่างช่วงเดือน พค.-ตค. และตัดข้อมูลที่มีค่าสูงหรือต่ำผิดปกติ เช่น ที่สถานีวัดน้ำฝนเขตหนองจอก (41042) พ.ศ.2520 มีปริมาณน้ำฝนรายปี 143 มม. ซึ่งน้อยผิดปกติ และสถานีวัดน้ำฝนที่ประตูน้ำบางเขน (41120) พ.ศ.2514 มีปริมาณน้ำฝนรายวันสูงสุด 400 มม. ซึ่งมากผิดปกติ เป็นต้น เมื่อตัดข้อมูลที่ใช้ไม่ได้ออกแล้ว จึงสร้างข้อมูลอนุกรมรายปีชุดต่าง ๆ ของแต่ละสถานี

ตาราง 4-1 สถานีวัดน้ำฝนที่ใช้ในการศึกษา และช่วงเวลาที่มีข้อมูล

Station	Code	Year	No. of year	Missing Data	
				year	month
Meteorological Department	41013	2495-2528	34	2495	Jan-Mar
A. Bangkapi	41022	2465-2527	63	2465	Jan-Mar
				2481	All month
				2482	Jan-Mar
				2483	Aug
				2484	All month
				2485	Jan-Mar,Sep-Oct
				2486-2492	All month
				2493	Jan-Mar,Aug
A. Latkrabang	41032	2465-2527	63	2465	Jan-Mar
				2484	May,Oct
				2486-2493	All month
				2494	Jan-Mar,May-Jul
				2524	Feb-Mar
A. Nongchok	41042	2465-2528	64	2465	Jan-Mar
				2475-2483	All month
				2484	Jan-Mar
				2485-2492	All month
				2493	Jan-Mar,May
				2494	May
				2510	Apr-Dec
				2514-2515	All month
				2516	Jan-Mar
				2524	Mar
A. Minburi	41052	2465-2528	64	2465	Jan-Mar
				2475	All month
				2476	Jan-Mar
				2481	All month
				2482	Jan-Mar,May
				2484	Apr-Jul
				2486-2490	All month
				2491	Jan-Mar,May
				2494	Jun-Jul
				2495	May
				2496	May
				2497	Jun
Donmuang Airport	41063	2480-2528	49	2480	Jan-Aug
				2492-2494	All month
				2495	Jan-Mar
				2516	Feb
				2521	Jan-Mar
Bangkhen Agrometeorological Sta.	41072	2513-2528	16	2513	Jan-Mar
Bangkhen Regulator	41120	2495-2528	34	2495	Jan-Mar
				2502	May
				2513	All month
				2514	Jan-Mar
				2518	Apr,Jun,Sep-Dec
				2519	Jan,Mar,May,Nov-Dec
				2520	Jan-Apr,Nov-Dec
				2521	Jan-Mar,Oct-Dec
				2522	Jan-Apr,Sep-Dec
				2523	Jan-Mar
Khlong Prekbangsue Regulator	41130	2495-2528	34	2495	Jan-Mar
				2500	May
				2501	Oct
				2513	Oct
				2517	Apr,Jun,Sep-Dec
				2518	Jan,Mar,May,Nov-Dec
				2519	Jan-Apr,Nov-Dec
				2520	Jan-Mar,Oct-Dec
				2521	Jan-Apr,Sep-Dec
				2522	Jan-Mar
Pathumuan Regulator	41140	2495-2525	31	2495	Jan-Mar
				2499	Oct
				2500	Jul-Aug
				2501	Aug-Sep
				2502	May,Aug
				2503	May
				2513	All month
				2514	Jan-Mar
				2521	Sep-Oct
				2522	Jul-Dec
				2523	Jan-Mar
				2525	Dec

ตาราง 4-1 (ต่อ)

