

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับวิเคราะห์การกระจายและการ  
เคลื่อนตัวของฝนในกรุงเทพมหานคร



นางสาว สรญา สังขานวม

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-4037-9

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**APPLICATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM FOR  
ANALYSIS ON DISTRIBUTION AND MOVEMENT OF RAINFALL STORMS  
IN BANGKOK**

**Miss Soraya Sungkhanuam**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering in Water Resources Engineering**

**Department of Water Resources Engineering**

**Faculty of Engineering**

**Chulalongkorn University**

**Academic Year 2003**

**ISBN 974-17-4037-9**



สรุณา สังขานวม : การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับวิเคราะห์การกระจายและการเคลื่อนตัวของฝนในกรุงเทพมหานคร. (APPLICATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM FOR ANALYSIS ON DISTRIBUTION AND MOVEMENT OF RAINFALL STORMS IN BANGKOK) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ทวนทัน กิจไพศาลสกุล, 275 หน้า. ISBN 974-17-4037-9

เหตุการณ์ฝนที่เกิดขึ้นในกรุงเทพมหานคร มีลักษณะการกระจายของปริมาณน้ำฝนแตกต่างกันตามพื้นที่และเวลา ส่งผลกระทบโดยตรงต่อการระบายน้ำออกจากพื้นที่ ทำให้บางพื้นที่เกิดน้ำท่วมขัง ดังนั้นหากสามารถทราบลักษณะการกระจายของฝนในพื้นที่และเวลาได้ทันเหตุการณ์ขณะที่ฝนกำลังตก จะทำให้สามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจดำเนินการระบายน้ำได้อย่างเหมาะสม รวมถึงการวางแผนและออกแบบระบบระบายน้ำในเขตชุมชนเมืองให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ในการศึกษานี้ มีการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทำการจัดสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ครอบคลุมพื้นที่ 3,750 ตารางกิโลเมตร ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนทั้งหมด 215 สถานี แบ่งเป็นสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติ 56 สถานีและสถานีวัดน้ำฝนแบบธรรมดา 159 สถานี โดยเลือกใช้เหตุการณ์ฝนที่มีความลึกน้ำฝนไม่น้อยกว่า 30 มิลลิเมตร ในช่วงปี พ.ศ. 2540 - 2544 จำนวน 42 เหตุการณ์ ในการจัดสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนมีการแปลงข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันให้เป็นข้อมูลปริมาณน้ำฝนราย 15 นาที โดยใช้รูปแบบของการกระจายของฝนราย 15 นาทีของสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติที่อยู่ใกล้เคียง จะได้แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาที เป็นจำนวนรวม 415 แผนที่ ได้นำแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนของเหตุการณ์ฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ มาวิเคราะห์ลักษณะของฝนที่ตกได้ในด้านตำแหน่งของจุดศูนย์กลาง การเคลื่อนตัวขนาด และการกระจายของฝนตามพื้นที่และเวลา

ผลการวิเคราะห์ลักษณะของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์พบว่า ฝนส่วนใหญ่มีจำนวนจุดศูนย์กลาง 1 แห่ง คิดเป็น 50 % และมีเหตุการณ์ฝนที่มีการเคลื่อนตัวคิดเป็น 40% ของจำนวนเหตุการณ์ฝนทั้งหมด โดยมีลักษณะการเคลื่อนตัวแบบเส้นตรงเป็นส่วนใหญ่และมีการเคลื่อนตัวไปทางทิศใต้ โดยส่วนใหญ่ฝนตกเวลา 18.00 - 24.00 น. ตกนาน 1 - 3 ชั่วโมง พื้นที่ฝนตก 350 - 2,600 ตารางกิโลเมตร ความลึกน้ำฝนเฉลี่ยทั่วพื้นที่ 10 - 30 มิลลิเมตร และปริมาณน้ำฝน 8 - 44 ล้านลูกบาศก์เมตร นอกจากนี้ได้สร้างและวิเคราะห์กราฟการกระจายของความลึกน้ำฝนเทียบกับเวลาเป็นรายสถานีและเฉลี่ยทั่วพื้นที่ พร้อมทั้งกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความลึกน้ำฝน - พื้นที่ - ช่วงเวลา

ภาควิชา ..... วิศวกรรมแหล่งน้ำ ..... ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา ..... วิศวกรรมแหล่งน้ำ ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา ..... 2546 ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....



## 4370541021 : MAJOR WATER RESOURCES ENGINEERING

KEYWORD: RAINFALL DISTRIBUTION / RAINFALL STORM / MOVEMENT / GIS / BANGKOK

SORAYA SUNGKHANUAM : APPLICATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM FOR ANALYSIS ON DISTRIBUTION AND MOVEMENT OF RAINFALL STORMS IN BANGKOK. THESIS ADVISER : ASSOC. PROF. DR. TUANTAN KITPAISALSAKUL, 275 pp. ISBN 974-17-4037-9

Rainfall storms in Bangkok have spatial and temporal variation directly affected to drainage operation and sometimes caused flooding in some areas. If the spatial and temporal distribution of rainfall storm can be known in real time, it will be utilized as data for urban drainage operation, planning and design more efficiently.

This study was to apply GIS for constructing isohyetal rainfall maps in Bangkok area. The study area covers 3,750 square kilometers which has 215 rain gaging stations divided into 56 recording and 159 non-recording stations. The total 42 storm events, each having rainfall depth not less than 30 millimeters during the year 1997 – 2001, were used in the study. In constructing isohyetal rainfall maps, daily rainfall data was transformed to 15 minute rainfall data using 15 minute rainfall distribution pattern of nearest automatic rain gages. The total 15 minute isohyetal rainfall maps, summing up to 415 maps obtained from the 42 storm events, were analyzed to determine rainfall storm characteristics for center point, movement, magnitude, spatial and temporal distribution of rainfall.

The study results on storm rainfall characteristics showed that most rainfall storms had one center as 50% of all storms. About 40% of all storms had movement mostly in straight path and in south direction. Most rainfall events occurred during 6 pm. - 12 pm., with the duration of 1 - 3 hours, covering the area of 350 - 2600 square kilometers, with average rainfall depth of 10 - 30 millimeters, and water volume of 8 - 44 million cubic meters. In addition, the time - rainfall depth graphs for each station and average for whole area, including depth - area - duration curve, were constructed and analyzed.

Department ..... Water Resource Engineering ..... Student’s signature.....  
 Field of study..... Water Resource Engineering.. Advisor’s signature.....  
 Academic year ..... 2003 ..... Co-advisor’s signature.....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อมูลที่มีประโยชน์ จากผู้มีพระคุณดังต่อไปนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทวนทัน กิจไพศาลสกุล อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ความรู้ แนวคิด คำปรึกษาและคำแนะนำตลอดเวลาที่ทำการศึกษาวิจัยอย่างดียิ่ง รวมถึงการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จเรียบร้อยด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เสรี จันทโรยธา รองศาสตราจารย์ ดร.สุจริต คุณชนกุลวงศ์ และ อาจารย์ ดร. ครรชิต ลิจิตเดชาโรจน์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำเพื่อตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมทั้งคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่างๆ

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน และสำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร ที่อนุเคราะห์ข้อมูลและให้คำแนะนำต่างๆเพื่อใช้ประกอบการศึกษา

ขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดมา ขอขอบคุณผู้ อยู่เบื้องหลังการจัดทำวิทยานิพนธ์ทุกๆท่าน

ท้ายสุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และญาติผู้ใหญ่ทุกท่าน ที่ให้โอกาสและสนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยมาตลอด รวมทั้งความรัก ความอบอุ่น กำลังใจและคำแนะนำในเรื่องต่างๆเสมอมา

ประโยชน์และความดีของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ให้ความ อนุเคราะห์และกำลังใจ จนวิทยานิพนธ์สำเร็จลงได้ด้วยดี

## สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูป.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 บทนำ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	3
1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....	3
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ.....	4
1.6 คำจำกัดความและหลักการที่ใช้ในการศึกษา.....	4
บทที่ 2 การศึกษาที่ผ่านมา.....	8
2.1 การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษาฝนในประเทศไทย.....	8
2.2 การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษาฝนในต่างประเทศ.....	9
2.3 เกณฑ์กำหนดความหนาแน่นของสถานีวัดน้ำฝน.....	11
2.4 สรุปสาระการศึกษาที่ผ่านมา.....	12
บทที่ 3 พื้นที่ศึกษา.....	13
3.1 ที่ตั้งและอาณาเขต.....	13
3.2 สภาพภูมิประเทศ.....	13
3.3 สภาพภูมิอากาศ.....	16

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ข้อมูลและการตรวจสอบข้อมูล.....	19
4.1 ข้อมูลแผนที่ใช้ศึกษา.....	19
4.2 การตรวจสอบความคงตัวของข้อมูล.....	19
4.3 ความหนาแน่นของสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ศึกษา.....	20
4.4 การคัดเลือกเหตุการณ์ฝนที่ใช้ในการศึกษา.....	20
บทที่ 5 การจัดสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝน โดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	32
5.1 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcView.....	32
5.2 ขั้นตอนการจัดสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	34
5.3 การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcView GIS สำหรับสร้างแผนที่ เส้นชั้นน้ำฝนทุกช่วงเวลา 15 นาที.....	51
บทที่ 6 การวิเคราะห์ข้อมูลและผลการศึกษา.....	64
6.1 จำนวนจุดศูนย์กลางและการเคลื่อนตัวของฝน.....	64
6.2 ขนาดของฝน.....	75
6.3 การกระจายตัวของฝนตามพื้นที่และเวลา.....	80
บทที่ 7 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....	84
7.1 สรุปขั้นตอนการจัดสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝน โดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	84
7.2 สรุปผลการวิเคราะห์ลักษณะของฝนจากแผนที่เส้นชั้นน้ำฝน.....	84
7.3 ข้อจำกัดของการจัดสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝน โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	88
7.4 ข้อเสนอแนะ.....	88
รายการอ้างอิง.....	89
ภาคผนวก.....	92
ภาคผนวก ก การตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลฝนและกราฟน้ำฝนของสถานี ตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์.....	93

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ข วิธีการประมาณค่าในช่วง.....	163
ภาคผนวก ค โปรแกรมภาษา Avenue.....	169
ภาคผนวก ง แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีและรายเหตุการณ์.....	187
ภาคผนวก จ ความสัมพันธ์ระหว่าง พื้นที่ฝนตก ความลึกน้ำฝนและช่วงเวลา.....	251
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	275



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 รายชื่อสถานีวัดน้ำฝนต่างๆที่ใช้ในการศึกษา.....	21
4.2 การเปรียบเทียบความหนาแน่นของสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ศึกษากับเกณฑ์กำหนดความ หนาแน่นของสถานีวัดน้ำฝนจาก WMO และสมการของ Schaake.....	30
4.3 เหตุการณ์ฝนที่ใช้ในการศึกษา.....	31
5.1 การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าในช่วง Kriging, IDW และ Spline สำหรับข้อมูลน้ำฝน รายวัน.....	39
5.2 ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของวิธีการประมาณค่าในช่วง Kriging, IDW และ Spline สำหรับ ข้อมูลน้ำฝนรายวัน.....	42
5.3 การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าในช่วง Kriging, IDW และ Spline สำหรับข้อมูลน้ำฝน รายเหตุการณ์.....	43
5.4 ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของวิธีการประมาณค่าในช่วง Kriging, IDW และ Spline สำหรับ ข้อมูลน้ำฝนรายเหตุการณ์.....	50
5.5 หมายเลขของสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติที่ใช้ในการแปลงข้อมูลน้ำฝนรายวันของ สถานีวัดน้ำฝนแบบธรรมดาให้เป็นข้อมูลน้ำฝนราย 15 นาที.....	56
6.1 จำนวนเหตุการณ์ฝนแบ่งตามจำนวนจุดศูนย์กลางและการเคลื่อนตัว.....	65
6.2 รูปแบบ ทิศทางและความเร็วของการเคลื่อนตัวของจุดศูนย์กลางฝน.....	69
6.3 ทิศทางและความเร็วการเคลื่อนตัวของฝนในเหตุการณ์ต่างๆเทียบกับข้อมูลลม.....	72
6.4 การแบ่งเหตุการณ์ฝนตามฤดูมรสุม.....	77
6.5 จำนวนของเหตุการณ์ฝนแบ่งตามระยะเวลาฝนตกและช่วงเวลาฝนตก.....	79
6.6 จำนวนของเหตุการณ์ฝนแบ่งตามระยะเวลาฝนตกและพื้นที่ฝนตก.....	79
6.7 จำนวนของเหตุการณ์ฝนแบ่งตามระยะเวลาฝนตกและความลึกน้ำฝนเฉลี่ยทั่วพื้นที่.....	79
6.8 จำนวนของเหตุการณ์ฝนแบ่งตามระยะเวลาฝนตกและปริมาณน้ำฝน.....	79
7.1 สรุปลักษณะการเคลื่อนตัวของพายุฝน 4 รูปแบบ.....	86

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1	5
1.2	6
3.1	14
3.2	15
3.3	17
3.4	18
4.1	29
5.1	33
5.2	35
5.3	36
5.4	36
5.5	38
5.6	38
5.7	43
5.8	46
5.9	50
5.10	52
5.11	58
5.12	62



สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.13 ข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนและข้อมูลความลึกน้ำฝนในช่วงเวลาต่างๆในระบบสารสนเทศ ภูมิศาสตร์.....	63
6.1 ลักษณะของฝนที่มีจำนวนจุดศูนย์กลางต่างๆ.....	66
6.2 ตำแหน่งของจุดศูนย์กลางของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์.....	67
6.3 เส้นชั้นน้ำฝนรวมของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์.....	67
6.4 ค่าดัชนีกำหนดทิศทางการเคลื่อนตัวของฝน.....	68
6.5 การเคลื่อนตัวของตำแหน่งจุดศูนย์กลางหลักของฝนราย 15 นาทีของเหตุการณ์ฝน วันที่ 16 กันยายน พ.ศ.2541.....	70
6.6 ทิศทางเฉลี่ยของลักษณะการเคลื่อนตัวของฝนทั้ง 4 รูปแบบ.....	71
6.7 การเปรียบเทียบทิศทางการเคลื่อนตัวของพายุฝนในเหตุการณ์ต่างๆกับข้อมูลลม.....	74
6.8 การเปรียบเทียบทิศทางการเคลื่อนตัวของฝนกับข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศของ เหตุการณ์ฝนวันที่ 22 มีนาคม พ.ศ.2544.....	76
6.9 การเปรียบเทียบทิศทางการเคลื่อนตัวของฝนในเหตุการณ์ต่างๆกับทิศทางลมมรสุม.....	78
6.10 ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ฝนตกในแต่ละช่วงของความลึกน้ำฝนของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์.....	80
6.11 ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ฝนตกในแต่ละช่วงเวลาของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์.....	81
6.12 ค่าเฉลี่ยของทุกสถานีและทุกเหตุการณ์ของเปอร์เซ็นต์ของความลึกน้ำฝนสะสมราย สถานีเทียบกับเปอร์เซ็นต์ของเวลา.....	82
6.13 ค่าเฉลี่ยของทุกสถานีและทุกเหตุการณ์ของเปอร์เซ็นต์ของความลึกน้ำฝนสะสมเฉลี่ย ทั่วพื้นที่เทียบกับเปอร์เซ็นต์ของเวลา.....	82
6.14 กราฟความสัมพันธ์ความลึกน้ำฝน - พื้นที่ - ระยะเวลา ของพื้นที่กรุงเทพมหานคร (ในช่วงปี พ.ศ.2540-2544) .....	83
ก-1 การตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลฝน.....	94
ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์.....	121
ข-1 การประมาณค่าในช่วงโดยวิธี Inverse Distance Weighted (IDW).....	165
ข-2 การประมาณค่าในช่วงโดยวิธี Spline.....	167
ข-3 การประมาณค่าในช่วงโดยวิธี Kriging.....	168
ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์.....	188



## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ง-2	แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนรวมของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์.....230
จ-1	พื้นที่ฝนตกในแต่ละช่วงความลึกน้ำฝนของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์.....252
จ-2	พื้นที่ฝนตกในแต่ละช่วงเวลาของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์.....257
จ-3	ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของความลึกน้ำฝนสะสมรายสถานีเทียบกับเปอร์เซ็นต์ ของช่วงเวลา.....262
จ-4	ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของความลึกน้ำฝนสะสมเฉลี่ยทั่วพื้นที่เทียบกับ เปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลาของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์.....269

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 บทนำ

ในการศึกษาทางด้านอุทกวิทยาโดยเฉพาะลักษณะการกระจายฝนในเขตพื้นที่ชุมชนเมืองเป็นสิ่งสำคัญมากเนื่องจากฝนเป็นสาเหตุที่สำคัญในการเกิดปัญหาน้ำท่วม ดังนั้นหากมีข้อมูลฝนที่มีความละเอียดเพียงพอในด้านลักษณะการกระจายของฝน ณ ตำแหน่งต่างๆในพื้นที่ในแต่ละช่วงเวลาที่ต้องการก็จะสามารถใช้ในการดำเนินการระบายน้ำ ณ เวลาจริงอย่างเหมาะสม รวมถึงการวางแผนและออกแบบระบบระบายน้ำในเขตชุมชนเมืองให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

กรุงเทพมหานครเป็นเมืองหลวงของประเทศไทย ตั้งอยู่บนพื้นที่ราบลุ่มตอนล่างของแม่น้ำเจ้าพระยา มีพื้นที่ประมาณ 1,570 ตารางกิโลเมตร โดยปกติแล้วจะมีฝนตกในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคมและมีปริมาณความถี่ของฝนสูงที่สุดระหว่างกลางเดือนสิงหาคมถึงกลางเดือนตุลาคมโดยเป็นอิทธิพลมาจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ รวมทั้งพายุหมุนเขตร้อนและพายุไต้ฝุ่นทำให้เกิดฝนตกหนักและปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่ ประกอบกับกรุงเทพมหานครเป็นเมืองใหญ่ มีการขยายตัวในด้านต่างๆอย่างรวดเร็ว มีสิ่งก่อสร้างต่างๆเพิ่มขึ้น รวมทั้งปัญหาแผ่นดินทรุดจึงทำให้เกิดปัญหาการระบายน้ำและเกิดน้ำท่วมขังในพื้นที่ ดังนั้นการศึกษาลักษณะการกระจายของฝนที่เกิดขึ้นในกรุงเทพมหานครจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการระบายน้ำฝน รวมถึงการวางแผนและออกแบบระบบระบายน้ำ

โดยทั่วไปแล้วพบว่า สภาพการเกิดฝนในพื้นที่กรุงเทพมหานครมีลักษณะการกระจายของปริมาณน้ำฝนแตกต่างกันไปตามพื้นที่และเวลา ดังนั้นหากสามารถมีเครื่องมือที่ใช้ในการจัดสร้างและแสดงแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องก็จะสามารถนำเอาแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนนี้ไปใช้ประโยชน์ในการประเมินสภาพการระบายน้ำด้วยแบบจำลองน้ำฝน - น้ำท่า ในเวลาจริงขณะเกิดเหตุการณ์ฝนได้อย่างทันท่วงที นอกจากนี้ยังสามารถนำเอาแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนที่ได้จากการศึกษาไปทำการวิเคราะห์หาคุณลักษณะการกระจายของฝนในรูปแบบสถิติต่างๆ เช่น กราฟความถี่น้ำฝน - พื้นที่ - ระยะเวลา เป็นต้น ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการศึกษาออกแบบและปรับปรุงระบบระบายน้ำต่อไปในอนาคตได้

ในปัจจุบัน ในพื้นที่กรุงเทพมหานครมีสถานีวัดน้ำฝนทั้งแบบธรรมดาและอัตโนมัติกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ โดยสถานีวัดน้ำฝนแบบธรรมดาคะบันทึกข้อมูลโดยการอ่านเป็นรายวัน และสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติซึ่งมีทั้งรูปแบบกราฟต่อเนื่องและระบบโทรมาตรซึ่งมีการวัด บันทึก

และส่งข้อมูลฝนในทุกช่วงเวลาย่อยเช่น 15 นาที โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเช่น สำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักที่มีการใช้ข้อมูลฝนประกอบการระบายน้ำ จะรับข้อมูลที่ส่งมาจากสถานีวัดต่างๆเข้าสู่ศูนย์กลาง และสามารถนำไปประเมินปริมาณน้ำฝนในแต่ละพื้นที่และเวลาก่อนที่จะนำไปประเมินสภาพการระบายน้ำต่อไป

นอกจากนี้ ในปัจจุบันได้มีการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์(GIS)ในการจัดสร้างแผนที่เชิงภูมิประเทศในรูปแบบต่างๆเช่น แผนที่น้ำท่วม,แผนที่การกระจายประชากรและแผนที่ผังเมือง เป็นต้น โดยข้อดีของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือสามารถนำเอาแผนที่แสดงการกระจายของพารามิเตอร์ที่สนใจซ้อนทับบนแผนที่ภูมิประเทศ ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการทำงาน ทำให้เข้าใจบริเวณที่เกิดและสภาพของปัญหา ประกอบการตัดสินใจได้ดียิ่งขึ้น

ในการศึกษาวิทยานิพนธ์นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อทำการจำลองตำแหน่งของสถานีวัดน้ำฝนต่างๆในพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยให้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถนำเข้าข้อมูลน้ำฝนจากทุกสถานีและทำการจัดสร้างเป็นแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนโดยสามารถนำไปซ้อนทับลงบนแผนที่กรุงเทพมหานครได้ จากผลการจัดสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนในแต่ละช่วงเวลาในเหตุการณ์ฝนต่างๆ สามารถนำมาทำการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของฝนตามพื้นที่และเวลาเพื่อหาตำแหน่ง จำนวนและการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางฝนรวมทั้งช่วงเวลาฝนตก ระยะเวลาฝนตก พื้นที่ฝนตก ความลึกน้ำฝนและปริมาณน้ำฝนในแต่ละเหตุการณ์ได้ นอกจากนี้ได้ทำการสร้างและวิเคราะห์กราฟความสัมพันธ์เช่น ความลึกน้ำฝน - พื้นที่ - ระยะเวลา เป็นต้น

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1) ศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนในแต่ละช่วงเวลาของฝนเหตุการณ์ต่างๆในพื้นที่กรุงเทพมหานคร
- 2) วิเคราะห์ตำแหน่ง จำนวนและการเคลื่อนตัวของจุดศูนย์กลางฝน
- 3) วิเคราะห์ช่วงเวลา ระยะเวลา พื้นที่ ความลึกและปริมาณของน้ำฝน
- 4) วิเคราะห์การกระจายของฝนตามพื้นที่และเวลา

### 1.3 ขอบเขตของการศึกษา

- 1) ศึกษาข้อมูลฝนจากสถานีบันทึกน้ำฝนทั้งแบบธรรมดาและสถานีบันทึกน้ำฝนแบบอัตโนมัติที่ตั้งอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานครซึ่งได้จากหน่วยงานต่างๆ เช่น สำนักงานระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร, กรมอุตุนิยมวิทยาและกรมชลประทาน เป็นต้น โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในปีพ.ศ. 2540 - 2544 โดยแบ่งข้อมูลฝนเป็นรายเหตุการณ์
- 2) เลือกเหตุการณ์ฝนที่มีปริมาณฝนรวมมากกว่า 30 มิลลิเมตรมาใช้ในการศึกษา จำนวน 42 เหตุการณ์
- 3) ใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcView GIS version 3.1 และ โมดูล ArcView Spatial Analyst 1.1
- 4) ใช้แผนที่กรุงเทพมหานครในรูปแบบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งจัดทำโดย กองสารสนเทศภูมิศาสตร์ สำนักนโยบายและแผน กรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2543
- 5) ทำการจัดสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนโดยแบ่งช่วงเวลาเป็นทุกๆ 15 นาที
- 6) คุณลักษณะของฝนที่วิเคราะห์จากแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนได้แก่ ตำแหน่ง จำนวน การเคลื่อนตัวของจุดศูนย์กลางฝน ช่วงเวลา ระยะเวลา พื้นที่ ความลึกและปริมาณน้ำฝน
- 7) กราฟน้ำฝนที่สร้างขึ้นได้แก่ กราฟการกระจายของฝนตามพื้นที่ กราฟการกระจายของฝนตามเวลาเป็นรายสถานีและเฉลี่ยทั่วพื้นที่ และกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความลึกน้ำฝน - พื้นที่ - ระยะเวลา (Depth - Area - Duration Curve)

### 1.4 ขั้นตอนการศึกษา

ในการศึกษานี้ ได้กำหนดเป็นขั้นตอนดังรูปที่ 1.1 ดังนี้

ศึกษารายงานการศึกษาต่างๆที่ผ่านมา

รวบรวมและตรวจสอบข้อมูลฝนที่ได้จากสถานีวัดน้ำฝนต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษา

จัดเตรียมแผนที่กรุงเทพมหานครในรูปแบบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

จัดเตรียมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของสถานีวัดน้ำฝนที่ใช้ในการศึกษา

จัดเตรียมข้อมูลน้ำฝนจากเหตุการณ์ฝนที่คัดเลือกเพื่อใช้ในการศึกษา

จัดสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝน โดย

- 6.1) ปรับข้อมูลน้ำฝนทุกสถานีให้เป็นฝนช่วงสั้นราย 15 นาที
- 6.2) นำเข้าข้อมูลน้ำฝนเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในรูปแบบของไฟล์ข้อมูล \*.dbf

6.3) ทำการคัดเลือกวิธีการประมาณค่าในช่วงปริมาณน้ำฝนและทดสอบวิธีการประมาณค่าในช่วงที่เลือก

6.4) ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จัดสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนทุก 15 นาทีของทุกเหตุการณ์

วิเคราะห์ลักษณะของฝนจากแผนที่เส้นชั้นน้ำฝน

7.1) ตำแหน่ง จำนวนและการเคลื่อนตัวของจุดศูนย์กลางฝน

7.2) ขนาดของฝน โดยแบ่งจำนวนของเหตุการณ์ฝนตามช่วงเวลาฝนตก, ระยะเวลาฝนตก, พื้นที่ฝนตก, ความลึกน้ำฝนเฉลี่ยทั่วพื้นที่และปริมาณน้ำฝน

7.3) การกระจายตัวของฝนตามพื้นที่และเวลา โดยพิจารณาในรูปความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ฝนตกกับความลึกน้ำฝนและพื้นที่ฝนตกกับเวลา เปรอ์เซ็นต์ของความลึกน้ำฝนสะสมเทียบกับเปอร์เซ็นต์ของเวลาเป็นรายสถานีและเฉลี่ยทั่วพื้นที่ และความสัมพันธ์ความลึกน้ำฝน- พื้นที่ - ระยะเวลา (Depth - Area - Duration Curve)

สรุปผลการศึกษา

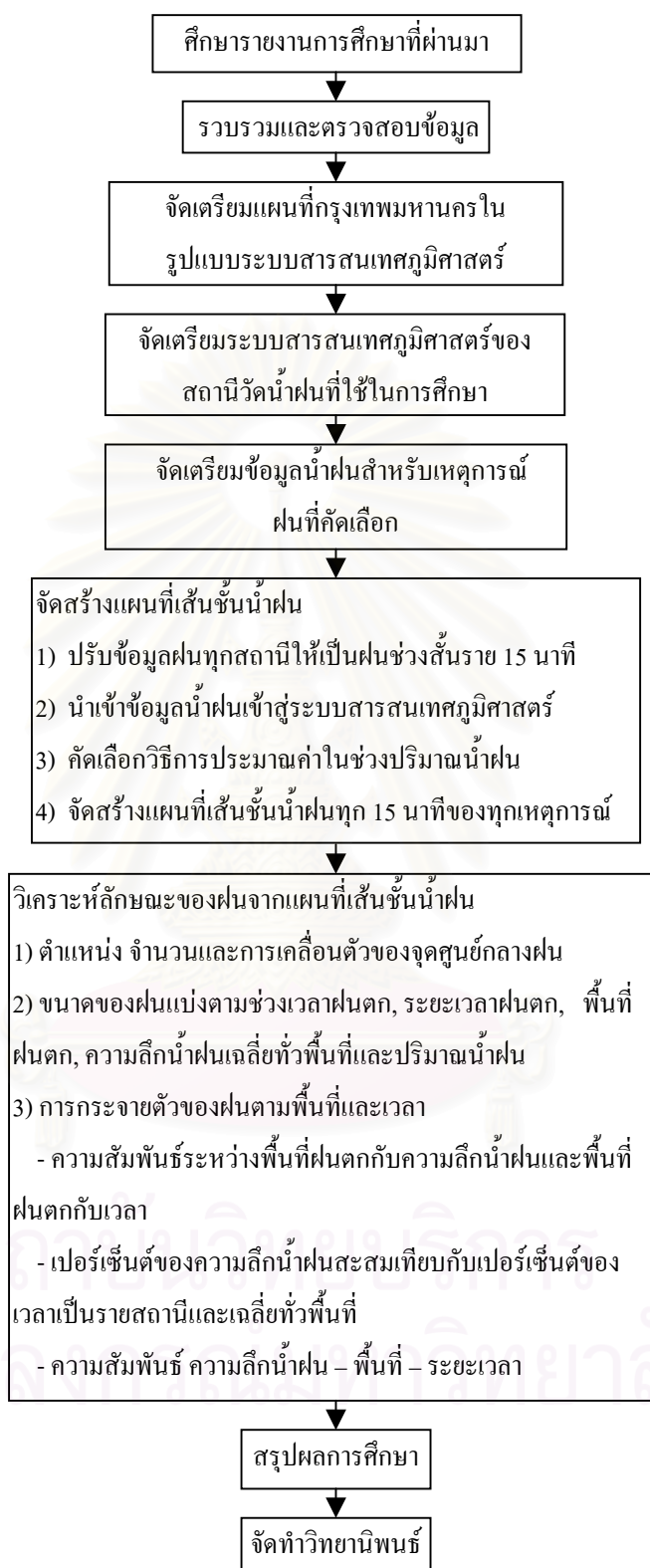
รวบรวมและจัดทำวิทยานิพนธ์

## 1.1 ประโยชน์ที่ได้รับ

- 1) สามารถสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนของเหตุการณ์ฝนที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ณ เวลาจริง ทำให้นำผลไปใช้ในการปฏิบัติการระบายน้ำในพื้นที่ได้อย่างเหมาะสมและทันเหตุการณ์
- 2) ใช้ในการพยากรณ์และเตือนภัยล่วงหน้าถึงสภาพน้ำท่วมที่กำลังจะเกิดขึ้น ณ จุดต่างๆในพื้นที่ ณ เวลาต่างๆ
- 3) เป็นแนวทางในการจัดสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนตลอดจนแผนที่สภาพอุตุนิมวิทยาหรืออุทกวิทยาอื่นๆ บนระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ต่อไป
- 4) เป็นการพัฒนาฐานข้อมูลสถิติลักษณะการกระจายตัวของฝนในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร

## 1.6 คำจำกัดความและหลักการที่ใช้ในการศึกษา

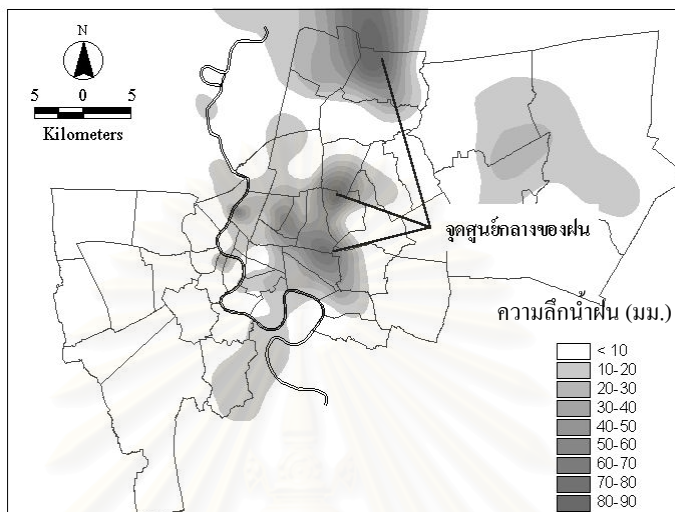
- 1) จุดศูนย์กลางของฝน คือ ตำแหน่งที่เกิดค่าความลึกน้ำฝนมากที่สุดสำหรับช่วงเวลาที่กำหนด โดยพิจารณาจากแผนที่เส้นชั้นน้ำฝน เหตุการณ์ฝนแต่ละเหตุการณ์นั้นอาจมีจุดศูนย์กลางอยู่หลายแห่งกระจายอยู่ในตำแหน่งต่างๆของพื้นที่ ในการศึกษาี้เลือกพิจารณาจุดศูนย์กลางหลักของฝนที่มีความลึกน้ำฝนมากที่สุด ส่วนจุดศูนย์กลางแห่งอื่นจะพิจารณาจากความลึกน้ำฝนที่มีปริมาณ



รูปที่ 1.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการศึกษา



ใกล้เคียงหรือไม่น้อยกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของความลึกน้ำฝน ณ จุดศูนย์กลางหลัก ตัวอย่างของจุดศูนย์กลางของฝนแสดงดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 ตำแหน่งของจุดศูนย์กลางฝน

- 2) การเคลื่อนตัวของฝน คือ การเปลี่ยนตำแหน่งของจุดศูนย์กลางหลักของฝนลูกเดียวกันในแต่ละช่วงเวลา
- 3) รูปแบบของการเคลื่อนตัวของฝน คือ รูปแบบของเส้นทางการเคลื่อนตัวของฝน แบ่งเป็น 4 รูปแบบ คือ I(เส้นตรง) C S และ M
- 4) ช่วงเวลาของฝน คือ ช่วงเวลาที่ฝนเริ่มตกจนถึงฝนหยุดตก มีหน่วยเป็นนาฬิกา(น.) เช่น 7.00-8.00 น. เป็นต้น
- 5) ระยะเวลาของฝน คือ ระยะเวลาที่ฝนเริ่มตกจนถึงฝนหยุดตก มีหน่วยเป็นชั่วโมง เช่น 1 ชั่วโมง เป็นต้น
- 6) การกระจายของฝนตามพื้นที่ คือ การแผ่กระจายของฝนซึ่งครอบคลุมพื้นที่ขนาดต่างๆ ในพื้นที่ศึกษา ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละช่วงเวลา
- 7) การกระจายของฝนตามเวลา คือ การเปลี่ยนแปลงค่าความลึกน้ำฝนในแต่ละช่วงเวลาของเหตุการณ์ฝน โดยพิจารณาในรูปของค่าเปอร์เซ็นต์ของความลึกน้ำฝนสะสมเทียบกับเปอร์เซ็นต์ของเวลาเป็นรายสถานีและเฉลี่ยทั่วพื้นที่
- 8) หลักการประมาณค่าข้อมูลน้ำฝนราย 15 นาทีจากข้อมูลฝนรายวัน ใช้แนวคิดที่ว่า สถานีวัดน้ำฝนที่อยู่ใกล้เคียงกันจะมีการกระจายของฝนในลักษณะเดียวกัน นั่นคือ การกระจายของฝนราย 15 นาทีของสถานีวัดน้ำฝนแบบธรรมดาควรมีลักษณะเดียวกันกับการกระจายของฝนราย 15

นาทิจของสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติที่อยู่ใกล้เคียงกัน

สำหรับจำนวนของสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติที่อยู่ใกล้เคียงสถานีวัดน้ำฝนแบบธรรมดาที่นำมาใช้ในการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนราย 15 นาทีจากข้อมูลน้ำฝนรายวันมีหลักเกณฑ์ดังนี้

8.1) เมื่อมีสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติที่อยู่ใกล้เคียงกับสถานีวัดน้ำฝนแบบธรรมดาเพียง 1 สถานี จะใช้รูปแบบฝนของสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัตินั้น โดยมีรูปแบบของการประมาณค่า ดังนี้

$$P_{B,15\min} = \frac{P_{B,day}}{P_{A,day}} \times P_{A,15\min} \quad (1-1)$$

เมื่อ  $P_{B,15\min}$  = ค่าความลึกน้ำฝนราย 15 นาทีของสถานีวัดน้ำฝนแบบธรรมดา B  
 $P_{B,day}$  = ค่าความลึกน้ำฝนรายวันของสถานีวัดน้ำฝนแบบธรรมดา B  
 $P_{A,15\min}$  = ค่าความลึกน้ำฝนราย 15 นาทีของสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติ A  
 $P_{A,day}$  = ค่าความลึกน้ำฝนรายวันของสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติ A

8.2) เมื่อมีสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติที่อยู่ใกล้เคียงกับสถานีวัดน้ำฝนแบบธรรมดามากกว่า 1 สถานี และแต่ละสถานีอยู่ภายในรัศมีไม่เกิน 2 เท่าของระยะทางระหว่างสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติที่ใกล้ที่สุดกับสถานีวัดน้ำฝนแบบธรรมดา จะใช้สถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติเหล่านั้น ในการหารูปแบบเฉลี่ยของกราฟน้ำฝนราย 15 นาทีสำหรับสถานีวัดน้ำฝนแบบธรรมดา โดยมีขั้นตอน ดังนี้

8.2.1) ทำการคำนวณหาค่าอัตราส่วนระหว่างข้อมูลความลึกน้ำฝนราย 15 นาทีกับข้อมูลความลึกน้ำฝนรายวันของสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติทุกสถานีโดยรอบ ( $R_A$ ) ดังสมการ

$$R_A = \frac{P_{A,15\min}}{P_{A,day}} \quad (1-2)$$

8.2.2) หาค่าอัตราส่วนเฉลี่ยสำหรับสถานีวัดน้ำฝนแบบธรรมดา โดยใช้ค่าอัตราส่วน ( $R_A$ ) ของสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติทุกสถานีโดยรอบทำการประมาณค่าอัตราส่วนเฉลี่ย ( $R_{av}$ ) สำหรับสถานีวัดน้ำฝนแบบธรรมดา โดยวิธีการประมาณค่าในช่วง Inverse Distance Weighted (IDW)

8.2.3) คูณค่าอัตราส่วนเฉลี่ย ( $R_{av}$ ) เข้ากับข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันของสถานีวัดน้ำฝนแบบธรรมดาจะได้เป็นค่าความลึกน้ำฝนราย 15 นาทีของสถานีวัดน้ำฝนแบบธรรมดา ดังสมการ

$$P_{B,15\min} = R_{av} \times P_{B,day} \quad (1-3)$$



## บทที่ 2 การศึกษาที่ผ่านมา

### 2.1 การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษาฝนในประเทศไทย

จุไรพร แก้วทิพย์ (2541) ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าในช่วง 3 วิธีคือ Thiessen polygon, Inverse Distance Weighted (IDW) และ Kriging เพื่อใช้ในการสร้างเป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ของปริมาณน้ำฝนเพื่อใช้ในแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช โดย 2 วิธีแรกใช้ชุดคำสั่งของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อประมาณค่าและแสดงผล สำหรับวิธี Kriging ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและประมาณค่าในโปรแกรมสถิติเชิงพื้นที่ splus แล้วนำมาแสดงผลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จากการศึกษาพบว่า วิธี Kriging ให้ค่าความคลาดเคลื่อนในรูปของค่าสถิติ Root Mean Square Error (RMSE) ต่ำกว่าวิธีอื่น

เมธิ เอกะสิงห์และจุไรพร แก้วทิพย์ (2543) ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าในช่วง 2 วิธีคือ Kriging และ Thin Plate Spline เพื่อทำการสร้างเป็นแผนที่เขตภูมิอากาศจากข้อมูลภูมิอากาศรายเดือนคือ ฝน, อุณหภูมิ และรังสีอาทิตย์ ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อใช้ในการวางแผนการเพาะปลูกและเป็นข้อมูลนำเข้าในแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช โดยวิธี Kriging ทำการวิเคราะห์ในลักษณะเดียวกับการศึกษาของจุไรพร(2541) ส่วนวิธี Thin Plate Spline ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและประมาณค่าในโปรแกรม ANUSPLIN และ ANUCLIM แล้วนำมาแสดงผลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จากการศึกษาพบว่าวิธี Thin Plate Spline ซึ่งใช้ค่าความสูงของพื้นที่ร่วมกับข้อมูลภูมิอากาศ ให้ค่าความคลาดเคลื่อนในรูปของค่าสถิติ Root Mean Square Error (RMSE) ต่ำกว่าการประมาณค่าโดยวิธี Kriging

รัศมี สุวรรณวีระกำจร (2543) ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ILWIS ทำการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าในช่วงข้อมูลน้ำฝน 5 วิธีคือ Thiessen Polygon, Inverse Distance Weighted (IDW), moving surface, Trend Surface และ Kriging โดยใช้พื้นที่บริเวณลุ่มน้ำเชิง จากการศึกษาพบว่า วิธี Inverse Distance Weighted (IDW) เหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่มีการกระจายของสถานีวัดน้ำฝนไม่ดีและมีพื้นที่ค่อนข้างใหญ่เพราะใช้เวลาในการคำนวณไม่มากและให้รูปแบบน้ำฝนเชิงพื้นที่ที่มีเส้นชั้นน้ำฝนต่อเนื่อง

สิริพร กมลธรรม (2543) ทำการวิเคราะห์รูปแบบของน้ำฝนเชิงพื้นที่และเวลาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่(moving average) แบบลดลงเชิงเส้น (linear decrease) ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ PAMAP Version 4.0 ทำการประมาณค่าเส้นชั้นน้ำฝนเฉลี่ยรายปีให้เป็นพื้นผิวต่อเนื่อง จากการศึกษาพบว่า ภูมิภาคนี้มีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ไปสู่ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และพื้นที่ด้านตะวันตกและตอนกลางของภูมิภาคประสบปัญหาฝนทิ้งช่วงยาวนานกว่าพื้นที่อื่น โดยเหตุการณ์นี้มักจะเกิดในช่วงครึ่งหลังของเดือนมิถุนายนและครึ่งหลังของเดือนกันยายน ข้อมูลการกระจายน้ำฝนเชิงพื้นที่และเวลาทั้งหมดสามารถนำไปใช้ประกอบการวางแผนช่วงเวลาที่เหมาะสมในการปลูกพืช นอกจากนี้ได้จัดทำฐานข้อมูลปริมาณน้ำฝนตลอดจนจำนวนวันฝนทิ้งช่วงซึ่งสามารถนำไปใช้ในการวางแผนการใช้น้ำในภูมิภาค

เกรียงไกร บุญเติม (2545) ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ศึกษาลักษณะฝนบนภูเขาใน ลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับระดับความสูง จากการศึกษาพบว่า ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย, จำนวนครั้งที่ฝนตก และช่วงเวลาที่ฝนตกเพิ่มขึ้นตามระดับความสูง ส่วนความเข้มของฝนไม่มีความสัมพันธ์กับระดับความสูง

## 2.2 การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษาฝนในต่างประเทศ

Tang, Shindo และ Machida (1995) ทำการศึกษาการกระจายฝนในMiyake Island ประเทศญี่ปุ่น โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการคำนวณหาปริมาณฝนในบริเวณที่มีระดับความสูงที่แตกต่างกันพบว่า ลักษณะภูมิประเทศมีผลกระทบต่อปริมาณฝนค่อนข้างสูง โดยที่ระดับความสูงเดียวกันจะสามารถคำนวณปริมาณฝนได้ไม่เท่ากัน

Vieux และ Farajalla (1996) ทำการศึกษาการกระจายฝนตามพื้นที่และเวลาเพื่อทำการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมใน Blue basin, Oklahoma โดยใช้ข้อมูลจากเรดาร์ WSR-88D โดยทำการส่งผ่านข้อมูลเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GRASS GIS เพื่อสร้างแผนที่ปริมาณน้ำฝน และใช้แบบจำลองอุทกวิทยาในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คำนวณปริมาณน้ำท่าที่เกิดจากพายุฝนที่ทำการศึกษา

Hargrove (1997) ทำการศึกษาการกระจายฝนในประเทศสวีเดน โดยใช่วิธี regularized spline with tension ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GRASS GIS ในการคำนวณเส้นชั้นน้ำฝนโดยทำการเปรียบเทียบระหว่างการคำนวณแบบไม่คำนึงถึงระดับความสูงกับการคำนวณโดย

คำนึงถึงระดับความสูงของพื้นที่พบว่าผลการคำนวณทั้งสองแบบให้ผลที่คล้ายคลึงกัน โดยสามารถคำนวณรูปแบบการกระจายของฝนได้ดีและสามารถคำนวณตำแหน่งของฝนสูงสุดและต่ำสุดได้อย่างถูกต้อง

Ball และ Luk (1998) ทำการศึกษาเปรียบเทียบแบบจำลองที่ใช้ในการจำลองรูปแบบการกระจายของฝนซึ่งมีอยู่ใน Arc/Info GIS คือ Theissen Polygons, Inverse Distance Weights (IDW), Kriging, Polynomial surfaces และ Spline surfaces พบว่า Spline surfaces ให้ผลการคำนวณที่ถูกต้องมากที่สุด ในขณะที่วิธี Theissen Polygons ให้ผลการคำนวณที่ถูกต้องน้อยที่สุด

Lynch (1998) ทำการศึกษาวีธีในการแปลงจุดข้อมูลปริมาณฝนรายวันใน South Africa ให้เป็นพื้นผิวต่อเนื่องโดยใช้แบบจำลองที่มีอยู่ใน Arc/Info GIS คือ Inverse Distance Weighting method (IDW), Schäfer daily rainfall estimation method, Multiple regression method, Spline interpolation method และ Kriging interpolation method จากการศึกษาพบว่า Inverse Distance Weighting method (IDW) เหมาะสมในกรณีที่ปริมาณฝนรายวันสูงสุดเกิดขึ้นในกลุ่มจุดข้อมูล Schäfer daily rainfall estimation method เหมาะสมเมื่อค่าปริมาณฝนสูงสุดไม่เกิดขึ้นในกลุ่มจุดข้อมูล Multiple regression method และ Spline interpolation method ไม่เหมาะสมสำหรับการประมาณปริมาณฝนรายวันเนื่องจากให้ค่าที่สูงหรือต่ำมากจนเกินไป และ Kriging interpolation method ให้ ค่า semi-variogram ที่สูงมากซึ่งให้ค่าการประมาณที่ไม่ดีนัก

Hartkamp และคณะ (1999) ได้ทำการศึกษาวีธีการสำหรับประมาณค่าข้อมูลภูมิอากาศรายเดือนซึ่งครอบคลุมพื้นที่ 20,000 ตารางกิโลเมตร ในรัฐ Jalisco ประเทศเม็กซิโก โดยทำการเปรียบเทียบวีธีการประมาณค่าในช่วง 3 วีธี คือ Inverse Distance Weighted Averaging (IDWA), thin plate smoothing splines และ co-kriging ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcView GIS โดยพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อน สมมติฐานของแต่ละวีธีและความง่ายในการคำนวณ ได้เสนอว่า วีธี thin plate smoothing splines มีความเหมาะสมมากกว่าวีธีอื่น

Henkel (1999) ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการประเมินความถูกต้องของข้อมูลปริมาณฝนที่ได้ จาก NEXRAD radar ในแคลิฟอร์เนีย โดยทำการเปรียบเทียบปริมาณฝนที่คำนวณได้จากข้อมูลเรดาร์และปริมาณฝนที่ได้จากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน ซึ่งถูกสร้างเป็นแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนโดยใช้วีธีประมาณค่าในช่วง Inverse Distance Weighting และ ordinary kriging พบว่า

ปริมาณฝนที่คำนวณได้จากเรดาร์มีค่าน้อยกว่าปริมาณฝนที่ได้จากสถานีวัดน้ำฝนและปริมาณฝนที่คำนวณได้จากวิธีประมาณค่าในช่วงทั้งสองข้างต้นให้ผลการคำนวณที่ไม่แตกต่างกันมากนัก

Tsanis และ Gad (2001) ได้พัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ Arc/Info สำหรับวิเคราะห์ลักษณะการกระจายตัวของพายุฝน โดยใช้ข้อมูลจากสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ Hamilton-Wentworth เมือง Ontario ประเทศแคนาดา โดยใช้วิธีการประมาณค่าในช่วง 3 วิธี คือ Spline, Inverse distance weighted และ Kriging จากผลการศึกษาที่ได้จะทำให้สามารถมองเห็นถึงลักษณะการกระจายของฝนในพื้นที่และสามารถวิเคราะห์ลักษณะของพายุฝนได้ในหลายด้านเช่น ทิศทางและความเร็วการเคลื่อนตัว

### 2.3 เกณฑ์กำหนดความหนาแน่นของสถานีวัดน้ำฝน

World Meteorological Organization (1969) ได้แนะนำความหนาแน่นน้อยที่สุดของโครงข่ายสถานีวัดน้ำฝนที่ยอมรับได้สำหรับการเก็บข้อมูลเพื่อวัตถุประสงค์ทางอุทกวิทยาไว้ดังนี้

1. ในพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบแถบเมดิเตอร์เรเนียนหรือแถบโซนร้อน ความหนาแน่นของเครื่องมือวัดน้ำฝนประมาณ 600 ถึง 900 ตารางกิโลเมตรต่อสถานี
2. ในพื้นที่ที่เป็นหุบเขาแถบเมดิเตอร์เรเนียนหรือแถบโซนร้อน ความหนาแน่นของเครื่องมือวัดน้ำฝนประมาณ 100 ถึง 250 ตารางกิโลเมตรต่อสถานี
3. ในพื้นที่บริเวณเกาะเล็กๆและเต็มไปด้วยภูเขา มีสภาพฝนตกไม่สม่ำเสมอและไม่แน่นอน ความหนาแน่นของเครื่องมือวัดน้ำฝนประมาณ 25 ตารางกิโลเมตรต่อสถานี
4. ในพื้นที่ค่อนข้างแห้งแล้งและแถบขั้วโลก ความหนาแน่นของเครื่องมือวัดน้ำฝนประมาณ 1,500 ถึง 10,000 ตารางกิโลเมตรต่อสถานี

Schaake (2000) ทำการศึกษาเกณฑ์ในการคัดเลือกกลุ่มน้ำสำหรับใช้กับแบบจำลองอุทกศาสตร์ ในประเทศสหรัฐอเมริกา เสนอว่า จำนวนของสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการใช้ข้อมูล โดยในการศึกษาสมมติว่า ต้องการนำข้อมูลไปใช้สำหรับคำนวณหาปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย และใช้สมการของ Schaake (1981) ทำการคำนวณหาจำนวนสถานีวัดน้ำฝนสำหรับแต่ละลุ่มน้ำในพื้นที่ศึกษา มีรูปแบบสมการดังนี้

$$N = 0.6 A^{0.3}$$

เมื่อ  $N$  = จำนวนสถานีวัดน้ำฝนสำหรับพื้นที่ศึกษา

$A$  = ขนาดของพื้นที่ศึกษา ควรอยู่ในช่วง 200 - 20,000 ตารางกิโลเมตร

## 2.4 สรุปสาระการศึกษาที่ผ่านมา

จากการศึกษาที่ผ่านมา ทั้งในประเทศและต่างประเทศพบว่า มีการศึกษาลักษณะการกระจายของฝน โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กันมาก ซึ่งระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นโปรแกรมพื้นฐานในการเก็บข้อมูล วิเคราะห์ และแสดงผลเป็นแผนที่ได้ ทำให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ถึงลักษณะปรากฏการณ์ของเหตุการณ์ฝน ลักษณะของการศึกษานอกจากจะใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จัดสร้างเป็นแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนเพื่อวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของฝนในลักษณะต่างๆและจัดทำเป็นฐานข้อมูลน้ำฝนแล้ว ยังมีการศึกษาหาวิธีการประมาณค่าในช่วงข้อมูลน้ำฝนที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด เนื่องจากความถูกต้องเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากในการปฏิบัติงานในด้านต่างๆ โดยเฉพาะทางด้านแหล่งน้ำ สำหรับการศึกษาในประเทศไทยจะเห็นว่า ยังไม่มีการศึกษาถึงลักษณะเคลื่อนตัวของฝน ในการศึกษา นี้ มีการสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของเหตุการณ์ฝนจำนวน 42 เหตุการณ์ซึ่งจะทำให้เห็นถึงลักษณะการกระจายและการเคลื่อนตัวของฝนในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละเหตุการณ์ได้

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 3

### พื้นที่ศึกษา

#### 3.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

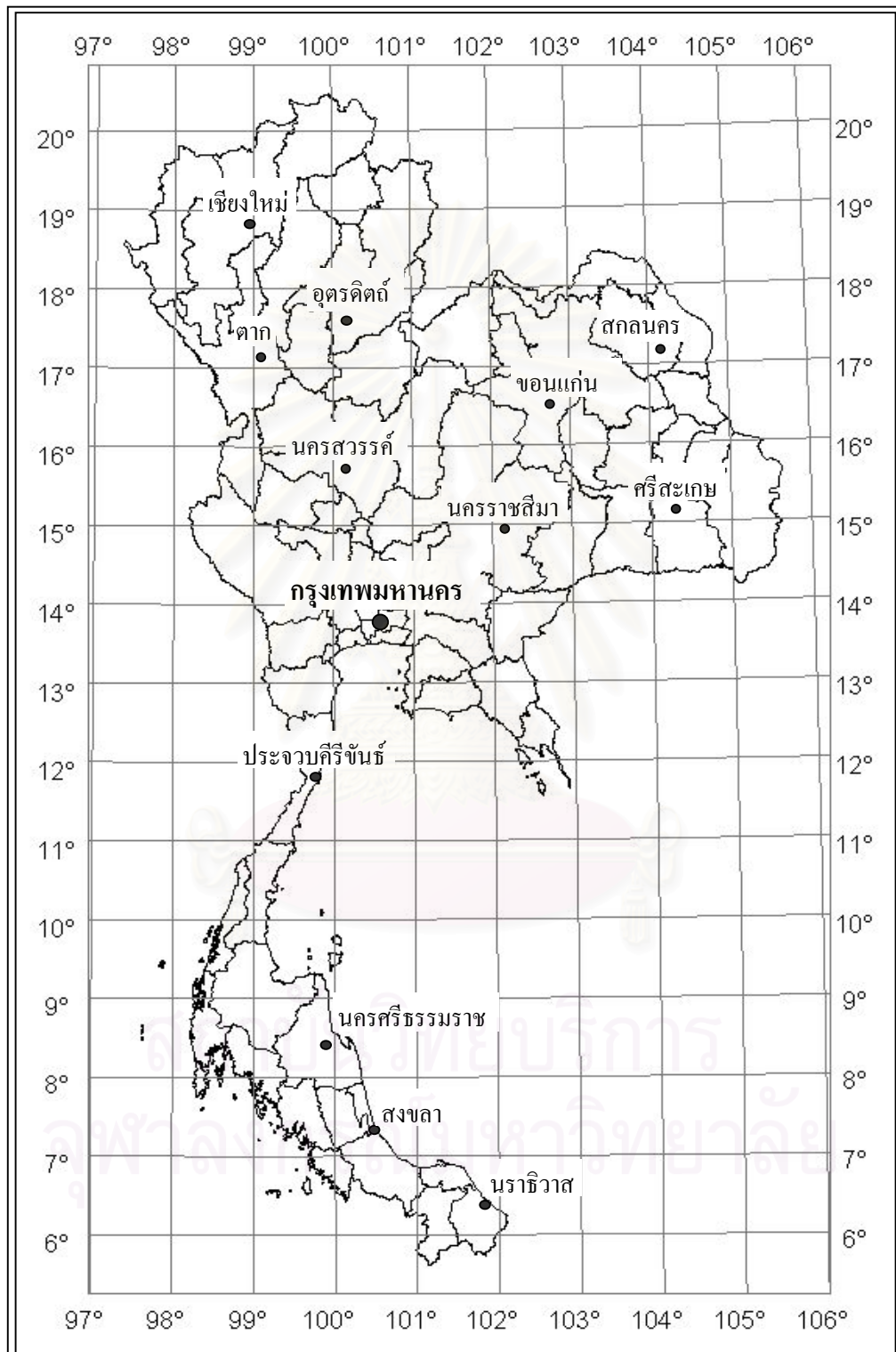
กรุงเทพมหานคร ตั้งอยู่ทางตอนล่างของภาคกลางของประเทศไทย ที่ละติจูด 13 องศา 44 ลิปดาเหนือและลองจิจูด 100 องศา 34 ลิปดาตะวันออก ดังแสดงในรูปที่ 3.1 ตั้งอยู่เหนือปากอ่าวไทยประมาณ 25 กิโลเมตร มีแม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่านกลาง แบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ฝั่งคือ ฝั่งพระนคร และฝั่งธนบุรี รวมแล้วมีพื้นที่ประมาณ 1,570 ตารางกิโลเมตร โดยแบ่งออกเป็น 50 เขต ดังแสดงในรูปที่ 3.2 จำนวนประชากรในพื้นที่ประมาณ 5.78 ล้านคนและมีความหนาแน่นของประชากร 3,686 คนต่อตารางกิโลเมตร (ข้อมูลปี พ.ศ. 2545 จากสำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง) โดยมีอาณาเขตติดต่อบริเวณใกล้เคียงดังนี้คือ

ทิศเหนือ	ติดต่อกับจังหวัดนนทบุรีและจังหวัดปทุมธานี
ทิศใต้	ติดต่อกับจังหวัดสมุทรปราการและอ่าวไทย
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับจังหวัดฉะเชิงเทรา
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับจังหวัดนครปฐมและจังหวัดสมุทรสาคร

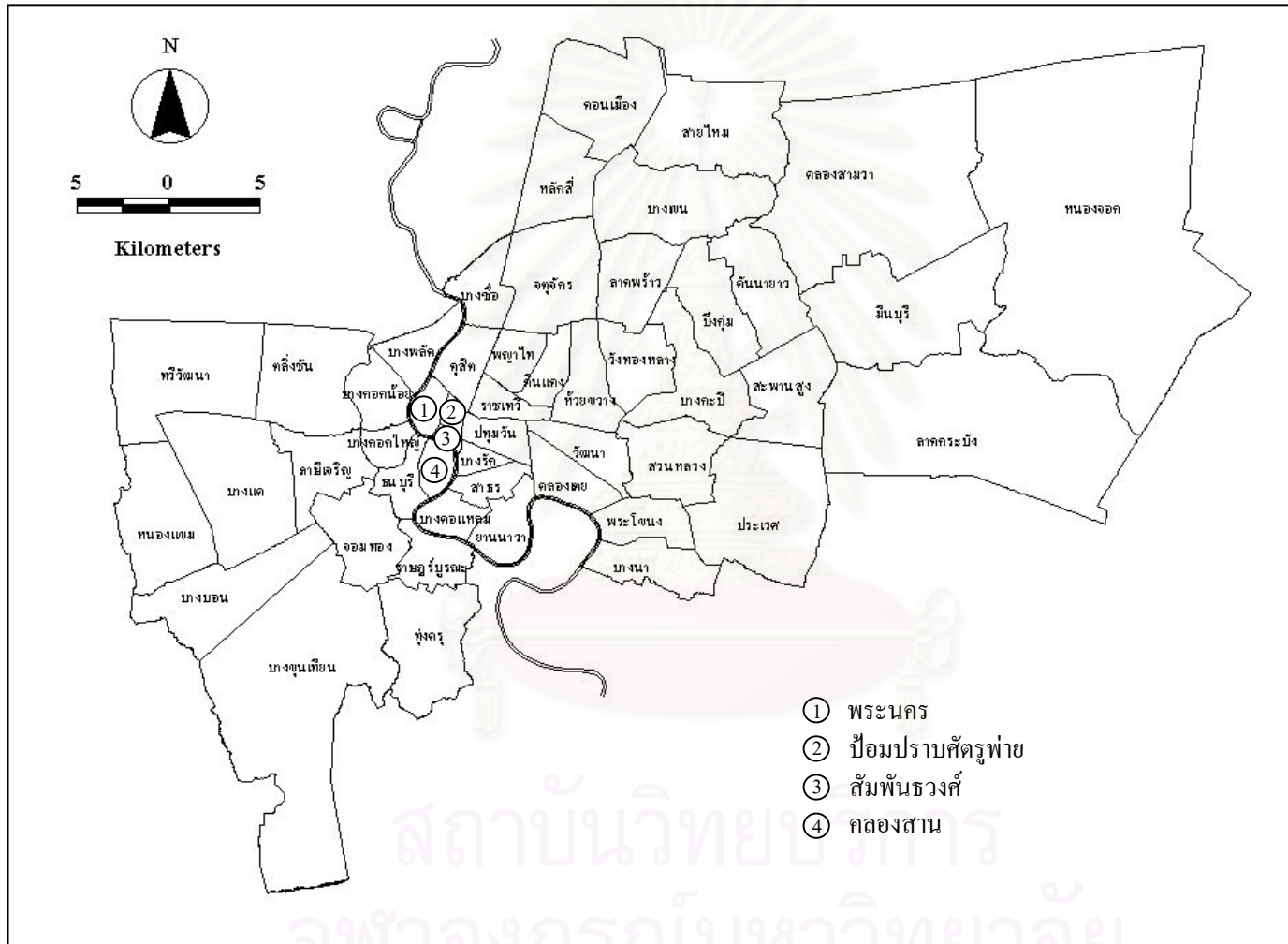
#### 3.2 สภาพภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศของกรุงเทพมหานครส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่ม โดยตั้งอยู่ในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง มีแม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่านกลางตัวเมืองสู่อ่าวไทย และมีลำคลองใหญ่น้อยหลายสายกระจายอยู่ในส่วนต่างๆของพื้นที่ ระดับพื้นดินเฉลี่ยอยู่สูงจากระดับน้ำทะเล 2 เมตร ลักษณะดินเป็นดินอ่อนเนื่องจากเป็นดินตะกอนปากแม่น้ำ พื้นที่บางส่วนมีการทรุดตัวของแผ่นดินเนื่องจากที่ผ่านมามีการสูบน้ำใต้ดินมาใช้มากเกินไปทำให้บางพื้นที่มีระดับพื้นดินต่ำกว่าระดับน้ำทะเลปานกลาง มีลักษณะเป็นแอ่งกระทะ ทำให้มีปัญหาหาน้ำท่วมขังและการระบายน้ำไม่ทัน





รูปที่ 3.1 ที่ตั้งกรุงเทพมหานครในประเทศไทย



รูปที่ 3.2 การแบ่งเขตในกรุงเทพมหานครทั้งหมด 50 เขต



### 3.3 สภาพภูมิอากาศ

กรุงเทพมหานครอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุม มีสภาพอากาศเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงฤดูกาล ซึ่งขึ้นอยู่กับกระแสลมที่พัดผ่านในพื้นที่ดังนี้

1. ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เริ่มพัดผ่านกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาว ลมนี้มีกำเนิดจากประเทศจีนมีไอน้ำน้อยและมีความหนาวเย็น เมื่อพัดผ่านประเทศไทย ทำให้อุณหภูมิลดลงและท้องฟ้าโปร่งเป็นส่วนมาก

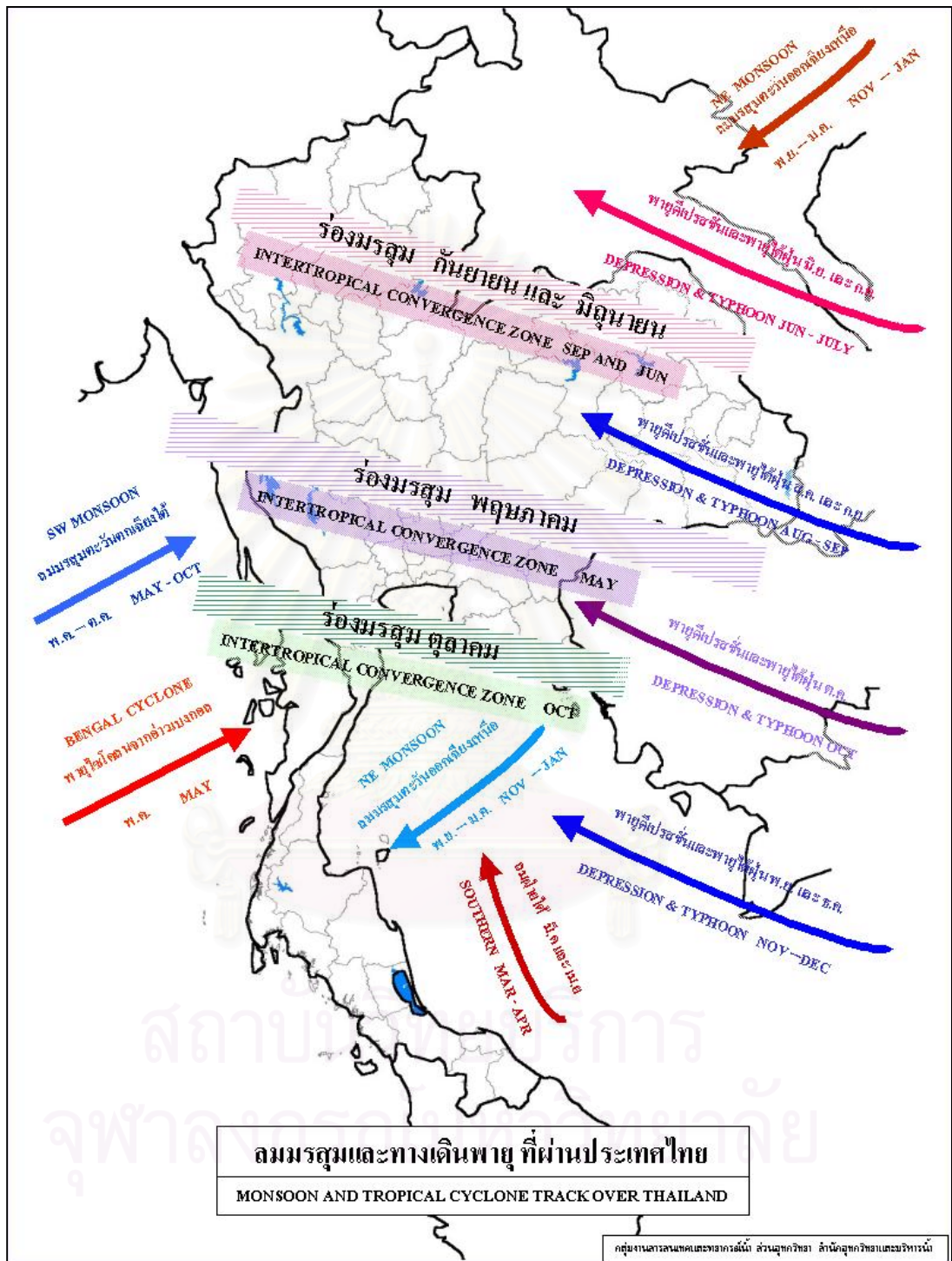
2. ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เริ่มพัดตั้งแต่มิถุนายนถึงปลายเดือนกันยายนซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน ลมนี้ได้พัดพาเอาไอน้ำและความชุ่มชื้นจากมหาสมุทรอินเดีย ทำให้มีฝนตกในพื้นที่โดยทั่วไป

ช่วงระหว่างกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคมเป็นช่วงฤดูร้อน ในระยะนี้เป็นช่วงว่างของฤดูมรสุม จะมีหย่อมความกดอากาศต่ำเนื่องจากความร้อนปกคลุมประเทศไทยตอนบนและลมที่พัดปกคลุมบริเวณดังกล่าวเป็นลมใต้และตะวันออกเฉียงใต้ ทำให้มีอากาศร้อนอบอ้าวทั่วไป โดยมีอากาศร้อนที่สุดในเดือนเมษายน ทิศทางลมมรสุมและทางเดินพายุที่พัดผ่านประเทศไทยในเดือนต่างๆแสดงในรูปที่ 3.3

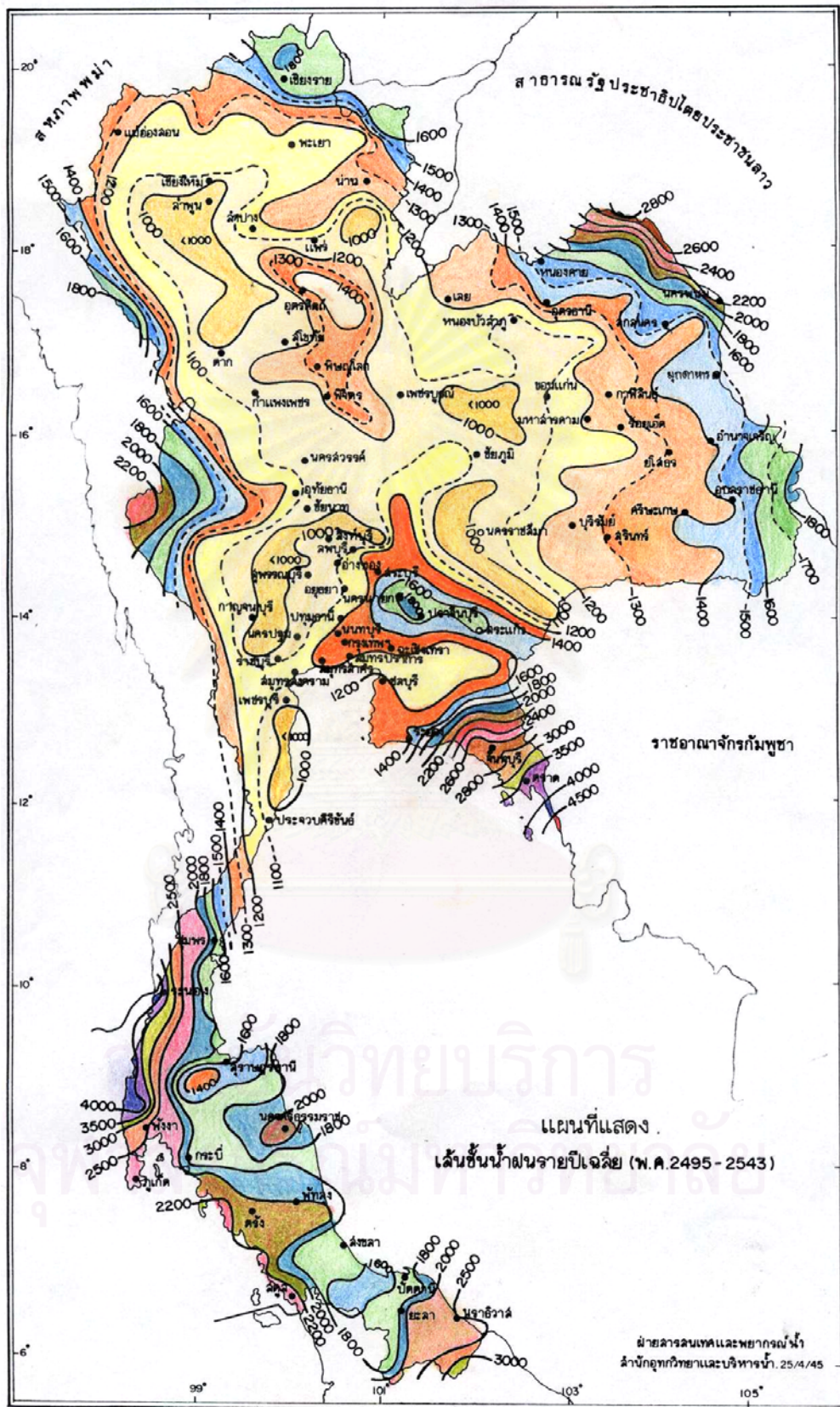
กรุงเทพมหานครอยู่บริเวณภาคกลางตอนล่าง มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึง พืชพรรณปกคลุมดินไม่มากนัก เนื่องจากปัจจุบันการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เปลี่ยนไปเป็นสิ่งก่อสร้างขนาดใหญ่แทนพื้นที่เกษตรกรรม จึงมีอุณหภูมิค่อนข้างสูงและอากาศร้อนอบอ้าวมากในฤดูร้อน ส่วนในฤดูหนาวไม่หนาวจัดมากนัก มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 28 องศาเซลเซียส ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย 1487 มิลลิเมตร (ข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยาในช่วงปี พ.ศ. 2509 - 2538)

ประเทศไทยมีปริมาณฝนเฉลี่ยแตกต่างกันในแต่ละภาค รายละเอียดของปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยในช่วงปีพ.ศ. 2495 - 2543 ในรูปแบบเส้นชั้นความถี่น้ำฝนรายปีเฉลี่ยของประเทศไทยแสดงในรูปที่ 3.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.3 ทิศทางลมมรสุมและทางเดินพายุที่พัดผ่านประเทศไทย  
ที่มา : กรมชลประทาน



รูปที่ 3.4 เส้นชั้นความลึกน้ำฝนรายปีเฉลี่ยของประเทศไทย ช่วงปี พ.ศ. 2495-2543  
ที่มา : กรมชลประทาน



## บทที่ 4

### ข้อมูลและการตรวจสอบข้อมูล

#### 4.1 ข้อมูลฝนที่ใช้ศึกษา

ในพื้นที่กรุงเทพมหานครมีสถานีวัดน้ำฝนทั้งแบบธรรมดาและแบบอัตโนมัติกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ โดยการเก็บรวบรวมและบันทึกข้อมูลไว้โดยหน่วยงานต่างๆ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทานและสำนักการระบายน้ำกรุงเทพมหานคร ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะเป็นสถานีวัดน้ำฝนแบบธรรมดา อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบัน ได้มีการรับข้อมูลฝนช่วงสั้นของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเช่น สำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร ได้มีการรับข้อมูลที่ส่งมาจากสถานีวัดแบบอัตโนมัติเข้าสู่ศูนย์กลางซึ่งมีช่วงเวลาเป็นทุกๆ 15 นาที ทำให้สามารถเห็นถึงลักษณะการตกของฝนในเวลาจริงได้ รายชื่อและตำแหน่งที่ตั้งของสถานีวัดน้ำฝนต่างๆที่ใช้ในการศึกษา แสดงในตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1 โดยสถานีวัดน้ำฝนในลำดับที่ 1- 64 เป็นสถานีวัดน้ำฝนแบบกึ่งอัตโนมัติมีการจัดเก็บข้อมูลเป็นรายวัน สถานีวัดน้ำฝนลำดับที่ 65 - 117 เป็นสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติในระบบโทรมาตร คือ มีข้อมูลน้ำฝนราย 15 นาทีของทุกเหตุการณ์ และสถานีวัดน้ำฝนลำดับที่ 118 - 120 เป็นสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติโดยมีข้อมูลเป็นแบบกราฟน้ำฝน และสถานีลำดับที่ 121- 215 จะเป็นสถานีวัดน้ำฝนแบบธรรมดาซึ่งจะอ่านข้อมูลเป็นรายวันทั้งหมด

#### 4.2 การตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลฝน

การเปลี่ยนแปลงสถานี ที่ตั้งเครื่องวัดสภาพแวดล้อม เครื่องวัดและวิธีการเก็บข้อมูลอาจทำให้ข้อมูลฝนไม่มีความคงตัวคือไม่อยู่บนพื้นฐานเดียวกันของการวัดข้อมูล ดังนั้นในขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลฝน ก่อนที่จะนำข้อมูลฝนไปใช้จะต้องมีการตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลเหล่านั้นเสียก่อน วิธีการที่ใช้ในการตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลคือ วิธี Double mass analysis

Double mass analysis เป็นวิธีการตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลฝนโดยการเปรียบเทียบค่าสะสมของปริมาณน้ำฝนรายปีของสถานีที่จะตรวจสอบกับค่าสะสมเฉลี่ยของสถานีต่างๆที่ตั้งอยู่รอบๆ การเปรียบเทียบกระทำโดยพล็อตค่าสะสมของปริมาณน้ำฝนรายปีของสถานีที่ต้องการจะตรวจสอบกับค่าเฉลี่ยของค่าสะสมปริมาณน้ำฝนรายปีจากสถานีต่างๆบนกระดาษกราฟ หากข้อมูลมีความคงตัว กราฟที่ลงจุดไว้จะเป็นเส้นตรงมีความลาดเทเดียวกัน

จากการตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลฝนเป็นรายสถานี ผลการตรวจสอบพบว่า ในช่วงเวลาที่ศึกษาคือ พ.ศ.2540 - 2544 ลักษณะของเส้นกราฟของทุกสถานีมีความลาดเทในแนวเดียว

กัน ดังแสดงในรูปที่ ก-1 ในภาคผนวก ก จึงสรุปได้ว่า ข้อมูลในช่วงเวลาศึกษาของทุกสถานียังมีความคงตัว ทำให้สามารถนำข้อมูลไปใช้วิเคราะห์ต่อไปได้โดยไม่ต้องมีการปรับแก้

#### 4.3 ความหนาแน่นของสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ศึกษา

จากรูปที่ 4.1 จะเห็นว่า มีจำนวนสถานีวัดน้ำฝนตั้งอยู่ในพื้นที่ศึกษาเป็นจำนวนมาก เมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นของสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ศึกษากับเกณฑ์กำหนดความหนาแน่นของสถานีวัดน้ำฝนจาก World Meteorological Organization ,WMO (1969) และสมการของ Schaake (1981) จะได้ดังตารางที่ 4.2 จะเห็นว่า ความหนาแน่นของสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ศึกษามีความหนาแน่นมากกว่าเกณฑ์กำหนดความหนาแน่นของสถานีวัดน้ำฝนของ WMO และ Schaake ถึงประมาณ 76 - 99 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาครั้งนี้ จะเลือกใช้สถานีวัดน้ำฝนทั้งหมดมาใช้ในการศึกษา ทั้งนี้เพื่อให้ได้แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และสามารถนำแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ในลักษณะต่างๆที่มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

#### 4.4 การคัดเลือกเหตุการณ์ฝนที่ใช้ในการศึกษา

เนื่องจากเหตุการณ์ฝนที่เกิดขึ้นในกรุงเทพมหานครในระหว่างช่วงปี พ.ศ.2540 - 2544 มีอยู่เป็นจำนวนประมาณ 140 เหตุการณ์ และในการศึกษานี้ต้องการศึกษาลักษณะของเหตุการณ์ที่มีปริมาณฝนมากหรือพายุฝน ดังนั้นจึงได้กำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกเหตุการณ์ฝนดังนี้

- ฝนรายวันที่มีปริมาณฝนมากกว่า 35 มิลลิเมตรซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ฝนตกหนักถึงหนักมากและ ฝนรายเหตุการณ์ที่มีปริมาณฝนตั้งแต่ 30 มิลลิเมตรขึ้นไป
- เลือกสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติแต่ละสถานีที่มีการเก็บข้อมูลที่ดีและมีปริมาณข้อมูลของแต่ละเหตุการณ์ค่อนข้างสมบูรณ์
- ลักษณะการกระจายของฝนอยู่ในเขตพื้นที่ศึกษา

จากการพิจารณาตามเกณฑ์การคัดเลือกเหตุการณ์ฝนดังกล่าวจึงเหลือเหตุการณ์ฝนที่สามารถนำมาใช้ในการศึกษาเพียง 42 เหตุการณ์ ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ในการศึกษามีข้อจำกัดที่สำคัญคือ ไม่สามารถใช้ข้อมูลฝนได้ทั้งหมดทุกสถานี เนื่องจากการขาดหายไปของข้อมูลฝนรายวันที่ได้จากสถานีวัดน้ำฝนแบบธรรมดา, การขาดหายของกราฟบันทึกฝนอัตโนมัติ และการขัดข้องของการส่งข้อมูลในระบบโทรมาตรทำให้ข้อมูลที่ได้อาจไม่ถูกต้องหรือบางส่วนขาดหายไป ในการศึกษาครั้งนี้ได้พยายามเลือกใช้ข้อมูลฝนแบบอัตโนมัติทั้ง 2 รูปแบบ

ตารางที่ 4.1 รายชื่อสถานีวิจัยน้ำฝนต่างๆที่ใช้ในการศึกษา

ลำดับที่	รหัสสถานี	ชื่อสถานี	หน่วยงานรับผิดชอบ	ประเภทสถานี	ช่วงของข้อมูล	ชนิดข้อมูล
<b>กรุงเทพมหานคร</b>						
1	GS 01	เขตพระนคร	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2534 - ปัจจุบัน	รายวัน
2	GS 02	เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2534 - ปัจจุบัน	รายวัน
3	GS 03	เขตสัมพันธวงศ์	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2534 - ปัจจุบัน	รายวัน
4	GS 04	เขตบางรัก	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2534 - ปัจจุบัน	รายวัน
5	GS 05	เขตปทุมวัน	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2534 - ปัจจุบัน	รายวัน
6	GS 06	เขตยานนาวา	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2534 - ปัจจุบัน	รายวัน
7	GS 07	เขตดุสิต	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2534 - ปัจจุบัน	รายวัน
8	GS 08	เขตพญาไท	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2534 - ปัจจุบัน	รายวัน
9	GS 09	เขตห้วยขวาง	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2534 - ปัจจุบัน	รายวัน
10	GS 10	เขตพระโขนง	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2534 - ปัจจุบัน	รายวัน
11	GS 11	เขตบางกะปิ	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2534 - ปัจจุบัน	รายวัน
12	GS 12	เขตบางเขน	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2534 - ปัจจุบัน	รายวัน
13	GS 13	เขตมีนบุรี	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2534 - ปัจจุบัน	รายวัน
14	GS 14	เขตลาดกระบัง	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2534 - ปัจจุบัน	รายวัน
15	GS 15	เขตหนองจอก	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2534 - ปัจจุบัน	รายวัน
16	GS 16	เขตธนบุรี	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2534 - ปัจจุบัน	รายวัน
17	GS 17	เขตคลองสาน	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2534 - ปัจจุบัน	รายวัน
18	GS 18	เขตบางกอกใหญ่	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2534 - ปัจจุบัน	รายวัน
19	GS 19	เขตบางกอกน้อย	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2534 - ปัจจุบัน	รายวัน
20	GS 20	เขตคลองสาน	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2534 - ปัจจุบัน	รายวัน
21	GS 21	เขตภาษีเจริญ	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2534 - ปัจจุบัน	รายวัน
22	GS 22	เขตหนองแขม	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2534 - ปัจจุบัน	รายวัน
23	GS 23	เขตบางขุนเทียน	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2534 - ปัจจุบัน	รายวัน
24	GS 24	เขตราษฎร์บูรณะ	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2534 - ปัจจุบัน	รายวัน
25	GS 54	เขตราษฎร์บูรณะ	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2542 - ปัจจุบัน	รายวัน
26	GS 56	เขตบางกอกแหลม	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2543 - ปัจจุบัน	รายวัน
27	GS 57	เขตบางซื่อ	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2543 - ปัจจุบัน	รายวัน
28	GS 58	เขตสาทร	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2543 - ปัจจุบัน	รายวัน
29	GS 59	เขตคลองเตย	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2543 - ปัจจุบัน	รายวัน
30	GS 60	เขตจตุจักร	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2543 - ปัจจุบัน	รายวัน
31	GS 61	เขตหลักสี่	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2543 - ปัจจุบัน	รายวัน
32	GS 62	เขตบึงกุ่ม	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2543 - ปัจจุบัน	รายวัน

ตารางที่ 4.1 รายชื่อสถานีวิจัยน้ำฝนต่างๆที่ใช้ในการศึกษา (ต่อ)

ลำดับที่	รหัสสถานี	ชื่อสถานี	หน่วยงานรับผิดชอบ	ประเภทสถานี	ช่วงของข้อมูล	ชนิดข้อมูล
33	GS 63	เขตประเวศ	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2543 - ปัจจุบัน	รายวัน
34	GS 64	เขตลาดพร้าว	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2543 - ปัจจุบัน	รายวัน
35	GS 65	เขตสวนหลวง	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2543 - ปัจจุบัน	รายวัน
36	GS 66	เขตจอมทอง	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2543 - ปัจจุบัน	รายวัน
37	GS 67	เขตบางพลัด	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2543 - ปัจจุบัน	รายวัน
38	GS 68	เขตดอนเมือง	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2543 - ปัจจุบัน	รายวัน
39	GS 69	เขตสายไหม	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2543 - ปัจจุบัน	รายวัน
40	GS 70	เขตสะพานสูง	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2543 - ปัจจุบัน	รายวัน
41	GS 71	เขตคลองสามวา	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2543 - ปัจจุบัน	รายวัน
42	GS 72	เขตวัฒนา	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2543 - ปัจจุบัน	รายวัน
43	GS 73	เขตบางนา	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2543 - ปัจจุบัน	รายวัน
44	GS 74	เขตทวีวัฒนา	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2543 - ปัจจุบัน	รายวัน
45	GS 75	เขตบางแค	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2543 - ปัจจุบัน	รายวัน
46	GS 76	เขตบางบอน	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2543 - ปัจจุบัน	รายวัน
47	GS 77	เขตทุ่งครุ	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2543 - ปัจจุบัน	รายวัน
48	GS 30	สถานีตำรวจดับเพลิงบางซ้อ	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2539 - ปัจจุบัน	รายวัน
49	GS 31	สถานีตำรวจดับเพลิงบางแค	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2539 - ปัจจุบัน	รายวัน
50	GS 32	สถานีตำรวจดับเพลิงควนคะนอง	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2539 - ปัจจุบัน	รายวัน
51	GS 33	สถานีตำรวจดับเพลิงถนนจันทน์	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2539 - ปัจจุบัน	รายวัน
52	GS 34	สถานีตำรวจดับเพลิงบางขุนนนท์	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2539 - ปัจจุบัน	รายวัน
53	GS 35	สถานีตำรวจดับเพลิงบางกะปิ	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2539 - ปัจจุบัน	รายวัน
54	GS 36	สถานีตำรวจดับเพลิงสามเสน	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2539 - ปัจจุบัน	รายวัน
55	GS 37	สถานีตำรวจดับเพลิงทุ่งมหาเมฆ	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2539 - ปัจจุบัน	รายวัน
56	GS 38	สถานีตำรวจดับเพลิงบางโพ	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2539 - ปัจจุบัน	รายวัน
57	GS 40	สถานีตำรวจสำราญราษฎร์	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2539 - ปัจจุบัน	รายวัน
58	GS 41	สถานีตำรวจนครบาลคันนายาว	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2539 - ปัจจุบัน	รายวัน
59	GS 42	สถานีตำรวจนครบาลหัวหมาก	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2539 - ปัจจุบัน	รายวัน
60	GS 43	สถานีตำรวจนครบาลบางชัน	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2539 - ปัจจุบัน	รายวัน
61	GS 44	สถานีตำรวจภูธรลำผักชี	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2539 - ปัจจุบัน	รายวัน
62	GS 45	สถานีตำรวจนครบาลลำหิน	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2539 - ปัจจุบัน	รายวัน
63	GS 46	สถานีตำรวจนครบาลวัดพระยาไกร	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2539 - ปัจจุบัน	รายวัน
64	GS 47	สถานีตำรวจบุปผาราม	กรุงเทพมหานคร	กึ่งอัตโนมัติ	2539 - ปัจจุบัน	รายวัน
65	E00	ศูนย์ควบคุมระบบป้องกันน้ำท่วม กทม.	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที

ตารางที่ 4.1 รายชื่อสถานีวิคน้ำฝนต่างๆที่ใช้ในการศึกษา (ต่อ)

ลำดับที่	รหัสสถานี	ชื่อสถานี	หน่วยงานรับผิดชอบ	ประเภทสถานี	ช่วงของข้อมูล	ชนิดข้อมูล
66	E01	ประตูระบายน้ำ คลองสองสายใต้	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
67	E02	ประตูระบายน้ำ คลองพระยาสุเรนทร์	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
68	E03	ประตูระบายน้ำ คลองสามวา	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
69	E04	สถานีวัดระดับน้ำ-น้ำฝน คลองบางบัว	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
70	E05	ประตูระบายน้ำ คลองเปรมประชากร	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
71	E06	สถานีวัดระดับน้ำ-น้ำฝน คลองลำชะล่า	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
72	E07	ประตูระบายน้ำ คลองแสนแสบ ตอนถนน ประชาร่วมใจ	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
73	E08	สถานีสูบน้ำ คลองบางเขนใหม่	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
74	E09	ประตูระบายน้ำ คลองบึงขวาง	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
75	E10	สถานีสูบน้ำ คลองบางซื่อ	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
76	E11	ประตูระบายน้ำ คลองแสนแสบ ตอนบางชัน	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
77	E12	ประตูระบายน้ำ คลองลาดพร้าว	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
78	E13	สถานีสูบน้ำคลองสามเสน	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
79	E14	สถานีวัดระดับน้ำ-น้ำฝน คลองเจ้าคุณสิงห์ ตอนโรงเรียนบดินทร์เดชา	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
80	E15	ประตูระบายน้ำ เทเวศร์	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
81	E16	สถานีวัดระดับน้ำ-น้ำฝน คลองสามเสน ตอนอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
82	E17	สถานีวัดระดับน้ำ-น้ำฝน คลองแสนแสบ เขตบางกะปิ	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
83	E18	สถานีสูบน้ำ คลองสามเสน ตอนคลองแสนแสบ	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
84	E19	สถานีสูบน้ำ คลองแสนแสบ ตอนคลองตัน	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
85	E20	สถานีสูบน้ำ กรุงเทพมหานคร	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
86	E21	ประตูระบายน้ำคลองพระ โขนง ตอนลาดกระบัง	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
87	E22	ประตูระบายน้ำ คลองพระ โขนง ตอนวัดกระทุ่มเสือปลา	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
88	E23	สถานีสูบน้ำ คลองสาทร	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
89	E24	สถานีวัดระดับน้ำ-น้ำฝน คลองพระ โขนง ตอนวัดจตุรสิริ	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
90	E25	สถานีสูบน้ำ พระราม4	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที



ตารางที่ 4.1 รายชื่อสถานีวิัดน้ำฝนต่างๆที่ใช้ในการศึกษา (ต่อ)

ลำดับที่	รหัสสถานี	ชื่อสถานี	หน่วยงานรับผิดชอบ	ประเภทสถานี	ช่วงของข้อมูล	ชนิดข้อมูล
91	E26	สถานีสูบน้ำ พระโขนง	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
92	E27	สถานีสูบน้ำ คลองเตย	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
93	E28	สถานีสูบน้ำ คลองเจ๊ก	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
94	E29	สถานีสูบน้ำ คลองวัดไทร	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
95	E30	สถานีสูบน้ำ คลองบางอ้อ	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
96	E31	สถานีสูบน้ำ คลองบางนา	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
97	E32	สถานีวัดระดับน้ำ-น้ำฝน คลองบางนา ตอนถนนศรีนครินทร์	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
98	E33	สถานีสูบน้ำ คลองลำโรง	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
99	E34	ประตูระบายน้ำ คลองแสนแสบ ตอนถนนสังฆสันติสุข	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
100	W01	ประตูระบายน้ำ คลองทวีวัฒนา	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
101	W02	ประตูระบายน้ำ คลองบัว ตอนทางรถไฟสายใต้	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
102	W03	สถานีสูบน้ำ คลองชักพระ	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
103	W04	สถานีสูบน้ำ คลองมอญ	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
104	W05	สถานีวัดระดับน้ำ-น้ำฝน คลองบางเชือกหนัง ตอนคลองราชมนตรี	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
105	W06	สถานีสูบน้ำ คลองบางกอกใหญ่	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
106	W07	ประตูระบายน้ำ คลองภาษีเจริญ	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
107	W08	สถานีวัดระดับน้ำ-น้ำฝน คลองภาษีเจริญ ตอนคลองราชมนตรี	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
108	W09	สถานีสูบน้ำ คลองสำเหร่ ตอนแม่น้ำเจ้าพระยา	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
109	W10	สถานีวัดระดับน้ำ-น้ำฝน คลองสนามชัย ตอนคลองบางขุนเทียน	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
110	W11	สถานีสูบน้ำ คลองดาวคะนอง	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
111	W12	สถานีวัดระดับน้ำ-น้ำฝน คลองทวีวัฒนา ตอนคลองภาษีเจริญ	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
112	W13	สถานีสูบน้ำ คลองสี่บาท	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
113	W14	สถานีสูบน้ำ คลองแจรงร้อน	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
114	W15	ประตูระบายน้ำ คลองรางจาก ตอนถนนประชาอุทิศ	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที

ตารางที่ 4.1 รายชื่อสถานีวิจัยน้ำฝนต่างๆที่ใช้ในการศึกษา (ต่อ)

ลำดับที่	รหัสสถานี	ชื่อสถานี	หน่วยงานรับผิดชอบ	ประเภทสถานี	ช่วงของข้อมูล	ชนิดข้อมูล
115	W16	สถานีสูบน้ำ คลองเลนเปิน	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
116	W17	สถานีสูบน้ำ คลองระหาญ	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
117	W18	สถานีสูบน้ำ คลองราชมณตรี	กรุงเทพมหานคร	โทรมาตร	2540 - ปัจจุบัน	ราย 15 นาที
118	41111	กรมชลประทาน สามเสน	กรมชลประทาน	อัตโนมัติ	2495 - ปัจจุบัน	กราฟต่อเนื่อง
119	455201	ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์	กรมอุตุนิยมวิทยา	อัตโนมัติ	2494 - ปัจจุบัน	กราฟต่อเนื่อง
120	455601	ท่าอากาศยานกรุงเทพฯ	กรมอุตุนิยมวิทยา	อัตโนมัติ	2494 - ปัจจุบัน	กราฟต่อเนื่อง
121	455080	โรงเรียนบ้านหนองระแหง	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2538 - ปัจจุบัน	รายวัน
122	455079	โรงเรียนสุหร่าลำแขก	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2538 - ปัจจุบัน	รายวัน
123	455029	โรงเรียนวัดบึงทองหลาง	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - ปัจจุบัน	รายวัน
124	455030	โรงเรียนคลองกุ่ม	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - ปัจจุบัน	รายวัน
125	455082	โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2538 - ปัจจุบัน	รายวัน
126	455072	โรงเรียนวัดเทพาวาส	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2538 - ปัจจุบัน	รายวัน
127	455009	วิทยาลัยพยาบาลเกื้อการุณย์	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - ปัจจุบัน	รายวัน
128	455024	โรงเรียนสามเสนนอก(ประชาราษฎร์อนุกุล)	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - ปัจจุบัน	รายวัน
129	455051	โรงเรียนวัดทอง(อุดมศิลป์วิทยาคาร)	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2530 - ปัจจุบัน	รายวัน
130	455058	โรงเรียนศรีอุทัย	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - ปัจจุบัน	รายวัน
131	455052	โรงเรียน โพธิสารพิทยากร	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2531 - ปัจจุบัน	รายวัน
132	455031	มหาวิทยาลัยรามคำแหง	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2526 - ปัจจุบัน	รายวัน
133	455025	โรงเรียนคณวิทยา	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2527 - ปัจจุบัน	รายวัน
134	455004	โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - ปัจจุบัน	รายวัน
135	455065	วิทยาลัยพณิชยการธนบุรี	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - ปัจจุบัน	รายวัน
136	455018	โรงเรียนคลองก้านตัน(มีสุวรรณนุสรณ์)	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - ปัจจุบัน	รายวัน
137	455019	โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2531 - 2542	รายวัน
138	455003	โรงเรียนเตรียมทหาร	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - 2542	รายวัน
139	455074	โรงเรียนวัดลานบุญ	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2538 - ปัจจุบัน	รายวัน
140	455017	โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - ปัจจุบัน	รายวัน
141	455014	โรงเรียนยานนาวาวิทยาคม	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - ปัจจุบัน	รายวัน
142	455087	โรงเรียนวัดค่าน	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2538 - ปัจจุบัน	รายวัน
143	455069	โรงเรียนรัตน โกสินทร์สมโภชบางขุนเทียน	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2531 - ปัจจุบัน	รายวัน
144	455089	โรงเรียนวัดหัวกระบือ	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2538 - ปัจจุบัน	รายวัน
145	455035	โรงเรียนวัดราษฎร์นิยมธรรม(พิบูลสงคราม)	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - ปัจจุบัน	รายวัน
146	455036	โรงเรียนบ้านบัวมด(เจริญราษฎร์อุทิศ)	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - 2543	รายวัน
147	455041	สถาบันราชภัฏจันทรเกษม	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2531 - ปัจจุบัน	รายวัน

ตารางที่ 4.1 รายชื่อสถานีวิคน้ำฝนต่างๆที่ใช้ในการศึกษา (ต่อ)

ลำดับที่	รหัสสถานี	ชื่อสถานี	หน่วยงานรับผิดชอบ	ประเภทสถานี	ช่วงของข้อมูล	ชนิดข้อมูล
148	455033	โรงเรียนบ้านลาดพร้าว(สาครพานิช)	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - ปัจจุบัน	รายวัน
149	455042	สถาบันการบินพลเรือน	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2531 - ปัจจุบัน	รายวัน
150	455066	โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2500 - ปัจจุบัน	รายวัน
151	455068	โรงเรียนพรหมราษฎร์รังสรรค์	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2530 - ปัจจุบัน	รายวัน
152	455067	โรงเรียนวัดบางบอน	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2531 - ปัจจุบัน	รายวัน
153	455064	โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2526 - ปัจจุบัน	รายวัน
154	455078	โรงเรียนวัดพระยาปลา	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2538 - ปัจจุบัน	รายวัน
155	455076	โรงเรียนวัดสามง่าม	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2538 - ปัจจุบัน	รายวัน
156	455081	โรงเรียนวัดสุทธิสะอาด	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2538 - ปัจจุบัน	รายวัน
157	455077	โรงเรียนวัดทรัพย์สโมสร	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2538 - ปัจจุบัน	รายวัน
158	455073	โรงเรียนวัดราชโกษา	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2538 - ปัจจุบัน	รายวัน
159	455091	โรงเรียนทวีธาภิเศก 2	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2541 - ปัจจุบัน	รายวัน
160	455090	โรงเรียนนวมินทราชูทิศ สตรีวิทยา3	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2538 - ปัจจุบัน	รายวัน
161	455063	สถานีไฟฟ้าอ้อยเพชรเกษม	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - ปัจจุบัน	รายวัน
162	455032	วัดนวลจันทร์	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2530 - ปัจจุบัน	รายวัน
163	455008	โรงพยาบาลกลาง	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - ปัจจุบัน	รายวัน
164	455071	โรงเรียนสมโภชอนุสรณ์ 200 ปี	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2533 - ปัจจุบัน	รายวัน
165	455075	ที่ทำการผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่13	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2538 - ปัจจุบัน	รายวัน
166	455045	หมู่บ้านปิ่นเจริญ	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2530 - ปัจจุบัน	รายวัน
167	455037	แขวงการทางกรุงเทพ	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - 2543	รายวัน
168	455044	ร.1 พัน2 รอ.	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2531 - ปัจจุบัน	รายวัน
169	455038	สถานบำบัดโรคผิวหนัง บางเขน	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - ปัจจุบัน	รายวัน
170	455039	กองบินตำรวจ	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - ปัจจุบัน	รายวัน
171	455027	บ.ท่าเดกข์ จำกัด	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - ปัจจุบัน	รายวัน
172	455040	สำนักงานประมงเพื่อสันติ	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - ปัจจุบัน	รายวัน
173	455302	สภ.เกษตรบางเขน	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2510 - 2541	รายวัน
174	455043	กองบังคับการสายตรวจและปฏิบัติการพิเศษ	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - ปัจจุบัน	รายวัน
175	455011	โรงเรียนกรุงรัตนาลัย	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - ปัจจุบัน	รายวัน
176	455028	โรงพิมพ์คุรุสภา	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2526 - ปัจจุบัน	รายวัน
177	455056	โรงเรียนสามัคคีสุทธาวาส	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - ปัจจุบัน	รายวัน
178	455059	สถานีรถไฟบางบำหรุ	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2526 - 2543	รายวัน
179	455007	โรงเรียนการประชาสัมพันธ์	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2526 - ปัจจุบัน	รายวัน
180	455057	โรงเรียนพาณิชยการสยาม	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - ปัจจุบัน	รายวัน

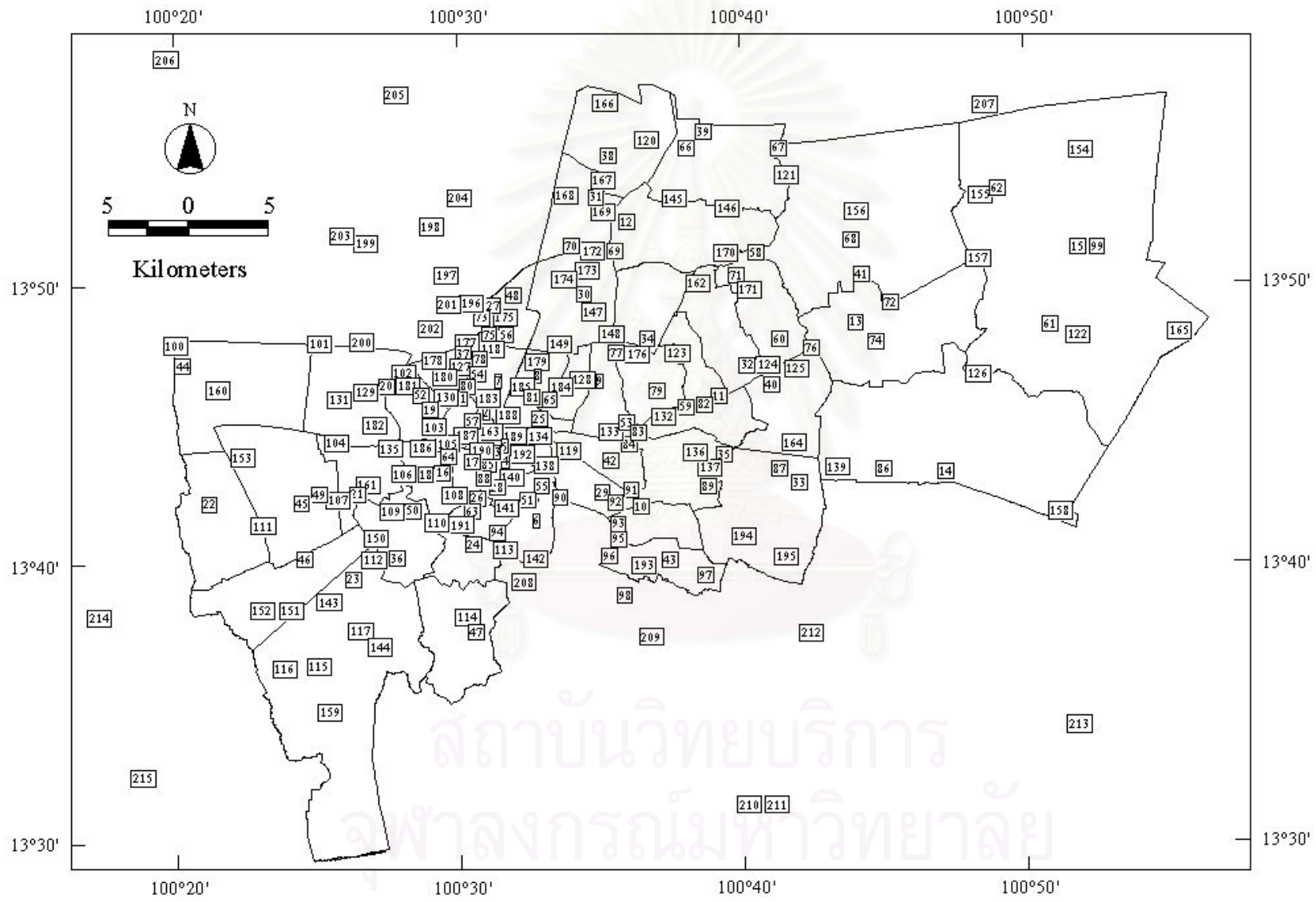
ตารางที่ 4.1 รายชื่อสถานีวิจัยน้ำฝนต่างๆที่ใช้ในการศึกษา (ต่อ)

ลำดับที่	รหัสสถานี	ชื่อสถานี	หน่วยงานรับผิดชอบ	ประเภทสถานี	ช่วงของข้อมูล	ชนิดข้อมูล
181	455055	สถานีทดลองพืชสวนบางกอกน้อย	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2518 - ปัจจุบัน	รายวัน
182	455050	โรงเรียนสุวรรณพลับพลาพิทยาคม	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - ปัจจุบัน	รายวัน
183	455010	กระทรวงศึกษาธิการ	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2530 - ปัจจุบัน	รายวัน
184	455023	โรงงานป๋ย เขตดินแดง	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2526 - ปัจจุบัน	รายวัน
185	455006	สมาคมทหารผ่านศึก	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - ปัจจุบัน	รายวัน
186	455062	สน. โพธิ์สามต้น	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2530 - ปัจจุบัน	รายวัน
187	455015	โรงเรียนเพาะช่าง	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - ปัจจุบัน	รายวัน
188	455012	บ้านมนังคศิลา	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - ปัจจุบัน	รายวัน
189	455001	กรมพลศึกษา	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - ปัจจุบัน	รายวัน
190	455061	สำนักการศึกษา	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2530 - ปัจจุบัน	รายวัน
191	455013	บ.เคเคา จำกัด	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - ปัจจุบัน	รายวัน
192	455002	สถานเสาวภา	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - ปัจจุบัน	รายวัน
193	455301	กรมอุตุนิยมวิทยา	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2510 - ปัจจุบัน	รายวัน
194	455084	ศูนย์ก่อสร้างและบูรณะถนน 3	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2538 - ปัจจุบัน	รายวัน
195	455022	หมู่บ้านทุ่งเศรษฐี	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2529 - ปัจจุบัน	รายวัน
<b>จ. นนทบุรี</b>						
196	422007	โรงเรียนเขมาภิรดาธรรม	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2527 - ปัจจุบัน	รายวัน
197	422001	ศาลากลางจังหวัดนนทบุรี	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2518 - 2540	รายวัน
198	422013	วิทยาลัยเทคนิคนนทบุรี	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - ปัจจุบัน	รายวัน
199	422009	โรงเรียนวัดประชารังสรรค์	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - ปัจจุบัน	รายวัน
200	422008	โรงเรียนวัดมหาสวัสดิ์	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2530 - 2543	รายวัน
201	422010	โรงเรียนบางอ้อยช้าง	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2531 - ปัจจุบัน	รายวัน
202	422004	อ.บางกรวย	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2518 - ปัจจุบัน	รายวัน
203	422005	อ.บางใหญ่	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2523 - 2543	รายวัน
204	422002	อ.ปากเกร็ด	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2518 - ปัจจุบัน	รายวัน
205	422003	อ.บางบัวทอง	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2518 - ปัจจุบัน	รายวัน
206	422006	อ.ไทรน้อย	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2521 - ปัจจุบัน	รายวัน
<b>จ. ปทุมธานี</b>						
207	419007	อ.ลำลูกกา	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	1975 - ปัจจุบัน	รายวัน
<b>จ. สมุทรปราการ</b>						
208	429002	อ.พระประแดง	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2499 - ปัจจุบัน	รายวัน
209	429001	อ.เมือง	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2499 - ปัจจุบัน	รายวัน
210	429007	สถานพักผ่อนสวาทคณิวาส	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2525 - ปัจจุบัน	รายวัน

ตารางที่ 4.1 รายชื่อสถานีวิจัยน้ำฝนต่างๆที่ใช้ในการศึกษา (ต่อ)

ลำดับที่	รหัสสถานี	ชื่อสถานี	หน่วยงานรับผิดชอบ	ประเภทสถานี	ช่วงของข้อมูล	ชนิดข้อมูล
211	429005	ต.บางปู	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2518 - ปัจจุบัน	รายวัน
212	429003	อ.บางพลี	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2518 - ปัจจุบัน	รายวัน
213	429004	อ.บางบ่อ	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2522 - ปัจจุบัน	รายวัน
<b>จ. สมุทรสาคร</b>						
214	428003	อ.กระทุ่มแบน	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2518 - ปัจจุบัน	รายวัน
215	428004	อ.บ้านไร่	กรมอุตุนิยมวิทยา	ธรรมดา	2518 - ปัจจุบัน	รายวัน

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.1 ที่ตั้งของสถานีวัดน้ำฝนที่ใช้ในการศึกษา



ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบความหนาแน่นของสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ศึกษากับเกณฑ์กำหนดความหนาแน่นของสถานีวัดน้ำฝนจาก WMO และสมการของ Schaake

ข้อมูล	WMO	Schaake		กรุงเทพมหานคร		พื้นที่ศึกษา	
		กรุงเทพมหานคร	พื้นที่ศึกษา	สถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติ	สถานีวัดน้ำฝนทั้งหมดที่ใช้	สถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติ	สถานีวัดน้ำฝนทั้งหมดที่ใช้
ขนาดพื้นที่(ตร.กม.)	-	1570	3750	1570	1570	3750	3750
จำนวนสถานี	-	5.46	7.09	55	215	56	215
ความหนาแน่น(สถานี/ตร.กม.)	0.002	0.003	0.002	0.035	0.137	0.015	0.057
ความหนาแน่น(ตร.กม./สถานี)	600	287.73	529.26	28.55	7.30	66.96	17.44
เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างจาก WMO	-	-	-	95.24	98.78	88.84	97.09
เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างจาก Schaake	-	-	-	90.08	98.62	76.73	96.70

คือแบบกราฟน้ำฝนและแบบโทรมาตรราย 15 นาทีที่สมบูรณ์ที่สุด ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลฝนราย 15 นาทีที่ถูกต้อง สามารถนำไปวิเคราะห์ต่อไปได้

ตารางที่ 4.3 เหตุการณ์ฝนที่ใช้ในการศึกษา

เหตุการณ์ที่	วันที่	ช่วงเวลา	เหตุการณ์ที่	วันที่	ช่วงเวลา
1	13 ก.ย. 2540	13.15-14.45 น.	22	1 ต.ค. 2541	17.30-22.30 น.
2	18 ก.ย. 2540	21.15-22.45 น.	23	15 ต.ค. 2541	11.15-13.30 น.
3	11 ต.ค. 2540	17.30-18.45 น.	24	4 พ.ค. 2543	02.15-05.15 น.
4	30 พ.ค. 2541	21.45-00.15 น.	25	21 พ.ค. 2543	17.30-21.15 น.
5	27 มิ.ย. 2541	23.00-01.00 น.	26	29 ก.ค. 2543	21.15-23.00 น.
6	28 มิ.ย. 2541	21.30-23.45 น.	27	3 ส.ค. 2543	16.30-18.00 น.
7	4 ก.ค. 2541	03.45-06.15 น.	28	14 ส.ค. 2543	16.00-17.45 น.
8	4 ก.ค. 2541	20.30-23.15 น.	29	18 ส.ค. 2543	19.00-21.30 น.
9	7 ก.ค. 2541	20.45-00.15 น.	30	3 ก.ย. 2543	14.00-15.30 น.
10	30 ก.ค. 2541	17.00-21.15 น.	31	26 ก.ย. 2543	19.15-20.45 น.
11	31 ก.ค. 2541	23.00-03.15 น.	32	4 ต.ค. 2543	00.45-04.15 น.
12	1 ส.ค. 2541	09.30-12.15 น.	33	27 ต.ค. 2543	21.30-23.15 น.
13	19 ส.ค. 2541	11.30-14.00 น.	34	10 ก.พ. 2544	10.45-14.45 น.
14	22 ส.ค. 2541	10.00-13.45 น.	35	9 มี.ค. 2544	08.00-09.15 น.
15	26 ส.ค. 2541	18.45-20.45 น.	36	14 มี.ค. 2544	16.45-18.45 น.
16	1 ก.ย. 2541	22.00-02.15 น.	37	19 มี.ค. 2544	03.00-05.00 น.
17	11 ก.ย. 2541	16.30-18.45 น.	38	19 มี.ค. 2544	18.45-20.30 น.
18	16 ก.ย. 2541	17.30-21.15 น.	39	22 มี.ค. 2544	05.15-06.45 น.
19	17 ก.ย. 2541	16.30-20.15 น.	40	3 พ.ค. 2544	00.45-03.30 น.
20	18 ก.ย. 2541	13.00-15.00 น.	41	7 มิ.ย. 2544	18.45-21.15 น.
21	27 ก.ย. 2541	16.45-18.15 น.	42	8 ก.ค. 2544	20.45-22.45 น.