Station	Code	Year	No. of year	Missing Data	
				year	month
Phra Khanong Regulator	41150	2495-2528	34	2495	Jan-Mar,Aug
				2496	May
				2499	May-Jun
				2500	May
				2501	Aug-Sep
				2502	May,Aug
				2513	All month
				2514	Jan-Mar
				2522	Aug
Khlong Sanua Regulator	41160	2495-2528	34	2495	Jan-Mar
				2496	Oct
				2508	Jul
				2513	All month
				2514	Jan-Mar
				2518	Apr,Jun,Nov-Dec
				2519	Jan,Mar,May,Nov-Dec
				2520	Jan-Apr,Nov-Dec
				2521	Jan-Mar,Oct-Dec
				2522	Jan-Apr,Sep-Dec
				2523	Jan-Mar
				2528	Sep
R. Talingchan	41172	2492-2528	37	2492	Jan-Mar
				2494	Apr-Aug
				2499	May
R. Bangkhunthian	41182	2495-2528	34	2495	Jan-Mar
				2496	Jun-Dec
				2497	Jan-May
				2511	Oct
				2522	All month
				2523	Jan-Mar,Jul-Nov
				2524	Nov-Dec
R. Ratburana	41192	2465-2528	64	2465	Jan-Mar
				2484	May
				2486	Dec
				2487	Jan-Mar
				2488	Mar-Jun,Dec
				2489	Jan-Aug,Oct-Dec
				2490	Jan-Mar,Jun-Dec
				2491-2493	All month
				2494	Jan-Jul,Nov-Dec
				2495	Jan
				2496	May-Dec
				2497	Jan-Jun
				2511	Jan,Jun-Dec
				2512	All month
				2513	Jan-Mar
R. Nongkhaem	41202	2465-2528	64	2465	Jan-Mar
				2472	Apr-Jul
				2473-2474	All month
				2475	Jan-Mar
				2482	All month
				2483	Jan-Mar
				2484	Apr,Dec
				2485	Jan-Apr,Oct-Dec
				2486-2493	All month
				2494	Jan-Jul (1-10,20-31)
				2503	Jul
				2505	Nov-Dec
R. Bangkoknoi	41212	2496-2527	32	2496	Jan-Apr (1-10)
				2499	Apr
				2523	Oct
				2526	Dec
				2527	Jan-Apr
Phasicharoen Regulator	41230	2495-2527	33	2495	Jan-Mar
				2496	Jun
				2497	Mar
				2521	Sep-Dec
				2522-2523	All month
				2524	Jan-Mar



รูป 4-3 ขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูล

แล้วหาค่าเฉลี่ยและค่าสูงสุดจากทั้ง 18 สถานีนี้ เพื่อสร้างข้อมูลอนุกรมรายปีชุดต่าง ๆ ที่เป็นตัวแทนของข้อมูลโดยรวมทั้งพื้นที่ ดังแสดงในภาคผนวก ก.

นอกจากข้อมูลโดยรวมทั้งพื้นที่แล้ว ยังสร้างข้อมูลอนุกรมรายปีชุดต่าง ๆ ของแต่ละสถานีโดยคัดเลือกสถานีที่น่าสนใจ ซึ่งมีข้อมูลขาดช่วงน้อย และกระจายอยู่ทั่วไปอีก 5 สถานี คือ สถานีวัดน้ำฝนที่กรมอุตุนิยมวิทยา (41013) เขตบางกะปิ (41022) เขตมีนบุรี (41052) สนามบินดอนเมือง (41063) และเขตหนองแขม (41202) ทั้งนี้ได้มีการปรับปรุงข้อมูลแต่ละสถานีที่ขาดช่วง โดยนำข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยามาเสริม และใช้ข้อมูลของสถานีข้างเคียงในช่วงเวลาที่ขาดมาแทน ดังแสดงสถานีวัดน้ำฝนที่คัดเลือกและช่วงเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ตามตาราง 4-2 ซึ่งข้อมูลอนุกรมรายปีชุดต่าง ๆ ของแต่ละสถานีนี้ แสดงอยู่ในภาคผนวก ข.