## บทที่ 5

### การจัดสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนโดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

#### 5.1 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ Arcview

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือ Geographic Information Systems (GIS) คือ ระบบเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ เชื่อมโยงและผสมผสานข้อมูลทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยาย ที่เก็บไว้ในฐานข้อมูล สามารถดัดแปลงแก้ไข วิเคราะห์ แสดงผลการวิเคราะห์ และการนำเสนอข้อมูล เพื่อให้เห็นมิติและความสัมพันธ์ด้านพื้นที่ของข้อมูล ซึ่งมีส่วนช่วยให้เกิดความเข้าใจปัญหา และประกอบการตัดสินใจในการไขปัญหาเกี่ยวกับการวางแผนการใช้ทรัพยากรเชิงพื้นที่

ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ที่สัมพันธ์กับตำแหน่งบนผิวโลก สามารถแสดงในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้ใน 2 ลักษณะคือ

1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) เป็นข้อมูลที่แสดงตำแหน่งจุดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่จริง มีลักษณะและรูปแบบทางพื้นที่ต่าง ๆ กัน ดังนี้

- จุด (point) เป็นลักษณะของจุดในตำแหน่งใดๆ โดยจะอธิบายถึงตำแหน่งที่ตั้งของข้อมูล เช่น ที่ตั้งของสถานีวัดน้ำฝน ที่ตั้งอำเภอ เป็นต้น

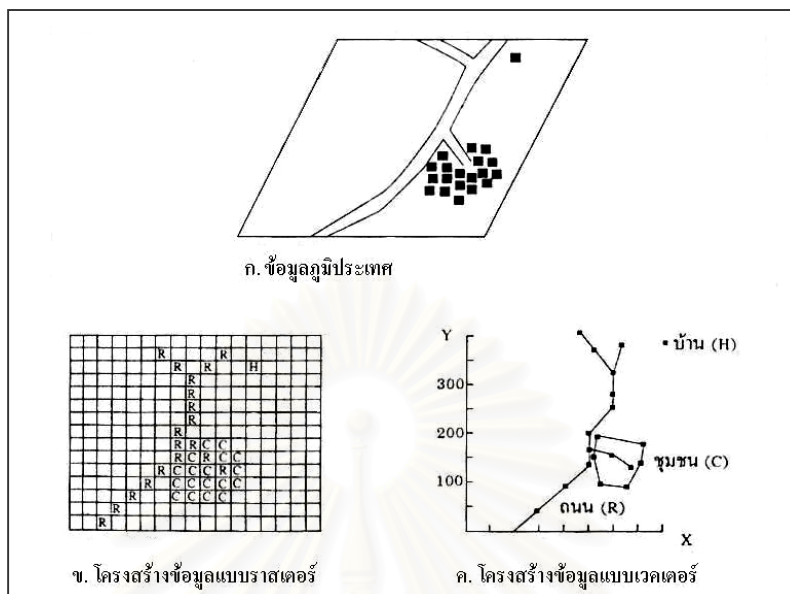
- เส้น (line) ประกอบไปด้วยลักษณะของเส้นตรง เส้นหักมุมและเส้นโค้ง ซึ่งรูปร่างและขนาดของเส้นจะอธิบายลักษณะต่างๆ เช่น ถนน แม่น้ำ เป็นต้น

- พื้นที่หรือรูปหลายเหลี่ยม (Area or Polygon) เป็นลักษณะขอบเขตพื้นที่ของข้อมูลต่างๆ เช่น พื้นที่รับน้ำ ขอบเขตอำเภอ ขอบเขตจังหวัด เป็นต้น

2) ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute data) เป็นข้อมูลลักษณะประจำตัวหรือลักษณะที่มีความผันแปรตามปรากฏการณ์ธรรมชาติในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ อาจมีลักษณะต่อเนื่องกัน เช่น เส้นชั้นระดับความสูง หรือเป็นลักษณะที่ไม่ต่อเนื่องกัน เช่น จำนวนประชากร ชนิดของสิ่งปกคลุมดิน เป็นต้น

ลักษณะโครงสร้างของข้อมูลเชิงพื้นที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้น แบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะดังรูปที่ 5.1 คือ

1) ลักษณะโครงสร้างแบบเวกเตอร์ (Vector Structure) ในข้อมูลแบบเวกเตอร์นั้น จะใช้ลักษณะของจุดและเส้น ในการแสดงลักษณะทางภูมิศาสตร์ โดยจุดที่เชื่อมโยงต่อกันด้วยเส้นตรงที่เรียกว่าอาร์ค (Arc) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของข้อมูลรูปแบบเส้น (Linear Feature) บางครั้งอาจจะเรียกว่า Line เช่น ถนน แม่น้ำ เป็นต้น ปลายของอาร์คหลายๆ อาร์คที่ต่อกันจนเกิดเป็นขอบเขต



รูปที่ 5.1 ลักษณะโครงสร้างของข้อมูลเชิงพื้นที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

นั่นเรียกว่า โพลีกอน (Polygon) ขบวนการของข้อมูลแบบเวกเตอร์นี้จะใช้คู่ของพิกัด X และ Y เป็นตัวชี้ตำแหน่งและลักษณะของสิ่งต่างๆ และนำเข้ามาตามตราส่วนของแผนที่ที่เป็นต้นฉบับ จะทำให้ได้รูปร่างลักษณะ มาตรฐาน และรายละเอียดตามต้องการ

2) ลักษณะ โครงสร้างแบบราสเตอร์ (Raster Structure) ลักษณะ โครงสร้างแบบราสเตอร์ จะประกอบด้วยลักษณะของช่องสี่เหลี่ยมที่เรียกว่ากริด (Grid Cells or Pixels) โดยส่วนใหญ่แล้วจะเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งมีขนาดเดียวกันทั่วทั้งพื้นที่ ในแต่ละกริดจะบรรจุตัวเลขซึ่งแทนค่าหรือชนิดของข้อมูลที่น่ามาทำแผนที่โดยมีลักษณะของแถว (Row) และคอลัมน์ (Column) เป็นตัวกำหนดตำแหน่งและทิศทาง ข้อมูลที่จะเป็นค่าพื้นที่ของกริดนั้นสามารถอ้างอิงพิกัดทางภูมิศาสตร์ได้เช่นกัน เช่น ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม เป็นต้น

สำหรับลักษณะการทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดการกับข้อมูลภูมิศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1) การนำเข้าข้อมูล (data input) เป็นขั้นตอนในการแปลงข้อมูลที่มีอยู่แล้วให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถใช้กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้ ข้อมูลภูมิศาสตร์ที่มีอยู่แล้วอาจอยู่ในรูปแบบที่ ตาราง รูปถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม เป็นต้น

2) การจัดการข้อมูล (data management) เป็นขั้นตอนในการจัดเก็บและแก้ไขข้อมูลจากฐานข้อมูล เพื่อให้อยู่ในรูปแบบเพิ่มข้อมูลที่คอมพิวเตอร์สามารถอ่านได้ มีการจัดการโครงสร้างข้อมูล และการเชื่อมโยงเพิ่มข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ

3) การวิเคราะห์ข้อมูล (data analysis) เป็นกระบวนการที่นำข้อมูลมาประมวลผลให้เกิดเป็นผลลัพธ์ต่างๆ โดยการนำข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) มาซ้อนกัน (Overlay) ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ โดยให้สัมพันธ์กับข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute data) เพื่อให้ได้คำตอบหรือข้อมูลสารสนเทศ (Information) ตามต้องการ

4) การแสดงผล (data display) เป็นการแสดงผลข้อมูลหรือผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของตัวเลขหรือข้อมูลภาพ (Graphic) ซึ่งสามารถแสดงผลทาง Printer หรือ Plotter เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้งานต่อไป

ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการศึกษาได้เลือกใช้แบบจำลอง ArcView Spatial Analyst Extension ซึ่งเป็นโปรแกรมเพิ่มเติมใน ArcView GIS เหมาะสำหรับการแก้ปัญหาที่ต้องการระยะทางหรือข้อมูลการจำลองพื้นผิวที่ต่อเนื่องเพื่อใช้พิจารณาเป็นส่วนหนึ่งของการวิเคราะห์ โดยสามารถวิเคราะห์ร่วมกันระหว่างข้อมูลแบบเวกเตอร์และข้อมูลแบบแรสเตอร์ มาช่วยในการสร้างพื้นผิวที่ต่อเนื่องจากจุดที่กระจัดกระจายและการคำนวณทางคณิตศาสตร์กับข้อมูลของชั้นต่างๆ ในการศึกษาจะต้องทราบค่าความลึกน้ำฝนในแต่ละสถานีวัดน้ำฝนเพื่อใช้สร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนและเรียงซ้อนบนแผนที่กรุงเทพมหานครเพื่อให้เห็นการกระจายของพายุฝนในพื้นที่

## 5.2 ขั้นตอนการจัดสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ในการวิเคราะห์ข้อมูลเหตุการณ์ฝนทั้ง 42 เหตุการณ์นั้นจะทำการสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนของทุกเหตุการณ์ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcView GIS โดยในแต่ละเหตุการณ์จะแบ่งช่วงเวลาเป็นทุก 15 นาที การจัดสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนของทุกเหตุการณ์นั้นมีขั้นตอนดังนี้

### 5.2.1 การจัดเตรียมและจัดสร้างข้อมูลสำหรับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ Arcview GIS

ข้อมูลที่จะต้องจัดเตรียมไว้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcView GIS ประกอบด้วยข้อมูลแผนที่กรุงเทพมหานคร ซึ่งเก็บในค่าพิกัด UTM.GRID ZONE 47 และจัดสร้างข้อมูลตำแหน่งของสถานีวัดน้ำฝนทุกสถานีที่ใช้ในการศึกษา ซึ่งข้อมูลของสถานีวัดน้ำฝนนั้นจะเป็นข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงค่าความลึกน้ำฝนทุกครั้งที่มีการสร้างแผนที่น้ำฝนในแต่ละเหตุการณ์ ข้อมูลของสถานีวัดน้ำฝนที่จัดสร้างขึ้นนี้เป็นข้อมูลที่ประกอบด้วยการบอกตำแหน่งและชื่อสถานีของจุดนั้นๆ

ดังรูปที่ 5.2 จะพบว่า การบอกตำแหน่งไม่ได้บอกเป็นค่าพิกัด เนื่องจาก Arcview GIS มีการบอกตำแหน่งได้ 2 อย่าง คือ การบอกตำแหน่งพิกัดโดยตรง เช่นการใส่ค่าพิกัด (x,y) และการบอกตำแหน่งพิกัดโดยการใส่ข้อมูลจุด(point) เข้าไปโดยตรง (mouse editor) ใน Arcview GIS ซึ่งในแต่ละจุดที่ใส่จะมีการเก็บข้อมูลในลักษณะพิกัด (x,y) เช่นเดียวกับการบอกตำแหน่งพิกัดโดยตรง แต่รูปแบบของข้อมูลแสดงด้วยจุด ซึ่งในแต่ละจุดมีพิกัดเฉพาะของแต่ละจุดโดยเก็บไว้ในสดมภ์ (column) ของ Shape และ ID ส่วนสดมภ์ Station และ สดมภ์ Station\_Name เป็นหมายเลขและชื่อของจุดสถานีนั่นๆ ข้อมูลจุดตำแหน่งนี้ได้ตั้งชื่อเพิ่มข้อมูลว่า RainStation.shp

Shape	ID	Station	Station Name
Point	65	E00	ศูนย์ควบคุมระบบป้องกันน้ำท่วม กทม.
Point	66	E01	ประตูระบายน้ำ คลองสองสายใต้
Point	67	E02	ประตูระบายน้ำ คลองพระยาสุเรนทร์
Point	68	E03	ประตูระบายน้ำ คลองสามวา
Point	69	E04	สถานีวัดระดับน้ำ-น้ำฝน คลองบางบัว
Point	70	E05	ประตูระบายน้ำ คลองเปรมประชากร
Point	71	E06	สถานีวัดระดับน้ำ-น้ำฝน คลองลำชะล่า

รูปที่ 5.2 ข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนใน ArcView GIS

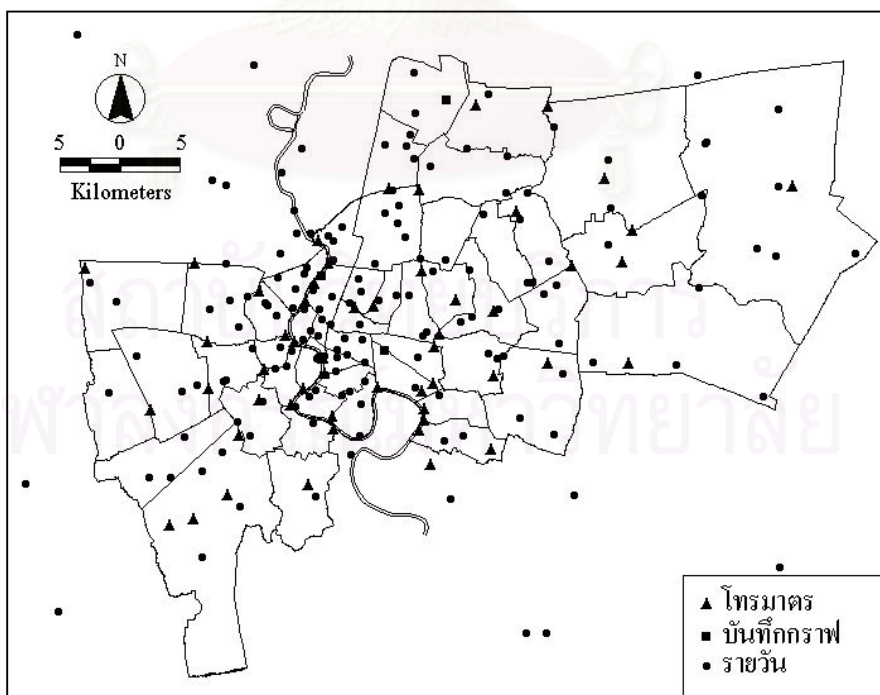
ข้อมูลน้ำฝนที่ใช้ในการศึกษาของแต่ละสถานีสามารถนำเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้ 2 แนวทางคือ การพิมพ์ป้อนลงในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยตรงซึ่งเหมาะสำหรับการสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝน ณ เหตุการณ์จริงที่กำลังเกิดขึ้นและการจัดเรียงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบตารางแล้วจึงนำเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ วิธีนี้เหมาะสำหรับการสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนเป็นรายเหตุการณ์เพื่อหาคุณลักษณะของพายุฝนซึ่งประกอบด้วยข้อมูลฝนหลายช่วงเวลา สำหรับการศึกษานี้ทำการจัดเรียงข้อมูลไว้ในโปรแกรม Microsoft Excel โดยบันทึกเพิ่มข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบ \*.dbf (dBASE IV) ซึ่งเป็นรูปแบบเพิ่มข้อมูลที่สามารถนำเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้ ดังรูปที่ 5.3



จากการจัดเตรียมและจัดสร้างข้อมูลเพื่อเก็บไว้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcView GIS จะได้แผนที่ตำแหน่งของสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่กรุงเทพมหานครและบริเวณใกล้เคียงสำหรับใช้ในการศึกษา ดังรูปที่ 5.4

	A	B	C	D	E	F	G
1	Station	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45
2	E00	0.00	4.50	4.50	10.50	27.00	28.00
3	E01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	E02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

รูปที่ 5.3 ข้อมูลน้ำฝนในโปรแกรม Microsoft Excel



รูปที่ 5.4 แผนที่ตำแหน่งของสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่กรุงเทพมหานครและบริเวณใกล้เคียงสำหรับใช้ในการศึกษา

## 5.2.2 การเลือกวิธีการประมาณค่าในช่วงสำหรับสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝน

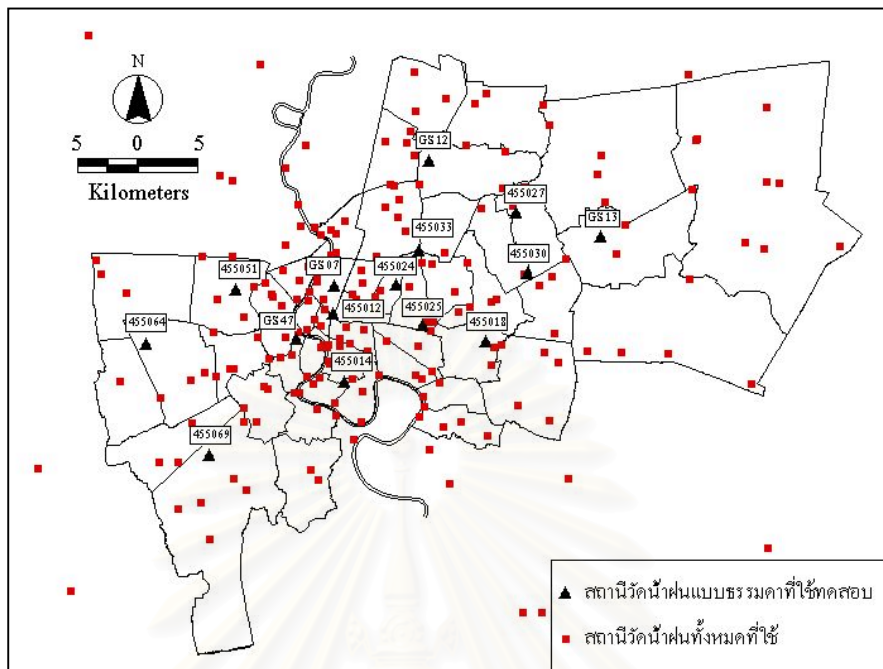
เนื่องจากในปัจจุบัน ในการสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนได้มีวิธีการประมาณค่าในช่วงอยู่หลายวิธี วิธีที่ใช้กับแพร่หลาย เช่น Inverse Distance Weighting (IDW) , Spline และ Kriging ซึ่งในการศึกษานี้จะทำการเปรียบเทียบความถูกต้องของทั้ง 3 วิธีดังกล่าว เพื่อเลือกวิธีที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยที่สุด และจะนำวิธีดังกล่าวไปใช้ในการสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนต่อไป หลักการและทฤษฎีของทั้ง 3 วิธี แสดงดังภาคผนวก ข

ในการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าในช่วงทั้ง 3 วิธี จะเลือกใช้เหตุการณ์ฝนตกหนักและมีการกระจายทั่วพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยใช้สถานีวัดน้ำฝนรายวันสำหรับการทดสอบจำนวน 15 สถานีและสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติจำนวน 10 สถานี หมายเลขและที่ตั้งของสถานีที่ใช้เปรียบเทียบสำหรับข้อมูลน้ำฝนรายวันและรายเหตุการณ์แสดงดังรูปที่ 5.5 และ 5.6 การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าในช่วงทั้ง 3 วิธีสำหรับข้อมูลน้ำฝนรายวันและรายเหตุการณ์ แสดงดังตารางที่ 5.1 - 5.4 และรูปที่ 5.7 - 5.8

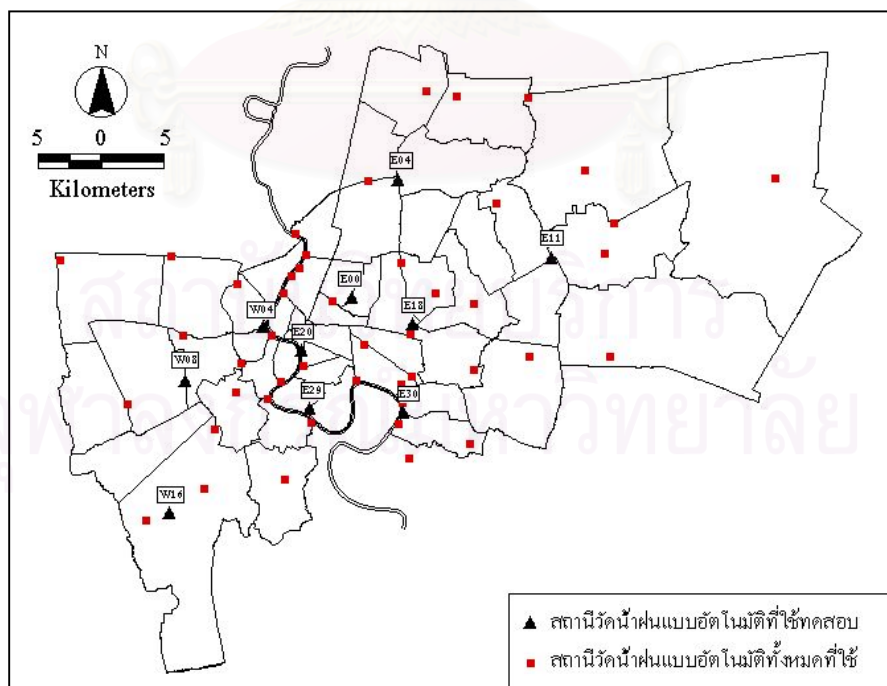
จากการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าในช่วงทั้ง 3 วิธี โดยใช้ข้อมูลน้ำฝนรายวัน 10 เหตุการณ์และข้อมูลน้ำฝนราย 15 นาที 4 เหตุการณ์ พิจารณาจากค่า Root Mean Square Error(RMSE), Mean Absolute Error (MAE) และ Mean Absolute Percent Error(MAPE) จากตารางที่ 5.2 และ 5.4 พบว่า วิธี Spline ให้ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยน้อยที่สุด ดังนั้น จึงเลือกวิธี Spline เพื่อนำไปใช้ในการสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนต่อไป

## 5.2.3 การทดสอบการกระจายของฝนช่วงสั้นราย 15 นาทีของสถานีวัดน้ำฝนรายวัน

เนื่องจากการศึกษานี้มีจำนวนสถานีวัดน้ำฝนที่ใช้ในการศึกษาทั้งหมดถึง 215 สถานีกระจายอยู่ทั่วพื้นที่กรุงเทพมหานคร ในจำนวนนี้มีสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติเป็นจำนวนเพียง 56 สถานี ซึ่งจากการสังเกตตำแหน่งของสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษาจากรูปที่ 5.4 จะเห็นว่า สถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ห่างกัน ดังนั้น หากนำข้อมูลน้ำฝนราย 15 นาทีของสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติมาใช้ในการสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝน ค่าปริมาณฝน ณ ตำแหน่งระหว่างสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติคู่หนึ่งๆ จะขึ้นอยู่กับค่าปริมาณฝนระหว่างสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติคู่หนึ่งๆ โดยไม่ได้พิจารณาถึงข้อมูลน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนรายวันซึ่งตั้งอยู่ระหว่างคู่สถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัตินั้นเลย อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนอย่างมากโดยเฉพาะในกรณีที่สถานีวัดน้ำฝนรายวันซึ่งตั้งอยู่ระหว่างคู่สถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติวัดค่าความลึกน้ำฝนเป็นศูนย์ ดังนั้นหากสามารถใช้ข้อมูลน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนรายวันช่วยในการสร้าง



รูปที่ 5.5 ที่ตั้งของสถานีวัดน้ำฝนที่ใช้ในการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าในช่วง Kriging, IDW และ Spline สำหรับข้อมูลน้ำฝนรายวัน



รูปที่ 5.6 ที่ตั้งของสถานีวัดน้ำฝนที่ใช้ในการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าในช่วง Kriging, IDW และ Spline สำหรับข้อมูลน้ำฝนรายเหตุการณ์

ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าในช่วง Kriging, IDW และ Spline สำหรับข้อมูลน้ำฝนรายวัน

ค่าทางสถิติ	วันที่											
	27 มิถุนายน 2541				4 กรกฎาคม 2541				7 กรกฎาคม 2541			
	สถานีทดสอบ	Kriging	IDW	Spline	สถานีทดสอบ	Kriging	IDW	Spline	สถานีทดสอบ	Kriging	IDW	Spline
ค่าต่ำสุด (มม.)	6.70	4.12	7.09	2.91	0.20	1.32	8.80	1.27	6.00	6.11	9.98	5.46
ค่าสูงสุด (มม.)	111.20	109.99	105.25	115.29	103.00	98.71	87.37	97.10	41.00	40.51	41.54	41.38
ค่ารวม (มม.)	663.40	660.12	659.24	692.11	737.50	711.88	756.50	695.18	310.90	366.47	356.95	357.38
ค่าเฉลี่ย (มม.)	44.23	44.01	43.95	46.14	49.17	47.46	50.43	46.35	20.73	24.43	23.80	23.83
Standard Deviation (มม.)	29.54	26.19	24.87	27.90	29.00	25.58	23.20	25.99	11.57	11.40	9.36	11.33
RMSE (มม.)		12.66	15.64	11.90		8.37	12.34	7.81		7.19	7.78	6.70
MAE (มม.)		8.08	11.30	8.62		6.16	11.71	6.14		5.94	6.52	4.81
MAPE (%)		24.88	32.48	28.72		64.57	337.03	58.96		47.69	50.22	36.86
จำนวนสถานีที่ใช้		162	162	162		163	163	163		164	164	164
จำนวนสถานีทดสอบ	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าในช่วง Kriging, IDW และ Spline สำหรับข้อมูลน้ำฝนรายวัน (ต่อ)

ค่าทางสถิติ	วันที่											
	30 กรกฎาคม 2541				31 กรกฎาคม 2541				1 สิงหาคม 2541			
	สถานีทดสอบ	Kriging	IDW	Spline	สถานีทดสอบ	Kriging	IDW	Spline	สถานีทดสอบ	Kriging	IDW	Spline
ค่าต่ำสุด (มม.)	14.30	15.37	16.29	14.09	1.00	0.07	2.47	0.00	17.00	19.01	20.82	21.48
ค่าสูงสุด (มม.)	82.60	81.33	76.54	84.39	131.60	119.08	119.90	119.90	111.20	92.31	90.67	97.98
ค่ารวม (มม.)	661.40	633.02	616.30	633.51	618.50	592.20	597.93	596.48	788.90	725.03	745.55	730.34
ค่าเฉลี่ย (มม.)	44.09	42.20	41.09	42.23	41.23	39.48	39.86	39.77	52.59	48.34	49.70	48.69
Standard Deviation (มม.)	20.93	18.94	16.88	20.80	33.65	31.47	30.05	32.46	29.80	24.07	22.45	25.18
RMSE (มม.)		6.24	9.82	7.44		9.48	10.08	9.73		13.39	11.52	12.00
MAE (มม.)		4.61	7.37	5.34		6.59	7.54	5.95		9.14	7.68	7.86
MAPE (%)		10.65	16.95	13.59		32.53	51.48	30.74		18.80	15.14	15.06
จำนวนสถานีที่ใช้		165	165	165		164	164	164		164	164	164
จำนวนสถานีทดสอบ	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าในช่วง Kriging, IDW และ Spline สำหรับข้อมูลน้ำฝนรายวัน (ต่อ)

ค่าทางสถิติ	วันที่											
	22 สิงหาคม 2541				1 กันยายน 2541				18 กันยายน 2541			
	สถานีทดสอบ	Kriging	IDW	Spline	สถานีทดสอบ	Kriging	IDW	Spline	สถานีทดสอบ	Kriging	IDW	Spline
ค่าต่ำสุด (มม.)	2.00	8.02	7.28	7.54	0.70	1.88	1.92	2.09	5.20	3.70	8.16	1.86
ค่าสูงสุด (มม.)	92.50	100.29	94.81	98.38	175.00	156.97	152.83	160.99	84.50	73.78	73.58	77.69
ค่ารวม (มม.)	581.00	585.91	578.82	575.43	856.80	875.34	866.64	890.23	390.80	405.58	424.20	398.18
ค่าเฉลี่ย (มม.)	38.73	39.06	38.59	38.36	57.12	58.36	57.78	59.35	26.05	27.04	28.28	26.55
Standard Deviation (มม.)	24.04	23.69	22.36	24.17	56.13	53.19	51.05	50.55	20.53	17.43	18.14	18.15
RMSE (มม.)		5.42	6.01	4.27		10.70	14.57	10.57		7.41	9.04	6.56
MAE (มม.)		4.52	4.93	3.45		8.52	10.90	7.21		5.86	7.29	4.64
MAPE (%)		33.79	32.29	30.37		94.38	59.96	51.98		31.65	42.31	28.47
จำนวนสถานีที่ใช้		165	165	165		162	162	162		161	161	161
จำนวนสถานีทดสอบ	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

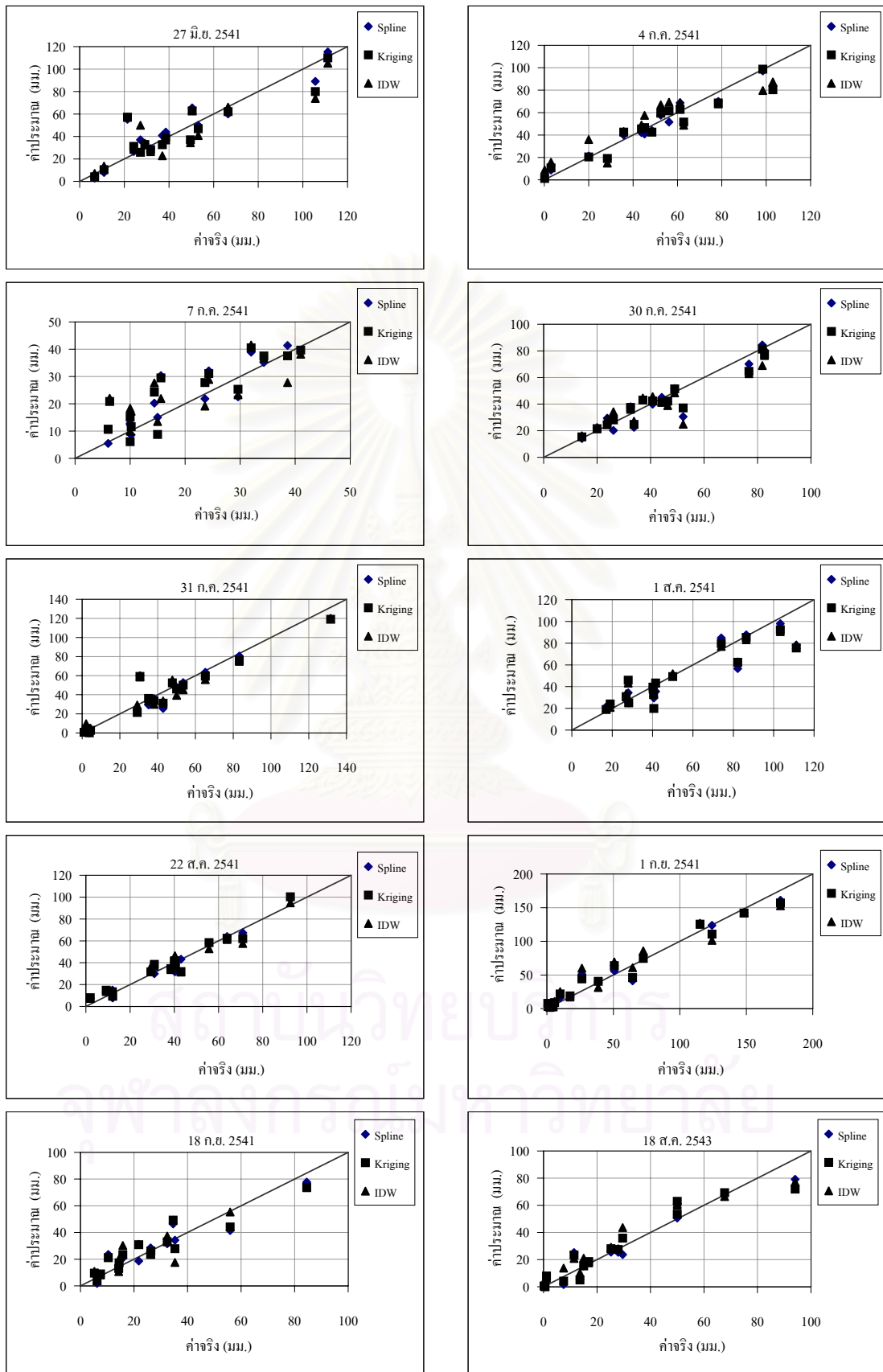


ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าในช่วง Kriging, IDW และ Spline สำหรับ  
ข้อมูลน้ำฝนรายวัน (ต่อ)

ค่าทางสถิติ	วันที่			
	18 สิงหาคม 2543			
	สถานีทดสอบ	Kriging	IDW	Spline
ค่าต่ำสุด (มม.)	0.20	0.00	3.90	0.00
ค่าสูงสุด (มม.)	94.10	71.96	77.13	79.17
ค่ารวม (มม.)	410.80	424.06	464.24	404.19
ค่าเฉลี่ย (มม.)	27.39	28.27	30.95	26.95
Standard Deviation (มม.)	26.28	24.32	23.71	24.96
RMSE (มม.)		8.16	8.01	6.80
MAE (มม.)		5.56	6.44	4.66
MAPE (%)		81.18	228.06	83.06
จำนวนสถานีที่ใช้		183	183	183
จำนวนสถานีทดสอบ	15	15	15	15

ตารางที่ 5.2 ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของวิธีการประมาณค่าในช่วง Kriging, IDW และ  
Spline สำหรับข้อมูลน้ำฝนรายวัน

วิธีการประมาณค่าในช่วง	RMSE (มม.)	MAE (มม.)	MAPE (%)
Kriging	8.90	6.50	44.01
IDW	10.48	8.17	86.59
Spline	8.38	5.87	37.78



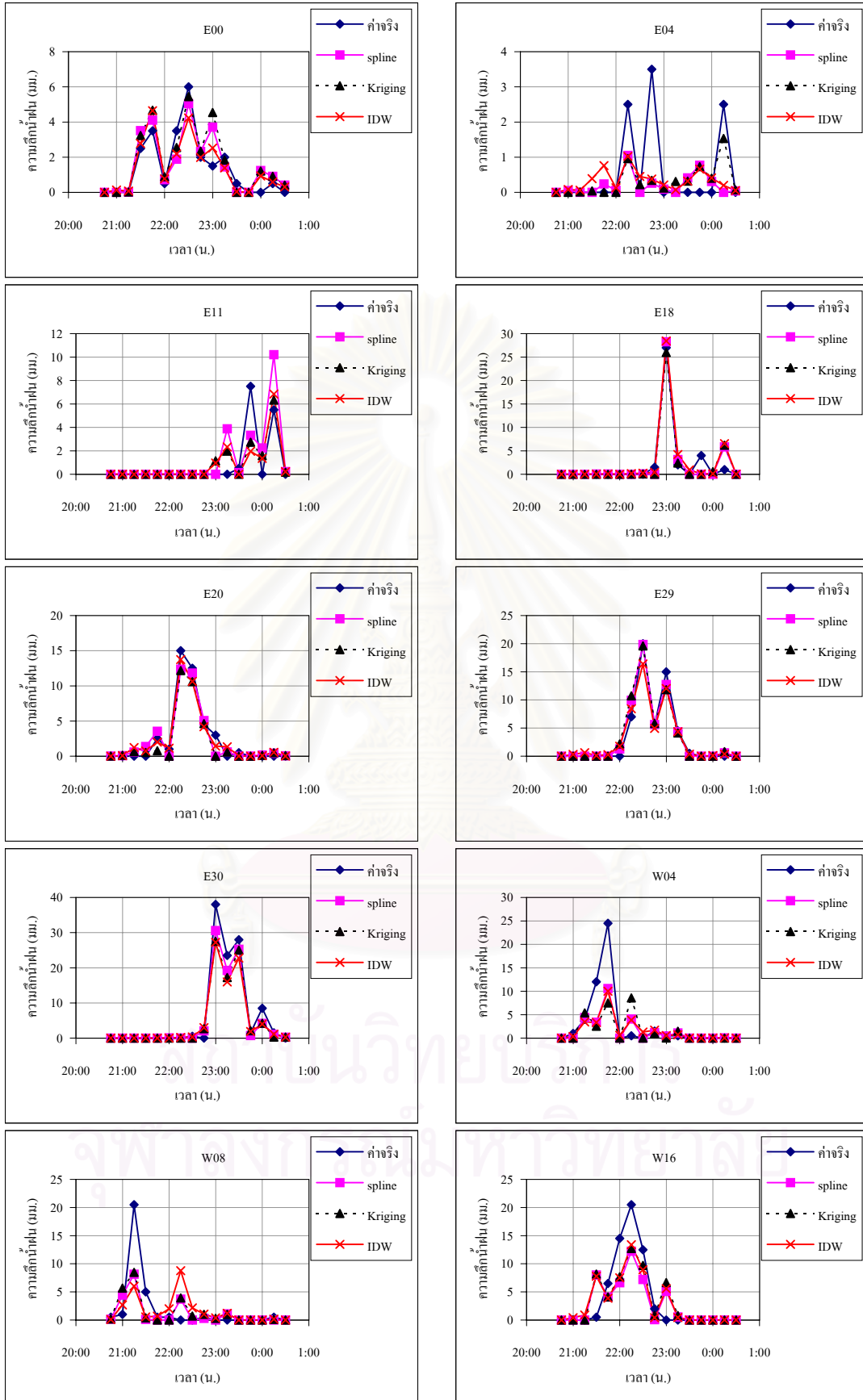
รูปที่ 5.7 การเปรียบเทียบค่าความลึกน้ำฝนที่ได้จากวิธีการประมาณค่าในช่วง 3 วิธีกับข้อมูลน้ำฝนรายวัน

ตารางที่ 5.3 การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าในช่วง Kriging, IDW และ Spline สำหรับข้อมูลน้ำฝนรายเหตุการณ์

สถานี	วันที่																	
	7 กรกฎาคม 2541									31 กรกฎาคม 2541								
	RMSE (มม.)			MAE (มม.)			MAPE (%)			RMSE (มม.)			MAE (มม.)			MAPE (%)		
	Kriging	IDW	Spline	Kriging	IDW	Spline	Kriging	IDW	Spline	Kriging	IDW	Spline	Kriging	IDW	Spline	Kriging	IDW	Spline
e00	0.96	0.75	0.88	0.62	0.53	0.63	20.26	8.80	12.32	3.72	4.53	4.22	2.19	2.50	2.47	50.40	44.35	55.35
e04	0.94	1.09	1.11	0.49	0.66	0.57	55.77	30.25	58.65	1.10	1.79	1.34	0.61	1.15	0.58	31.62	174.36	16.83
e11	1.40	1.60	1.93	0.69	0.77	0.97	112.64	121.93	165.43	0.45	0.28	0.15	0.20	0.13	0.04	671.33	401.33	42.00
e18	1.71	1.85	1.67	0.80	0.98	0.81	18.52	12.54	15.30	0.56	0.70	0.66	0.30	0.39	0.33	5.31	21.84	9.77
e20	1.28	0.88	1.17	0.86	0.63	0.80	22.62	13.60	20.96	2.35	2.04	2.39	1.64	1.59	1.75	37.41	19.20	24.21
e29	1.37	1.32	1.00	0.72	0.78	0.50	15.29	10.57	11.09	1.37	0.93	0.50	0.67	0.67	0.35	1.82	1.07	2.24
e30	3.40	3.78	2.55	1.83	2.02	1.43	76.22	84.39	58.56	2.14	2.35	1.98	1.03	1.11	0.94	35.75	35.73	30.52
w04	5.29	4.33	4.20	2.43	1.89	1.78	46.76	46.33	48.13	2.56	2.65	2.48	1.71	1.98	1.63	12.17	13.38	16.67
w08	3.58	4.46	3.57	1.84	2.26	1.72	60.51	36.16	62.12	3.81	3.19	3.59	2.47	2.30	2.42	193.04	134.79	167.84
w16	3.76	3.60	3.96	2.26	2.28	2.43	135.40	151.18	141.04	0.29	0.59	0.24	0.16	0.46	0.10	467.56	861.67	229.89
เฉลี่ย	2.37	2.37	2.20	1.25	1.28	1.16	56.40	51.57	59.36	1.84	1.91	1.76	1.10	1.23	1.06	150.64	170.77	59.53

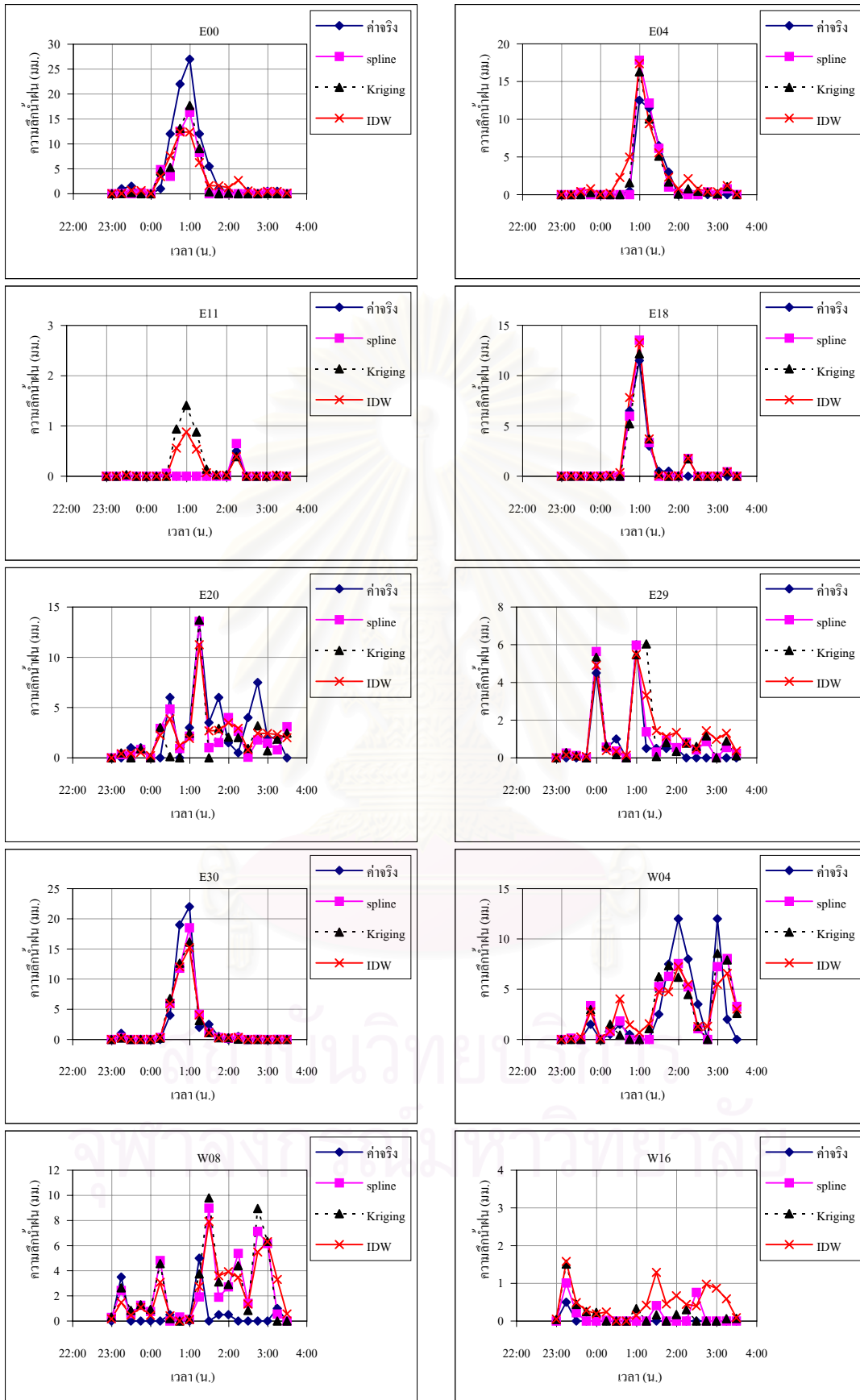
ตารางที่ 5.3 การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าในช่วง Kriging, IDW และ Spline สำหรับข้อมูลน้ำฝนรายเหตุการณ์ (ต่อ)

สถานี	วันที่																	
	1 สิงหาคม 2541									1 กันยายน 2541								
	RMSE (มม.)			MAE (มม.)			MAPE (%)			RMSE (มม.)			MAE (มม.)			MAPE (%)		
	Kriging	IDW	Spline	Kriging	IDW	Spline	Kriging	IDW	Spline	Kriging	IDW	Spline	Kriging	IDW	Spline	Kriging	IDW	Spline
e00	0.81	0.64	0.70	0.56	0.53	0.56	16.18	11.51	8.83	1.80	1.75	2.07	1.17	1.17	1.33	19.74	35.00	20.25
e04	1.45	1.72	1.28	1.00	1.23	0.87	29.90	45.32	27.70	0.83	1.36	0.79	0.57	0.89	0.46	15.91	142.59	33.51
e11	1.09	1.00	2.81	0.85	0.72	1.97	21.04	13.49	91.24	0.79	0.50	0.53	0.43	0.26	0.24	1205.40	664.00	576.00
e18	0.94	0.34	0.82	0.71	0.26	0.52	23.22	2.61	18.86	1.39	1.45	1.53	0.52	0.61	0.54	32.10	51.91	31.83
e20	2.44	2.56	2.28	1.44	1.80	1.33	32.92	43.90	18.97	2.40	3.13	2.66	1.57	2.27	1.76	11.89	20.66	13.03
e29	3.42	3.98	3.48	2.26	2.45	2.37	13.62	10.95	14.64	3.33	3.93	3.36	2.35	2.69	2.29	18.39	23.63	17.52
e30	3.73	3.01	4.37	2.60	2.06	2.81	62.41	52.41	84.45	3.72	3.88	3.58	2.05	2.08	1.88	30.97	29.89	30.36
w04	5.93	5.12	6.01	2.28	2.00	2.28	37.15	22.78	20.48	1.27	0.81	1.00	0.80	0.60	0.69	8.42	9.05	11.61
w08	2.38	2.40	2.39	1.37	1.45	1.52	20.32	34.77	30.13	2.73	2.22	2.58	2.05	1.85	1.81	31.48	12.87	32.98
w16	1.92	1.45	1.88	1.37	0.96	1.28	74.94	34.38	50.61	5.79	5.71	2.65	3.08	3.17	1.47	218.27	314.76	68.02
เฉลี่ย	2.41	2.22	2.60	1.44	1.35	1.55	33.17	27.21	36.59	2.40	2.47	2.08	1.46	1.56	1.25	159.26	130.44	83.51



1) เหตุการณ์ฝนวันที่ 7 กรกฎาคม พ.ศ. 2541

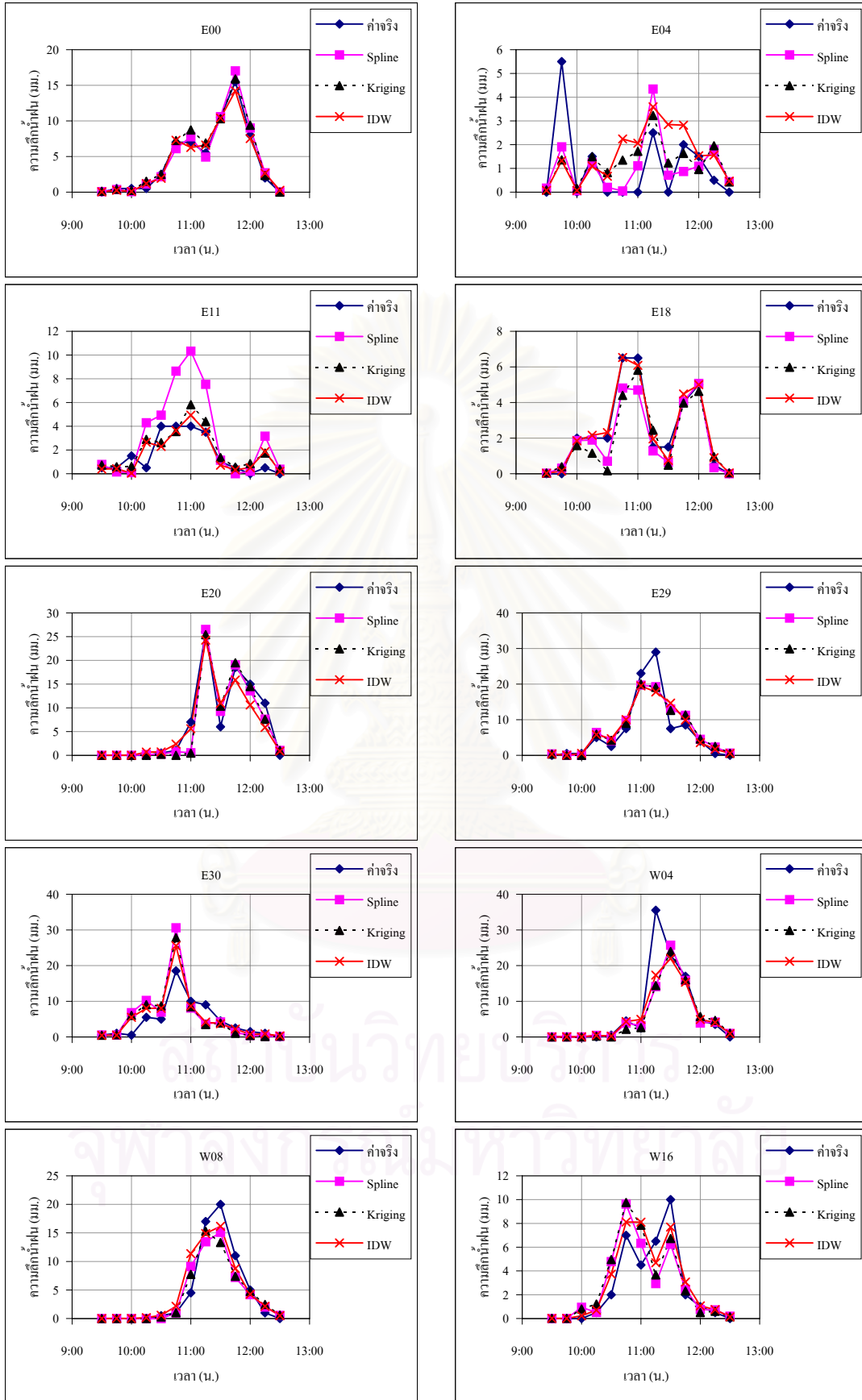
รูปที่ 5.8 การเปรียบเทียบค่าความลึกน้ำฝนที่ได้จากวิธีการประมาณค่าในช่วง 3 วิธีกับข้อมูลน้ำฝนรายเหตุการณ์



2) เหตุการณ์ฝนวันที่ 31 กรกฎาคม พ.ศ. 2541

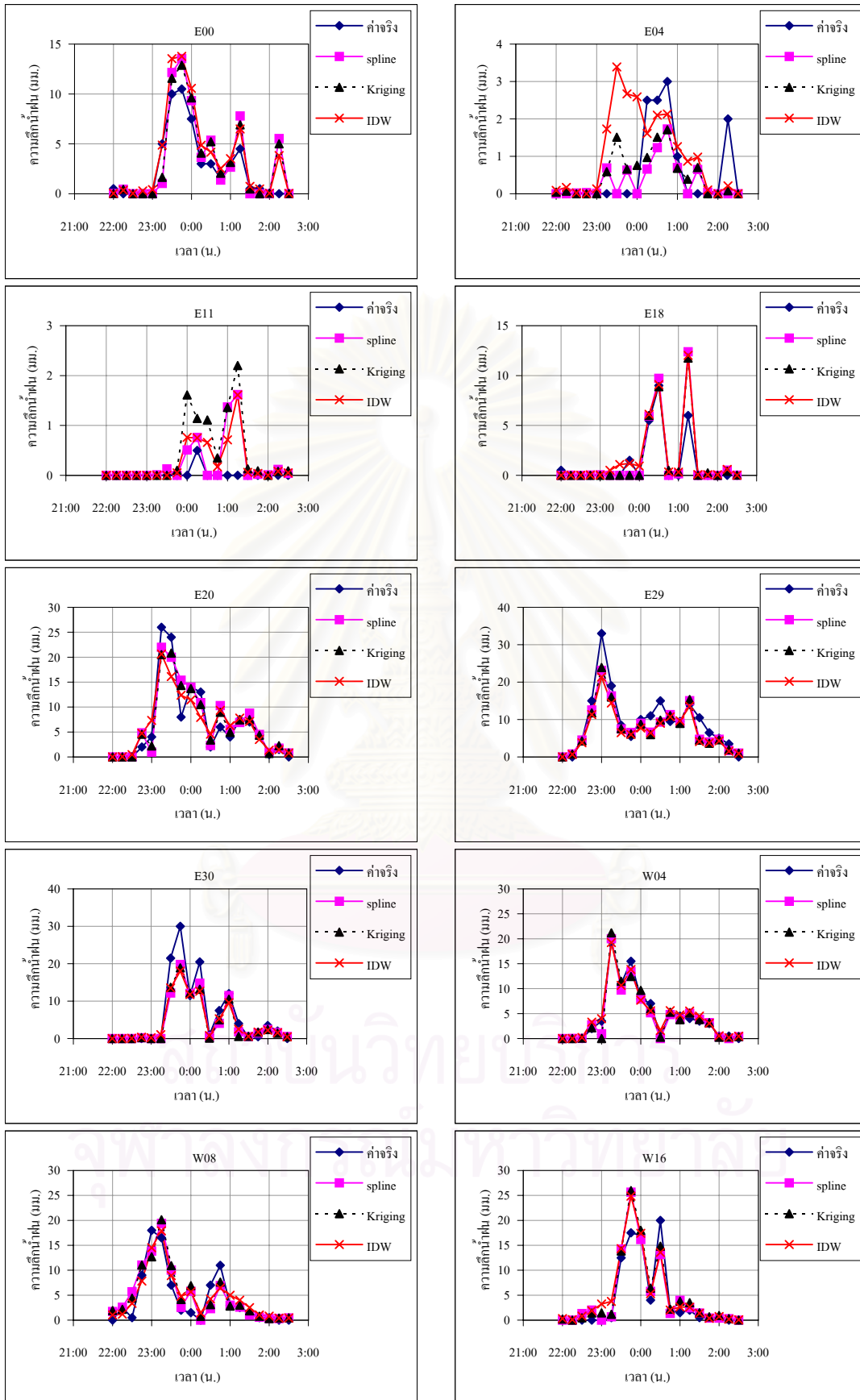
รูปที่ 5.8 การเปรียบเทียบค่าความลึกน้ำฝนที่ได้จากวิธีการประมาณค่าในช่วง 3 วิธีกับข้อมูลน้ำฝนรายเหตุการณ์ (ต่อ)





3) เหตุการณ์ฝนวันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2541

รูปที่ 5.8 การเปรียบเทียบค่าความลึกน้ำฝนที่ได้จากวิธีการประมาณค่าในช่วง 3 วิธีกับข้อมูลน้ำฝนรายเหตุการณ์ (ต่อ)

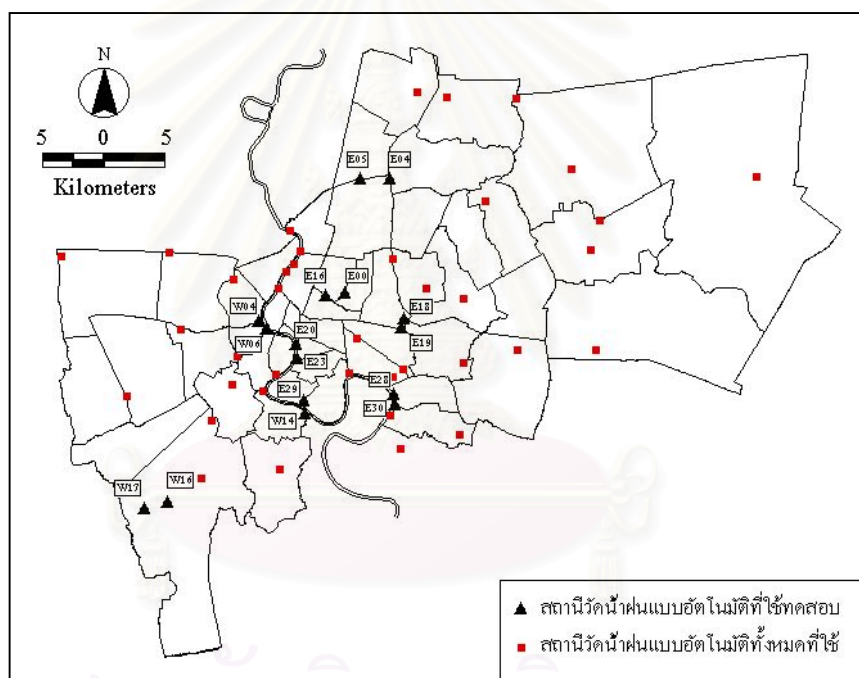


4) เหตุการณ์ฝนวันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2541

รูปที่ 5.8 การเปรียบเทียบค่าความลึกน้ำฝนที่ได้จากวิธีการประมาณค่าในช่วง 3 วิธีกับข้อมูลน้ำฝนรายเหตุการณ์ (ต่อ)

ตารางที่ 5.4 ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของวิธีการประมาณค่าในช่วง Kriging, IDW และ Spline สำหรับข้อมูลน้ำฝนรายเหตุการณ์

วิธีการประมาณค่าในช่วง	RMSE (มม.)	MAE (มม.)	MAPE (%)
Kriging	2.26	1.31	99.87
IDW	2.24	1.35	95.00
Spline	2.16	1.26	59.75



รูปที่ 5.9 ที่ตั้งของสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติที่อยู่ใกล้เคียงกันที่ใช้ทดสอบการกระจายของฝนช่วงสั้นราย 15 นาที

แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีที่ได้ ก็จะมีจุดข้อมูลเพิ่มขึ้น ทำให้แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนที่ได้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดยในการศึกษานี้จะใช้แนวคิดที่ว่า สถานีที่อยู่ใกล้เคียงกันควรมีรูปแบบการกระจายของฝนช่วงสั้นในลักษณะเดียวกัน ดังนั้น ในขั้นตอนนี้จะทำการทดสอบแนวคิดดังกล่าว โดยทำการเปรียบเทียบรูปแบบการกระจายของฝนช่วงสั้นในสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติที่อยู่ใกล้เคียงกัน หมายเลขและตำแหน่งของกลุ่มสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติแสดงดังรูปที่ 5.9 และการทดสอบรูปแบบการกระจายของฝนช่วงสั้นในสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติที่อยู่ใกล้เคียงกัน แสดง

ในรูปที่ 5.10 ซึ่งจะเห็นว่า รูปแบบการกระจายของฝนช่วงสั้นของสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติที่อยู่ใกล้เคียงกันมีความสอดคล้องสัมพันธ์กัน โดยแสดงเหตุการณ์ฝนตกในช่วงเวลาเดียวกัน ดังนั้น ข้อมูลน้ำฝนรายวันจะถูกแปลงให้เป็นข้อมูลน้ำฝนช่วงสั้น โดยใช้ความสัมพันธ์เชิงระยะทางกับข้อมูลน้ำฝนช่วงสั้นของสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติที่อยู่ใกล้เคียงกัน ดังสมการที่ 1-1 ถึง 1-3 หมายถึงของสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติที่ใช้ในการแปลงข้อมูลน้ำฝนรายวันของสถานีวัดน้ำฝนแบบธรรมดาให้เป็นข้อมูลน้ำฝนราย 15 นาทีแสดงดังตารางที่ 5.5 การเปรียบเทียบแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนรายเหตุการณ์และราย 15 นาทีจากข้อมูลน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติและสถานีวัดน้ำฝนทั้งหมด แสดงดังรูปที่ 5.11 และ 5.12 ซึ่งจะให้เห็นถึงความแตกต่างของการกระจายของฝน โดยเฉพาะในบริเวณที่มีฝนตกน้อยหรือไม่มีฝนตกเลยในเหตุการณ์นั้นๆ

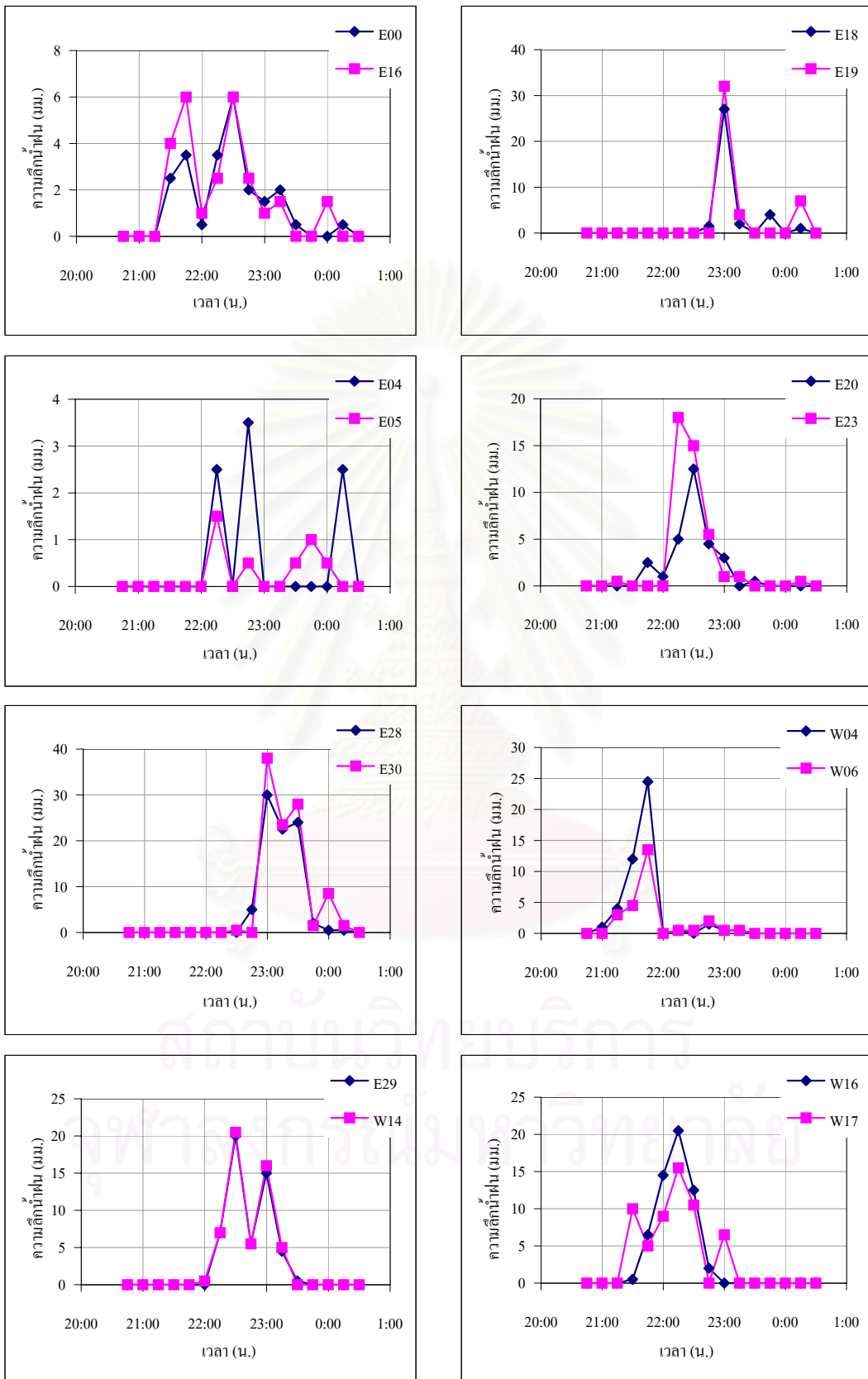
### 5.3 การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcView GIS สำหรับสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนทุกช่วงเวลา 15 นาที

สำหรับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcView GIS สำหรับสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนทุกช่วงเวลา 15 นาที มีขั้นตอนดังนี้

5.3.1 ทำการปรับข้อมูลฝนรายวันทุกสถานีให้เป็นข้อมูลฝนช่วงสั้นโดยมีช่วงเวลา 15 นาที โดยจัดเรียงข้อมูลน้ำฝนราย 15 นาทีจากสถานีวัดน้ำฝนทั้งหมดไว้ใน Microsoft Excel ในรูปแบบดังรูปที่ 5.3 และตั้งชื่อเพิ่มข้อมูลว่า Table.dbf ซึ่งเป็นรูปแบบที่สามารถนำไปต่อเชื่อมกับข้อมูลหมายเลขสถานีที่มีอยู่ใน ArcView GIS ได้

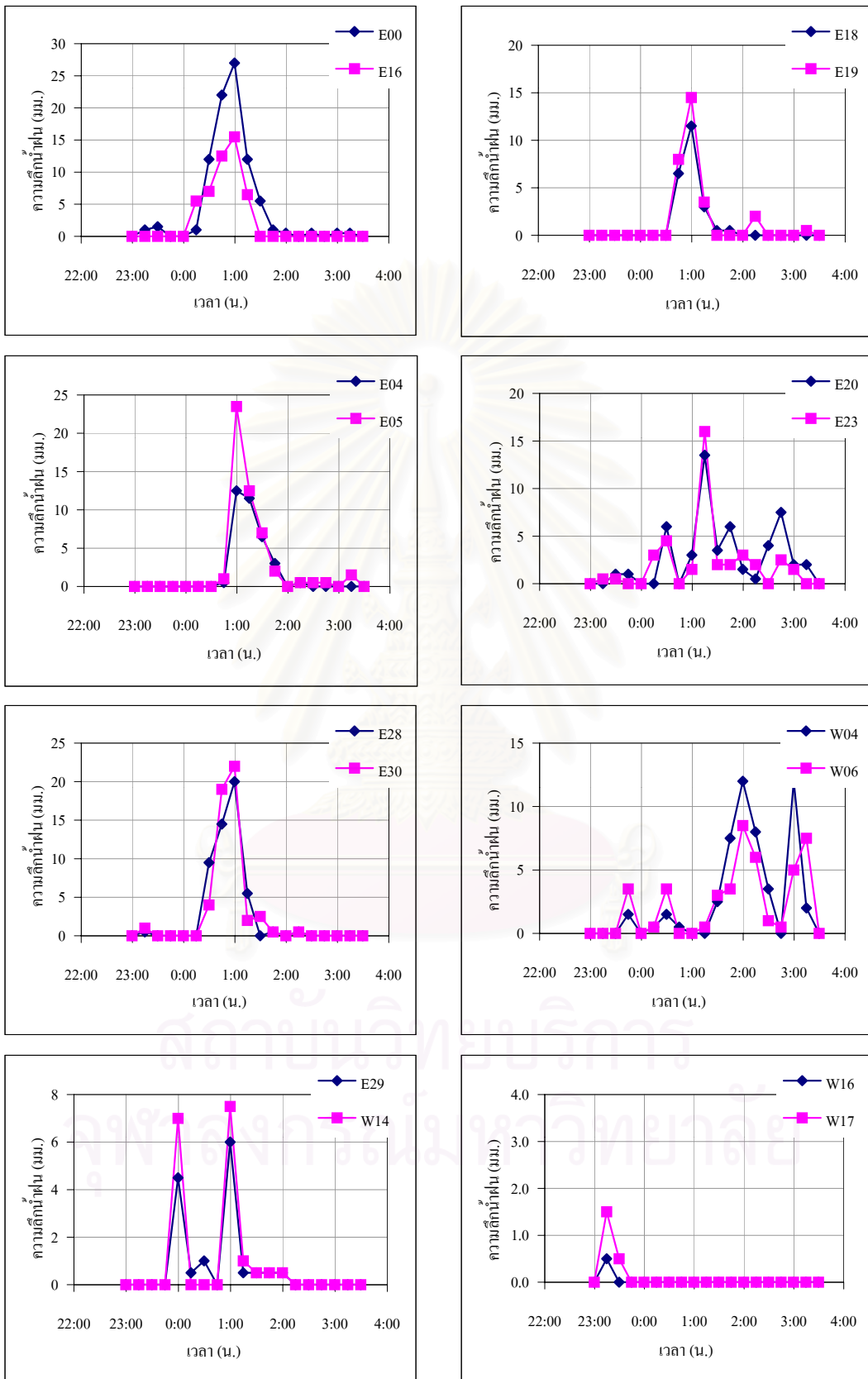
5.3.2 จัดสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนทุก 15 นาทีของทุกเหตุการณ์ ในการจัดสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนในแต่ละเหตุการณ์นั้น จะต้องทำการสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงได้เขียนโปรแกรมด้วยภาษา Avenue เพื่อช่วยในการทำงาน โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1) การเข้าสู่ ArcView GIS เพื่อเริ่มต้นกระบวนการจัดสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝน
- 2) การเรียกข้อมูลแผนที่กรุงเทพมหานครและข้อมูลปริมาณน้ำฝนราย 15 นาทีของทุกสถานี มาจัดเก็บใน Arcview GIS และเลือกเฉพาะสถานีวัดน้ำฝนที่มีข้อมูลน้ำฝนซึ่งจะใช้ในการจัดสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝน สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำฝนราย 15 นาทีของทุกสถานีนั้นเป็นข้อมูลในรูปแบบตารางซึ่งจะทำการต่อเชื่อมกับข้อมูลจุดตำแหน่งของสถานีวัดน้ำฝน โดยต่อเชื่อมสมรรถกที่เหมือนกันคือ สมรรถกหมายเลขสถานีวัดน้ำฝน หรือ สมรรถก Station (รูปที่ 5.2 และ 5.3) ซึ่งเป็นสมรรถกหลักสำหรับการเชื่อมโยงเพื่อดึงข้อมูลค่าความลึกน้ำฝนในแต่ละช่วงเวลามาใส่ไว้ใน Arcview GIS ข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนและข้อมูลความลึกน้ำฝนในช่วงเวลาต่างๆในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แสดงดังรูปที่ 5.13



1) เหตุการณ์ฝนวันที่ 7 กรกฎาคม พ.ศ. 2541

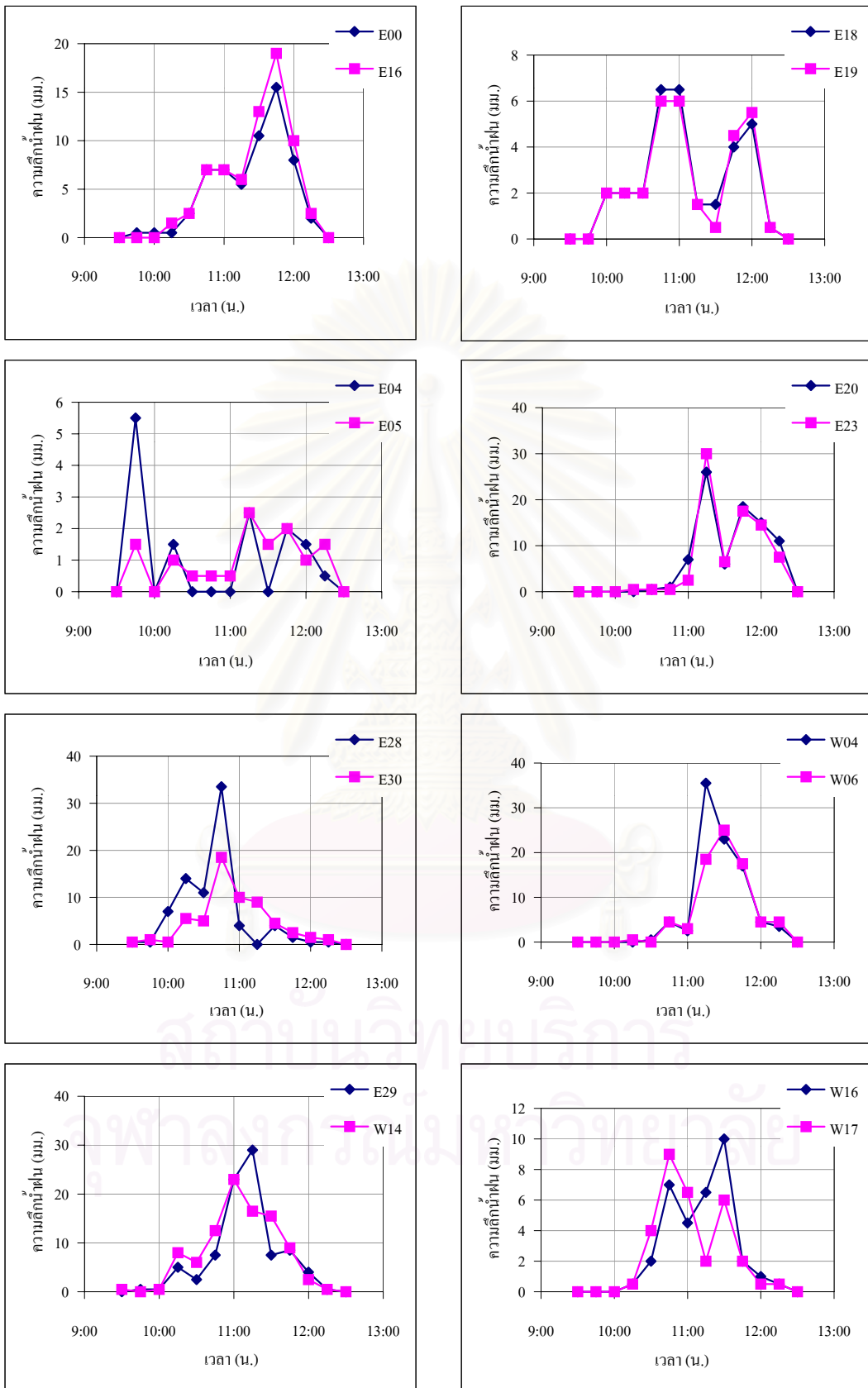
รูปที่ 5.10 การกระจายของฝนราย 15 นาทีของสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติที่อยู่ใกล้เคียงกัน



## 2) เหตุการณ์ฝนวันที่ 31 กรกฎาคม พ.ศ. 2541

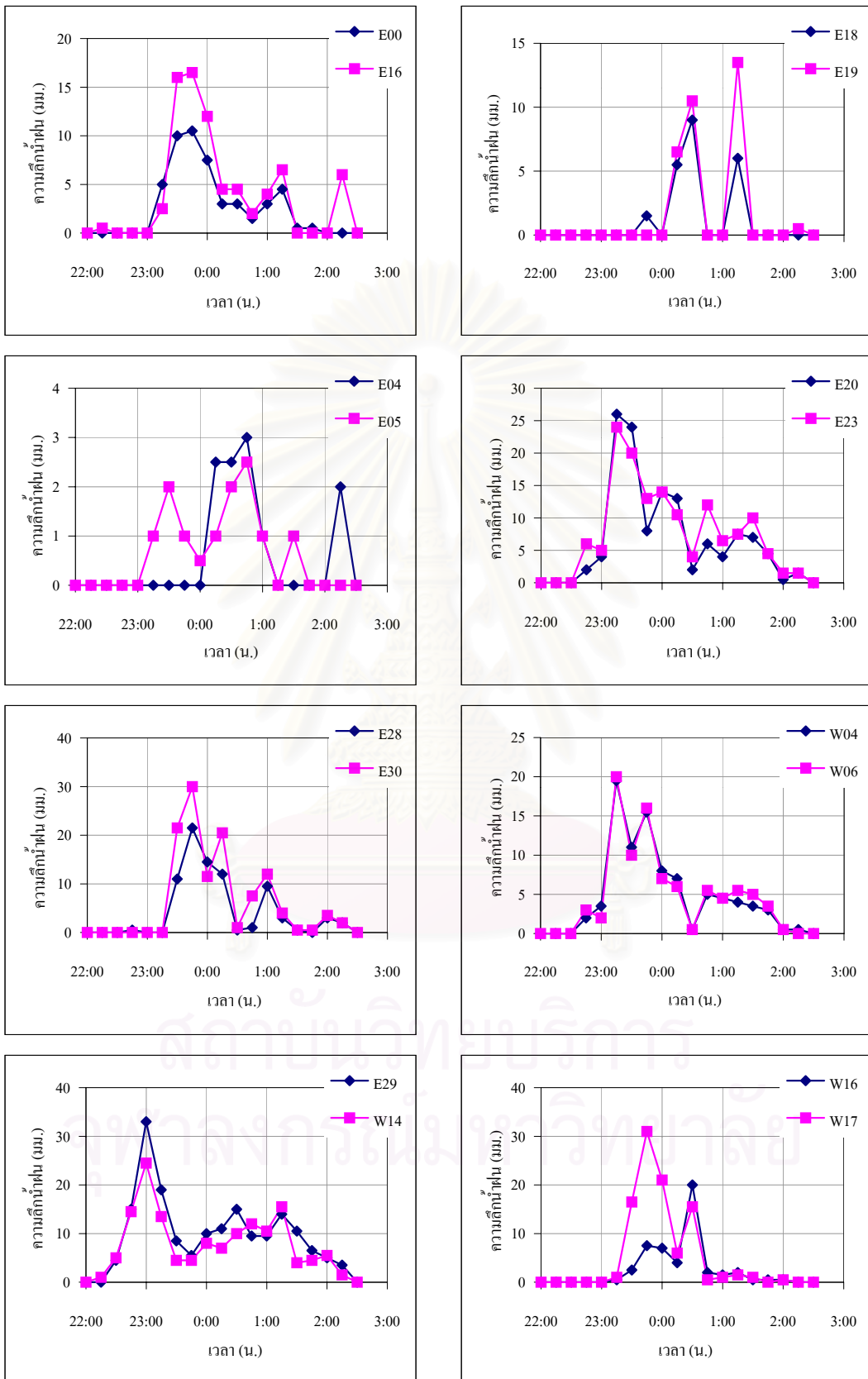
รูปที่ 5.10 การกระจายของฝนราย 15 นาทีของสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติที่อยู่ใกล้เคียงกัน (ต่อ)





### 3) เหตุการณ์ฝนวันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2541

รูปที่ 5.10 การกระจายของฝนราย 15 นาทีของสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติที่อยู่ใกล้เคียงกัน (ต่อ)



4) เหตุการณ์ฝนวันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2541

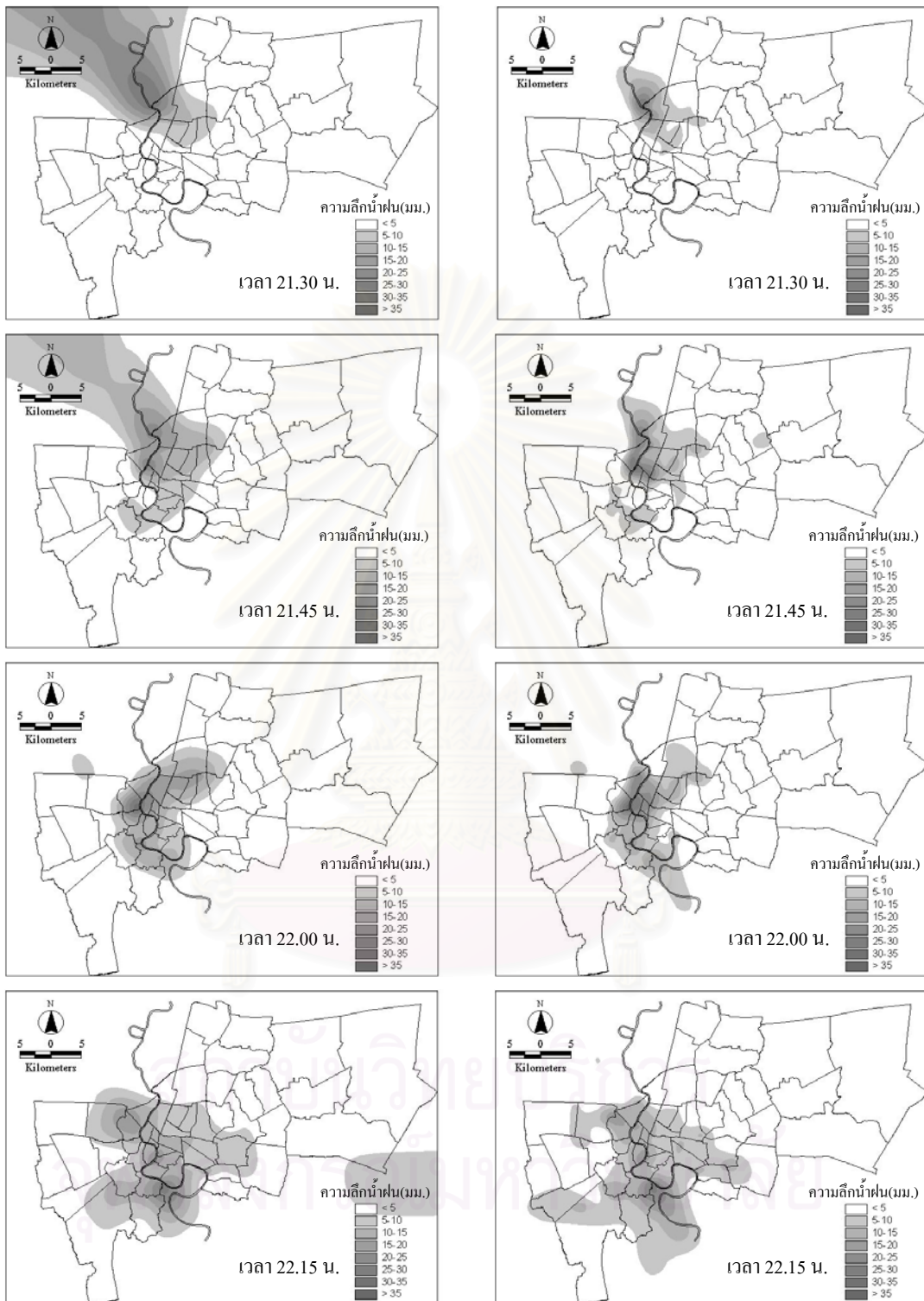
รูปที่ 5.10 การกระจายของฝนราย 15 นาทีของสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติที่อยู่ใกล้เคียงกัน (ต่อ)

ตารางที่ 5.5 หมายเลขของสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติที่ใช้ในการแปลงข้อมูลน้ำฝนรายวัน  
ของสถานีวัดน้ำฝนแบบธรรมดาให้เป็นข้อมูลน้ำฝนราย 15 นาที

หมายเลขของสถานีวัดน้ำฝน		หมายเลขของสถานีวัดน้ำฝน		หมายเลขของสถานีวัดน้ำฝน	
แบบธรรมดา	แบบอัตโนมัติ	แบบธรรมดา	แบบอัตโนมัติ	แบบธรรมดา	แบบอัตโนมัติ
1	80	28	88	55	90
2	80, 81	29	92	56	75
3	85	30	69, 70	57	80, 85, 103, 105
4	85	31	69, 71	58	71
5	85	32	76, 82	59	79, 82
6	90, 94, 113	33	87	60	76
7	78, 80, 81, 118	34	77	61	72, 74, 86, 99
8	65, 81	35	89	62	68, 72, 99
9	65, 77	36	112	63	108
10	91, 92	37	78, 118	64	105
11	82	38	120	121	67
12	69	39	66	122	72, 74, 86, 99
13	72, 74	40	76, 82	123	77, 79, 82
14	86	41	68, 72	124	76, 82
15	68, 72, 74, 99	42	84	125	76, 82
16	85, 88, 105, 106, 108	43	95, 96, 97, 98	126	72, 74, 86
17	85	44	100	127	78
18	106	45	107	128	65, 77
19	80, 102, 103	46	107, 111, 112	129	102
20	102	47	114	130	80
21	107	48	73	131	101, 102, 104
22	111	49	107	132	79, 82, 83
23	112	50	109	133	83, 84
24	94, 113	51	88, 90, 94	134	65, 81, 119
25	65, 81	52	102	135	106
26	108	53	83, 84	136	89
27	73	54	78	137	89

ตารางที่ 5.5 หมายเลขของสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติที่ใช้ในการแปลงข้อมูลน้ำฝนรายวัน  
ของสถานีวัดน้ำฝนแบบธรรมดาให้เป็นข้อมูลน้ำฝนราย 15 นาที (ต่อ)

หมายเลขของสถานีวัดน้ำฝน		หมายเลขของสถานีวัดน้ำฝน		หมายเลขของสถานีวัดน้ำฝน	
แบบธรรมดา	แบบอัตโนมัติ	แบบธรรมดา	แบบอัตโนมัติ	แบบธรรมดา	แบบอัตโนมัติ
138	90, 119	164	87	190	85
139	86, 87	165	72, 74, 86, 99	191	110
140	88	166	120	192	85
141	88, 90, 94	167	69, 70	193	95, 96, 98
142	113	168	70	194	87, 89, 97
143	112, 115, 117	169	69, 70	195	87, 89, 97
144	112, 114, 115, 117	170	71	196	73
145	66, 120	171	71	197	73
146	66, 67, 71	172	71	198	70, 73
147	69, 70, 77	173	69, 70	199	101
148	77	174	69, 70	200	101
149	65, 75, 77, 81, 118	175	73	201	73
150	112	176	77	202	73, 75, 78, 102, 118
151	111, 115, 116, 117	177	75, 78, 118	203	101
152	111, 115, 116, 118	178	102	204	70, 73
153	104, 107, 111	179	65, 75, 78, 81, 118	205	70, 73, 101, 120
154	67, 68, 72, 99	180	78, 80	206	100, 101
155	68, 72, 99	181	102	207	67, 68, 72, 99
156	68	182	102, 103, 104, 106	208	113
157	68, 72, 99	183	80	209	98
158	72, 74, 86	184	65	210	97, 98
159	115, 116	185	81	211	97, 98
160	100	186	103, 105	212	97
161	107	187	103, 105	213	86
162	71	188	80, 81	214	111, 116
163	80, 85, 103, 105	189	65, 81, 85, 119	215	116

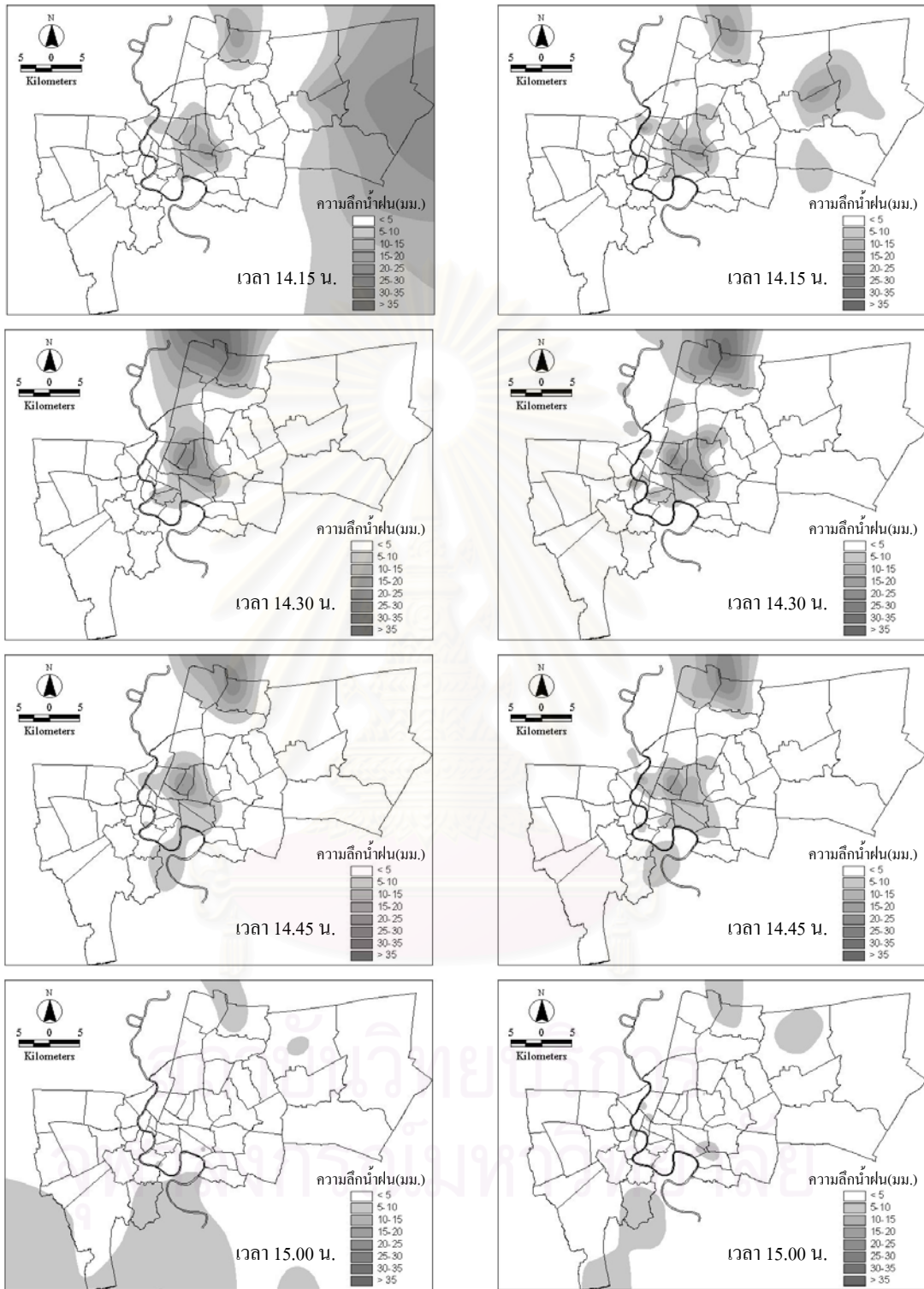


ก. สถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติ 56 สถานี

ข. สถานีวัดน้ำฝนทั้งหมด 215 สถานี

1) เหตุการณ์ฝนวันที่ 18 กันยายน พ.ศ.2540 ช่วงเวลา 21.00 - 22.45 น.

รูปที่ 5.11 การเปรียบเทียบแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีจากข้อมูลน้ำฝนที่ได้จากสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติและสถานีวัดน้ำฝนทั้งหมด



ก. สถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติ 56 สถานี

ข. สถานีวัดน้ำฝนทั้งหมด 215 สถานี

2) เหตุการณ์ฝนวันที่ 18 กันยายน พ.ศ.2541 ช่วงเวลา 13.00 - 15.00 น.

รูปที่ 5.11 การเปรียบเทียบแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีจากข้อมูลน้ำฝนที่ได้จากสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติและสถานีวัดน้ำฝนทั้งหมด (ต่อ)



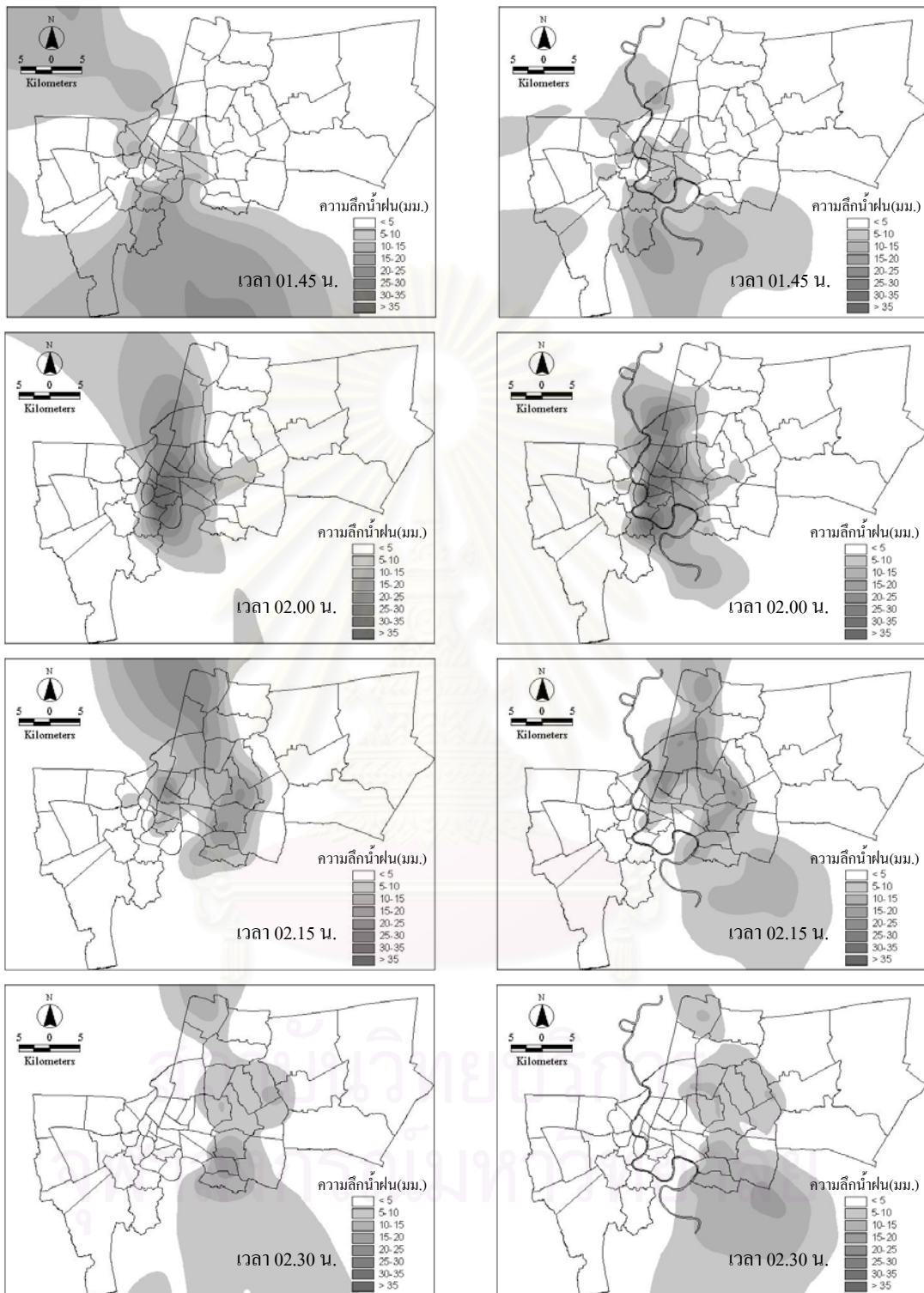


ก. สถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติ 56 สถานี

ข. สถานีวัดน้ำฝนทั้งหมด 215 สถานี

3) เหตุการณ์ฝนวันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ.2543 ช่วงเวลา 19.00 - 21.30 น.

รูปที่ 5.11 การเปรียบเทียบแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีจากข้อมูลน้ำฝนที่ได้จากสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติและสถานีวัดน้ำฝนทั้งหมด (ต่อ)

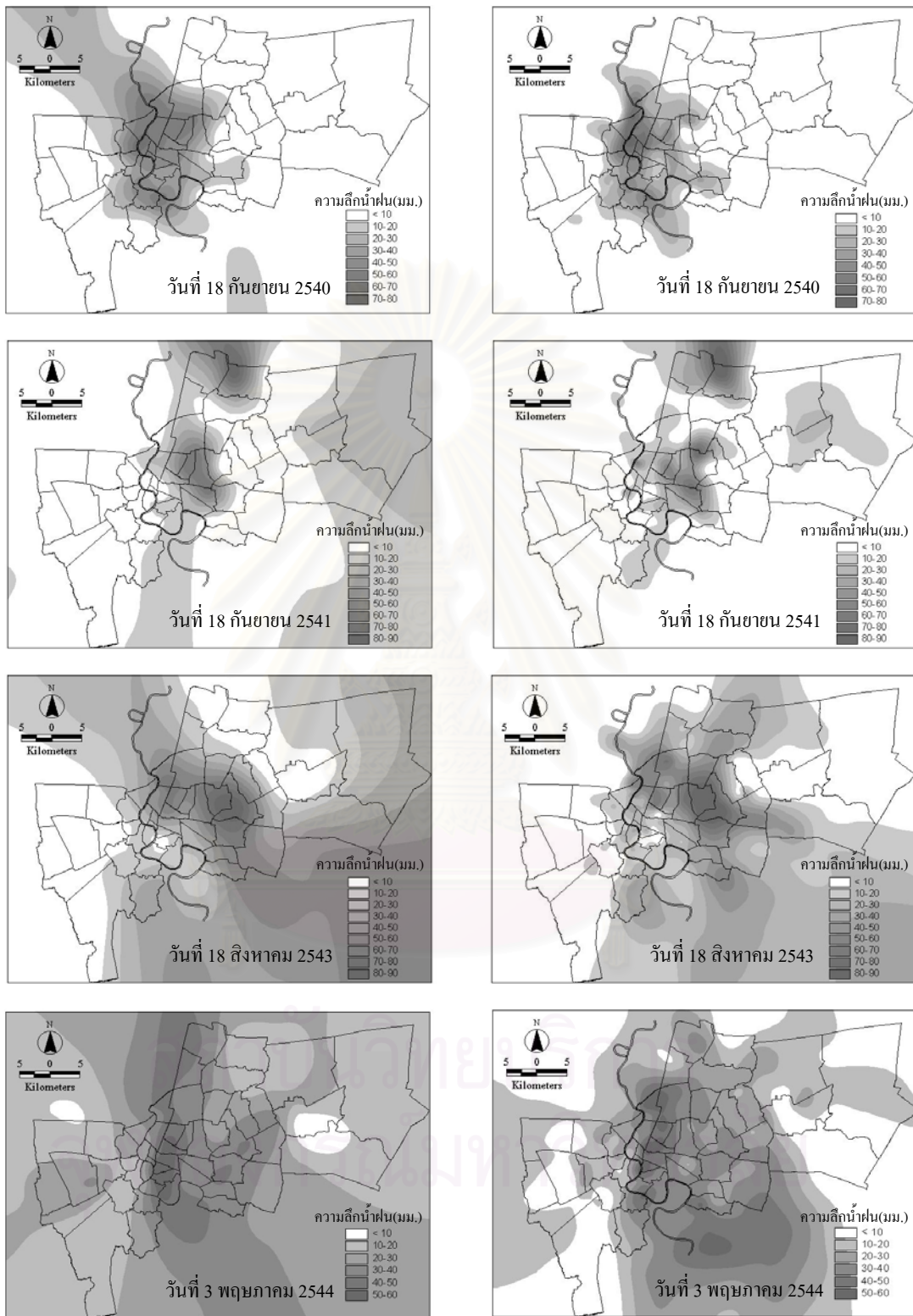


ก. สถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติ 56 สถานี

ข. สถานีวัดน้ำฝนทั้งหมด 215 สถานี

4) เหตุการณ์ฝนวันที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ.2544 ช่วงเวลา 00.45 - 03.30 น.

รูปที่ 5.11 การเปรียบเทียบแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีจากข้อมูลน้ำฝนที่ได้จากสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติและสถานีวัดน้ำฝนทั้งหมด (ต่อ)



ก. สถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติ 56 สถานี

ข. สถานีวัดน้ำฝนทั้งหมด 215 สถานี

รูปที่ 5.12 การเปรียบเทียบแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนรายเหตุการณ์จากข้อมูลน้ำฝนที่ได้จากสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติและสถานีวัดน้ำฝนทั้งหมด

Shape	ID	Station	Station Name	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30
Point	65	E00	ศูนย์ควบคุมระบบป้องกันน้ำท	0.00	4.50	4.50	10.50	
Point	66	E01	ประตูระบายน้ำ คลองสองสายโ	0.00	0.00	0.00	0.00	
Point	67	E02	ประตูระบายน้ำ คลองพระยาสุ	0.00	0.00	0.00	0.00	
Point	68	E03	ประตูระบายน้ำ คลองสามวา	0.00	0.00	0.00	0.00	
Point	69	E04	สถานีวัดระดับน้ำฝน คลอง	0.00	0.00	0.00	0.00	
Point	70	E05	ประตูระบายน้ำ คลองเปรมประ	0.00	0.00	0.00	0.00	
Point	71	E06	สถานีวัดระดับน้ำฝน คลอง	0.00	0.00	0.00	0.00	
Point	72	E07	ประตูระบายน้ำ คลองนสนนสบ	0.00	0.00	0.00	0.00	
Point	73	E08	สถานีสูบน้ำ คลองบางเขนใหม่	0.00	0.00	2.00	8.00	
Point	74	E09	ประตูระบายน้ำ คลองมิ่งขวาง	0.50	0.50	0.00	2.50	

รูปที่ 5.13 ข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนและข้อมูลความลึกน้ำฝนในช่วงเวลาต่างๆ  
ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

3) การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการแสดงผล แบ่งตามลักษณะการวิเคราะห์ได้ดังนี้

3.1) การสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนทุกช่วงเวลา 15 นาที โดยการนำข้อมูลค่าความลึกน้ำฝนของทุกสถานีมาสร้างเส้นชั้นความลึกน้ำฝนในช่วงเวลาต่างๆ โดยใช้วิธีการประมาณค่าในช่วง Spline แล้วซ้อนทับกับแผนที่กรุงเทพมหานครเพื่อให้ได้แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนในแต่ละช่วงเวลา

3.2) สำหรับการคำนวณปริมาณของน้ำฝนที่ตกลงในพื้นที่ในแต่ละช่วงเวลา สามารถคำนวณได้จากผลรวมของผลคูณระหว่างความลึกน้ำฝนเฉลี่ยระหว่างชั้นน้ำฝนกับพื้นที่ระหว่างชั้นน้ำฝน ความลึกน้ำฝนเฉลี่ยที่ตกลงในพื้นที่จะมีค่าเท่ากับปริมาณของฝนที่ตกลงในพื้นที่หารด้วยพื้นที่ที่ครอบคลุมทั้งหมดนั่นเอง

ในการคำนวณปริมาณของน้ำฝนนั้น จะต้องทำการกำหนดขอบเขตของพื้นที่ฝนตกที่ต้องการคำนวณ ในการศึกษานี้กำหนดขอบเขตของการคำนวณเท่ากับขอบเขตของแผนที่เส้นชั้นน้ำฝน

4) การแสดงแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษา โดยแสดงทุกช่วงเวลา 15 นาที เมื่อนำแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีตลอดทั้งเหตุการณ์มาวางซ้อนและรวมเข้าด้วยกันจะได้แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนรวมของฝนรายเหตุการณ์

ในการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Avenue นั้นได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของการนำเข้าข้อมูลน้ำฝนและสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝน และส่วนของการคำนวณปริมาณฝนในพื้นที่ฝนตก รายละเอียดโปรแกรมภาษา Avenue แสดงในภาคผนวก ค



## บทที่ 6

### การวิเคราะห์ข้อมูลและผลการศึกษา

ในบทที่ 5 ได้กล่าวถึงการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทำการจัดสร้างเป็นแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนในทุกๆช่วงเวลา 15 นาที ของเหตุการณ์ฝนจำนวน 42 เหตุการณ์เป็นจำนวนทั้งหมด 415 แผนที่ ซึ่งจะให้เห็นถึงลักษณะการกระจายและการเคลื่อนตัวของฝนในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละเหตุการณ์ได้ ในบทนี้ เป็นการนำแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนที่ได้มาทำการวิเคราะห์ในลักษณะต่างๆ คือ จำนวนจุดศูนย์กลางและการเคลื่อนตัวของฝน ขนาดของฝนและการกระจายตัวของฝนตามเวลาและพื้นที่

#### 6.1 จำนวนจุดศูนย์กลางและการเคลื่อนตัวของฝน

##### 6.1.1 จำนวนจุดศูนย์กลางฝน

จากเหตุการณ์ฝนทั้ง 42 เหตุการณ์พบว่า เหตุการณ์ฝนแต่ละเหตุการณ์นั้นอาจมีจุดศูนย์กลางอยู่หลายแห่งกระจายอยู่ในตำแหน่งต่างๆของพื้นที่ ดังนั้นเพื่อความเหมาะสมในการกำหนดจำนวนจุดศูนย์กลางของฝนจึงเลือกพิจารณาจุดศูนย์กลางหลักของฝนที่มีปริมาณน้ำฝนมากที่สุด ส่วนจุดศูนย์กลางแห่งอื่นจะพิจารณาจากความลึกน้ำฝนรวมที่มีปริมาณใกล้เคียงหรือไม่น้อยกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของความลึกน้ำฝน ณ จุดศูนย์กลางหลัก ดังนั้นจะสามารถแบ่งลักษณะของฝนได้ 4 รูปแบบ คือ จำนวนจุดศูนย์กลาง 1 แห่ง จำนวนจุดศูนย์กลาง 2 แห่ง จำนวนจุดศูนย์กลาง 3 แห่งและจำนวนจุดศูนย์กลาง 4 แห่ง โดยแยกเป็นแบบไม่มีการเคลื่อนตัวและมีการเคลื่อนตัว แสดงดังตารางที่ 6.1 โดยพบว่า

1) เหตุการณ์ฝนที่เกิดขึ้นในกรุงเทพมหานครเมื่อพิจารณาตามจำนวนจุดศูนย์กลางของฝนทั้ง 4 รูปแบบพบว่า ฝนส่วนใหญ่จะมีจำนวนจุดศูนย์กลาง 1 แห่ง คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนเหตุการณ์ฝนทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษา

2) เมื่อพิจารณาตามการเคลื่อนตัวของจุดศูนย์กลางฝนพบว่า มีเหตุการณ์ฝนที่มีการเคลื่อนตัว 40.48 เปอร์เซ็นต์และไม่มีการเคลื่อนตัว 59.52 เปอร์เซ็นต์ของเหตุการณ์ฝนทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษา

ตัวอย่างลักษณะฝนทั้ง 4 รูปแบบแสดงดังรูปที่ 6.1 ตำแหน่งของจุดศูนย์กลางของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์แสดงดังรูปที่ 6.2 และรูปที่ 6.3 แสดงเส้นชั้นน้ำฝนรวมของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์

ตารางที่ 6.1 จำนวนเหตุการณ์ฝนแบ่งตามจำนวนจุดศูนย์กลางและการเคลื่อนตัว

ลำดับที่	จุดศูนย์กลาง 1 แห่ง		จุดศูนย์กลาง 2 แห่ง		จุดศูนย์กลาง 3 แห่ง		จุดศูนย์กลาง 4 แห่ง	
	ไม่เคลื่อนตัว	เคลื่อนตัว	ไม่เคลื่อนตัว	เคลื่อนตัว	ไม่เคลื่อนตัว	เคลื่อนตัว	ไม่เคลื่อนตัว	เคลื่อนตัว
1	13 ก.ย. 2540	16 ก.ย. 2541	30 ก.ค. 2541	11 ต.ค. 2540	4 ก.ค.2541 <sup>2</sup>	3 พ.ค. 2544	-	11 ก.ย. 2541
2	18 ก.ย. 2540	26 ส.ค. 2541	19 ส.ค. 2541	4 ก.ค. 2541 <sup>1</sup>	27 มิ.ย. 2541			27 ก.ย. 2541
3	30 พ.ค. 2541	15 ต.ค. 2541	1 ก.ย. 2541	27 ต.ค. 2543	18 ก.ย. 2541			21 พ.ค. 2543
4	28 มิ.ย. 2541	14 ส.ค. 2543	1 ต.ค. 2541	9 มี.ค. 2544	29 ก.ค. 2543			
5	7 ก.ค. 2541	18 ส.ค. 2543	4 ต.ค. 2543	19 มี.ค. 2544 <sup>3</sup>	3 ก.ย. 2543			
6	31 ก.ค. 2541	26 ก.ย. 2543	10 ก.พ. 2544	19 มี.ค. 2544 <sup>4</sup>				
7	1 ส.ค. 2541	22 มี.ค. 2544						
8	22 ส.ค. 2541							
9	17 ก.ย. 2541							
10	4 พ.ค. 2543							
11	3 ส.ค. 2543							
12	14 มี.ค. 2544							
13	7 มิ.ย. 2544							
14	8 ก.ค. 2544							
จำนวนเหตุการณ์	14	7	6	6	5	1	0	3
เปอร์เซ็นต์	33.33	16.67	14.29	14.29	11.90	2.38	0.00	7.14

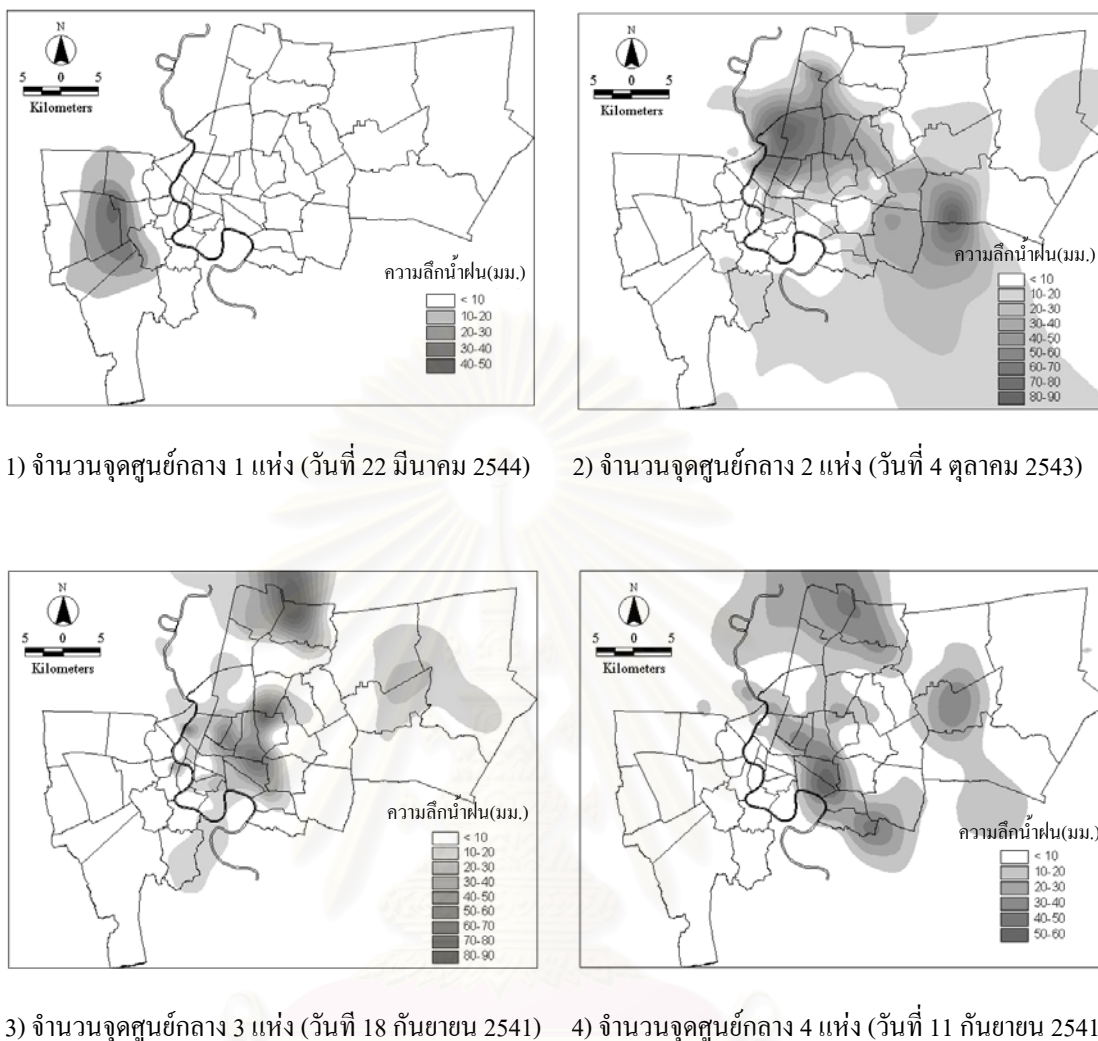
หมายเหตุ: <sup>1</sup> ช่วงเวลา 03.45-06.15 น.

<sup>3</sup> ช่วงเวลา 03.00-05.00 น.

<sup>2</sup> ช่วงเวลา 20.30-23.15 น.

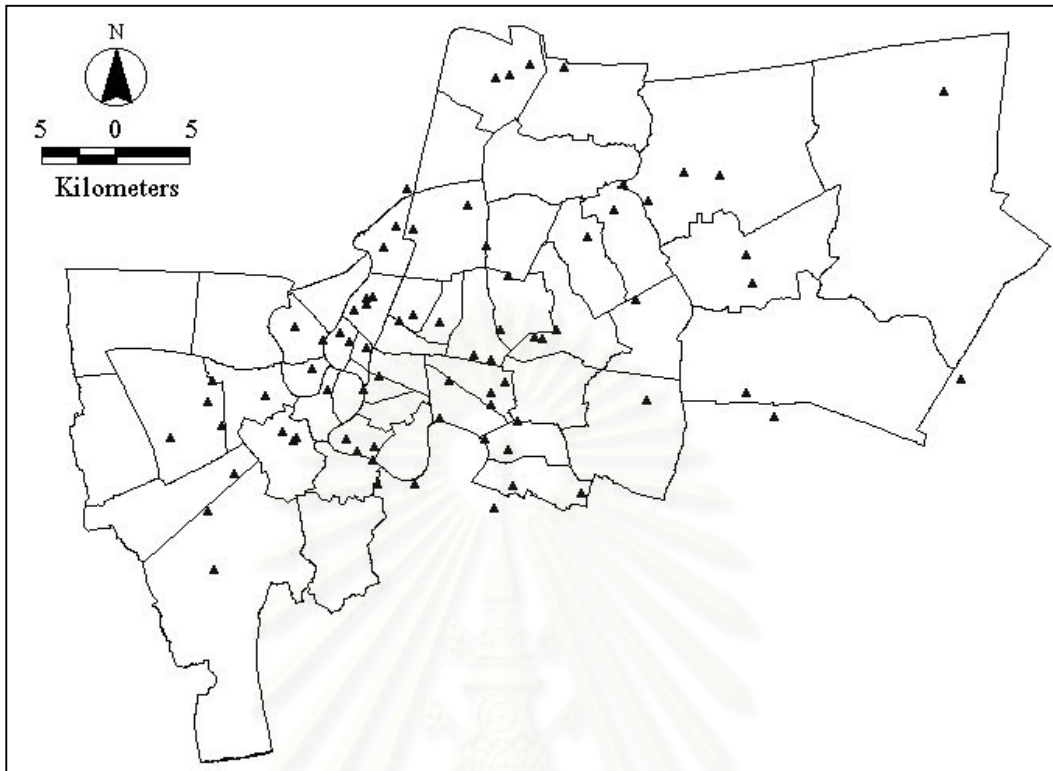
<sup>4</sup> ช่วงเวลา 18.45-20.30 น.



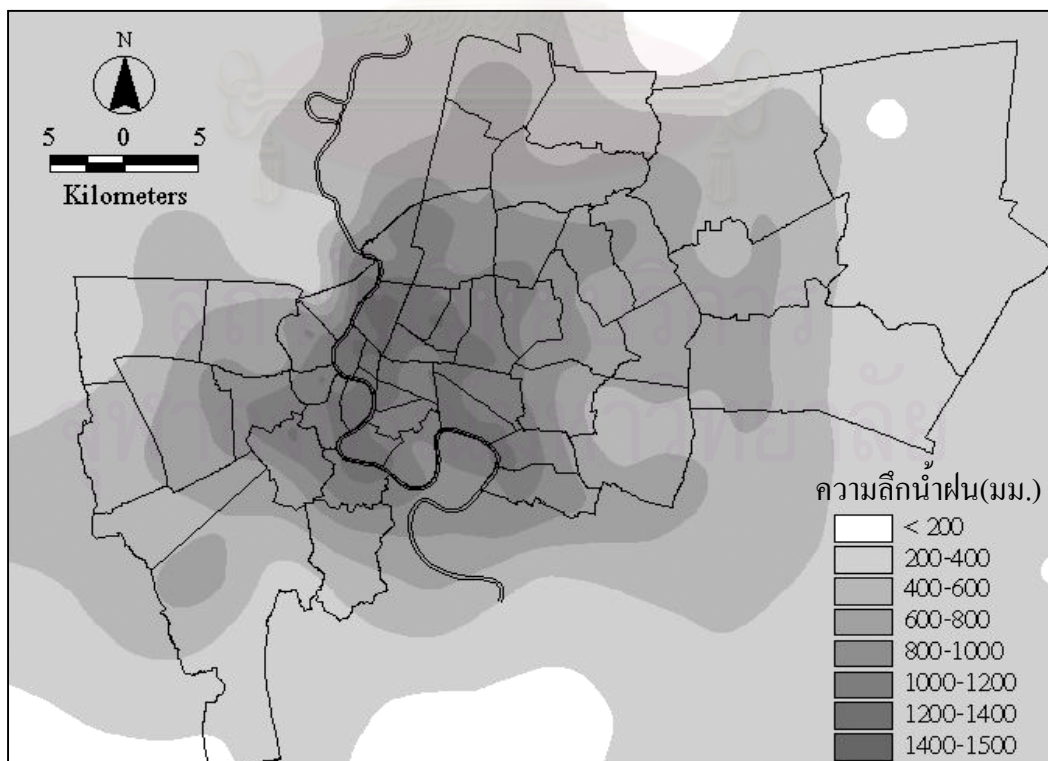


รูปที่ 6.1 ลักษณะของฝนที่มีจำนวนจุดศูนย์กลางต่างๆ

จากรูปที่ 6.2 จะเห็นได้ว่า ตำแหน่งของจุดศูนย์กลางของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์มีกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ศึกษา โดยบริเวณที่มีความหนาแน่นของตำแหน่งของจุดศูนย์กลางของฝนจะอยู่ใน บริเวณตอนกลางของกรุงเทพมหานคร(2 ฟังของแม่น้ำเจ้าพระยา) ซึ่งสอดคล้องกับรูปที่ 6.3 จะเห็นว่า บริเวณดังกล่าวเป็นบริเวณที่มีปริมาณฝนรวมมากที่สุดซึ่งเป็นเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครชั้นใน มีความหนาแน่นของชุมชนสูง เป็นเขตที่อยู่อาศัยหนาแน่นและเป็นบริเวณที่เกิดปัญหาน้ำท่วมอยู่เสมอ



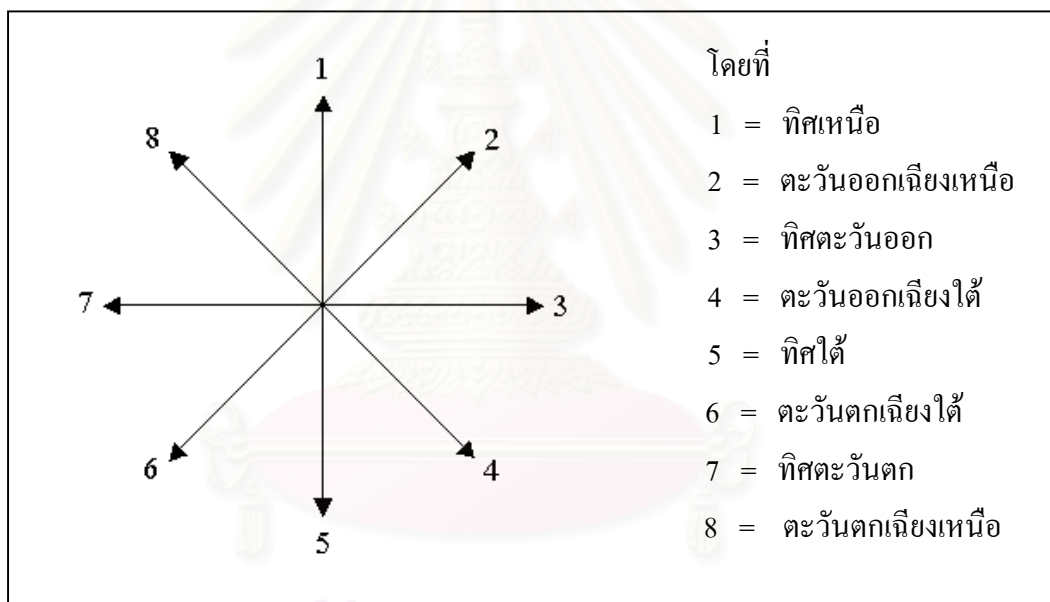
รูปที่ 6.2 ตำแหน่งของจุดศูนย์กลางกลางของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์



รูปที่ 6.3 เส้นชั้นน้ำฝนรวมของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์

### 6.1.2 การเคลื่อนตัวของฝน

เมื่อพิจารณาตามการเคลื่อนตัวของฝน จากตารางที่ 6.1 พบว่า มีเหตุการณ์ฝนที่มีการเคลื่อนตัว 17 เหตุการณ์ จากเหตุการณ์ฝนจำนวนดังกล่าว สามารถแบ่งตามทิศทางและรูปแบบการเคลื่อนตัวของฝนได้ 4 รูปแบบตามเส้นทางการเคลื่อนที่ของตำแหน่งจุดศูนย์กลางหลักของฝน ได้แก่ เส้นตรงหรือรูปตัว I, รูปตัว C, รูปตัว S และรูปตัว M ดังตารางที่ 6.2 โดยในการเคลื่อนตัวแต่ละรูปแบบ ได้พิจารณาถึงทิศทางและความเร็วของการเคลื่อนตัว ตลอดจนเปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลาของการเคลื่อนตัวเทียบกับช่วงเวลาฝนตก โดยค่าดัชนีกำหนดทิศทางแสดงในรูปที่ 6.4 ตัวอย่างการเคลื่อนตัวของตำแหน่งจุดศูนย์กลางหลักของฝนราย 15 นาที แสดงดังรูปที่ 6.5



รูปที่ 6.4 ค่าดัชนีกำหนดทิศทางของการเคลื่อนตัวของฝน

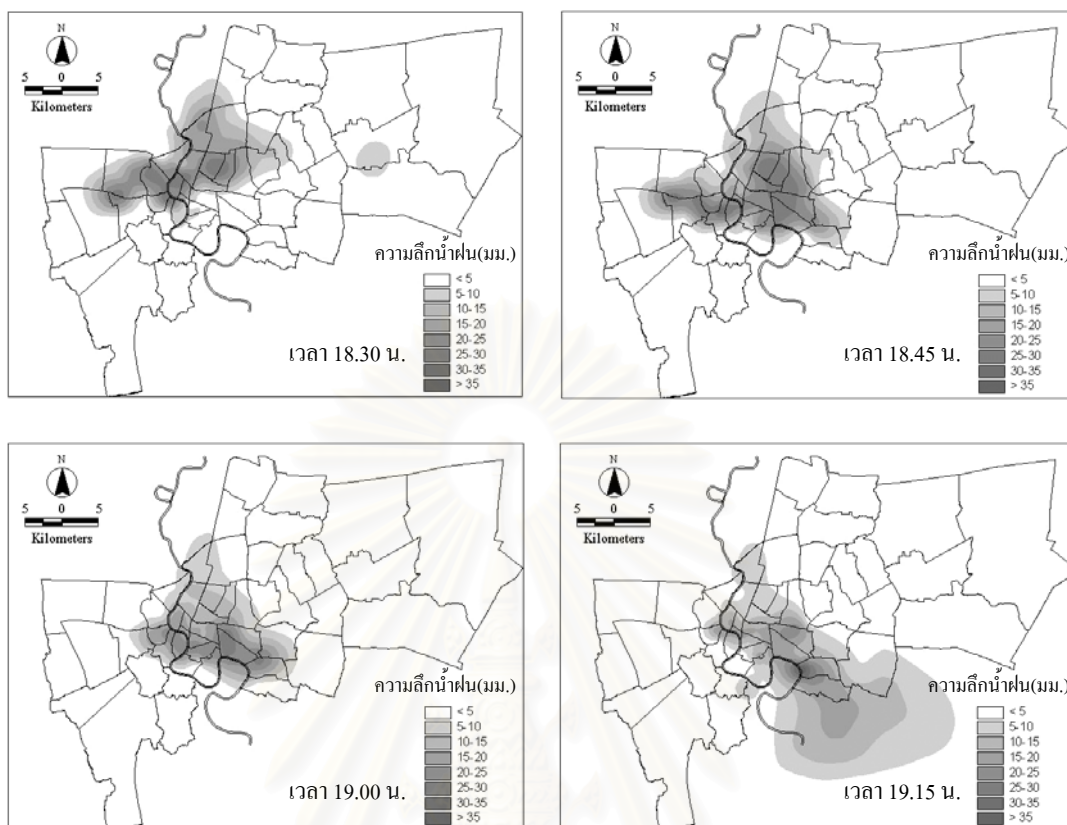
จากตารางที่ 6.2 พบว่า

- 1) จำนวนเหตุการณ์ของลักษณะการเคลื่อนตัวของฝนในรูปแบบ เส้นตรงหรือรูปตัว I, รูปตัว C, รูปตัว S และ รูปตัว M มีจำนวน 6, 5, 5 และ 1 เหตุการณ์ ตามลำดับ
- 2) ระยะเวลาการเคลื่อนตัวเฉลี่ยของฝนในแต่ละแบบจะมีค่า 32.50, 48, 60 และ 90 นาที สำหรับลักษณะการเคลื่อนตัวแบบเส้นตรงหรือรูปตัว I, รูปตัว C, รูปตัว S และ รูปตัว M ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของทุกเหตุการณ์เท่ากับ 48.53 นาที

ตารางที่ 6.2 รูปแบบ ทิศทางและความเร็วของการเคลื่อนตัวของจุดศูนย์กลางฝน

เส้นตรงหรือรูปตัว I						รูปตัว C					
วันที่	ช่วงเวลาของเหตุการณ์	ระยะเวลาการเคลื่อนตัว (นาที)	%ของช่วงเวลาที่มีการเคลื่อนตัว	ทิศทาง	ความเร็ว (กม./ชม.)	วันที่	ช่วงเวลาของเหตุการณ์	ระยะเวลาการเคลื่อนตัว (นาที)	%ของช่วงเวลาที่มีการเคลื่อนตัว	ทิศทาง	ความเร็ว (กม./ชม.)
11 ต.ค. 2540	17.30-18.45 น.	15	20.00	8.00	16.28	21 พ.ค. 2543	17.30-21.15 น.	75	33.33	5.00	20.43
11 ก.ย. 2541	16.30-18.45 น.	30	22.22	1.20	20.54	26 ก.ย. 2543	19.15-20.45 น.	45	50.00	4.70	26.16
27 ก.ย. 2541	16.45-18.15 น.	15	16.67	5.25	14.20	27 ต.ค. 2543	21.30-23.15 น.	45	42.86	7.00	28.75
14 ส.ค. 2543	16.00-17.45 น.	45	42.86	3.60	17.51	19 มี.ค. 2544	03.00-05.00 น.	45	37.50	8.25	24.85
18 ส.ค. 2543	19.00-21.30 น.	60	40.00	3.50	16.89	22 มี.ค. 2544	05.15-06.45 น.	30	33.33	8.50	16.12
9 มี.ค. 2544	08.00-09.15 น.	30	40.00	8.20	25.68						
ค่าเฉลี่ย		32.50	30.29	4.96	18.52	ค่าเฉลี่ย		48	39.40	6.69	23.26

รูปตัว S						รูปตัว M					
วันที่	ช่วงเวลาของเหตุการณ์	ระยะเวลาการเคลื่อนตัว (นาที)	%ของช่วงเวลาที่มีการเคลื่อนตัว	ทิศทาง	ความเร็ว (กม./ชม.)	วันที่	ช่วงเวลาของเหตุการณ์	ระยะเวลาการเคลื่อนตัว (นาที)	%ของช่วงเวลาที่มีการเคลื่อนตัว	ทิศทาง	ความเร็ว (กม./ชม.)
26 ส.ค. 2541	18.45-20.45 น.	45	37.50	3.40	24.00	4 ก.ค. 2541	03.45-06.15 น.	90	60.00	3.20	18.69
16 ก.ย. 2541	17.30-21.15 น.	75	33.33	4.20	16.07						
15 ต.ค. 2541	11.15-13.30 น.	60	44.44	1.80	11.21						
19 มี.ค. 2544	18.45-20.30 น.	60	57.14	7.40	24.10						
3 พ.ค. 2544	00.45-03.30 น.	60	36.36	2.30	32.90						
ค่าเฉลี่ย		60	41.76	3.82	21.66	ค่าเฉลี่ย		90	60.00	3.20	18.69



รูปที่ 6.5 การเคลื่อนตัวของตำแหน่งจุดศูนย์กลางหลักของฝนราย 15 นาทีของเหตุการณ์ ฝนวันที่ 16 กันยายน พ.ศ. 2541

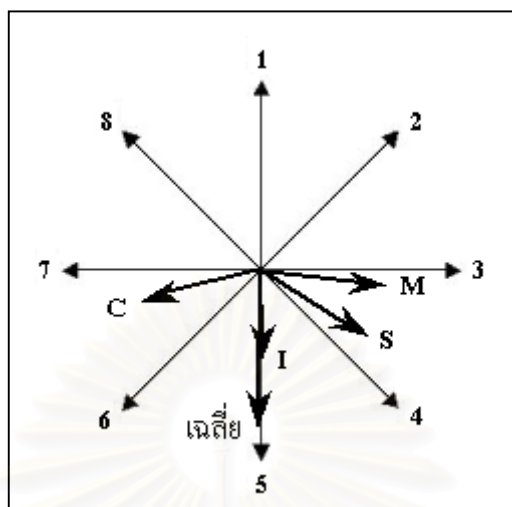
3) เปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลาที่มีการเคลื่อนตัวเทียบกับช่วงเวลาที่ฝนตกโดยเฉลี่ยจะมีค่า 30.29, 39.40, 41.76 และ 60.00 เปอร์เซ็นต์ สำหรับลักษณะการเคลื่อนตัวแบบเส้นตรงหรือรูปตัว I, รูปตัว C, รูปตัว S และ รูปตัว M ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของทุกเหตุการณ์เท่ากับ 38.09 เปอร์เซ็นต์

4) ฝนจะเคลื่อนตัวไปในทิศทางโดยเฉลี่ย 4.96, 6.69, 3.82 และ 3.20 สำหรับลักษณะการเคลื่อนตัวแบบเส้นตรงหรือรูปตัว I, รูปตัว C, รูปตัว S และรูปตัว M ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของทุกเหตุการณ์เท่ากับ 5.03 แสดงดังรูปที่ 6.6 โดยการอ้างอิงกับค่าดัชนีกำหนดทิศทางจากรูปที่ 6.4 พบว่า ทิศทางการเคลื่อนตัวของฝนแต่ละแบบจะมีทิศทางก่อนมาทางทิศใต้

5) การเคลื่อนตัวของฝนแต่ละแบบจะมีความเร็วเฉลี่ย 18.52, 23.26, 21.66 และ 18.69 กิโลเมตรต่อชั่วโมงสำหรับลักษณะการเคลื่อนตัวแบบเส้นตรงหรือรูปตัว I, รูปตัว C, รูปตัว S และรูปตัว M ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของทุกเหตุการณ์เท่ากับ 20.85 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

จากการพิจารณาจากช่วงเวลาของเหตุการณ์ฝนที่มีการเคลื่อนตัวในตารางที่ 6.2 จะเห็นได้ว่า ช่วงเวลาที่ฝนตกส่วนใหญ่ จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาเย็นถึงกลางคืน(ระหว่าง 18.00-24.00 น.) ซึ่ง





รูปที่ 6.6 ทิศทางเฉลี่ยของลักษณะการเคลื่อนตัวของฝนทั้ง 4 รูปแบบ

เป็นช่วงเวลาของลมบกพัดจากพื้นที่กรุงเทพมหานครออกสู่ทะเลทางด้านทิศใต้ จึงอาจเป็นสาเหตุให้ลักษณะการเคลื่อนตัวของพายุฝนส่วนใหญ่มีทิศทางก่อนมาทางทิศใต้ ดังนั้นในการวิเคราะห์ทิศทางและความเร็วการเคลื่อนตัวของฝนจะนำข้อมูลทิศทางและความเร็วลม และตำแหน่งฝนที่ได้จากข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศมาประกอบการพิจารณาด้วย การเปรียบเทียบทิศทางและความเร็วการเคลื่อนตัวของฝนที่ได้จากสถานีวัดน้ำฝนกับข้อมูลทิศทางและความเร็วลมรายชั่วโมงจากสถานีวัดลมศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์และสถานีวัดลมท่าอากาศยานกรุงเทพฯแสดงดังตารางที่ 6.3 และรูปที่ 6.7

จากตารางที่ 6.3 เมื่อพิจารณาเฉพาะข้อมูลลมที่ได้จากสถานีวัดลมศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์และสถานีวัดลมท่าอากาศยานกรุงเทพฯ จะเห็นว่า ข้อมูลลมที่ได้จากทั้ง 2 สถานีมีทิศทางสอดคล้องใกล้เคียงกันเป็นบางเหตุการณ์ แต่ในส่วนของความเร็วลม บางเหตุการณ์จะมีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบทิศทางและความเร็วการเคลื่อนตัวของฝนกับข้อมูลลมที่ได้จากสถานีวัดลมทั้ง 2 สถานี พบว่า ทั้งทิศทางและความเร็วการเคลื่อนตัวของฝนโดยส่วนใหญ่ไม่สอดคล้องกับข้อมูลลมรายชั่วโมง โดยมีความแตกต่างกับข้อมูลลมจากสถานีวัดลมศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ 221.29 องศา และ 70.47 เปอร์เซ็นต์ สำหรับข้อมูลทิศทางและความเร็วลมตามลำดับ และมีความแตกต่างกับข้อมูลลมจากสถานีวัดลมท่าอากาศยานกรุงเทพฯ 174.18 องศา และ 38.83 เปอร์เซ็นต์ สำหรับข้อมูลทิศทางและความเร็วลมตามลำดับ



ตารางที่ 6.3 ทิศทางและความเร็วการเคลื่อนตัวของฝนในเหตุการณ์ต่างๆ เทียบกับข้อมูลลม

## 1) ข้อมูลลมจากสถานีวัดลมศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์

เหตุการณ์ ที่	วันที่	ช่วงเวลา ของการ เคลื่อนตัว	ข้อมูลการเคลื่อนตัวของฝนที่ศึกษา		ข้อมูลลมจากสถานีวัดลมศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์		ความแตกต่างของข้อมูลลม	
			ทิศทาง (หน่วย)	ความเร็ว (กม./ชม.)	ทิศทาง (หน่วย)	ความเร็ว (กม./ชม.)	ทิศทาง <sup>1</sup> (องศา)	ความเร็ว <sup>2</sup> (%)
1	11 ต.ค. 2540	18.00-18.15 น.	8.00	16.28	0.00	0.00	360.00	100.00
2	4 ก.ค. 2541	04.15-05.45 น.	3.20	18.69	0.00	0.00	360.00	100.00
3	26 ส.ค. 2541	19.30-20.15 น.	3.40	24.00	3.00	7.41	18.00	69.12
4	11 ก.ย. 2541	17.15-17.45 น.	1.20	20.54	5.00	9.27	189.00	54.89
5	16 ก.ย. 2541	18.15-19.30 น.	4.20	16.07	3.00	20.38	54.00	26.82
6	27 ก.ย. 2541	17.30-17.45 น.	5.25	14.20	1.00	16.68	191.25	17.44
7	15 ต.ค. 2541	11.45-12.45 น.	1.80	11.21	3.00	14.82	306.00	32.24
8	21 พ.ค. 2543	19.15-20.30 น.	5.00	20.43	7.50	2.78	247.50	86.40
9	14 ส.ค. 2543	17.00-17.15 น.	3.60	17.51	7.00	3.71	207.00	78.83
10	18 ส.ค. 2543	20.00-21.00 น.	3.50	16.89	0.00	0.00	360.00	100.00
11	26 ก.ย. 2543	19.45-20.30 น.	4.70	26.16	1.00	3.71	166.50	85.83
12	27 ต.ค. 2543	22.15-23.00 น.	7.00	28.75	3.00	3.71	180.00	87.11
13	9 มี.ค. 2544	08.30-09.00 น.	8.20	25.68	0.00	0.00	360.00	100.00
14	19 มี.ค. 2544	03.30-04.15 น.	8.25	24.85	7.00	22.24	56.25	10.53
15	19 มี.ค. 2544	19.15-20.15 น.	7.40	24.10	3.00	5.56	198.00	76.93
16	22 มี.ค. 2544	05.45-06.15 น.	8.50	16.12	0.00	0.00	360.00	100.00
17	3 พ.ค. 2544	02.00-03.00 น.	2.30	32.90	7.00	9.27	148.50	71.84
ค่าเฉลี่ย			5.03	20.85	2.97	7.03	221.29	70.47

หมายเหตุ: กำหนดให้  $D =$  หน่วยทิศทางฝน - หน่วยทิศทางลม จะได้

$$\begin{aligned}
 {}^1 \text{ความแตกต่างของทิศทางลม(องศา)} &= D \times 45 \text{ องศา} \quad , \text{เมื่อ } D > 0 \\
 &= 360 + [D \times 45 \text{ องศา}] \quad , \text{เมื่อ } D < 0 \\
 &= 360 \quad , \text{เมื่อ หน่วยทิศทางลมเป็นศูนย์}
 \end{aligned}$$

$${}^2 \text{ความแตกต่างของความเร็วลม(\%)} = \frac{\text{ความเร็วฝน} - \text{ความเร็วลม}}{\text{ความเร็วฝน}} \times 100$$

ตารางที่ 6.3 ทิศทางและความเร็วการเคลื่อนตัวของฝนในเหตุการณ์ต่างๆ เทียบกับข้อมูลลม(ต่อ)

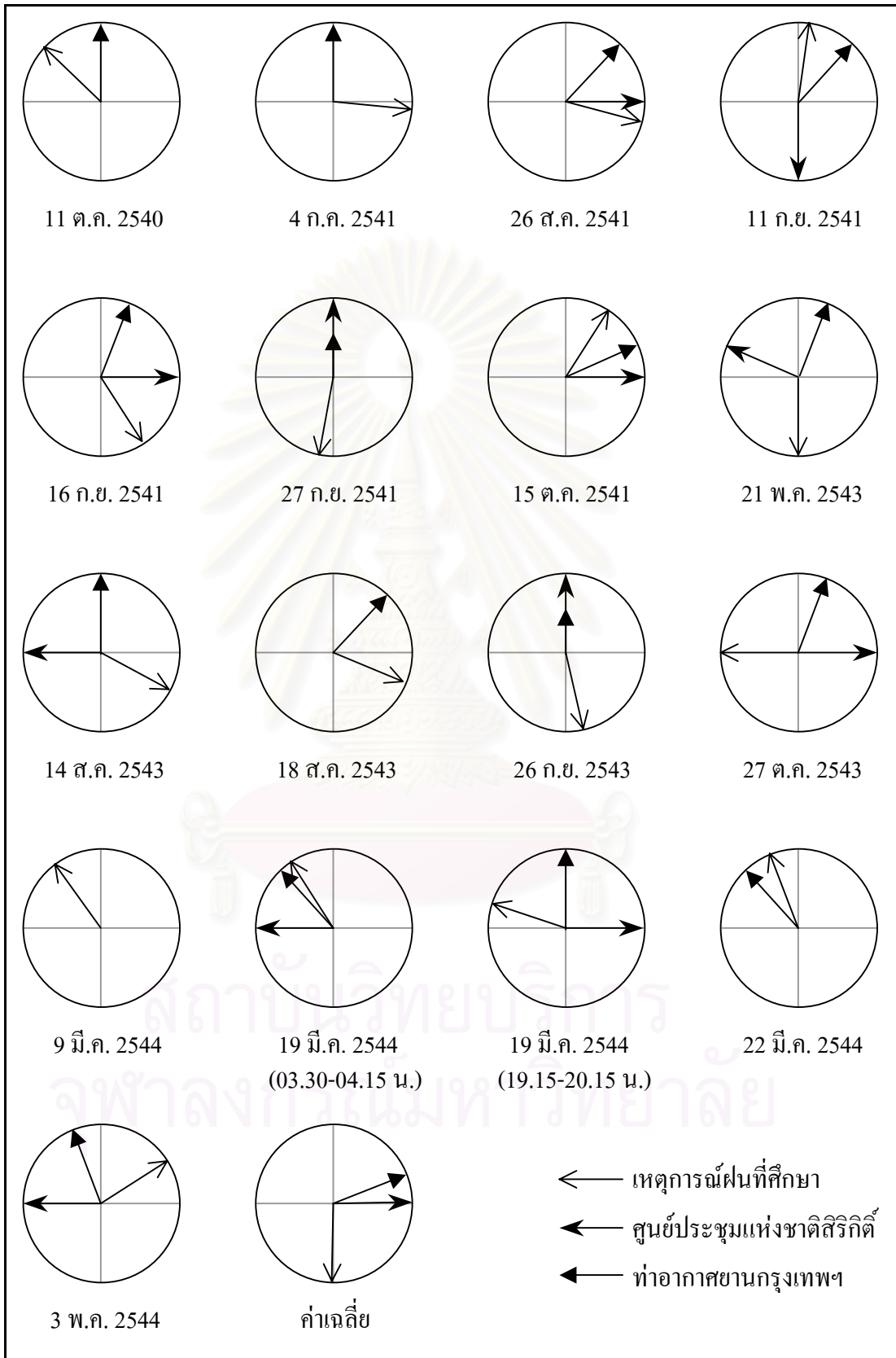
2) ข้อมูลลมจากสถานีวัดลมท่าอากาศยานกรุงเทพฯ

เหตุการณ์ ที่	วันที่	ช่วงเวลา ของการ เคลื่อนตัว	ข้อมูลการเคลื่อนตัวของฝนที่ศึกษา		ข้อมูลลมจากสถานีวัดลมท่าอากาศยานกรุงเทพฯ		ความแตกต่างของข้อมูลลม	
			ทิศทาง (หน่วย)	ความเร็ว (กม./ชม.)	ทิศทาง (หน่วย)	ความเร็ว (กม./ชม.)	ทิศทาง <sup>1</sup> (องศา)	ความเร็ว <sup>2</sup> (%)
1	11 ต.ค. 2540	18.00-18.15 น.	8.00	16.28	1.00	14.82	315.00	8.94
2	4 ก.ค. 2541	04.15-05.45 น.	3.20	18.69	1.00	13.90	99.00	25.66
3	26 ส.ค. 2541	19.30-20.15 น.	3.40	24.00	2.00	19.46	63.00	18.93
4	11 ก.ย. 2541	17.15-17.45 น.	1.20	20.54	2.00	14.82	324.00	27.83
5	16 ก.ย. 2541	18.15-19.30 น.	4.20	16.07	1.50	20.38	121.50	26.82
6	27 ก.ย. 2541	17.30-17.45 น.	5.25	14.20	1.00	22.24	191.25	56.59
7	15 ต.ค. 2541	11.45-12.45 น.	1.80	11.21	2.50	18.53	328.50	65.30
8	21 พ.ค. 2543	19.15-20.30 น.	5.00	20.43	1.50	11.12	157.50	45.59
9	14 ส.ค. 2543	17.00-17.15 น.	3.60	17.51	1.00	19.97	117.00	14.08
10	18 ส.ค. 2543	20.00-21.00 น.	3.50	16.89	2.00	12.97	67.50	23.20
11	26 ก.ย. 2543	19.45-20.30 น.	4.70	26.16	1.00	12.97	166.50	50.42
12	27 ต.ค. 2543	22.15-23.00 น.	7.00	28.75	1.50	14.82	247.50	48.43
13	9 มี.ค. 2544	08.30-09.00 น.	8.20	25.68	0.00	0.00	360.00	100.00
14	19 มี.ค. 2544	03.30-04.15 น.	8.25	24.85	8.00	25.02	11.25	0.65
15	19 มี.ค. 2544	19.15-20.15 น.	7.40	24.10	1.00	12.04	288.00	50.02
16	22 มี.ค. 2544	05.45-06.15 น.	8.50	16.12	8.00	7.41	22.50	54.02
17	3 พ.ค. 2544	02.00-03.00 น.	2.30	32.90	8.50	18.53	81.00	43.68
ค่าเฉลี่ย			5.03	20.85	2.56	15.24	174.18	38.83

หมายเหตุ: กำหนดให้ D = หน่วยทิศทางฝน - หน่วยทิศทางลม จะได้

$$\begin{aligned}
 {}^1 \text{ความแตกต่างของทิศทางลม(องศา)} &= D \times 45 \text{ องศา} \quad , \text{เมื่อ } D > 0 \\
 &= 360 + [D \times 45 \text{ องศา}] \quad , \text{เมื่อ } D < 0 \\
 &= 360 \quad , \text{เมื่อ หน่วยทิศทางลมเป็นศูนย์}
 \end{aligned}$$

$${}^2 \text{ความแตกต่างของความเร็วลม(\%)} = \frac{\text{ความเร็วฝน} - \text{ความเร็วลม}}{\text{ความเร็วฝน}} \times 100$$



รูปที่ 6.7 การเปรียบเทียบทิศทางการเคลื่อนตัวของฝนในเหตุการณ์ต่างๆกับข้อมูลลม

ในส่วนของคุณ้ข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศนั้น มีข้อจำกัดที่มีข้อมูลเฉพาะปีพ.ศ.2544 ซึ่งจากตารางที่ 6.1 จะเห็นว่า มีเหตุการณ์ฝนเพียง 5 เหตุการณ์เท่านั้นในปี พ.ศ. 2544 ที่มีการเคลื่อนตัวอย่างไรก็ตาม จากการพิจารณาทิศทางการเคลื่อนตัวของฝน โดยใช้ข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศประกอบพบว่า มีความสอดคล้องกันดี นั่นคือ ทิศทางการเคลื่อนตัวของฝนในการศึกษามีทิศทางเดียวกันกับทิศทางของฝนที่ได้จากข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศ ตัวอย่างการเปรียบเทียบทิศทางการเคลื่อนตัวของฝนกับข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศแสดงดังรูปที่ 6.8

เมื่อแบ่งช่วงเวลาการเกิดเหตุการณ์ฝน โดยพิจารณาถึงช่วงฤดูมรสุมที่มีอิทธิพลต่อกรุงเทพมหานคร แสดงได้ดังตารางที่ 6.4 จะเห็นว่า เหตุการณ์ฝนที่ใช้ในการศึกษาโดยส่วนใหญ่เกิดขึ้นในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายนซึ่งเป็นช่วงเวลาของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จากการพิจารณาถึงลักษณะการเคลื่อนตัวของฝนพบว่า ลมมรสุมมีอิทธิพลต่อการเคลื่อนตัวของฝนน้อยมากเนื่องจากเหตุการณ์ฝน โดยส่วนใหญ่ไม่มีการเคลื่อนตัว สำหรับเหตุการณ์ฝนที่มีการเคลื่อนตัวจากการเปรียบเทียบทิศทางของลมมรสุมกับทิศทางการเคลื่อนตัวของฝนจากรูปที่ 6.9 พบว่า ทิศทางของการเคลื่อนตัวของฝน โดยส่วนใหญ่ไม่มีความสอดคล้องกับทิศทางของลมมรสุม ในส่วนของช่วงว่างของฤดูมรสุมซึ่งเป็นช่วงอิทธิพลของลมใต้พบว่า ทิศทางของการเคลื่อนตัวของฝนมีความสอดคล้องกับทิศทางของลมใต้

## 6.2 ขนาดของฝน

ได้ทำการแบ่งจำนวนเหตุการณ์ฝน โดยแบ่งตามช่วงเวลาฝนตก ระยะเวลาฝนตก, พื้นที่ฝนตก, ความลึกน้ำฝนเฉลี่ยทั่วพื้นที่ และ ปริมาณน้ำฝน แสดงดังตารางที่ 6.5 ถึง ตารางที่ 6.8 พบว่า

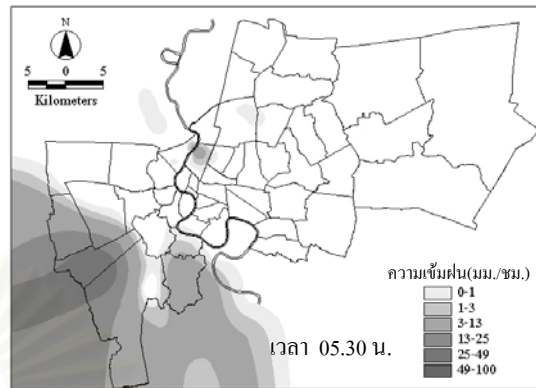
1) เมื่อแบ่งเหตุการณ์ฝนตามช่วงเวลาที่เกิดปริมาณฝนสูงสุดพบว่า เหตุการณ์ฝนที่ใช้ในการศึกษาโดยส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลา 18.00 - 24.00 น. มีจำนวน 21 เหตุการณ์ คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของเหตุการณ์ฝนทั้งหมด

2) เมื่อแบ่งเหตุการณ์ฝนตามระยะเวลาฝนตกพบว่า เหตุการณ์ฝนที่ใช้ในการศึกษามีระยะเวลา 1.25 - 5 ชั่วโมง โดยพายุฝนส่วนใหญ่จะมีระยะเวลา 1.25 - 3 ชั่วโมง มีจำนวน 32 เหตุการณ์ คิดเป็น 76.19 เปอร์เซ็นต์ของเหตุการณ์ฝนทั้งหมดและมีค่าเฉลี่ยของระยะเวลาฝนตกเท่ากับ 3.13 ชั่วโมง

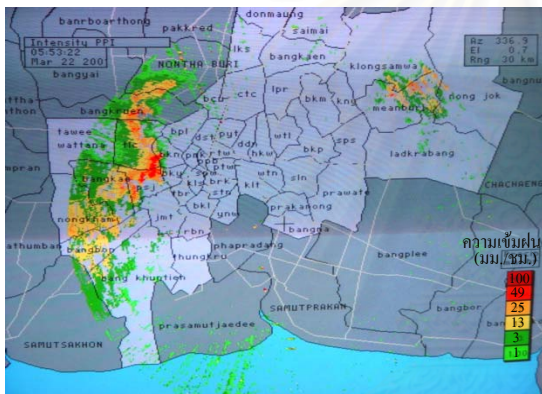
3) เมื่อแบ่งเหตุการณ์ฝนตามพื้นที่ฝนตกพบว่า เหตุการณ์ฝนที่ใช้ในการศึกษามีพื้นที่ฝนตก 350 - 3,350 ตารางกิโลเมตร โดยเหตุการณ์ฝนส่วนใหญ่จะมีพื้นที่ฝนตกในช่วง 350 - 2,600 ตารางกิโลเมตร มีจำนวน 35 เหตุการณ์ คิดเป็น 83.33 เปอร์เซ็นต์ของเหตุการณ์ฝนทั้งหมด และมีค่าเฉลี่ยของพื้นที่ฝนตกเท่ากับ 1,850 ตารางกิโลเมตร จะเห็นได้ว่า ฝนตกครอบคลุมพื้นที่ค่อนข้าง



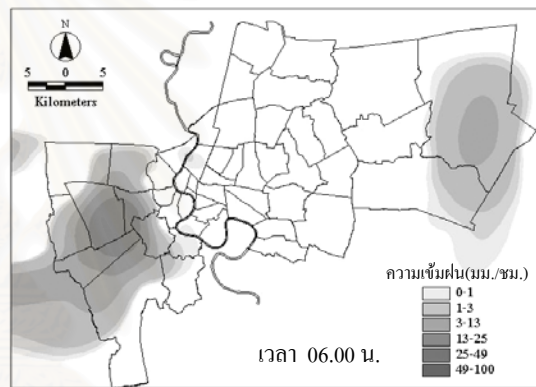
เวลา 05.27 น.



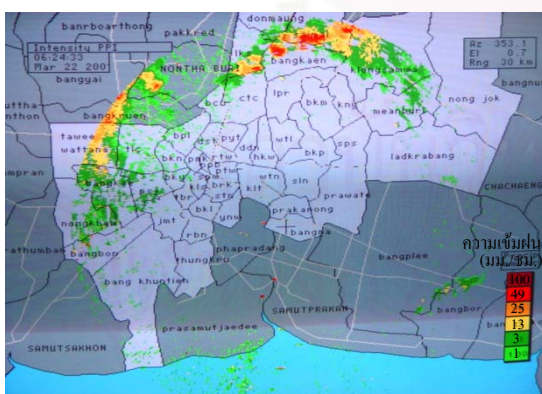
เวลา 05.30 น.



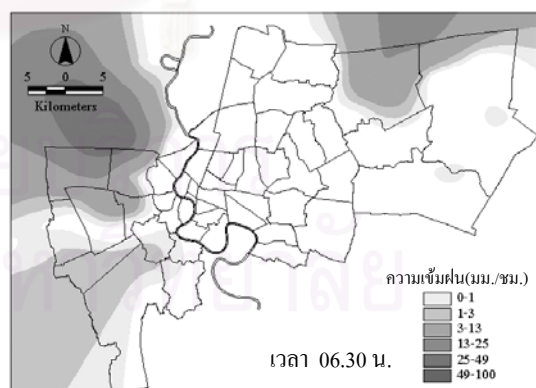
เวลา 05.53 น.



เวลา 06.00 น.



เวลา 06.24 น.



เวลา 06.30 น.

รูปที่ 6.8 การเปรียบเทียบทิศทางเคลื่อนตัวของฝนกับข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศของเหตุการณ์ฝน วันที่ 22 มีนาคม พ.ศ.2544



ตารางที่ 6.4 การแบ่งเหตุการณ์ฝนตามฤดูมรสุม

ลมใต้ (มีนาคม - เมษายน)		ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (พฤษภาคม - กันยายน)		ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ตุลาคม - กุมภาพันธ์)		
ไม่เคลื่อนตัว	เคลื่อนตัว	ไม่เคลื่อนตัว	เคลื่อนตัว	ไม่เคลื่อนตัว	เคลื่อนตัว	
14 มี.ค. 2544	9 มี.ค. 2544	13 ก.ย. 2540	22 ส.ค. 2541	4 ก.ค. 2541 <sup>1</sup>	1 ต.ค. 2541	11 ต.ค. 2540
	19 มี.ค. 2544 <sup>3</sup>	18 ก.ย. 2540	1 ก.ย. 2541	26 ส.ค. 2541	4 ต.ค. 2543	15 ต.ค. 2541
	19 มี.ค. 2544 <sup>4</sup>	30 พ.ค. 2541	17 ก.ย. 2541	11 ก.ย. 2541	10 ก.พ. 2544	27 ต.ค. 2543
	22 มี.ค. 2544	27 มิ.ย. 2541	18 ก.ย. 2541	16 ก.ย. 2541		
		28 มิ.ย. 2541	4 พ.ค. 2543	27 ก.ย. 2541		
		4 ก.ค. 2541 <sup>2</sup>	29 ก.ค. 2543	21 พ.ค. 2543		
		7 ก.ค. 2541	3 ส.ค. 2543	14 ส.ค. 2543		
		30 ก.ค. 2541	3 ก.ย. 2543	18 ส.ค. 2543		
		31 ก.ค. 2541	7 มิ.ย. 2544	26 ก.ย. 2543		
		1 ส.ค. 2541	8 ก.ค. 2544	3 พ.ค. 2544		
		19 ส.ค. 2541				

หมายเหตุ : <sup>1</sup> ช่วงเวลา 03.45-06.15 น.      <sup>3</sup> ช่วงเวลา 03.00-05.00 น.

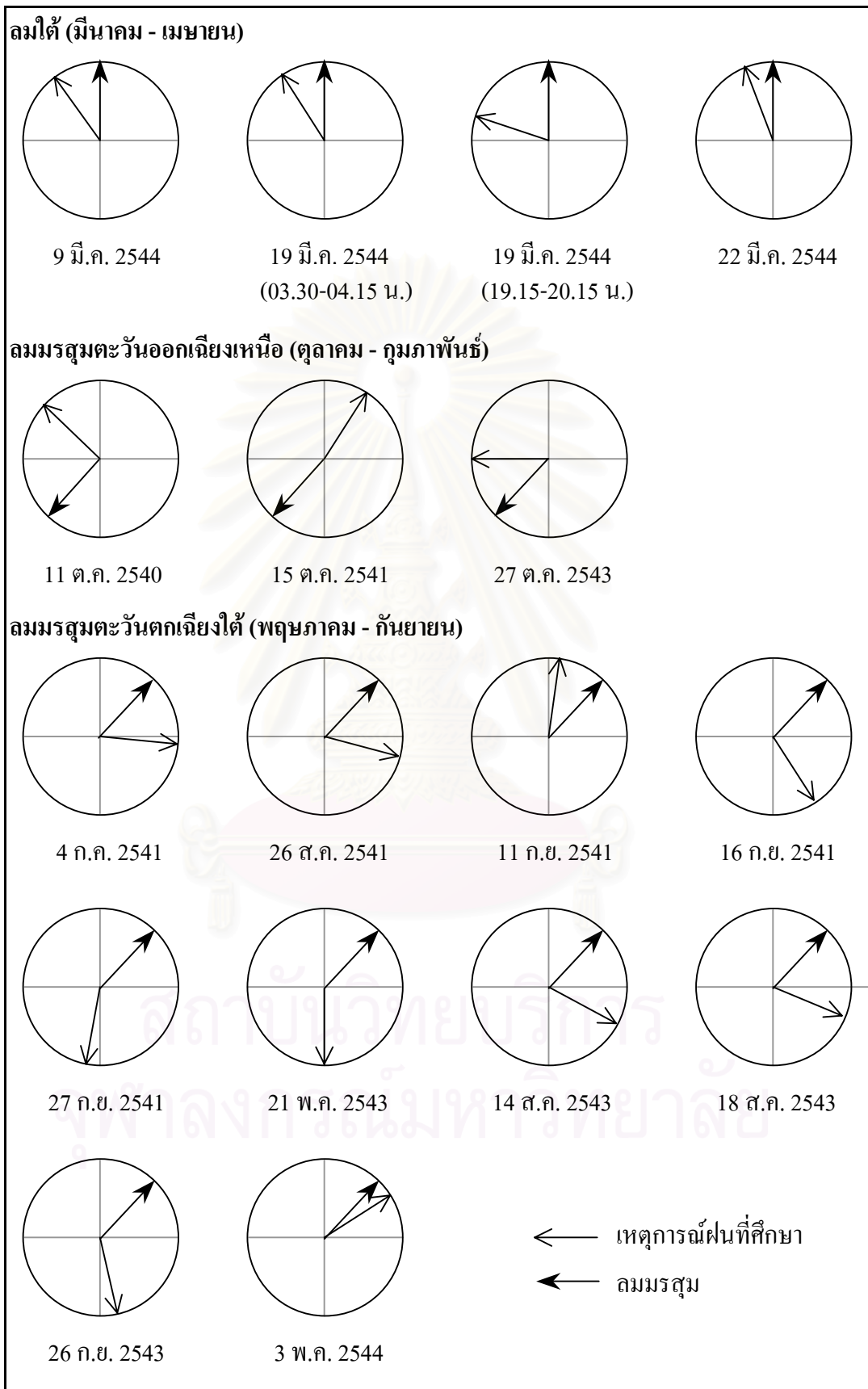
<sup>2</sup> ช่วงเวลา 20.30-23.15 น.      <sup>4</sup> ช่วงเวลา 18.45-20.30 น.

กว้างขวางเมื่อเทียบกับพื้นที่ศึกษา 3,750 ตารางกิโลเมตร แต่อาจมีความเข้มข้นของฝนแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่

4) เมื่อแบ่งเหตุการณ์ฝนตามความลึกน้ำฝนเฉลี่ยทั่วพื้นที่พบว่า เหตุการณ์ฝนที่ใช้ในการศึกษามีความลึกน้ำฝนเฉลี่ยทั่วพื้นที่ 10 - 47 มิลลิเมตร โดยเหตุการณ์ฝนส่วนใหญ่จะมีความลึกน้ำฝนเฉลี่ยทั่วพื้นที่ในช่วง 10 - 30 มิลลิเมตร มีจำนวน 37 เหตุการณ์ คิดเป็น 88.10 เปอร์เซ็นต์ของเหตุการณ์ฝนทั้งหมด และมีค่าเฉลี่ยของความลึกน้ำฝนเฉลี่ยทั่วพื้นที่เท่ากับ 28.5 มิลลิเมตร

5) เมื่อแบ่งเหตุการณ์ฝนตามปริมาณน้ำฝนพบว่า เหตุการณ์ฝนที่ใช้ในการศึกษามีปริมาณน้ำฝน 8 - 152 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยเหตุการณ์ฝนส่วนใหญ่จะมีปริมาณน้ำฝนในช่วง 8 - 44 ล้านลูกบาศก์เมตร มีจำนวน 29 เหตุการณ์ คิดเป็น 69.05 เปอร์เซ็นต์ของเหตุการณ์ฝนทั้งหมด และมีค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนเท่ากับ 80 ล้านลูกบาศก์เมตร





รูปที่ 6.9 การเปรียบเทียบทิศทางและการเคลื่อนตัวของฝนในเหตุการณ์ต่างๆกับทิศทางลมมรสุม

ตารางที่ 6.5 จำนวนของเหตุการณ์ฝนแบ่งตามระยะเวลาฝนตกและช่วงเวลาฝนตก

เวลา (ชม.)	ช่วงเวลาฝนตก (น.)				รวม
	00.00 - 06.00	06.00 - 12.00	12.00 - 18.00	18.00 - 24.00	
1.25-2	1	2	7	9	19
2-3	3	2	3	5	13
3-4	1	0	1	5	7
4-5	1	0	0	2	3
รวม	6	4	11	21	42

ตารางที่ 6.6 จำนวนของเหตุการณ์ฝนแบ่งตามระยะเวลาฝนตกและพื้นที่ฝนตก

เวลา (ชม.)	พื้นที่ฝนตก (ตร.กม.)				รวม
	350 - 1100	1100 - 1850	1850 - 2600	2600 - 3350	
1.25-2	9	5	3	2	19
2-3	4	4	3	2	13
3-4	1	1	3	2	7
4-5	0	1	1	1	3
รวม	14	11	10	7	42

ตารางที่ 6.7 จำนวนของเหตุการณ์ฝนแบ่งตามระยะเวลาฝนตกและความลึกน้ำฝนเฉลี่ยทั่วพื้นที่

เวลา (ชม.)	ความลึกน้ำฝนเฉลี่ยทั่วพื้นที่(มม.)				รวม
	10 - 20	20 - 30	30 - 40	40 - 47	
1.25-2	12	7	0	0	19
2-3	6	5	2	0	13
3-4	3	3	0	1	7
4-5	0	1	0	2	3
รวม	21	16	2	3	42

ตารางที่ 6.8 จำนวนของเหตุการณ์ฝนแบ่งตามระยะเวลาฝนตกและปริมาณน้ำฝน

เวลา (ชม.)	ปริมาณน้ำฝน (ลิ้น ลบ.ม.)				รวม
	8 - 44	44 - 80	80 - 116	116 - 152	
1.25-2	17	2	0	0	19
2-3	7	5	1	0	13
3-4	4	1	1	1	7
4-5	1	0	1	1	3
รวม	29	8	3	2	42

กล่าวโดยสรุปจะได้ว่า เหตุการณ์ฝนส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลา 18.00 - 24.00 น. มีระยะเวลา 1.25 - 3 ชั่วโมง มีพื้นที่ฝนตก 350 - 2,600 ตารางกิโลเมตร ความลึกน้ำฝนเฉลี่ยทั่วพื้นที่ 10 - 30 มิลลิเมตร และมีปริมาณน้ำฝน 8 - 44 ล้านลูกบาศก์เมตร

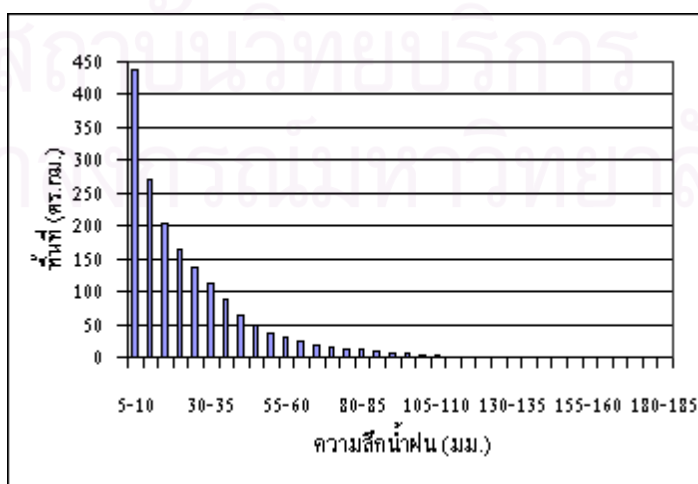
### 6.3 การกระจายตัวของฝนตามพื้นที่และเวลา

#### 3.3.1 การกระจายตัวของฝนตามพื้นที่

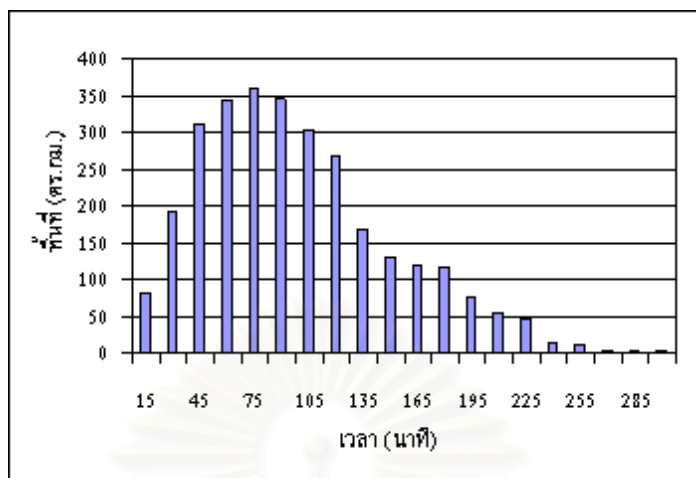
เหตุการณ์ฝนแต่ละเหตุการณ์มีการกระจายตัวครอบคลุมพื้นที่ขนาดต่างๆกันไปในแต่ละช่วงเวลาของเหตุการณ์ ในส่วนนี้จะทำการวิเคราะห์ในรูปของพื้นที่ฝนตกในแต่ละช่วงของความลึกน้ำฝนและพื้นที่ฝนตกในแต่ละช่วงเวลาของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ แสดงดังรูปที่ ง-1 และรูปที่ ง-2 ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ฝนตกในแต่ละช่วงของความลึกน้ำฝนของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์แสดงดังรูปที่ 6.10 และค่าเฉลี่ยของพื้นที่ฝนตกในแต่ละช่วงเวลาของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ แสดงดังรูปที่ 6.11

จากรูปที่ 6.10 จะเห็นได้ว่า เมื่อความลึกน้ำฝนเพิ่มมากขึ้นจะมีขนาดของพื้นที่ในแต่ละช่วงของความลึกน้ำฝนเล็กลง โดยที่ความลึกน้ำฝนเฉลี่ยในช่วง 5-10 มิลลิเมตรเป็นช่วงที่ครอบคลุมพื้นที่มากที่สุดคือ 439 ตารางกิโลเมตร ถ้ารวมพื้นที่ในแต่ละช่วงของความลึกน้ำฝนเข้าด้วยกันจะเท่ากับพื้นที่ฝนตกทั้งหมด

จากรูปที่ 6.11 จะเห็นได้ว่า เมื่อฝนตกเริ่มต้นขึ้นพื้นที่ฝนตกจะมีขนาดใหญ่ขึ้น โดยมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 45 - 90 นาที มีขนาดพื้นที่ฝนตกประมาณ 350 ตารางกิโลเมตร จากนั้นพื้นที่ฝนตกจะมีขนาดเล็กลง



รูปที่ 6.10 ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ฝนตกในแต่ละช่วงของความลึกน้ำฝนของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์



รูปที่ 6.11 ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ที่ฝนตกในแต่ละช่วงเวลาของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์

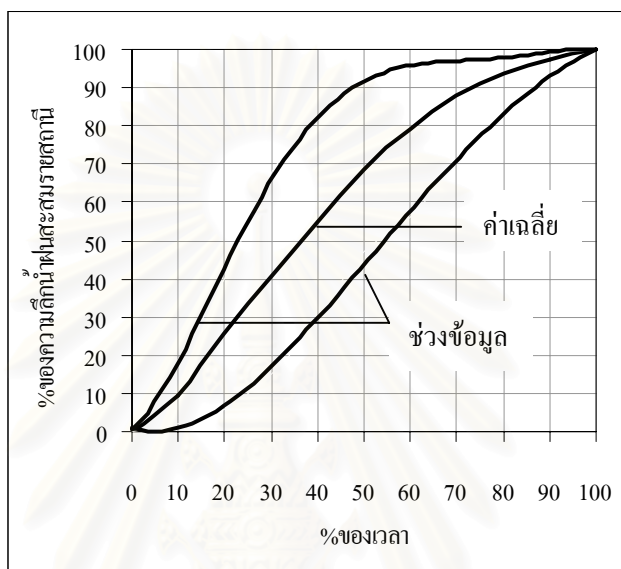
### 6.3.2 การกระจายตัวของฝนตามเวลา

จากการพิจารณาเหตุการณ์ฝนทั้ง 42 เหตุการณ์จะพบว่า ฝนแต่ละเหตุการณ์มีช่วงเวลากการตกและความลึกน้ำฝนที่แตกต่างกัน ดังนั้นในส่วนนี้จะพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความลึกน้ำฝนกับช่วงเวลาในแต่ละเหตุการณ์ให้เป็นรูปแบบไร้มิติ (ไม่มีหน่วย) โดยเปลี่ยนหน่วยของน้ำฝนให้เป็นเปอร์เซ็นต์ของความลึกน้ำฝนทั้งหมดและเปลี่ยนหน่วยของเวลาให้อยู่ในรูปของเปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลาของพายุฝน ในส่วนนี้จะทำการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายตัวตามเวลาของฝน 2 รูปแบบคือ ความลึกน้ำฝนรายสถานีและความลึกน้ำฝนเฉลี่ยทั่วพื้นที่ ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของความลึกน้ำฝนสะสมรายสถานีเทียบกับเปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลาแสดงดังรูปที่ ง-3 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของความลึกน้ำฝนสะสมเฉลี่ยทั่วพื้นที่เทียบกับเปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลาของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์แสดงดังรูปที่ ง-4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของทุกสถานีและทุกเหตุการณ์ของเปอร์เซ็นต์ของความลึกน้ำฝนสะสมรายสถานีเทียบกับเปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลาแสดงดังรูปที่ 6.12 และรูปที่ 6.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของทุกสถานีและทุกเหตุการณ์ของเปอร์เซ็นต์ของความลึกน้ำฝนสะสมเฉลี่ยทั่วพื้นที่เทียบกับเปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลา

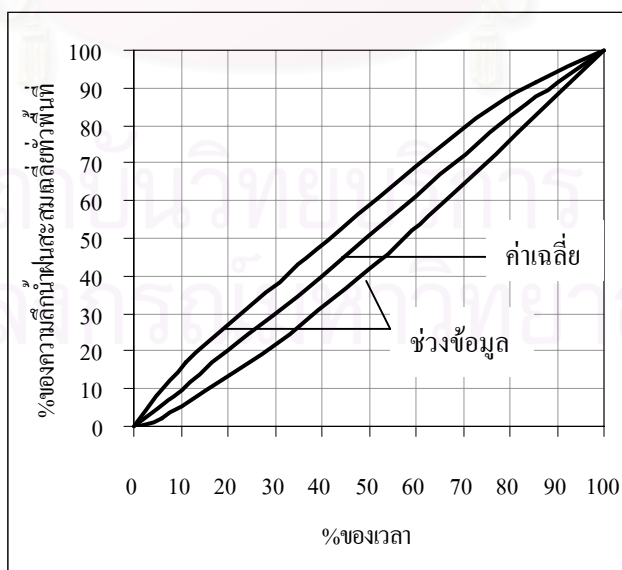
สำหรับความลึกน้ำฝนรายสถานี พิจารณาจากรูปที่ 6.12 จะเห็นว่า อัตราการตกของฝนจะมีค่าสูงในช่วงแรกๆและลดลงในช่วงหลัง โดยค่าสูงสุดจะอยู่ที่เวลา 37 เปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลาของเหตุการณ์โดยมีความลึกน้ำฝน 51 เปอร์เซ็นต์ของความลึกน้ำฝนรวม

สำหรับความลึกน้ำฝนเฉลี่ยทั่วพื้นที่ พิจารณารูปที่ 6.13 พบว่า อัตราการเพิ่มขึ้นของความลึกน้ำฝนสะสมเฉลี่ยทั่วพื้นที่เทียบกับเวลาค่อนข้างจะคงที่เกือบเป็นเส้นตรงซึ่งแตกต่างจาก

รูปที่ 6.12 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากค่าความลึกน้ำฝนสะสมเฉลี่ยทั่วพื้นที่นั้นเป็นค่าความลึกน้ำฝนเฉลี่ยจากทุกสถานีวัดน้ำฝนซึ่งมีการกระจายของฝนที่อาจเกิดขึ้นไม่พร้อมกันแต่มีการกระจายโดยเฉลี่ยทั่วทั้งพื้นที่ใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่าปริมาณฝนที่ตกลงมามีอัตราค่อนข้างคงที่ แต่มีการกระจายตัวตามสถานีต่างๆ ไม่สม่ำเสมอเมื่อเทียบกับเวลา



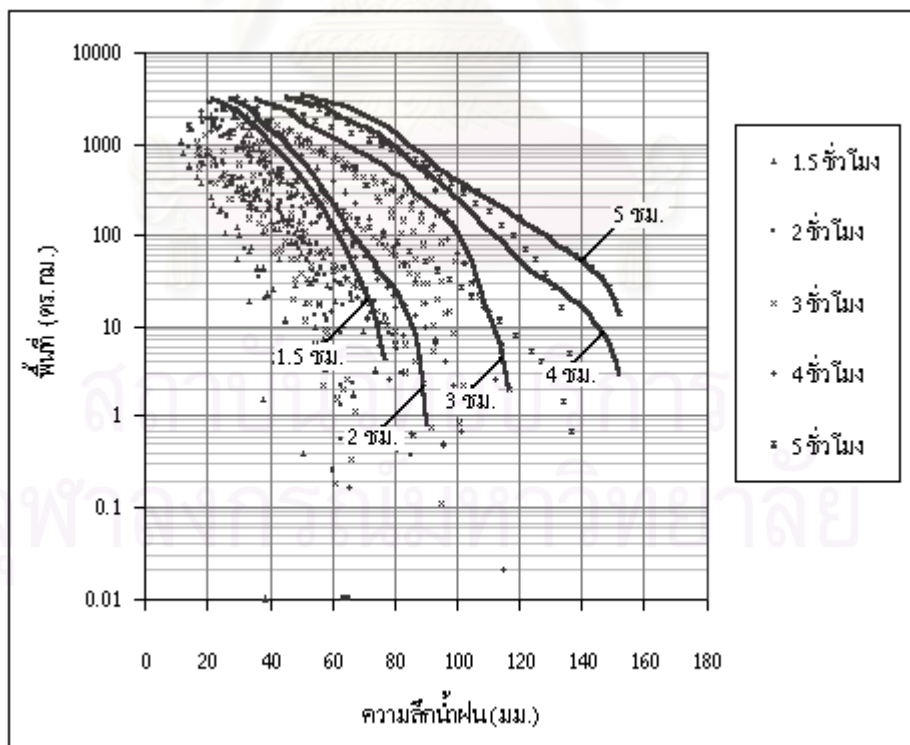
รูปที่ 6.12 ค่าเฉลี่ยของทุกสถานีและทุกเหตุการณ์ของเปอร์เซ็นต์ของความลึกน้ำฝนสะสมรายสถานีเทียบกับเปอร์เซ็นต์ของเวลา



รูปที่ 6.13 ค่าเฉลี่ยของทุกสถานีและทุกเหตุการณ์ของเปอร์เซ็นต์ของความลึกน้ำฝนสะสมเฉลี่ยทั่วพื้นที่เทียบกับเปอร์เซ็นต์ของเวลา

### 6.3.3 ความสัมพันธ์ความลึกน้ำฝน - พื้นที่ - ระยะเวลา (Depth - Area - Duration Curve)

จากแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนรวมของเหตุการณ์ฝนแต่ละเหตุการณ์จะมีเส้นชั้นน้ำฝนหลายเส้น ซึ่งแต่ละเส้นจะล้อมรอบพื้นที่ฝนตกที่ความลึกน้ำฝนเฉลี่ยค่าหนึ่งๆ นั่นคือ แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนของ 1 เหตุการณ์จะสามารถแบ่งเป็นค่าระหว่างพื้นที่ฝนตกกับความลึกน้ำฝนเฉลี่ยได้หลายคู่ ดังนั้น เมื่อใช้แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์จะได้ค่าระหว่างพื้นที่ฝนตกกับความลึกน้ำฝนเฉลี่ยได้เป็นจำนวนมากคู่ เมื่อนำค่าระหว่างพื้นที่ฝนตกกับความลึกน้ำฝนเฉลี่ยของฝนแต่ละเหตุการณ์ มาพล็อตลงในกระดาษเลขยกกำลังให้ค่าพื้นที่อยู่ในแกนเลขยกกำลังและค่าความลึกน้ำฝนในแกนธรรมดาโดยแบ่งกลุ่มเหตุการณ์ฝนเป็นช่วงระยะเวลา 1.5, 2, 3, 4 และ 5 ชั่วโมง แล้วทำการลากเส้นกราฟความลึกน้ำฝนของแต่ละช่วงระยะเวลาไปในทางให้ได้ค่าความลึกน้ำฝนมากที่สุด (enveloping curve) จะได้กราฟความสัมพันธ์ ความลึกน้ำฝน - พื้นที่ - ระยะเวลา แสดงดังรูปที่ 6.14 จะเห็นว่า ทุกช่วงเวลาฝนตกจะมีรูปแบบเดียวกันคือ ความลึกน้ำฝนเฉลี่ยทั่วพื้นที่ที่มีค่ามากขึ้น สำหรับพื้นที่ฝนตกที่มีขนาดเล็กลงเข้าใกล้จุดศูนย์กลางของฝน



รูปที่ 6.14 กราฟความสัมพันธ์ความลึกน้ำฝน - พื้นที่ - ระยะเวลา ของพื้นที่ กรุงเทพมหานคร(ในช่วงปี พ.ศ. 2540-2544)



## บทที่ 7

### สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

จากการจัดสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของเหตุการณ์ฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ ในช่วงปี พ.ศ. 2540 - 2544 ซึ่งมีพื้นที่ศึกษา 3,750 ตารางกิโลเมตรครอบคลุมพื้นที่กรุงเทพมหานคร และนำแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนที่ได้มาทำการวิเคราะห์ในลักษณะต่างๆ ในบทนี้เป็นการสรุปผลการศึกษาแบ่งเป็น 2 เรื่องหลักคือ การจัดสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนบนระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการวิเคราะห์ลักษณะของฝนในด้านจุดศูนย์กลางและการเคลื่อนตัว ขนาดและการกระจายตัวของฝนตามพื้นที่และเวลา

#### 7.1 การจัดสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนโดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

- 1) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนได้สะดวกและรวดเร็วกว่าการสร้างด้วยมือและสามารถเข้าใจได้ง่าย
- 2) จากการใช้ข้อมูลน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติและแบบรายวัน จะช่วยให้มีจำนวนสถานีวัดน้ำฝนมากขึ้น ทำให้แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนที่ได้มีความละเอียดมากขึ้นกว่าการใช้ข้อมูลจากสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติเพียงอย่างเดียว
- 3) ต้องมีการแปลงข้อมูลน้ำฝนรายวันเป็นข้อมูลน้ำฝนช่วงสั้นราย 15 นาที ต้องใช้เวลามากและอาจมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้างเนื่องจากสภาพฝนที่แท้จริงอาจมีการผันแปรแตกต่างกันไปในแต่ละช่วงเวลา

#### 7.2 ลักษณะของฝนจากการวิเคราะห์แผนที่เส้นชั้นน้ำฝน

จากการวิเคราะห์แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนจำนวน 415 แผนที่จากเหตุการณ์ฝน 42 เหตุการณ์ โดยมีความลึกน้ำฝนไม่น้อยกว่า 30 มิลลิเมตร โดยแต่ละเหตุการณ์แบ่งเป็นทุกช่วง 15 นาที สำหรับจัดสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนหนึ่งๆ สามารถสรุปผลลักษณะของฝนได้ดังนี้

### 7.2.1 จำนวนจุดศูนย์กลางและการเคลื่อนตัวของฝน

1) เมื่อพิจารณาตามจำนวนจุดศูนย์กลางของฝนสามารถแบ่งลักษณะของฝนได้ 4 รูปแบบ คือ จำนวนศูนย์กลาง 1, 2, 3 และ 4 แห่ง พบว่า เหตุการณ์ฝนส่วนใหญ่จะมีจำนวนจุดศูนย์กลาง 1 แห่ง คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนเหตุการณ์พายุฝนทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษา โดยที่จำนวนเหตุการณ์ฝนแบ่งเป็นที่มีการเคลื่อนตัว 40.48 เปอร์เซ็นต์และที่ไม่มีการเคลื่อนตัว 59.52 เปอร์เซ็นต์ของเหตุการณ์ฝนทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษา

2) จากตำแหน่งของจุดศูนย์กลางของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ซึ่งกระจายทั่วพื้นที่ พบว่า บริเวณที่มีความหนาแน่นของตำแหน่งจุดศูนย์กลางของฝนอยู่ในบริเวณตอนกลางของกรุงเทพมหานคร (2 ฟังของแม่น้ำเจ้าพระยา) ซึ่งเป็นเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครชั้นใน มีความหนาแน่นของชุมชนสูง เป็นเขตที่อยู่อาศัยหนาแน่นและเป็นบริเวณที่เกิดปัญหาน้ำท่วมอยู่เสมอ

3) เมื่อพิจารณาตามลักษณะการเคลื่อนตัวของจุดศูนย์กลางฝน สามารถแบ่งลักษณะฝนออกเป็น 4 รูปแบบคือ แบบเส้นตรงหรือรูปตัว I, รูปตัว C, รูปตัว S และรูปตัว M โดยแต่ละแบบมีลักษณะดังตารางที่ 7.1 ซึ่งเห็นได้ว่าการเคลื่อนตัวของฝนทั้ง 4 รูปแบบมีทิศทางก่อนมาทางทิศใต้เกิดขึ้นในช่วงเวลาเย็นถึงค่ำ ซึ่งเป็นช่วงเวลาเดียวกับลมบกซึ่งพัดจากกรุงเทพมหานครออกสู่ทะเล มีทิศทางจากทิศเหนือไปทิศใต้

4) จากการเปรียบเทียบทิศทางและความเร็วการเคลื่อนตัวของฝนที่ได้จากสถานีวัดน้ำฝนกับข้อมูลทิศทางและความเร็วลมรายชั่วโมงจากสถานีวัดลมศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์และสถานีวัดลมท่าอากาศยานกรุงเทพฯ พบว่า ทั้งทิศทางและความเร็วการเคลื่อนตัวของฝนโดยส่วนใหญ่ไม่สอดคล้องกับข้อมูลลมรายชั่วโมง โดยมีความแตกต่างกับข้อมูลลมจากสถานีวัดลมศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ 221.29 องศา และ 70.47 เปอร์เซ็นต์ สำหรับข้อมูลทิศทางและความเร็วลมตามลำดับ และมีความแตกต่างกับข้อมูลลมจากสถานีวัดลมท่าอากาศยานกรุงเทพฯ 174.18 องศา และ 38.83 เปอร์เซ็นต์ สำหรับข้อมูลทิศทางและความเร็วลมตามลำดับ

5) จากการพิจารณาทิศทางและการเคลื่อนตัวของพายุฝนโดยใช้ข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศประกอบ พบว่า มีความสอดคล้องกันดี นั่นคือ ทิศทางการเคลื่อนตัวของพายุฝนในการศึกษามีทิศทางเดียวกับทิศทางของพายุฝนที่ได้จากข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศ

6) จากการแบ่งช่วงเวลาก่อเกิดเหตุการณ์ฝนโดยพิจารณาถึงช่วงฤดูมรสุมที่มีอิทธิพลต่อกรุงเทพมหานครพบว่า ลมมรสุมมีอิทธิพลต่อการเคลื่อนตัวของฝนน้อยมากเนื่องจากเหตุการณ์ฝนโดยส่วนใหญ่ไม่มีการเคลื่อนตัว สำหรับเหตุการณ์ฝนที่มีการเคลื่อนตัวพบว่า ทิศทางของการเคลื่อนตัวของฝนโดยส่วนใหญ่ไม่มีความสอดคล้องกับทิศทางของลมมรสุม ในส่วนของช่วงว่าง

ของฤดูมรสุมซึ่งเป็นช่วงอิทธิพลของลมใต้พบว่า ทิศทางของการเคลื่อนตัวของฝนมีความสอดคล้องกับทิศทางของลมใต้

ตารางที่ 7.1 สรุปลักษณะการเคลื่อนตัวของพายุฝน 4 รูปแบบ

ลักษณะ	เส้นตรง	รูปตัว C	รูปตัว S	รูปตัว M	ค่าเฉลี่ย
จำนวนเหตุการณ์	6	5	5	1	-
ระยะเวลาการเคลื่อนตัวเฉลี่ย (นาทีก)	32.5	48	60	90	48.53
ระยะเวลาฝนตกเฉลี่ย (นาทีก)	105	126	150	150	127.06
เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของช่วงเวลาที่มีการเคลื่อนตัวเทียบกับช่วงเวลาฝนตก (%)	30.29	39.40	41.76	60	38.09
ทิศทางการเคลื่อนตัว	ใต้	ตะวันตก	ตะวันออก เฉียงใต้	ตะวันออก	ใต้
ความเร็วการเคลื่อนตัวเฉลี่ย(กม./ชม.)	18.52	23.26	21.66	18.69	20.85

## 7.2.2 ขนาดของฝน

1) เมื่อแบ่งเหตุการณ์ฝนตามช่วงเวลาที่เกิดปริมาณฝนสูงสุดพบว่า เหตุการณ์ฝนที่ใช้ในการศึกษาโดยส่วนใหญ่เกิดขึ้นในช่วงเวลา 18.00 - 24.00 น. มีจำนวน 21 เหตุการณ์ คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของเหตุการณ์ฝนทั้งหมด

2) เหตุการณ์ฝนที่ใช้ในการศึกษามีช่วงเวลา 1.25 - 5 ชั่วโมง โดยเหตุการณ์ฝนส่วนใหญ่มีช่วงเวลา 1.25 - 3 ชั่วโมง มีจำนวน 32 เหตุการณ์ คิดเป็น 76.19 เปอร์เซ็นต์ของเหตุการณ์ฝนทั้งหมด และมีค่าเฉลี่ยของระยะเวลาฝนตกทุกเหตุการณ์เท่ากับ 3.13 ชั่วโมง

3) เหตุการณ์ฝนที่ใช้ในการศึกษามีพื้นที่ฝนตก 350 - 3,350 ตารางกิโลเมตร โดยเหตุการณ์ฝนส่วนใหญ่มีพื้นที่ฝนตกในช่วง 350 - 2,600 ตารางกิโลเมตร มีจำนวน 35 เหตุการณ์ คิดเป็น 83.33 เปอร์เซ็นต์ของเหตุการณ์ฝนทั้งหมด และมีค่าเฉลี่ยของพื้นที่ฝนตกทุกเหตุการณ์เท่ากับ 1,850 ตารางกิโลเมตร เห็นได้ว่า ฝนครอบคลุมพื้นที่ค่อนข้าง กว้างขวางเมื่อเทียบกับพื้นที่ศึกษา 3,750 ตารางกิโลเมตร แต่อาจมีความเข้มข้นของฝนแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่

4) เหตุการณ์ฝนที่ใช้ในการศึกษามีความลึกน้ำฝนเฉลี่ยทั่วพื้นที่ 10 - 47 มิลลิเมตร โดยเหตุการณ์ฝนส่วนใหญ่มีความลึกน้ำฝนเฉลี่ยทั่วพื้นที่ในช่วง 10 - 30 มิลลิเมตร มีจำนวน 37 เหตุการณ์ คิดเป็น 88.10 เปอร์เซ็นต์ของเหตุการณ์ฝนทั้งหมด และมีค่าเฉลี่ยของความลึกน้ำฝนเฉลี่ยทั่วพื้นที่เท่ากับ 28.5 มิลลิเมตร

5) เหตุการณ์ฝนที่ใช้ในการศึกษามีปริมาณน้ำฝน 8 - 152 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยเหตุการณ์ฝนส่วนใหญ่มีปริมาณน้ำฝนในช่วง 8 - 44 ล้านลูกบาศก์เมตร มีจำนวน 29 เหตุการณ์ คิดเป็น 69.05 เปอร์เซ็นต์ของเหตุการณ์ฝนทั้งหมด และมีค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนทุกเหตุการณ์เท่ากับ 80 ล้านลูกบาศก์เมตร

### 7.2.3 การกระจายตัวของฝนตามพื้นที่และเวลา

1) จากการวิเคราะห์พื้นที่ฝนตกในแต่ละช่วงของความลึกน้ำฝนพบว่า ความลึกน้ำฝนที่มีค่ามากขึ้นจะมีขนาดของพื้นที่เล็กลง โดยที่ความลึกน้ำฝนเฉลี่ยในช่วง 5-10 มิลลิเมตรเป็นช่วงที่ครอบคลุมพื้นที่มากที่สุดคือ 439 ตารางกิโลเมตร

2) จากการวิเคราะห์พื้นที่ฝนตกในแต่ละช่วงเวลาพบว่า เมื่อฝนตกเริ่มต้นขึ้น พื้นที่ฝนตกจะมีขนาดใหญ่ขึ้น โดยมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 45 - 90 นาที มีขนาดพื้นที่ฝนตกประมาณ 350 ตารางกิโลเมตร จากนั้นพื้นที่ฝนตกจะมีขนาดเล็กลง

3) สำหรับปริมาณน้ำฝนรายสถานี จากความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของทุกสถานีและทุกเหตุการณ์ของเปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนสะสมรายสถานีเทียบกับเปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลาพบว่า อัตราการตกของฝนจะมีค่าสูงในช่วงแรกๆและลดลงในช่วงหลัง โดยค่าสูงสุดจะอยู่ที่เวลา 37 เปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลาของเหตุการณ์โดยมีปริมาณฝน 51 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณฝนรวม

4) สำหรับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั่วพื้นที่ จากความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของทุกสถานีและทุกเหตุการณ์ของเปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยทั่วพื้นที่เทียบกับเปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลาพบว่า อัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยทั่วพื้นที่เทียบกับเวลาค่อนข้างจะคงที่เกือบเป็นเส้นตรง ทั้งนี้อาจเนื่องจากค่าปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยทั่วพื้นที่นั้นเป็นค่าความลึกน้ำฝนเฉลี่ยจากทุกสถานีวัดน้ำฝนซึ่งมีการกระจายของฝนที่อาจเกิดขึ้นไม่พร้อมกันแต่มีการกระจายโดยเฉลี่ยทั่วทั้งพื้นที่ใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่า ปริมาณฝนที่ตกลงมามีอัตราค่อนข้างคงที่ แต่มีการกระจายตัวตามสถานีต่างๆไม่สม่ำเสมอเมื่อเทียบกับเวลา

5) จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความลึกน้ำฝน - พื้นที่ - ระยะเวลาพบว่า เมื่อฝนมีระยะเวลาฝนตกเท่ากัน ความลึกน้ำฝนเฉลี่ยของพื้นที่ที่มีค่ามากขึ้นสำหรับพื้นที่ฝนตกที่มีขนาดเล็กลงเข้าใกล้จุดศูนย์กลางของฝน เมื่อฝนตกนานขึ้น จะครอบคลุมพื้นที่มากขึ้นและมีความลึกน้ำฝนมากขึ้น

### 7.3 ข้อจำกัดของการจัดสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

- 1) ต้องทำการแปลงข้อมูลน้ำฝนรายวันให้เป็นข้อมูลน้ำฝนราย 15 นาที บนข้อสมมติฐานที่ว่าสามารถใช้รูปแบบการกระจายฝนตามเวลาของสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติที่อยู่ใกล้เคียงกันได้ ซึ่งอาจทำให้แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนที่ได้มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น
- 2) จำนวนและตำแหน่งที่ตั้งของสถานีวัดน้ำฝนที่มีอยู่ในปัจจุบันมีความหนาแน่นค่อนข้างมากในบริเวณตอนกลางของกรุงเทพมหานคร(2 ฟังของแม่น้ำเจ้าพระยา) และมีความหนาแน่นลดน้อยลงเมื่อห่างออกไป อาจทำให้แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนที่ได้มีความถูกต้องไม่สม่ำเสมอตลอดทั้งพื้นที่
- 3) ในการศึกษานี้ได้จัดสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนเป็นจำนวนมาก ซึ่งแผนที่ที่ได้จากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีขนาดของแฟ้มข้อมูลค่อนข้างใหญ่คือ ประมาณ 1.5 เมกกะไบต์ต่อหนึ่งแฟ้มข้อมูล จึงต้องการหน่วยความจำคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดใหญ่เพียงพอ

### 7.4 ข้อเสนอแนะ

- 1) ในการศึกษานี้มีข้อจำกัดในเรื่องของจำนวนสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติ ดังนั้นจึงควรทำการพัฒนาสถานีวัดน้ำฝนทั้งหมดให้เป็นแบบอัตโนมัติซึ่งสามารถวัดฝนช่วงสั้นเช่น ทุก 15 นาที โดยให้เป็นโครงข่ายของระบบโทรมาตรที่มีการวัด บันทึกและส่งข้อมูลเข้าสู่ศูนย์ปฏิบัติการได้ในเวลาจริง เพื่อสามารถสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนจากข้อมูลของทุกสถานีได้โดยตรง
- 2) การจัดสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนโดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่อื่นๆ ซึ่งควรเลือกใช้และทดสอบวิธีประมาณค่าในช่วงที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่นั้นๆ เนื่องจากความแตกต่างของข้อมูลที่มีอยู่และลักษณะสภาพพื้นที่ เพื่อลดค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการประมาณค่าในช่วงให้เหลือน้อยที่สุด
- 3) การศึกษาการกระจายและการเคลื่อนตัวของฝนจำเป็นต้องมีการสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนจากเหตุการณ์ฝนอย่างต่อเนื่องและทันเหตุการณ์ จึงควรมีการเก็บข้อมูลให้อยู่ในสภาพดีหรือพร้อมใช้ เพื่อความสะดวกในการนำไปประกอบการศึกษาในลักษณะต่างๆ ต่อไป
- 4) ลักษณะของฝนในกรุงเทพมหานครอาจมีรูปแบบของฝนทั้งในแง่จำนวนจุดศูนย์กลางฝนและลักษณะการเคลื่อนตัวของฝนที่หลากหลาย ดังนั้นในอนาคต เมื่อมีข้อมูลเหตุการณ์ฝนเพิ่มมากขึ้นก็อาจพบลักษณะของฝนที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น
- 5) ควรมีการเปรียบเทียบอ้างอิงแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนที่สร้างขึ้นในเหตุการณ์จริง(real time) กับข้อมูลการกระจายของฝนจากแหล่งอื่นเช่น ข้อมูลจากเรดาร์ตรวจอากาศบนภาคพื้นดิน ข้อมูลจากดาวเทียม เป็นต้น เพื่อให้ข้อมูลจากทุกแหล่งสามารถสนับสนุนกันได้



## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- กรุงเทพมหานคร สำนักการระบายน้ำ. แผนปฏิบัติการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วม กรุงเทพมหานคร ประจำปี 2544. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานกิจการโรงพิมพ์ องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, 2544.
- เกรียงไกร บุญเติม. การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษาลักษณะฝนบนภูเขา น้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาการจัดการลุ่มน้ำ คณะวนศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2545.
- จุไรพร แก้วทิพย์. ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ของปริมาณน้ำฝนเพื่อใช้ในแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2541.
- เมธี เอกะสิงห์และจุไรพร แก้วทิพย์. การเปรียบเทียบวิธีการสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ภูมิอากาศ. ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2543.
- รัศมี สุวรรณวิระกำจร. การเปรียบเทียบวิธีประมาณค่าน้ำฝนเชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์: กรณีศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำเชิงญู. วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์ 1 (2543): 35-48.
- วีระพล แต่สมบัติ. อุทกวิทยาประยุกต์. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ฟลิคส์เซ็นเตอร์, 2531.
- วีระพล แต่สมบัติ. หลักอุทกวิทยา. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ฟลิคส์เซ็นเตอร์, 2538.
- สรรคังใจ กลิ่นดาว. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์: หลักการเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2542.
- สิริพร กมลธรรม. การวิเคราะห์รูปแบบของน้ำฝนเชิงพื้นที่และเชิงเวลาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย : การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2543.