สำหรับการสร้างอนุกรมรายปีของฝนสูงสุดในช่วงเวลาต่าง ๆ ทำได้โดย หาปริมาณน้ำฝนรวมในช่วงเวลาที่พิจารณาของปีหนึ่งๆ จากนั้นหาค่าสูงที่สุดของปริมาณน้ำฝนรวมนี้ของแต่ละปี เพื่อเป็นตัวแทนข้อมูลฝนในแต่ละปี เช่น อนุกรมรายปีของฝนสูงสุดช่วง 90 วัน สามารถสร้างได้โดยหาปริมาณน้ำฝนรวมตั้งแต่วันที่ 1-90, วันที่ 2-91,...วันที่ 276-365 ของทุก ๆ ปี จากนั้นจึงหาค่าสูงที่สุดของปริมาณน้ำฝนรวมนี้ในแต่ละปี ซึ่งจะเป็นอนุกรมรายปีของฝนราย 90 วันสูงสุดที่ต้องการ เป็นต้น ส่วนการสร้างอนุกรมรายปีของจำนวนวันที่วัดปริมาณน้ำฝนรายวันได้สูงกว่าระดับต่างๆ นั้น ทำได้โดยนับจำนวนวันที่วัดปริมาณน้ำฝนรายวันได้สูงกว่าระดับพิจารณาของแต่ละปี เพื่อเป็นตัวแทนข้อมูลฝนในแต่ละปี เช่น อนุกรมรายปีของจำนวนวันที่วัดปริมาณน้ำฝนได้สูงกว่า 20 มม. สามารถสร้างได้โดยนับจำนวนวันที่วัดปริมาณน้ำฝนได้สูงกว่า 20 มม. ของแต่ละปี เป็นต้น

4.4 การวิเคราะห์อนุกรมรายปีของข้อมูลฝนสูงสุด

การวิเคราะห์อนุกรมรายปีของข้อมูลฝนสูงสุดชุดหนึ่งประกอบด้วย การวิเคราะห์ทางสถิติความน่าจะเป็น ค่าเฉลี่ย เคลื่อนที่ ความสัมพันธ์ในตัวเอง และความหนาแน่นทางสเปคทรอล ซึ่งความสัมพันธ์ในตัวเอง และความหนาแน่นทางสเปคทรอลนี้ ใช้เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลตามลำดับเวลาและวงจรที่สำคัญของอนุกรม โดยค่าความสัมพันธ์ในตัวเองและค่าความหนาแน่นทางสเปคทรอลนี้ สามารถเขียนโปรแกรมมาโคร (Macro) ในโลตัส 123 (Lotus 123) ช่วยในการคำนวณ ดังในรูป 4-4 ซึ่งทำงานโดยเรียกมาโคร \C เพื่อเรียกแฟ้ม

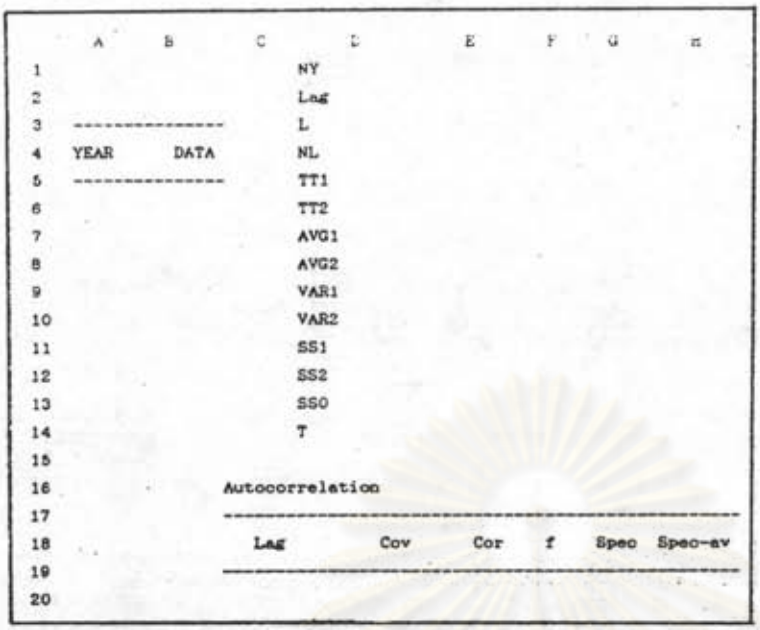
ตาราง 4-2 สถานีวัดน้ำฝนที่คัดเลือก และช่วงเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์

สถานีวัดน้ำฝน	ระหัส	ช่วงเวลาที่ใช้	จำนวนปี	ที่มาของข้อมูล	หมายเหตุ
รวม 18 สถานี	-	2465-2528	64	กรมชลฯ	เท่าที่มีข้อมูล
กรมอุตุนิยมวิทยา	41013	2494-2529	36	กรมอุตุฯ	ข้อมูลครบ
เขตบางกะปิ	41022	2494-2527	34	กรมชลฯ	ข้อมูลครบ
เขตมีนบุรี	41052	2498-2528	31	กรมชลฯ	ข้อมูลครบ
สนามบินดอนเมือง	41063	2481-2529	49	กรมอุตุฯ	เพิ่มข้อมูลช่วงต้นจากข้อมูลของกรมชลฯ
หนองแขม	41202	2495-2528	34	กรมชลฯ	ปรับแก้ข้อมูลที่ขาดช่วงปี 2503, 2505

ข้อมูลอนุกรมรายปีชุดหนึ่งมาทำการวิเคราะห์ จากนั้นจึงเรียก \r เพื่อกำหนดช่วงเวลาที่ทำการวิเคราะห์ และช่วงเวลานานที่สุดที่พิจารณา (Maximum lag time) แล้วหาค่าความสัมพันธ์ในตัวเองโดยโปรแกรมย่อย LAGLOOP คำนวณ ตั้งแต่ช่วงเวลา 0 ปี จนถึงช่วงเวลานานที่สุดที่พิจารณา เมื่อคำนวณเสร็จจึงหาค่าความหนาแน่นทางสเปคทรอลโดยเรียกมาโคร \s ก็จะได้ค่าความหนาแน่นทางสเปคทรอลที่ต้องการ ในรูป 4-5 เป็นตัวอย่างกราฟความสัมพันธ์ในตัวเอง และความหนาแน่นทางสเปคทรอลของอนุกรมชุดต่าง ๆ

จะเห็นได้ว่า ถ้าอนุกรมมีแนวโน้มสัมพันธ์กันชัดเจน กราฟความสัมพันธ์ในตัวเอง จะเป็นเส้นตรง มีค่า $r_k = 1$ และกราฟความหนาแน่นทางสเปคทรอล จะมีค่าสูงช่วงต้นแล้วจะลดลงเป็น 0 ที่ความถี่สูงขึ้น ถ้าอนุกรมมีความสัมพันธ์เป็นวงจร กราฟความสัมพันธ์ในตัวเองจะเป็นวงจรเช่นกัน และกราฟความหนาแน่นทางสเปคทรอลจะมีค่าสูงเป็นพิเศษที่ความถี่ของวงจรนั้น ถ้าอนุกรมที่มีความสัมพันธ์ไม่แน่นอน กราฟความสัมพันธ์ในตัวเองจะมีค่าขึ้นลงรอบ 0 และกราฟความหนาแน่นทางสเปคทรอลจะมีค่าขึ้นลงรอบ 2 ถ้าอนุกรมที่มีความสัมพันธ์หลายชนิดผสมกัน ลักษณะของกราฟความสัมพันธ์ในตัวเองและความหนาแน่นทางสเปคทรอลก็จะมีลักษณะผสมผสานกันขึ้นกับอนุกรมนั้นจะแสดงความสัมพันธ์ใดชัดเจนกว่า

สำหรับการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ครั้งละ3 ปี (MA3) และค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ครั้งละ 3 ปี 2 ครั้ง(MA 3x3) เพื่อสังเกตุแนวโน้มและพฤติกรรมของข้อมูลฝนสูงสุดชุดต่าง ๆ ประกอบกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในตัวเอง และการวิเคราะห์ทางสเปคทรอล โดยตัวอย่างกราฟ ผลการวิเคราะห์อนุกรมรายปีของข้อมูลฝนสูงสุดชุดต่าง ๆ แสดงในรูป 4-6 ประกอบด้วย กราฟอนุกรมรายปี ซึ่งปรับให้เรียบด้วยค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ กราฟการกระจายความน่าจะเป็น กราฟความน่าจะเป็นสะสม กราฟความสัมพันธ์ในตัวเอง และกราฟความหนาแน่นทางสเปคทรอลตามลำดับจากซ้ายไปขวา ซึ่งกราฟผลการวิเคราะห์อนุกรมรายปีของข้อมูลฝนทั้งหมด แสดงในภาคผนวก ง และนำเสนอผลการวิเคราะห์ในประเด็นต่าง ๆ อยู่ในบทที่ 5 โดยสามารถจัดผังความสัมพันธ์ของข้อมูลน้ำฝนที่ใช้กับการเสนอผลการวิเคราะห์ในรูป 4-7