## ภาษาอังกฤษ

- Ball, J. E., and Luk, K. C. Modeling Spatial Variability of Rainfall over a Catchment. Journal of Hydrologic Engineering. ASCE. April, 1998.
- Burrough, P.A., and McDonnell, R.A. Principles of Geographical Information Systems. New York: Oxford University Press, 1998.
- ESRI. Using ArcView Spatial Analyst. New York Street, California, USA: Environmental Systems Research Institute, 1996.
- ESRI. Using Avenue. New York Street, California, USA: Environmental Systems Research Institute, 1996.
- Hargrove, W. W. Interpolation of Rainfall in Switzerland using a Regularized Spline with Tension[Online]. 1997. Available from: <http://research.esd.ornl.gov/~hnw/sic97/> [2002, April 23]
- Hartkamp, A. D., Beurs, K. D., Stein, A., and White, J. W. Interpolation Techniques for Climate Variables. NRG-GIS Series 99-01, D.F.: CIMMYT. Mexico, 1999.
- Henkel, A. F. Using GIS to Assess the Potential Utility of Precipitation Data from the NEXRAD Radar in Davis for Flood Forecasting: Part II – An Assessment of Estimates for the February 6-7 , 1999 Storm[Online]. 1999. Available from: <http://scs.ucdavis.edu/Services/ClassSupport/PROJECTS/ABT181/w99proj/ahenkel/> [2002, February 18]
- Hutchinson, M.F. The application of thin plate smoothing splines to continent-wide data assimilation. Data assimilation systems, Res. Rep. No. 27. In J.D. Jasper (ed.), Bureau of Meteorology, Australia, 1991.
- Lynch, S. D. Converting Point Estimates of Daily Rainfall onto a Rectangular Grid. Department of Agricultural Engineering University of Natal Pietermaritzburg, South Africa, 1998.
- MacEachren, A.M., and Davidson, J.V. Sampling and Isometric Mapping of Continuous Geographic Surface. The American Cartographer, 14 (1987): 299-320.
- Schaake, J.C. Summary of River Forecasting Raingage Network Density Requirements[Online]. 1981. Available from: <http://www.nws.noaa.gov/oh/mopex/raingage%20density%20requirement.htm> [2004, March 15]

- Schaake, J., Duan, Q., Smith, M., and Koren, V. Criteria to Select Basin for Hydrologic Model Development and Testing. Office of Hydrology, Maryland, 2000.
- Singh, V. P. Elementary Hydrology. New Jersey : Prentice-Hall, 1992.
- Tsanis, I.K., and Gad, M. A. A GIS Precipitation Method for Analysis of Storm Kinematics. Journal of Environmental Modelling & Software, 16 (2001): 273-281.
- Tang, C., Shindo, S., and Machida, I. Assessment of Rainfall Distribution in Miyake Island based on GIS Technology[Online]. 1995. Available from: <http://flow.s.chiba-u.ac.jp/~cytang/Miyakejima/HYDROGIS.htm> [2002, February 15]
- Vieux, B. E., and Farajalla, N. S. Temporal and Spatial Aggregation of NEXRAD Rainfall Estimates on Distributed Storm Runoff Simulation[Online]. 1996. Available from: [http://www.ncgia.ucsb.edu/conf/SANTA\\_FE\\_CD-ROM/sf\\_papers/vieux\\_baxter/ncgia96.html](http://www.ncgia.ucsb.edu/conf/SANTA_FE_CD-ROM/sf_papers/vieux_baxter/ncgia96.html) [2002, March 2]
- World Meteorological Organization. Guide to Hydrometeorological Practices. 2d ed., Technical Report No. 82, WMO No. 168. Geneva: World Meteorological Association, 1969.



**ภาคผนวก**

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



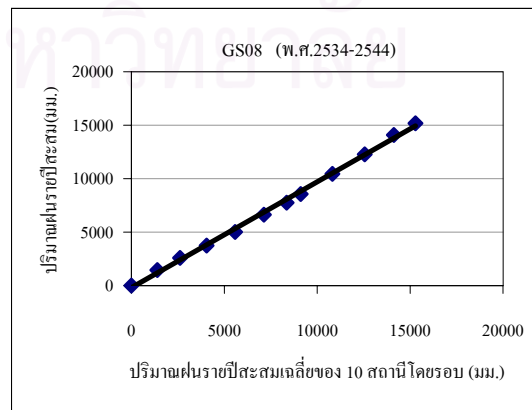
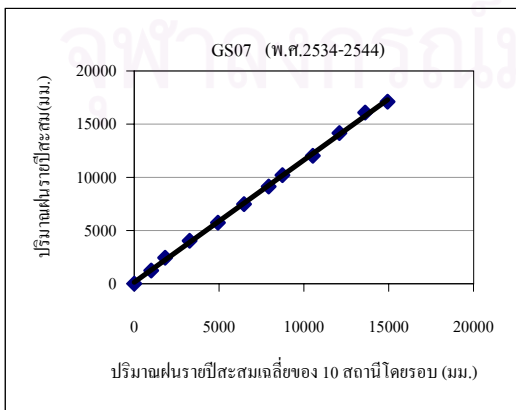
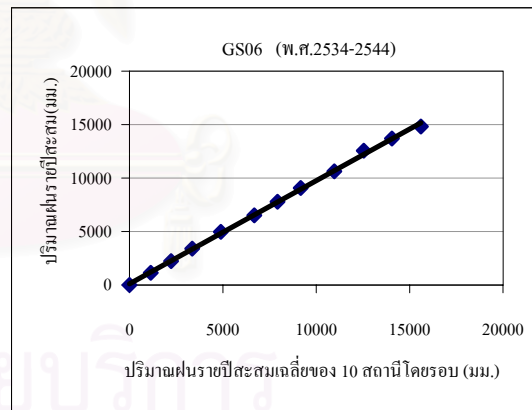
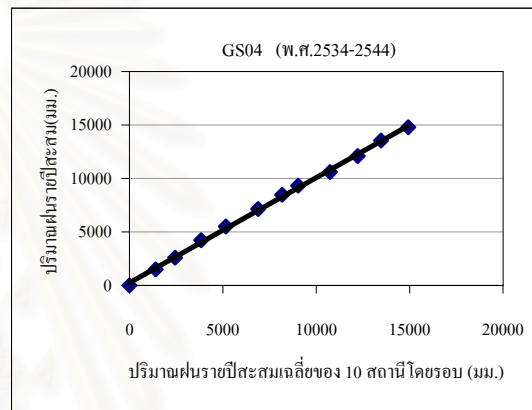
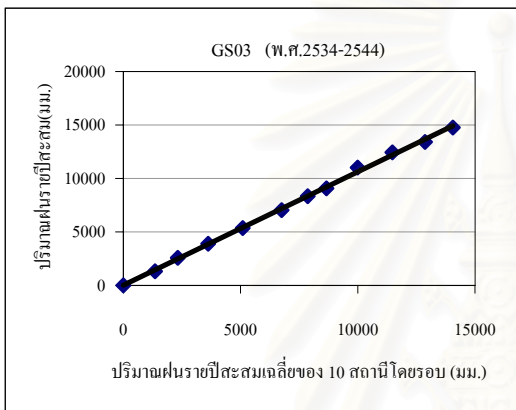
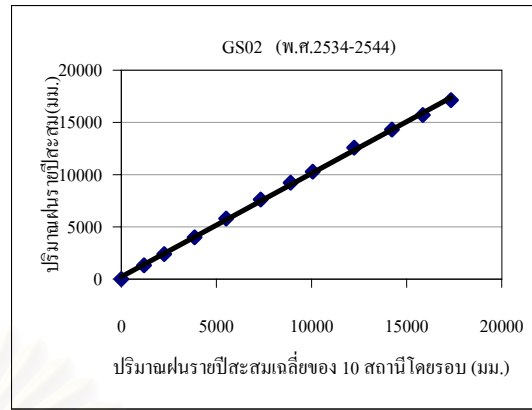
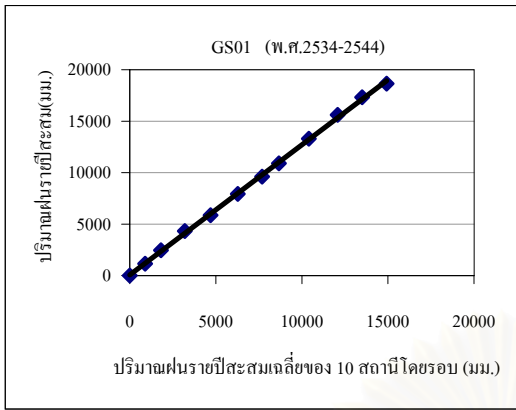
ภาคผนวก ก

การตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลฝน

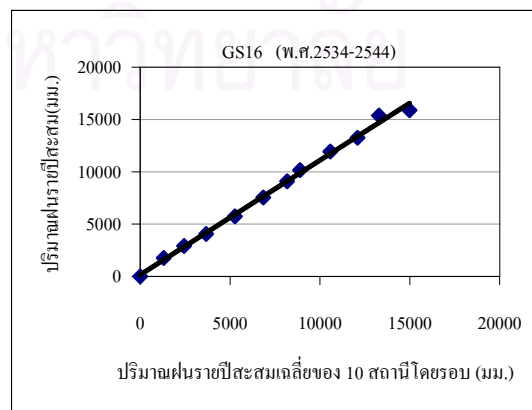
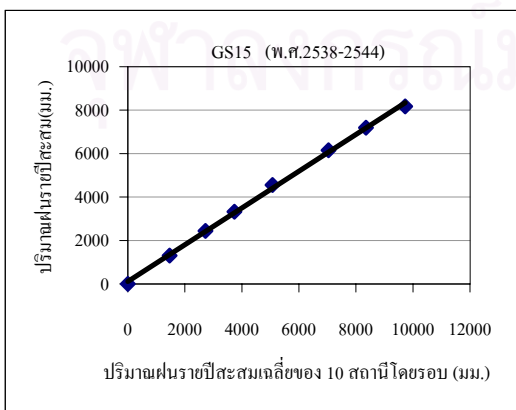
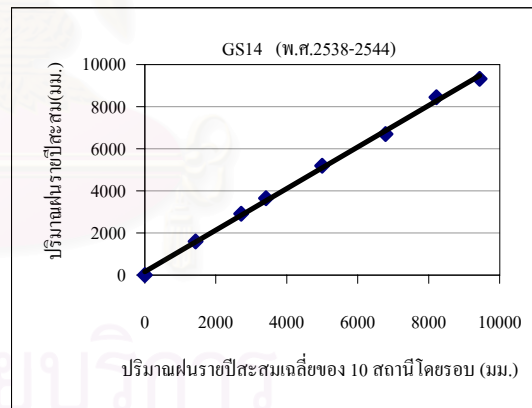
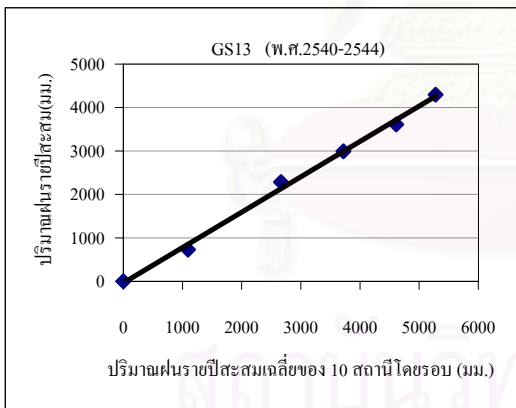
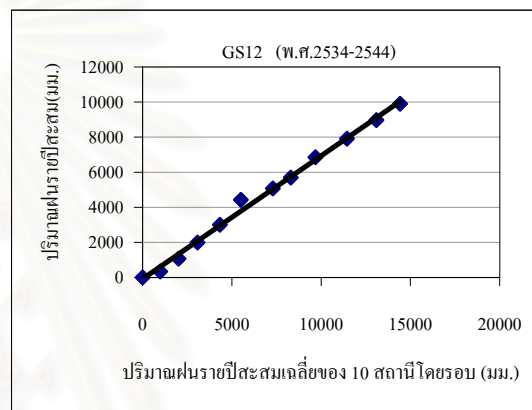
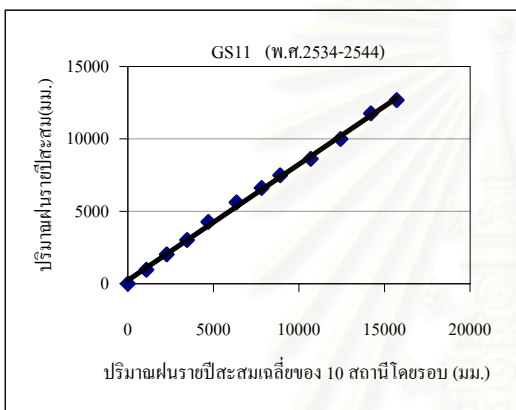
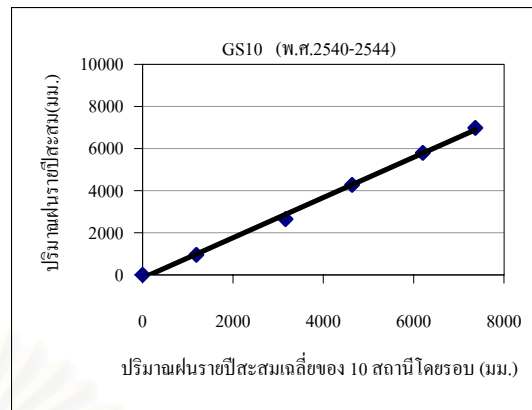
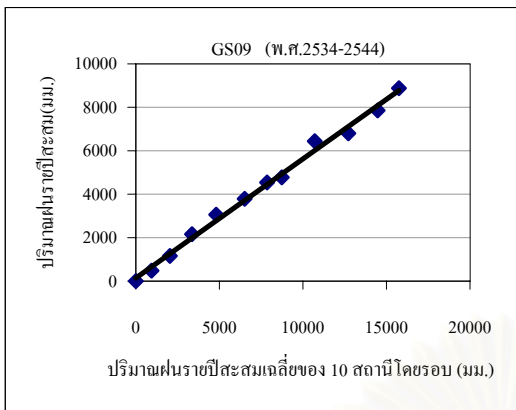
และ

กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

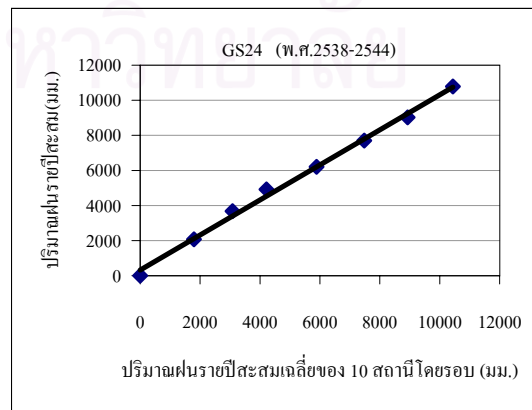
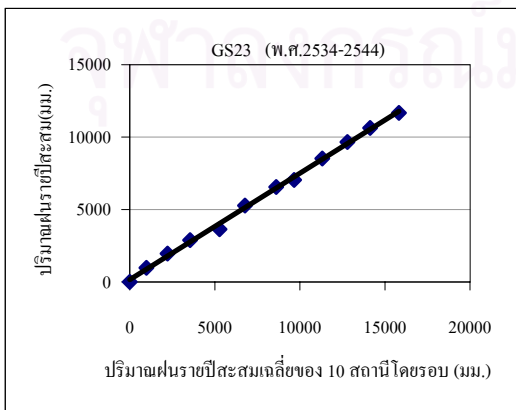
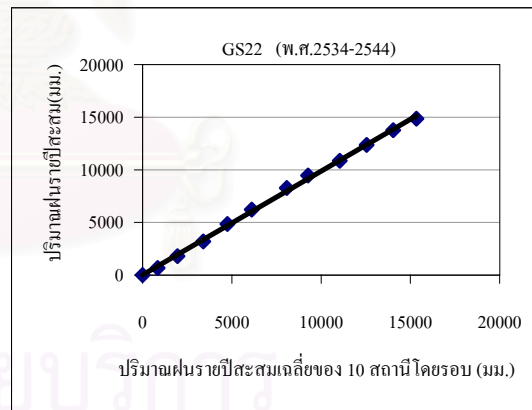
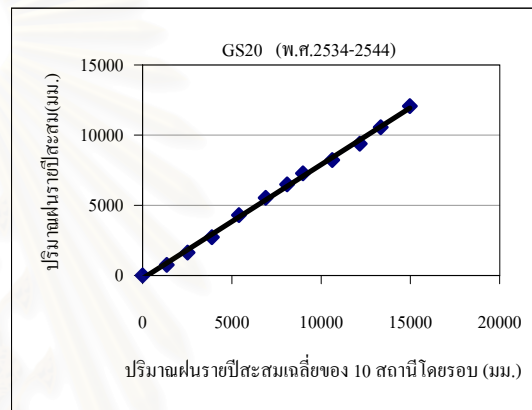
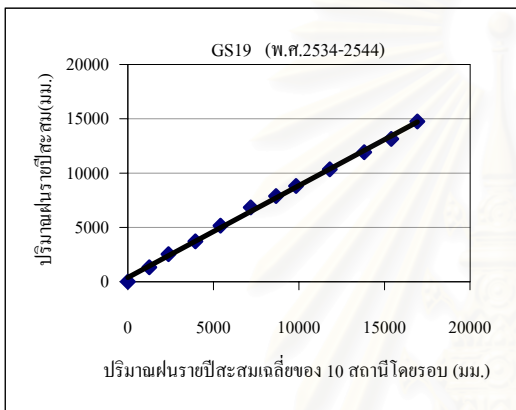
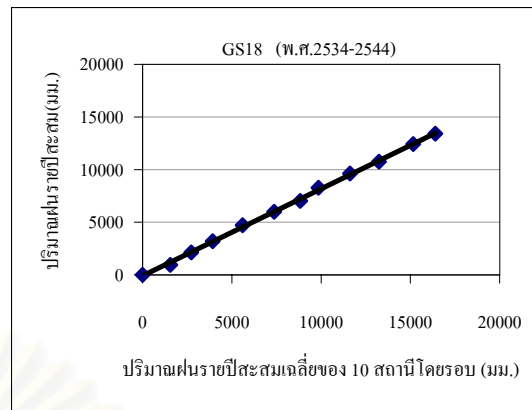
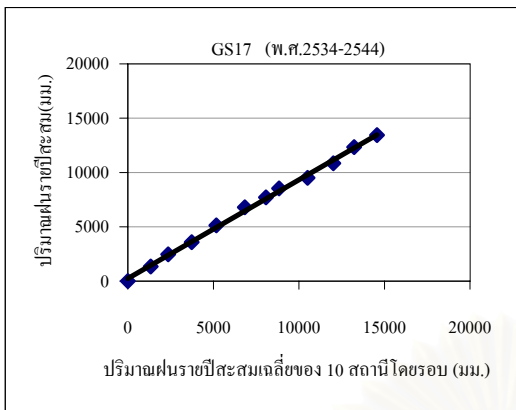


รูปที่ ก-1 การตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลฝน

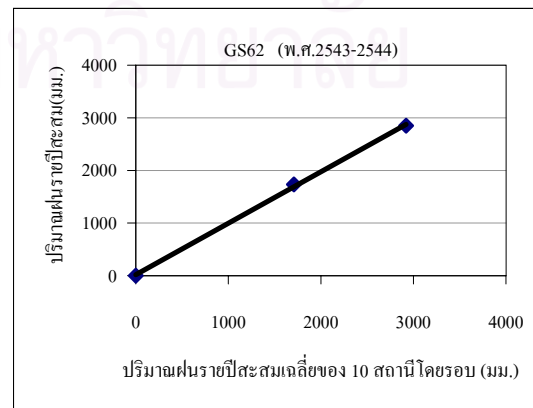
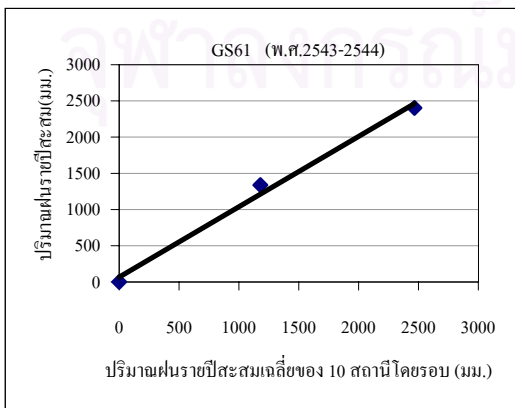
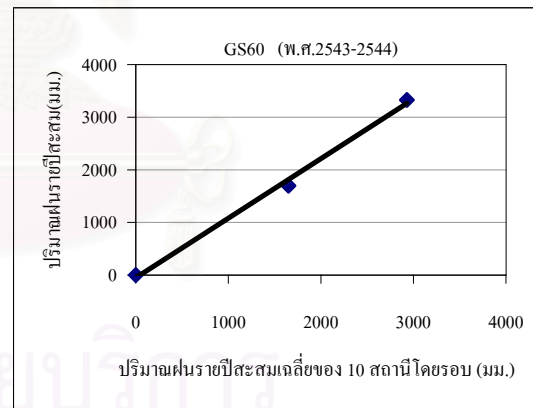
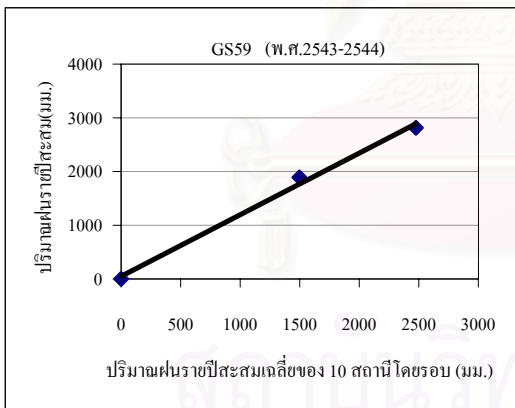
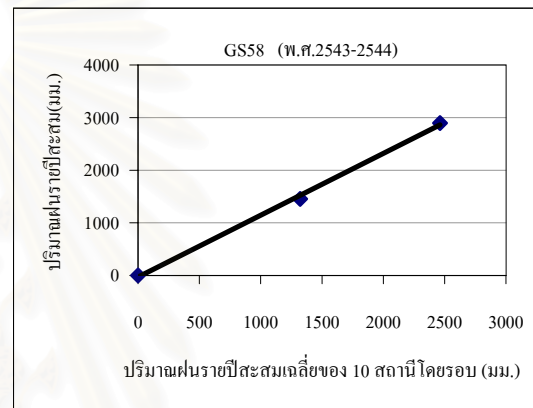
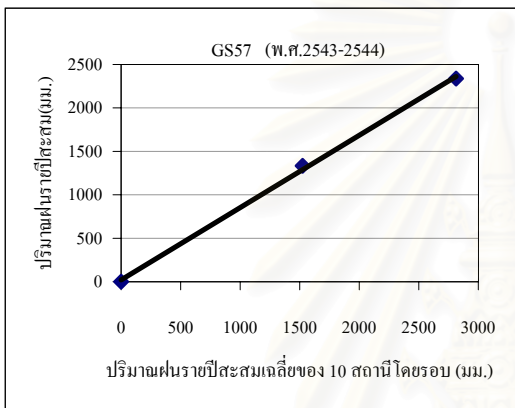
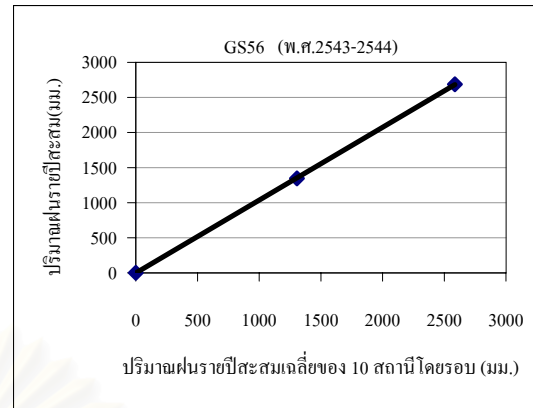
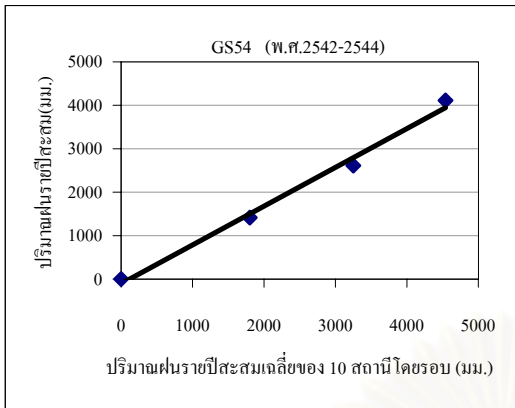


รูปที่ ก-1 การตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลฝน (ต่อ)

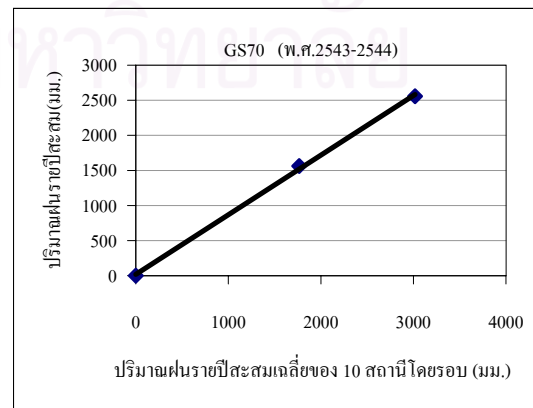
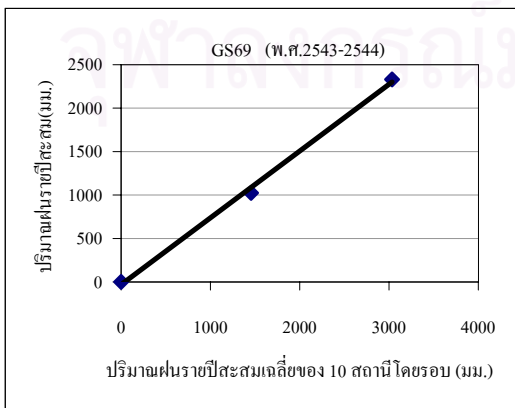
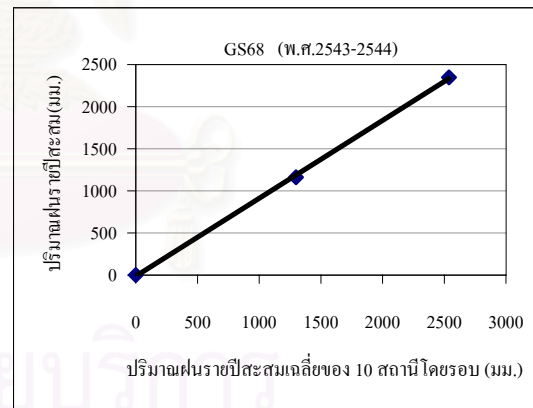
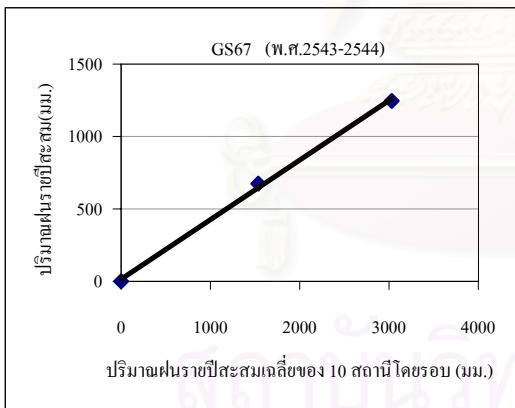
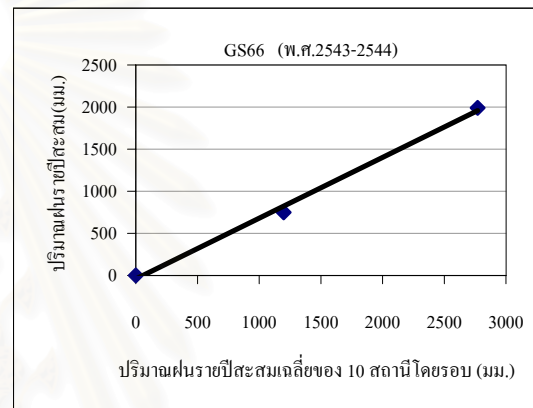
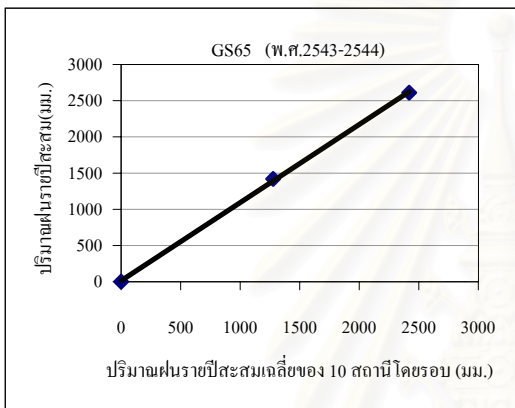
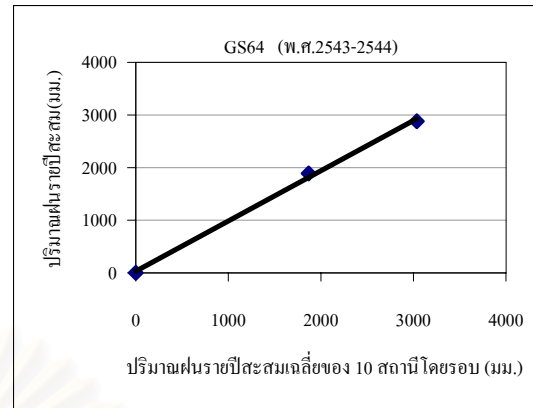
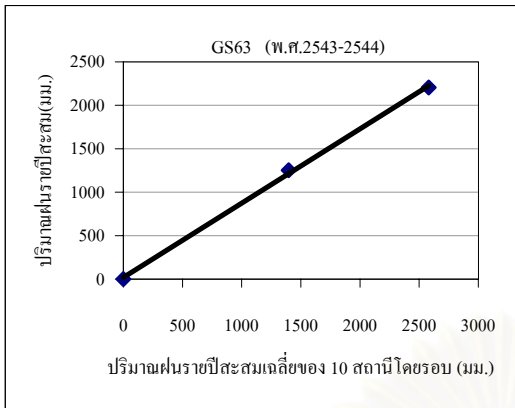




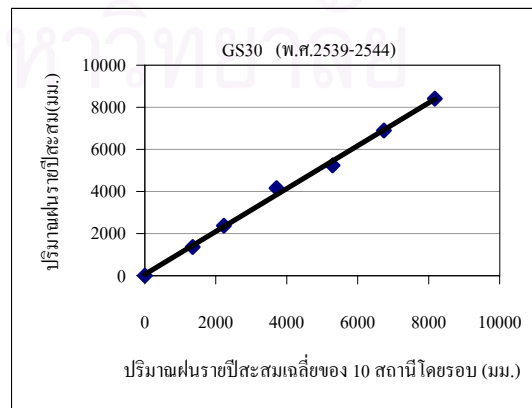
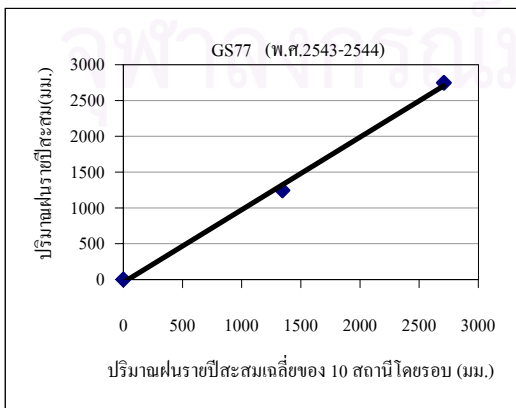
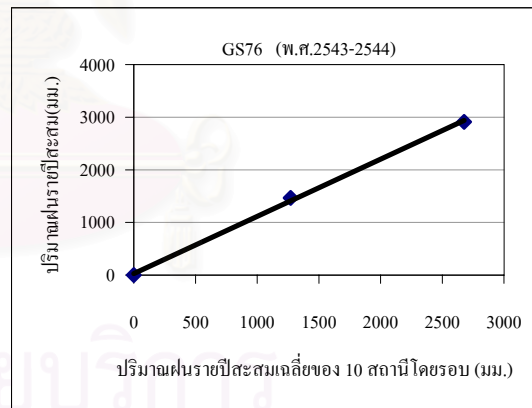
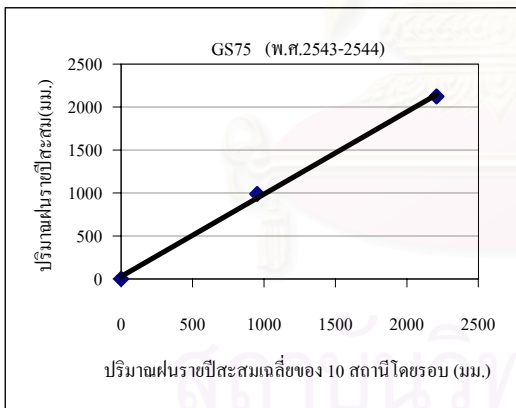
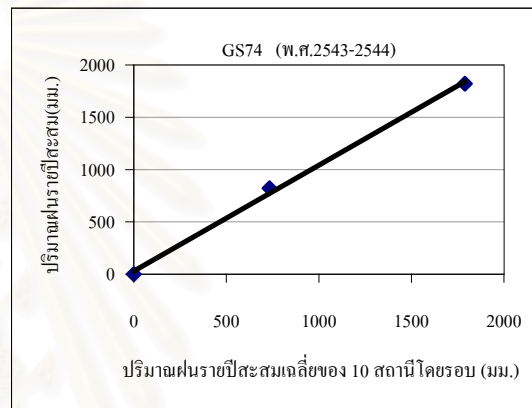
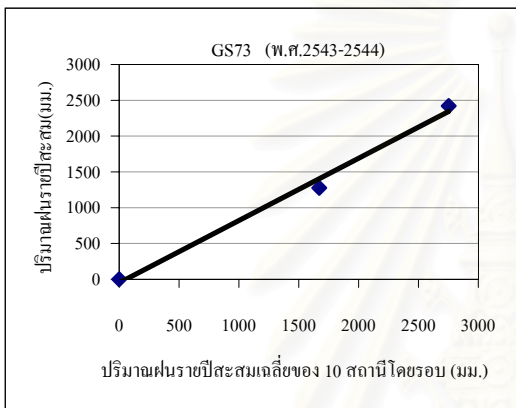
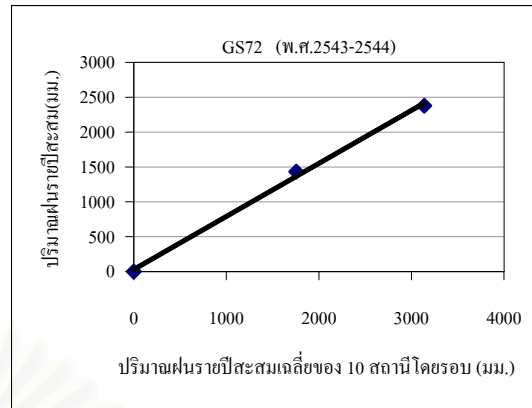
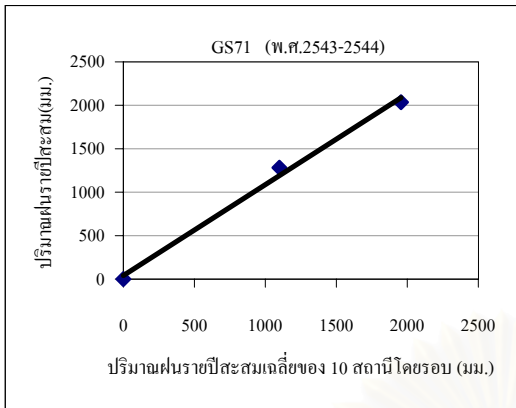
รูปที่ ก-1 การตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลฝน (ต่อ)



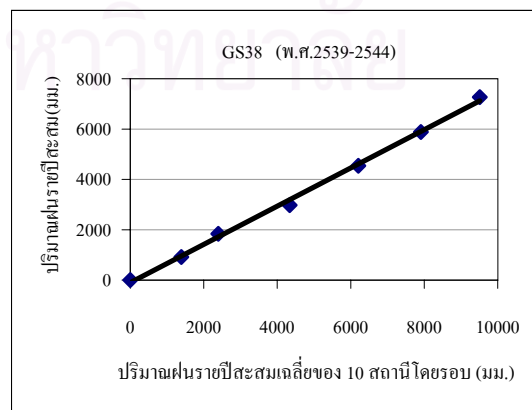
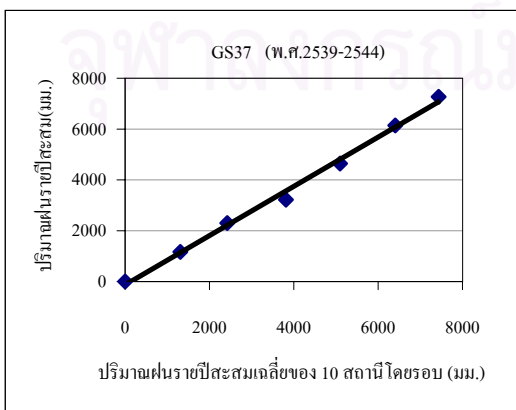
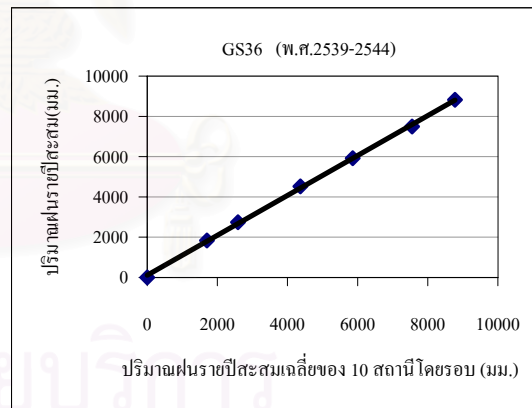
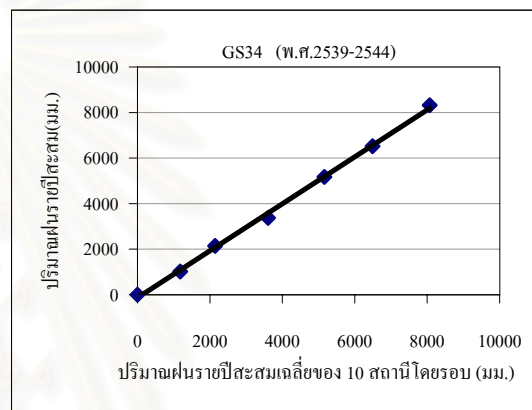
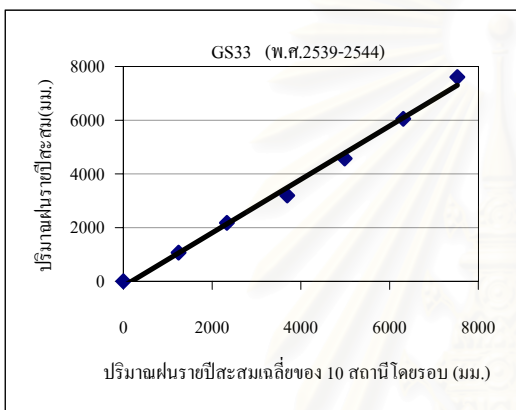
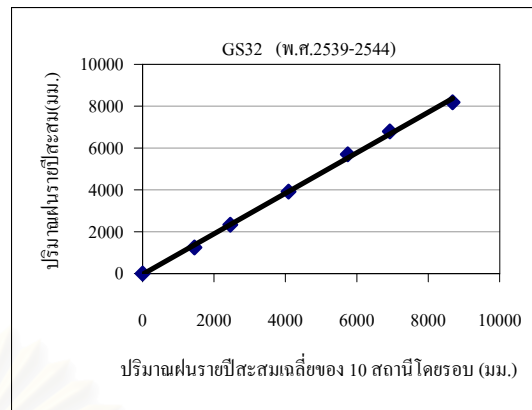
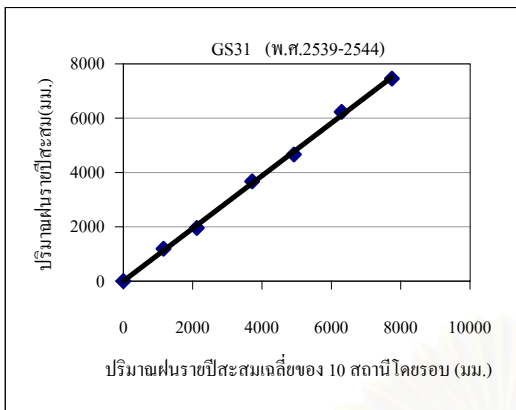
รูปที่ ก-1 การตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลฝน (ต่อ)



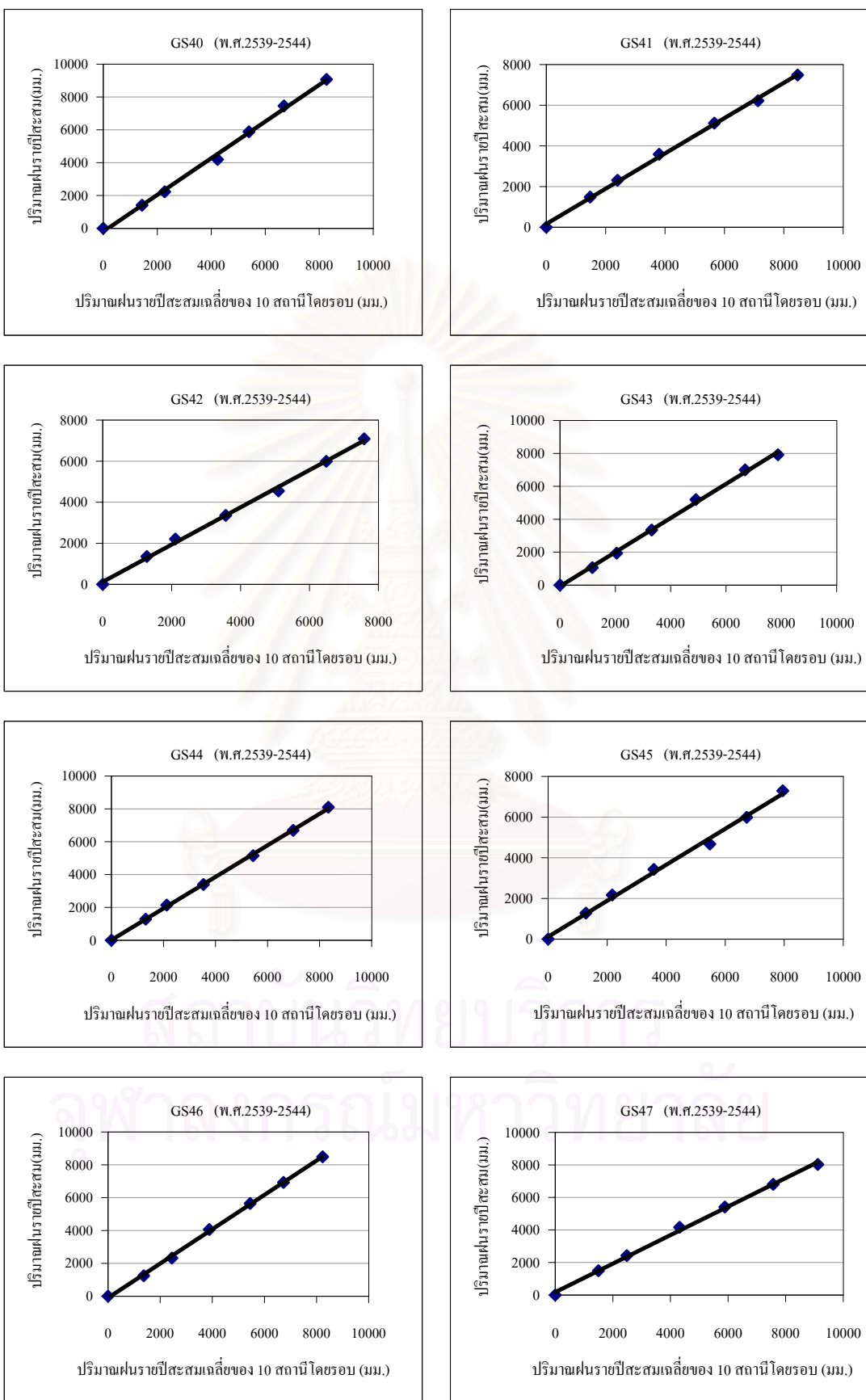
รูปที่ ก-1 การตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลฝน (ต่อ)



รูปที่ ก-1 การตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลฝน (ต่อ)

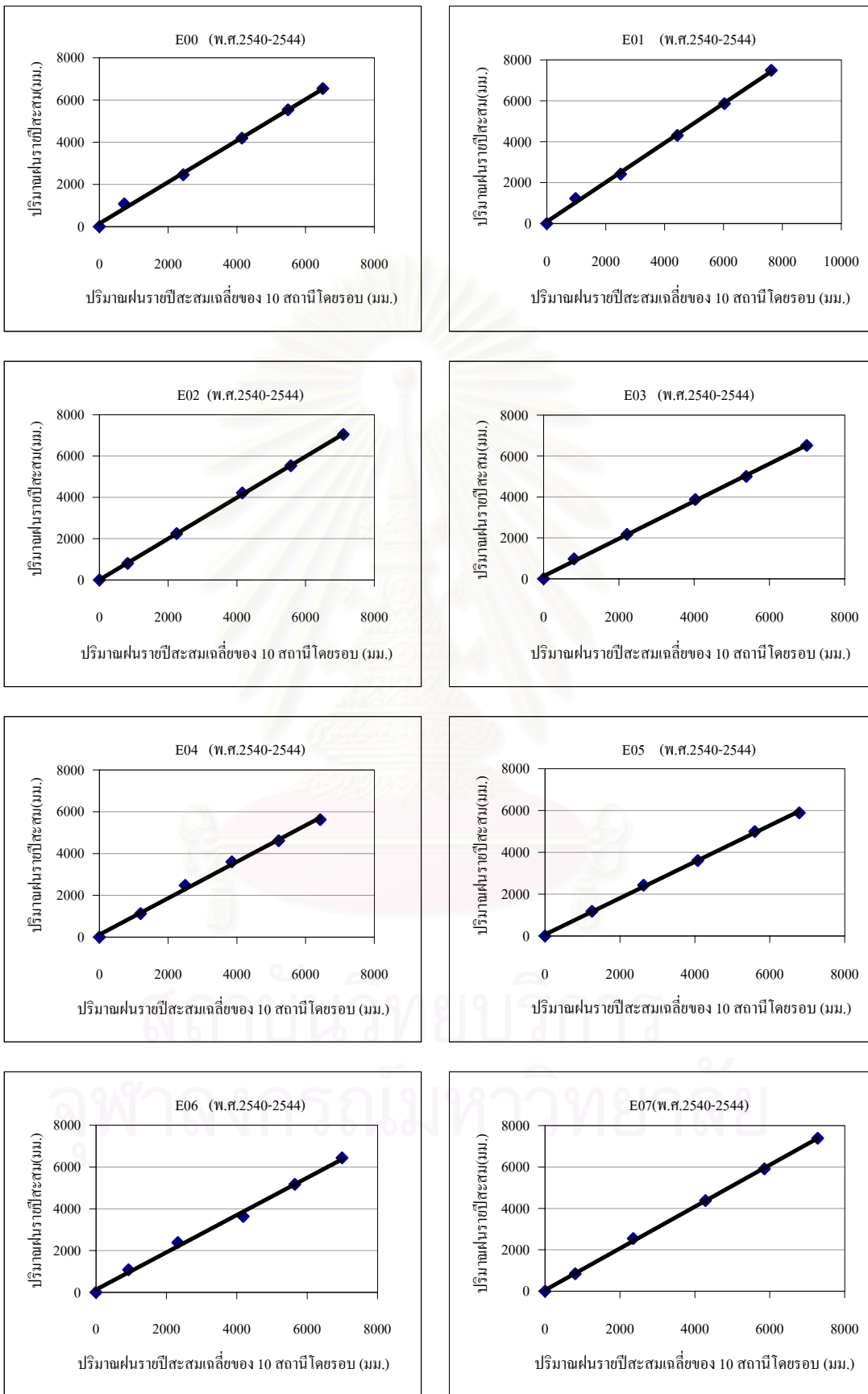


รูปที่ ก-1 การตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลฝน (ต่อ)

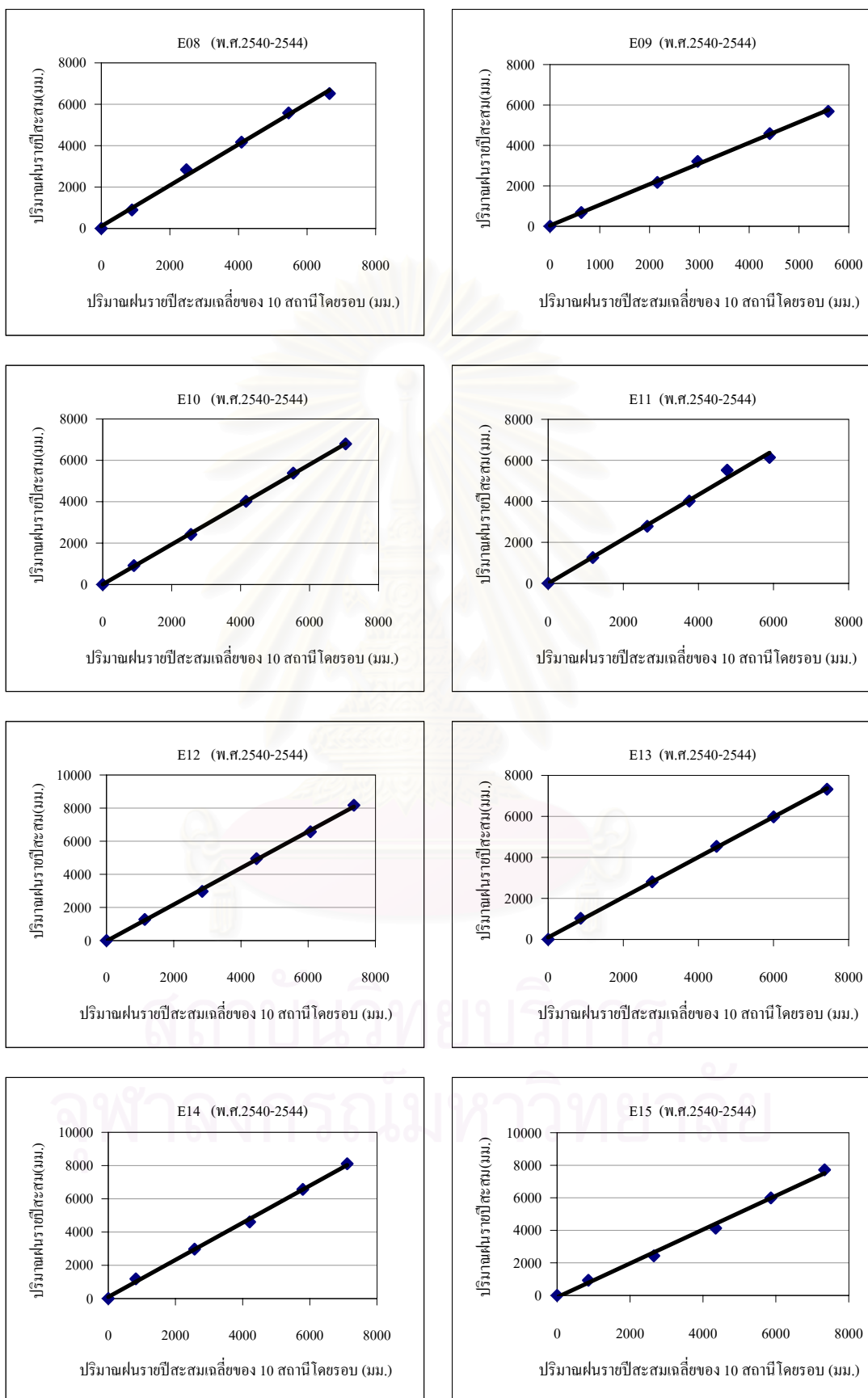


รูปที่ ก-1 การตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลฝน (ต่อ)



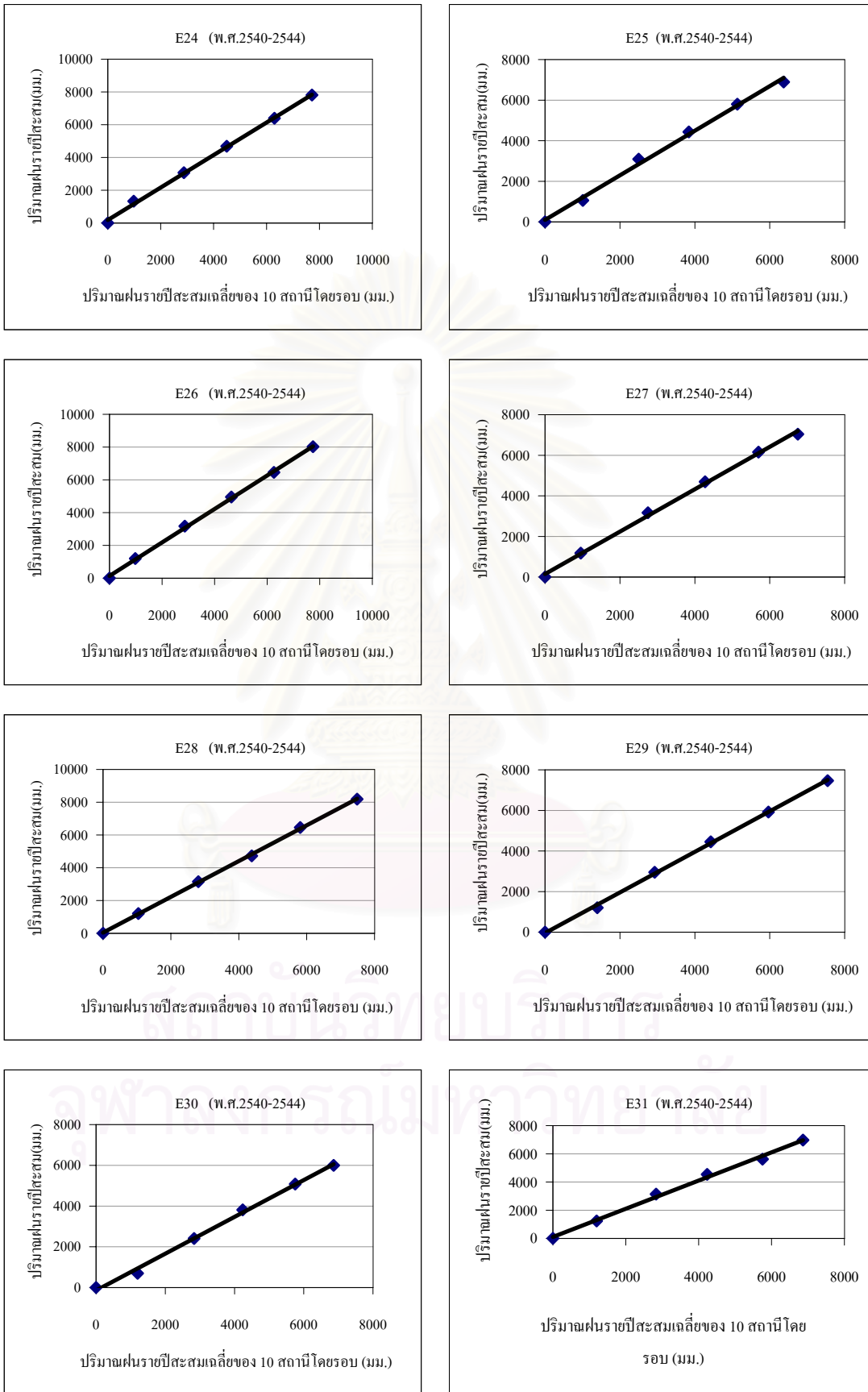


รูปที่ ก-1 การตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลฝน (ต่อ)

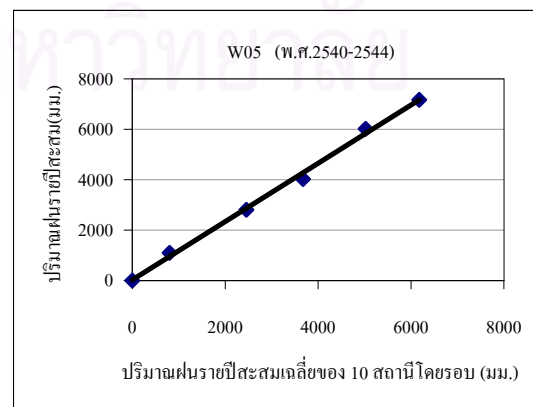
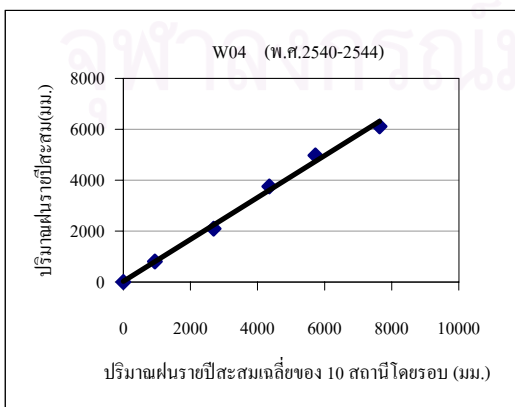
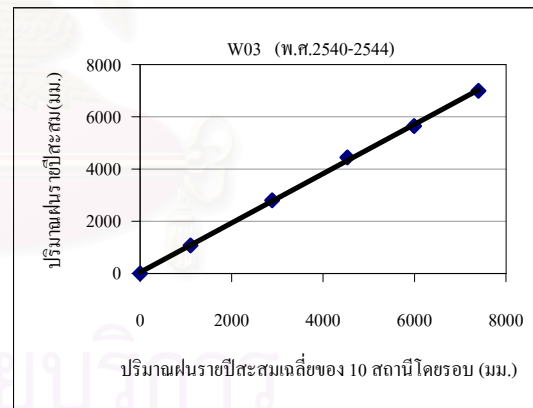
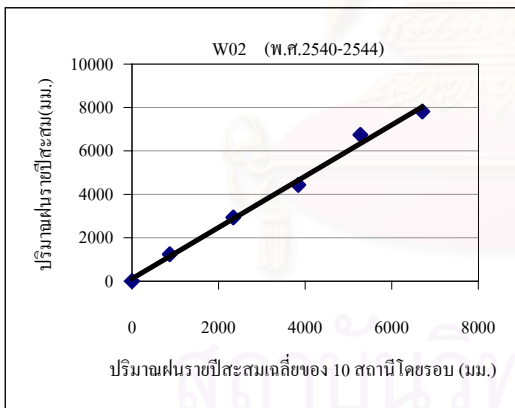
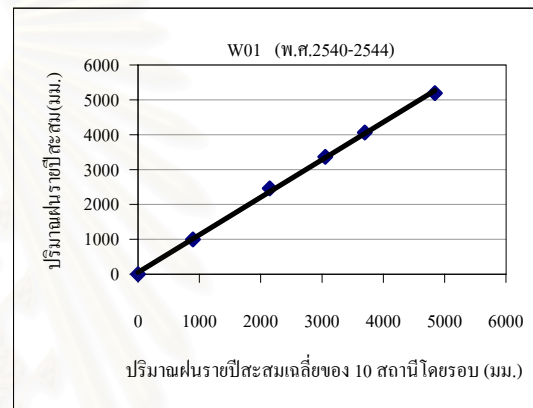
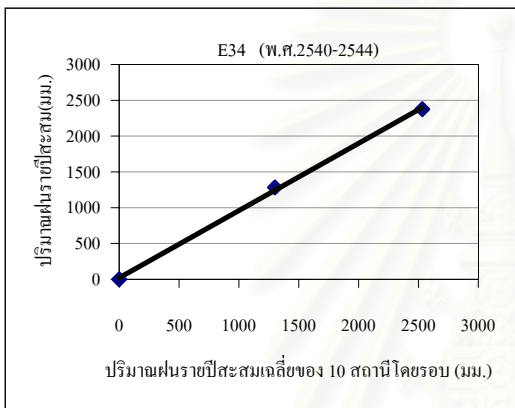
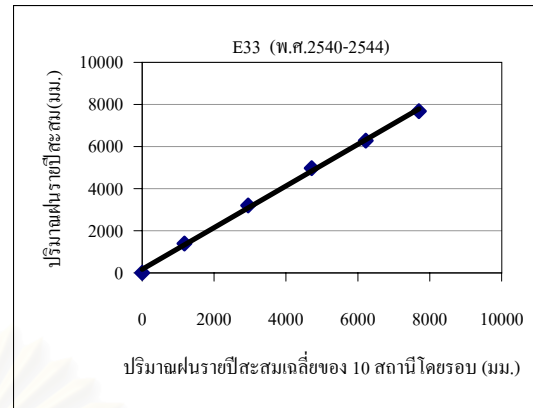
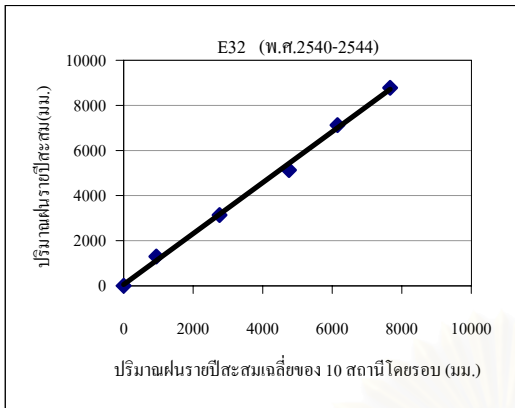


รูปที่ ก-1 การตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลฝน (ต่อ)

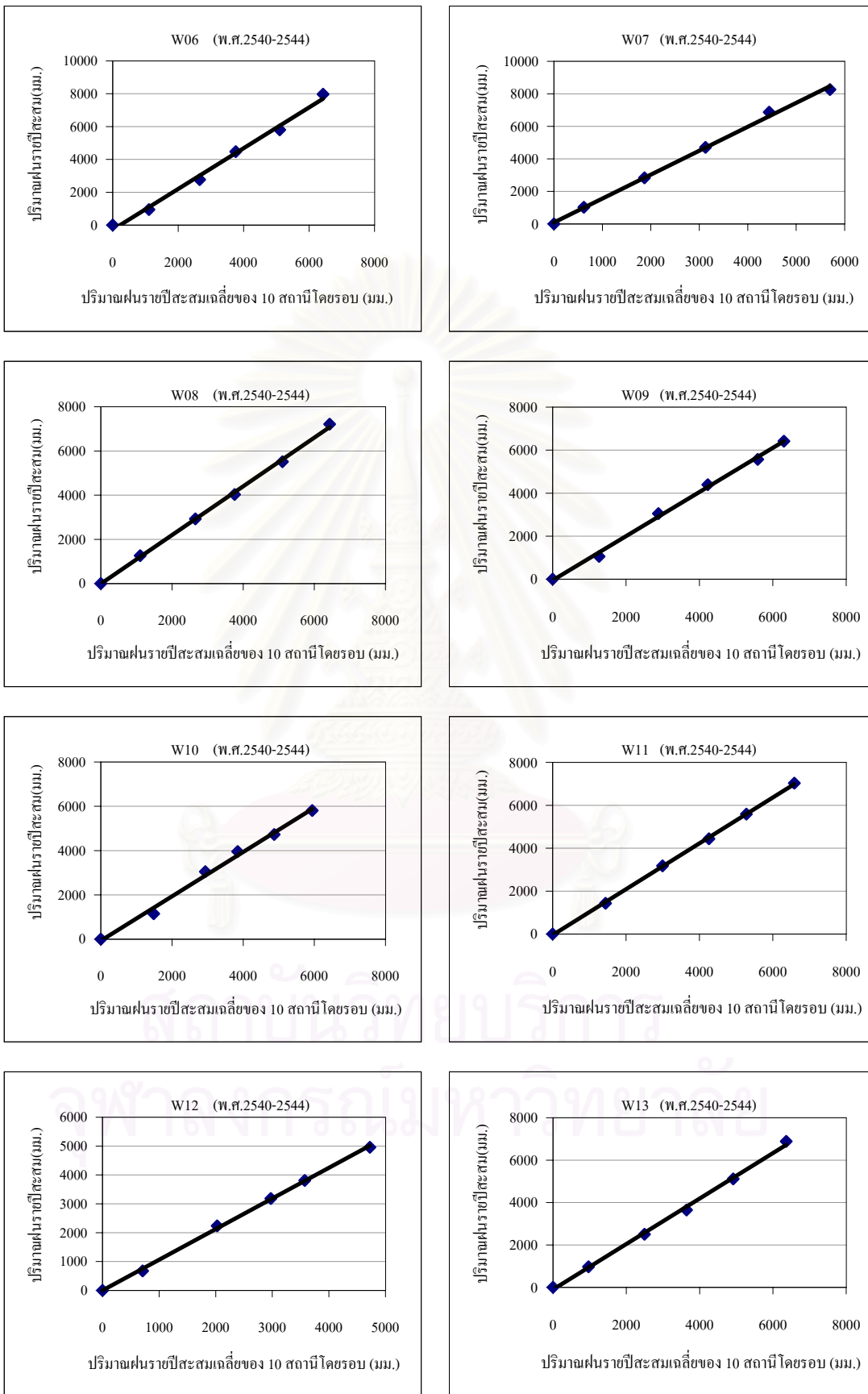




รูปที่ ก-1 การตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลฝน (ต่อ)

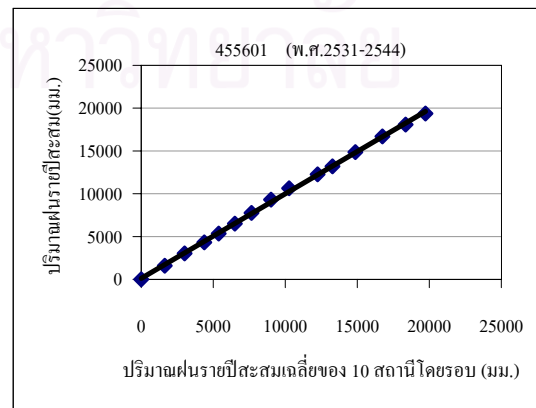
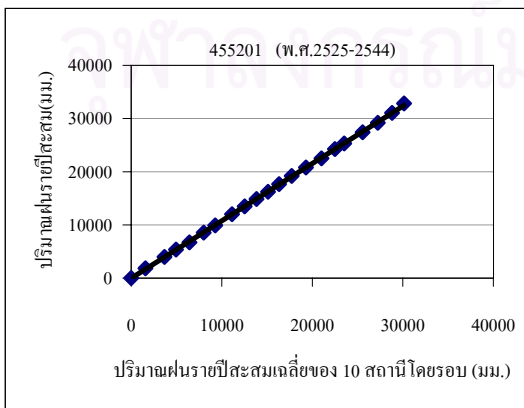
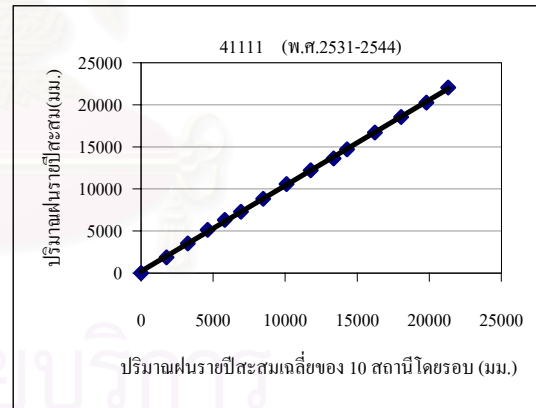
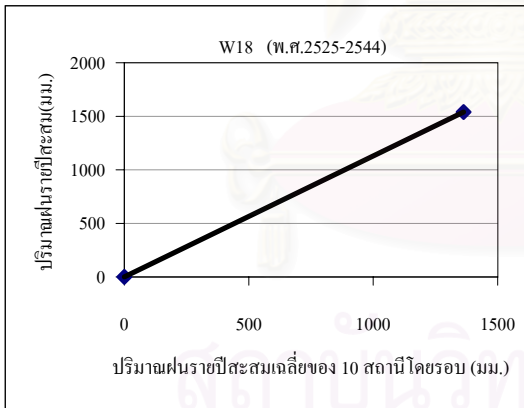
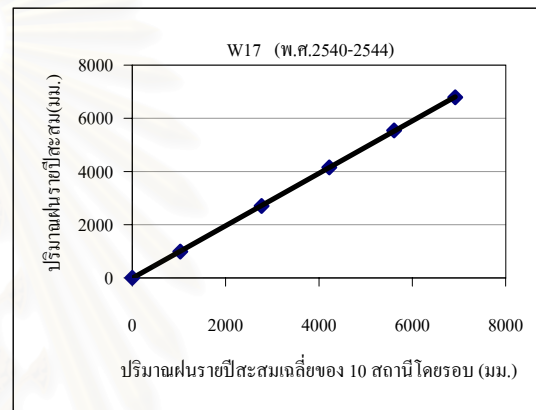
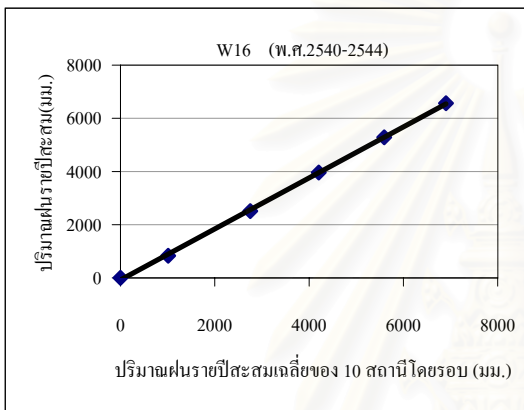
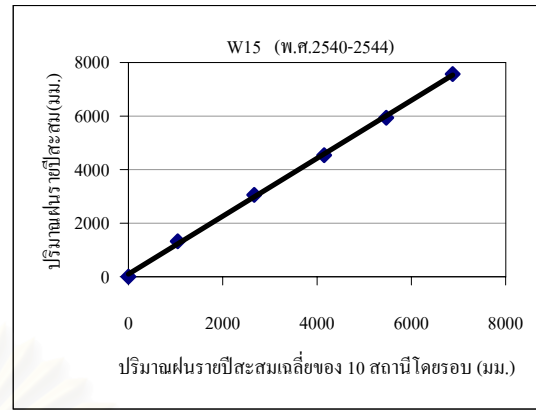
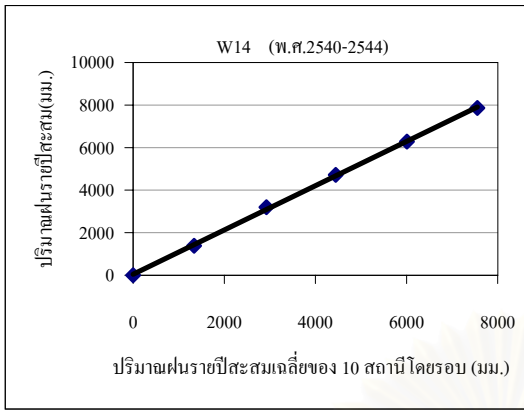


รูปที่ ก-1 การตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลฝน (ต่อ)

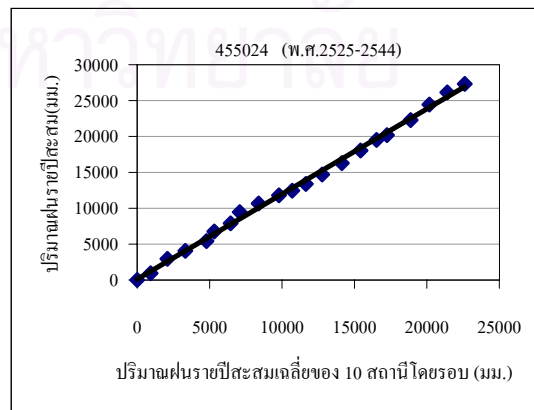
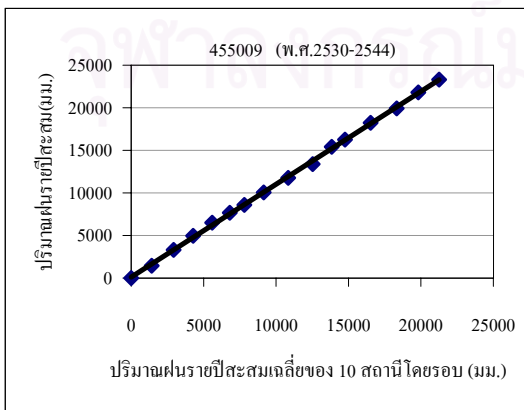
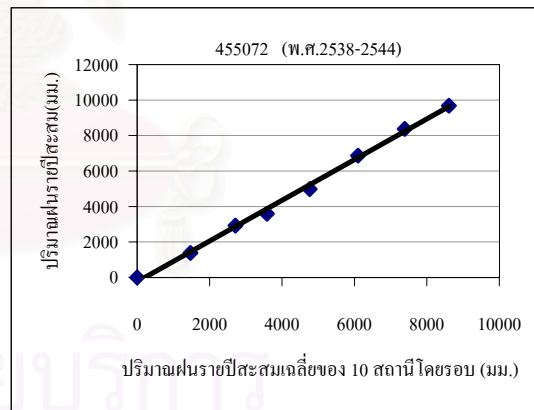
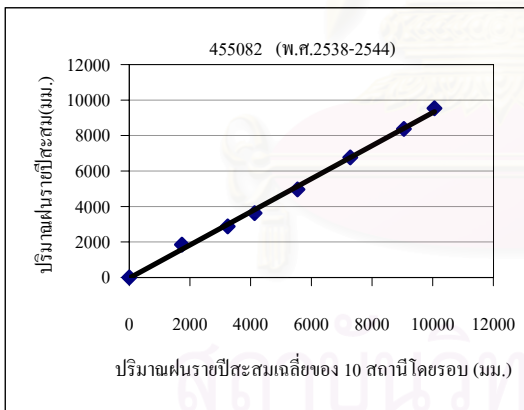
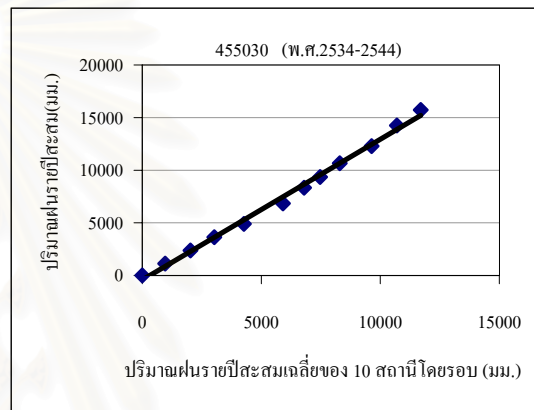
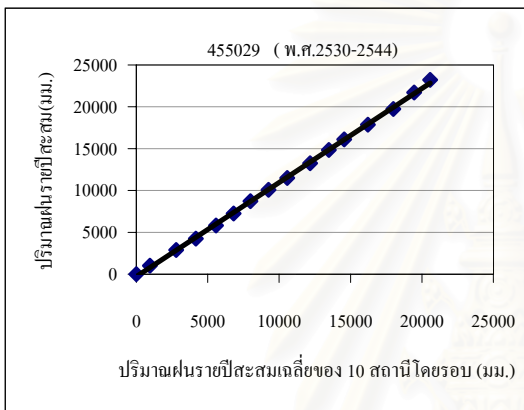
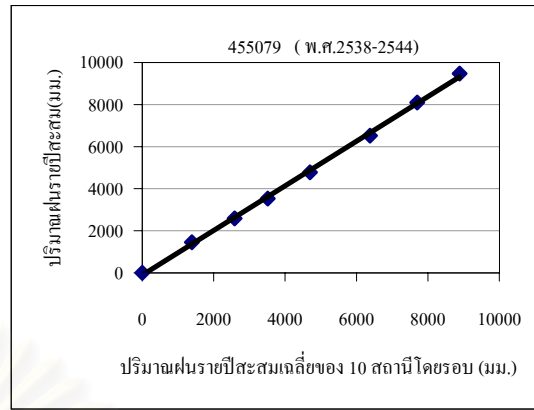
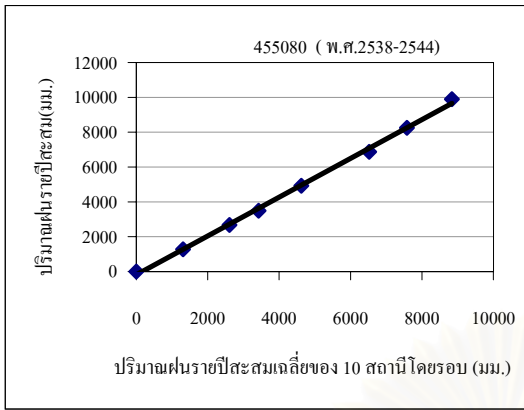


รูปที่ ก-1 การตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลฝน (ต่อ)

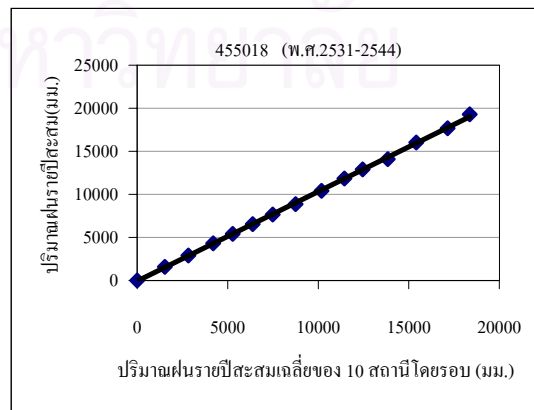
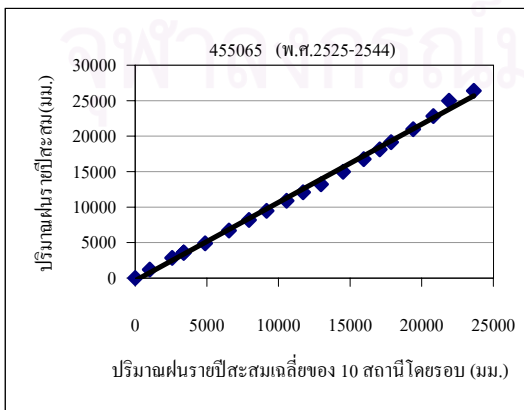
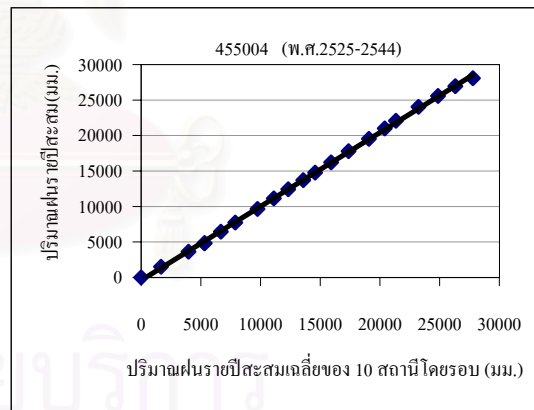
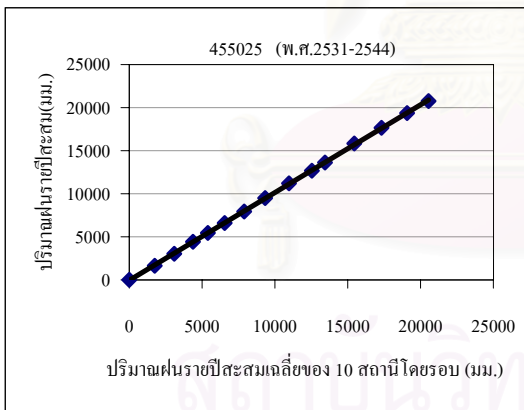
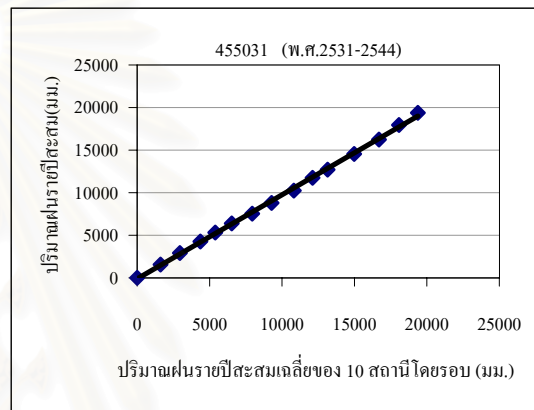
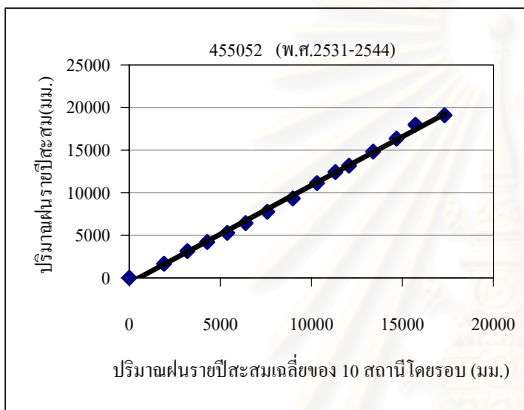
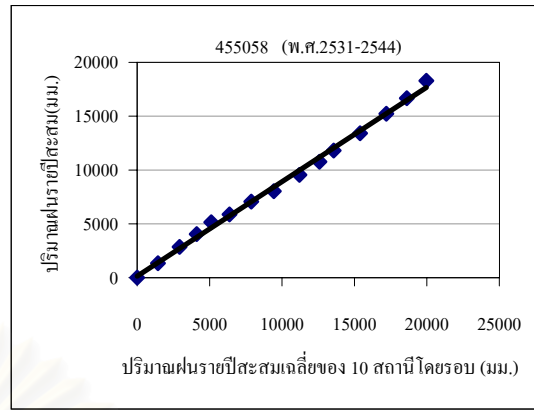
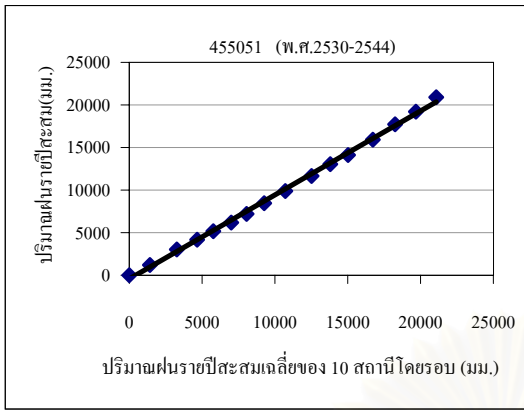




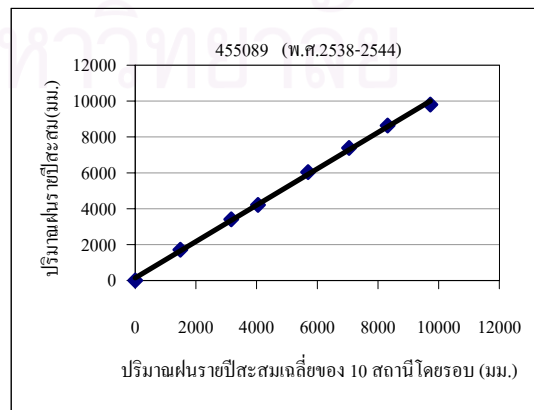
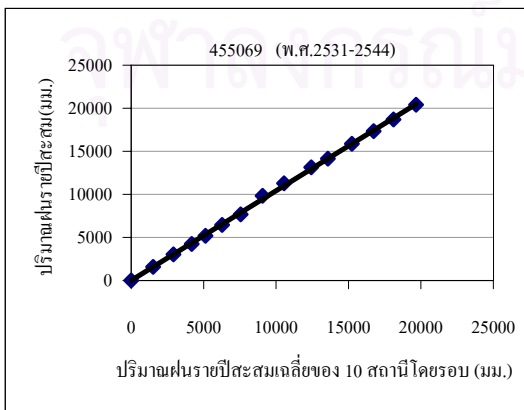
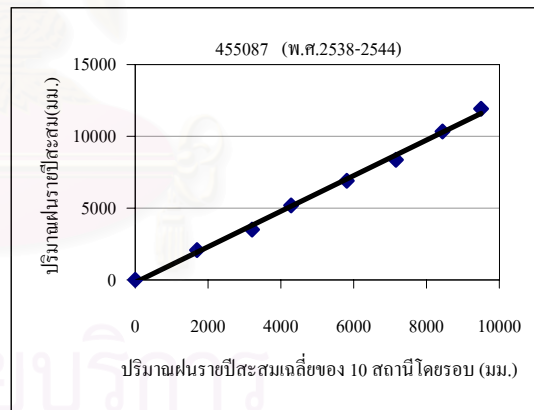
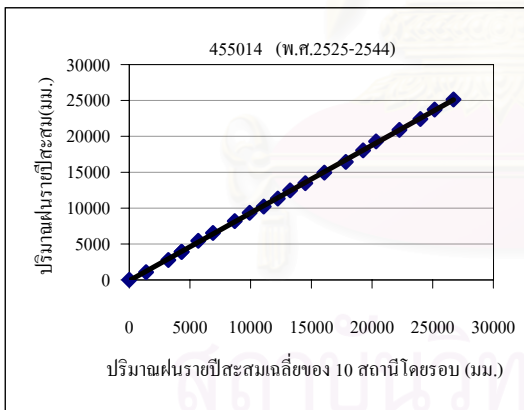
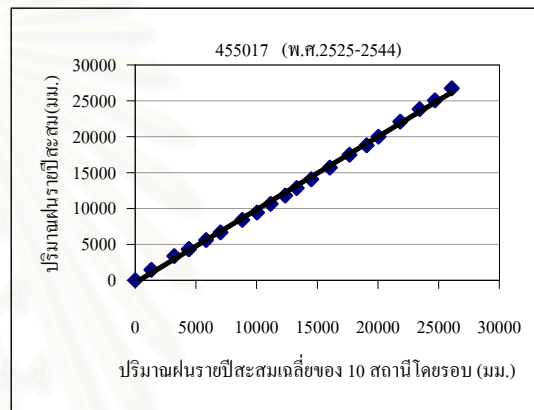
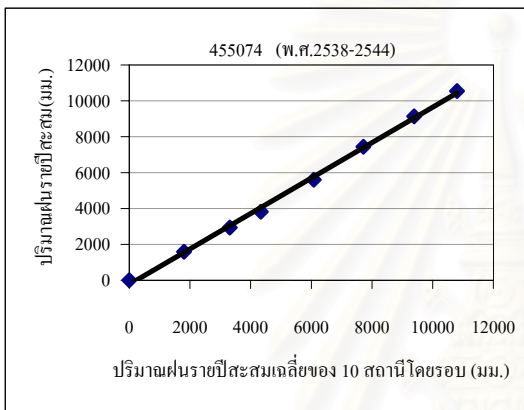
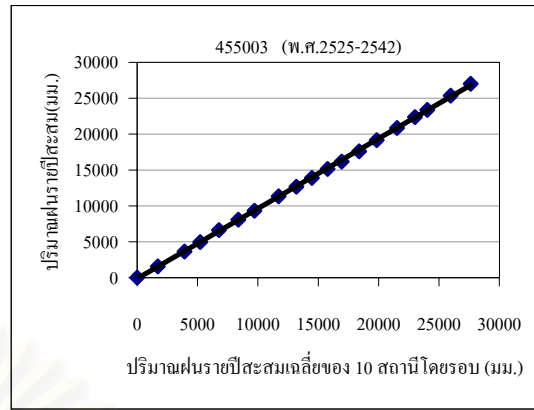
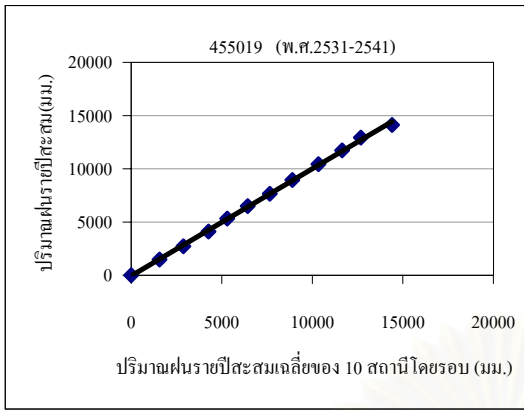
รูปที่ ก-1 การตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลฝน (ต่อ)



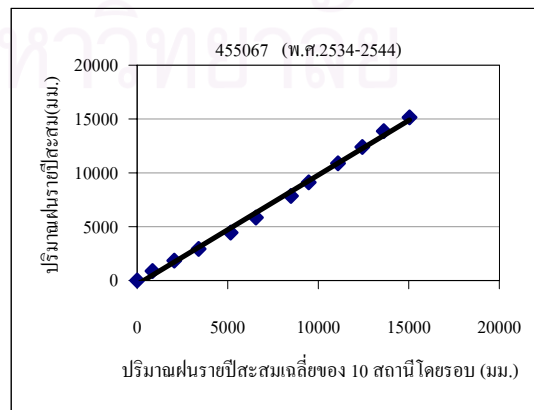
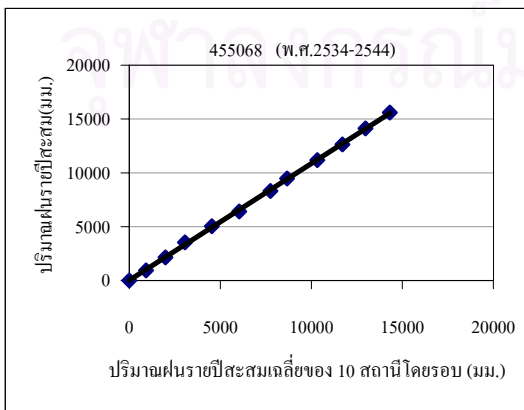
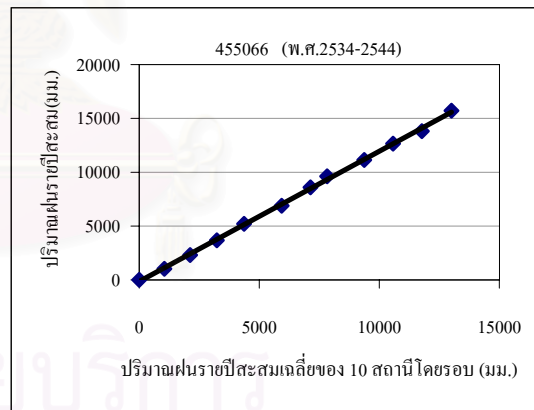
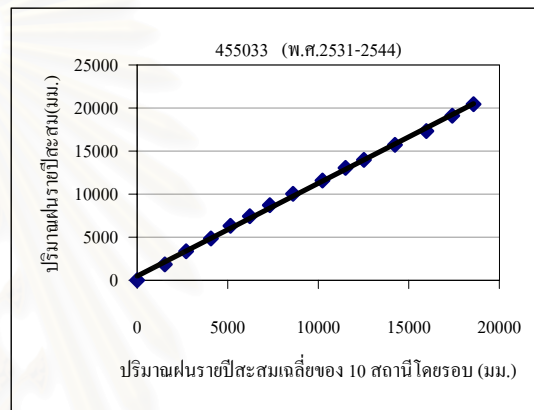
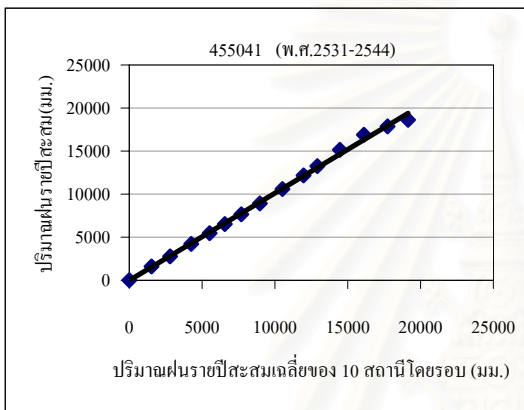
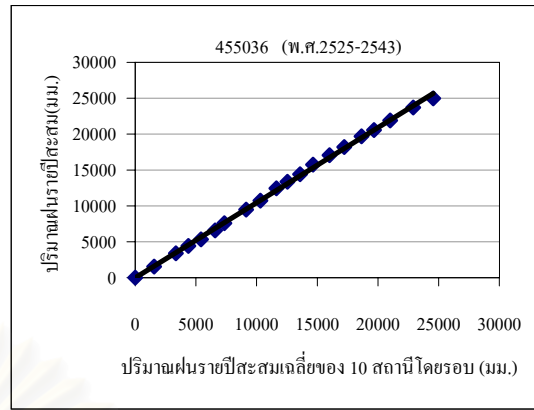
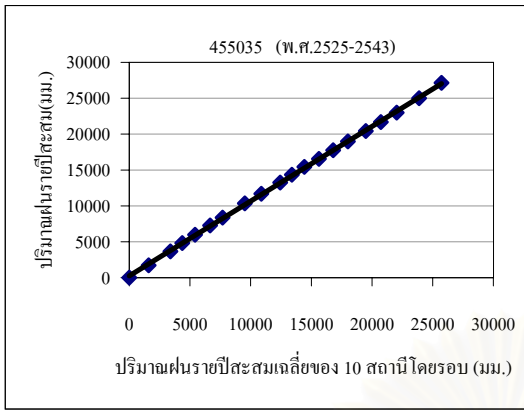
รูปที่ ก-1 การตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลฝน (ต่อ)



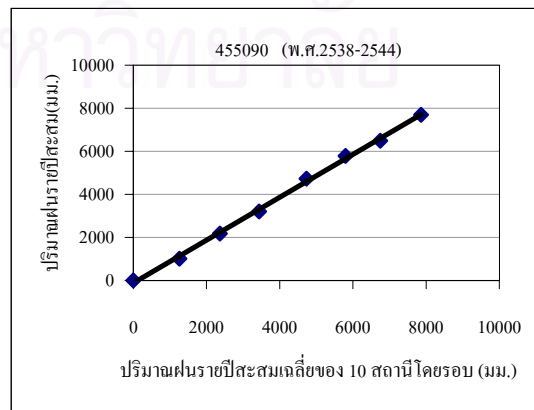
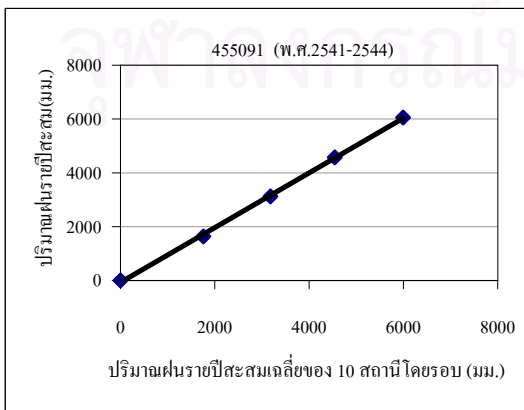
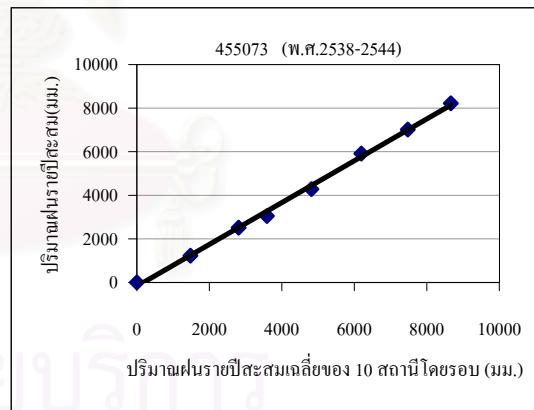
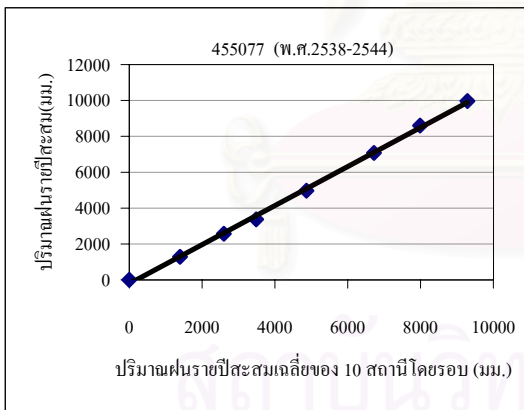
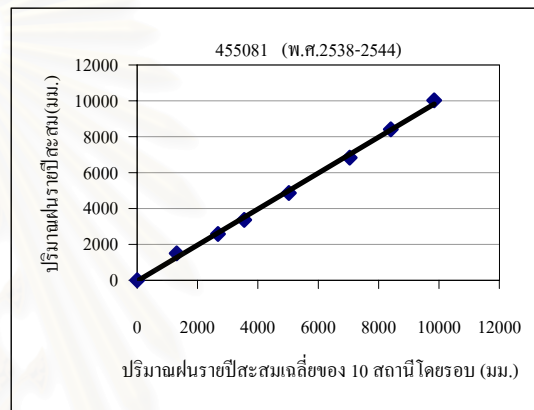
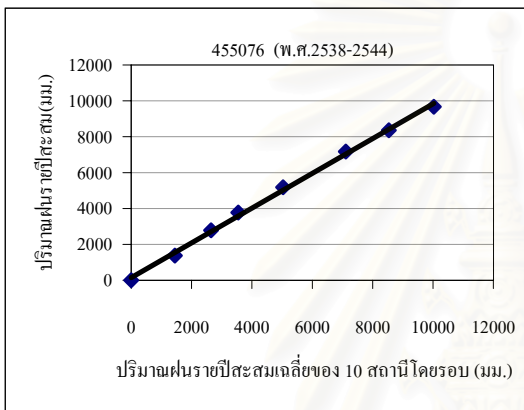
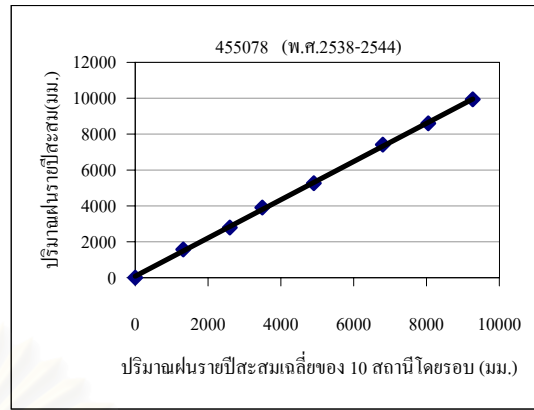
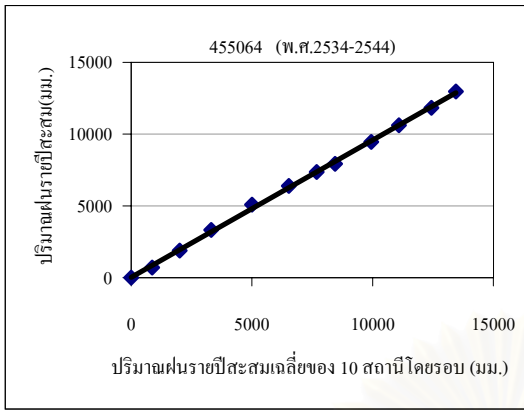
รูปที่ ก-1 การตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลฝน (ต่อ)



รูปที่ ก-1 การตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลฝน (ต่อ)

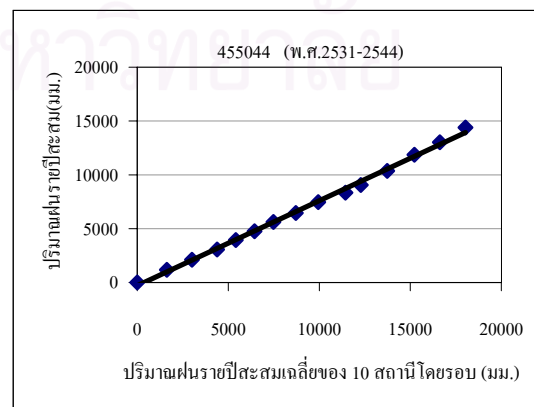
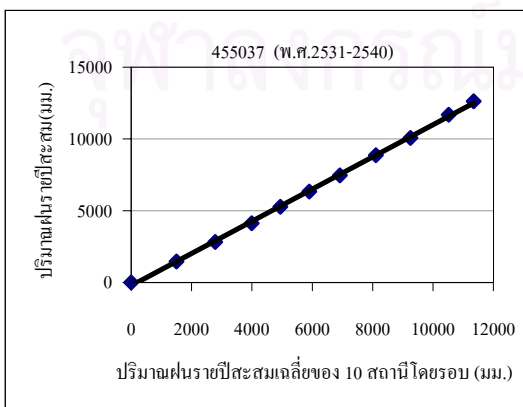
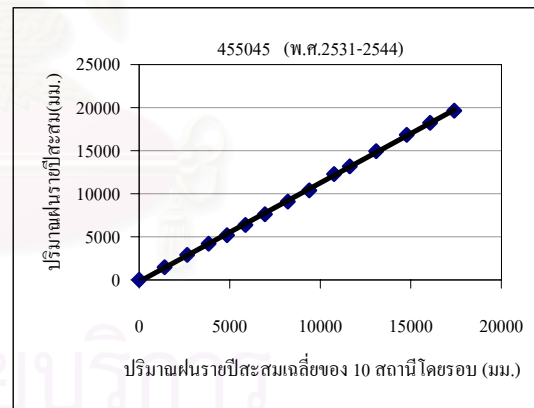
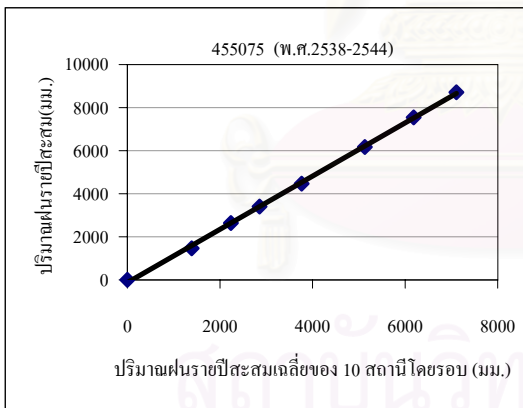
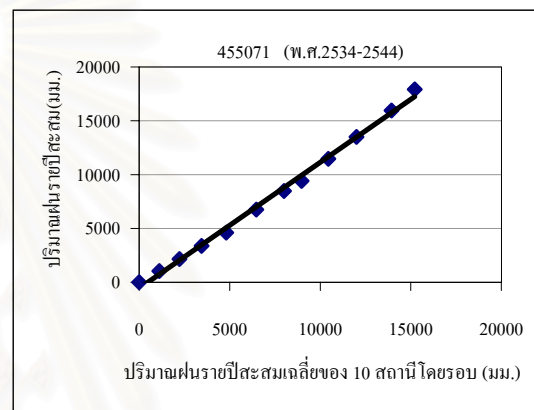
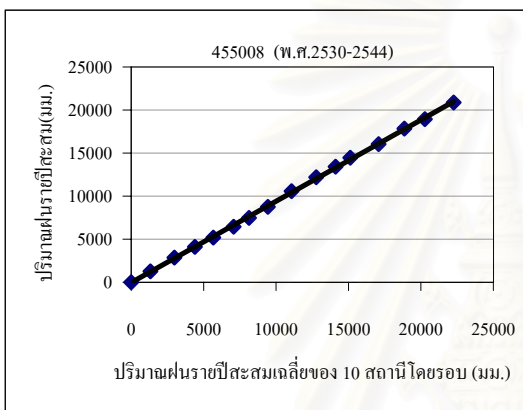
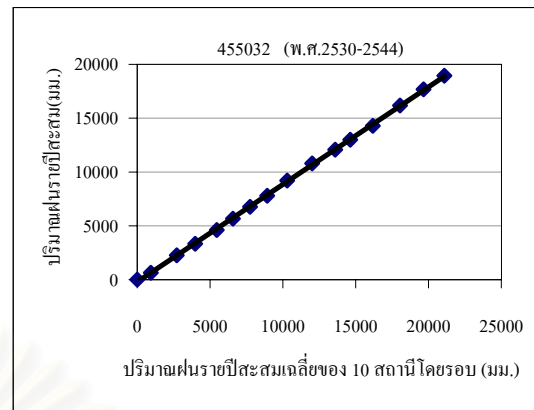
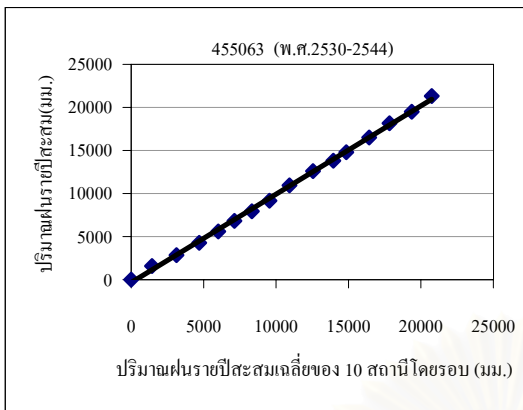