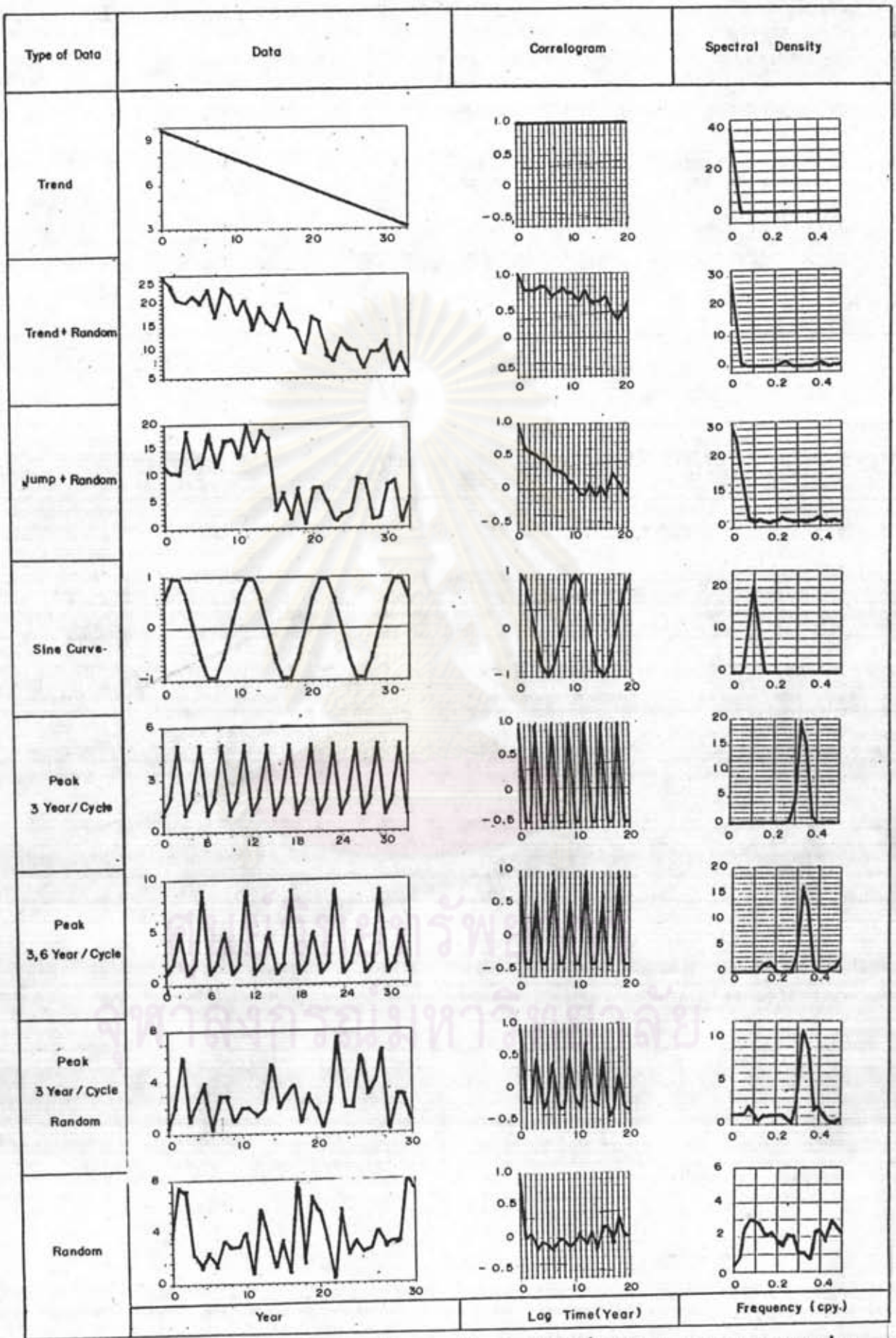


	A	B	C	D	E	F	G	H
1			NY					
2			Lag					
3	---------		L					
4	YEAR	DATA	NL					
5	---------		TT1					
6			TT2					
7			AVG1					
8			AVG2					
9			VAR1					
10			VAR2					
11			SS1					
12			SS2					
13			SS0					
14			T					
15								
16		Autocorrelation						
17		---						
18		Lag	Cov	Cor	f	Speo	Speo-av	
19		---						
20								

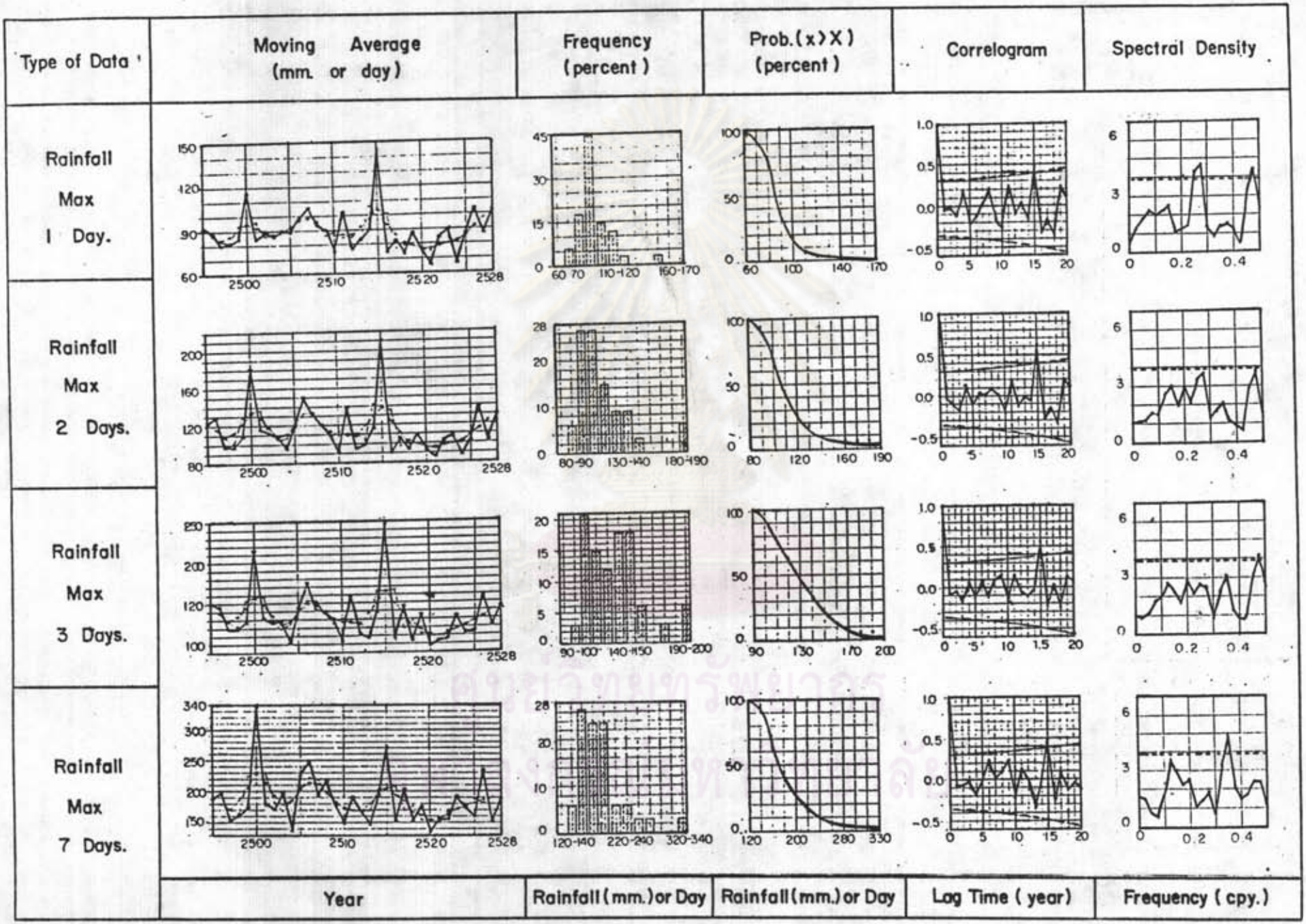
Range name	Cell position
AVG0	CH37
AVG1	E7
AVG2	E8
AVGVAR	CD32
COR	E20
COV	D20
DATA	B6..B35
L	E3
LAG	E2
LAGLOOP	CC9..CC18
NL	E4
NY	E1
R	K20..AC20
SP	CB42..CB54
SPEC	G20
SS0	E13
SS1	E11
SS2	E12
SUM	CD22..CD28
T	E14
TABLEAT	C16
TABLESP	K18
TT1	E5
TT2	E6
VAR0	CH38
VAR1	E9
VAR2	E10
\A	CD33..CD38
\C	CB1
\P	CB4
\R	CB3
\S	CB40

```
\c   {goto}DATA~/fcce(?)~

\r   {goto}DATA~/rndDATA~/rncDATA~.{end}{down}{?}~
\p   {let NY,@count(DATA):value}{recalc NY}~
     {getnumber "Input lag time maximum =",LAG}
     {for L,0,LAG,1,LAGLOOP}
     {quit}

     LAGLOOP  {indicate AUTO}{windowsoff}{paneloff}
              {let NL,NY-L}{recalc LAGLOOP}
              {let TT1,1}{let TT2,NL}{avgvar TT1,TT2}{let AVG1,AVG0}{let VAR1,VAR0}
              {let TT1,1+L}{let TT2,NY}{avgvar TT1,TT2}{let AVG2,AVG0}{let VAR2,VAR0}
              {let SS1,0}{let SS2,0}{let SS0,0}
              {for T,1,NL,1,SUM}
              {goto}COV~
              +"{down "&@STRING(E3,0)&"}{left}+L~/rv~~"
              {right}+SS0/NL~/rv~~
              {right}+{left}/@sqrt(VAR1*VAR2)~/rv~~
              {indicate}{windowson}{panelon}


              SUM      {recalc SUM}
                       +"{goto}b"&@STRING(E14+5,0)&"~/rndR~{goto}DATA~{down -1}/rndR~/rncR~~
                       {let SS1,R-AVG1}