รูปที่ ก-1 การตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลฝน (ต่อ)

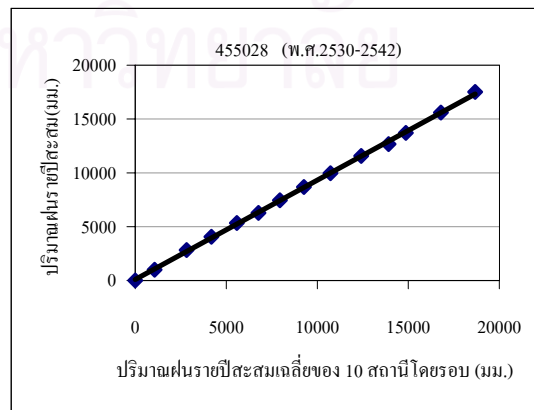
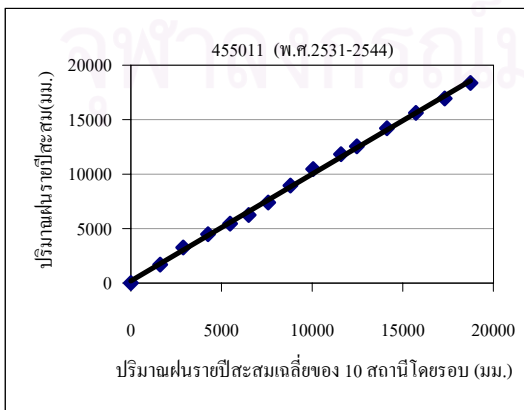
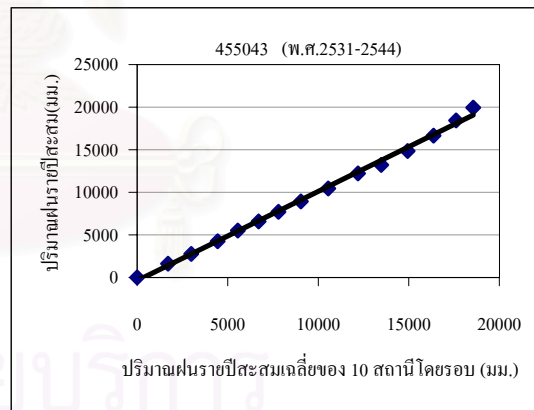
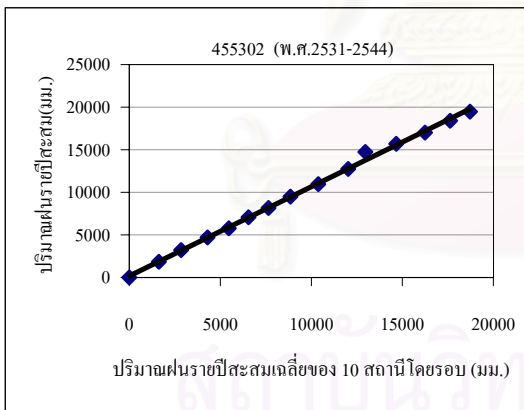
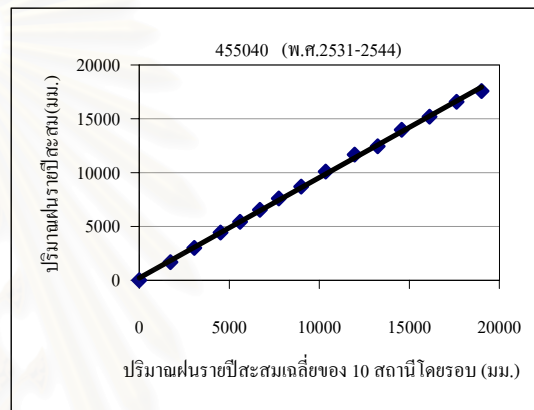
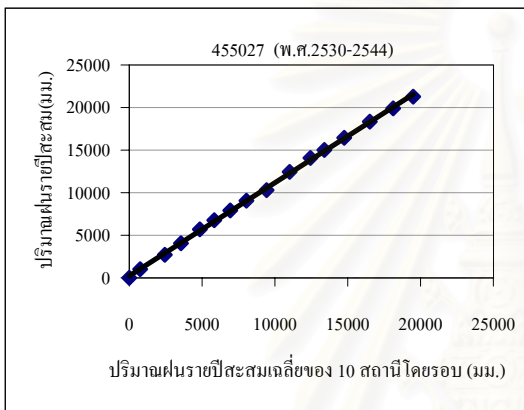
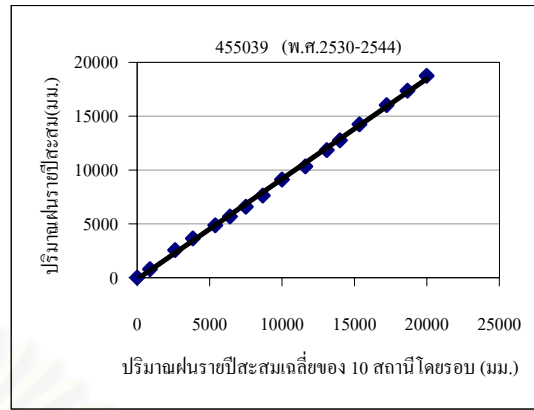
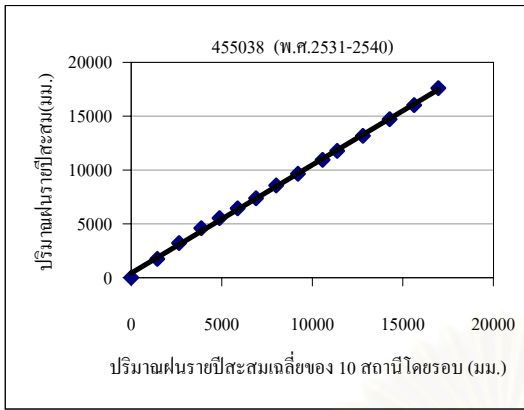


รูปที่ ก-1 การตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลฝน (ต่อ)

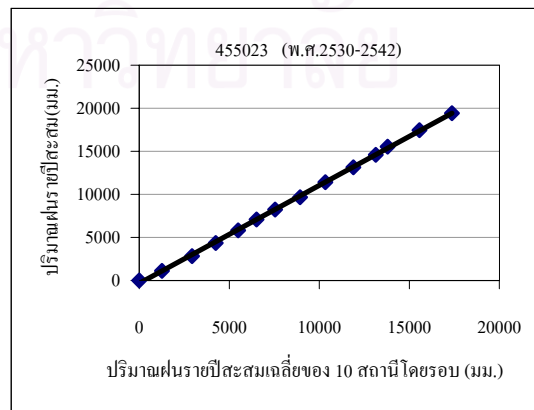
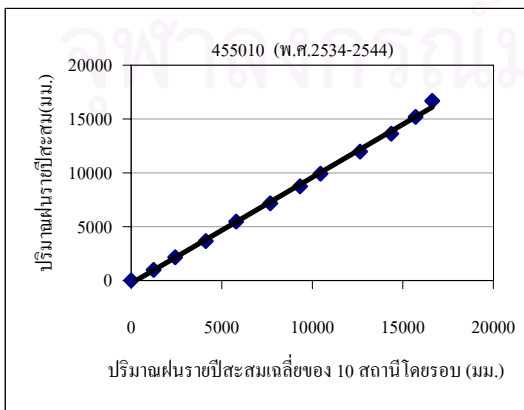
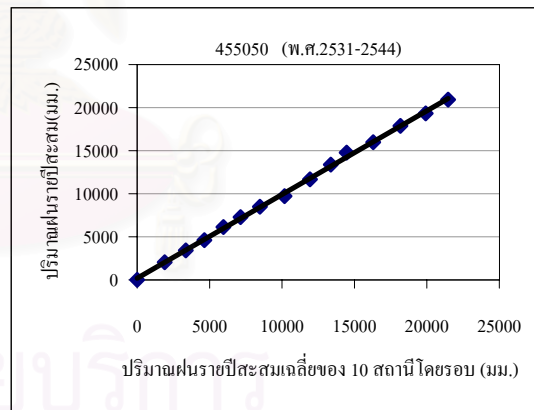
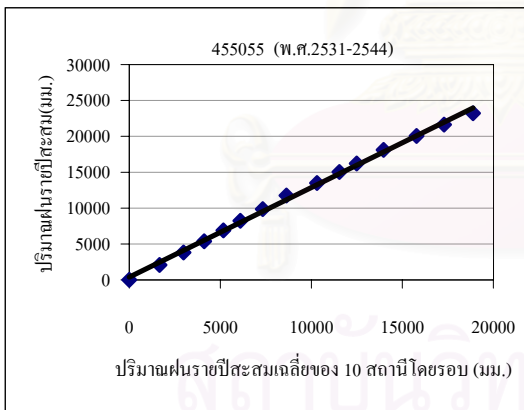
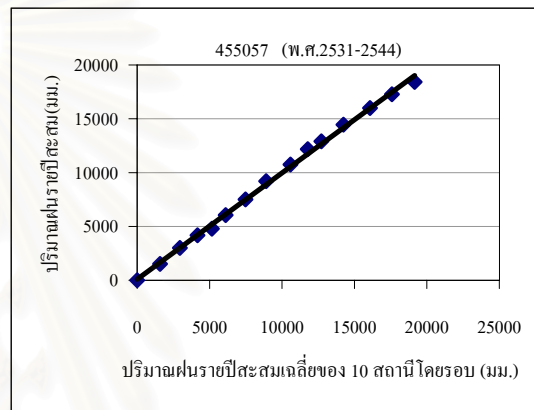
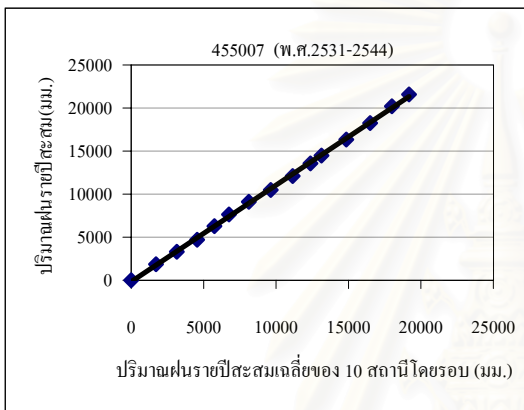
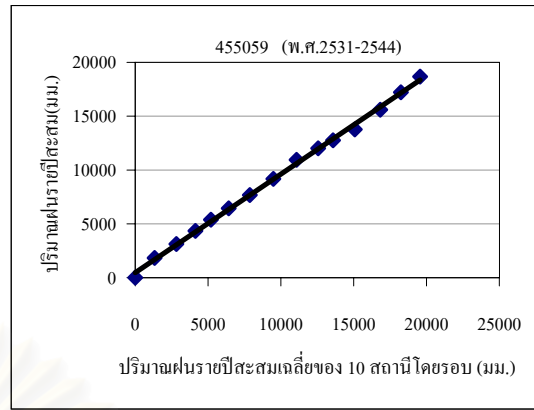
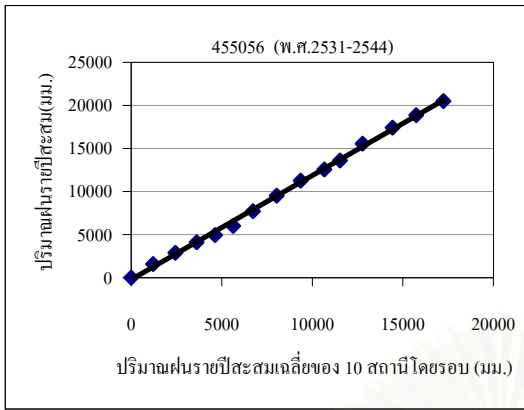




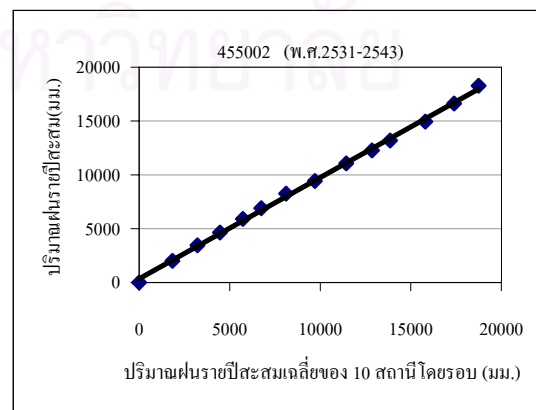
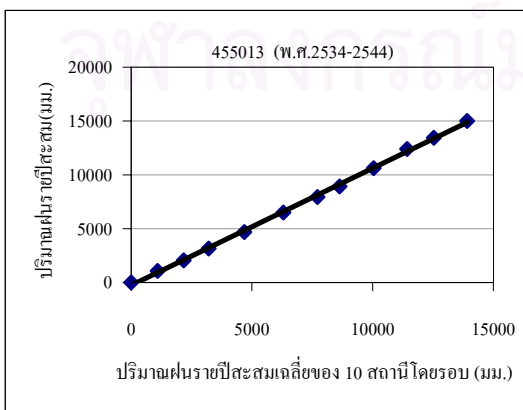
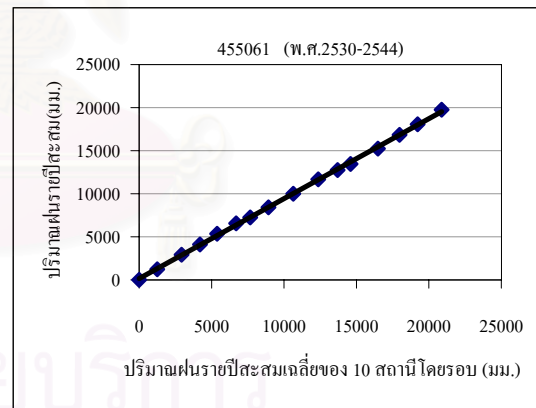
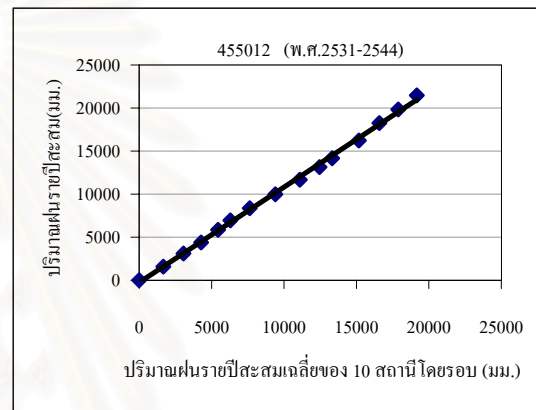
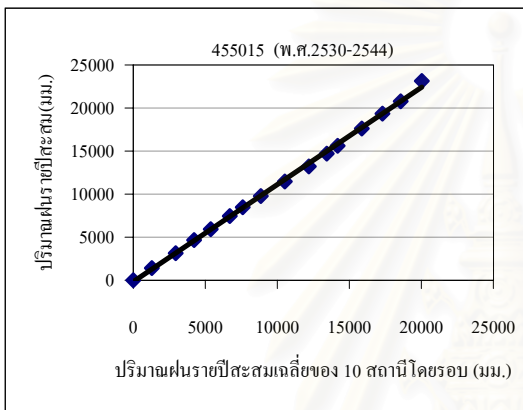
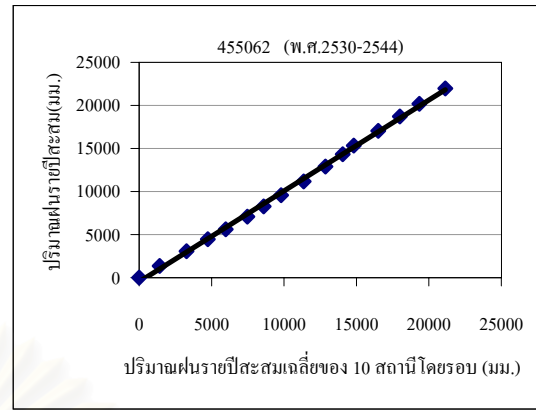
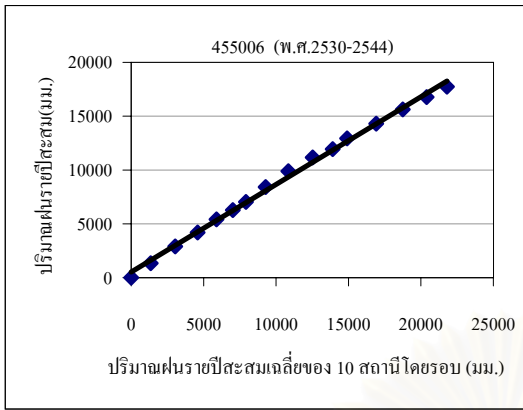
รูปที่ ก-1 การตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลฝน (ต่อ)



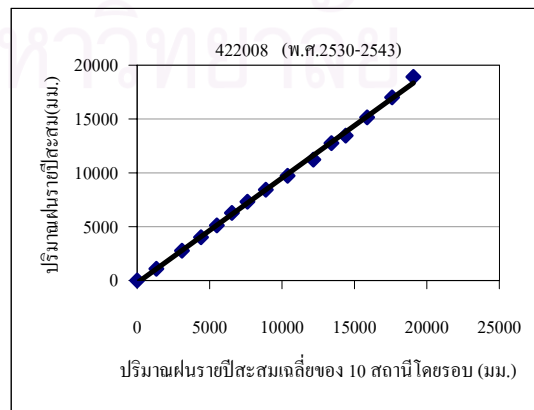
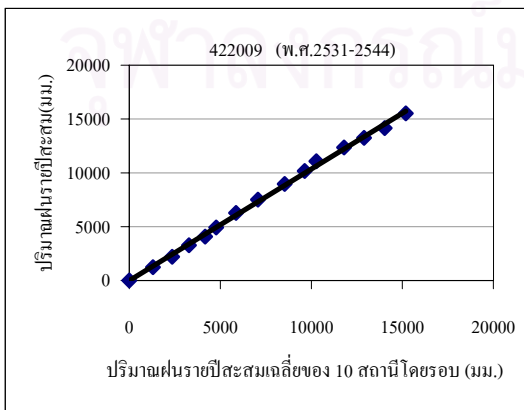
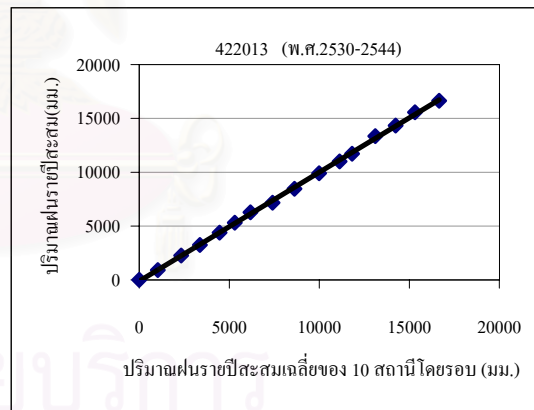
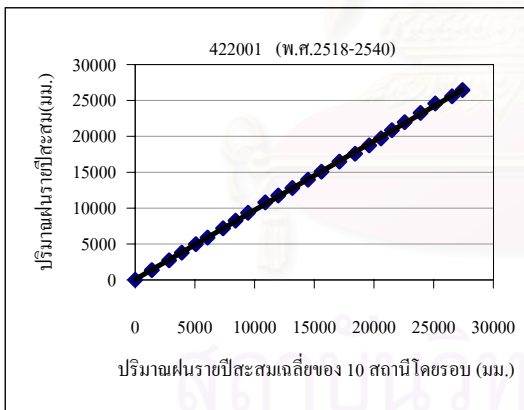
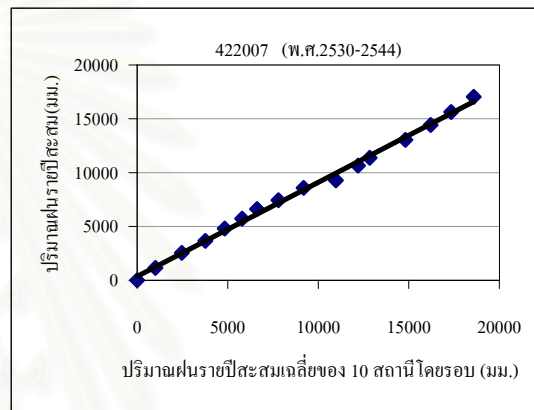
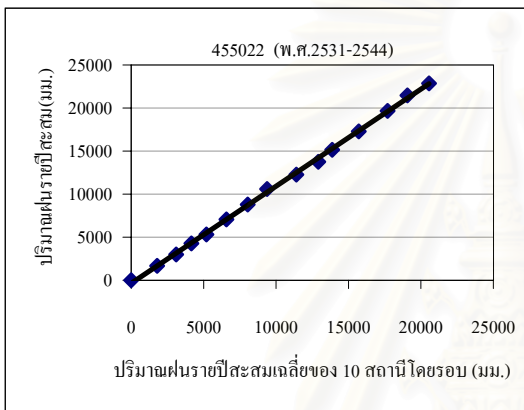
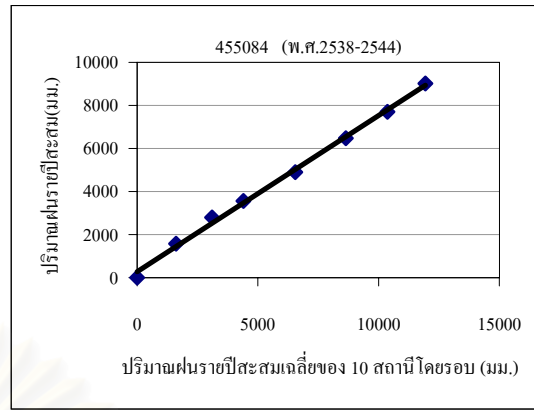
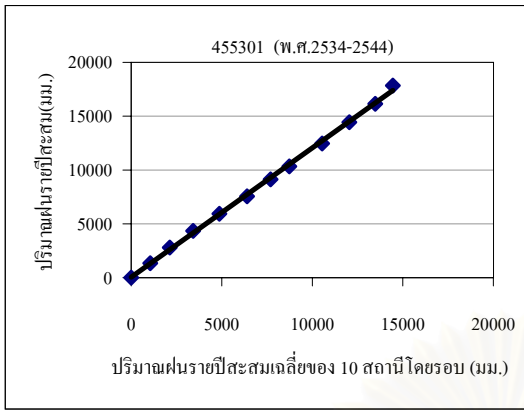
รูปที่ ก-1 การตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลฝน (ต่อ)



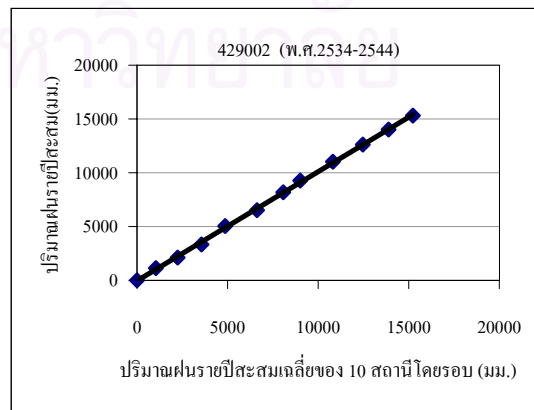
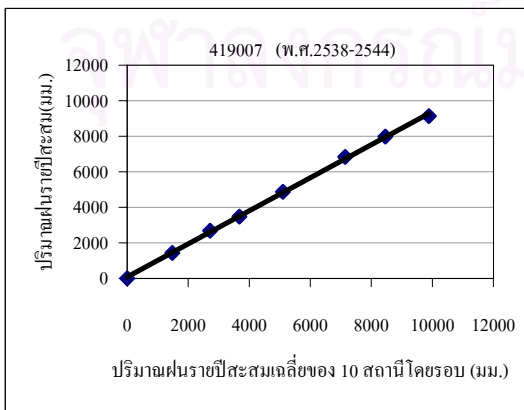
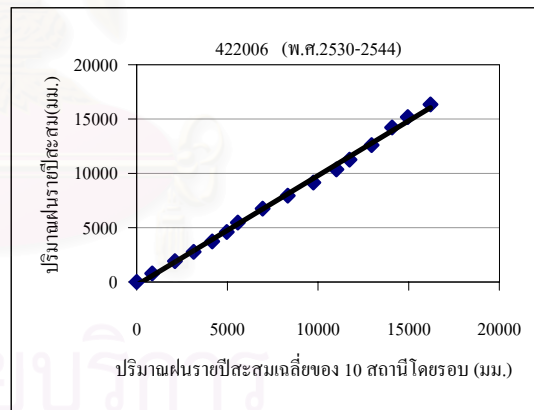
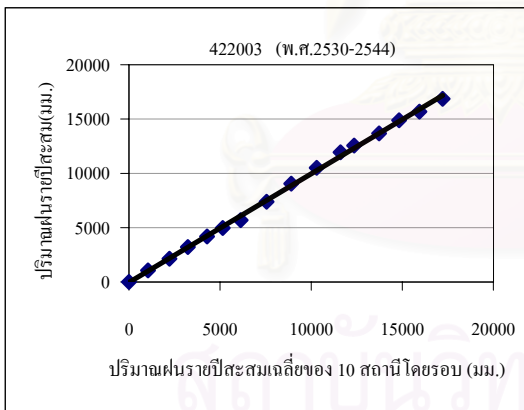
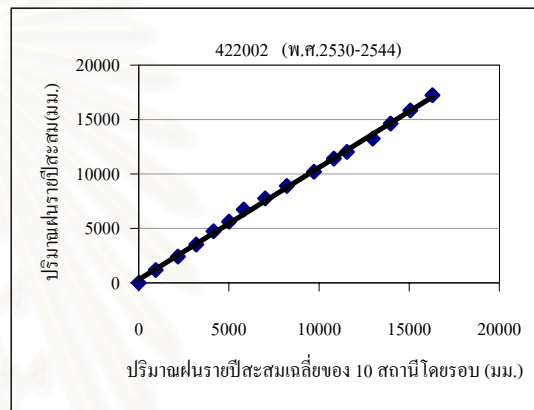
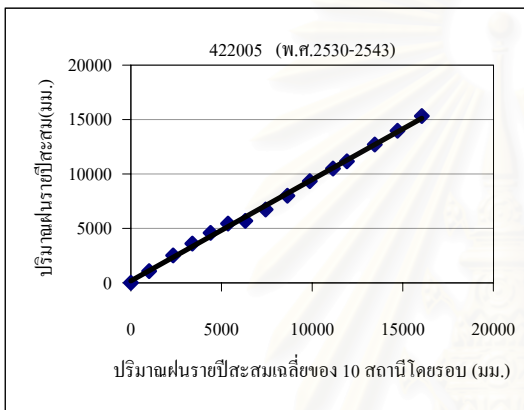
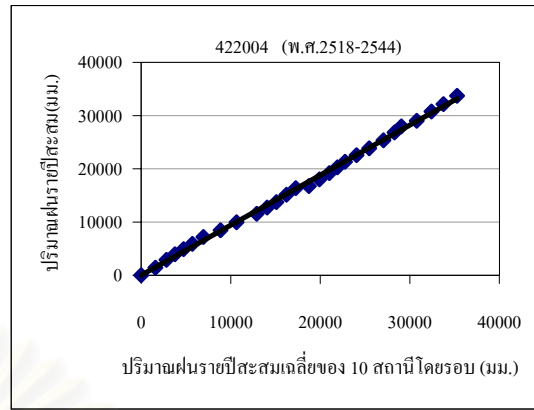
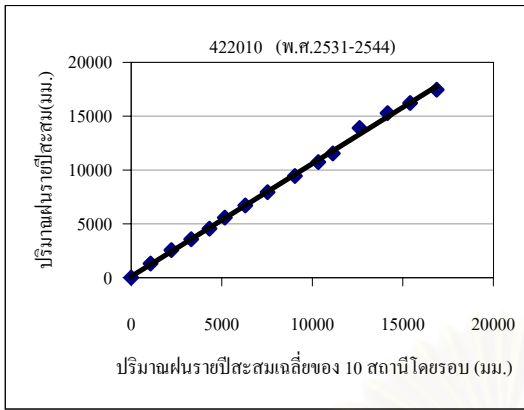
รูปที่ ก-1 การตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลฝน (ต่อ)



รูปที่ ก-1 การตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลฝน (ต่อ)

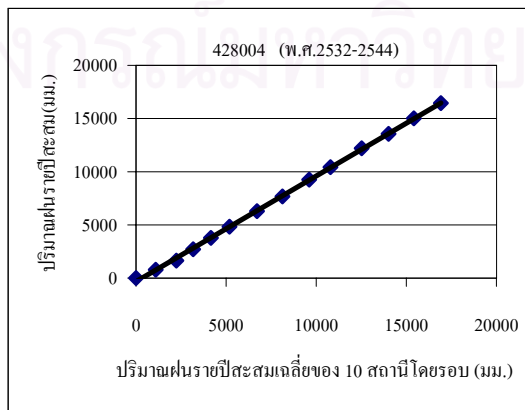
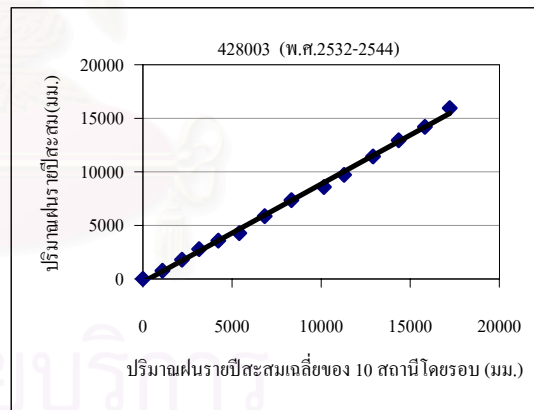
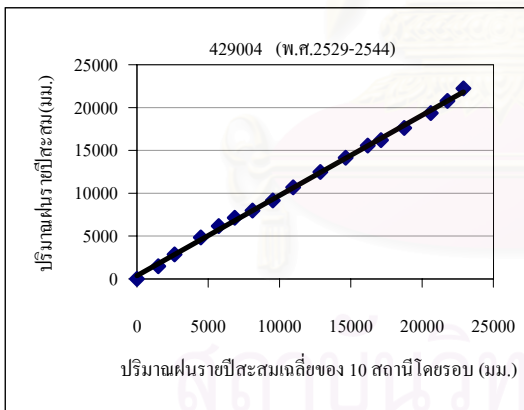
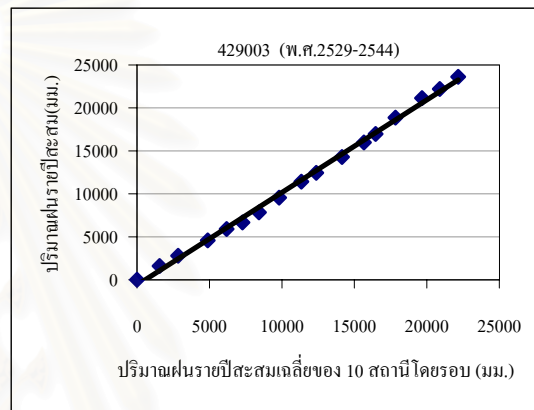
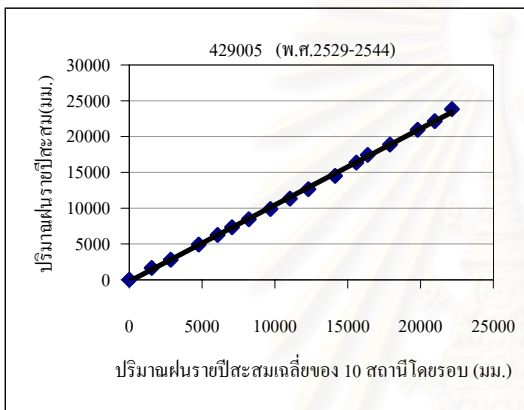
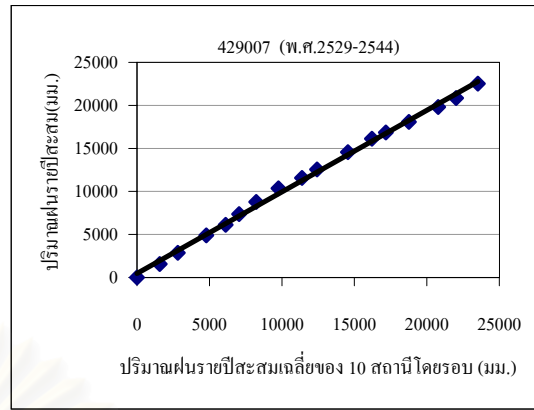
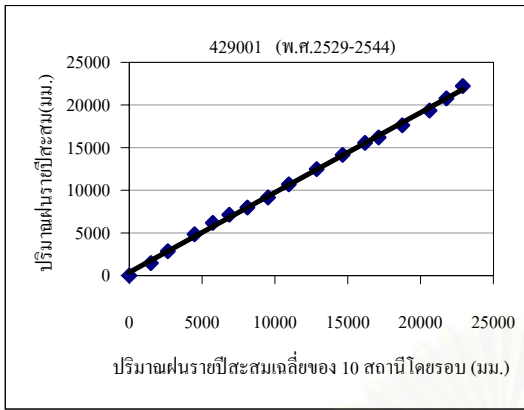


รูปที่ ก-1 การตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลฝน (ต่อ)

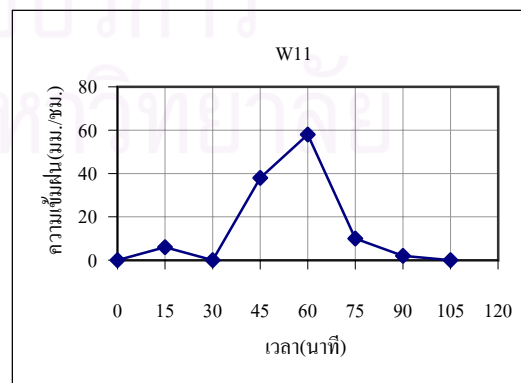
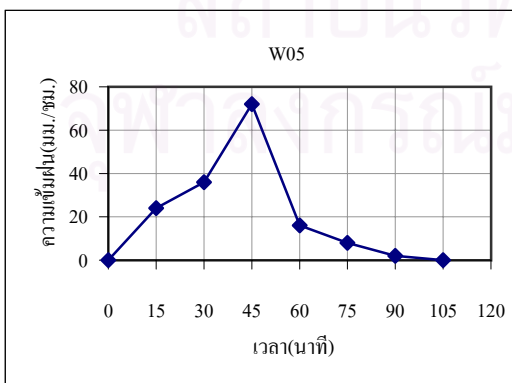
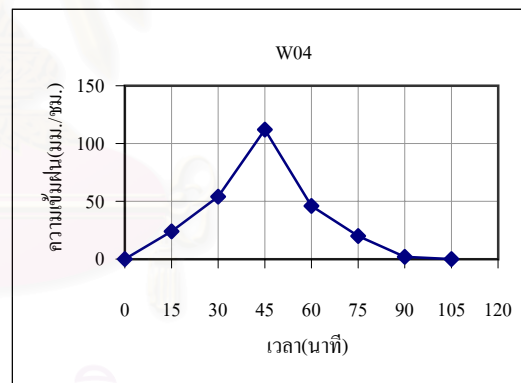
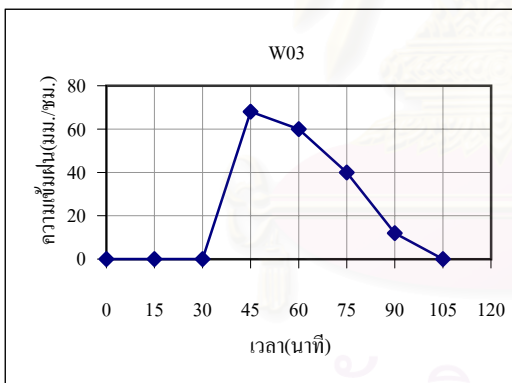
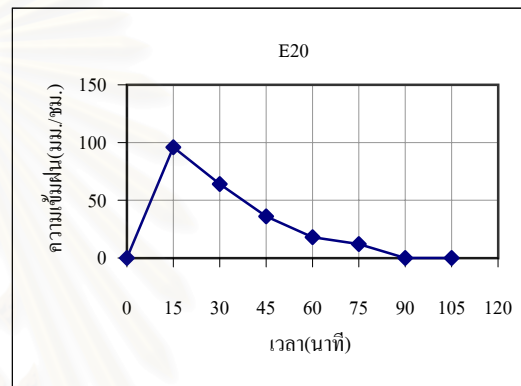
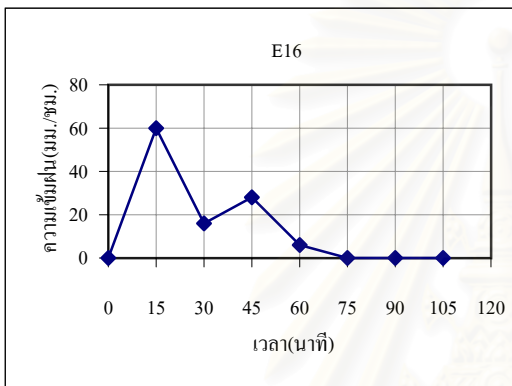
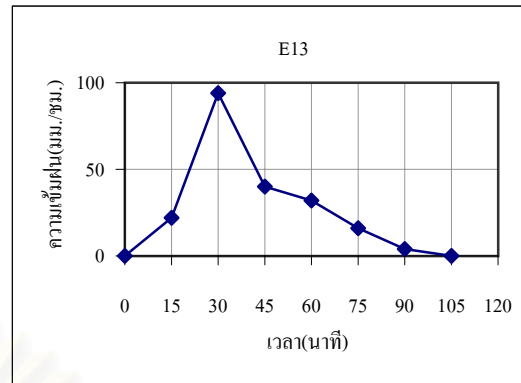
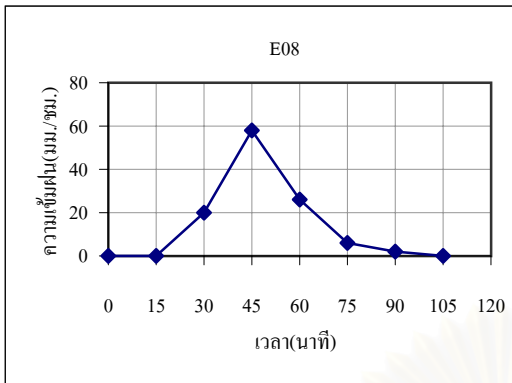


รูปที่ ก-1 การตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลฝน (ต่อ)



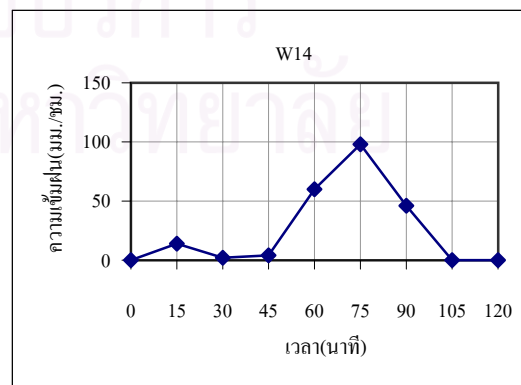
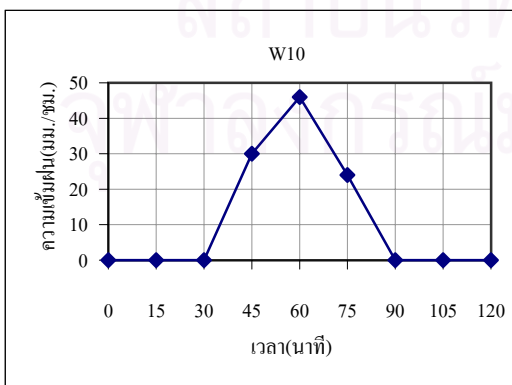
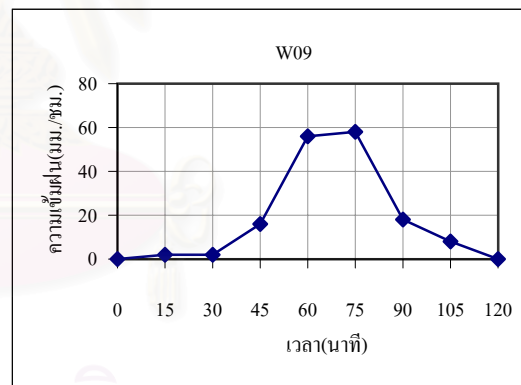
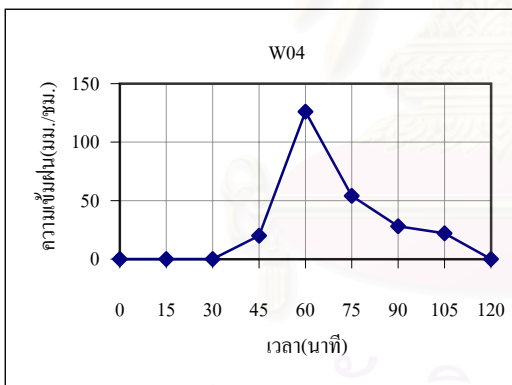
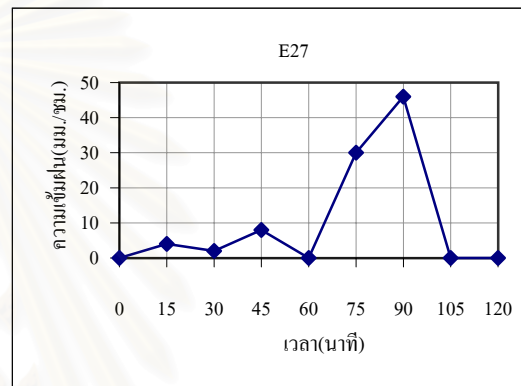
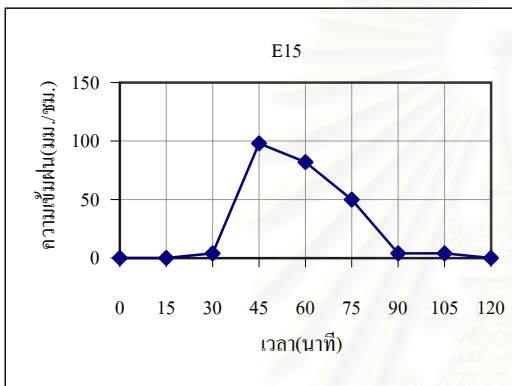
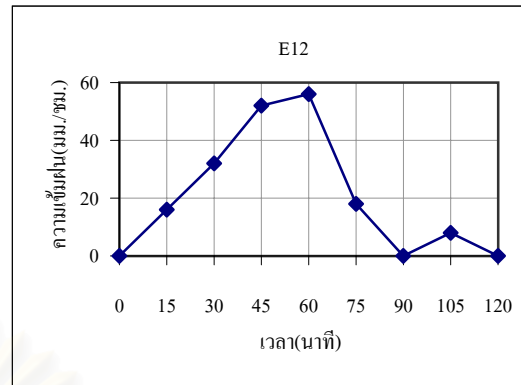
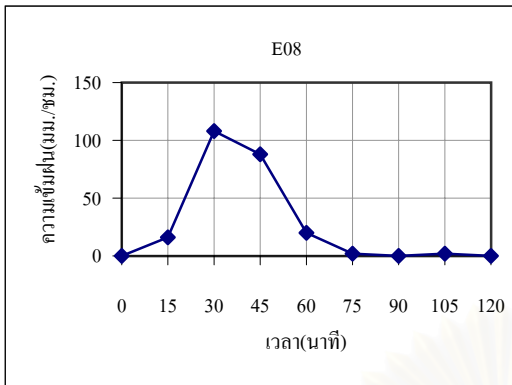


รูปที่ ก-1 การตรวจสอบความคงตัวของข้อมูลฝน (ต่อ)



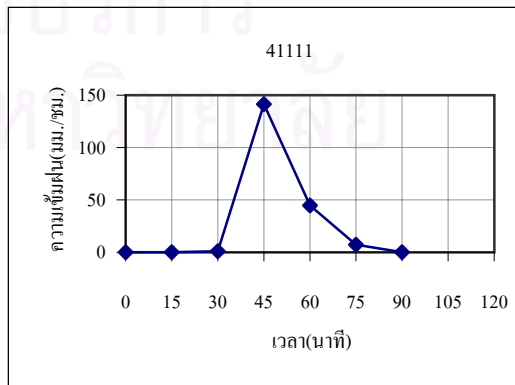
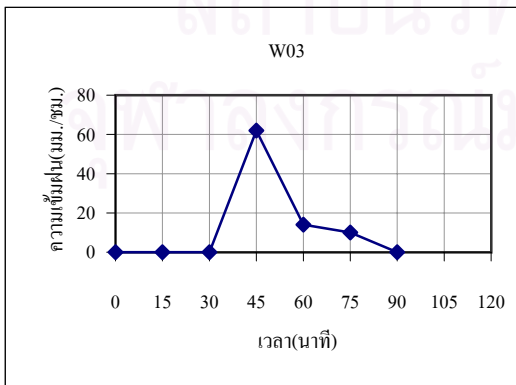
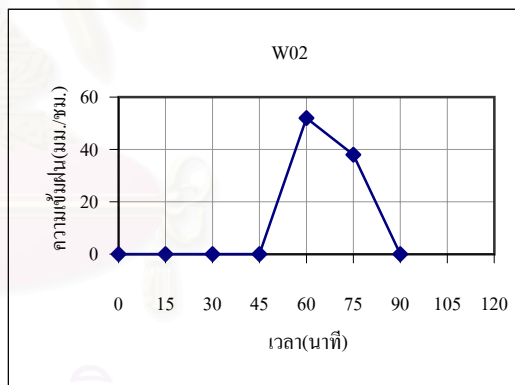
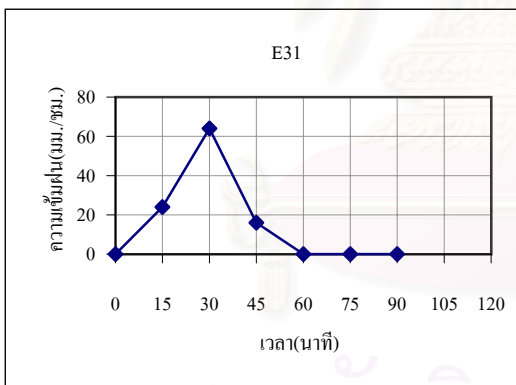
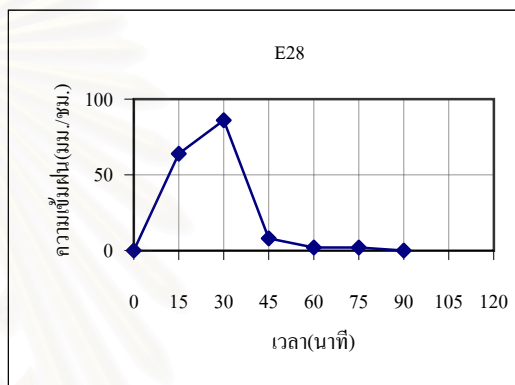
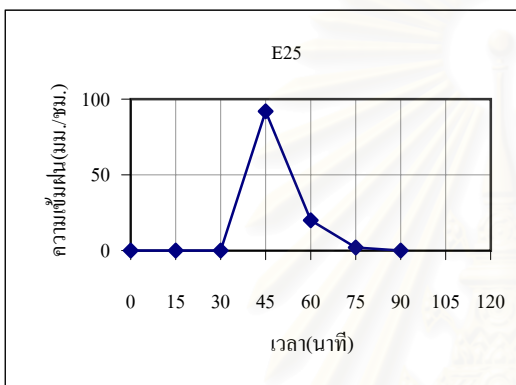
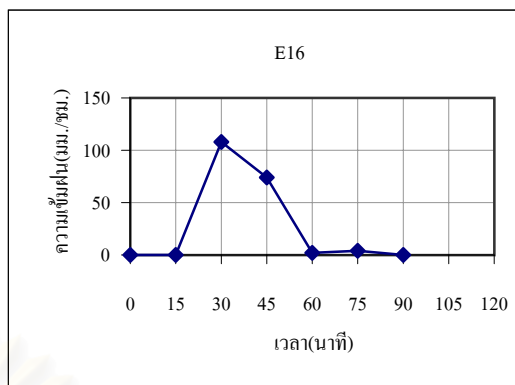
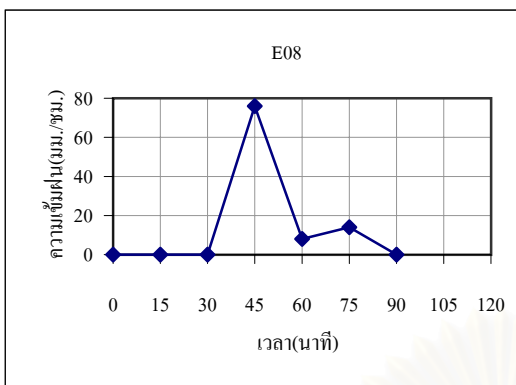
1) เหตุการณ์ฝนวันที่ 13 กันยายน พ.ศ. 2540 ช่วงเวลา 13.15-14.45 น.

รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์



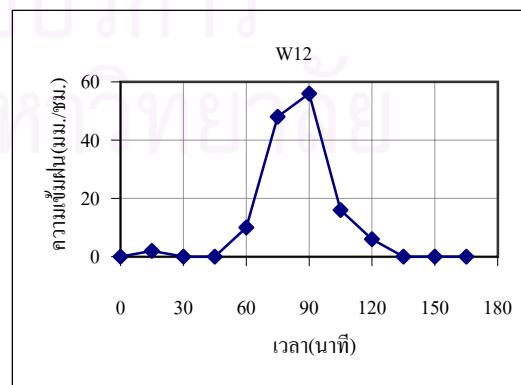
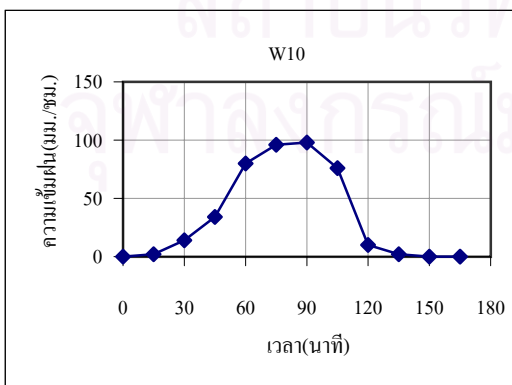
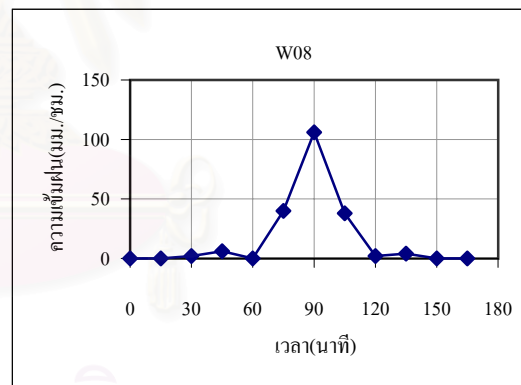
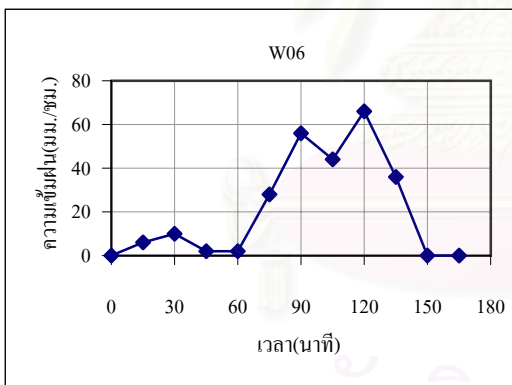
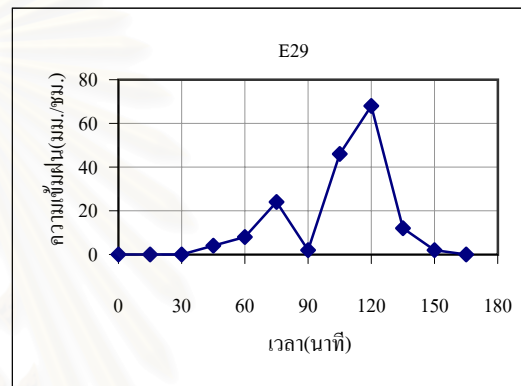
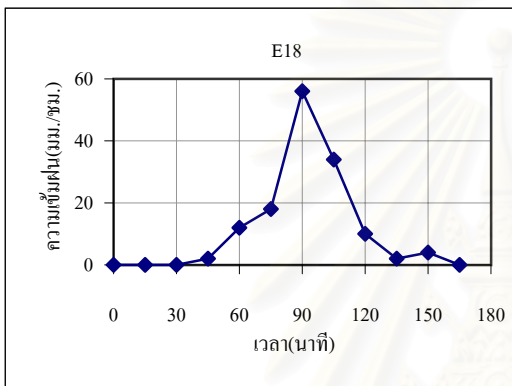
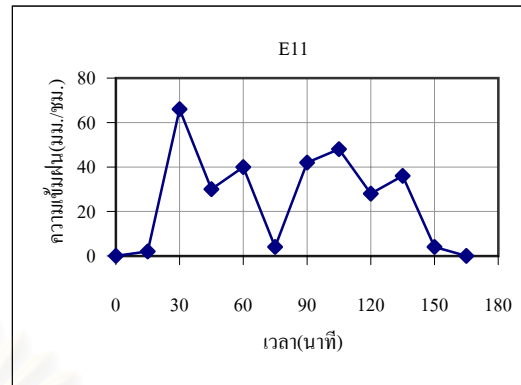
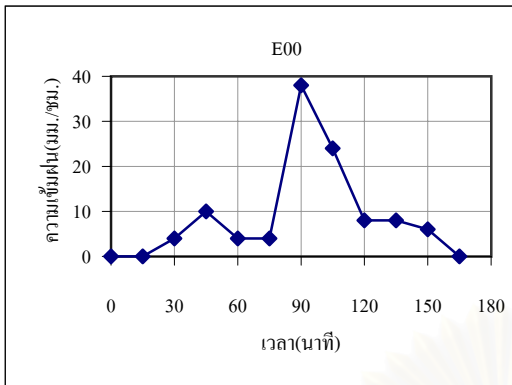
2) เหตุการณ์ฝนวันที่ 18 กันยายน พ.ศ. 2540 ช่วงเวลา 21.00-22.45 น.

รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



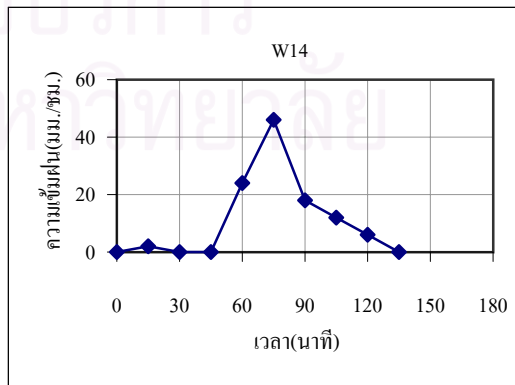
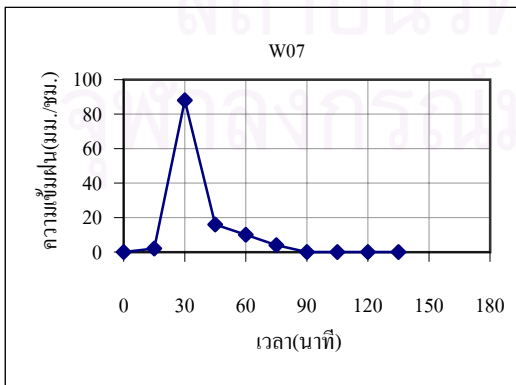
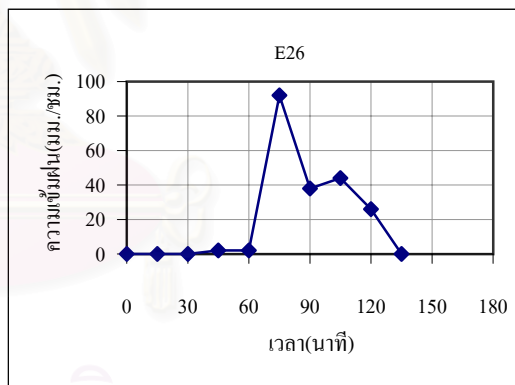
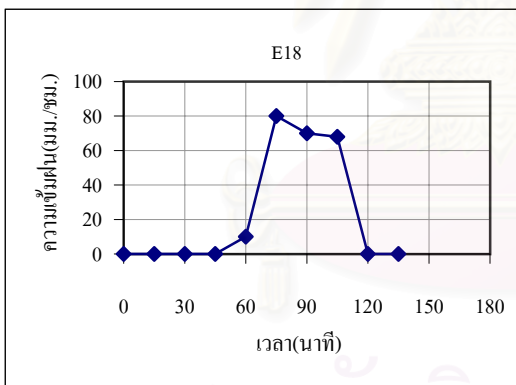
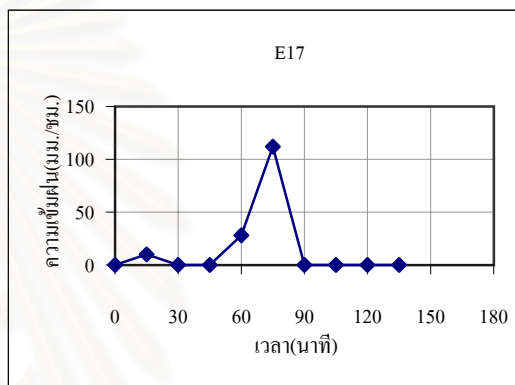
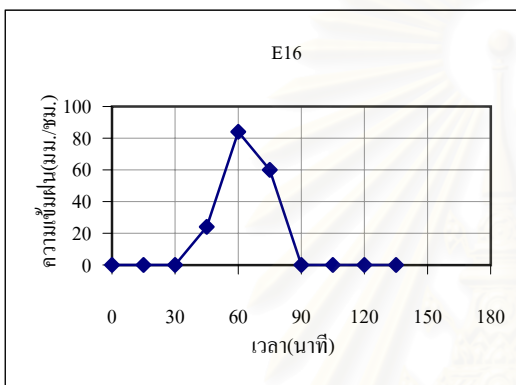
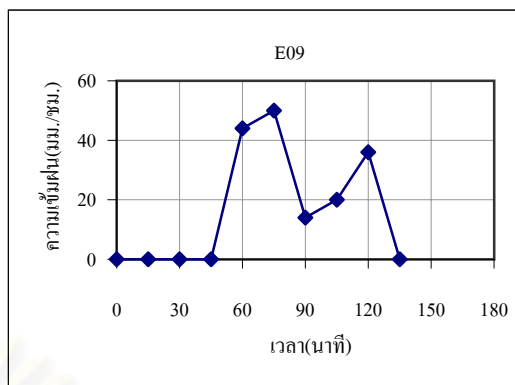
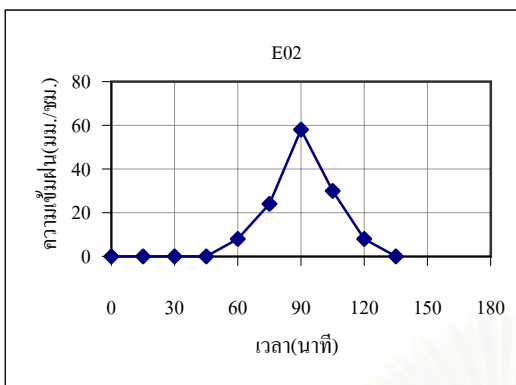
3) เหตุการณ์ฝนวันที่ 11 ตุลาคม พ.ศ. 2540 ช่วงเวลา 17.30-18.45 น.

รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



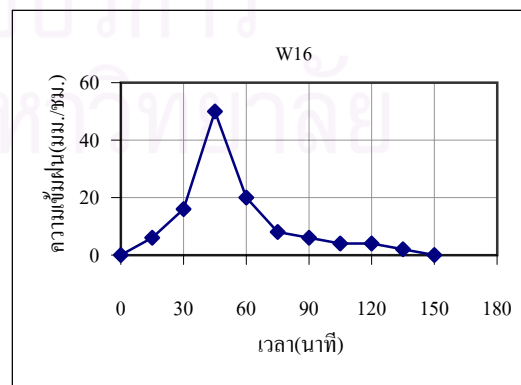
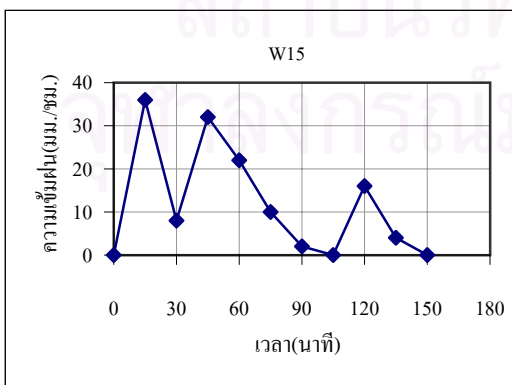
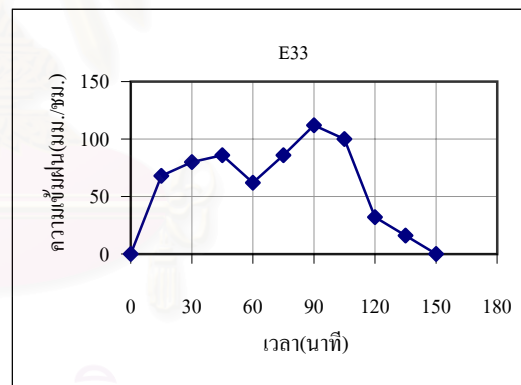
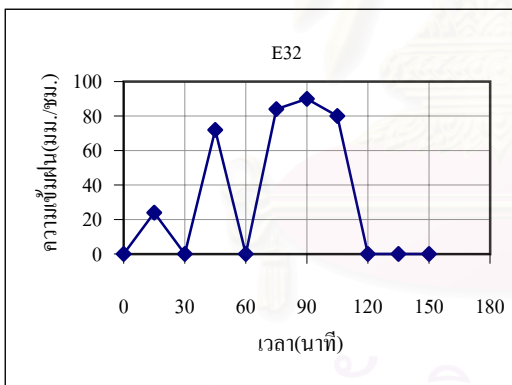
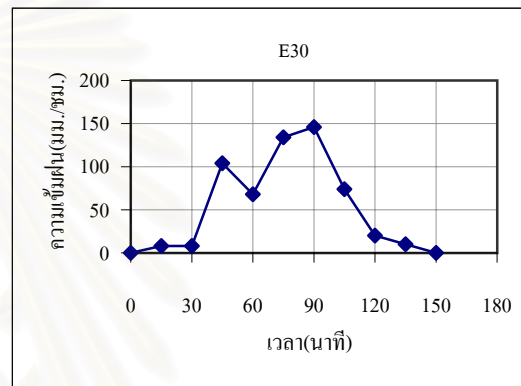
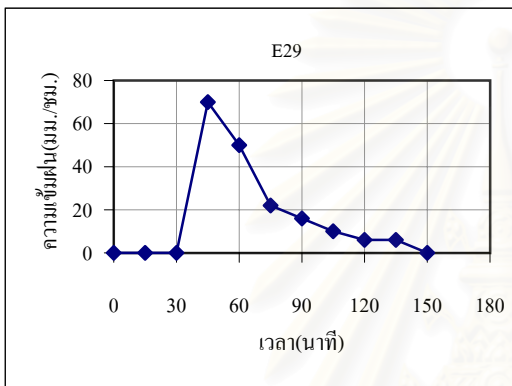
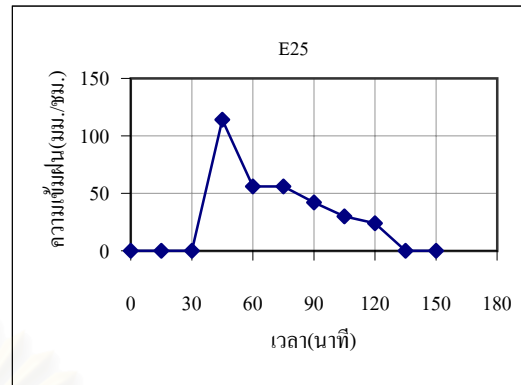
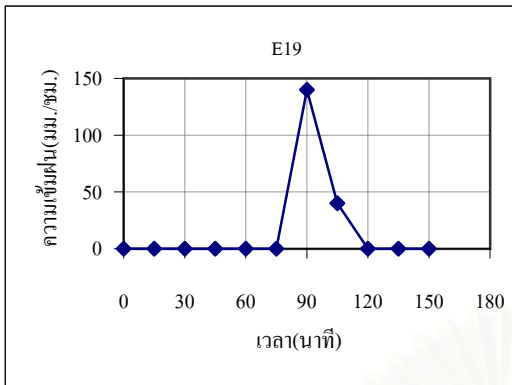
4) เหตุการณ์ฝนวันที่ 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 21.45-00.15 น.

รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



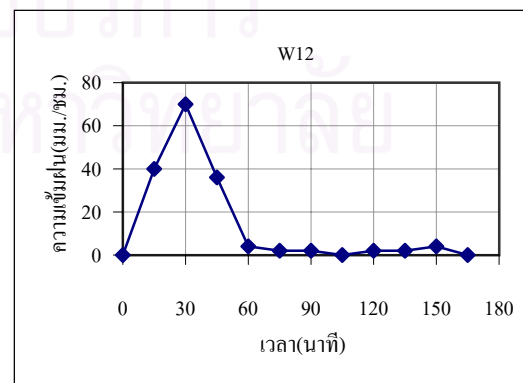
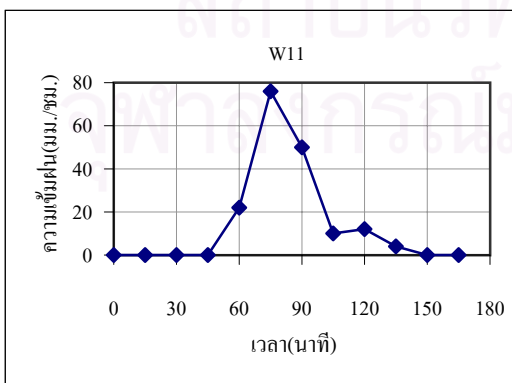
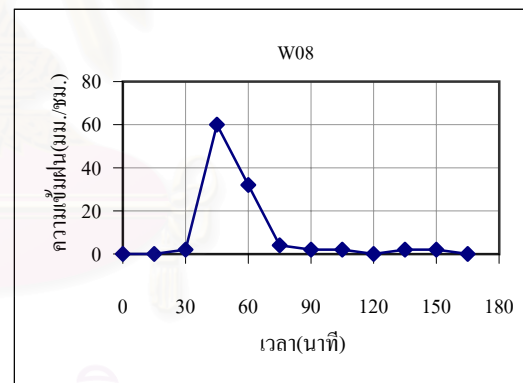
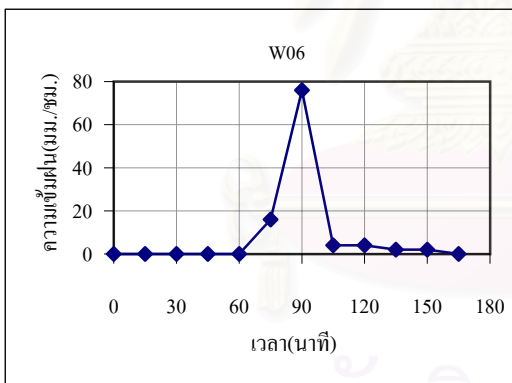
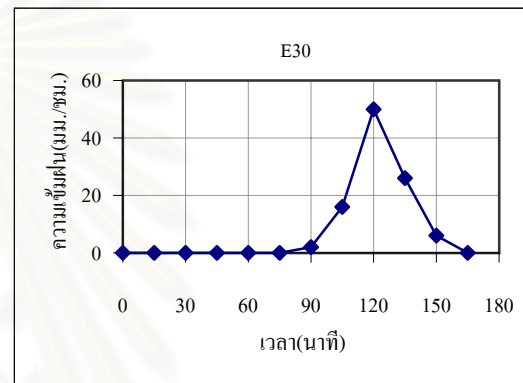
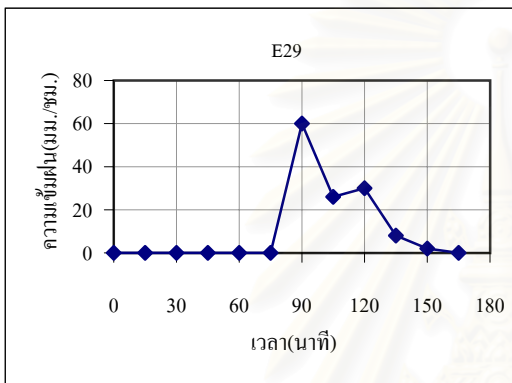
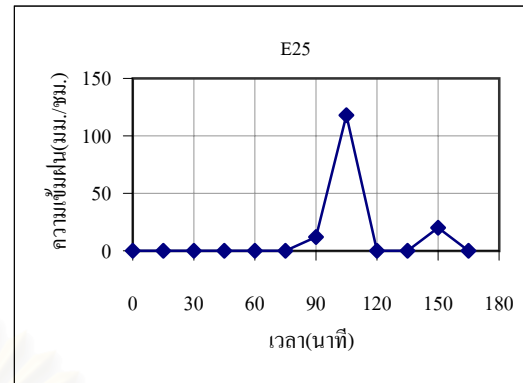
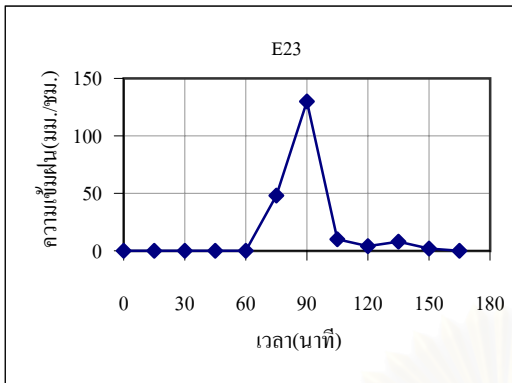
5) เหตุการณ์ฝนวันที่ 27 มิถุนายน พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 23.00-01.00 น.  
 รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)





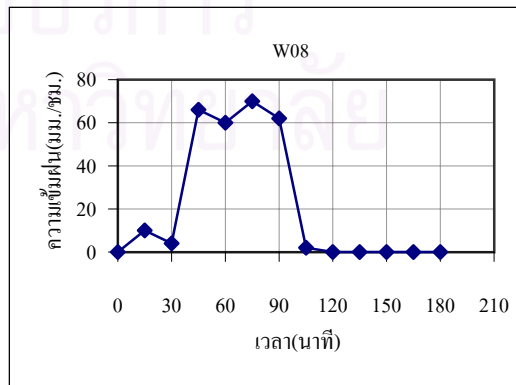
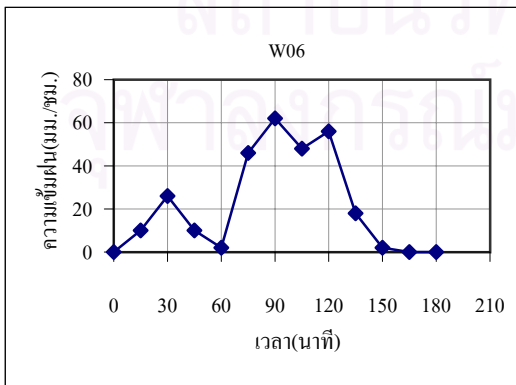
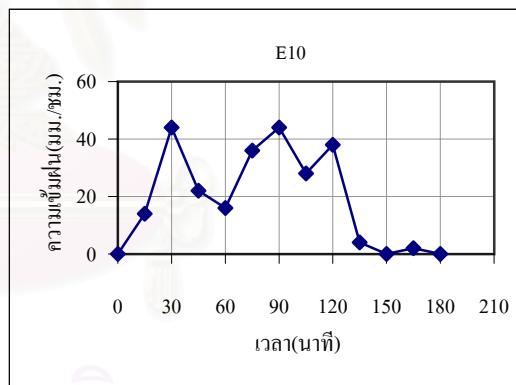
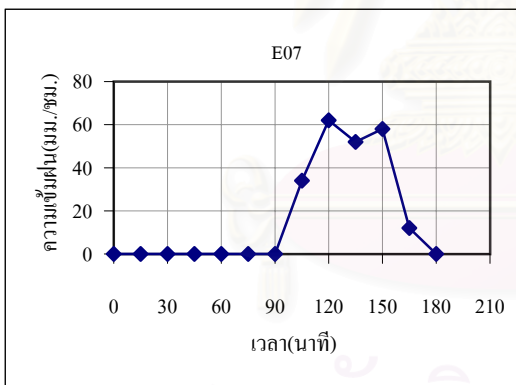
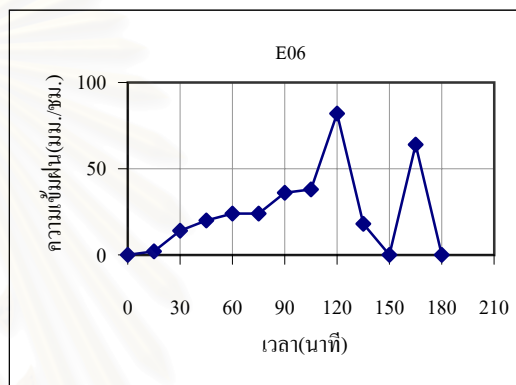
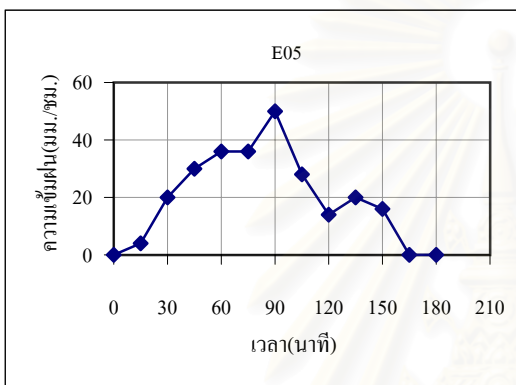
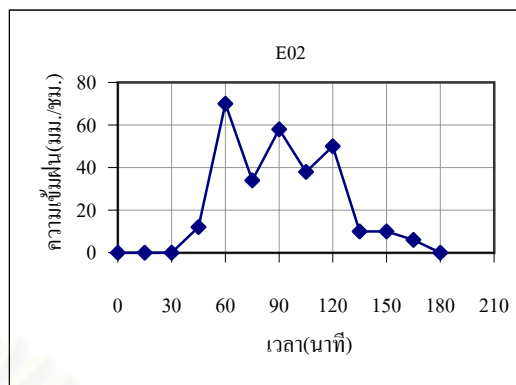
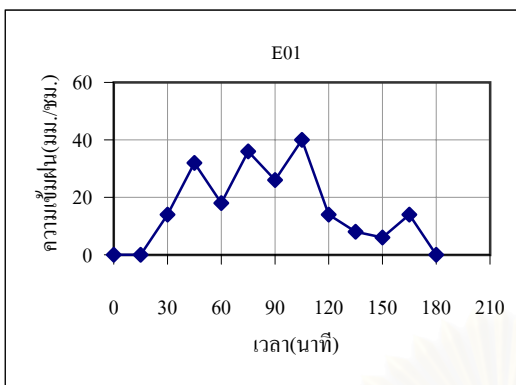
6) เหตุการณ์ฝนวันที่ 28 มิถุนายน พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 21.30-23.45 น.

รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



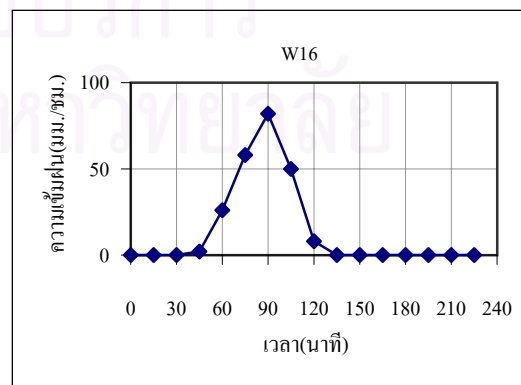
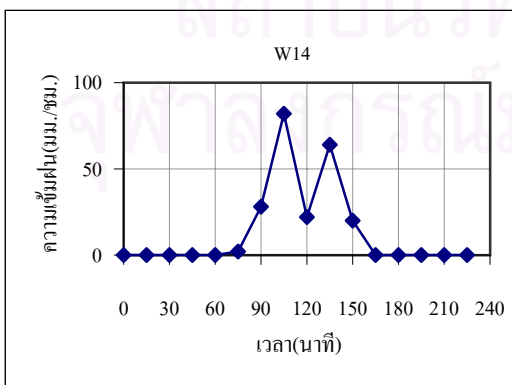
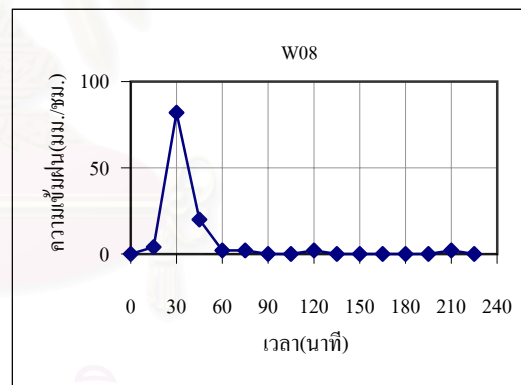
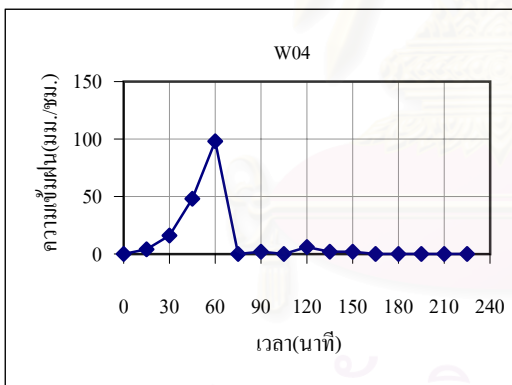
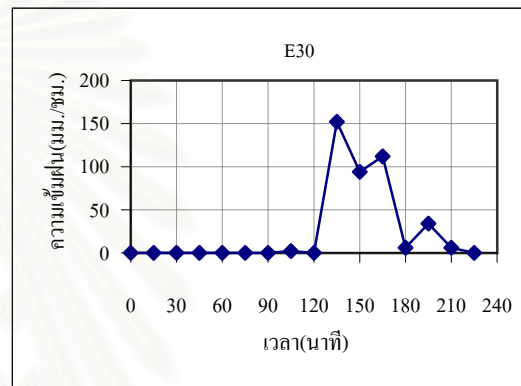
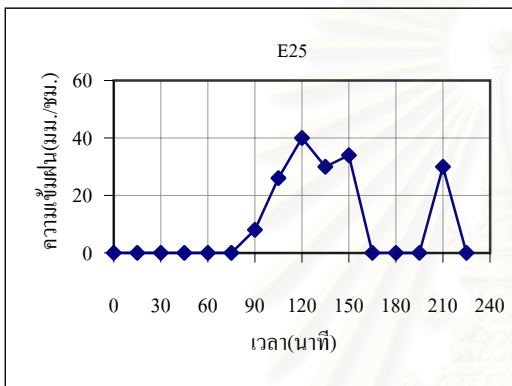
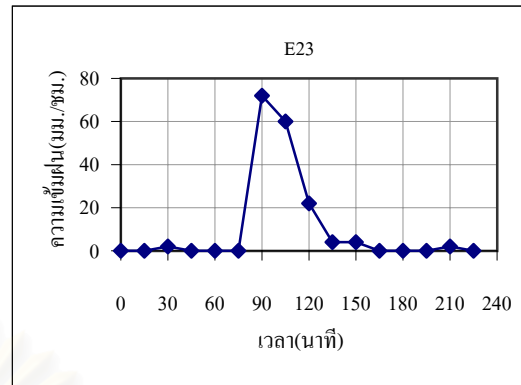
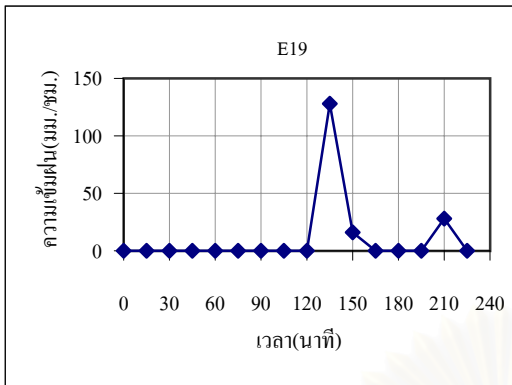
7) เหตุการณ์ฝนวันที่ 4 กรกฎาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 03.45-06.15 น.

รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



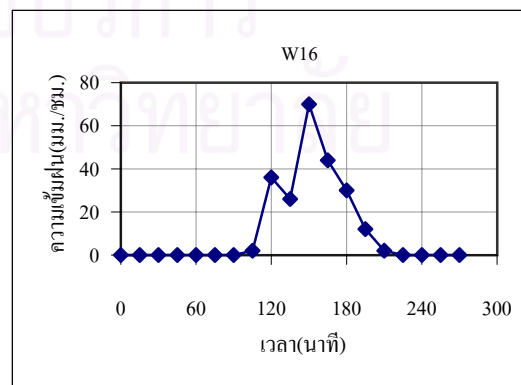
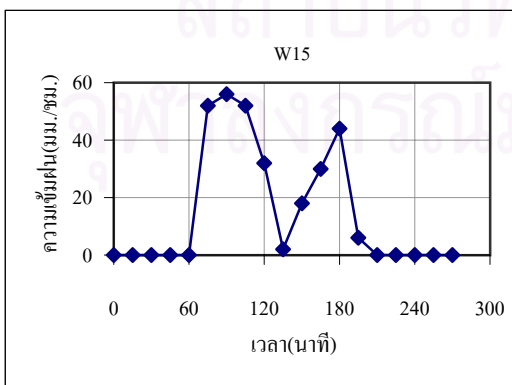
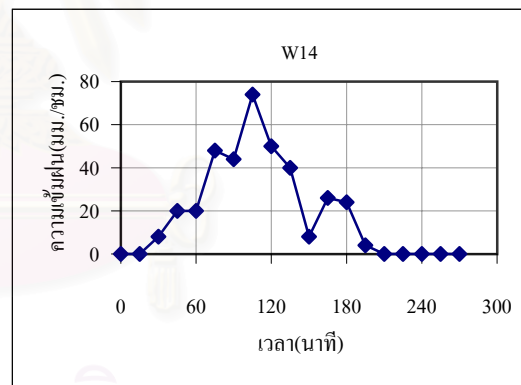
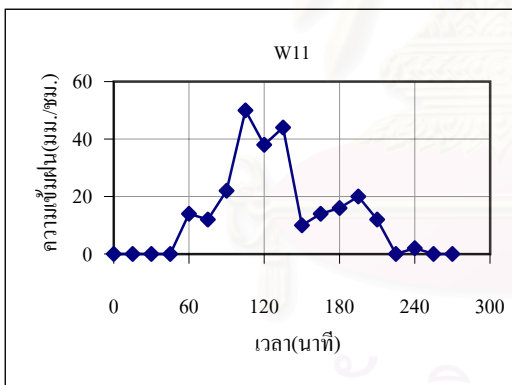
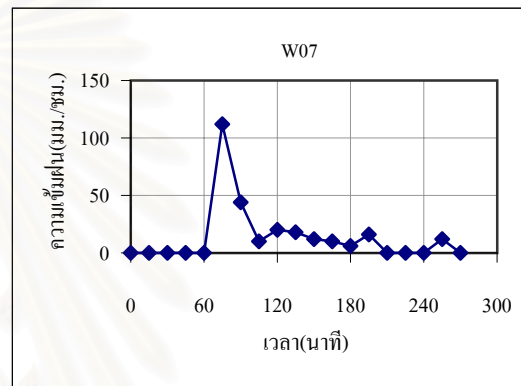
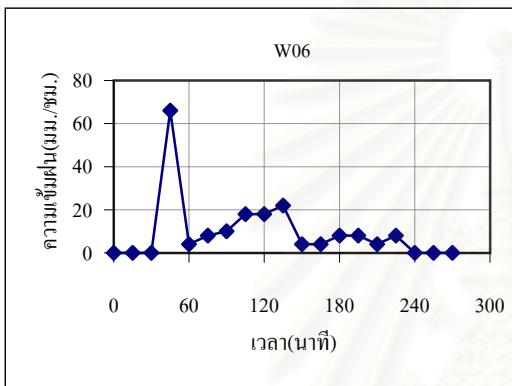
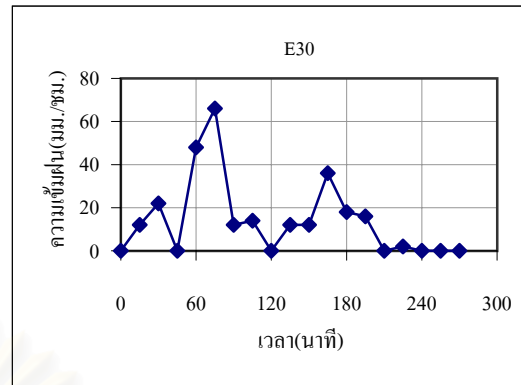
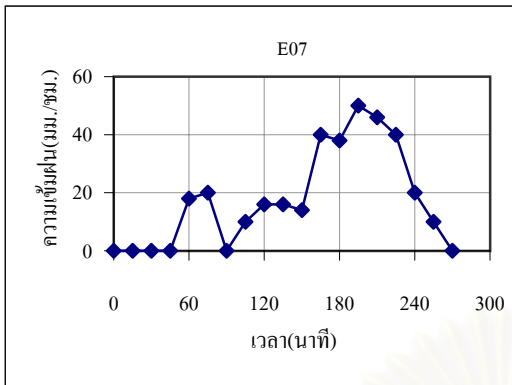
8) เหตุการณ์ฝนวันที่ 4 กรกฎาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 20.30-23.15 น.

รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



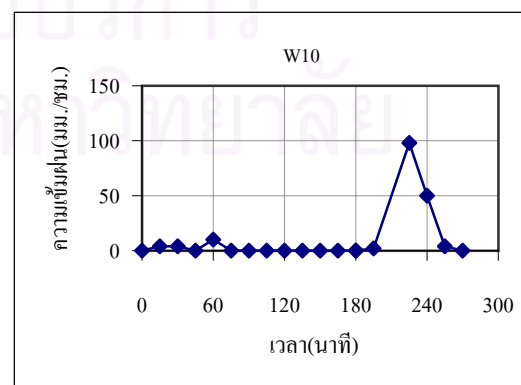
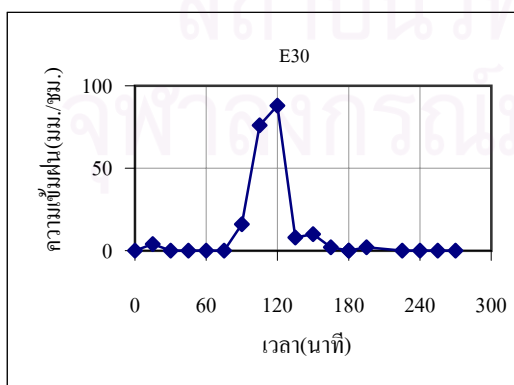
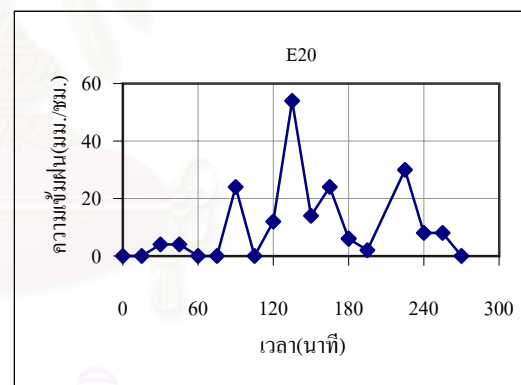
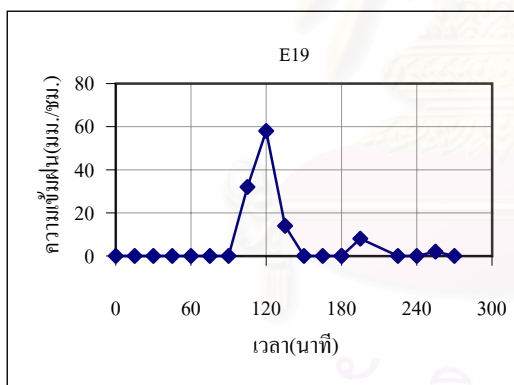
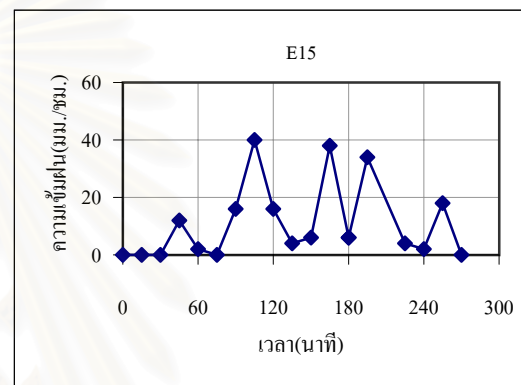
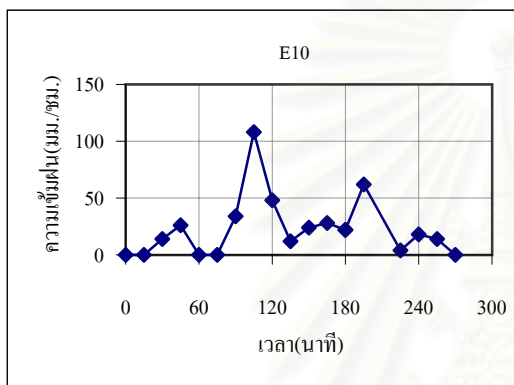
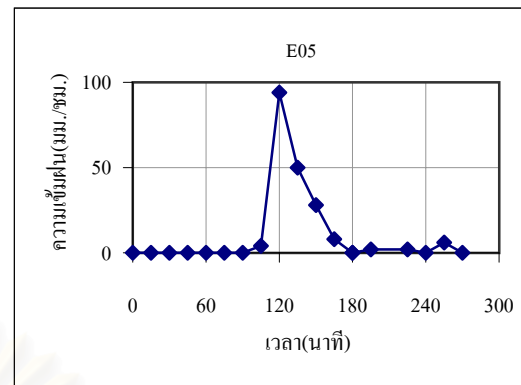
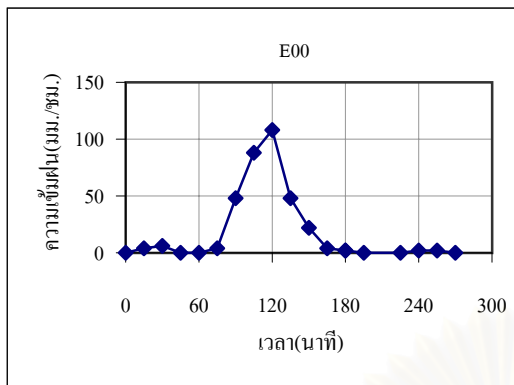
9) เหตุการณ์ฝนวันที่ 7 กรกฎาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 20.45-00.15 น.

รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



10) เหตุการณ์ฝนวันที่ 30 กรกฎาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 17.00-21.15 น.

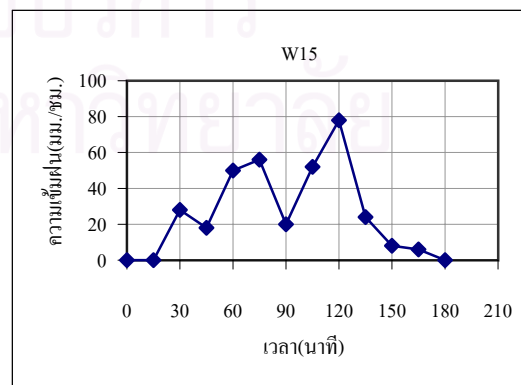
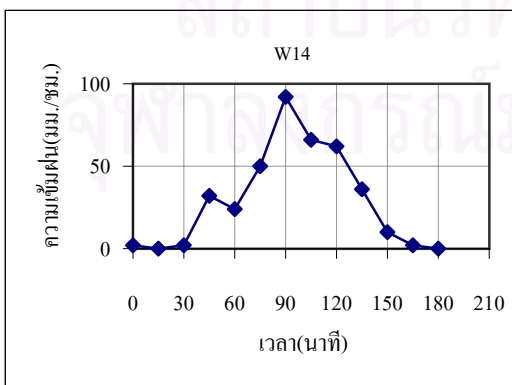
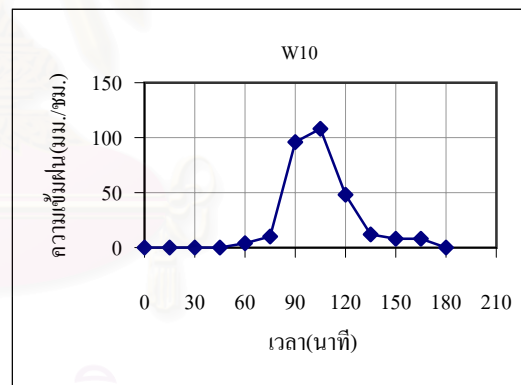
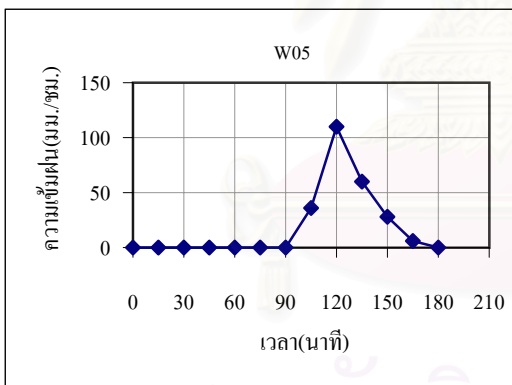
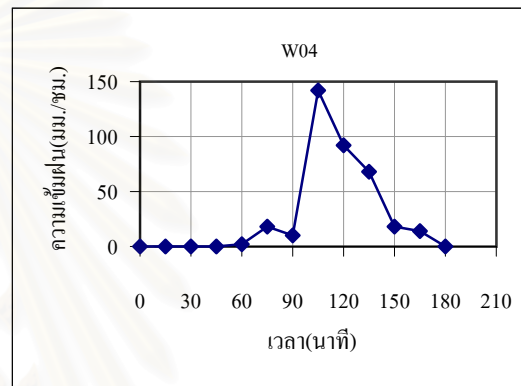
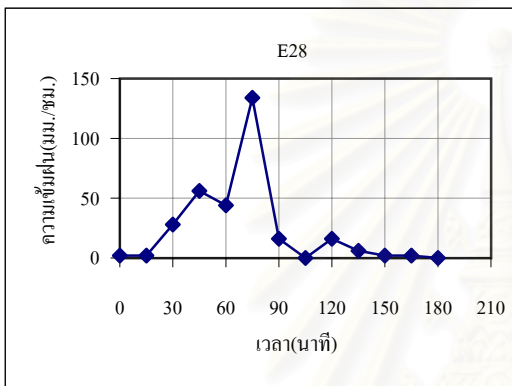
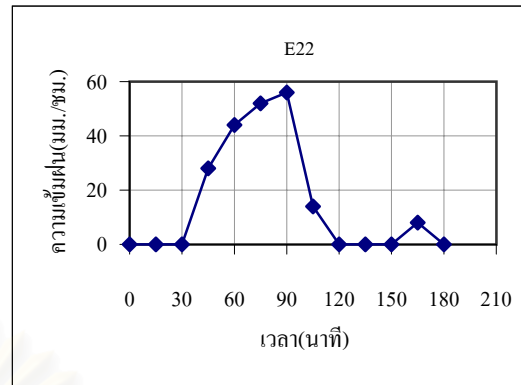
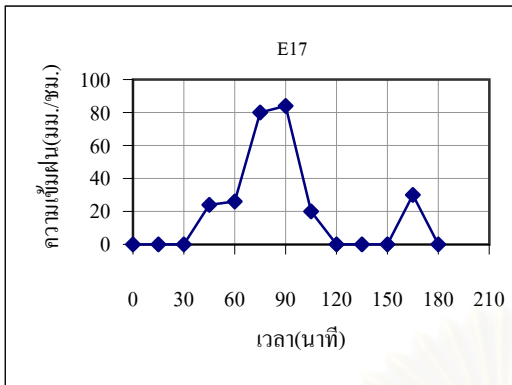
รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



11) เหตุการณ์ฝนวันที่ 31 กรกฎาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 23.00-03.15 น.

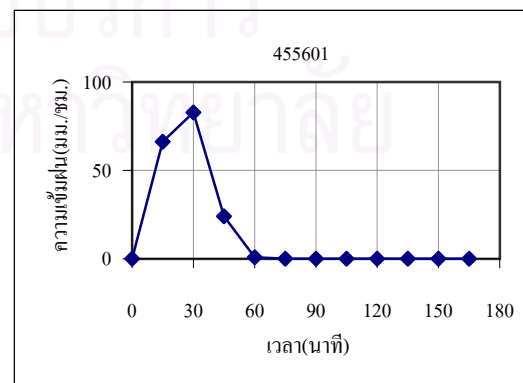
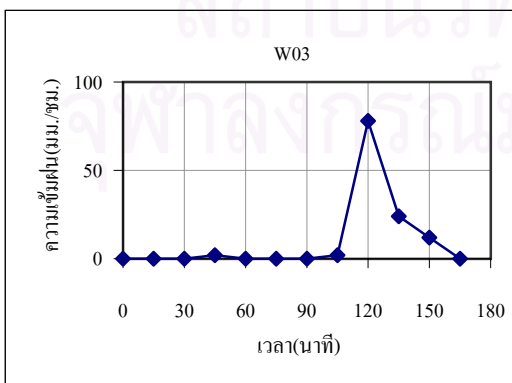
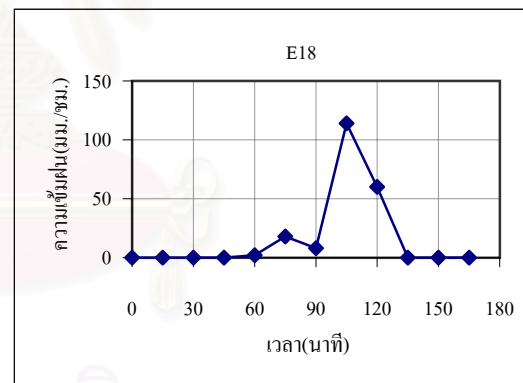
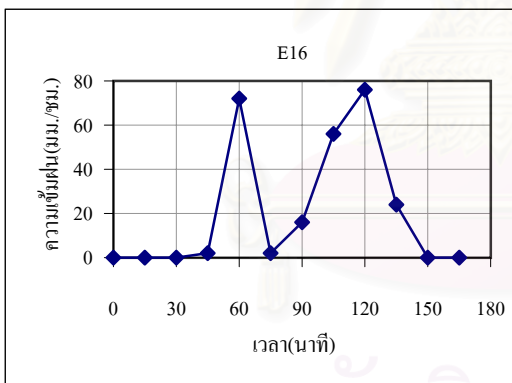
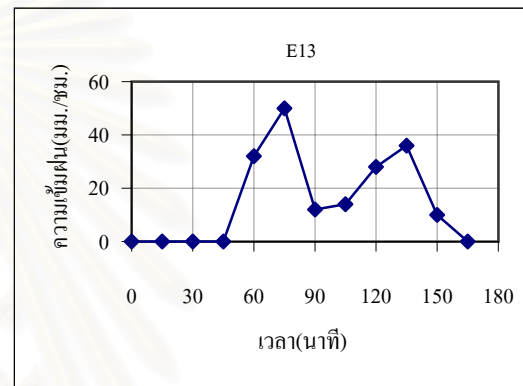
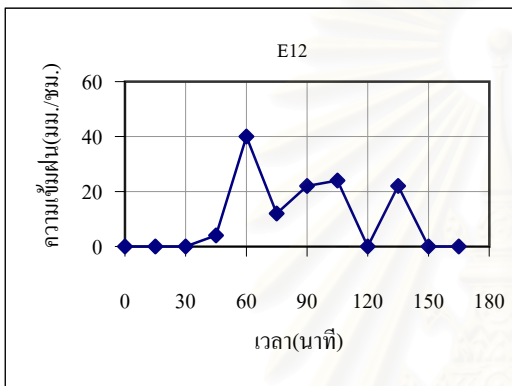
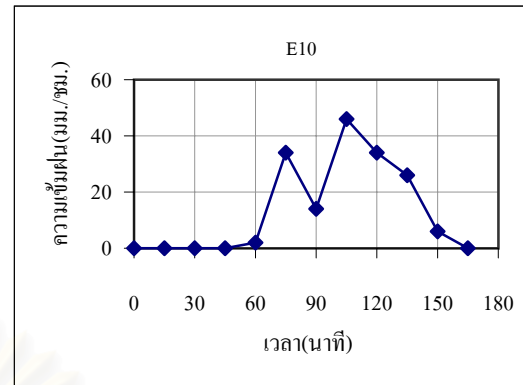
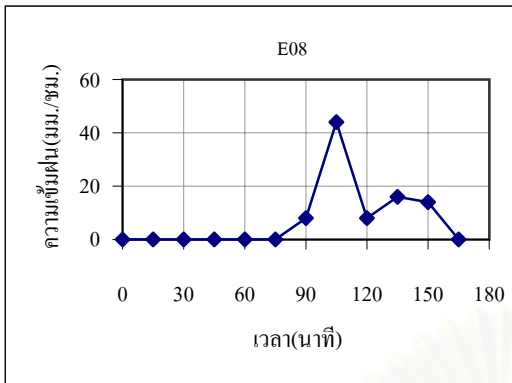
รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)





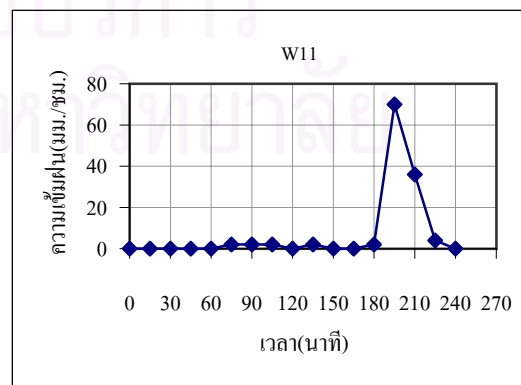
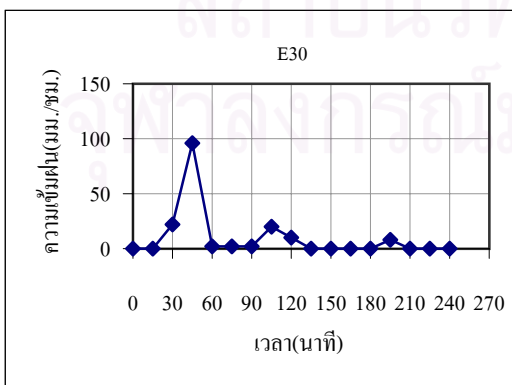
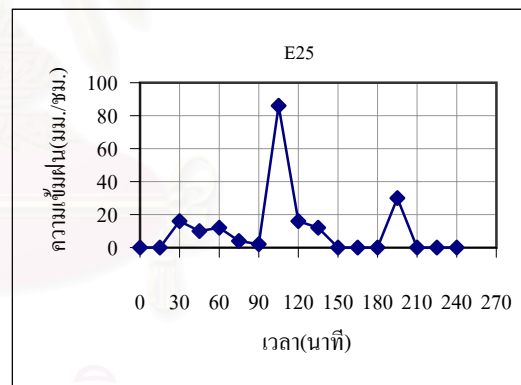
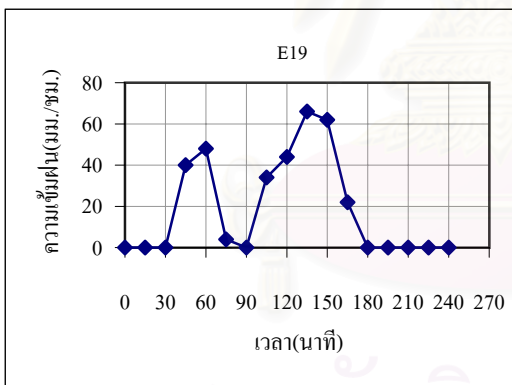
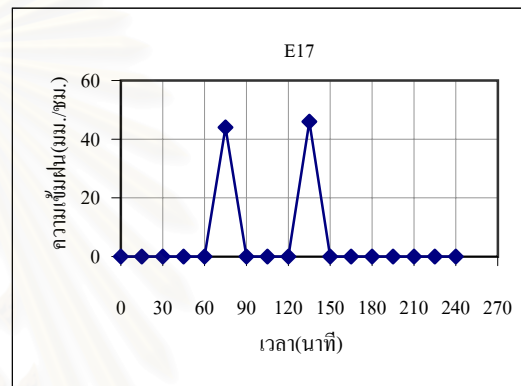
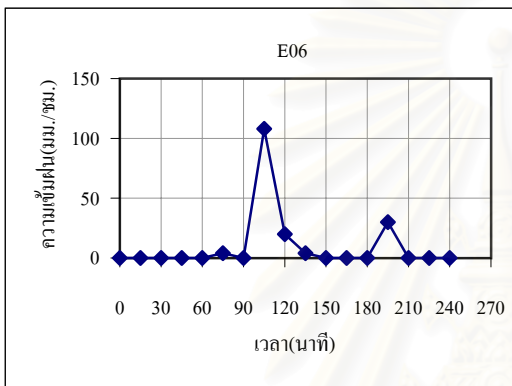
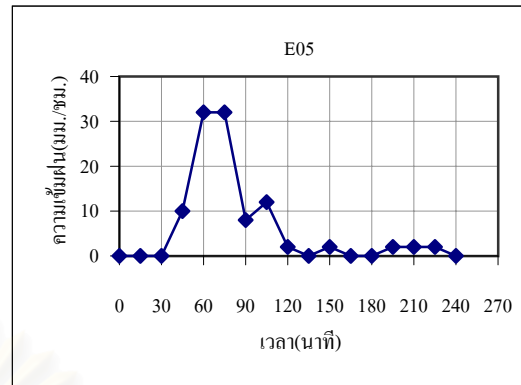
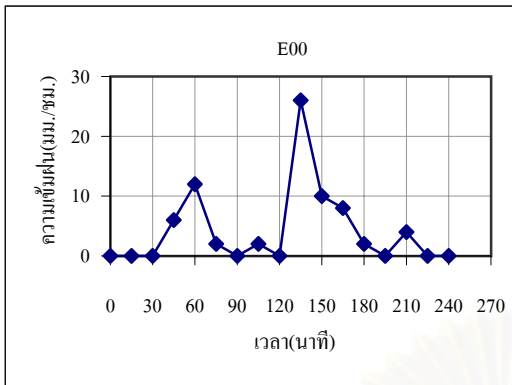
12) เหตุการณ์ฝนวันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 09.30-12.15 น.

รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



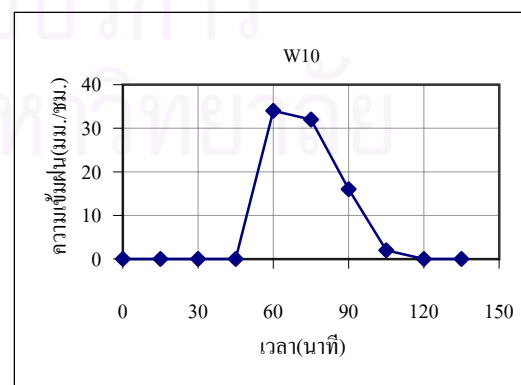
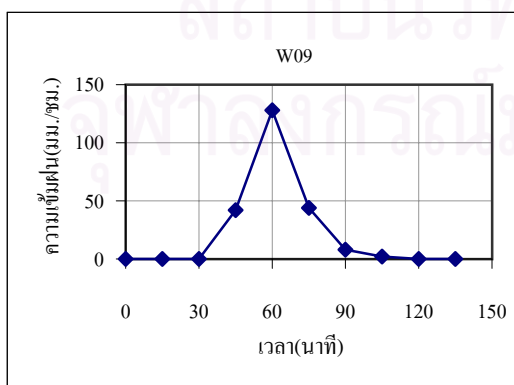
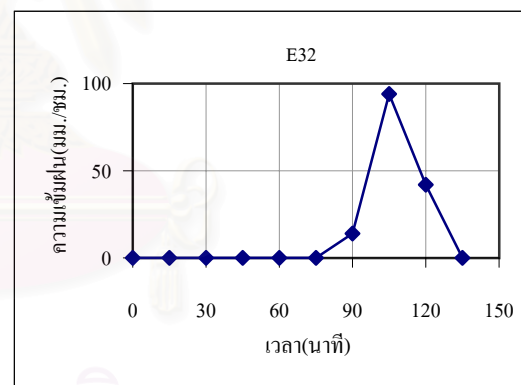
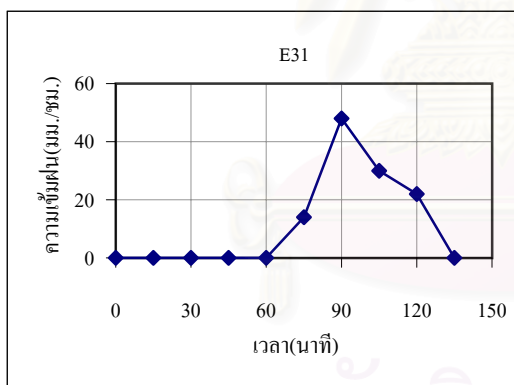
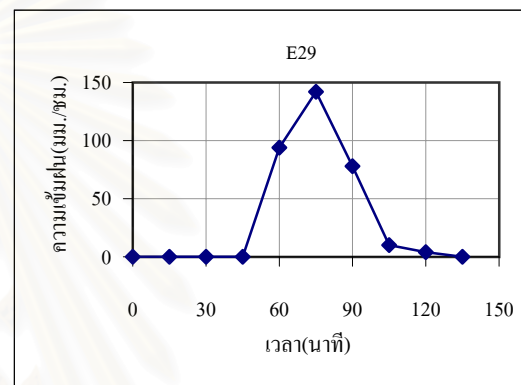
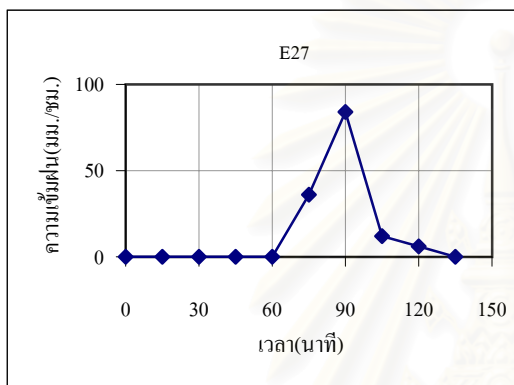
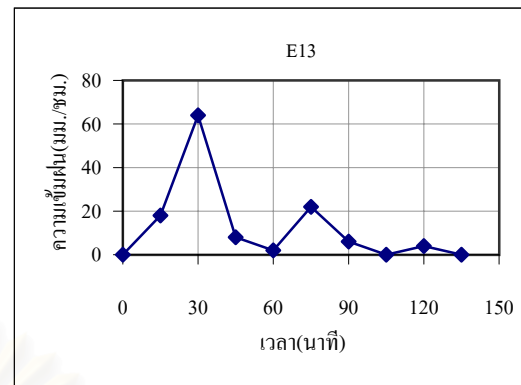
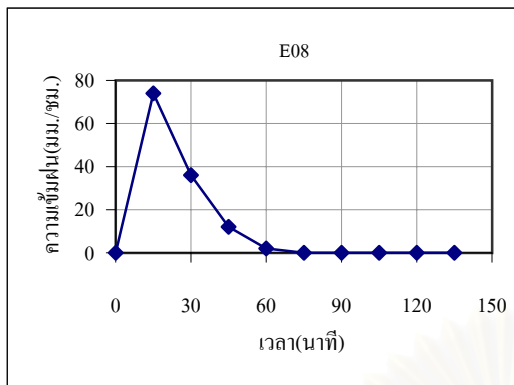
13) เหตุการณ์ฝนวันที่ 19 สิงหาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 11.30-14.00 น.

รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



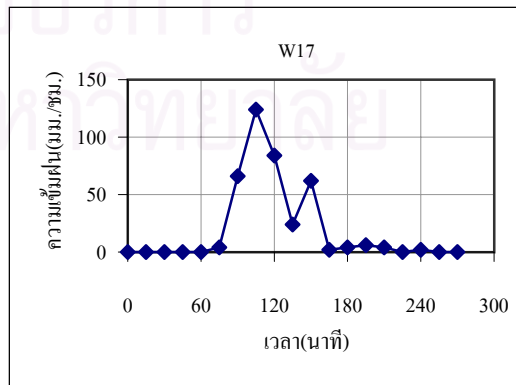
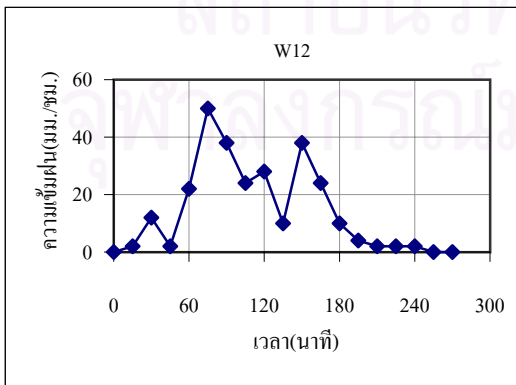
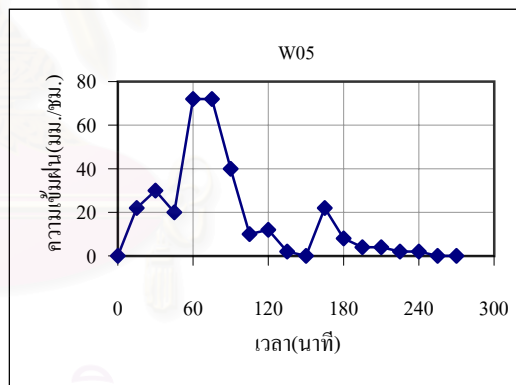
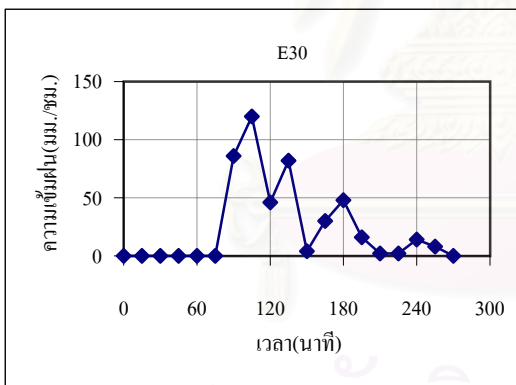
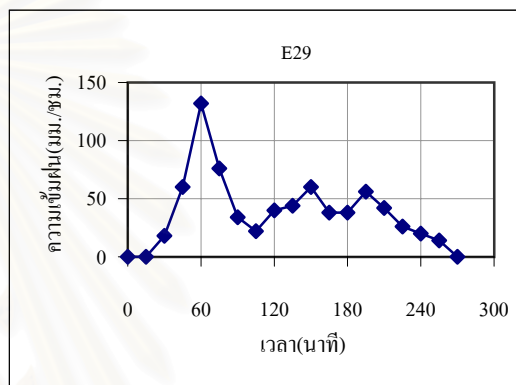
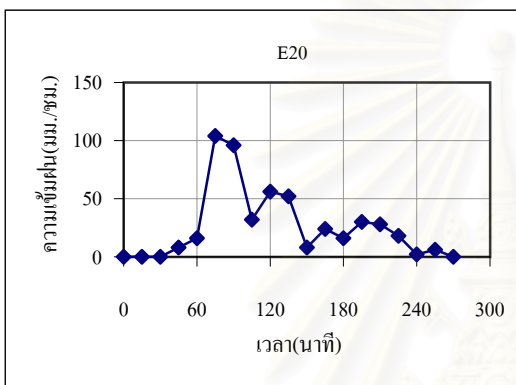
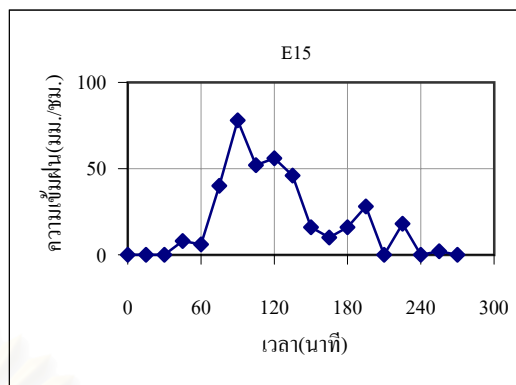
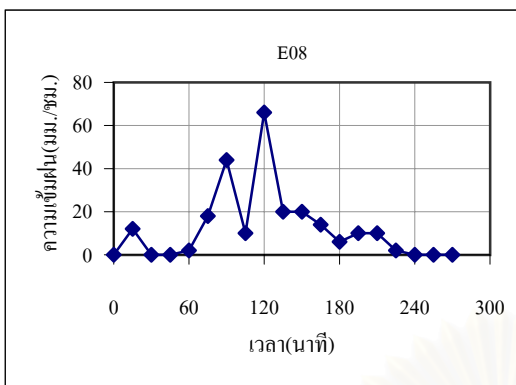
14) เหตุการณ์ฝนวันที่ 22 สิงหาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 10.00-13.45 น.

รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



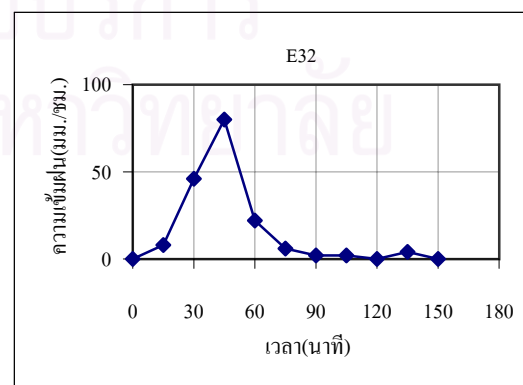
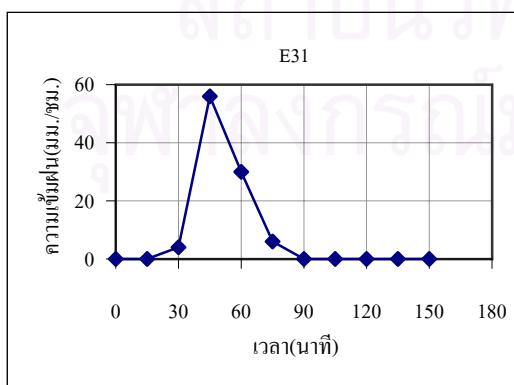
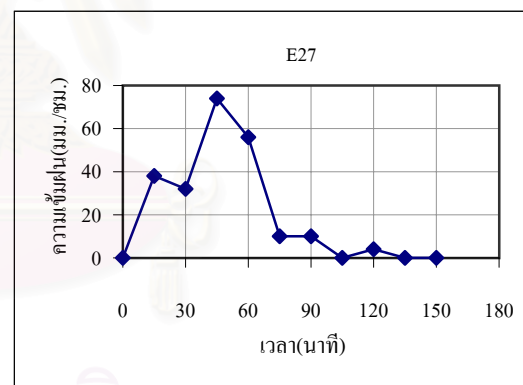
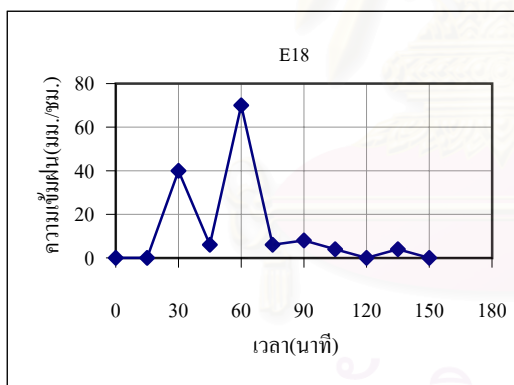
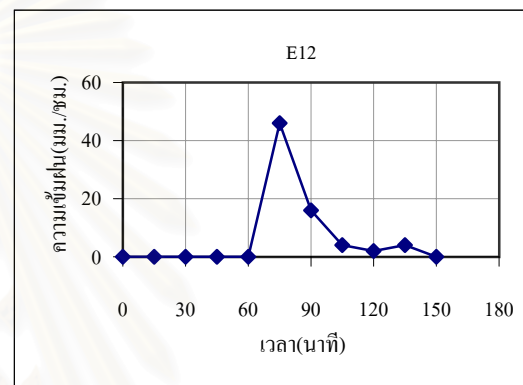
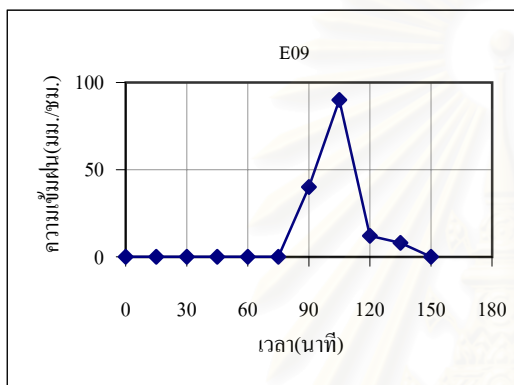
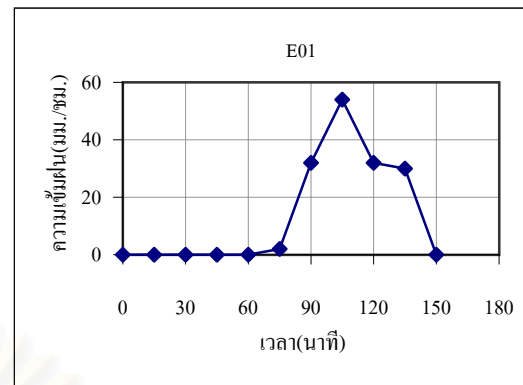
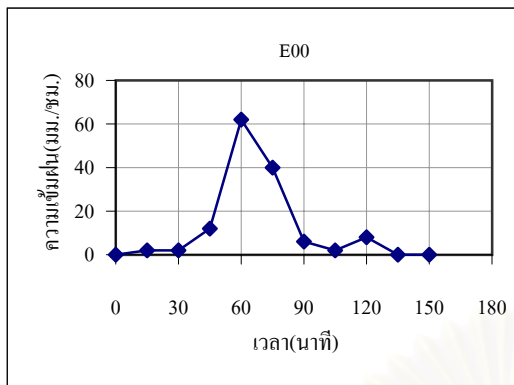
15) เหตุการณ์ฝนวันที่ 26 สิงหาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 18.45-20.45 น.

รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



16) เหตุการณ์ฝนวันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 22.00-02.15 น.

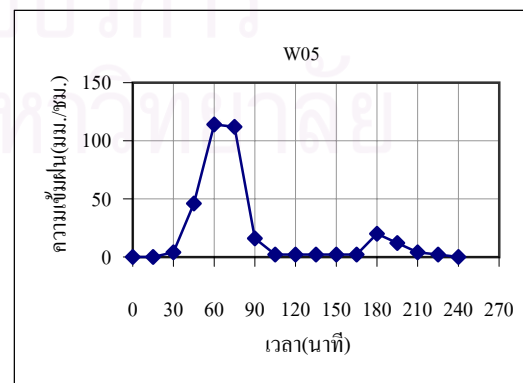
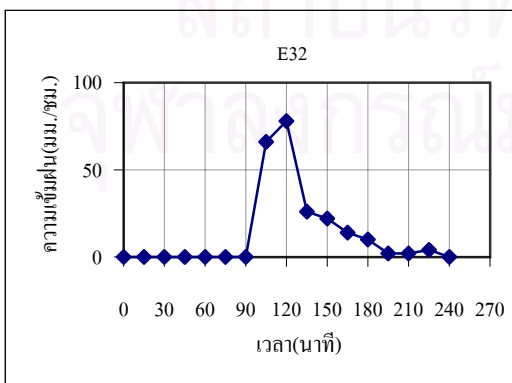
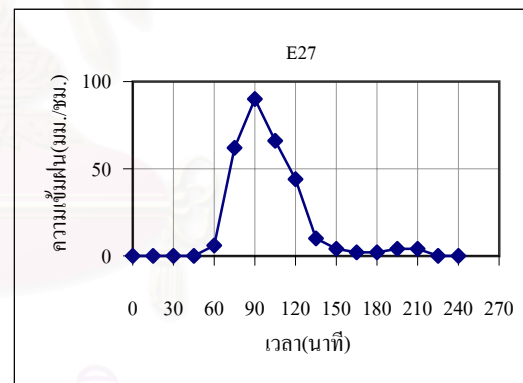
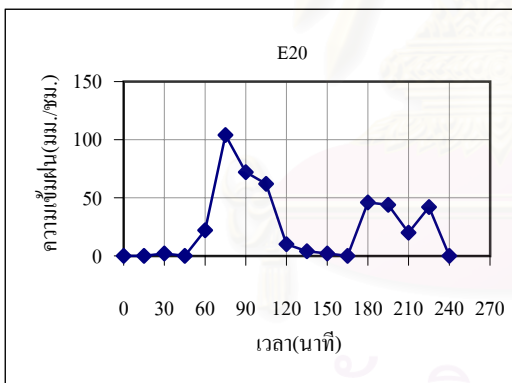
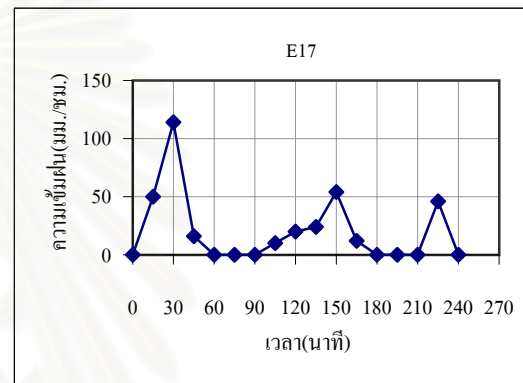
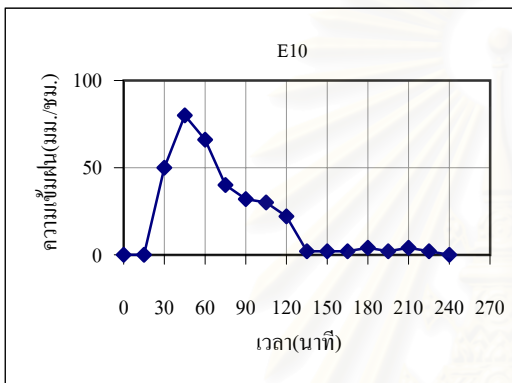
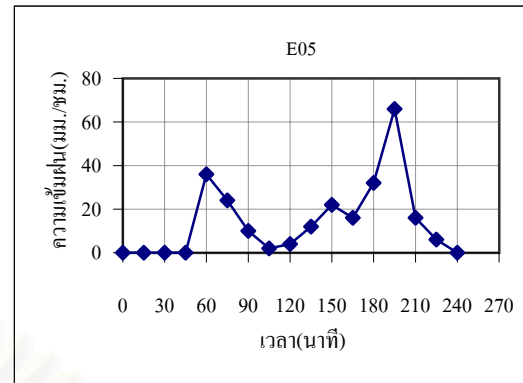
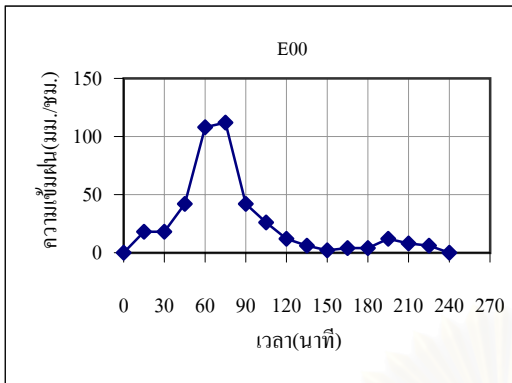
รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



17) เหตุการณ์ฝนวันที่ 11 กันยายน พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 16.30-18.45 น.

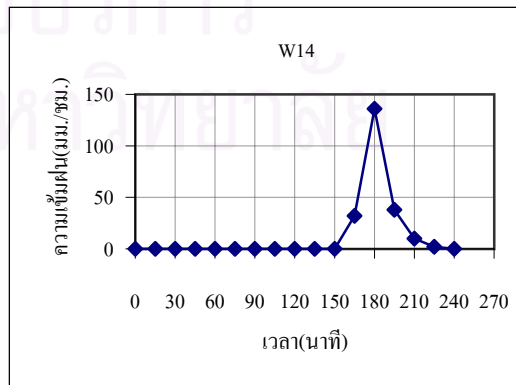
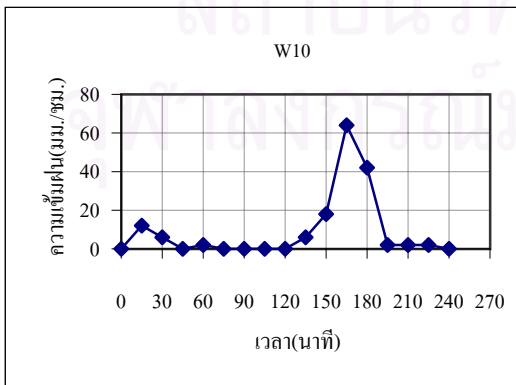
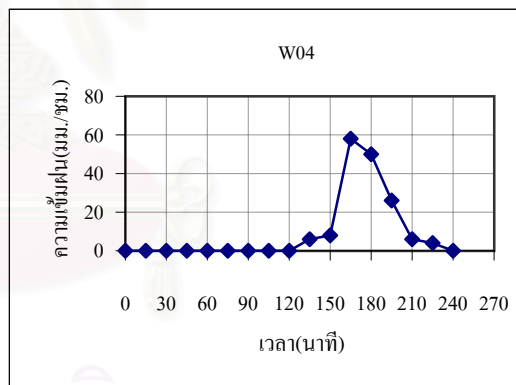
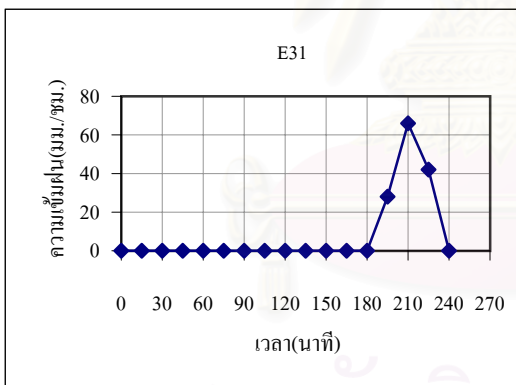
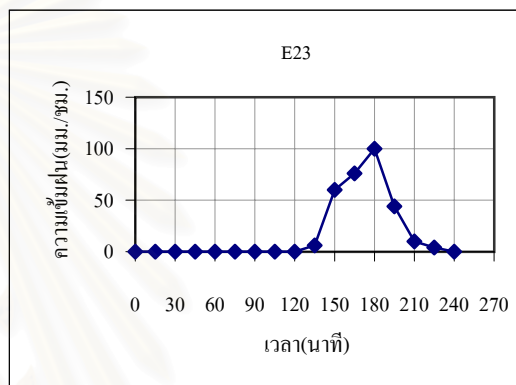
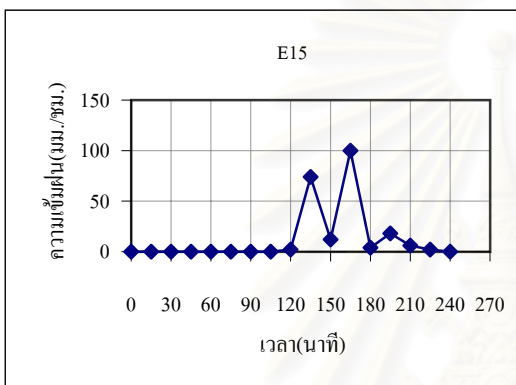
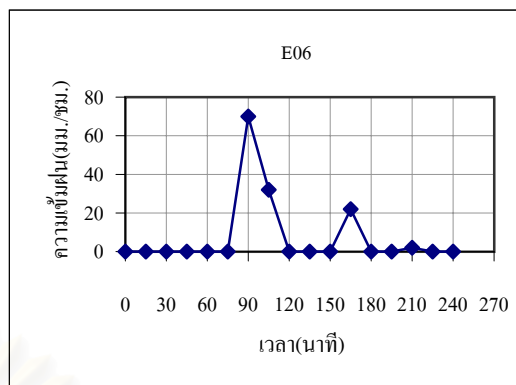
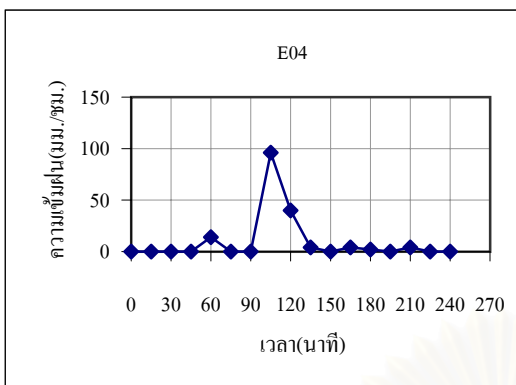
รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)





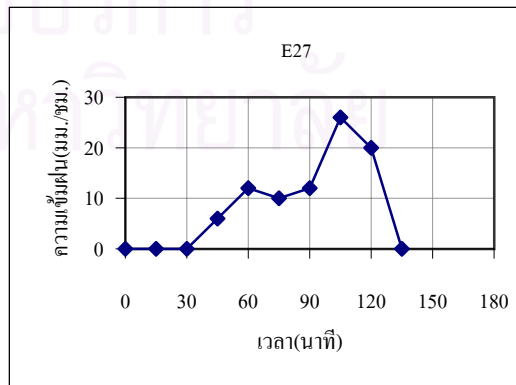
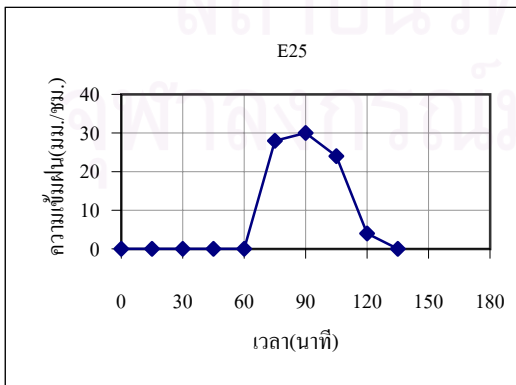
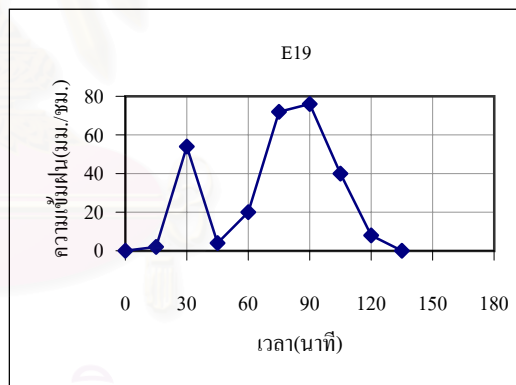
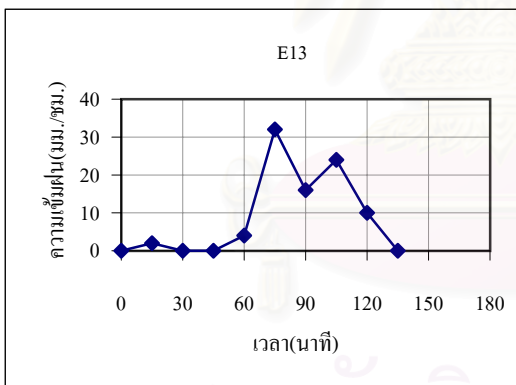
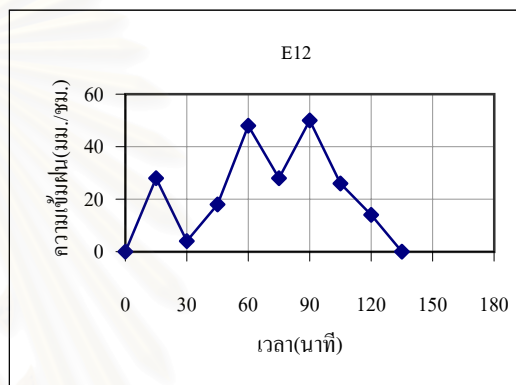
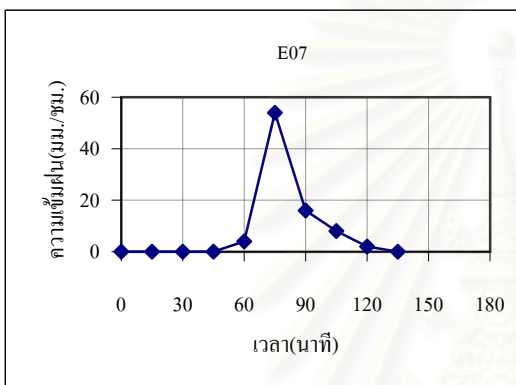
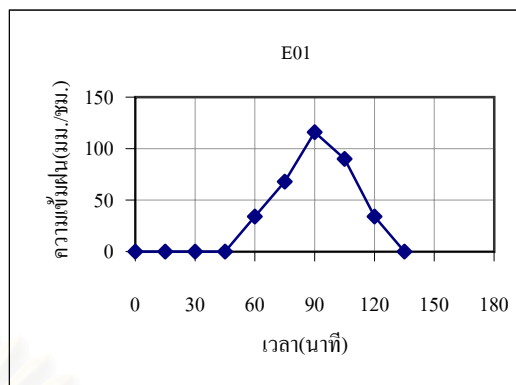
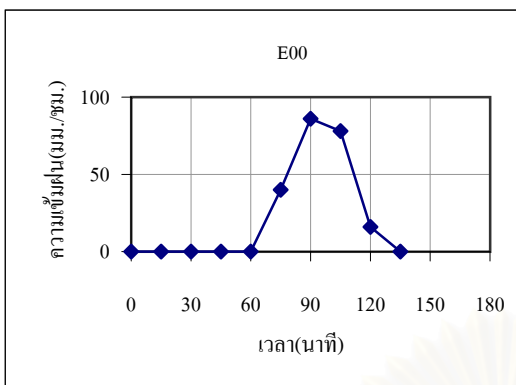
18) เหตุการณ์ฝนวันที่ 16 กันยายน พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 17.30-21.15 น.

รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



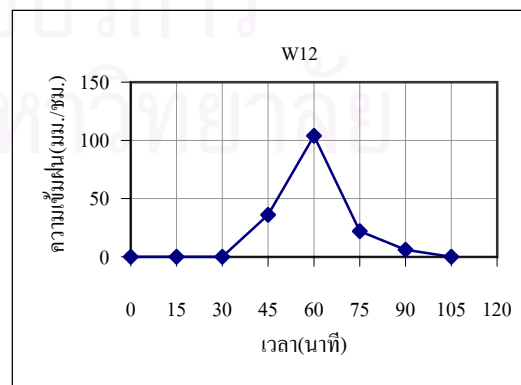
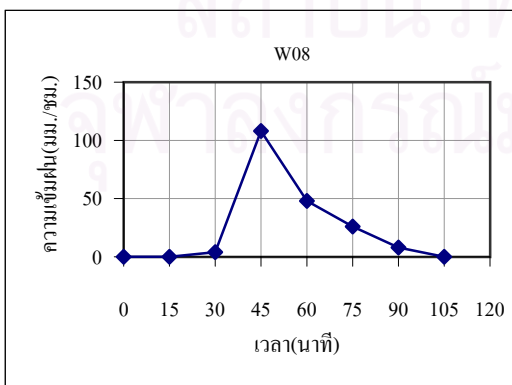
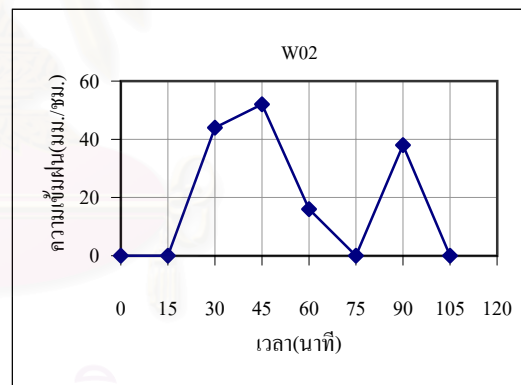
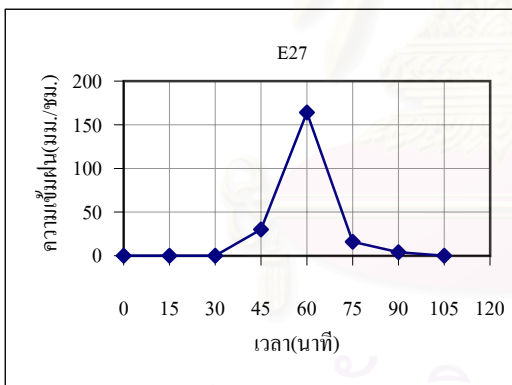
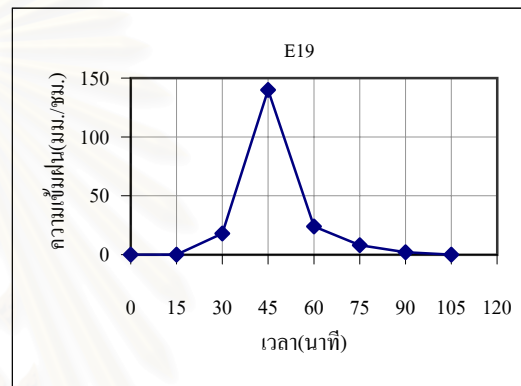
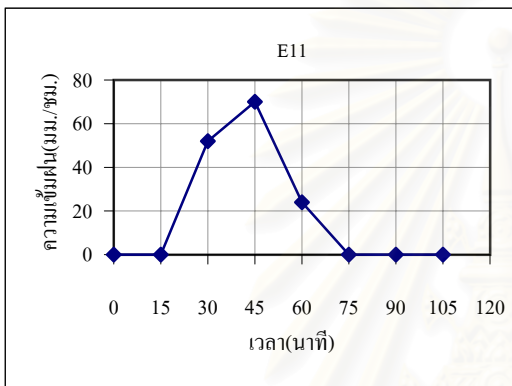
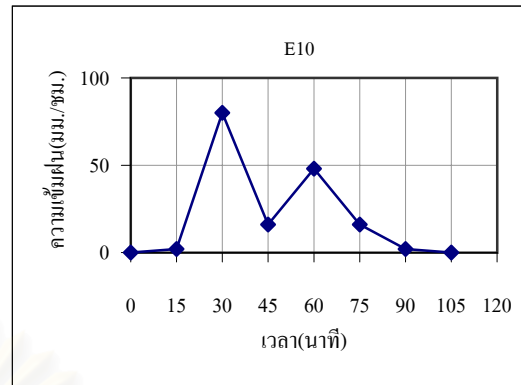
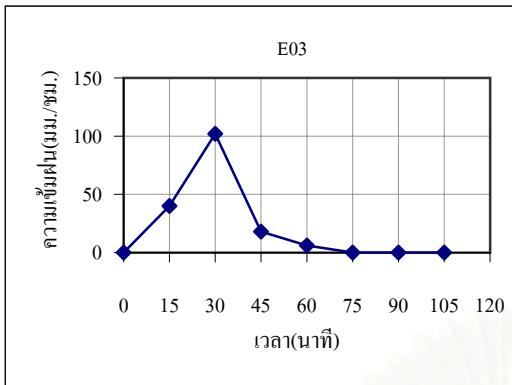
19) เหตุการณ์ฝนวันที่ 17 กันยายน พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 16.30-20.15 น.

รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



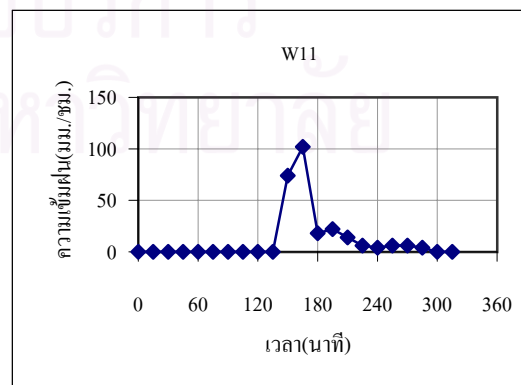
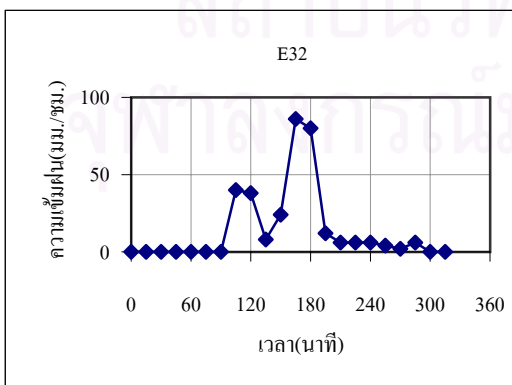
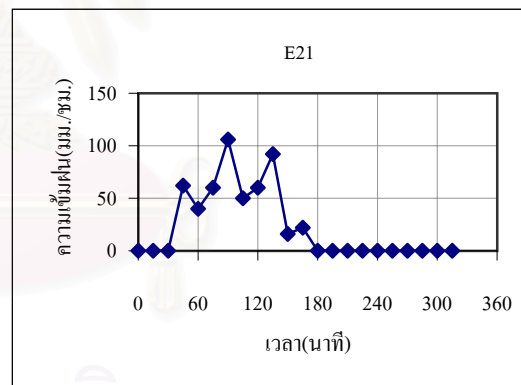
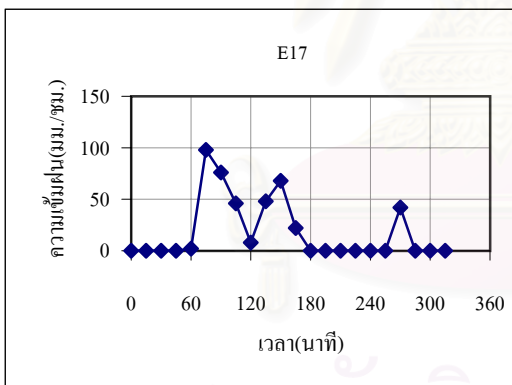
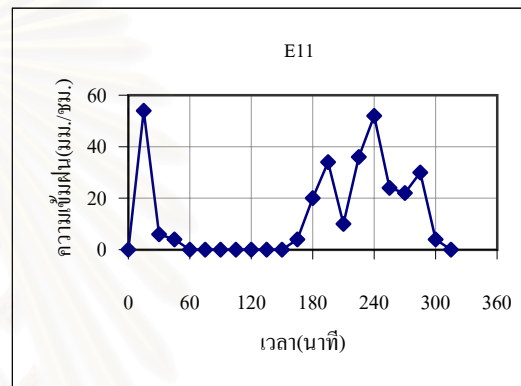
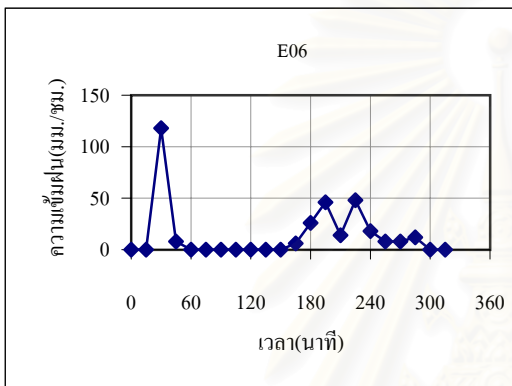
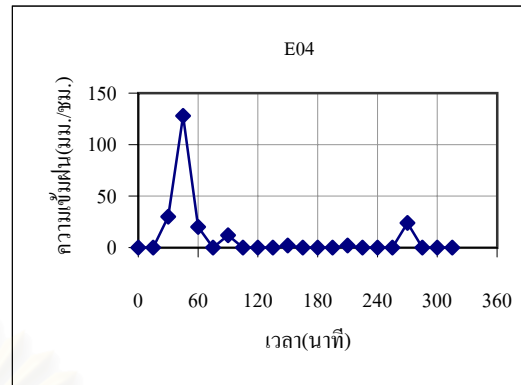
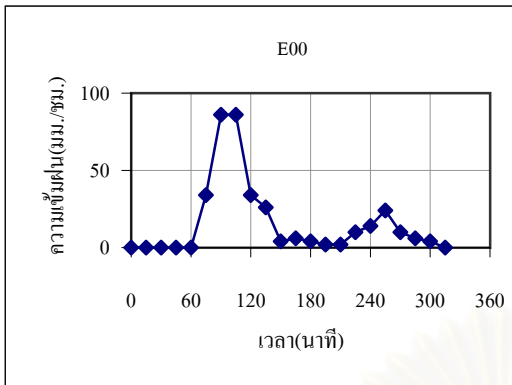
20) เหตุการณ์ฝนวันที่ 18 กันยายน พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 13.00-15.00 น.

รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



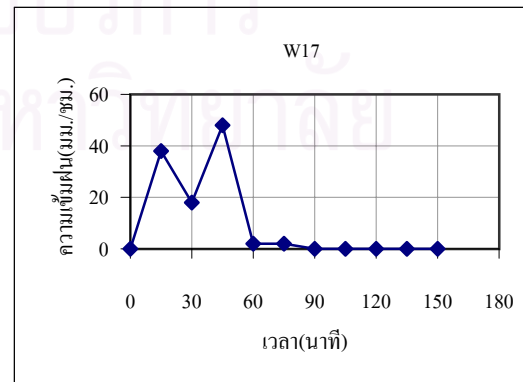
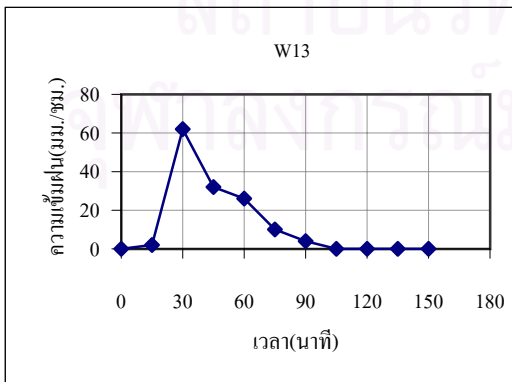
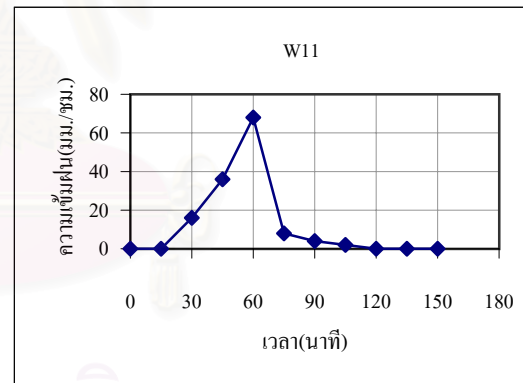
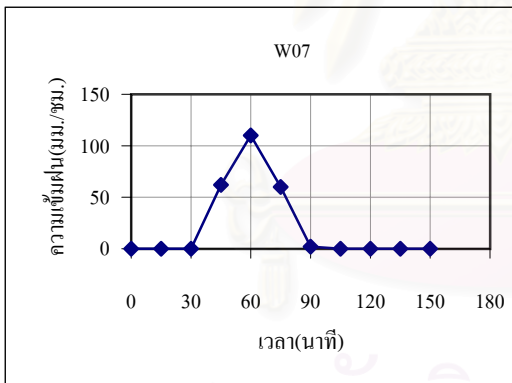
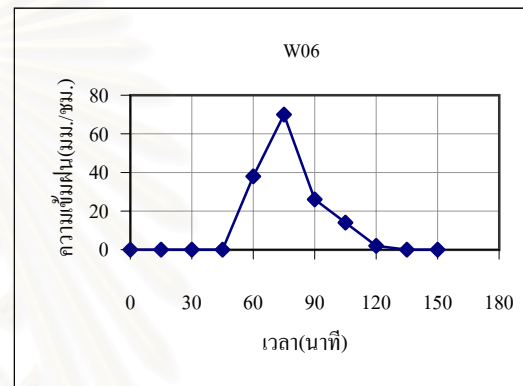
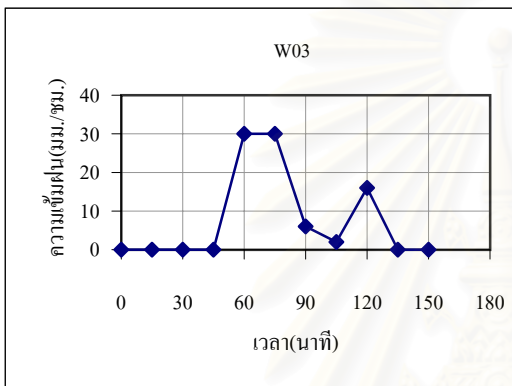
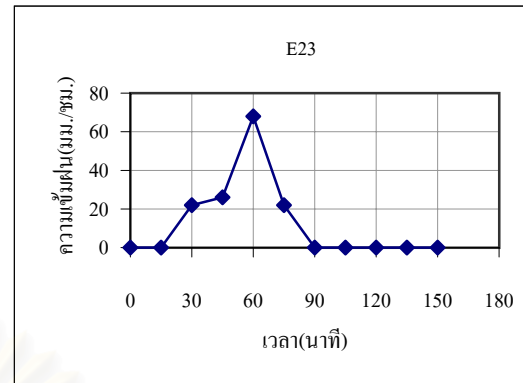
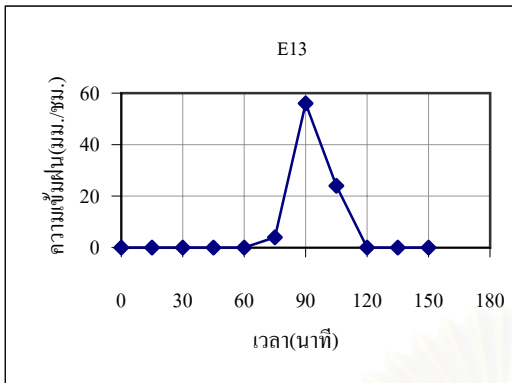
21) เหตุการณ์ฝนวันที่ 27 กันยายน พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 16.45-18.15 น.

รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



22) เหตุการณ์ฝนวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 17.30-22.30 น.

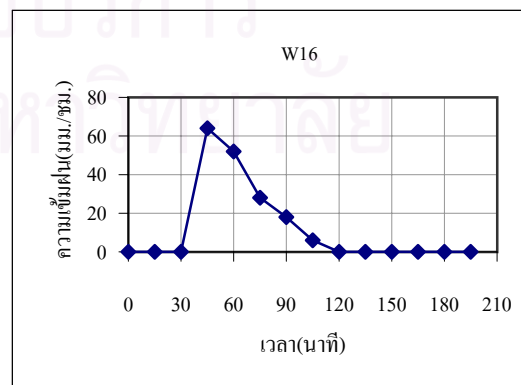
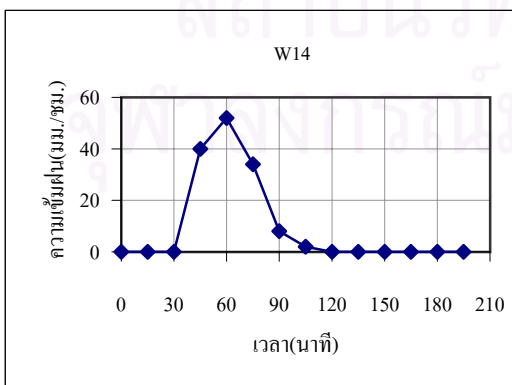
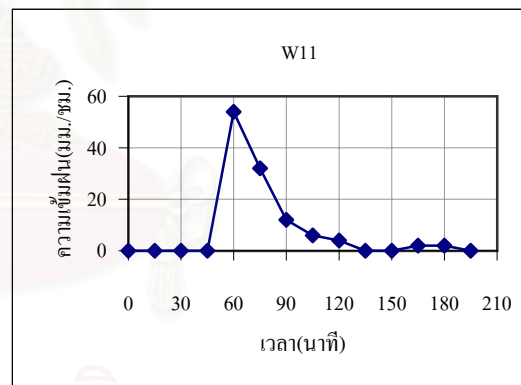
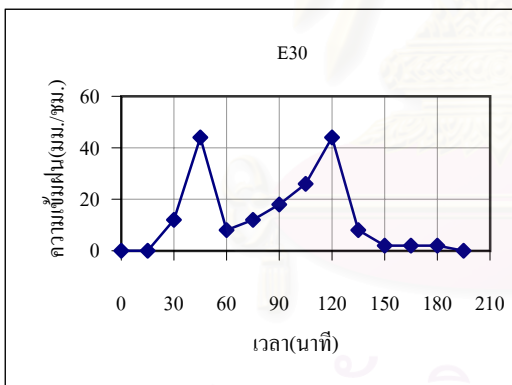
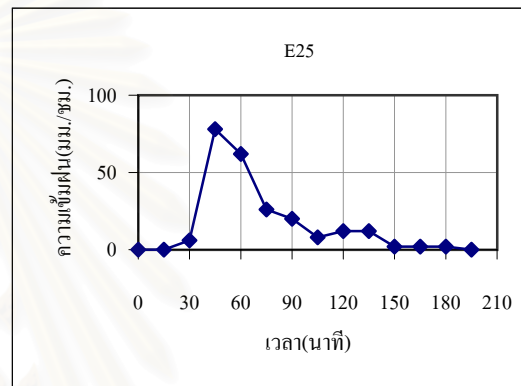
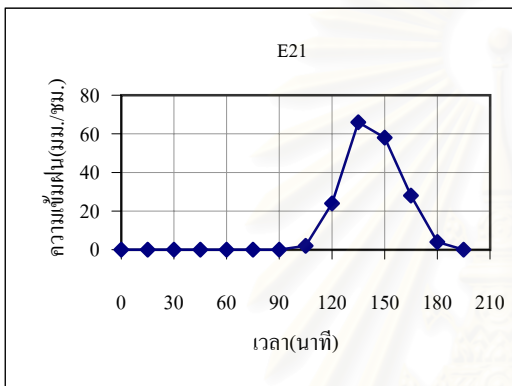
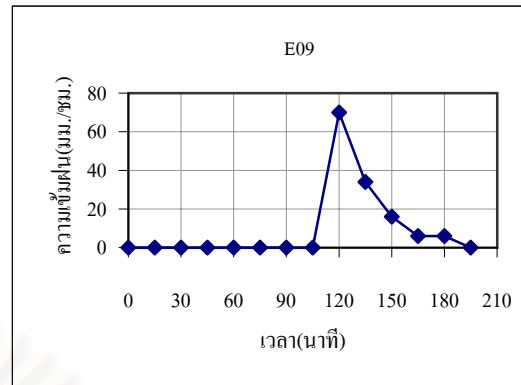
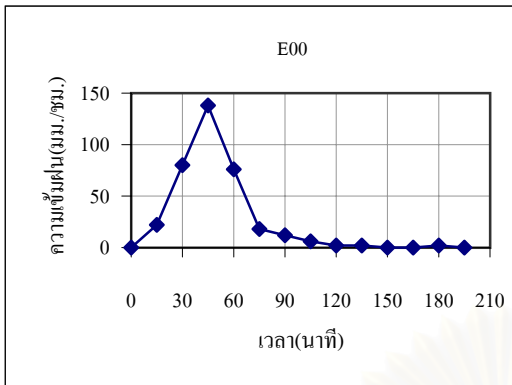
รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



23) เหตุการณ์ฝนวันที่ 15 ตุลาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 11.15-13.30 น.

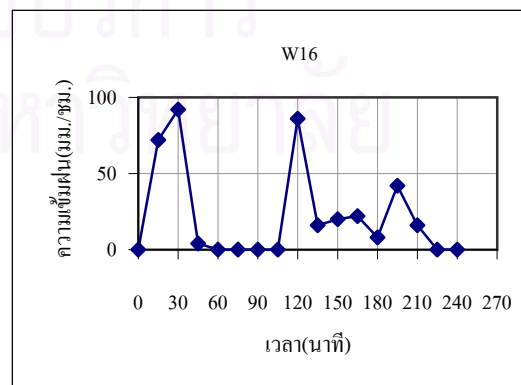
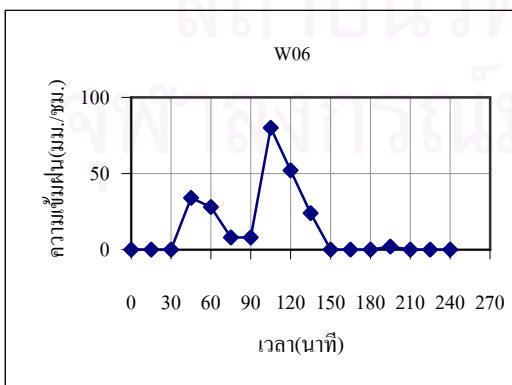
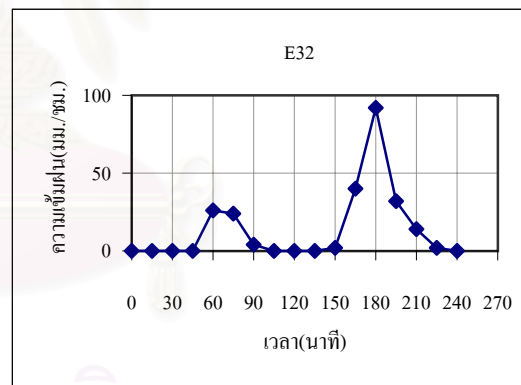
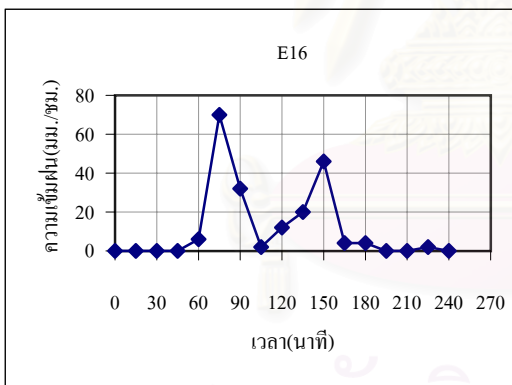
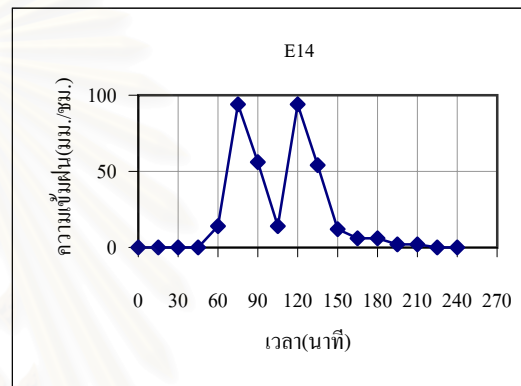
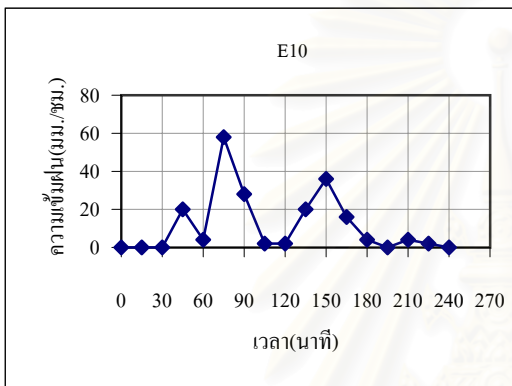
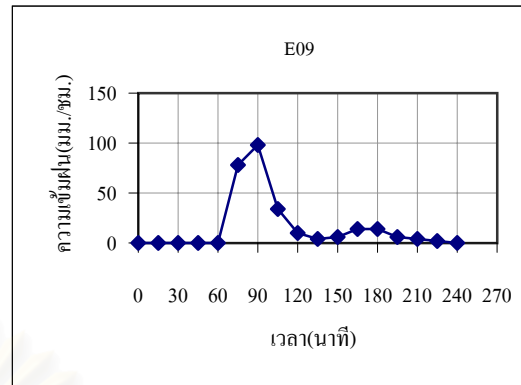
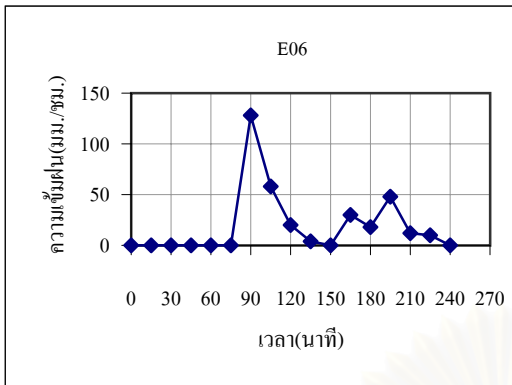
รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)





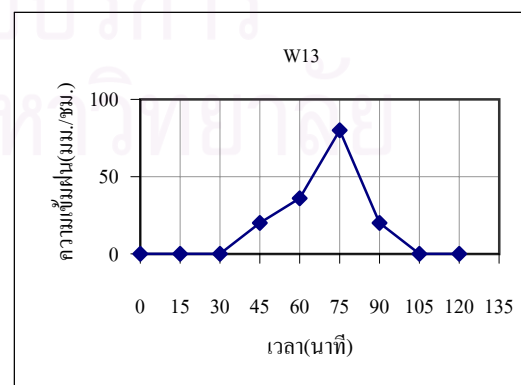
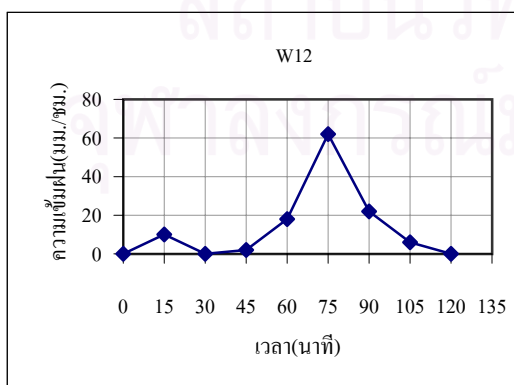
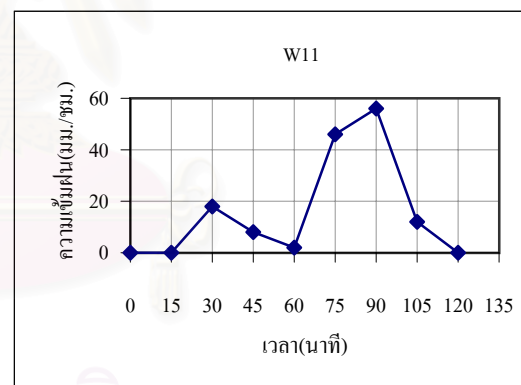
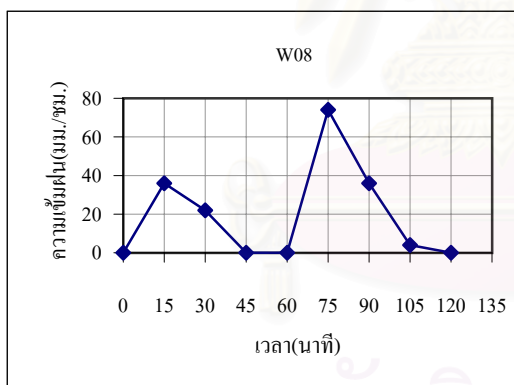
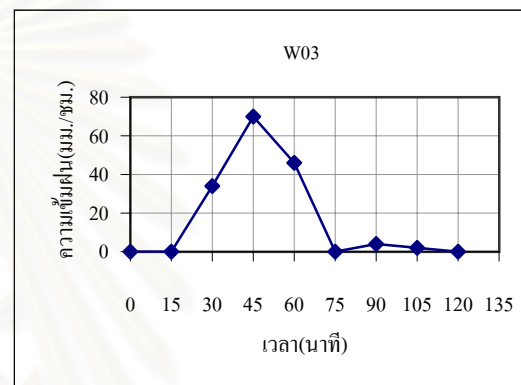
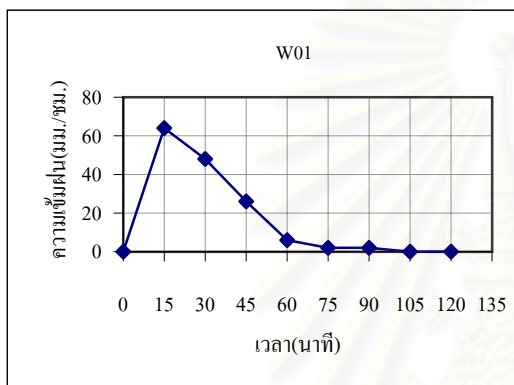
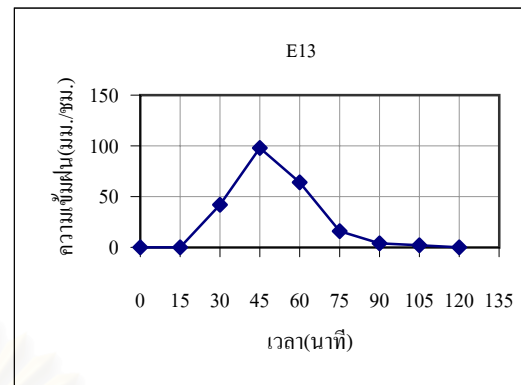
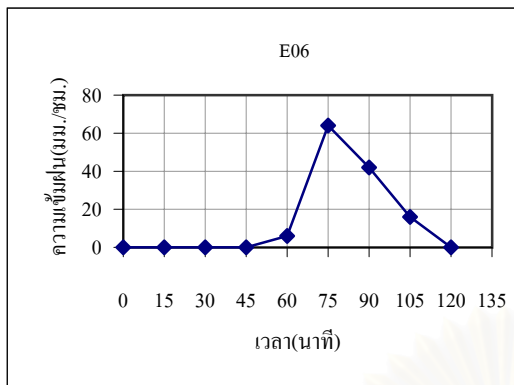
24) เหตุการณ์ฝนวันที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2543 ช่วงเวลา 02.15-05.15 น.

รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



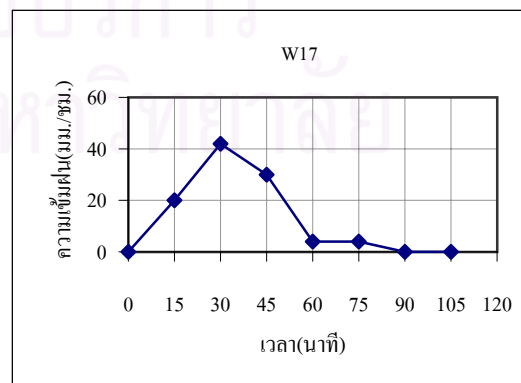
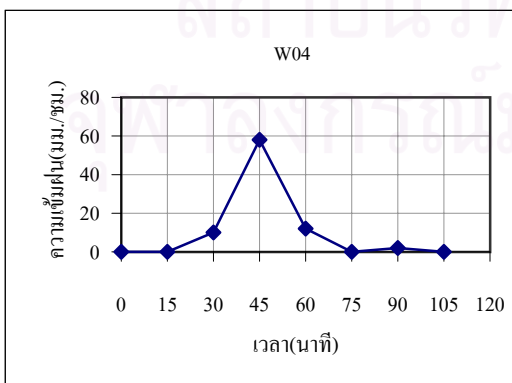
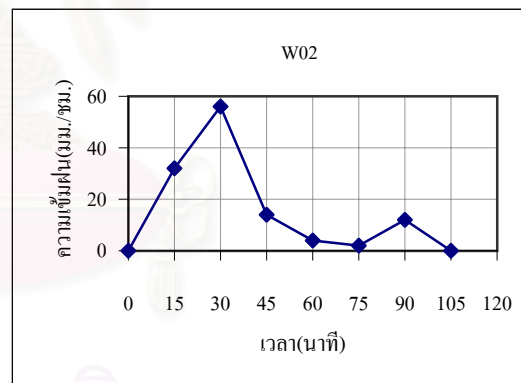
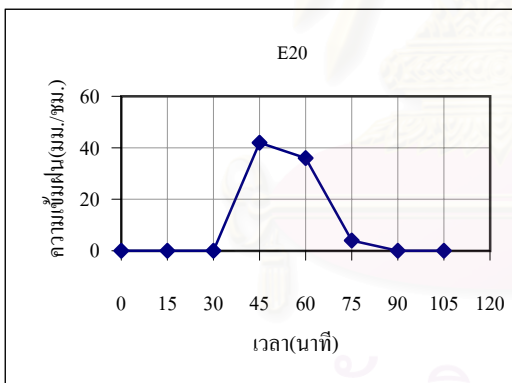
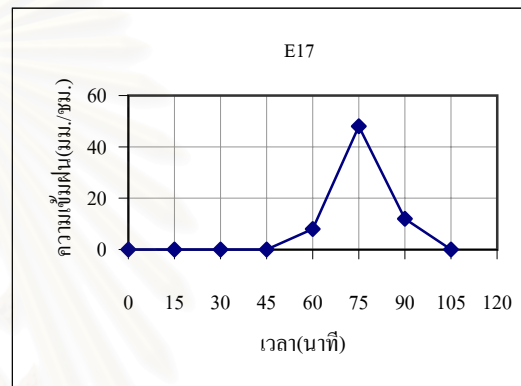
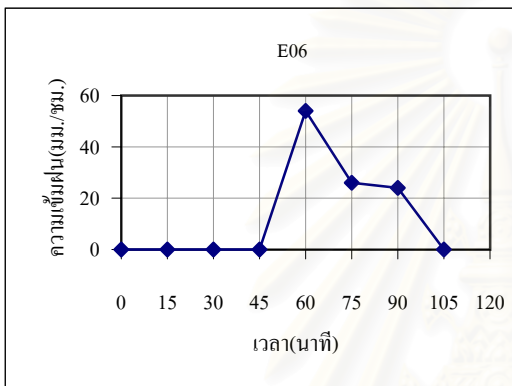
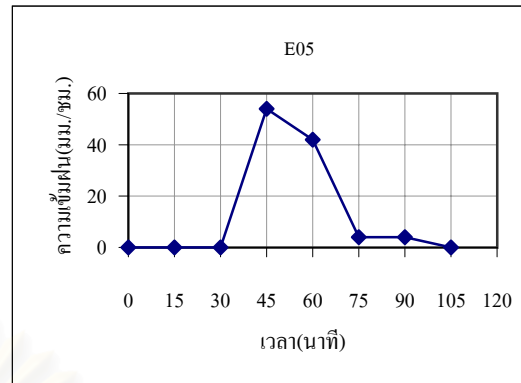
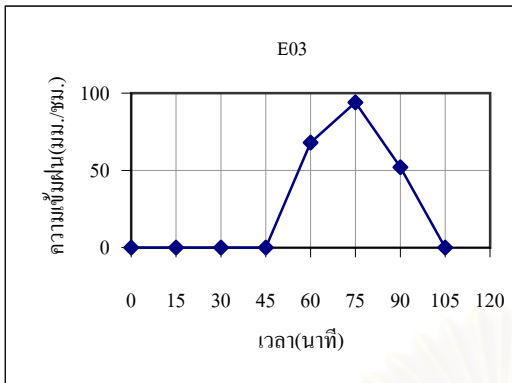
25) เหตุการณ์ฝนวันที่ 21 พฤษภาคม พ.ศ. 2543 ช่วงเวลา 17.30-21.15 น.

รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



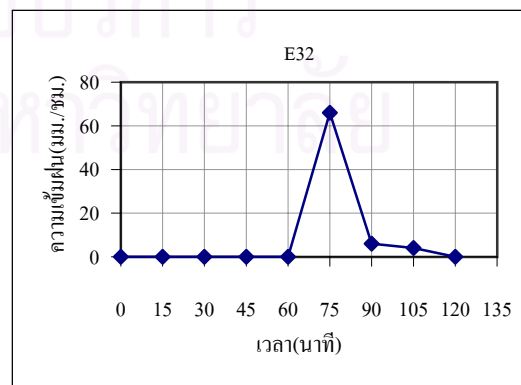
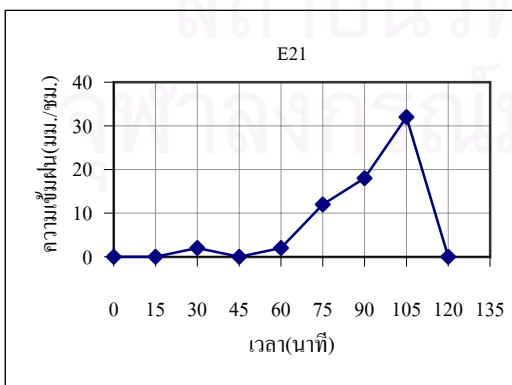
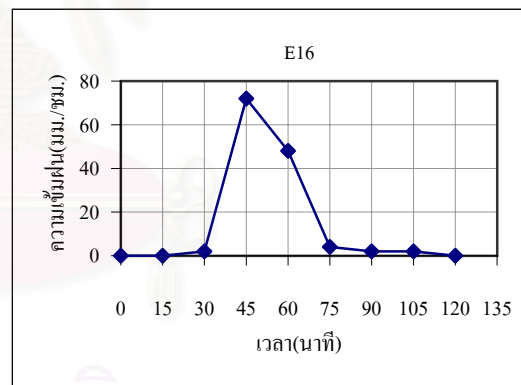
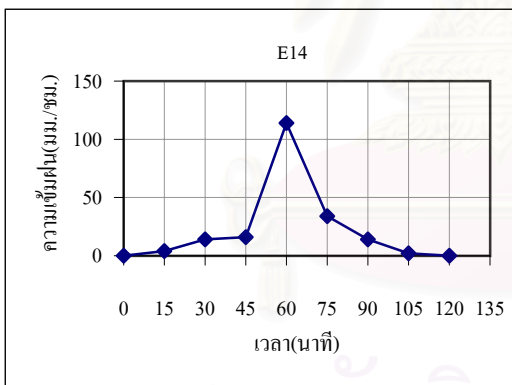
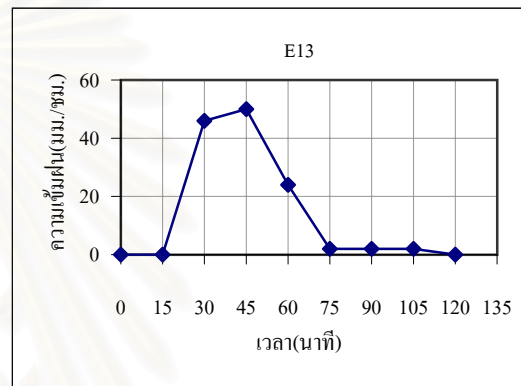
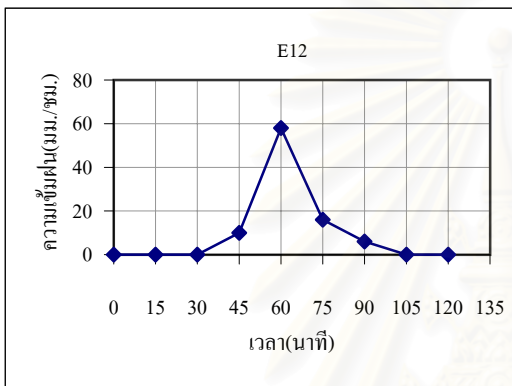
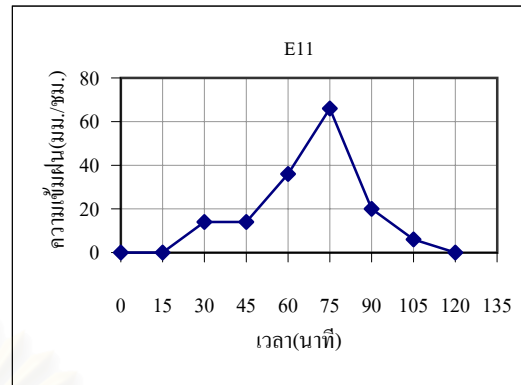
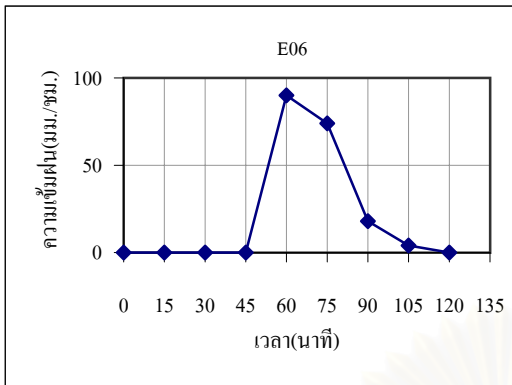
26) เหตุการณ์ฝนวันที่ 29 กรกฎาคม พ.ศ. 2543 ช่วงเวลา 21.15-23.00 น.

รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



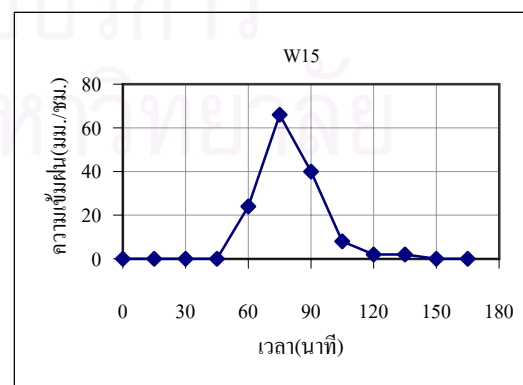
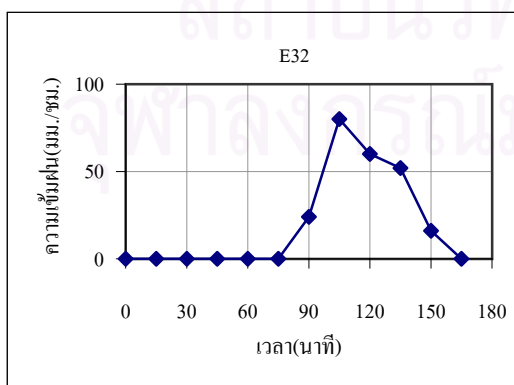
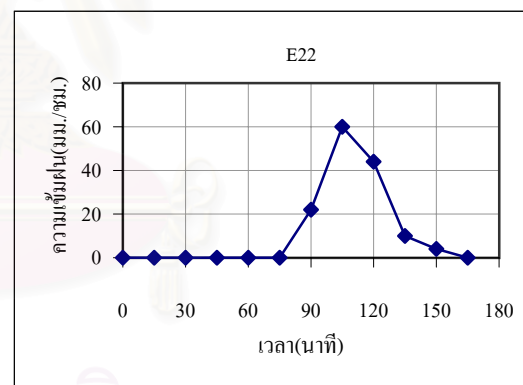
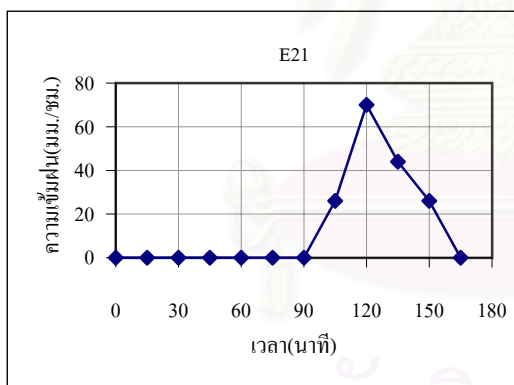
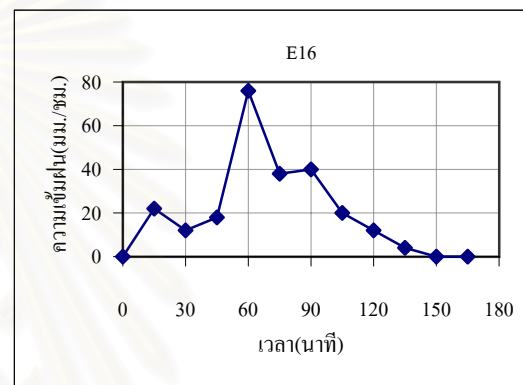
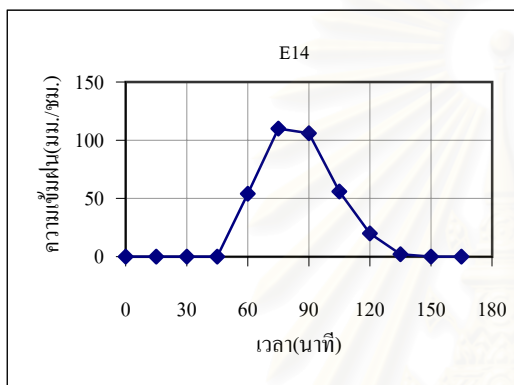
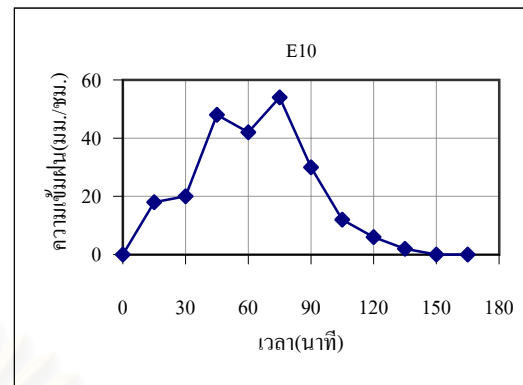
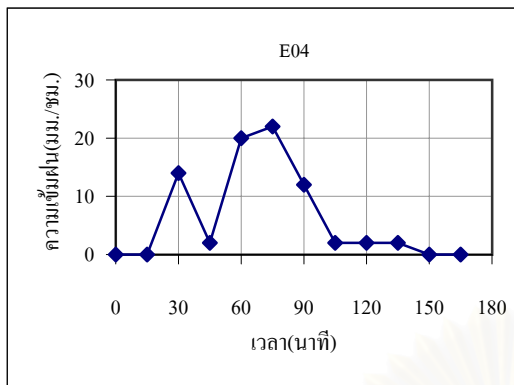
27) เหตุการณ์ฝนวันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ. 2543 ช่วงเวลา 16.30-18.00 น.

รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



28) เหตุการณ์ฝนวันที่ 14 สิงหาคม พ.ศ. 2543 ช่วงเวลา 16.00-17.45 น.

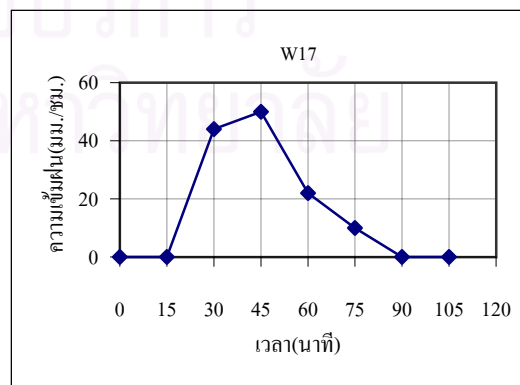
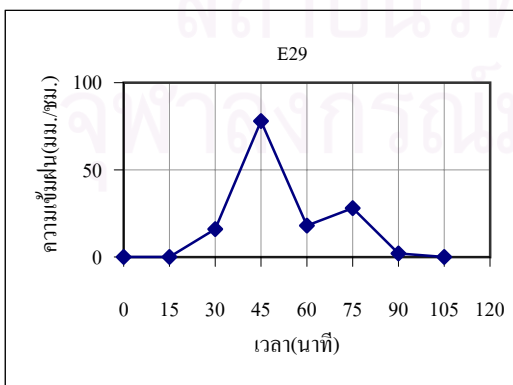
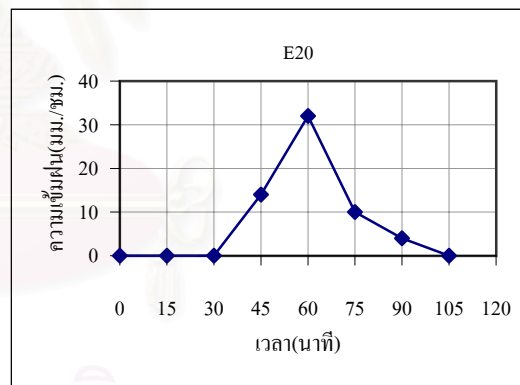
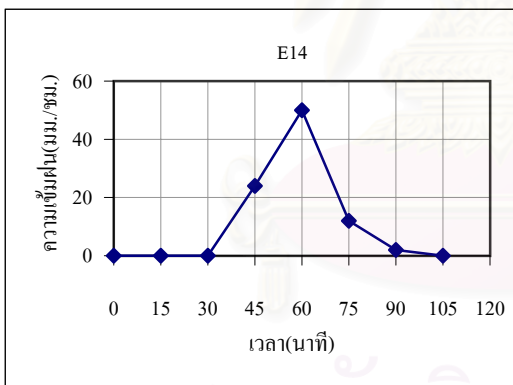
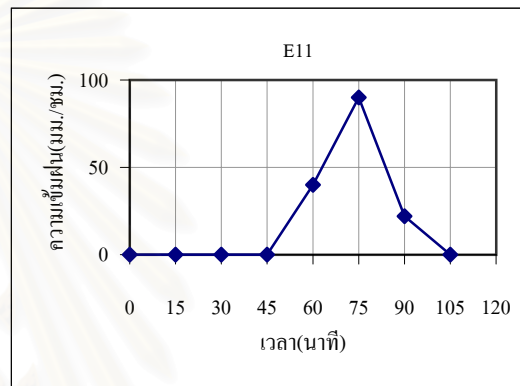
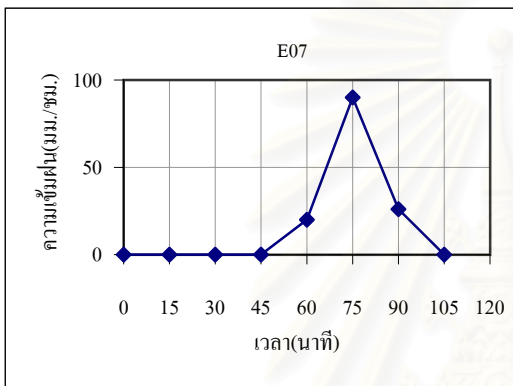
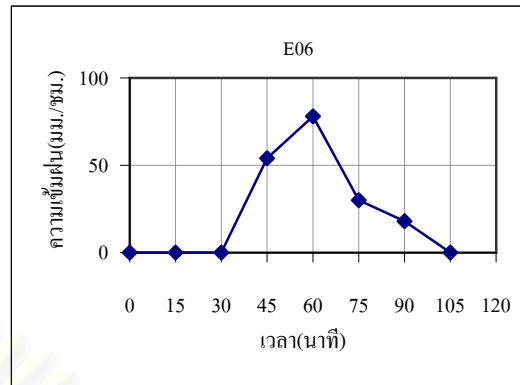
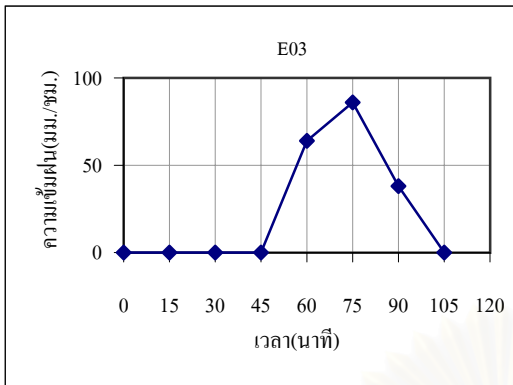
รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



29) เหตุการณ์ฝนวันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ. 2543 ช่วงเวลา 19.00-21.30 น.

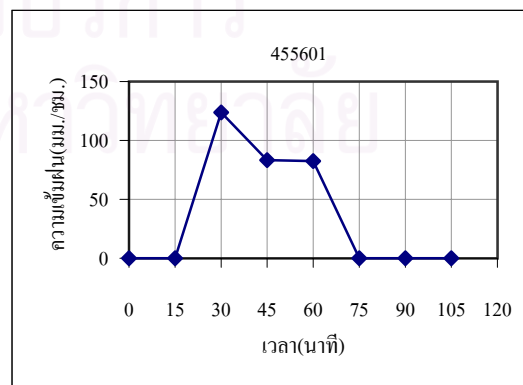
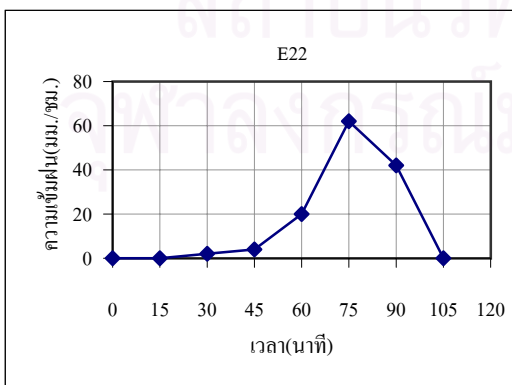
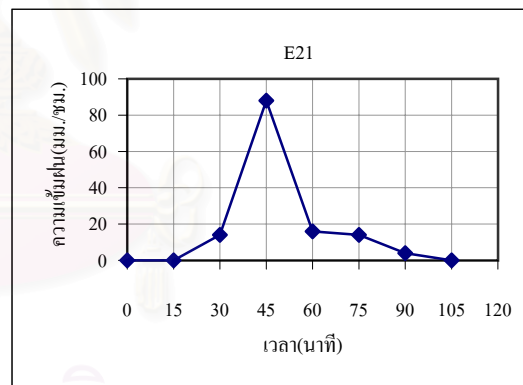
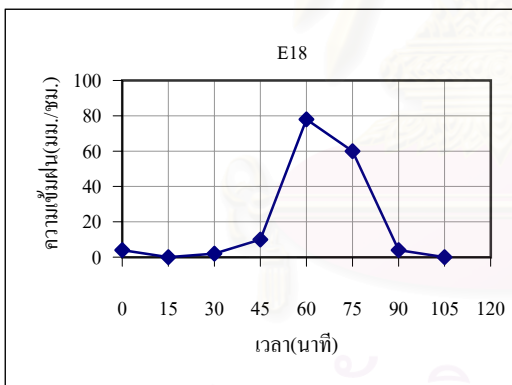
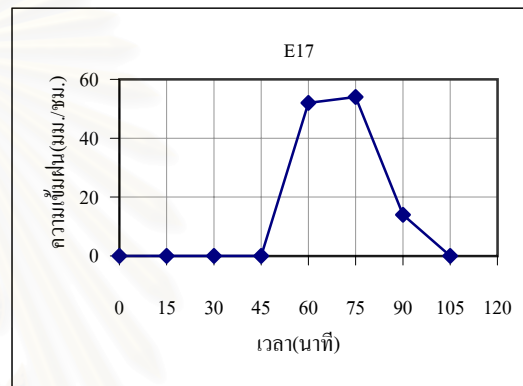
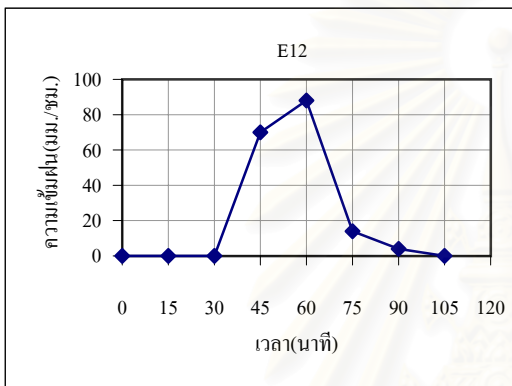
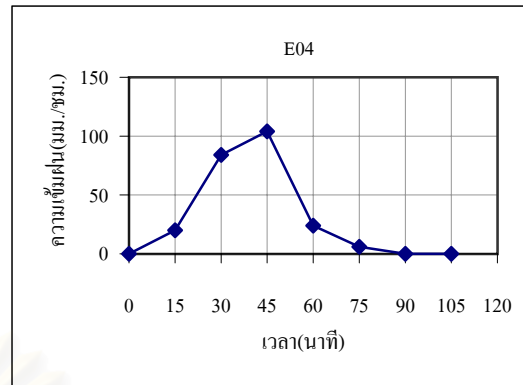
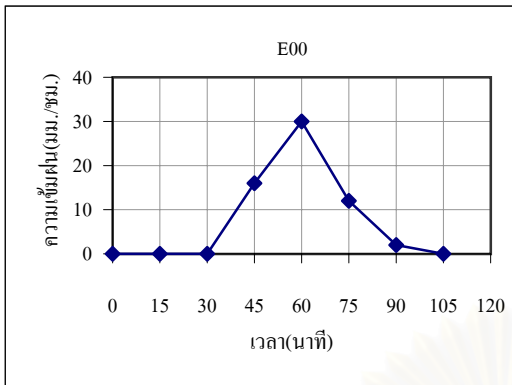
รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)





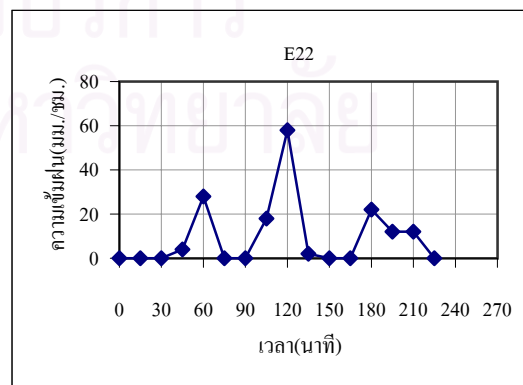
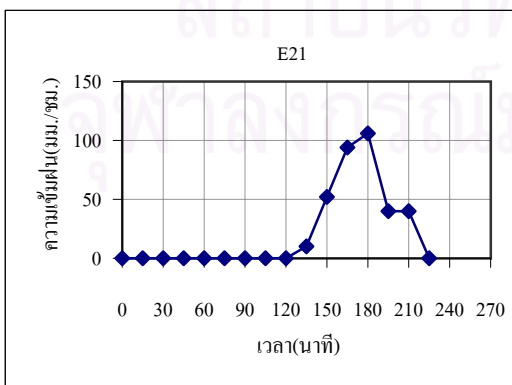
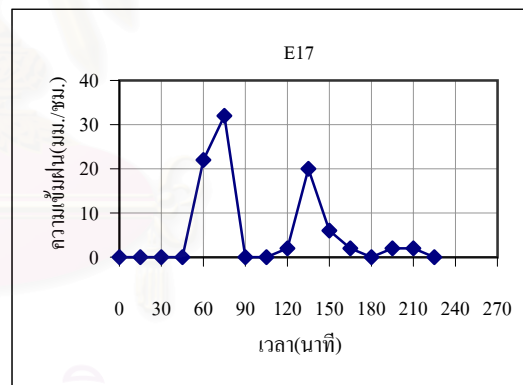
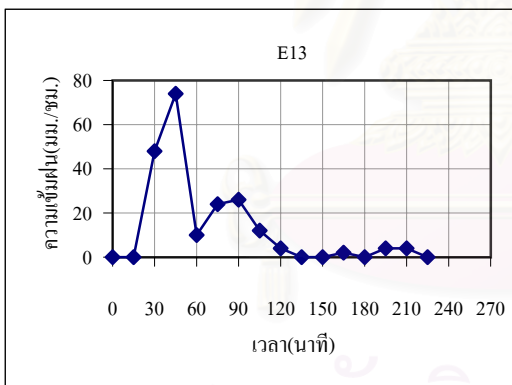
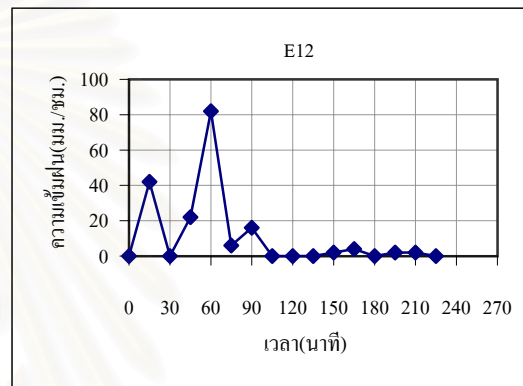
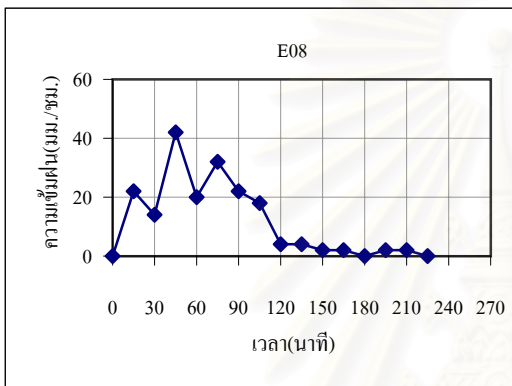
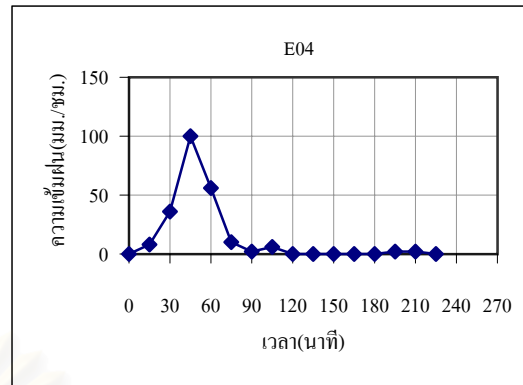
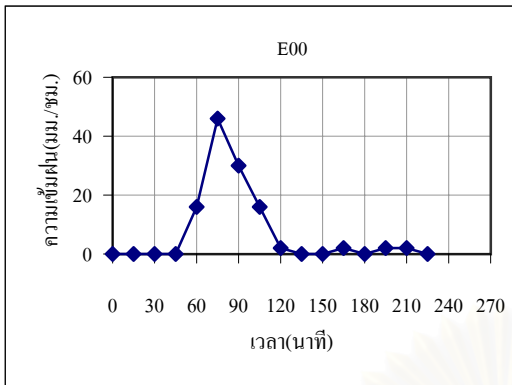
30) เหตุการณ์ฝนวันที่ 3 กันยายน พ.ศ. 2543 ช่วงเวลา 14.00-15.30 น.

รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



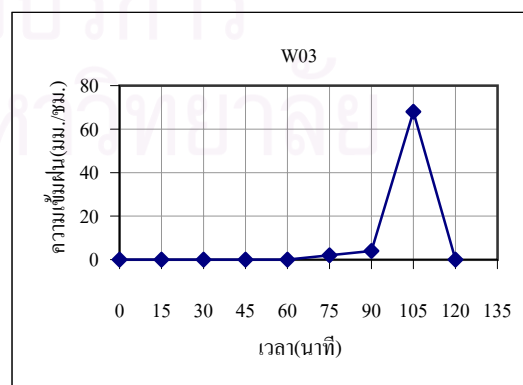
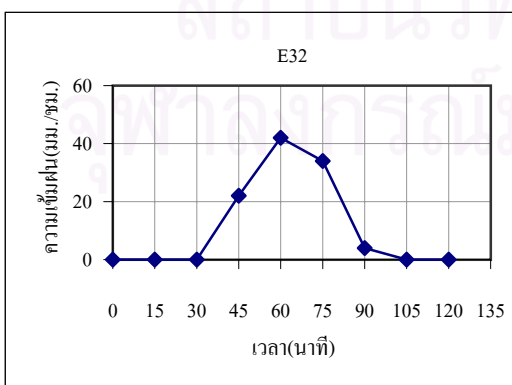
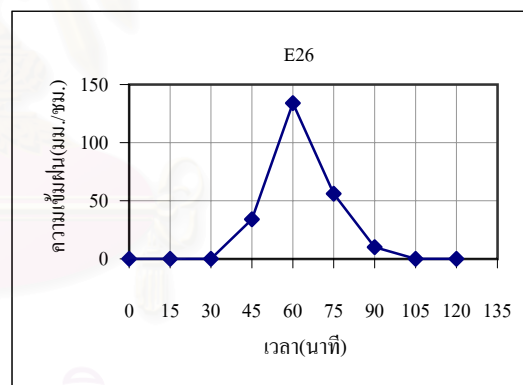
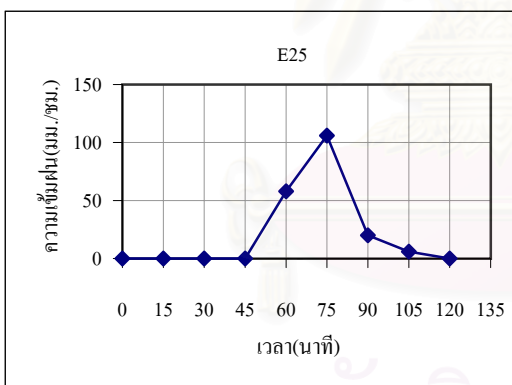
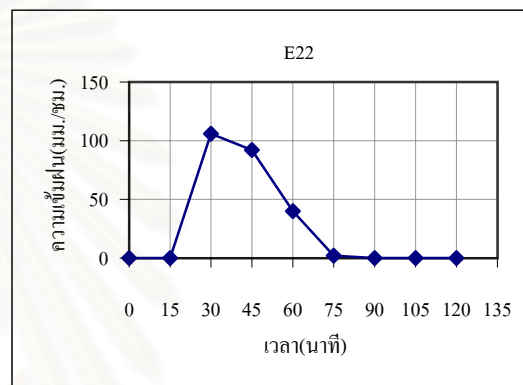
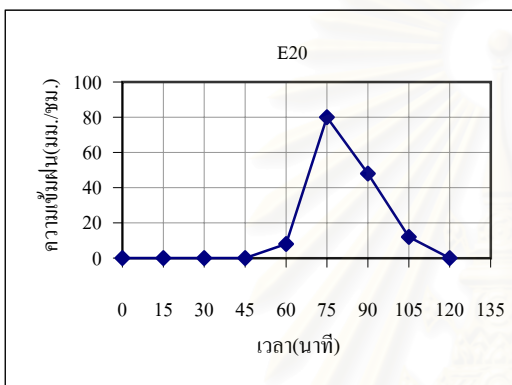
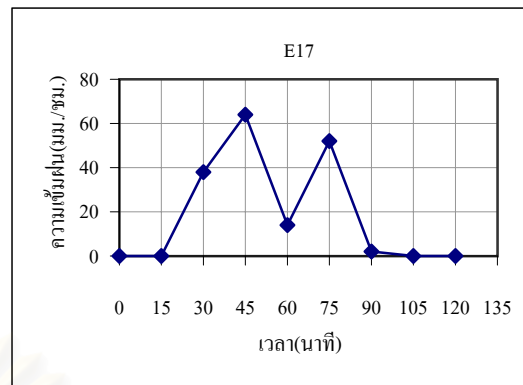
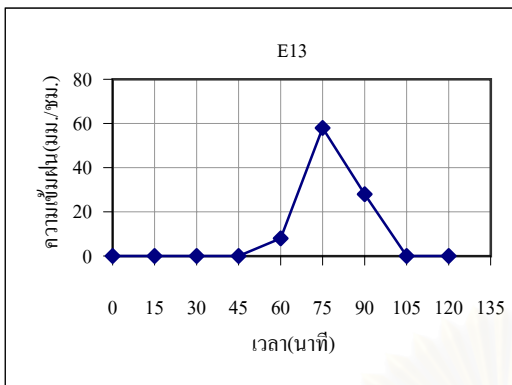
31) เหตุการณ์ฝนวันที่ 26 กันยายน พ.ศ. 2543 ช่วงเวลา 19.15-20.45 น.

รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



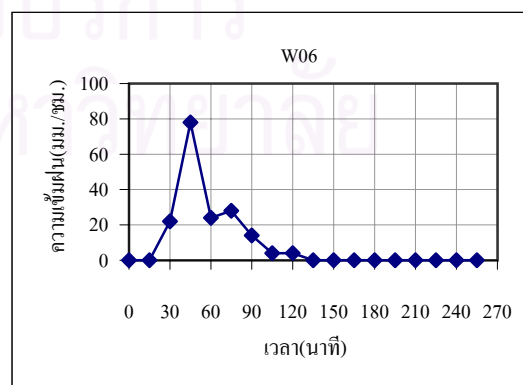
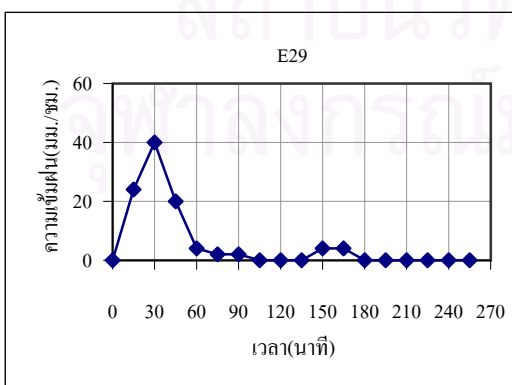
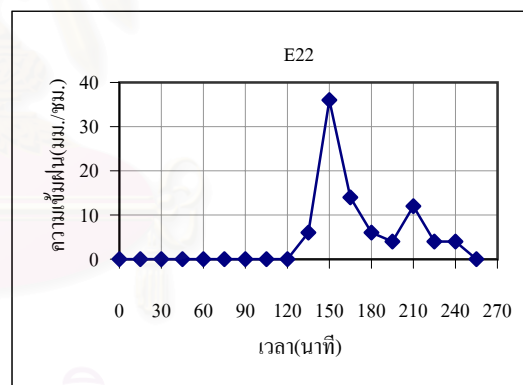
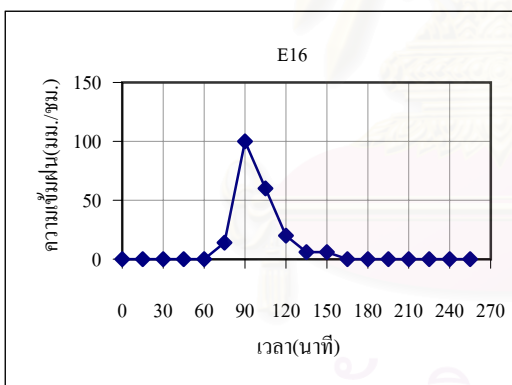
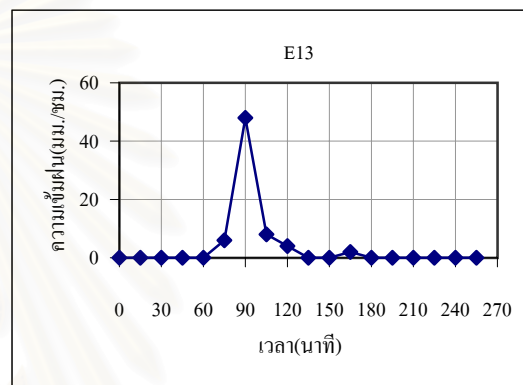
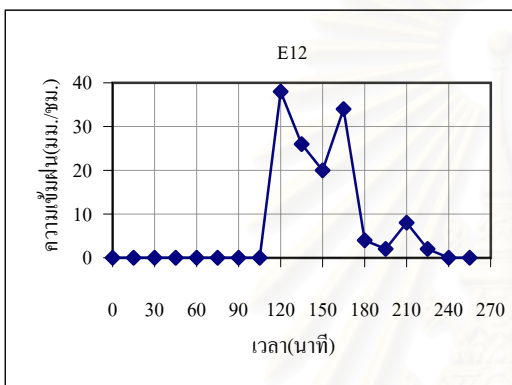
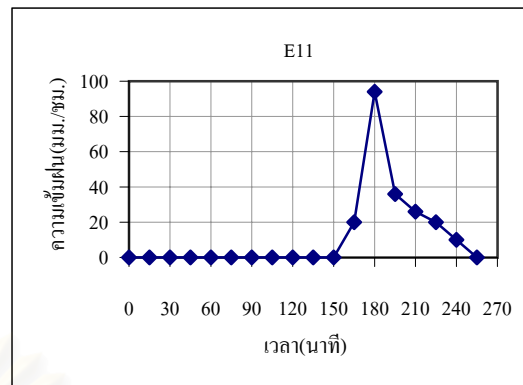
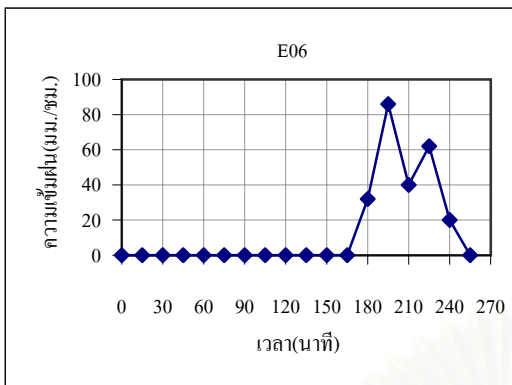
32) เหตุการณ์ฝนวันที่ 4 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ช่วงเวลา 00.45-04.15 น.

รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



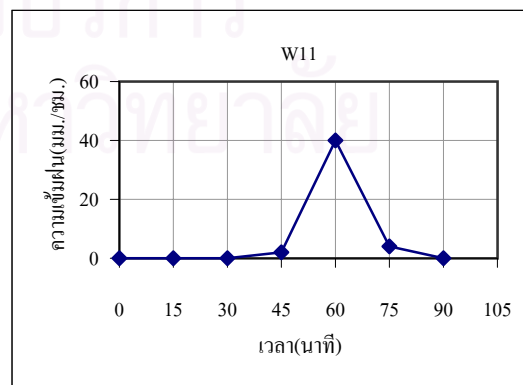
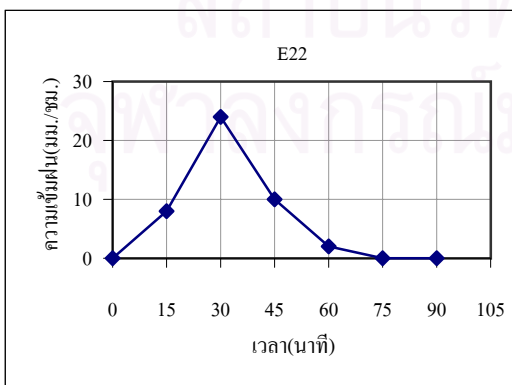
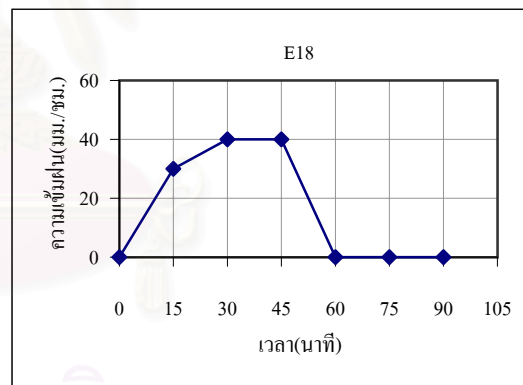
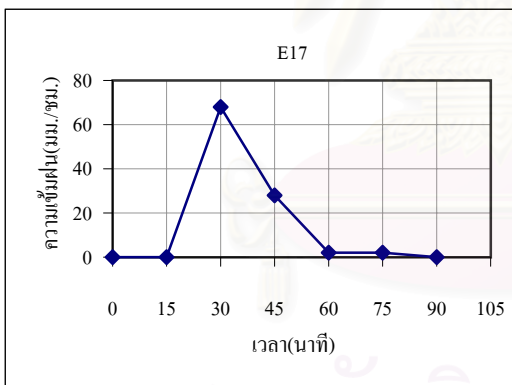
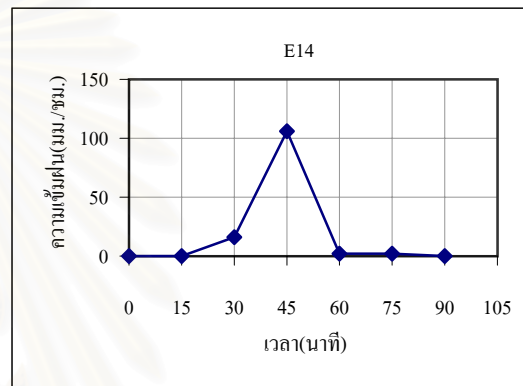
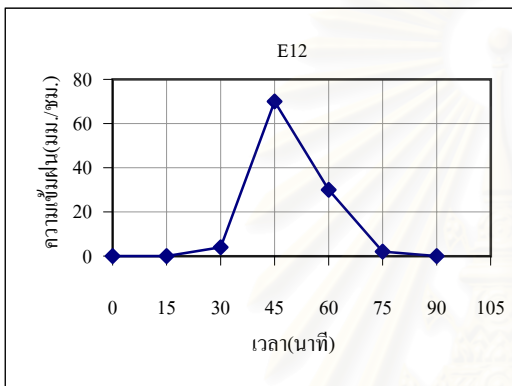
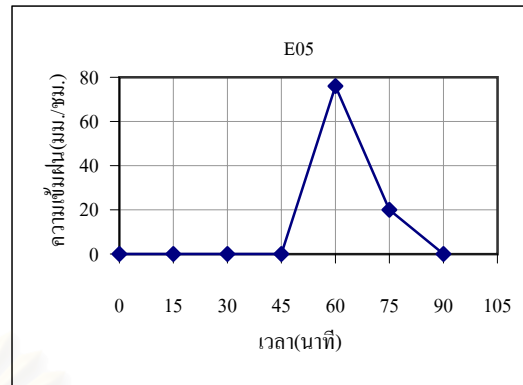
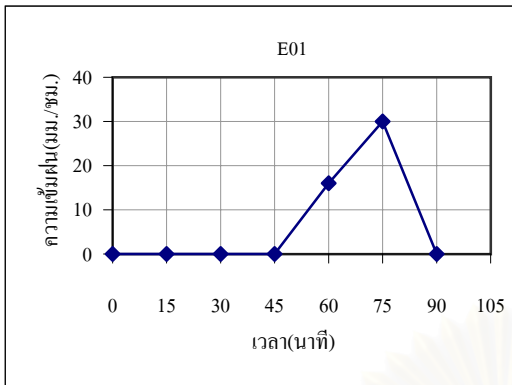
33) เหตุการณ์ฝนวันที่ 27 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ช่วงเวลา 21.30-23.15 น.

รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



34) เหตุการณ์ฝนวันที่ 10 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544 ช่วงเวลา 10.45-14.45 น.

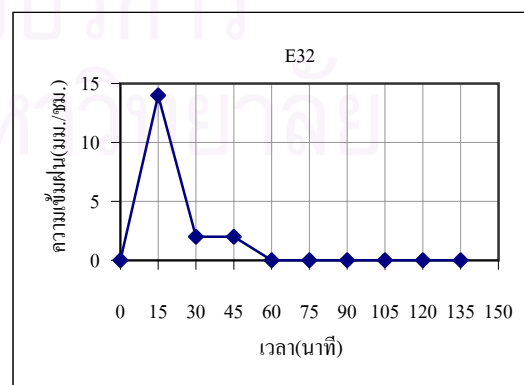
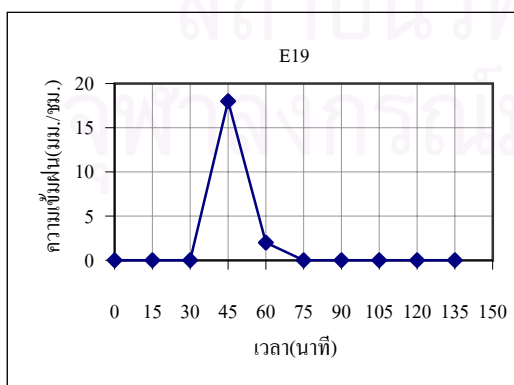
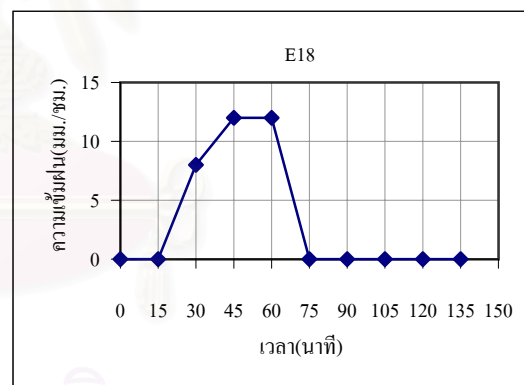
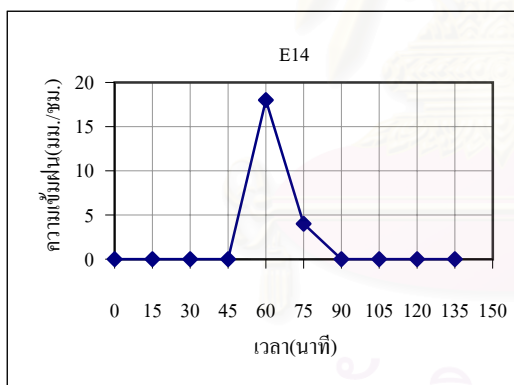
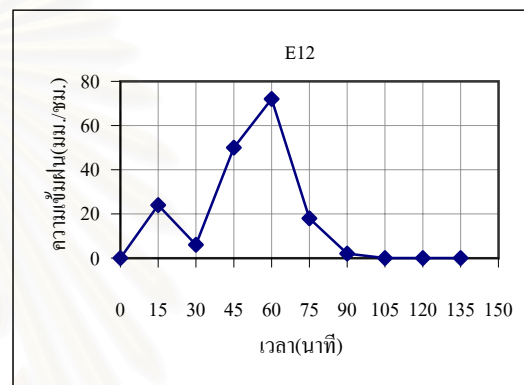
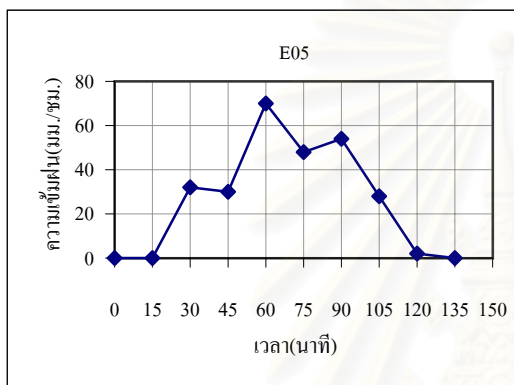
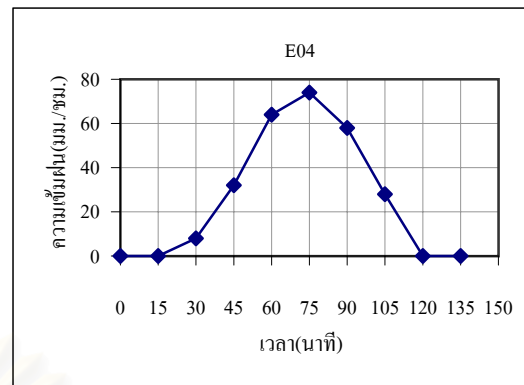
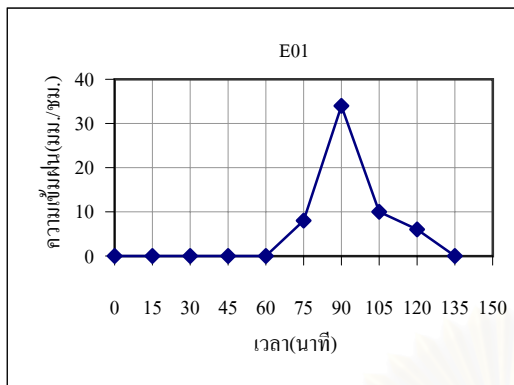
รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



35) เหตุการณ์ฝนวันที่ 9 มีนาคม พ.ศ. 2544 ช่วงเวลา 08.00-09.15 น.

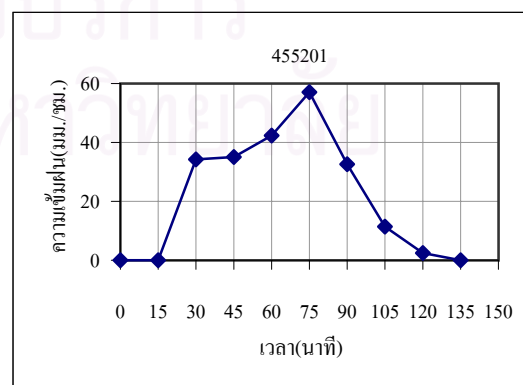
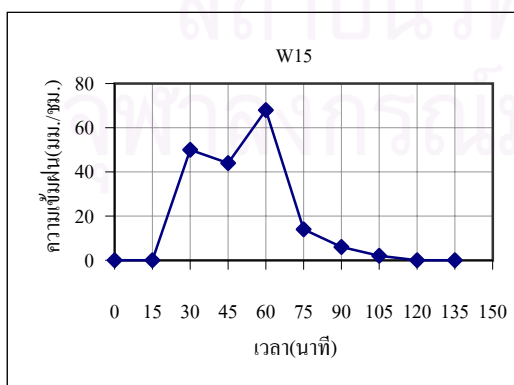
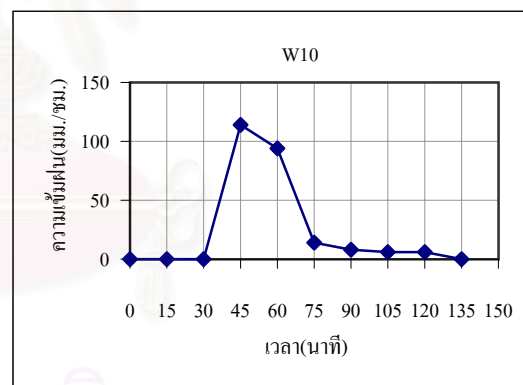
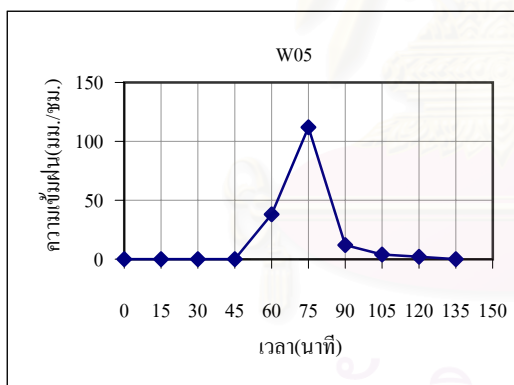
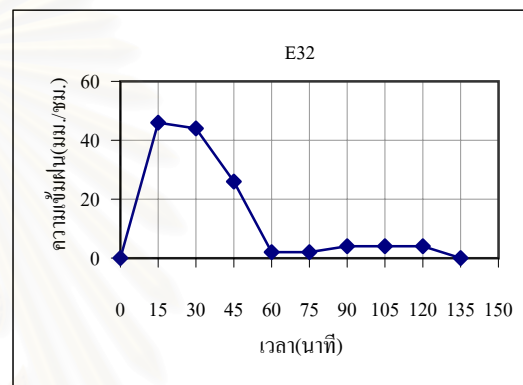
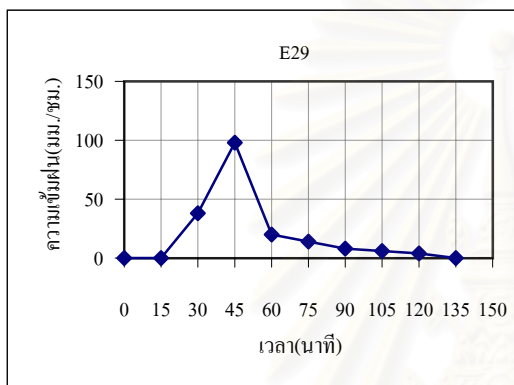
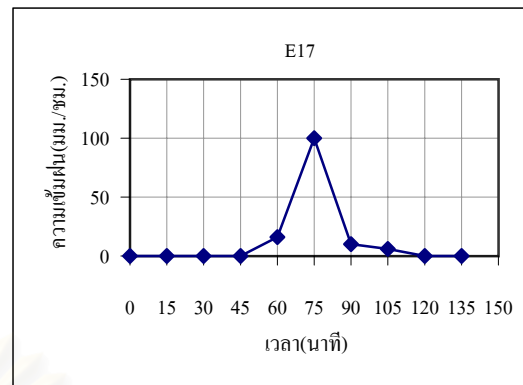
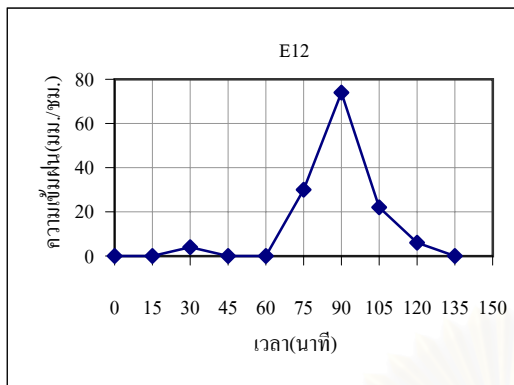
รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)





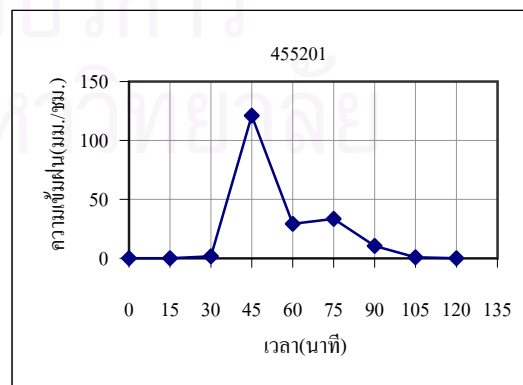
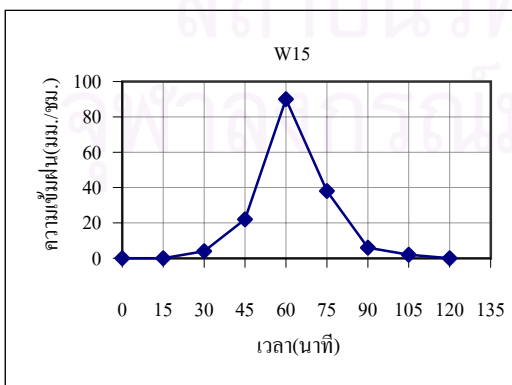
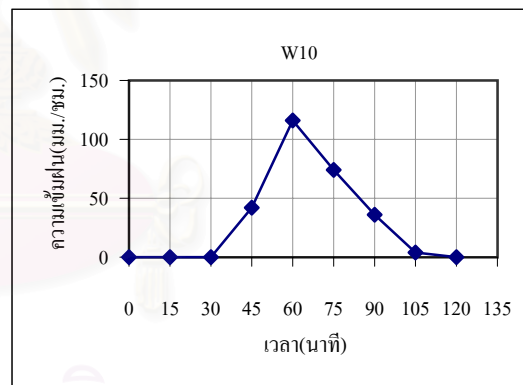
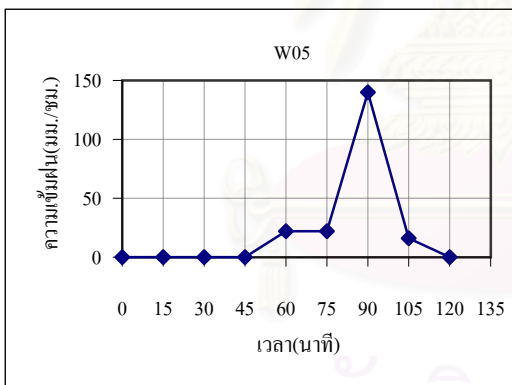
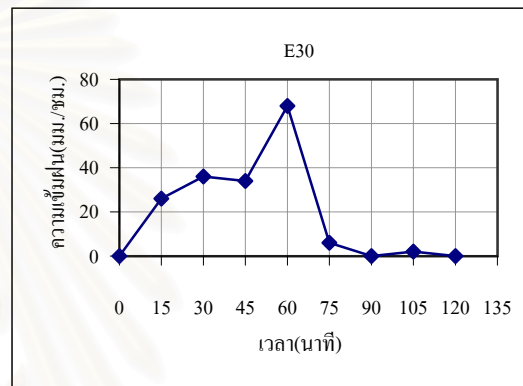
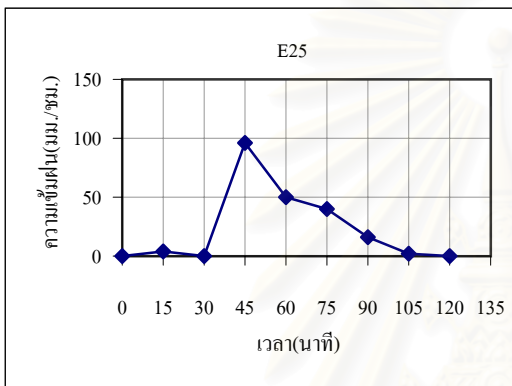
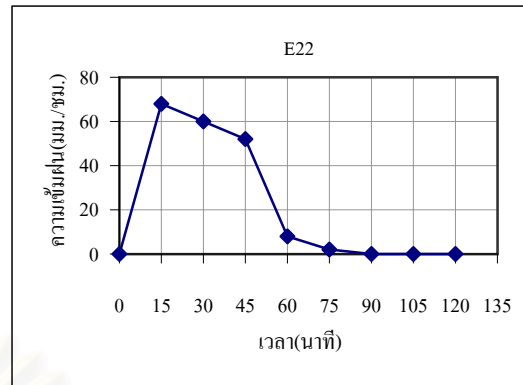
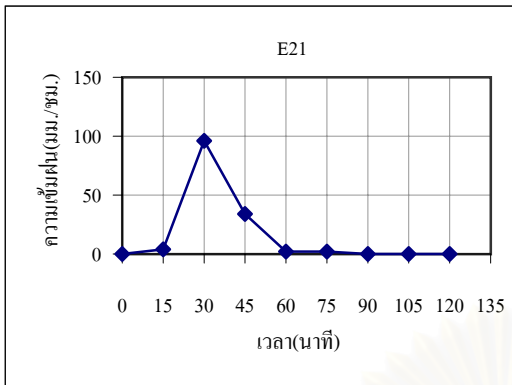
36) เหตุการณ์ฝนวันที่ 14 มีนาคม พ.ศ. 2544 ช่วงเวลา 16.45-18.45 น.

รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



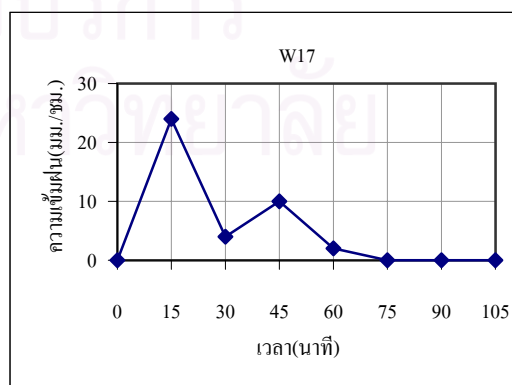
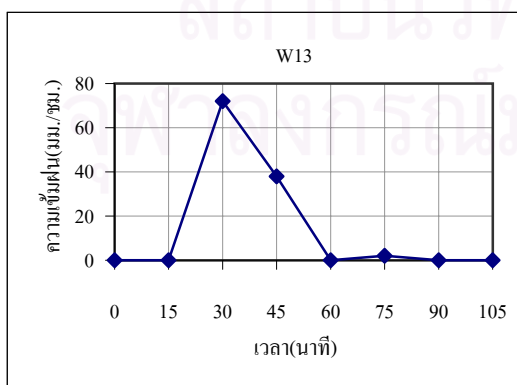
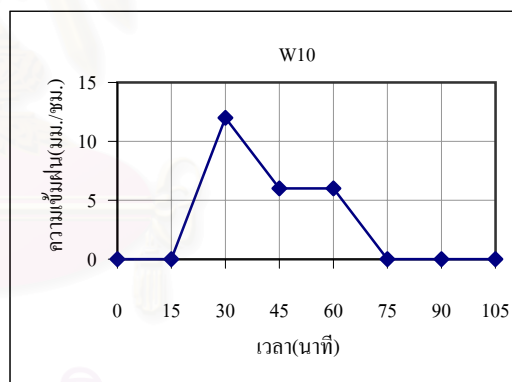
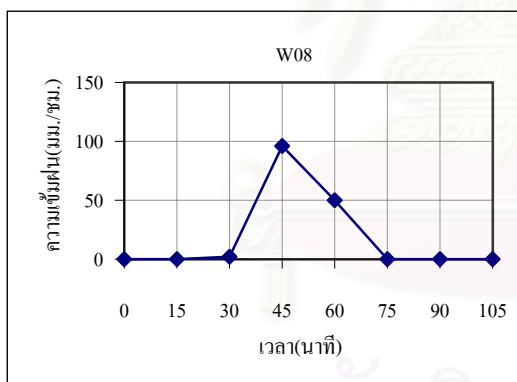
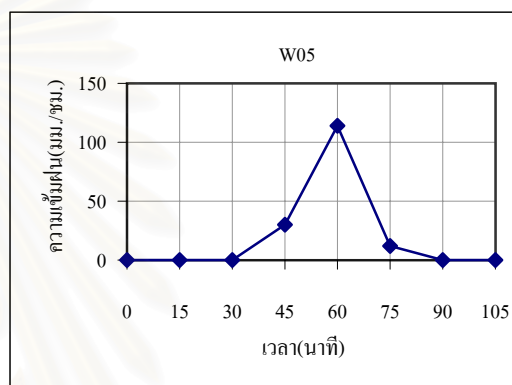
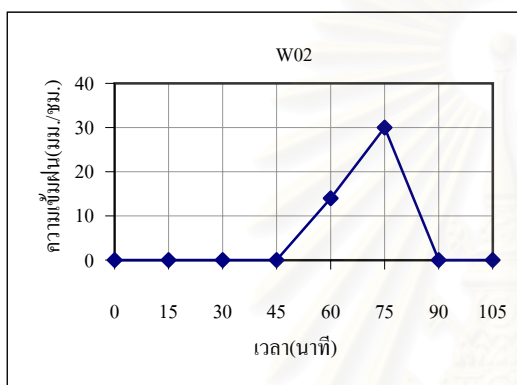
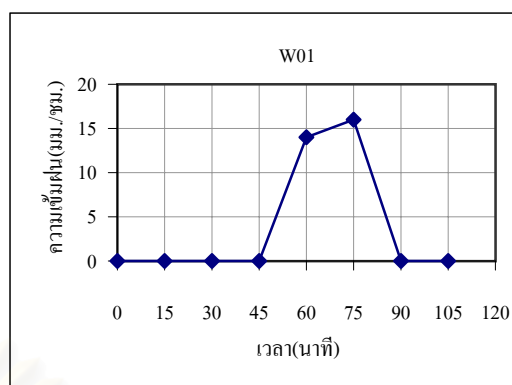
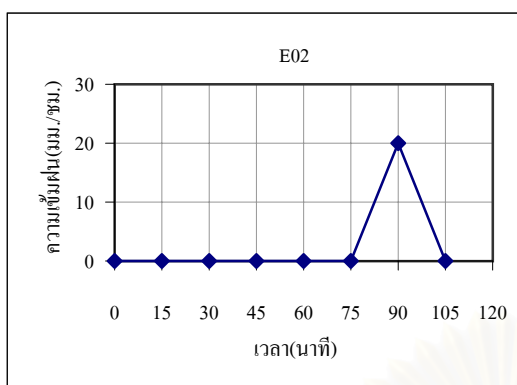
37) เหตุการณ์ฝนวันที่ 19 มีนาคม พ.ศ. 2544 ช่วงเวลา 03.00-05.00 น.

รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



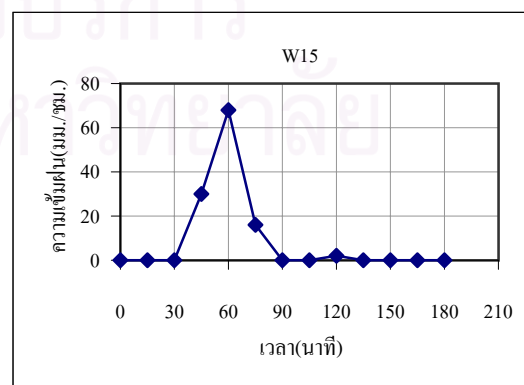
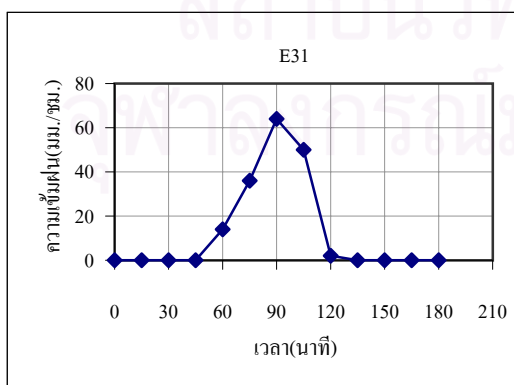
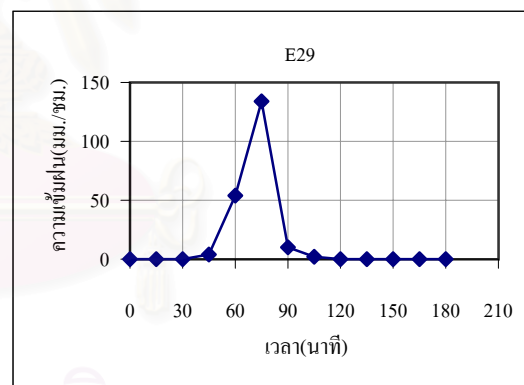
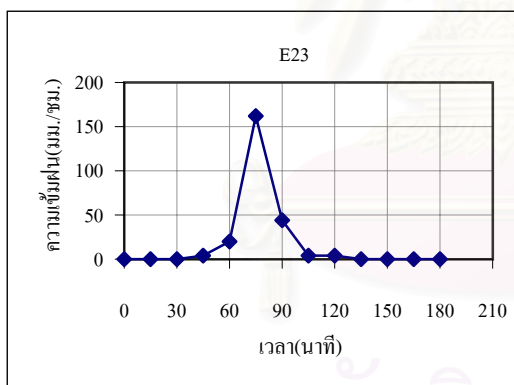
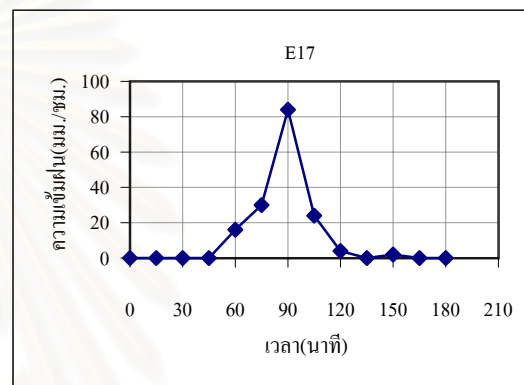
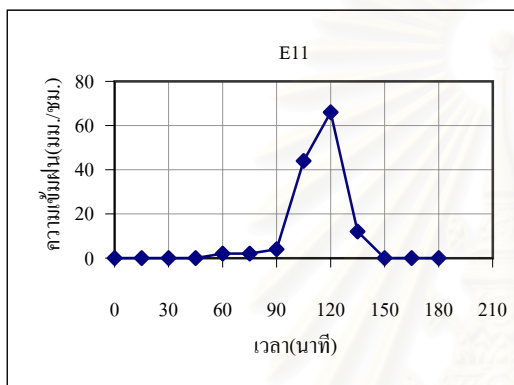
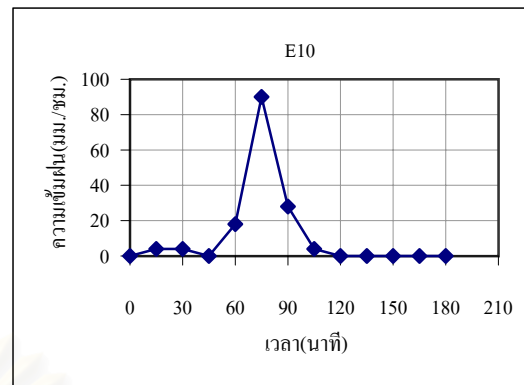
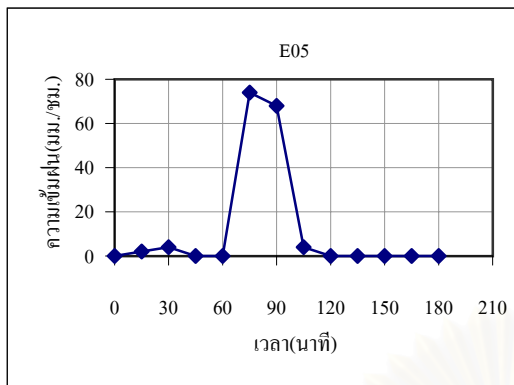
38) เหตุการณ์ฝนวันที่ 19 มีนาคม พ.ศ. 2544 ช่วงเวลา 18.45-20.30 น.

รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



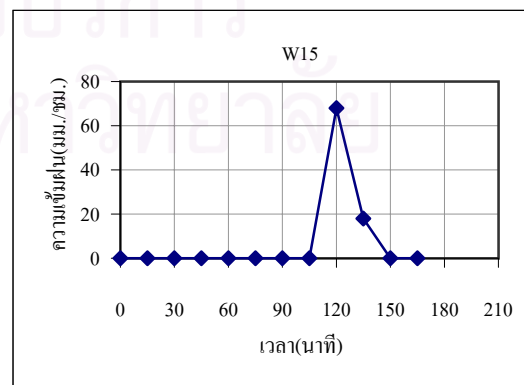
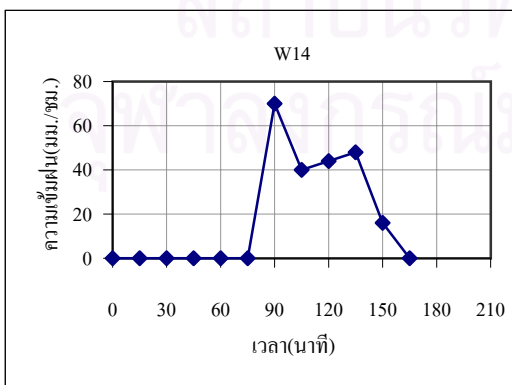
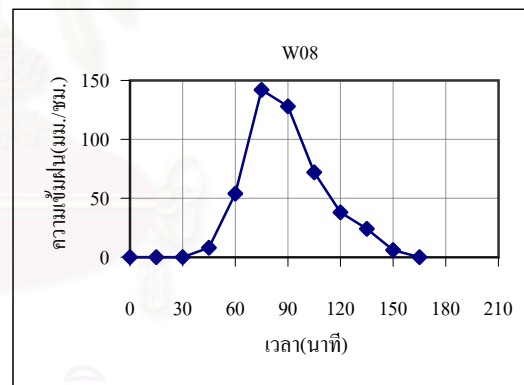
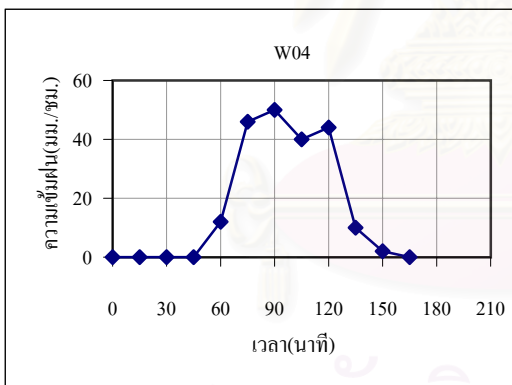
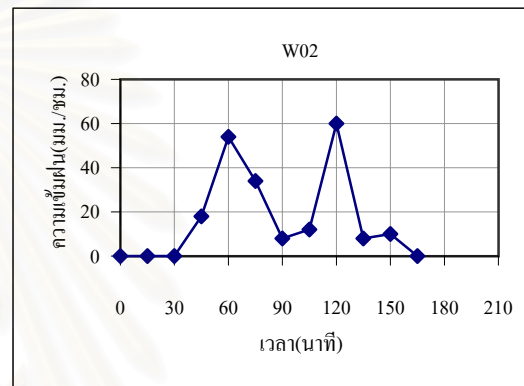
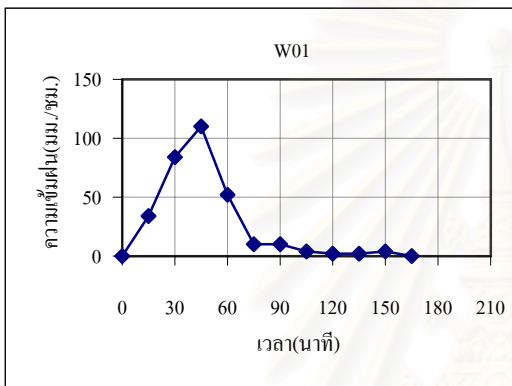
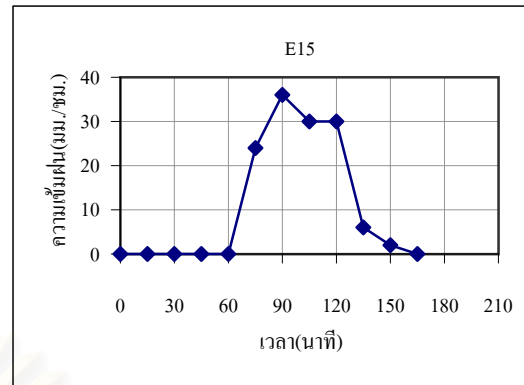
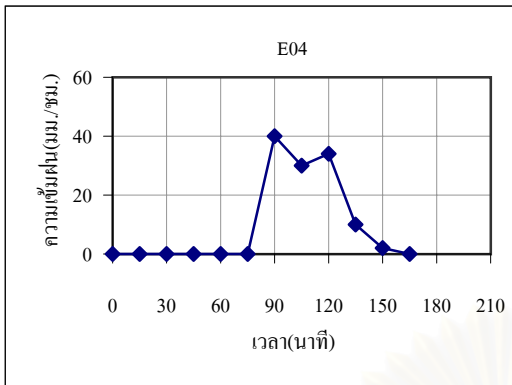
39) เหตุการณ์ฝนวันที่ 22 มีนาคม พ.ศ. 2544 ช่วงเวลา 05.15-06.45 น.

รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



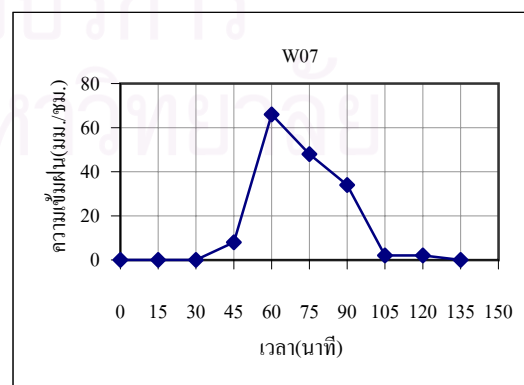
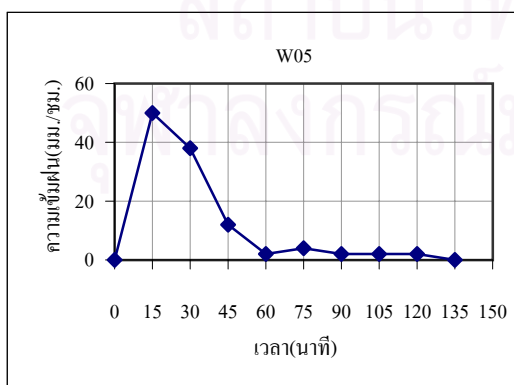
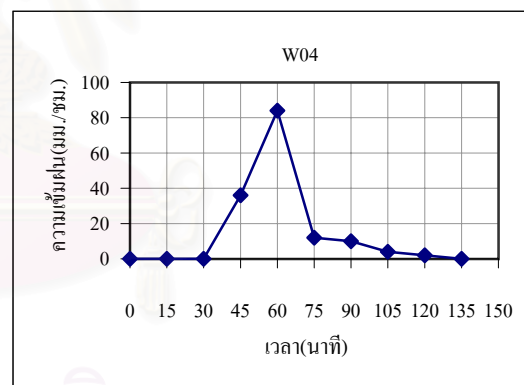
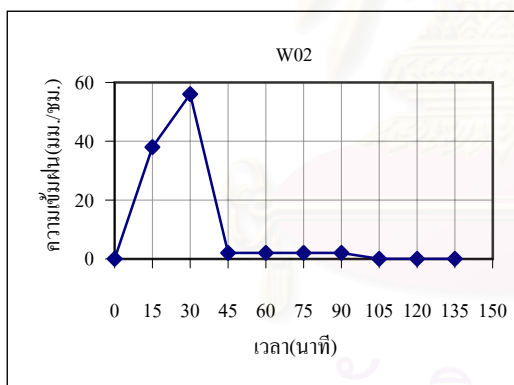
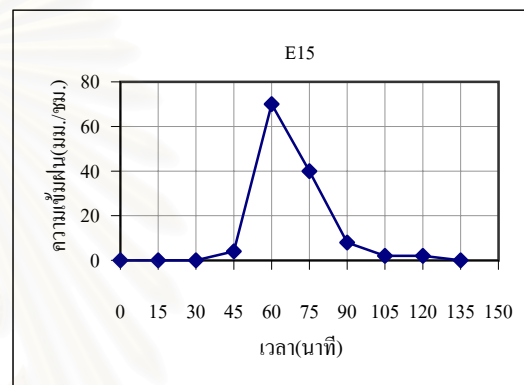
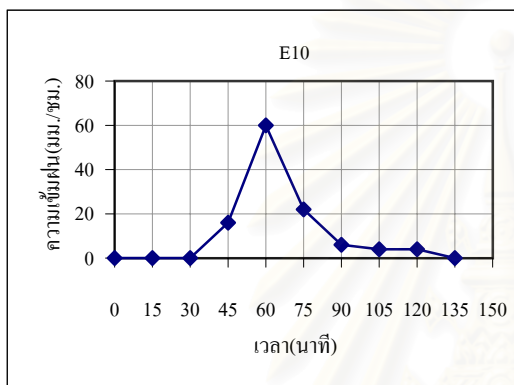
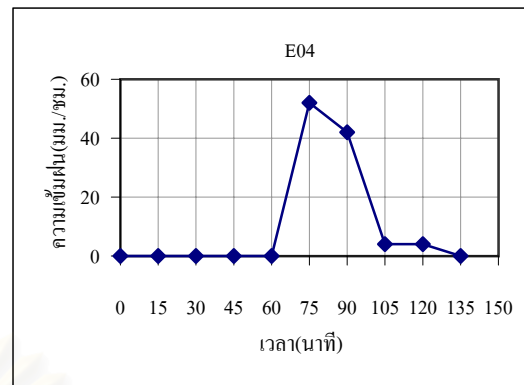
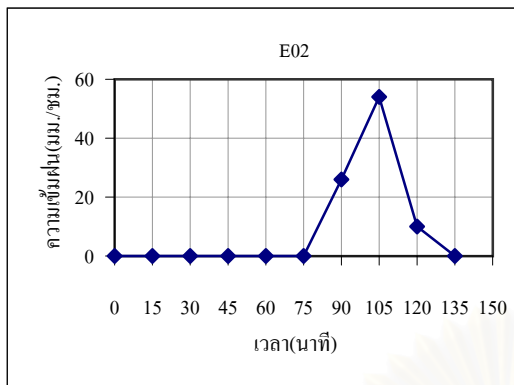
40) เหตุการณ์ฝนวันที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2544 ช่วงเวลา 00.45-03.30 น.

รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



41) เหตุการณ์ฝนวันที่ 7 มิถุนายน พ.ศ. 2544 ช่วงเวลา 18.45-21.15 น.

รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



42) เหตุการณ์ฝนวันที่ 8 กรกฎาคม พ.ศ. 2544 ช่วงเวลา 20.45-22.45 น.

รูปที่ ก-2 กราฟน้ำฝนของสถานีตัวแทนสำหรับฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)





ภาคผนวก ข

วิธีการประมาณค่าในช่วง

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ข

### วิธีการประมาณค่าในช่วง

วิธีการประมาณค่าในช่วงในปัจจุบันนี้มีอยู่หลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีนั้นจะมีความถูกต้องมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 4 ประการคือ ความถูกต้องของการวัดข้อมูล, ความหนาแน่นของข้อมูล, การกระจายของข้อมูลและความผันแปรตามระยะทางของข้อมูล (MacEachren and Davidson, 1987) หากข้อมูลสมบูรณ์และมีความหนาแน่นมาก (abundant) วิธีการประมาณค่าในช่วงเกือบทุกวิธีจะให้ผลการคำนวณที่เหมือนกัน (Burrough and McDonnell, 1998) สำหรับกรณีที่มีจุดข้อมูลน้อย (sparse data) ค่าที่ได้จากแต่ละวิธีจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสมมติฐานของแต่ละวิธี สำหรับส่วนนี้จะเป็นการอธิบายลักษณะของวิธีการประมาณค่าในช่วง 3 วิธีคือ Inverse Distance Weighted (IDW), Spline และ Kriging ในรูปของสมการและสมมติฐานของแต่ละวิธี ตลอดจนตัวอย่างผลการคำนวณของแต่ละวิธีที่ได้จากลักษณะข้อมูลที่เหมือนกัน

#### Inverse Distance Weighted (IDW)

วิธี Inverse Distance Weighted สมมติว่า จุดข้อมูลแต่ละจุดมีอิทธิพลเชิงพื้นที่ (local influence) ซึ่งจะลดลงไปตามระยะทางจากจุดนั้นๆ โดยในการประมาณค่าในช่วงระหว่างจุดข้อมูล 2 จุดนั้นจะทำการถ่วงน้ำหนักค่ามากให้กับจุดที่อยู่ใกล้มากกว่าซึ่งสามารถกำหนดรูปแบบการคำนวณได้ 2 แบบคือ การกำหนดจำนวนจุดและการใช้ทุกๆจุดซึ่งอยู่ภายในรัศมีที่กำหนด ค่า power parameter จะเป็นตัวควบคุมความสำคัญของจุดข้อมูลที่อยู่ล้อมรอบค่าที่ทำการคำนวณ ค่า power parameter ที่สูงจะเป็นผลให้ลดอิทธิพลของจุดที่อยู่ไกลออกไป วิธีนี้จะไม่ให้ค่าสูงกว่าและต่ำกว่าค่าจากจุดข้อมูลนั่นคือ ค่าสูงสุดและต่ำสุดจะเกิดขึ้นที่จุดข้อมูล วิธีนี้เหมาะสำหรับกรณีที่มีจุดข้อมูลค่อนข้างหนาแน่น สมการทั่วไปของวิธีนี้คือ

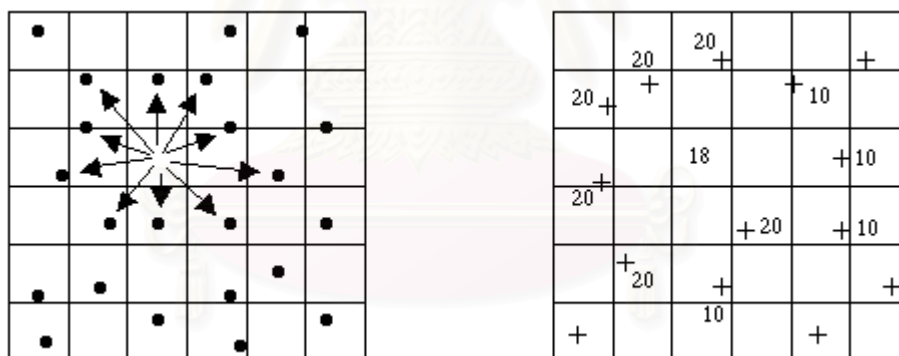
$$P_j = \sum_{i=1}^n w_{ij} P_i \quad (\text{ข-1})$$

$$\text{โดยที่ } w_{ij} = \frac{d_{ij}^{-r}}{\sum_{i=1}^n d_{ij}^{-r}} \quad (\text{ข-2})$$

เมื่อ  $P_j$  = ความลึกน้ำฝนที่ต้องการประมาณค่าที่ตำแหน่ง  $j$

- $P_i$  = ความถี่น้ำหนักที่จุดข้อมูล  $i$   
 $n$  = จำนวนของจุดข้อมูล  
 $W_{ij}$  = ค่าถ่วงน้ำหนัก (Weights) สำหรับจุดข้อมูล  $i$  และตำแหน่ง  $j$  โดยผลรวมของค่าถ่วงน้ำหนักจะมีค่าเท่ากับ 1 เสมอ  
 $d_{ij}$  = ระยะทางจากตำแหน่ง  $j$  ถึงจุดข้อมูล  $i$   
 $r$  = ค่ายกกำลังซึ่งสัมพันธ์กับระยะทางหรือ power parameter โดยทั่วไปจะมีค่า 0.5 – 3

สำหรับวิธี Inverse Distance Weighted (IDW) ในการศึกษานี้ เลือกใช้รูปแบบการประมาณค่าโดยการกำหนดจุดรอบๆกริดที่ต้องการทราบค่าจำนวน 10 จุดมาพิจารณา และกำหนดค่า power parameter เท่ากับ 2 ดังรูปที่ ข-1 เช่น ที่กริดหมายเลข 18 เป็นกริดที่ไม่ทราบค่า ดังนั้น ในการประมาณค่าเชิงพื้นที่จะใช้ค่าที่อยู่รอบๆจุดนั้นมาพิจารณาคือ ค่า 20, 20, 20, 20, 20, 10, 20, 10, 10 และ 10 มาพิจารณาค่าจะได้เท่ากับ 18 ซึ่งมีค่าระหว่างค่าสูงสุดกับค่าต่ำสุดของจุดข้อมูลโดยรอบ



รูปที่ ข-1 การประมาณค่าในช่วงโดยวิธี Inverse Distance Weighted (IDW)

## Spline

วิธี Spline จะทำการสร้างพื้นผิวที่มีความโค้งน้อยที่สุดซึ่งจะตัดผ่านทุกๆจุดข้อมูล โดยทำการสร้างฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ไปสู่จุดข้อมูลที่ใกล้ที่สุดตามจำนวนที่กำหนดจนกว่าจะผ่านทุกๆจุดข้อมูลที่มี วิธีนี้ใช้แนวคิดของการโค้งงอแผ่นยางแบนราบให้ผ่านทุกๆจุดข้อมูลโดยควบคุมให้แผ่นยางเกิดความโค้งน้อยที่สุด Spline เหมาะสำหรับพื้นผิวที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยเช่น ระดับความสูง, ระดับผิวน้ำ, ความเข้มข้นของมลพิษ เป็นต้น และไม่ควรใช้กับพื้นผิวที่มีการเปลี่ยนแปลง

ในแนวราบอย่างมากในระยะทางที่สั้นเนื่องจากจะทำให้ค่าที่คำนวณได้เกิดการ overshooting กล่าวคือ เกิดค่าสูงกว่าค่าสูงสุดของข้อมูลหรือเกิดค่าต่ำกว่าค่าต่ำสุดของข้อมูล วิธี Spline ที่ใช้จะเป็นชนิด Thin plate splines with Tension (Hutchison, 1991) โดยมีรูปแบบสมการฟังก์ชันดังนี้

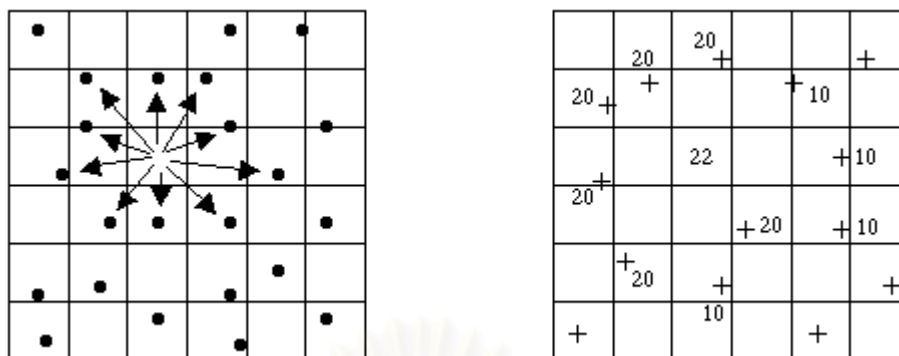
$$f(x, y) = T(x, y) + \sum_{j=1}^n \lambda_j R(r_j) \quad (\text{ข-3})$$

โดยที่  $T(x, y) = a_1 + a_2x + a_3y \quad (\text{ข-4})$

และ 
$$R(r) = \frac{1}{2\pi} \left\{ \frac{r^\phi}{4} \left[ \ln\left(\frac{r}{2\tau}\right) + c - 1 \right] + \tau^\phi \left[ K_0\left(\frac{r}{\tau}\right) + c + \ln\left(\frac{r}{2\pi}\right) \right] \right\} \quad (\text{ข-5})$$

- เมื่อ  $x$  และ  $y$  = ค่าพิกัด  $X, Y$  ของตำแหน่งที่ต้องการประมาณค่า  
 $n$  = จำนวนจุดข้อมูล  
 $\lambda_j$  = ค่าสัมประสิทธิ์ถ่วงน้ำหนัก (weight coefficients)  
 $r_j$  = ระยะทางระหว่างตำแหน่ง  $(x, y)$  ถึงตำแหน่งจุดข้อมูล  $j$   
 $a_i$  = ค่าสัมประสิทธิ์ (coefficients)  
 $\phi$  และ  $\tau$  = ค่าถ่วงน้ำหนัก (weights) ของสมการเชิงอนุพันธ์อันดับ 1 และ 3 ตามลำดับ  
 $K_0$  = modified Bessel function  
 $c$  = ค่าคงที่ มีค่าเท่ากับ 0.5772

สำหรับวิธี Spline ในการศึกษาี้ เลือกใช้รูปแบบการประมาณค่าโดยการกำหนดจุดรอบๆ กริดที่ต้องการทราบค่าจำนวน 10 จุดมาพิจารณา และกำหนดค่า weight coefficients ( $\phi$  และ  $\tau$ ) เท่ากับ 1 ดังรูปที่ ข-2 เช่น ที่กริดหมายเลข 22 เป็นกริดที่ไม่ทราบค่า ดังนั้น ในการประมาณค่าเชิงพื้นที่ที่จะใช้ค่าที่อยู่รอบๆจุดนั้นมาพิจารณาคือ ค่า 20, 20, 20, 20, 20, 10, 20, 10, 10 และ 10 มาพิจารณาค่า จะได้เท่ากับ 22 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าของจุดข้อมูลโดยรอบ



รูปที่ ข-2 การประมาณค่าในช่วงโดยวิธี Spline

### Kriging

Kriging ใช้หลักการของทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ (regionalized variable theory) ซึ่งสมมติว่า การผันแปรเชิงระยะทาง (spatial variation) ในแต่ละจุดข้อมูลมีความเหมือนกันในทางสถิติ (statistically homogeneous) ตลอดพื้นผิว นั่นคือ ทุกๆตำแหน่งในพื้นที่ผิวจะมีรูปแบบของความผันแปร (pattern of variation) เดียวกัน

Kriging เป็นวิธีการทางสถิติเชิงพื้นที่ (geostatistical method) ซึ่งใช้ semi-variogram ทำการประมาณค่า ณ ตำแหน่งที่ไม่ทราบค่า semi-variogram นี้อยู่ในรูปกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง semi-variance และระยะห่างระหว่างจุดข้อมูล รูปแบบสมการของ semi-variance คือ

$$\gamma(h) = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n \{z(x_i) - z(x_i + h)\}^2 \quad (\text{ข-6})$$

เมื่อ

$$\gamma(h) = \text{semi-variance}$$

$$n = \text{จำนวนจุดข้อมูล}$$

$$z(x_i) = \text{ค่าความลึกน้ำฝน } z \text{ ที่ตำแหน่ง } x_i$$

$$h = \text{ระยะห่างระหว่างจุดข้อมูลที่ตำแหน่ง } x_i \text{ ถึง } x_{i+1}$$

ในการศึกษา นี้ เลือกใช้ Universal Kriging with Linear Drift โดยให้ semi-variogram มีรูปแบบของกราฟเป็นเส้นตรง (Linear Model) ค่าความลึกน้ำฝนที่ตำแหน่งใดๆ สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$z(x_0) = \sum_{i=1}^n w_i z(x_i) \quad (\text{ข-7})$$

โดยจากค่า semi-variance จะได้

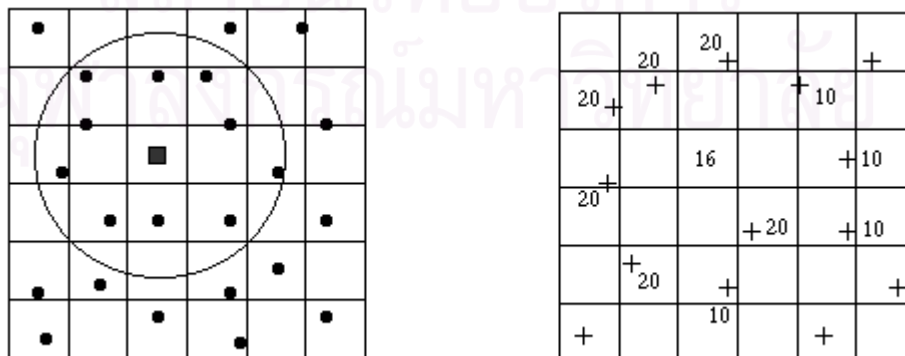
$$\sum_{i=1}^n w_i \gamma(x_i, x_j) + \phi + M = \gamma(x_j, x_0) \quad (\text{ข-8})$$

โดยที่ Drift ( $M$ ) อยู่ในรูปของสมการโพลีโนเมียลลำดับที่ 1 (first-order polynomial)

$$M = a_1 X_i + a_2 Y_i \quad (\text{ข-9})$$

- เมื่อ  $z(x_0)$  = ค่าความลึกน้ำฝน ณ ตำแหน่งที่ต้องการประมาณค่า  
 $w_i$  = ค่าถ่วงน้ำหนัก (Weights) โดยผลรวมของค่าถ่วงน้ำหนักจะมีค่าเท่ากับ 1 เสมอ  
 $\phi$  = Lagrange multiplier  
 $\gamma(x_i, x_j)$  = semi-variance ของค่าความลึกน้ำฝนระหว่างสถานี  $x_i$  และ  $x_j$   
 $\gamma(x_i, x_0)$  = semi-variance ของค่าความลึกน้ำฝนระหว่างสถานี  $x_i$  และ ตำแหน่งที่ต้องการประมาณค่า  $x_0$   
 $X_i$  และ  $Y_i$  = ค่าพิกัด X, Y ของสถานี  $x_i$   
 $a_1$  และ  $a_2$  = drift coefficients

สำหรับวิธี Kriging ในการศึกษานี้ เลือกใช้รูปแบบการประมาณค่าโดยการกำหนดรัศมีค้นหาจุดข้อมูล (Search Radius) จากกริดที่ต้องการทราบค่าไม่เกิน 2000 เมตร และกำหนดจุดรอบๆ กริดที่ต้องการทราบค่าภายในรัศมีที่กำหนดไม่ต่ำกว่า 10 จุด ดังรูปที่ ข-3 เช่น ที่กริดหมายเลข 16 เป็นกริดที่ไม่ทราบค่า ดังนั้น ในการประมาณค่าเชิงพื้นที่จะใช้ค่าที่อยู่รอบๆ จุดนั้นมาพิจารณาคือ ค่า 20, 20, 20, 20, 20, 10, 20, 10, 10 และ 10 มาพิจารณาค่า จะได้เท่ากับ 16 ซึ่งมีค่าระหว่างค่าสูงสุดกับค่าต่ำสุดของจุดข้อมูลโดยรอบ



รูปที่ ข-3 การประมาณค่าในช่วงโดยวิธี Kriging



**ภาคผนวก ค**

**โปรแกรมภาษา Avenue**

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## ภาคผนวก ค

## โปรแกรมภาษา Avenue

โปรแกรมภาษา Avenue แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนการนำเข้าข้อมูลน้ำฝนและสร้างแผนที่เส้น  
ชั้นน้ำฝน และส่วนการคำนวณปริมาณน้ำฝน

## ค-1 ส่วนการนำเข้าข้อมูลน้ำฝนและสร้างแผนที่เส้นชั้นน้ำฝน

```

theView=av.GetActiveDoc
theProject=av.GetProject
theThemes=theView.GetThemes

'Delete the exist themes
c=theThemes.count
if(c>0) then
ThemeList={}
  for each i in 1..c
    t=theThemes.Get(i-1)
    ThemeList.Add(t.GetName)
  end
  for each i in 1..c
    themeName=ThemeList.Get(i-1)
    t=theView.FindTheme(themeName)
    theView.Deletetheme(t)
  end
end

'Add Table1 to the Project
theFileName="e:\Project1\Table.dbf".AsFileName
theVtab=VTab.Make(theFileName,False,False)
myTable=Table.Make(theVTab)

```

```

'Add theme to a view
theSrcName1=SrcName.Make("e:\Project1\bma_poly.shp")
theSrcName2=SrcName.Make("e:\Project1\chaopraya.shp")
theSrcName3=SrcName.Make("e:\Project1\Rainstation.shp")
theTheme1=theme.Make(theSrcName1)
theTheme2=Theme.Make(theSrcName2)
theTheme3=Theme.Make(theSrcName3)
theView.AddTheme(theTheme1)
theView.AddTheme(theTheme2)
theView.AddTheme(theTheme3)
'set color of bma_poly to Trasparent
t2=theThemes.Get(2)
tLegend = t2.GetLegend
tSym = tLegend.GetSymbols.Get(0)
  tSym.SetStyle(#RASTERFILL_STYLE_EMPTY)
  tSym.SetOLColor(Color.GetBlack)
t2.UpdateLegend
t2.SetVisible(true)
'Joining tables
toTable=theThemes.Get(0)
fromTable=theProject.FindDoc("Table1")
toFt=toTable.GetFTab
fromVt=fromTable.GetVTab
'deleted jointFtab before new joining
toFt.unjoinall
'define the common field
toField=toFt.FindField("Station")
fromField=fromVt.FindField("Station")
toFt.Join(toField,fromVt,fromField)
'delete Table1
theProject.RemoveDoc(fromTable)

```

```

'Select all stations have data
theTheme = theView.GetThemes.Get(0)
theFTab=theTheme.GetFTab
fldNmList=List.Make
fldindex=0
setindex=7
  for each fld in theFTab.GetFields
    fldindex=fldindex+1
    if(fldindex=setindex)then
      fldName=fld.GetName
      fldNmList.Add(fldName)
      T=fldName.AsString
      zField=theFTab.FindField(T)
    end
  end
theFtab.GetSelection.ClearAll
theSelection = theFtab.GetSelection
qurFld = theFtab.FindField(T)
for each rec in theFtab
  aValue = theFtab.ReturnValue(qurFld,rec)
  if (aValue>=0) then
    theSelection.Set(rec)
    theFtab.Refresh
  end
end
theTheme.GetFTab.UpdateSelection
theProject.SetModified(true)
'Prepare for interpolation
myTheme=theView.GetActiveThemes.Get(0)
aPrj=theView.GetProjection
theFTab=myTheme.GetFTab

```

```

fldNmList=List.Make
fldindex=0
setindex=6

for each fld in theFTab.GetFields
fldindex=fldindex+1
if(fldindex>setindex)then
fldName=fld.GetName
fldNmList.Add(fldName)
T=fldName.AsString
zField=theFTab.FindField(T)
aweight=1
apoint=10
anInterp=interp.makeSpline(#Spline_Tension,aweight,apoint)
thecellsizel=100
theextentl=theView.returnextent
'perform interpolation
rT=Grid.MakeByInterpolation(theFTab,aPrj,zField,anInterp,{thecellsizel,theextentl})
gthmT=GTheme.Make(rT)
gthmT.UpdateLegend

'create appropriate legend for theme
theLegendT=gthmT.GetLegend
theLegendT.interval(gthmT,"Value",8)
theLegendT.DisplayNodataClass(False)
theClassListT=theLegendT.GetClassifications
theSymbolListT=theLegendT.GetSymbols
theLegendT.SetClassInfo(0,{"< 5","< 5",theSymbolListT.Get(0),-50.0000,4.9999})
theLegendT.SetClassInfo(1,{"5-10","5-10",theSymbolListT.Get(1),5.0000,9.9999})
theLegendT.SetClassInfo(2,{"10-15","10-15",theSymbolListT.Get(2),10.0000,14.9999})
theLegendT.SetClassInfo(3,{"15-20","15-20",theSymbolListT.Get(3),15.0000,19.9999})
theLegendT.SetClassInfo(4,{"20-25","20-25",theSymbolListT.Get(4),20.0000,24.9999})

```

```

theLegendT.SetClassInfo(5,{"25-30","25-30",theSymbolListT.Get(5),25.0000,29.9999})
theLegendT.SetClassInfo(6,{"30-35","30-35",theSymbolListT.Get(6),30.0000,34.9999})
theLegendT.SetClassInfo(7,{"> 35","> 35",theSymbolListT.Get(7),35.0000,100.00})
theNullSymbol=theSymbolListT.Get(theSymbolListT.Count-1)
theSymbolListT.Remove(theSymbolListT.Count-1)
thenullsymbol.Setcolor(color.Getwhite)
StartColor=Color.Make
StartColor.SetRgbList( {220,220,255})
theSymbolListT.RampColors(startColor,Color.GEtMagenta)
theSymbolListT.Add(theNullSymbol)
gthmT.UpdateLegend

'set name for theme
gthmT.SetName("Rainfall map at"++T)
' add Grid theme to the View
theview.addtheme(gthmT)
'setorder TOC
theThemeList=theView.GetThemes
'thefirst theme become the last
theThemeList.Shuffle(theThemeList.Get(0),(theThemeList.Count))
'make the last theme active
theThemeList.Get(theThemeList.count-1)
theThemeT=theview.FindTheme("Rainfall map at"++T)
theThemeT.SetVisible(true)
'add text
myGraphicSet=theThemeT.GetGraphics
pt=Point.Make(679000,1501000)
myText=GraphicText.Make("Rainfall map at"++T,pt)
theView.GetGraphics.Add(myText)
myGraphicSet.Add(myText)
mygraphicSet.Add(myText)

```

```

myText.GetSymbol.SetFont(Font.MakeStandard(#FONT_TIMEBI))
myText.GetSymbol.SetSize(12)
myText.GetSymbol.SetColor(Color.GetBlack)
myGraphicSet.SetVisible(true)
end
END

```

```

.....

theTheme1=theView.FindTheme("Rainstation.shp")
theFTab1=theTheme1.GetFTab
theFTab1.GetSelection.ClearAll
theTheme1.GetFTab.UpdateSelection
Msgbox.Info("The interpolation is finished","Finish")
theView.InvalidateTOC(nil)
theView.GetDisplay.Invalidate(true)

```

## ค-2 ส่วนการคำนวณปริมาณน้ำฝน

ในการคำนวณปริมาณน้ำฝน จะต้องกำหนดพื้นที่ที่ต้องการเป็นชั้นข้อมูลในลักษณะรูปหลายเหลี่ยม (Polygon Theme) เสียก่อน โปรแกรมภาษา Avenue สำหรับคำนวณปริมาณน้ำฝนมีดังนี้

```

theProject=av.GetProject
theView = av.GetActiveDoc
themeList = theView.getthemes
if (nil = themeList) then exit end
if (themeList.count < 2) then
  msgbox.error("Need at least 2 themes in the View","Error")
  exit
end
tGrid=theView.GetActiveThemes.Get(0)
theGrid=tGrid.GetGrid
**** INTERSECT GRID THEME AND POLYGON THEME ****

```

```

'Choose the polygon theme
polylist = list.make
for each atheme in themelist
  if (atheme.canselct=true) then
    if (atheme.getftab.findfield("Shape").gettype = #FIELD_SHAPEPOLY) then
      polylist.add(atheme)
    end
  else
  end
end

thePolytheme = MsgBox.ChoiceAsString(polylist,"Which polygon theme is the clipping
theme","Clipping theme")
if (thePolytheme=Nil) then exit end

'Get bounds of clipping area as a rectangle
thePolyThmExtent = thePolyTheme.getselectedextent
if (thePolyThmExtent .IsEmpty) then thePolyThmExtent = thePolyTheme.ReturnExtent end

'Get parameters for the new grid
theFtab = thePolyTheme.GetFtab
theProj = theView.GetProjection
theCell = theGrid.GetCellSize
theExtent = theGrid.GetExtent
ae = theView.GetExtension(AnalysisEnvironment)
ae.SetExtent(#ANALYSISENV_VALUE, thePolyThmExtent)
ae.SetCellSize(#ANALYSISENV_VALUE, theCell)
' Activate the settings for the analysis environment as returned by the above 3 lines of code.
ae.Activate

' the actual extraction occurs here
tempGrid = Grid.MakeFromFtab(theFtab,theProj,nil, {theCell,theExtent})
newGrid = (tempGrid.IsNull).Con (tempGrid, theGrid)

' rename data set
aFN = av.GetProject.GetWorkDir.MakeTmp("gext", "")

```



```

newGrid.Rename(aFN)
' check if output is ok
if (newGrid.HasError) then return NIL end
' create a theme
gridThm = theme.make(newGrid.GetSrcName)

'create appropriate legend for theme
theLegendT=gridThm.GetLegend
theLegendT.interval(gridThm,"Value",37)
theLegendT.DisplayNodataClass(False)
theClassListT=theLegendT.GetClassifications
theSymbolListT=theLegendT.GetSymbols
theLegendT.SetClassInfo(0,{"< 5","< 5",theSymbolListT.Get(0),0.0000,4.9999})
theLegendT.SetClassInfo(1,{"5-10","5-10",theSymbolListT.Get(1),5.0000,9.9999})
theLegendT.SetClassInfo(2,{"10-15","10-15",theSymbolListT.Get(2),10.0000,14.9999})
theLegendT.SetClassInfo(3,{"15-20","15-20",theSymbolListT.Get(3),15.0000,19.9999})
theLegendT.SetClassInfo(4,{"20-25","20-25",theSymbolListT.Get(4),20.0000,24.9999})
theLegendT.SetClassInfo(5,{"25-30","25-30",theSymbolListT.Get(5),25.0000,29.9999})
theLegendT.SetClassInfo(6,{"30-35","30-35",theSymbolListT.Get(6),30.0000,34.9999})
theLegendT.SetClassInfo(7,{"35-40","35-40",theSymbolListT.Get(7),35.0000,39.9999})
theLegendT.SetClassInfo(8,{"40-45","40-45",theSymbolListT.Get(8),40.0000,44.9999})
theLegendT.SetClassInfo(9,{"45-50","45-50",theSymbolListT.Get(9),45.0000,49.9999})
theLegendT.SetClassInfo(10,{"50-55","50-55",theSymbolListT.Get(10),50.0000,54.9999})
theLegendT.SetClassInfo(11,{"55-60","55-60",theSymbolListT.Get(11),55.0000,59.9999})
theLegendT.SetClassInfo(12,{"60-65","60-65",theSymbolListT.Get(12),60.0000,64.9999})
theLegendT.SetClassInfo(13,{"65-70","65-70",theSymbolListT.Get(13),65.0000,69.9999})
theLegendT.SetClassInfo(14,{"70-75","70-75",theSymbolListT.Get(14),70.0000,74.9999})
theLegendT.SetClassInfo(15,{"75-80","75-80",theSymbolListT.Get(15),75.0000,79.9999})
theLegendT.SetClassInfo(16,{"80-85","80-85",theSymbolListT.Get(16),80.0000,84.9999})
theLegendT.SetClassInfo(17,{"85-90","85-90",theSymbolListT.Get(17),85.0000,89.9999})
theLegendT.SetClassInfo(18,{"90-95","90-95",theSymbolListT.Get(18),90.0000,94.9999})

```

```

theLegendT.SetClassInfo(19, {"95-100", "95-100", theSymbolListT.Get(19), 95.0000, 99.9999})
theLegendT.SetClassInfo(20, {"100-105", "100-105", theSymbolListT.Get(20), 100.0000, 104.9999})
theLegendT.SetClassInfo(21, {"105-110", "105-110", theSymbolListT.Get(21), 105.0000, 109.9999})
theLegendT.SetClassInfo(22, {"110-115", "110-115", theSymbolListT.Get(22), 110.0000, 114.9999})
theLegendT.SetClassInfo(23, {"115-120", "115-120", theSymbolListT.Get(23), 115.0000, 119.9999})
theLegendT.SetClassInfo(24, {"120-125", "120-125", theSymbolListT.Get(24), 120.0000, 124.9999})
theLegendT.SetClassInfo(25, {"125-130", "125-130", theSymbolListT.Get(25), 125.0000, 129.9999})
theLegendT.SetClassInfo(26, {"130-135", "130-135", theSymbolListT.Get(26), 130.0000, 134.9999})
theLegendT.SetClassInfo(27, {"135-140", "135-140", theSymbolListT.Get(27), 135.0000, 139.9999})
theLegendT.SetClassInfo(28, {"140-145", "140-145", theSymbolListT.Get(28), 140.0000, 144.9999})
theLegendT.SetClassInfo(29, {"145-150", "145-150", theSymbolListT.Get(29), 145.0000, 149.9999})
theLegendT.SetClassInfo(30, {"150-155", "150-155", theSymbolListT.Get(29), 150.0000, 154.9999})
theLegendT.SetClassInfo(31, {"155-160", "155-160", theSymbolListT.Get(29), 155.0000, 159.9999})
theLegendT.SetClassInfo(32, {"160-165", "160-165", theSymbolListT.Get(29), 160.0000, 164.9999})
theLegendT.SetClassInfo(33, {"165-170", "165-170", theSymbolListT.Get(29), 165.0000, 169.9999})
theLegendT.SetClassInfo(34, {"170-175", "170-175", theSymbolListT.Get(29), 170.0000, 174.9999})
theLegendT.SetClassInfo(35, {"175-180", "175-180", theSymbolListT.Get(29), 175.0000, 179.9999})
theLegendT.SetClassInfo(36, {"> 180", "> 180", theSymbolListT.Get(6), 180.0000, 200.0000})

theNullSymbol=theSymbolListT.Get(theSymbolListT.Count-1)
theSymbolListT.Remove(theSymbolListT.Count-1)
thenullsymbol.SetColor(color.GetWhite)
StartColor=Color.Make
StartColor.SetRgbList( {220,220,255} )
theSymbolListT.RampColors(startColor,Color.GetMagenta)
theSymbolListT.Add(theNullSymbol)
gridThm.UpdateLegend

' set name of theme
gridThm.SetName("Acc "+tGrid.GetName)

' add theme to the specifiedView
theView.addTheme(gridThm)

```

```

aGt=theView.FindTheme("Acc "+tGrid.GetName)
aGt.SetVisible(true)

**** CALCULATE TABLE OF RAINFALL MAP ****

'find the maximum value
TheGridM = aGt.GetGrid
MxStatsX = theGridM.GetStatistics
mx = MxStatsX.Get(1)
' Resets the analysis environment to the maximum of inputs (i.e. the default)
aRect = Nil
ae = theView.GetExtension(AnalysisEnvironment)
ae.SetExtent(#ANALYSENV_MAXOF, aRect)
ae.SetCellSize(#ANALYSENV_MAXOF, aRect)
theGrid=gridThm.GetGrid
theLegend=gridThm.GetLegend
theFldName=theLegend.GetFieldNames.Get(theLegend.GetFieldNames.Count-1)
aClassList=theLegend.GetClassifications
theClassList=aClassList.DeepClone
count=1
for each c in theClassList
c.SetLabel(count.AsString)
count=count+1
end
theReclsGrid=theGrid.ReclassByClassList(theFldName,theClassList,FALSE)
' set name of data set
reclassFN = av.GetProject.GetWorkDir.MakeTmp("rcls", "")
theReclsGrid.Rename(reclassFN)
' check if output is ok
if (theReclsGrid.HasError) then return NIL end
' create a theme (after renaming data set)
gthm = GTheme.Make(theReclsGrid)

```

```

' set name for theme
gthm.SetName("Table of" ++ gridThm.GetName)

' add theme to the View
theView.AddTheme(gthm)

**** CACULATE VOLUME OF RAINFALL ****
gt=theView.FindTheme("Table of" ++ gridThm.GetName)
theVTab=gt.GetVTab
theVtab.GetSelection.ClearAll
theSelection = theVtab.GetSelection
qurFld = theVtab.FindField("Value")
for each rec in theVtab
  aValue = theVtab.ReturnValue(qurFld,rec)
  if (aValue>1) then
    theSelection.Set(rec)
  end
end
n=0
for each rec in theVtab.GetSelection
  aValue = theVtab.ReturnValue(qurFld,rec)
  aValue1= aValue - n
  if(aValue1= aValue ) then
    n=aValue1
  else
    if(aValue1=1) then
      n=aValue
    else
      theSelection.Clear(rec)
    end
  end
end
end
end

```

```

theVTab.Refresh

strTitle = "Calculate volume of rainfall"

isEditing = theVTab.IsBeingEditedWithRecovery

if (isEditing.Not) then
    applyNow = theVTab.StartEditingWithRecovery
else
    applyNow = TRUE
end

if (not applyNow) then
    MsgBox.Info("The table is not editable so the calculation will not be performed.", strTitle)
    exit
else
    theVTab.BeginTransaction
    beganTransaction = true
end

'Creat fields : Isohyet,Average Rainfall,Area,Accumulated Area,Volume,
'Accumulated Volume and EUD(Equivalent Uniform Depth)

strField1 = "Isohyet"
strField2 = "AveRainfall"
strField3 = "Area"
strField4 = "AccArea"
strField5 = "Volume"
strField6 = "AccVolume"
strField7 = "EUD"
theField1 = theVTab.FindField(strField1)
theField2 = theVTab.FindField(strField2)
theField3 = theVTab.FindField(strField3)
theField4 = theVTab.FindField(strField4)
theField5 = theVTab.FindField(strField5)
theField6 = theVTab.FindField(strField6)
theField7 = theVTab.FindField(strField7)

```

```

if((theField1 = NIL)and(theField2=Nil)and(theField3=Nil)
and(theField4=Nil)and(theField5=Nil)and(theField6=Nil)and(theField7=Nil)) then
    theField1 = Field.Make(strField1, #FIELD_DECIMAL, 16, 2)
    theField2 = Field.Make(strField2, #FIELD_DECIMAL, 16, 2)
    theField3 = Field.Make(strField3, #FIELD_DECIMAL, 16, 2)
    theField4 = Field.Make(strField4, #FIELD_DECIMAL, 16, 2)
    theField5 = Field.Make(strField5, #FIELD_DECIMAL, 16, 2)
    theField6 = Field.Make(strField6, #FIELD_DECIMAL, 16, 2)
    theField7 = Field.Make(strField7, #FIELD_DECIMAL, 16, 2)
if ((theField1 <> NIL)and(theField2<>Nil)and(theField3<>Nil)
and(theField4<>Nil)and(theField5<>Nil)and(theField6<>Nil)and(theField7<>Nil)) then
    theVTab.AddFields({theField1,theField2,theField3,theField4,theField5,theField6,theField7})
    theField1.SetAlias(strField1)
    theField2.SetAlias(strField2)
    theField3.SetAlias(strField3)
    theField4.SetAlias(strField4)
    theField5.SetAlias(strField5)
    theField6.SetAlias(strField6)
    theField7.SetAlias(strField7)
else
    exit
end
end
'Calculate value of interval
IsFld = theVTab.FindField("Isohyet")
for each rec in theVTab.GetSelection
    IV = theVtab.ReturnValue(qurFld,rec)
    IVal=(IV-1)*5
    theVTab.SetValue(IsFld,rec,IVal)
end
'Calculate Everage Value

```

```

ValFld=theVTab.FindField("Value")
AveRainfallFld=theVTab.FindField("AveRainfall")
n=1
for each rec in theVtab.GetSelection
  vt = theVTab.ReturnValue(ValFld,rec)
  tMax = vt
end
for each rec in theVtab.GetSelection
  v1 = theVTab.ReturnValue(ValFld,rec)
  v2 = ((v1*5)+((v1-1)*5))/2
  theVTab.SetValue(AveRainfallFld,rec,v2)
  if(v1 = tMax) then
    v3= mx-v2
    if(v3<5) then
      v2 = ((mx)+((v1-1)*5))/2
      theVTab.SetValue(AveRainfallFld,rec,v2)
    end
  end
end
end
'calculate area of each intervals
  AreaFld=theVtab.FindField("Area")
  AreaCalc = "[Count] * 10000"
  if (theVTab.Calculate(AreaCalc,AreaFld).not) then
    exit
  end
'calculate accumulate area of each intervals
AreaFld=theVTab.FindField("Area")
AccAreaFld=theVTab.FindField("AccArea")
for each rec in theVTab.GetSelection
sum=0
  for each rec in theVTab.GetSelection

```



```

val=theVTab.ReturnValue(AreaFld,rec)
sum=sum+val
end
theVTab.SetValue(AccAreaFld,rec,sum)
theVTab.GetSelection.Clear(rec)
end
theVtab.GetSelection.ClearAll
'calculate volume of rainfall
VolumeFld=theVtab.FindField("Volume")
for each rec in theVtab
  aAveVal=theVtab.ReturnValue(AveRainfallFld,rec)
  aArea =theVtab.ReturnValue(AreaFld,rec)
  aVol=(aAveVal*aArea)/1000
  theVTab.SetValue(VolumeFld,rec,aVol)
end
for each rec in theVtab
  aValue = theVtab.ReturnValue(AreaFld,rec)
  if (aValue>0) then
    theSelection.Set(rec)
  end
end
theVTab.Refresh
'sums the volume
VolFld=theVTab.FindField("Volume")
AccVolFld=theVTab.FindField("AccVolume")
for each rec in theVTab.GetSelection
sum=0
  for each rec in theVTab.GetSelection
    val=theVTab.ReturnValue(VolFld,rec)
    sum=sum+val
  end

```

```

theVTab.SetValue(AccVolFld,rec,sum)
theVTab.GetSelection.Clear(rec)
end
theVtab.GetSelection.ClearAll
'calculate Mean Areal Rainfall or Equivalent Uniform Depth (EUD)
EUDfld=theVtab.FindField("EUD")
for each rec in theVtab
aEUDVal=theVtab.ReturnValue(AccVolFld,rec)
aAccArea =theVtab.ReturnValue(AccAreaFld,rec)
aEUD=(aEUDVal/aAccArea)*1000
theVTab.SetValue(EUDfld,rec,aEUD)
end

'present map properties
for each rec in theVtab
aValue = theVtab.ReturnValue(qurFld,rec)
if (aValue>1) then
theSelection.Set(rec)
end
end
n=0
for each rec in theVtab.GetSelection
aValue = theVtab.ReturnValue(qurFld,rec)
aValue1= aValue - n
if(aValue1= aValue ) then
EUD1=theVTab.ReturnValue(EUDfld,rec)
Area1=theVTab.ReturnValue(AccAreaFld,rec)
Volume1= theVTab.ReturnValue(AccVolFld,rec)
n=aValue1
end
end
end

```

```
theVTab.GetSelection.ClearAll
sTitle = "Report"
MsgBox.Report(
    "Mean Areal Rainfall (mm) = " + EUD1.AsString + NL +
    "Enclosed Area (sq.m) = " + Area1.AsString + NL +
    "Volume (cu.m) = " + Volume1.AsString,
    sTitle ++ "for" ++ tGrid.GetName)
.....
isGood = true
if (beganTransaction) then
    theVTab.EndTransaction
end
if (isGood and isEditing.Not) then
    theVTab.StopEditingWithRecovery(true)
end
theView.Invalidate
```



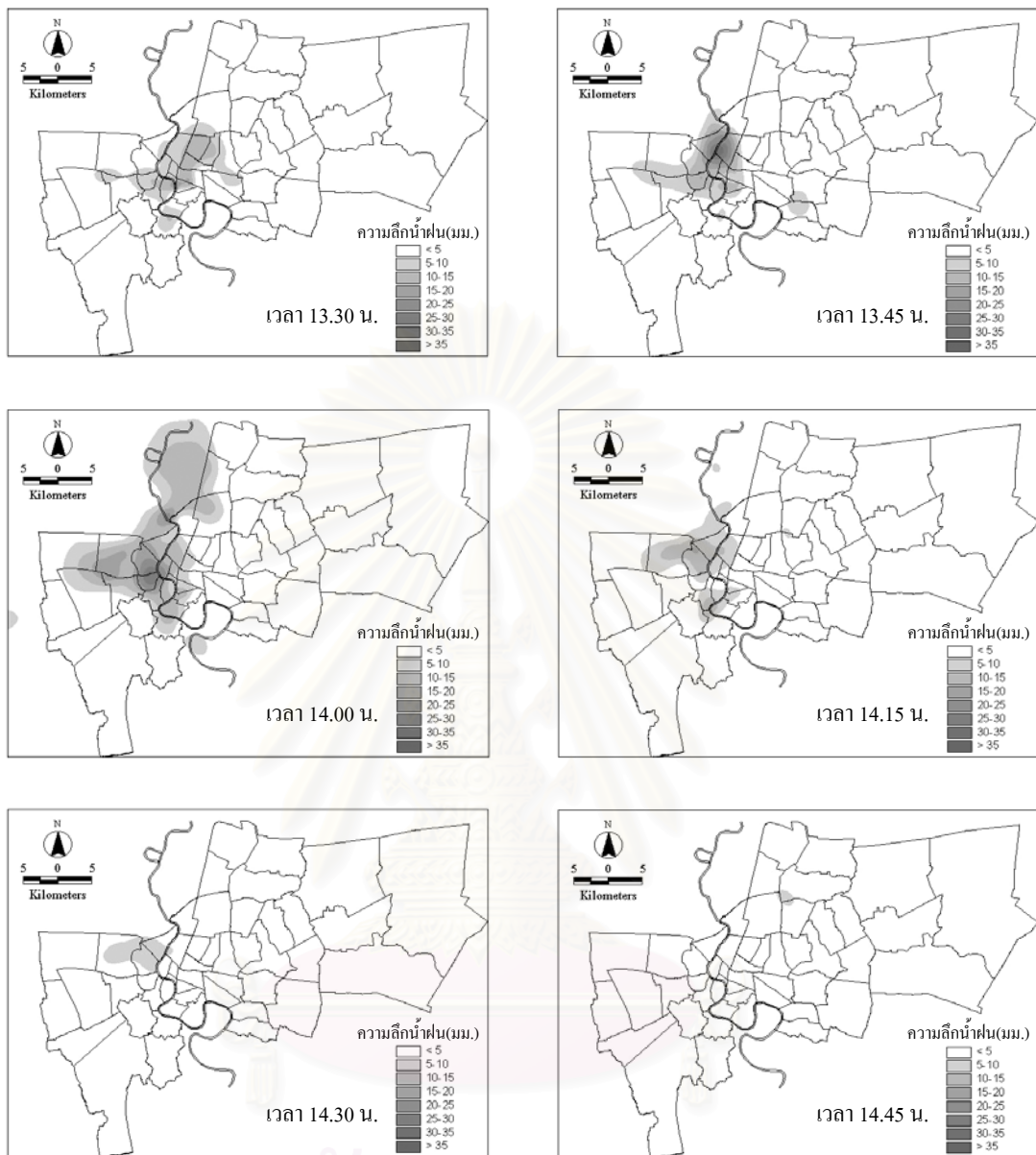
สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



**ภาคผนวก ง**

**แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีและรายเหตุการณ์**

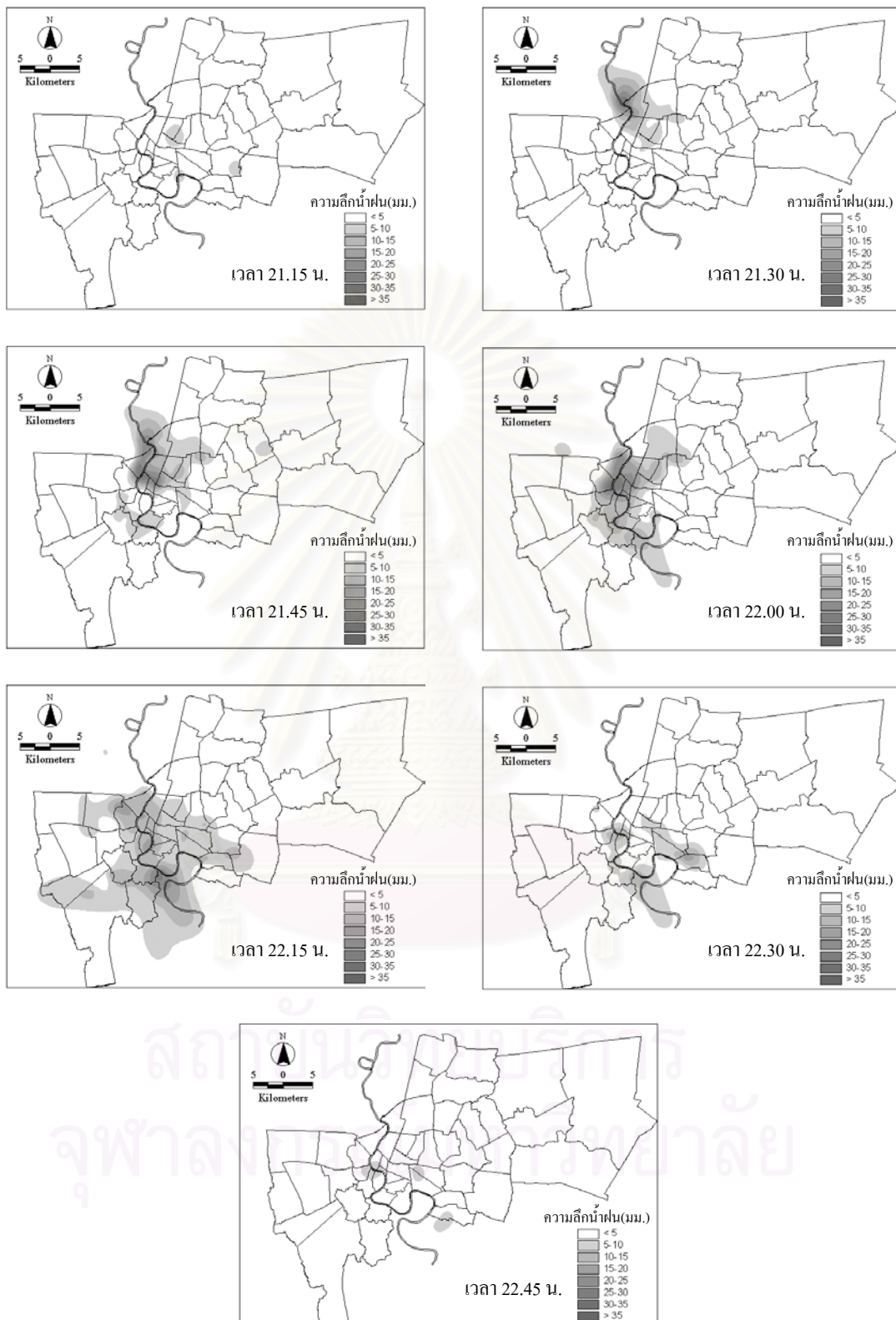
**สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**



1) เหตุการณ์ฝนวันที่ 13 กันยายน พ.ศ. 2540 ช่วงเวลา 13.15-14.45 น.

(จุดศูนย์กลาง 1 แห่ง, ไม่มีการเคลื่อนตัว)

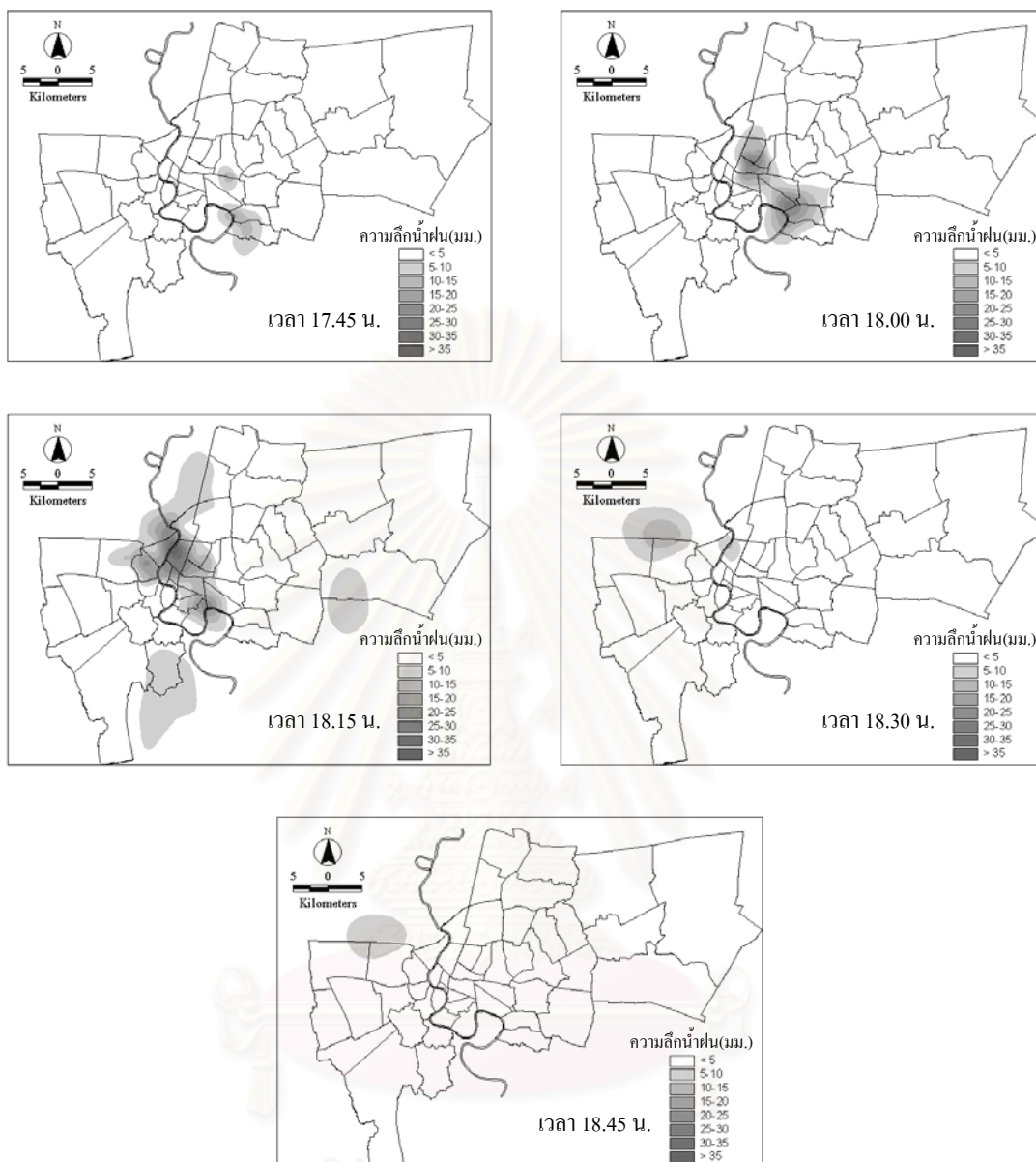
รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์



2) เหตุการณ์ฝนวันที่ 18 กันยายน พ.ศ. 2540 ช่วงเวลา 21.00-22.45 น.

(จุดศูนย์กลาง 1 แห่ง , ไม่มีการเคลื่อนตัว)

รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

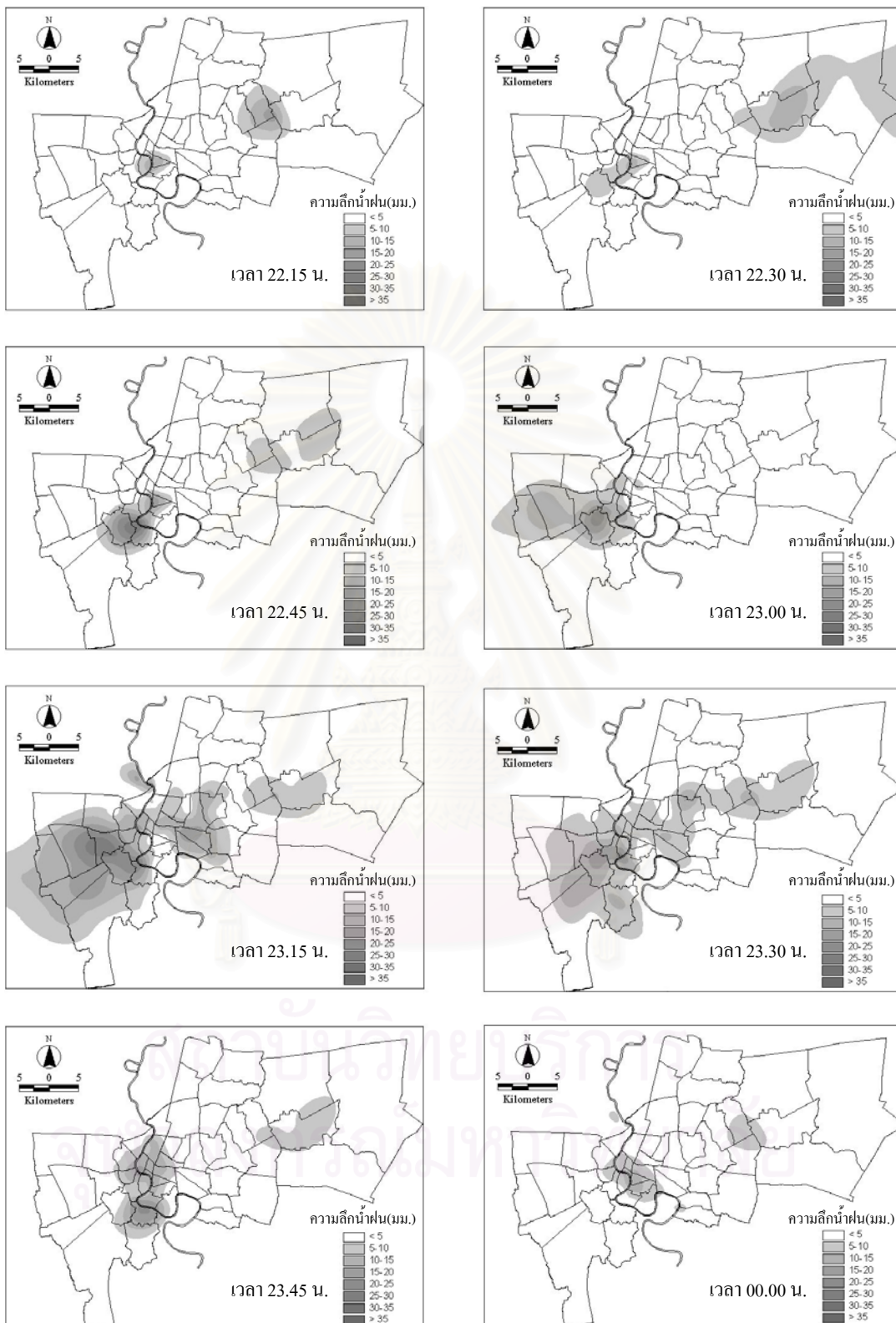


3) เหตุการณ์ฝนวันที่ 11 ตุลาคม พ.ศ. 2540 ช่วงเวลา 17.30-18.45 น.

(จุดศูนย์กลาง 2 แห่ง, มีการเคลื่อนตัว)

รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

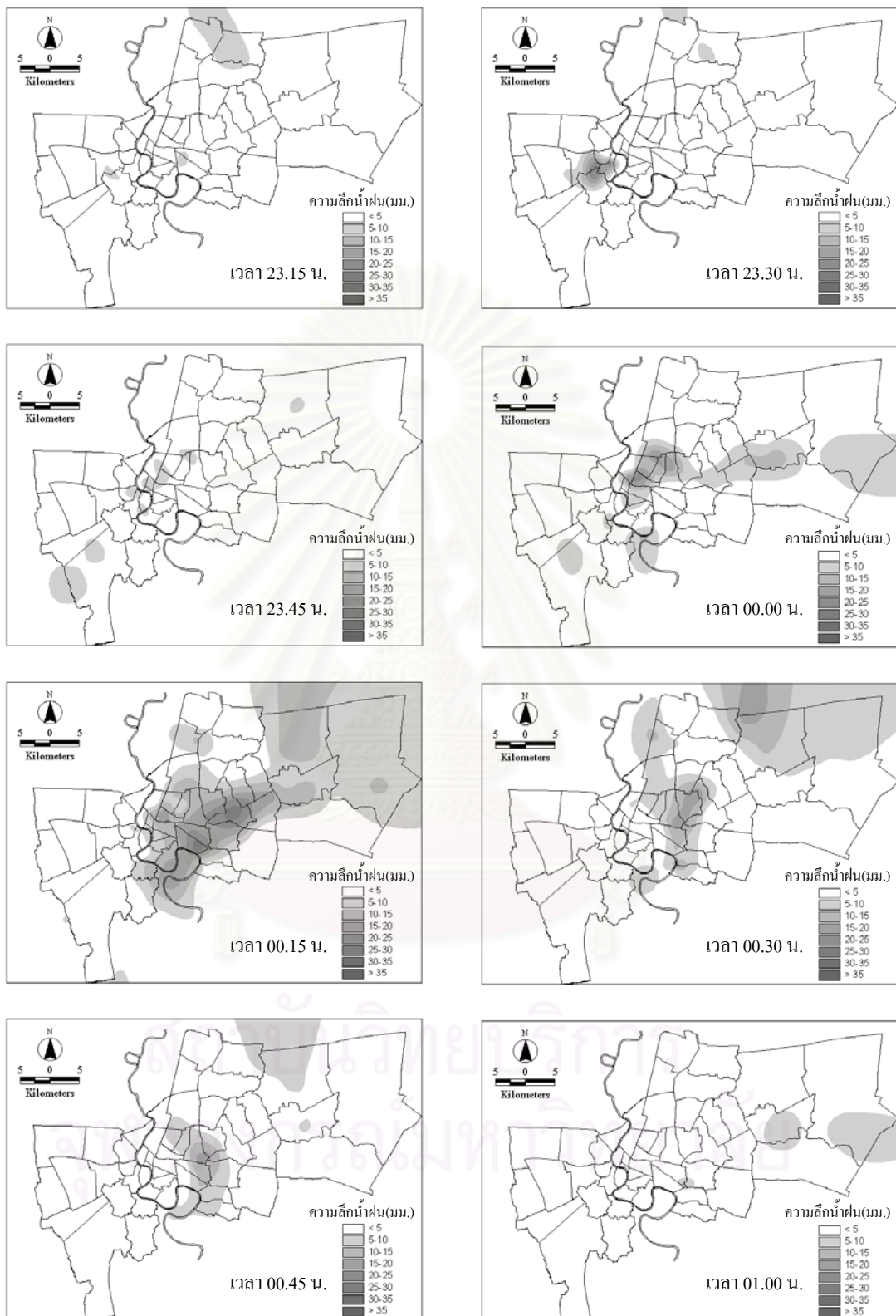




4) เหตุการณ์ฝนวันที่ 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 21.45-00.15 น.

(จุดศูนย์กลาง 1 แห่ง, ไม่มีการเคลื่อนตัว)

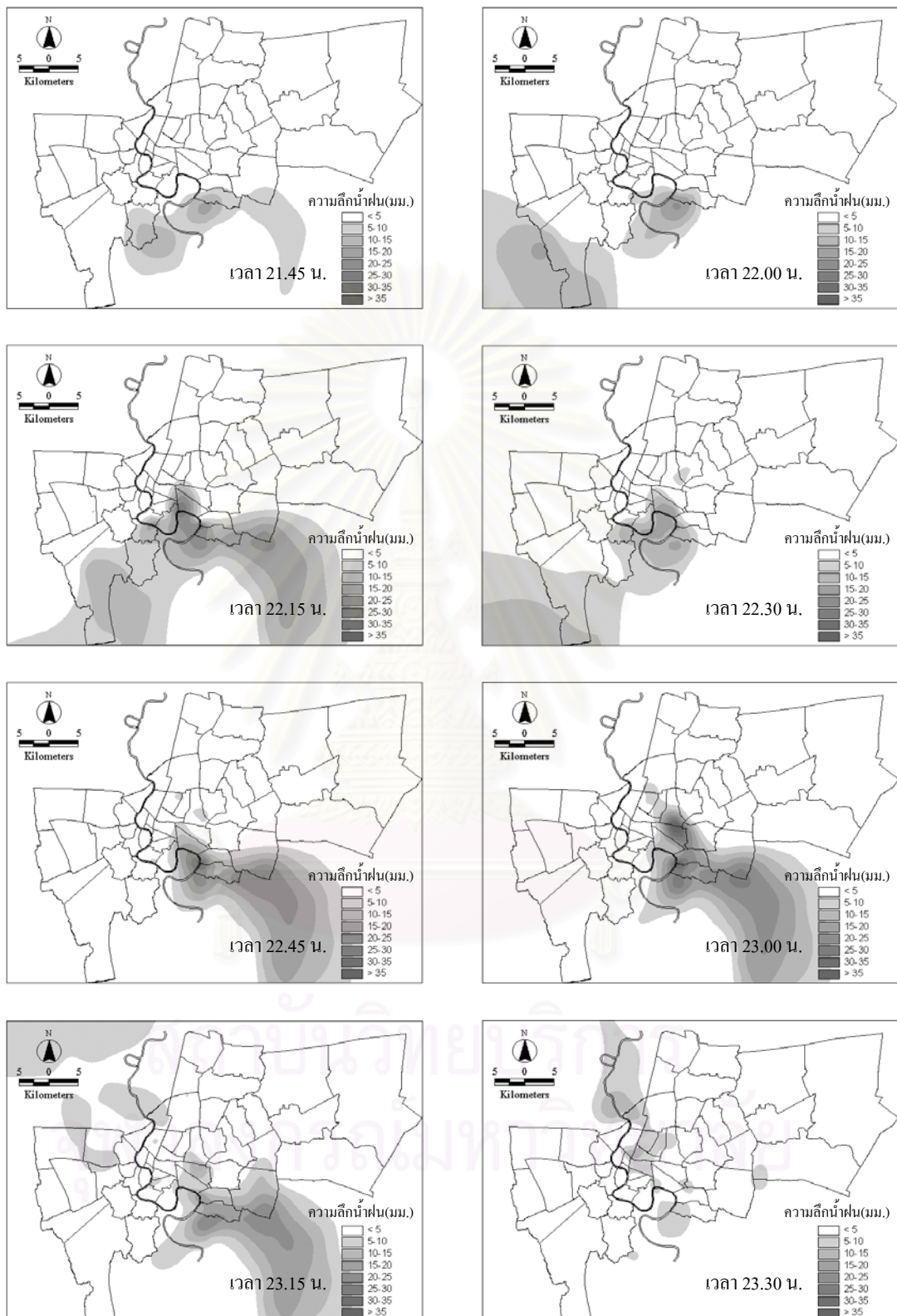
รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



5) เหตุการณ์ฝนวันที่ 27 มิถุนายน พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 23.00-01.00 น.

(จุดศูนย์กลาง 3 แห่ง , ไม่มีการเคลื่อนตัว)

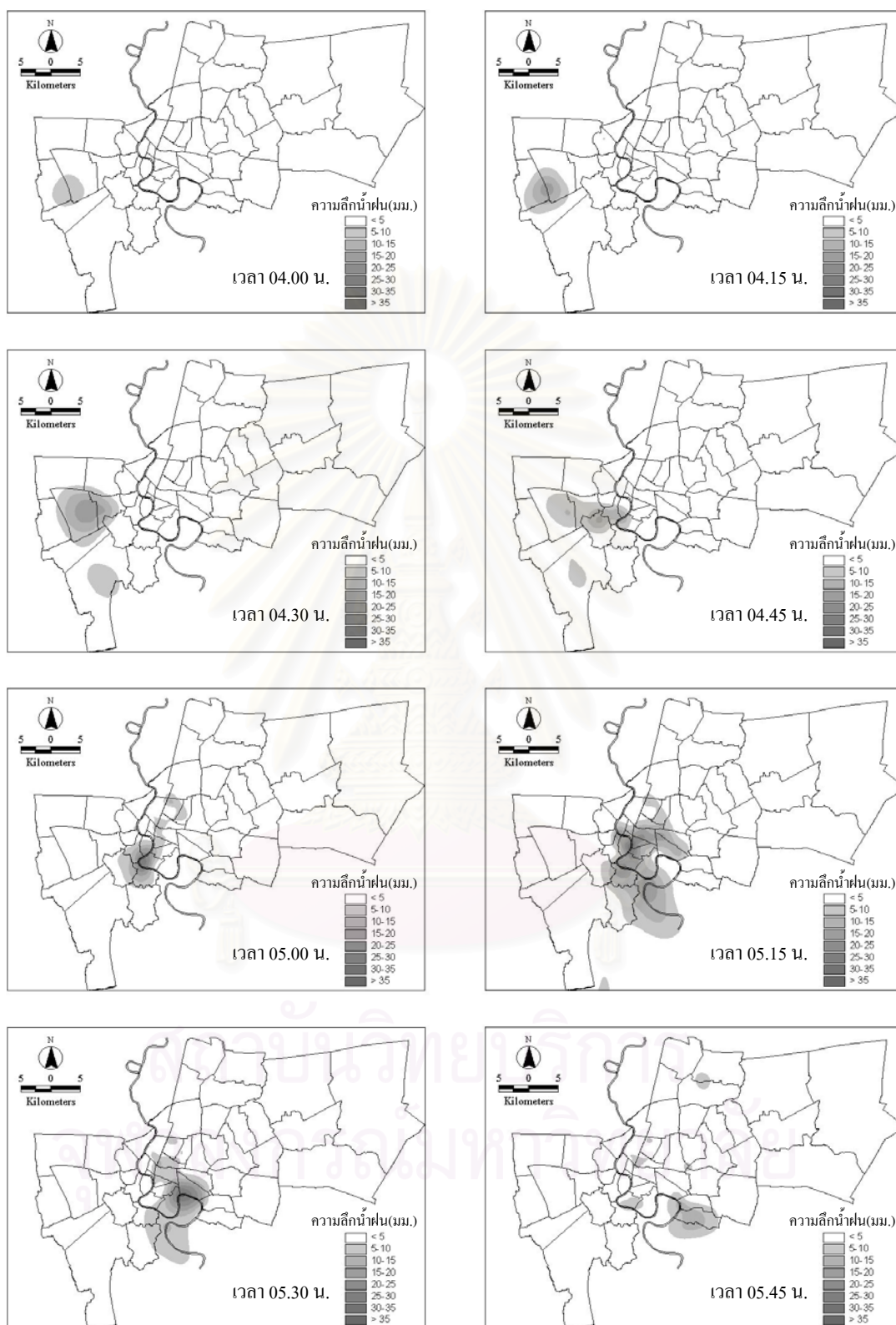
รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



6) เหตุการณ์ฝนวันที่ 28 มิถุนายน พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 21.30-23.45 น.

(จุดศูนย์กลาง 1 แห่ง , ไม่มีการเคลื่อนตัว)

รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

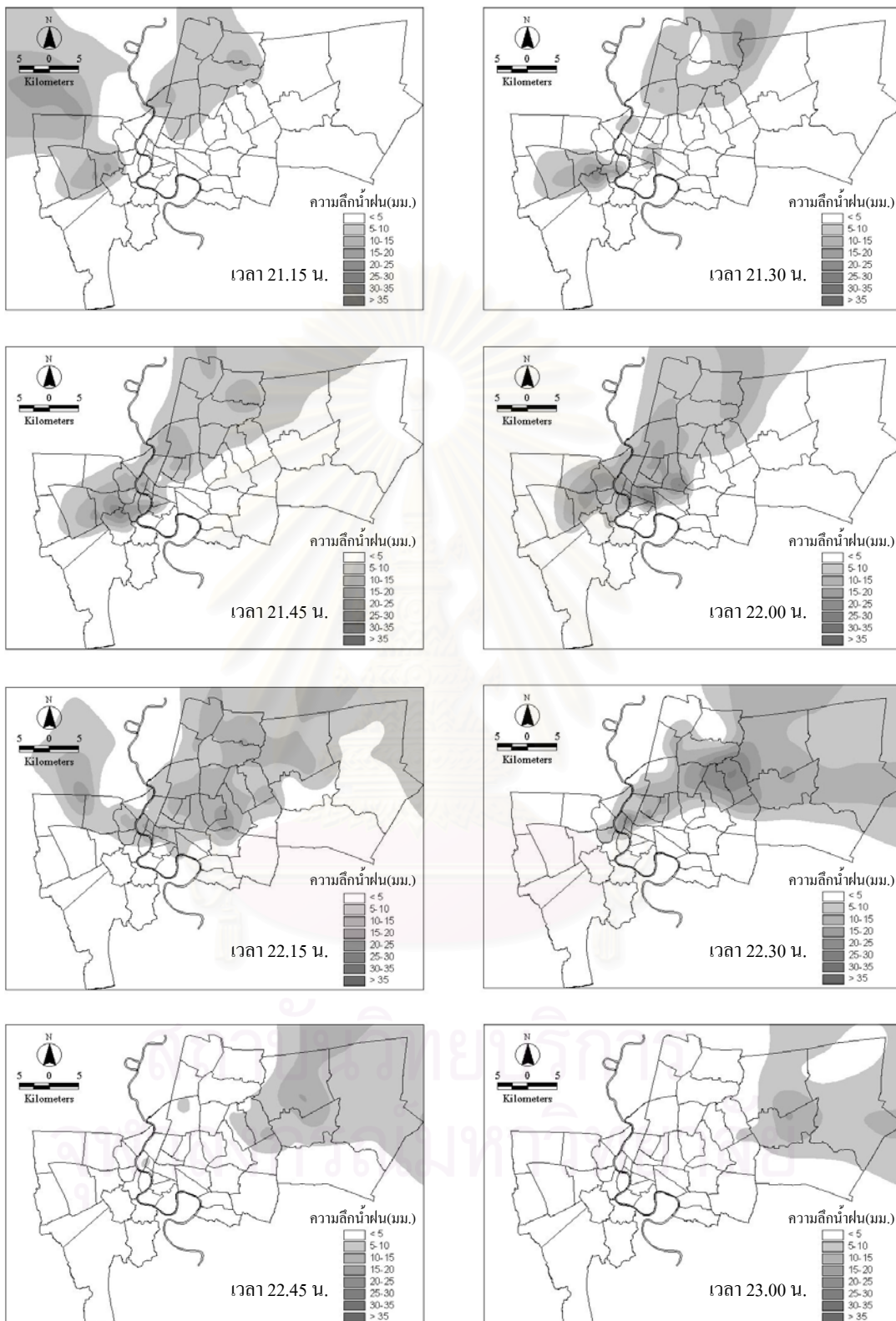


7) เหตุการณ์ฝนวันที่ 4 กรกฎาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 03.45-06.15 น.

(จุดศูนย์กลาง 2 แห่ง , มีการเคลื่อนตัว)

รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

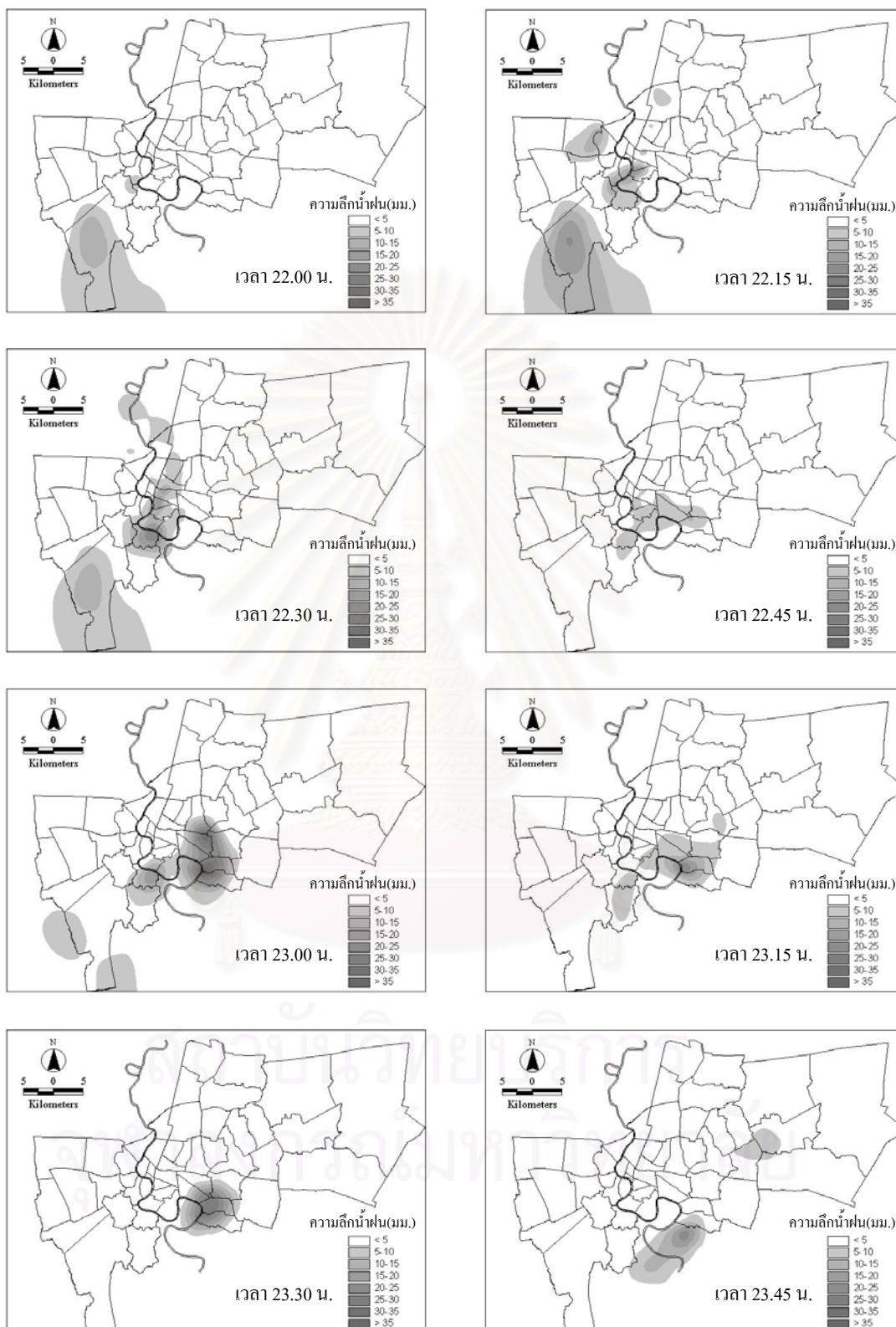




8) เหตุการณ์ฝนวันที่ 4 กรกฎาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 20.30-23.15 น.

(จุดศูนย์กลาง 3 แห่ง , ไม่มีการเคลื่อนตัว)

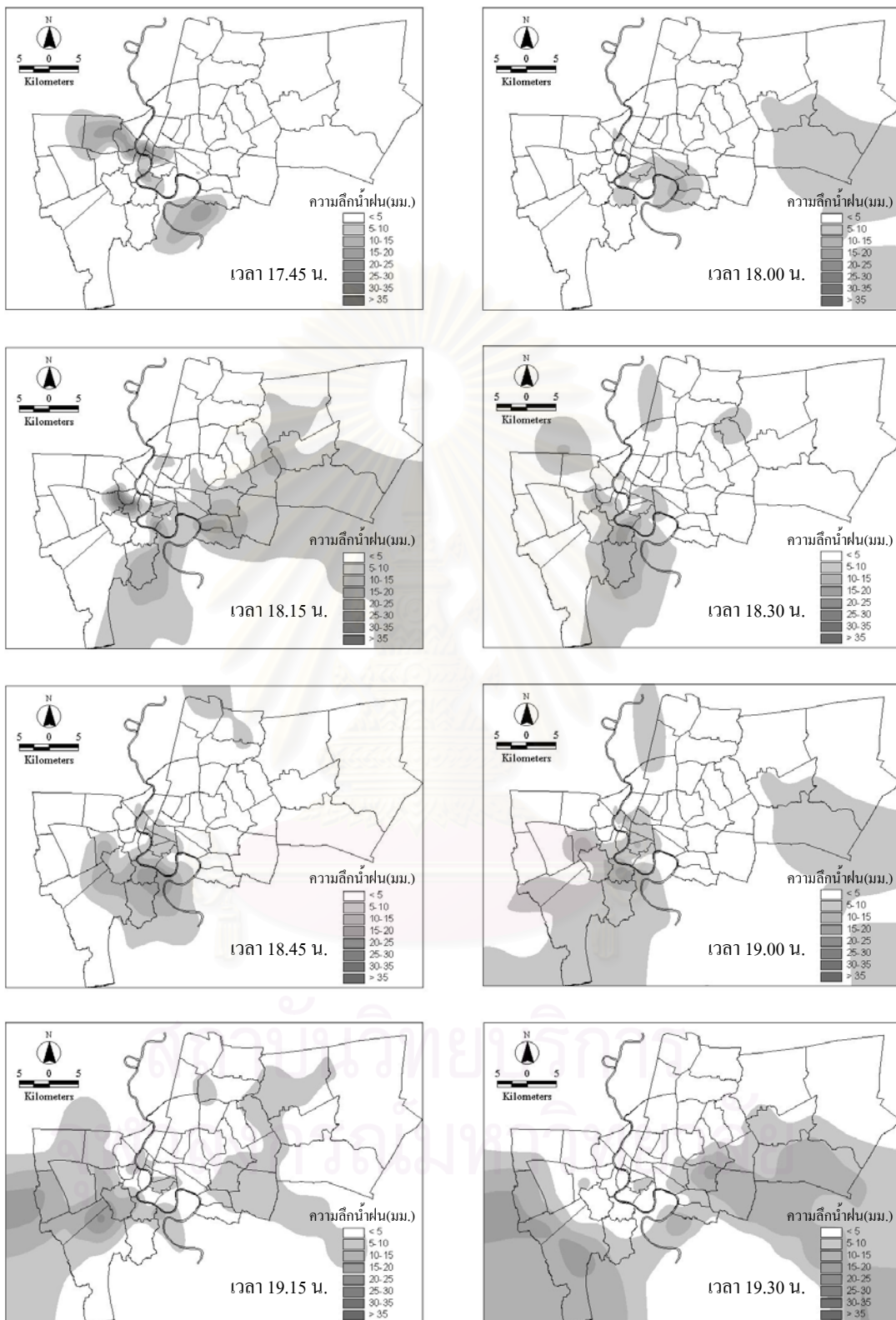
รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



9) เหตุการณ์ฝนวันที่ 7 กรกฎาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 20.45-00.15 น.

(จุดศูนย์กลาง 1 แห่ง , ไม่มีการเคลื่อนตัว)

รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

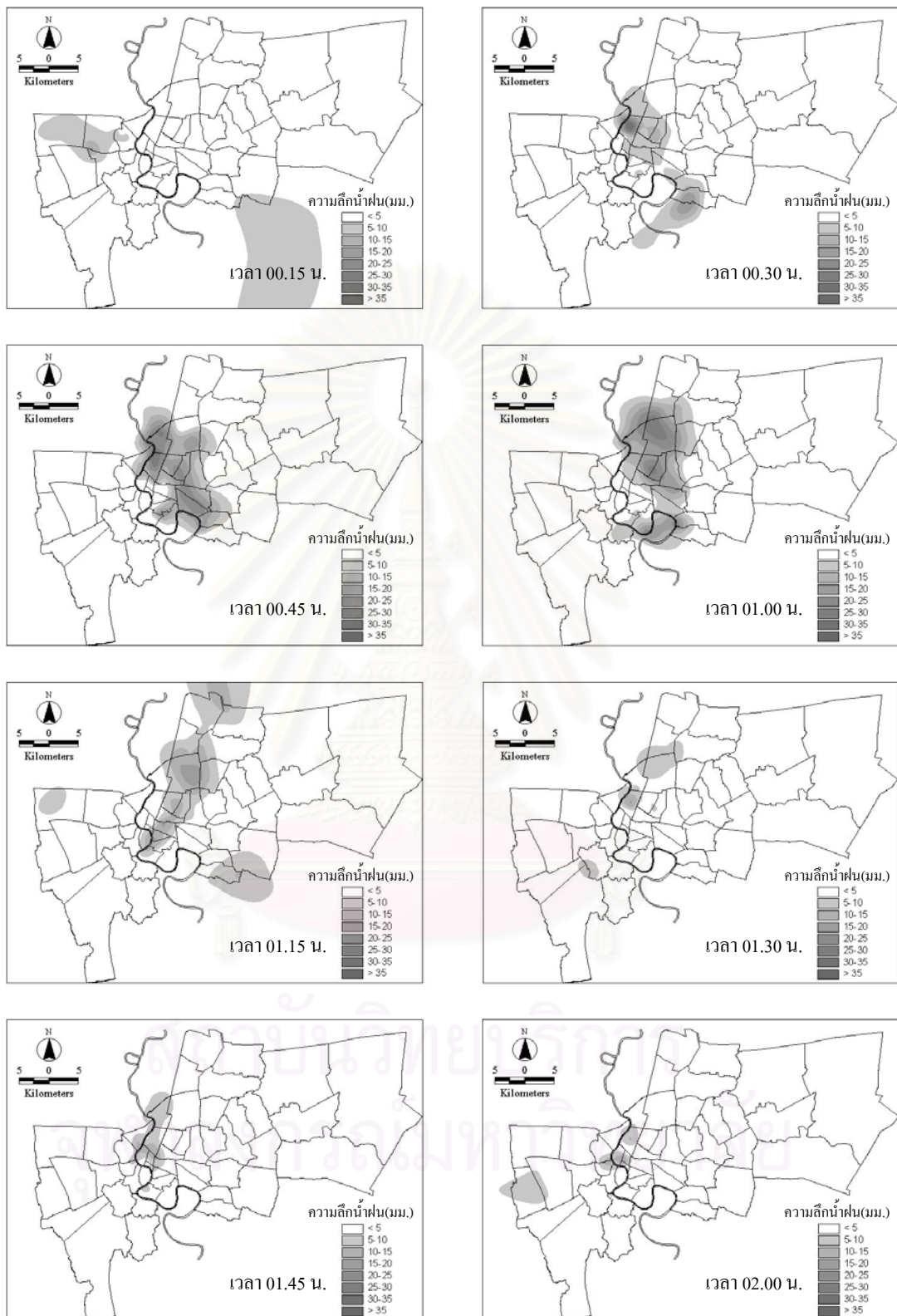


10) เหตุการณ์ฝนวันที่ 30 กรกฎาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 17.00-21.15 น.

(จุดศูนย์กลาง 2 แห่ง, ไม่มีการเคลื่อนตัว)

รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

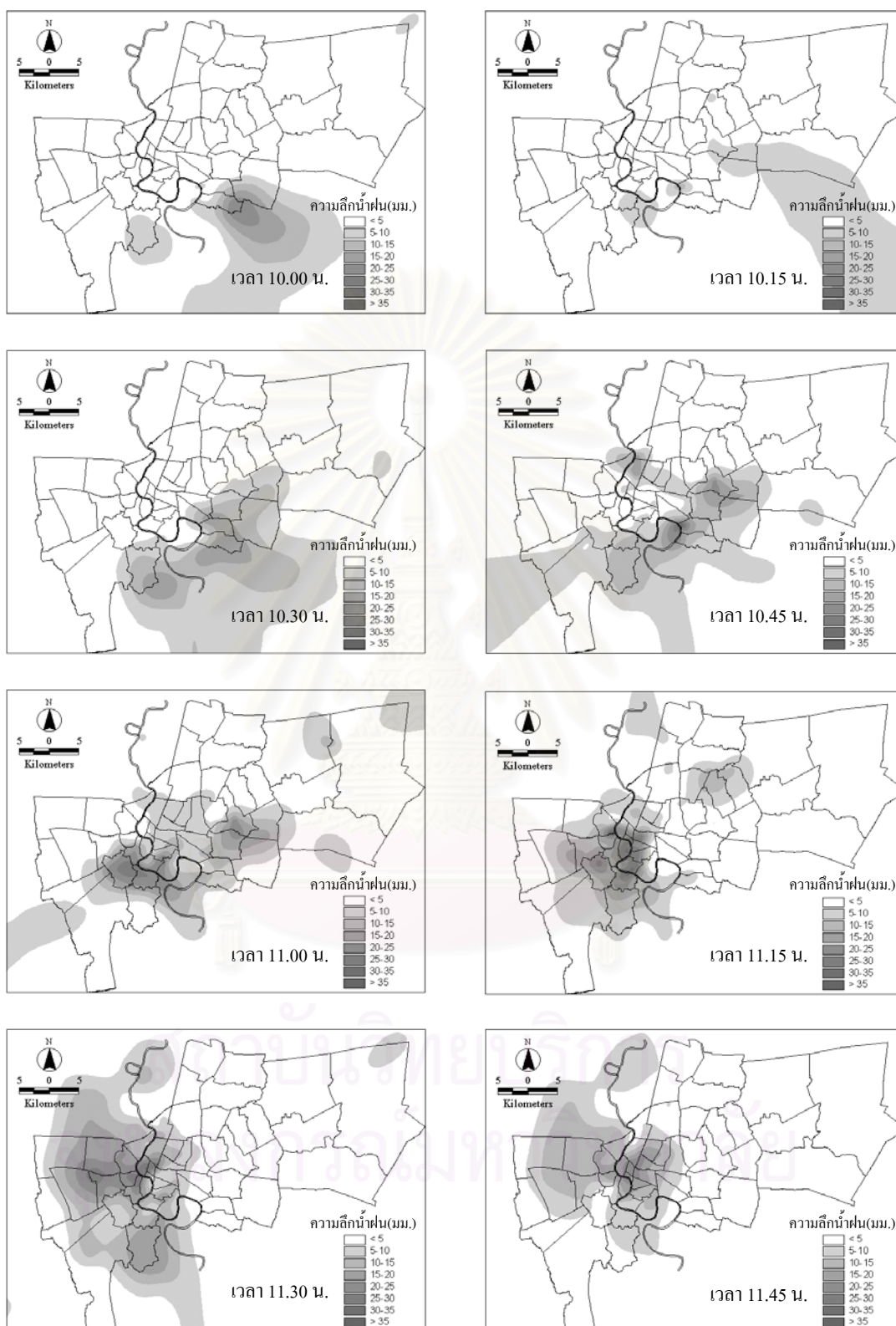




11) เหตุการณ์ฝนวันที่ 31 กรกฎาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 23.00-03.15 น.

(จุดศูนย์กลาง 1 แห่ง , ไม่มีการเคลื่อนตัว)

รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



12) เหตุการณ์ฝนวันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 09.30-12.15 น.

(จุดศูนย์กลาง 1 แห่ง , ไม่มีการเคลื่อนตัว)

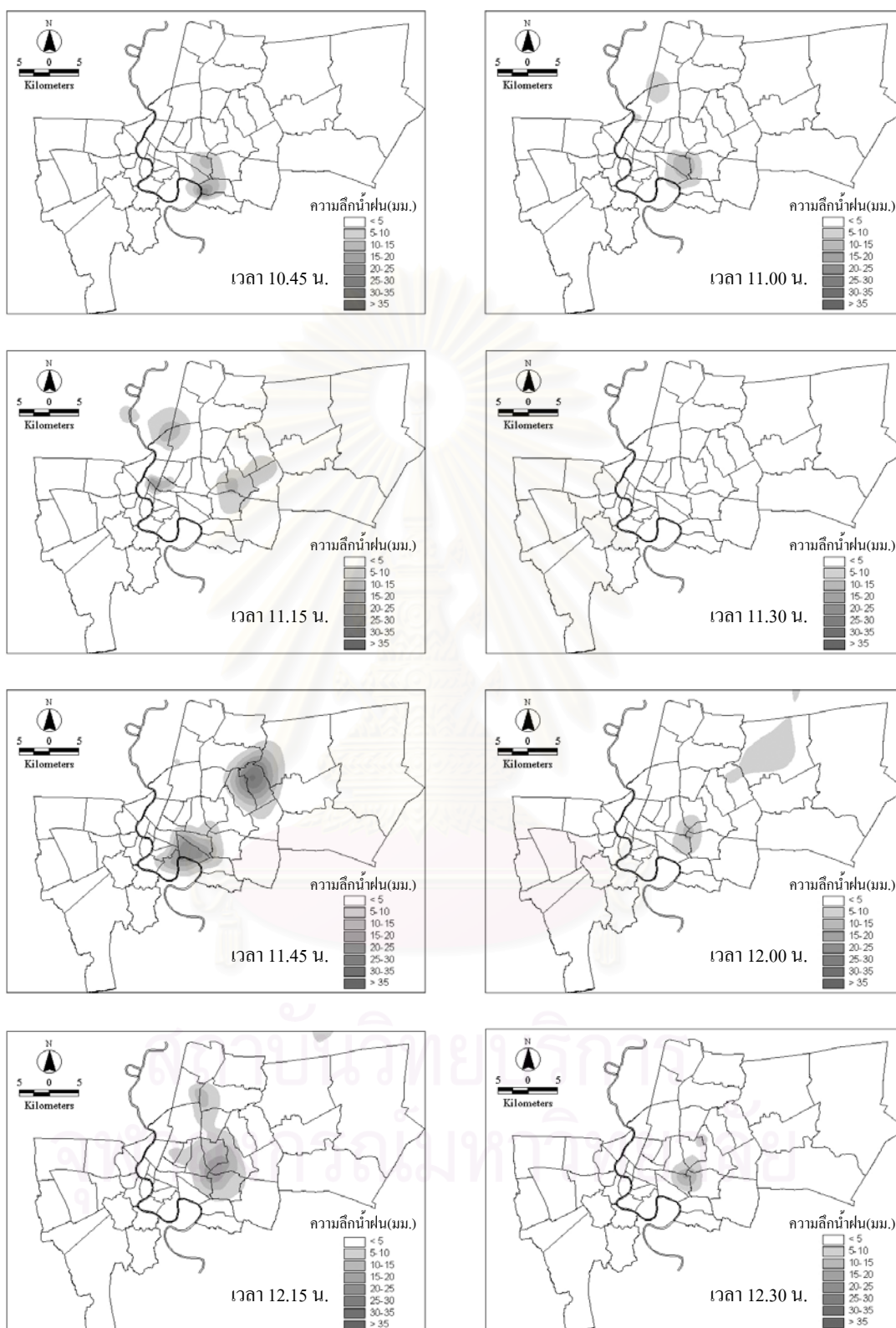
รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



13) เหตุการณ์ฝนวันที่ 19 สิงหาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 11.30-14.00 น.

(จุดศูนย์กลาง 2 แห่ง , ไม่มีการเคลื่อนตัว)

รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

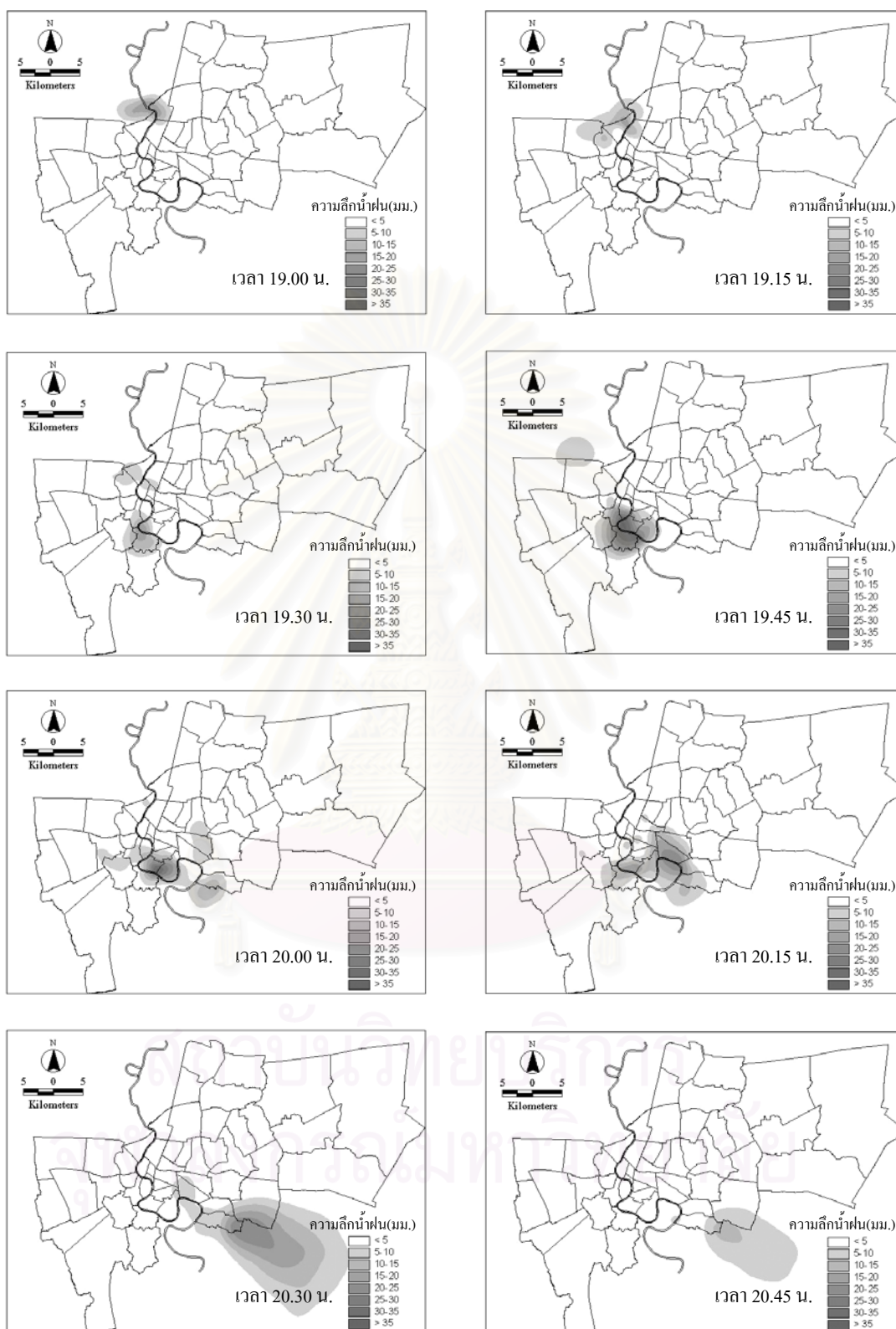


14) เหตุการณ์ฝนวันที่ 22 สิงหาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 10.00-13.45 น.

(จุดศูนย์กลาง 1 แห่ง , ไม่มีการเคลื่อนตัว)

รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

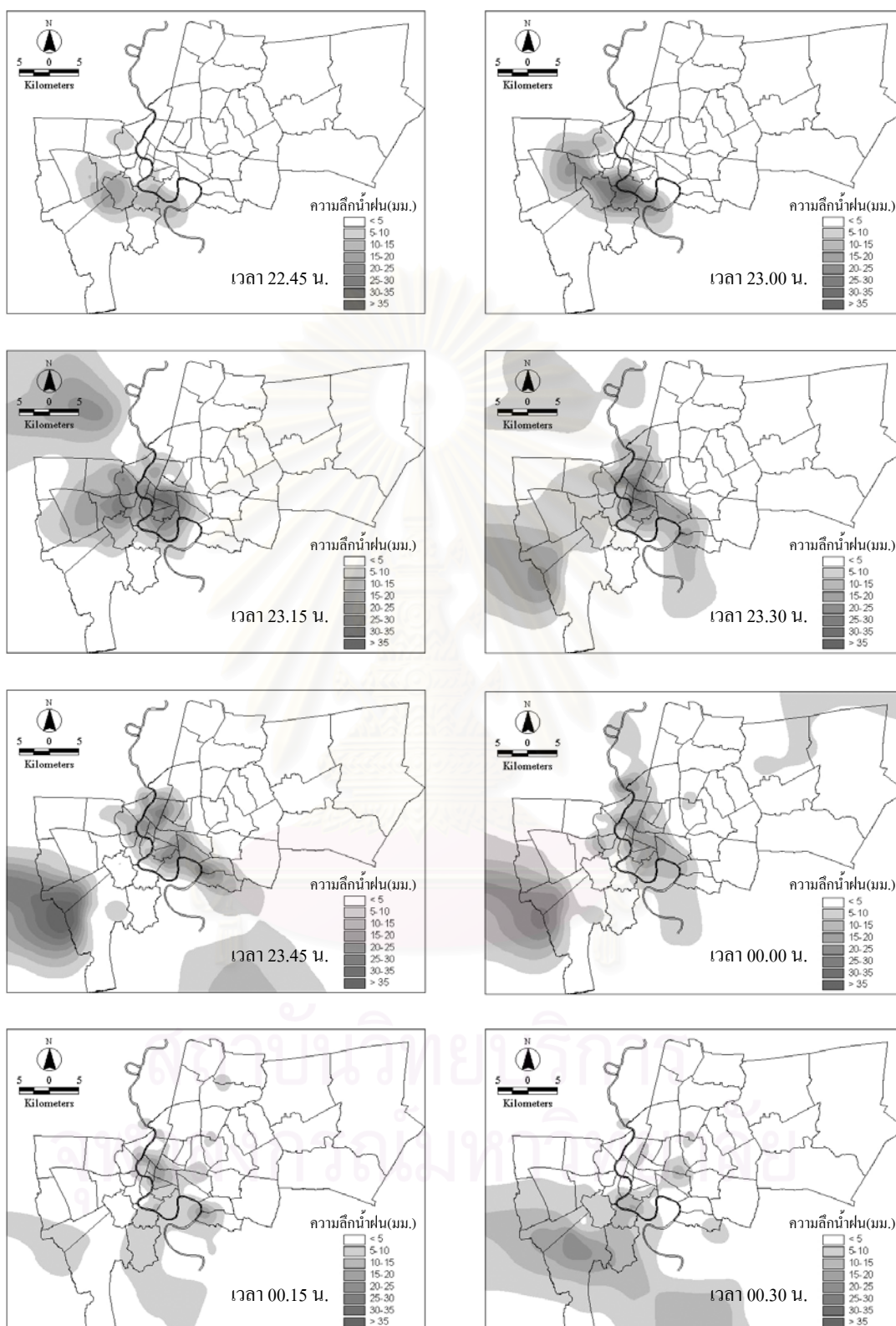




15) เหตุการณ์ฝนวันที่ 26 สิงหาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 18.45-20.45 น.

(จุดศูนย์กลาง 1 แห่ง , มีการเคลื่อนตัว)

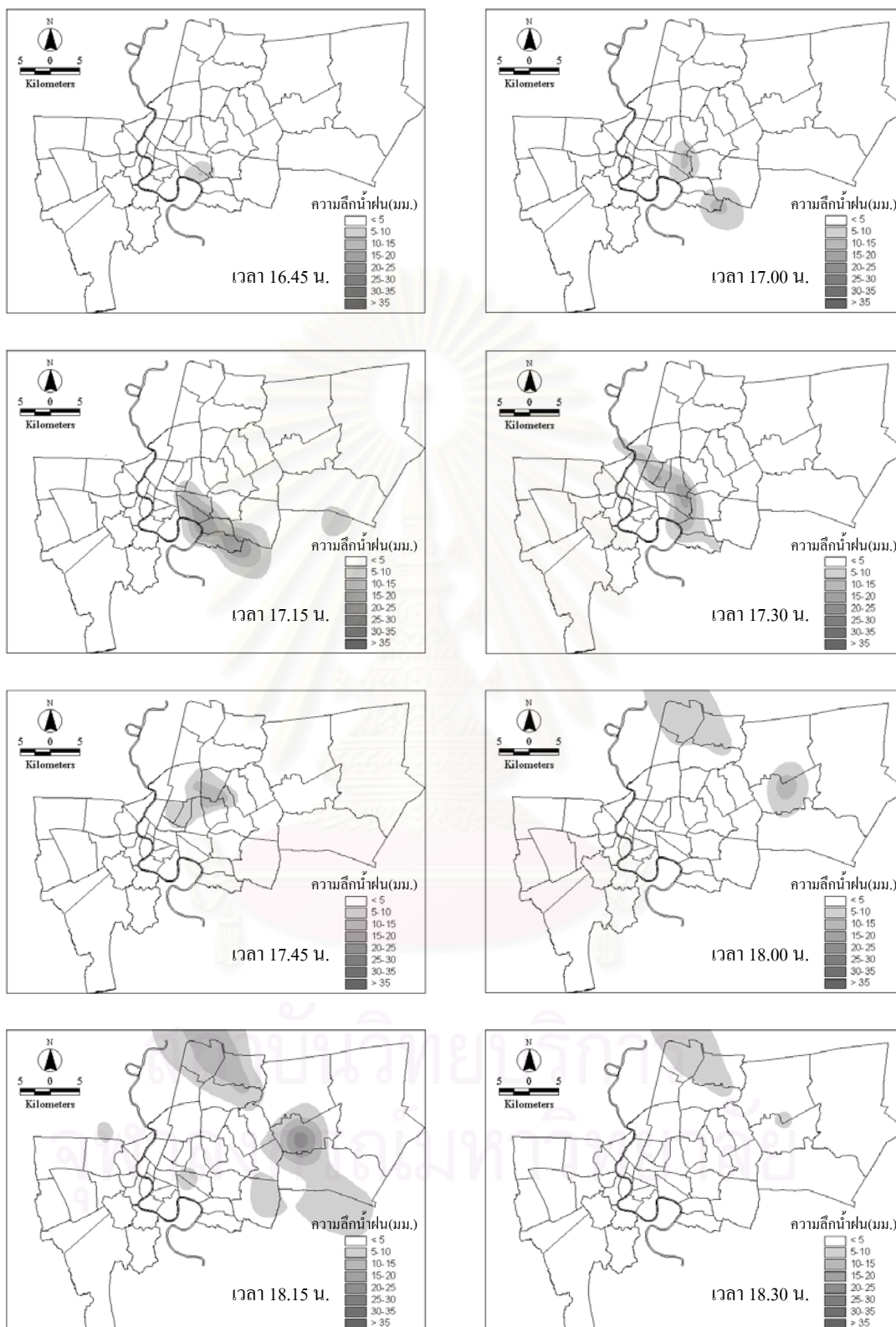
รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



16) เหตุการณ์ฝนวันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 22.00-02.15 น.

(จุดศูนย์กลาง 2 แห่ง , ไม่มีการเคลื่อนตัว)

รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

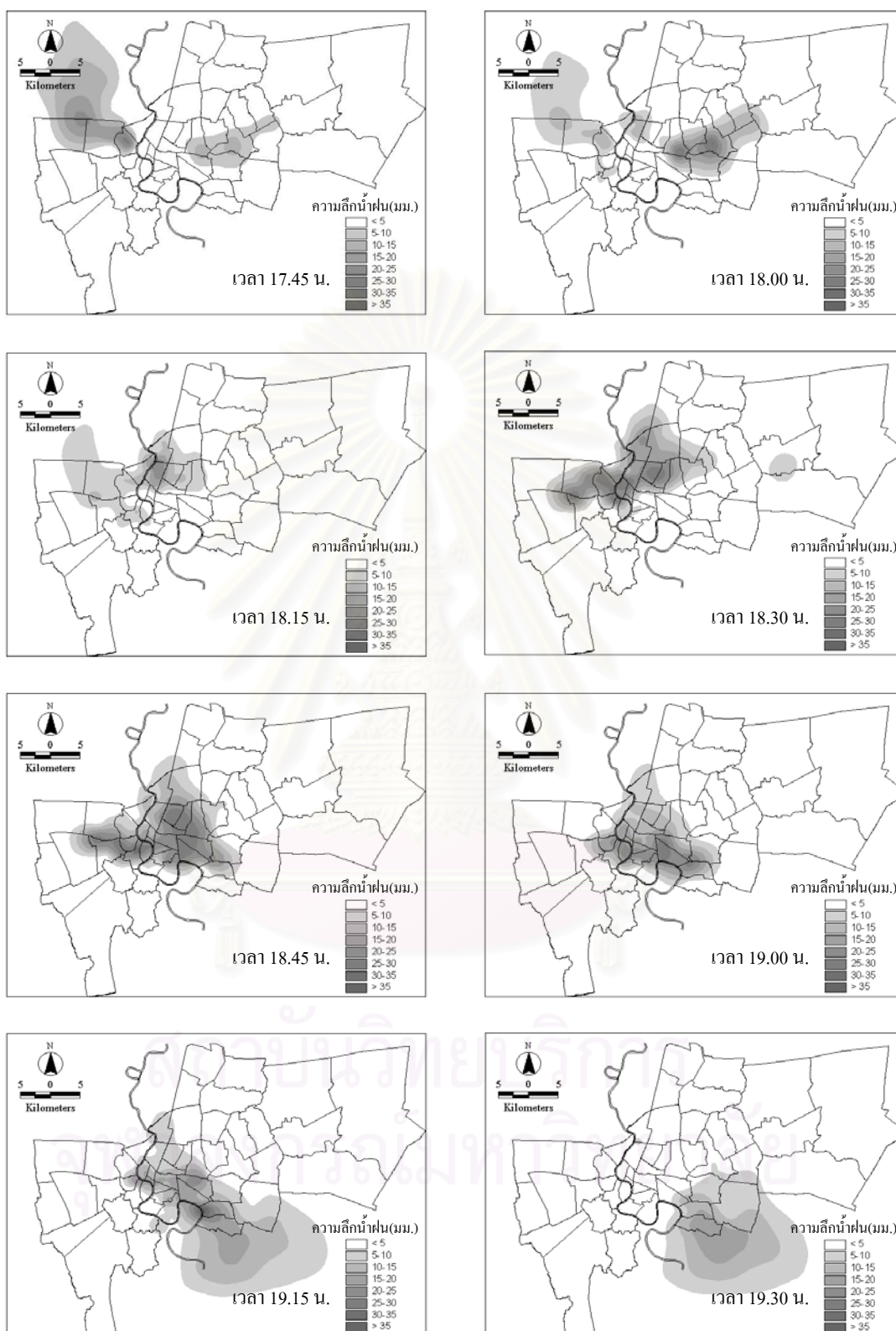


17) เหตุการณ์ฝนวันที่ 11 กันยายน พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 16.30-18.45 น.

(จุดศูนย์กลาง 4 แห่ง , มีการเคลื่อนตัว)

รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำผิวน้ำราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

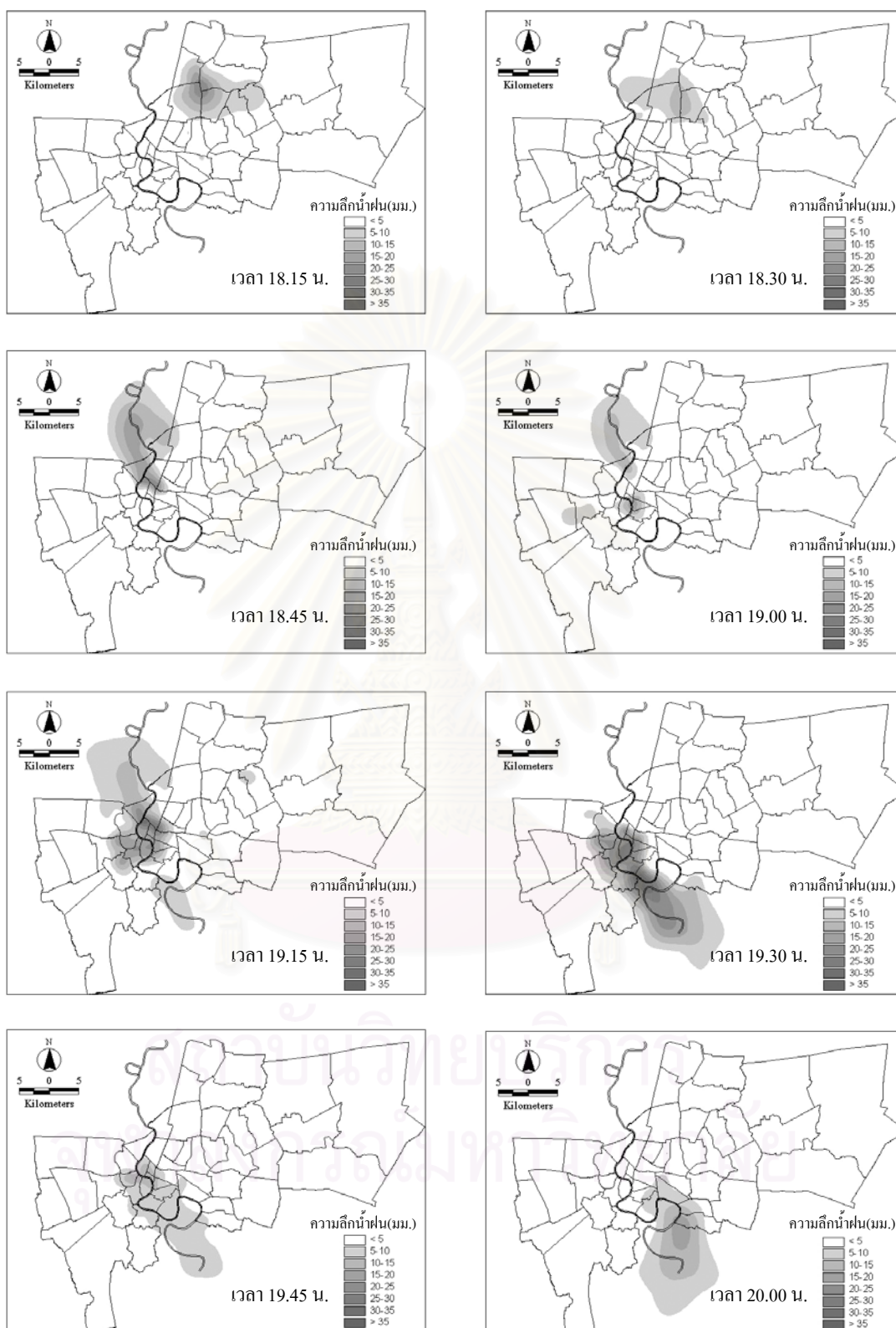




18) เหตุการณ์ฝนวันที่ 16 กันยายน พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 17.30-21.15 น.

(จุดศูนย์กลาง 1 แห่ง , มีการเคลื่อนตัว)

รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



19) เหตุการณ์ฝนวันที่ 17 กันยายน พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 16.30-20.15 น.

(จุดศูนย์กลาง 1 แห่ง, ไม่มีการเคลื่อนตัว)

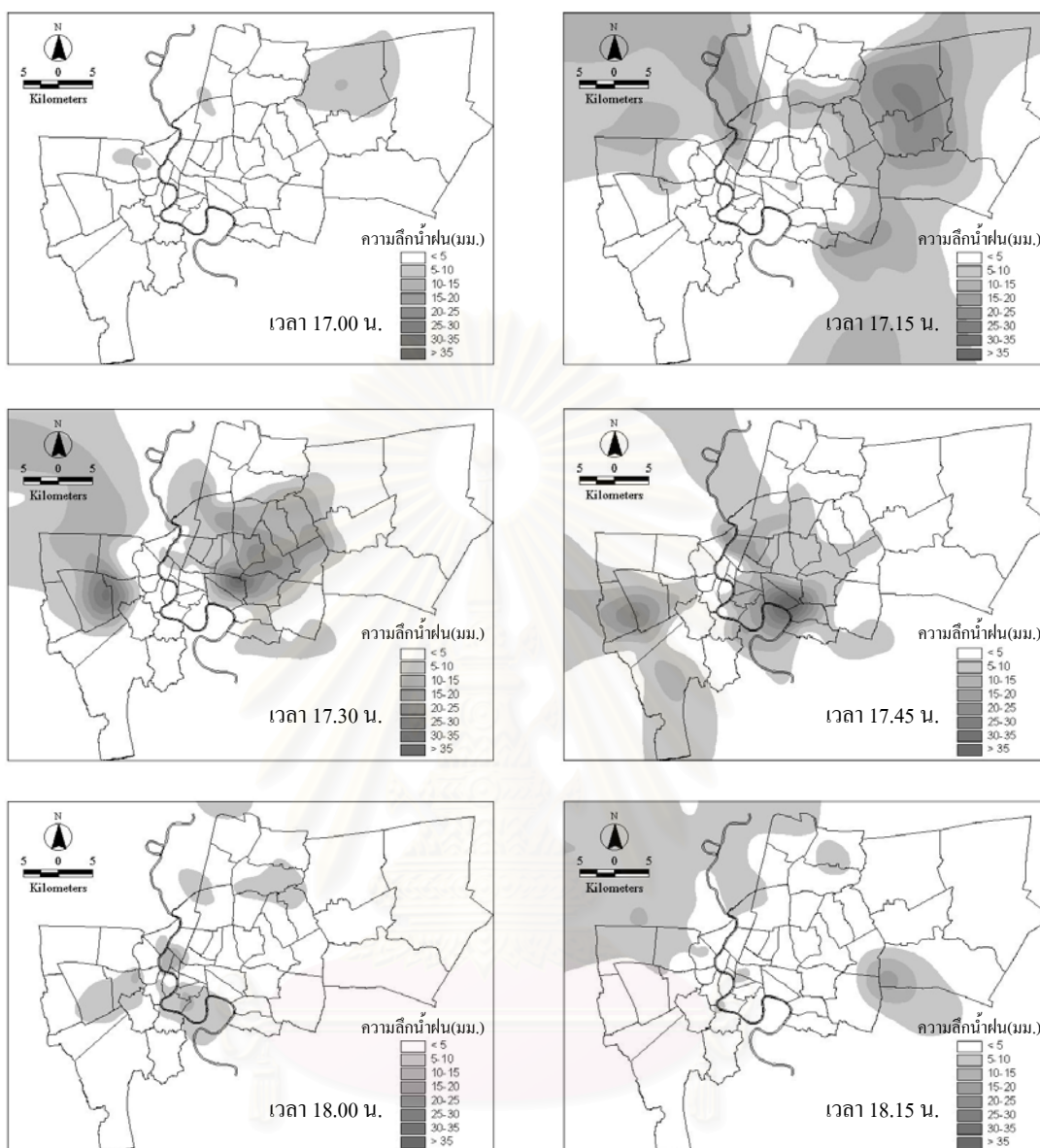
รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



20) เหตุการณ์ฝนวันที่ 18 กันยายน พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 13.00-15.00 น.

(จุดศูนย์กลาง 3 แห่ง , ไม่มีการเคลื่อนตัว)

รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

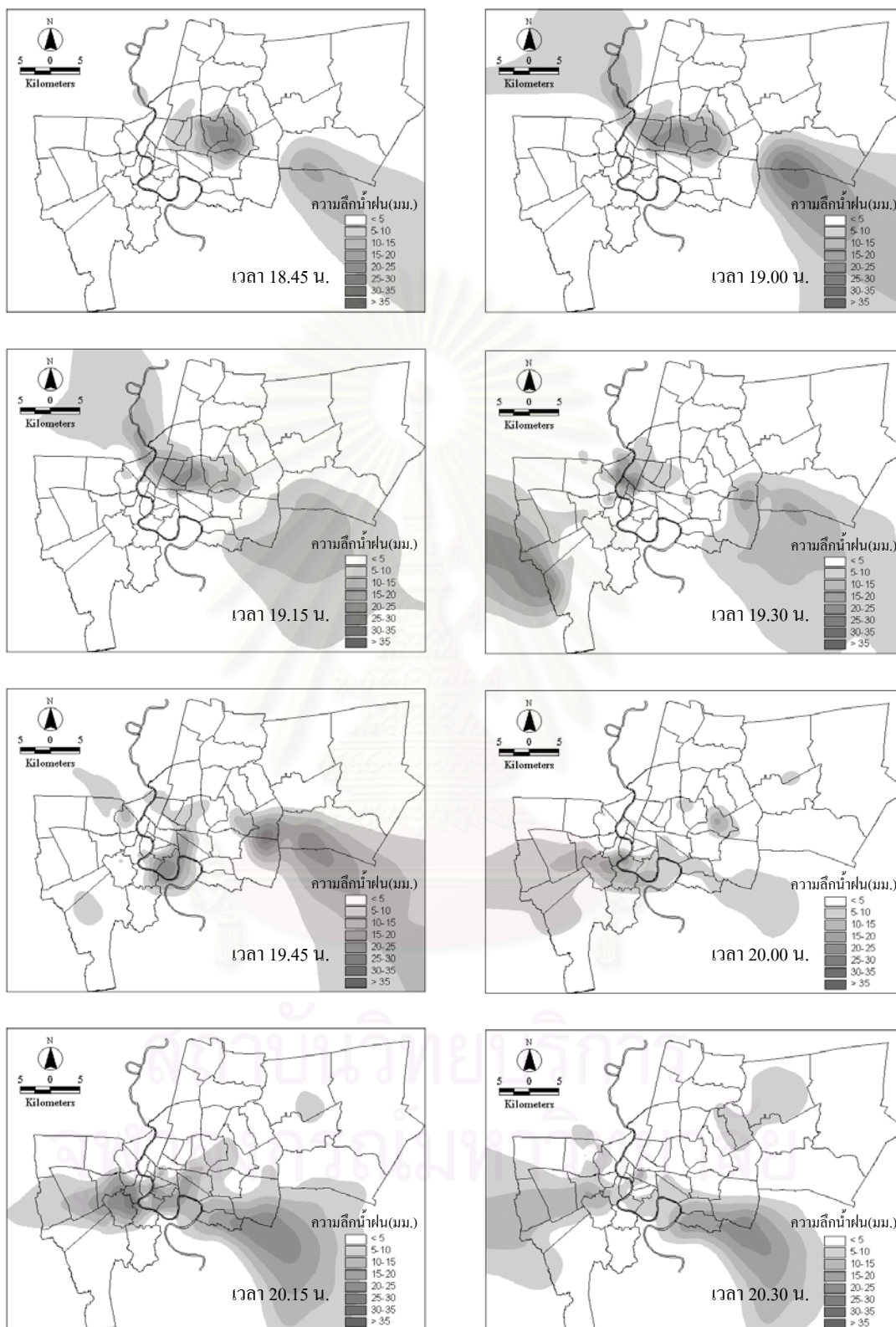


21) เหตุการณ์ฝนวันที่ 27 กันยายน พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 16.45-18.15 น.

(จุดศูนย์กลาง 4 แห่ง , มีการเคลื่อนตัว)

รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

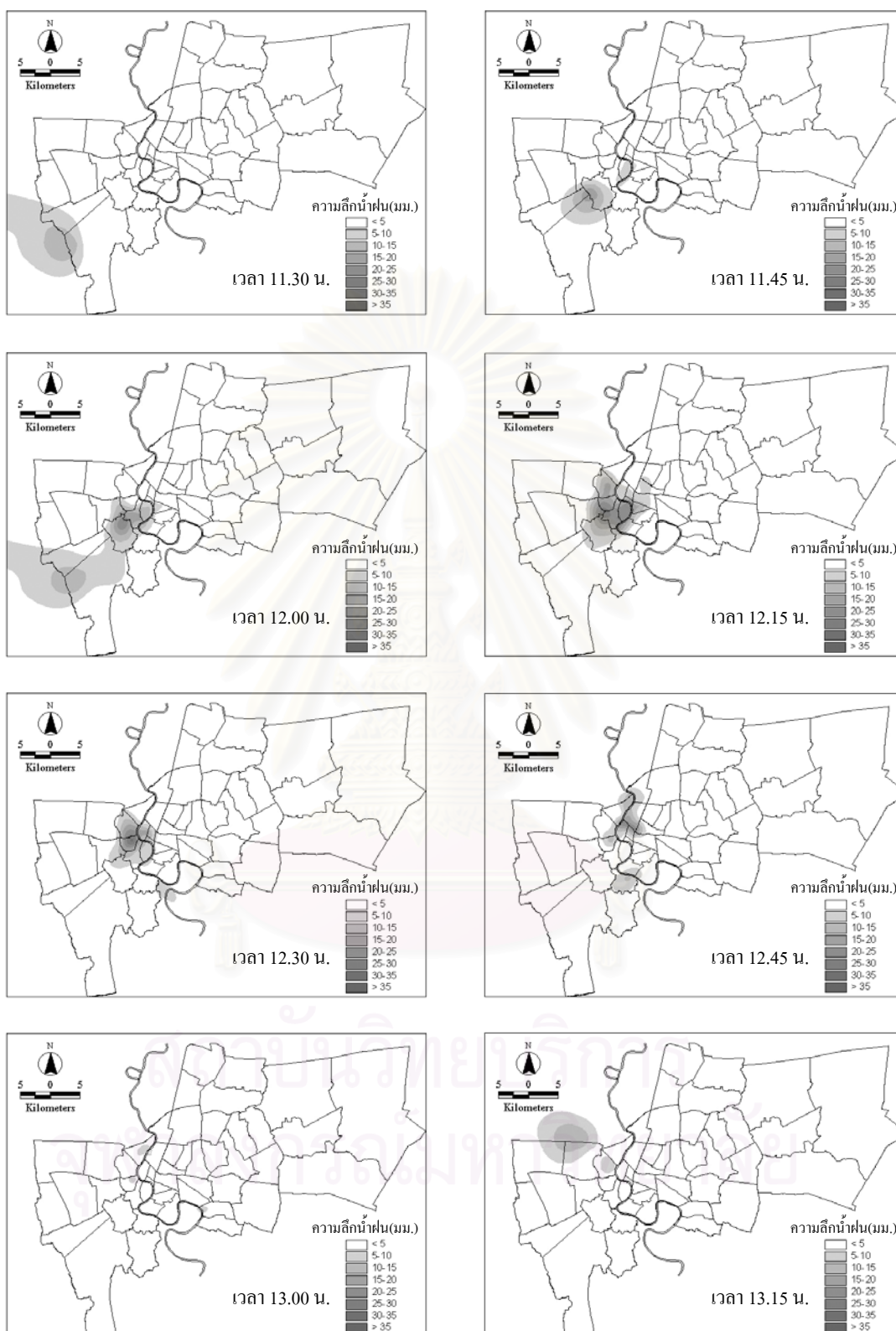




22) เหตุการณ์ฝนวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 17.30-22.30 น.

(จุดศูนย์กลาง 2 แห่ง , ไม่มีการเคลื่อนตัว)

รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

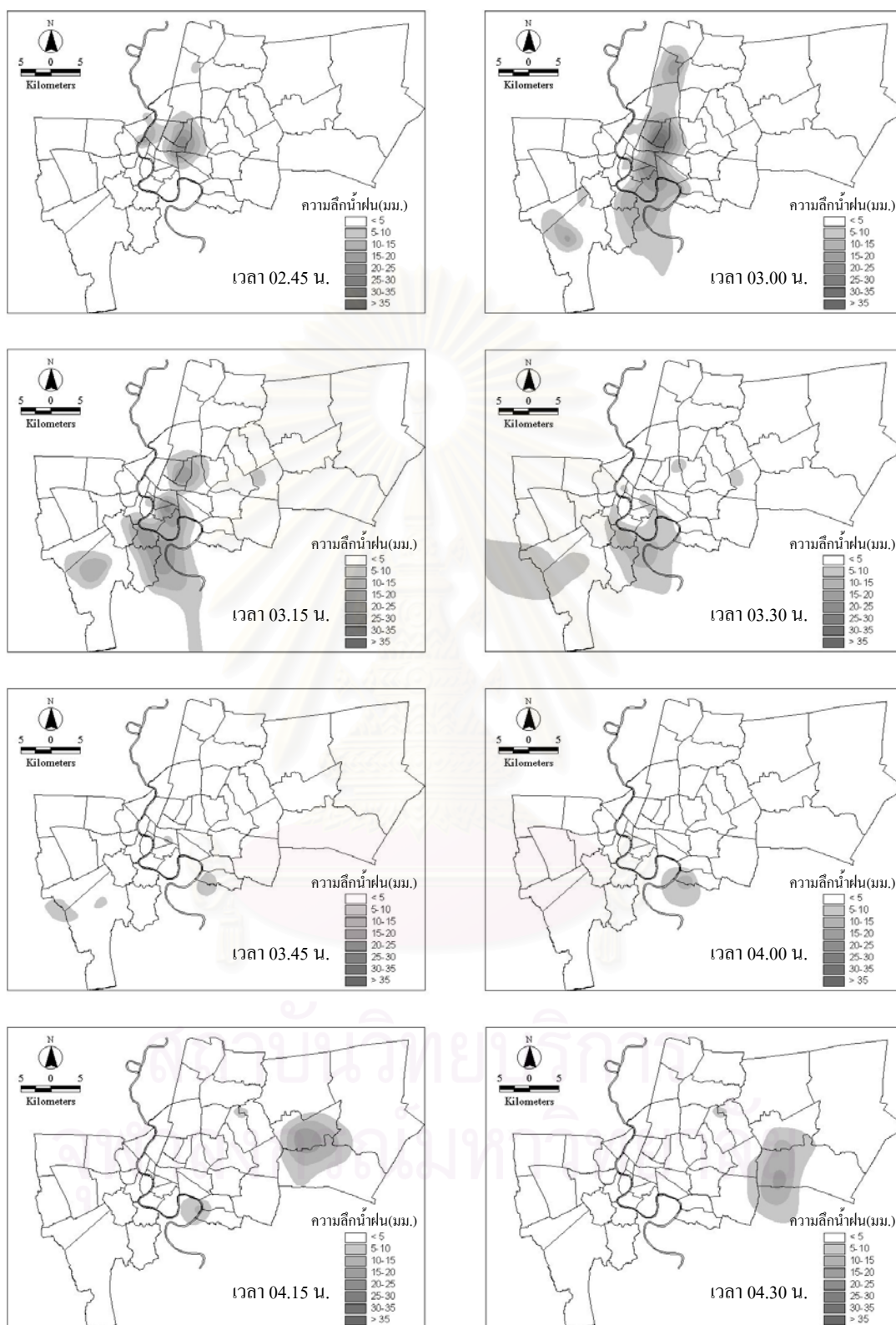


23) เหตุการณ์ฝนวันที่ 15 ตุลาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 11.15-13.30 น.

(จุดศูนย์กลาง 1 แห่ง , มีการเคลื่อนตัว)

รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

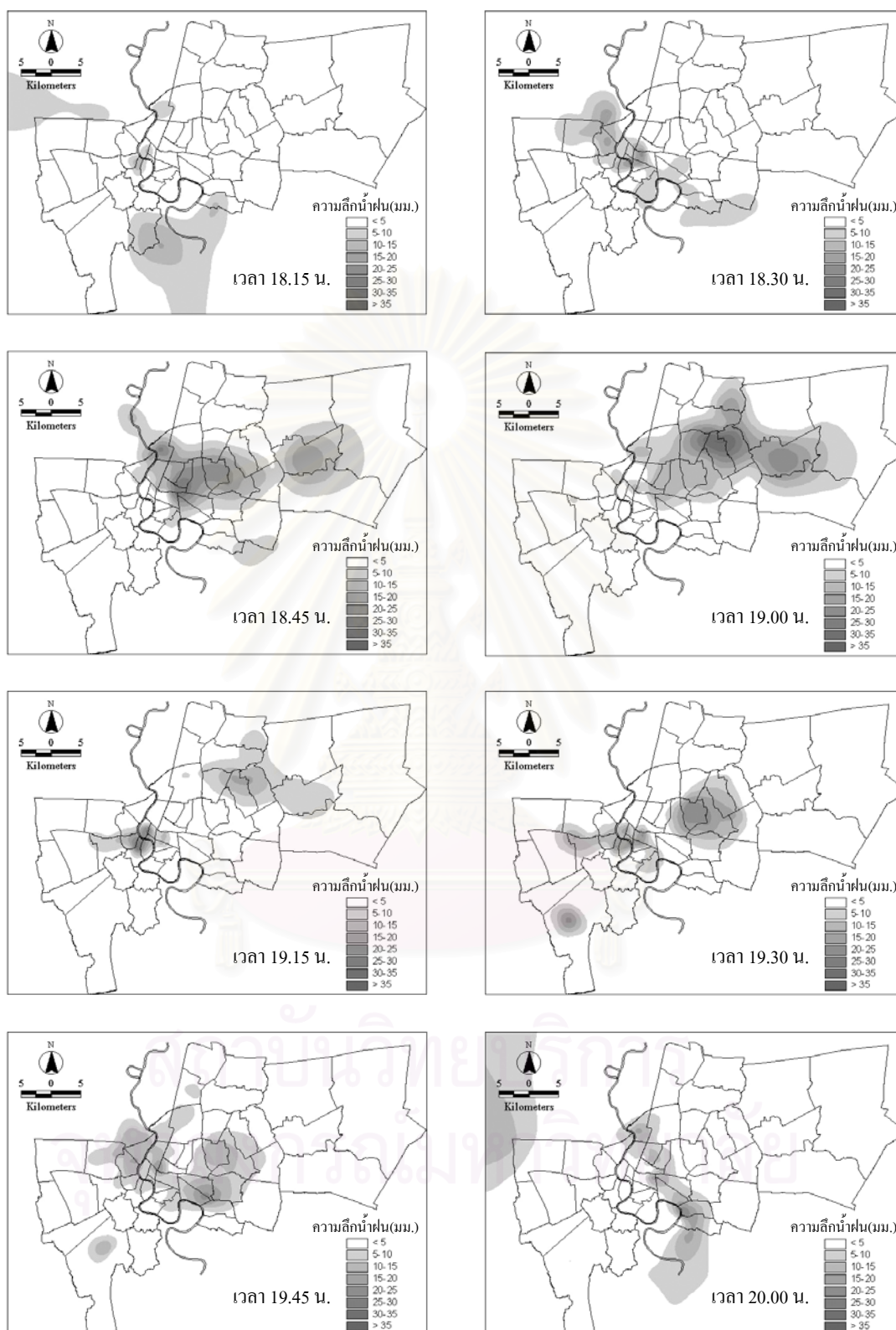




24) เหตุการณ์ฝนวันที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2543 ช่วงเวลา 02.15-05.15 น.

(จุดศูนย์กลาง 1 แห่ง, ไม่มีการเคลื่อนตัว)

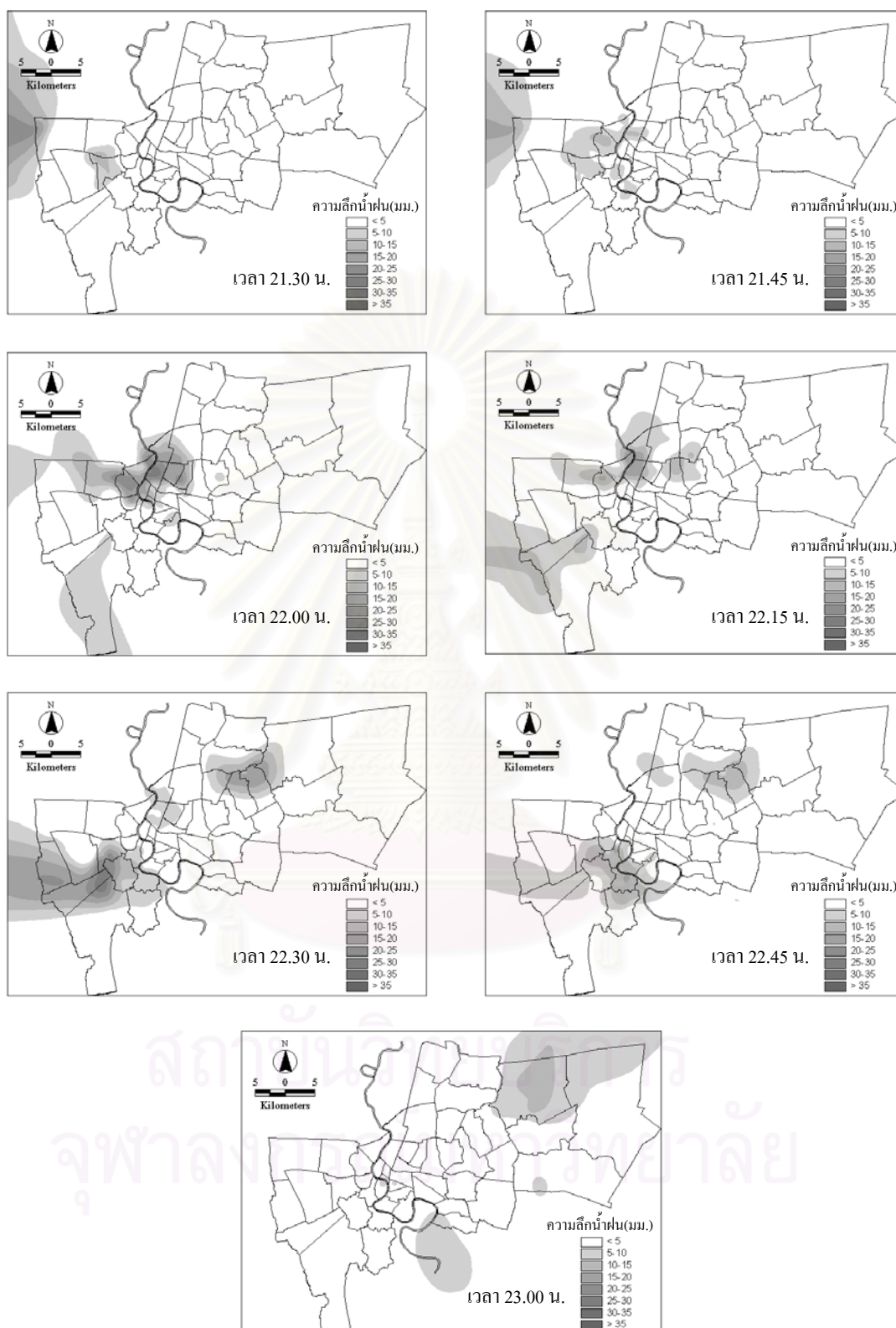
รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



25) เหตุการณ์ฝนวันที่ 21 พฤษภาคม พ.ศ. 2543 ช่วงเวลา 17.30-21.15 น.

(จุดศูนย์กลาง 4 แห่ง , มีการเคลื่อนตัว)

รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



26) เหตุการณ์ฝนวันที่ 29 กรกฎาคม พ.ศ. 2543 ช่วงเวลา 21.15-23.00 น.

(จุดศูนย์กลาง 3 แห่ง , ไม่มีการเคลื่อนตัว)

รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

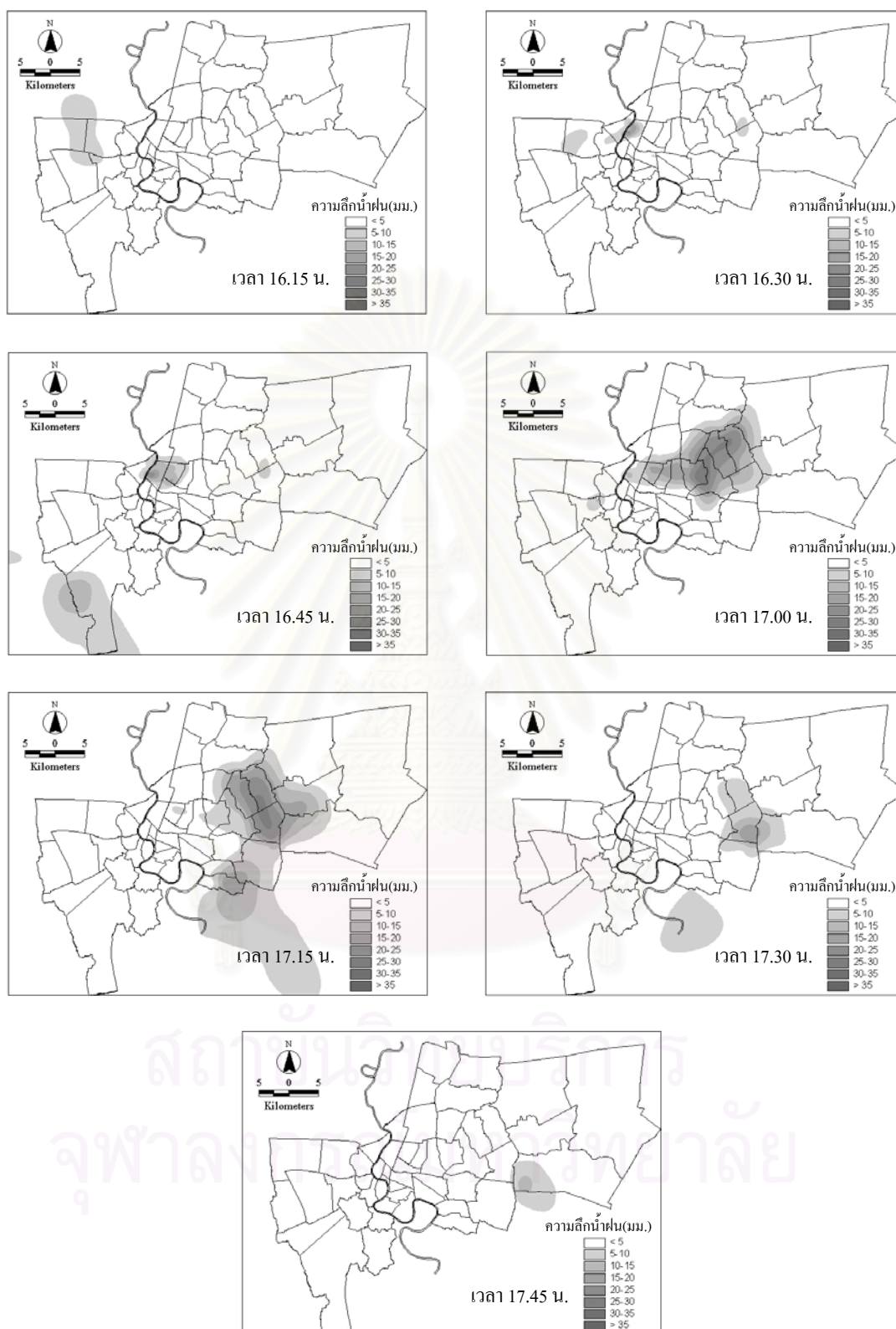


27) เหตุการณ์ฝนวันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ. 2543 ช่วงเวลา 16.30-18.00 น.

(จุดศูนย์กลาง 1 แห่ง , ไม่มีการเคลื่อนตัว)

รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

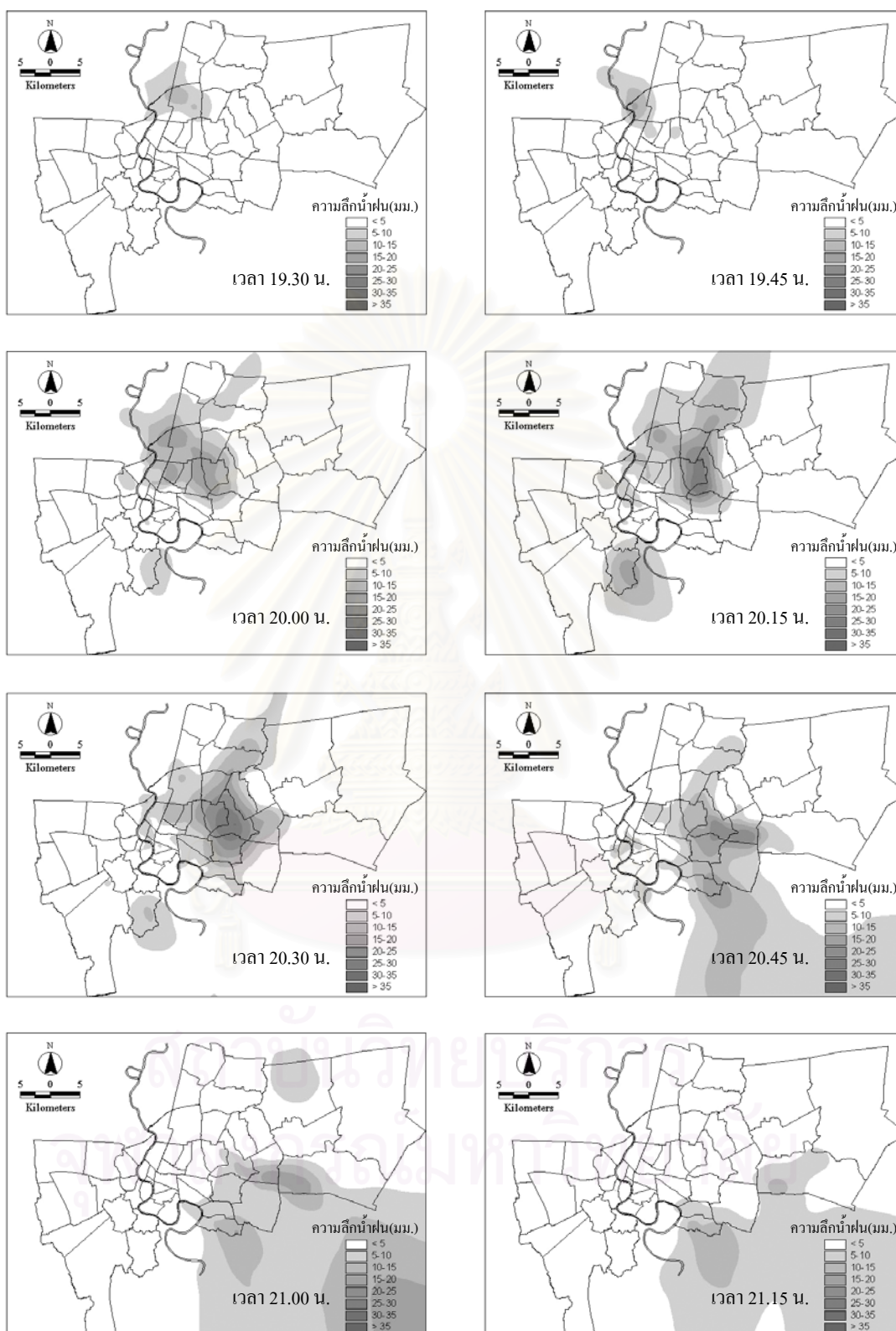




28) เหตุการณ์ฝนวันที่ 14 สิงหาคม พ.ศ. 2543 ช่วงเวลา 16.00-17.45 น.

(จุดศูนย์กลาง 1 แห่ง , มีการเคลื่อนตัว)

รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

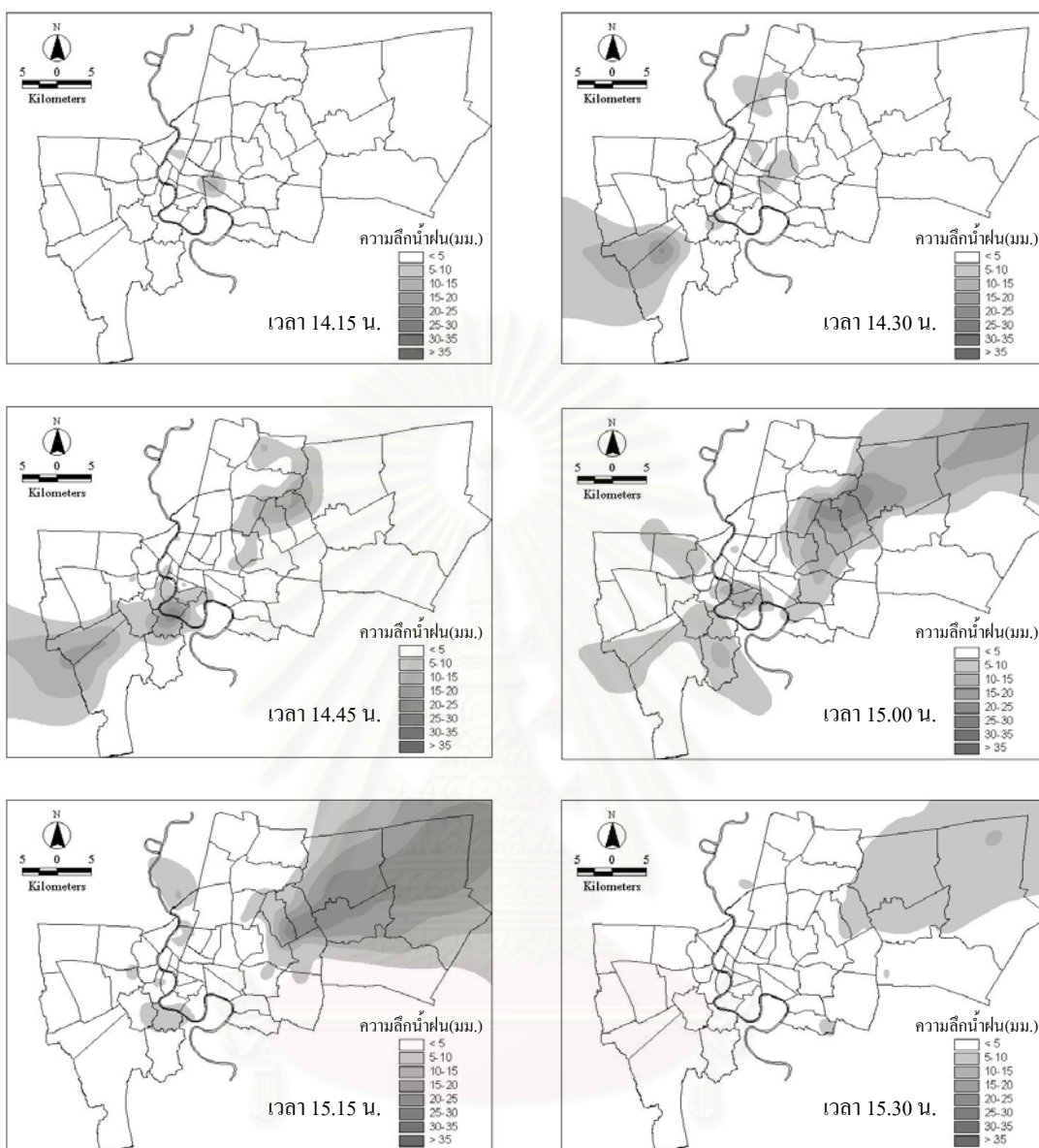


29) เหตุการณ์ฝนวันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ. 2543 ช่วงเวลา 19.00-21.30 น.

(จุดศูนย์กลาง 1 แห่ง , มีการเคลื่อนตัว)

รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)





30) เหตุการณ์ฝนวันที่ 3 กันยายน พ.ศ. 2543 ช่วงเวลา 14.00-15.30 น.

(จุดศูนย์กลาง 3 แห่ง , ไม่มีการเคลื่อนตัว)

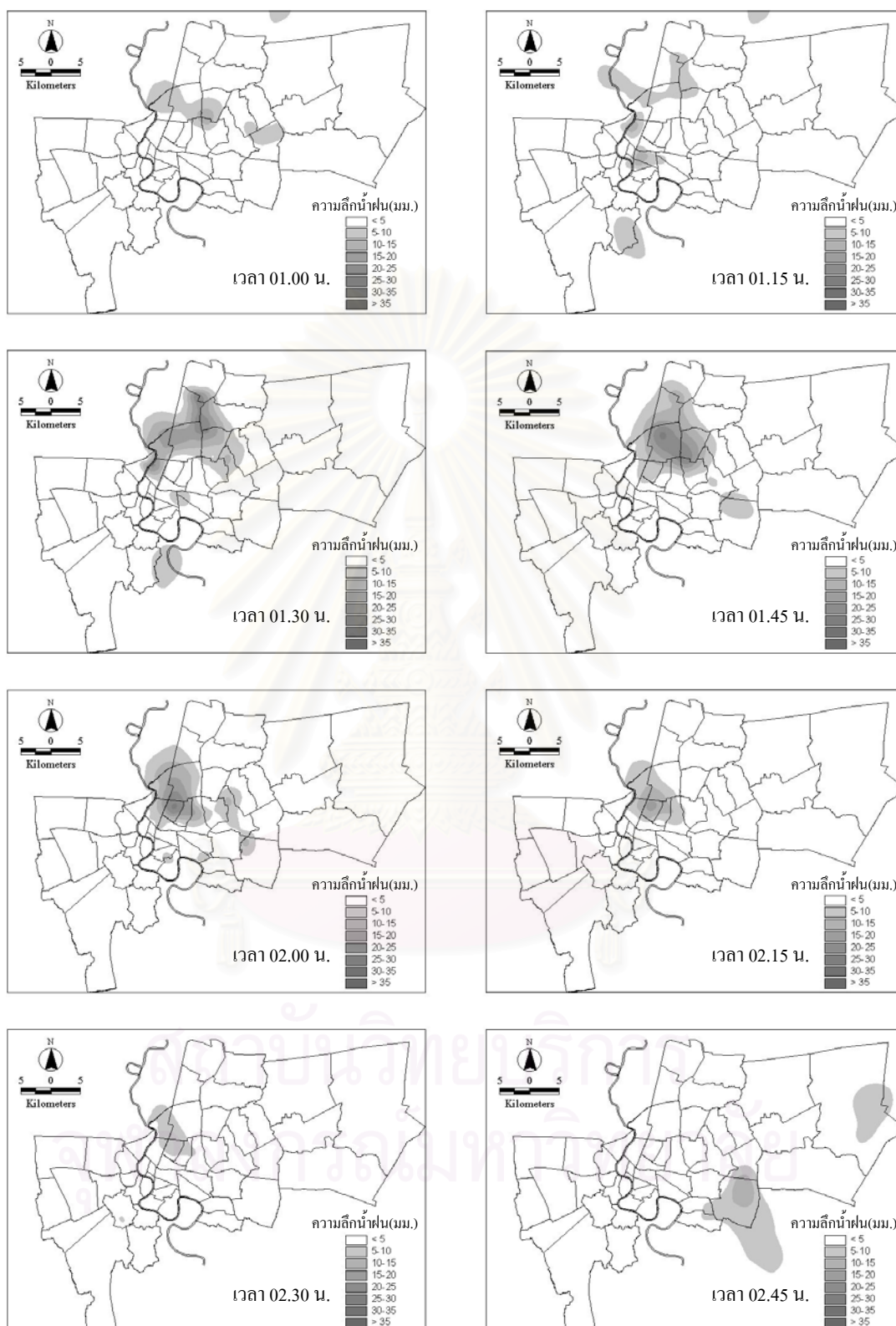
รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



31) เหตุการณ์ฝนวันที่ 26 กันยายน พ.ศ. 2543 ช่วงเวลา 19.15-20.45 น.

(จุดศูนย์กลาง 1 แห่ง , มีการเคลื่อนตัว)

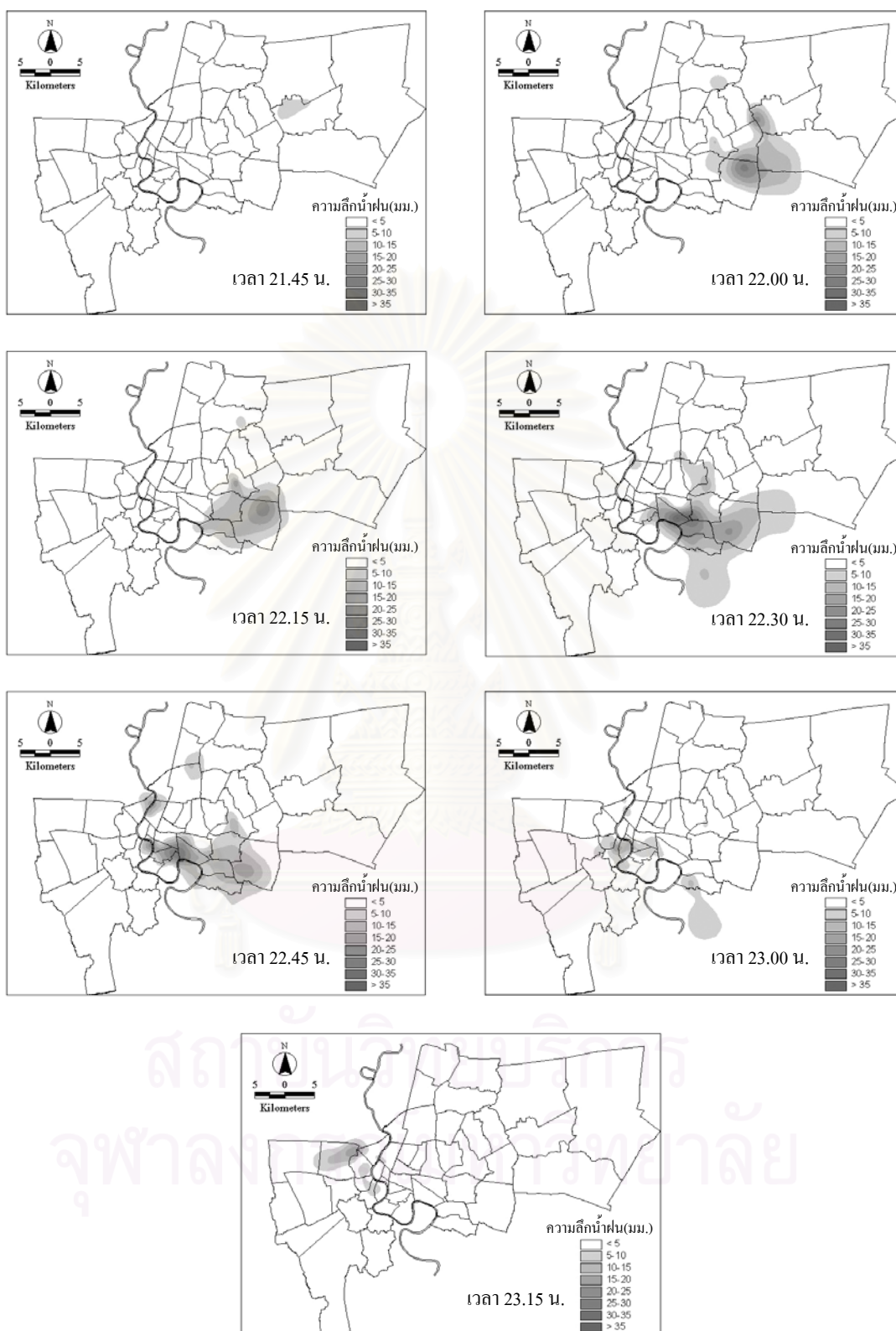
รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



32) เหตุการณ์ฝนวันที่ 4 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ช่วงเวลา 00.45-04.15 น.

(จุดศูนย์กลาง 2 แห่ง, ไม่มีการเคลื่อนตัว)

รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



33) เหตุการณ์ฝนวันที่ 27 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ช่วงเวลา 21.30-23.15 น.

(จุดศูนย์กลาง 2 แห่ง , มีการเคลื่อนตัว)

รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