                       +"{goto}b"&@STRING(E14+E3+5,0)&"~/rn{goto}DATA~{down -1}/rndR~/rncR~~
                       {let SS2,R-AVG2}
                       {let SS0,SS0+SS1*SS2}
                       {recalc SS0}~


              AVGVAR   {define TT1:value,TT2:value}{recalc \a}
              \a       +"{goto}DATA~{down "&@STRING(E5-1,0)&"}"
                       /rndR~
                       /rncR~
                       +"{down "&@STRING(E6-E5,0)&"}~~
                       {let AVG0,@avg(R)}          AVG0
                       {let VAR0,@var(R)}          VAR0

\s   {indicate SPEC}{windowsoff}{paneloff}
     {goto}tableSP~{recalc SP}{left}0~{right}+{left}+1~
SP   +"/c~.{right "&@STRING(E2-2,0)&"}~~
     {left}{down}/rndR~/rncR~~{goto}COR~/rt.{end}{down}~R~{goto}R~
     +"{down}@COS(@PI*JS18*SC20/SES2)*JS19~/c~.{right "&@STRING(E2-1,0)&"}{down "&@STRING(E2,0)&"}~~
     /rndR~/rncR~{right}.{end}{right}~{goto}SPEC~@sum(R)*4+2~
     +"{left}+C20/2/SES2~/c{right}~.{down "&@STRING(E2,0)&"}~/rv{right}{down "&@STRING(E2,0)&"}~~"
     {right 2}+{left}*.54+{left}{down}*.46~
     {down}+{left}*.54+{left}{down}*.23+{left}{up}*.23~
     +"/c~.{down "&@STRING(E2-2,0)&"}~~
     {end}{down}{down}+{left}*.54+{left}{up}*.46~
     {down}\-~/c~.{left 5}~
     {goto}tableSP~{left}/re{end}{down}{end}{right}{right}~
     {goto}TABLEAT~
     {indicate}{windowson}{panelon}
```

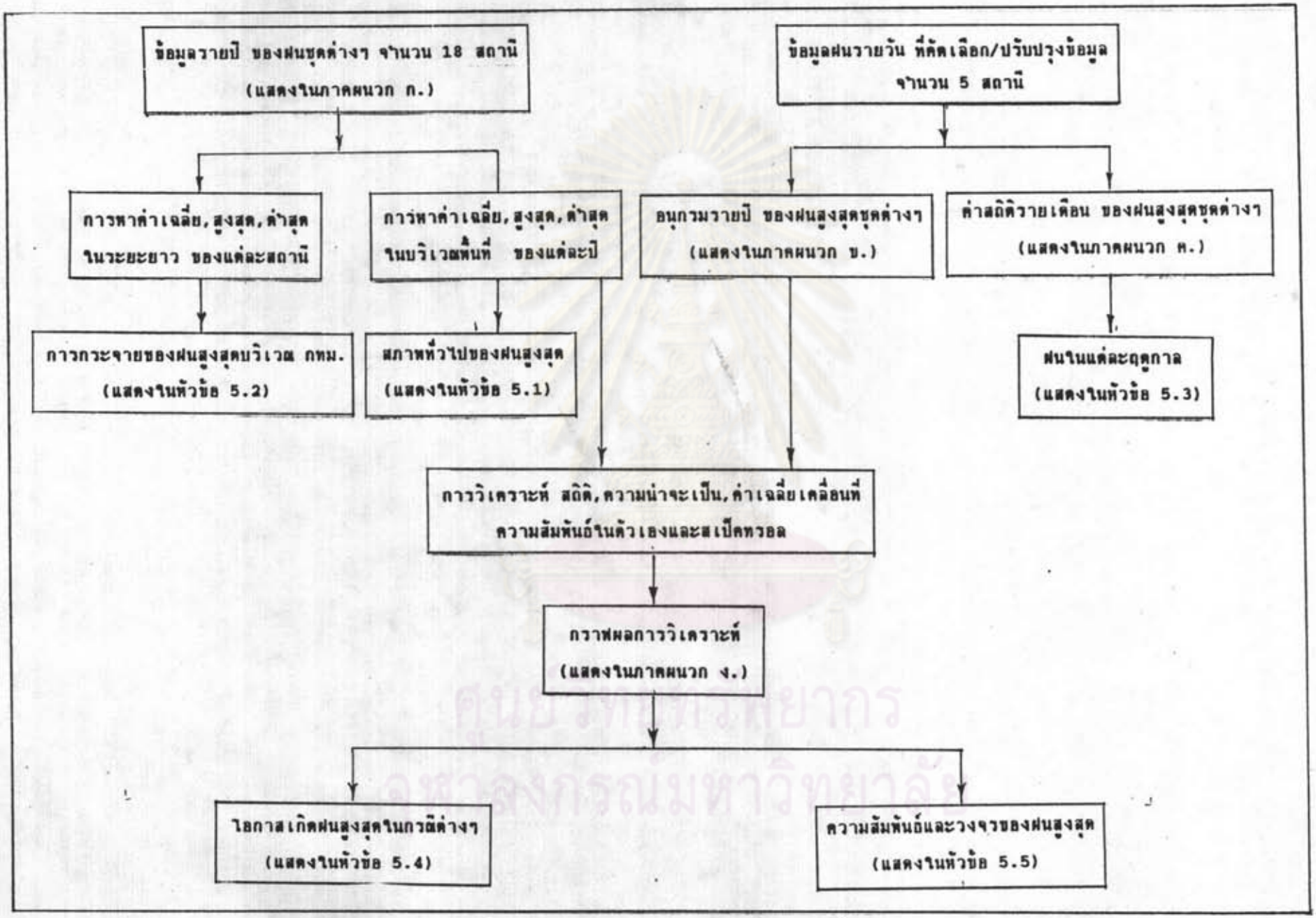
รูป 4-4 โปรแกรมมาโคร (Macro) โดยใช้ LOTUS 123 สำหรับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในตัวเอง และความหนาแน่นทางสเป็คทรอลของอนุกรมรายปี



รูป 4-5 ตัวอย่างกราฟผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในตัวเองและความหนาแน่นทางสเป็คทรอลของอนุกรมชุดต่าง ๆ ที่สร้างขึ้น



รูป 4-6 ตัวอย่างกราฟผลการวิเคราะห์อนุกรมรายปีของข้อมูลฝนสูงสุดชุดต่าง ๆ



รูป 4-7 ภาพรวมการเสนอผลการวิเคราะห์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย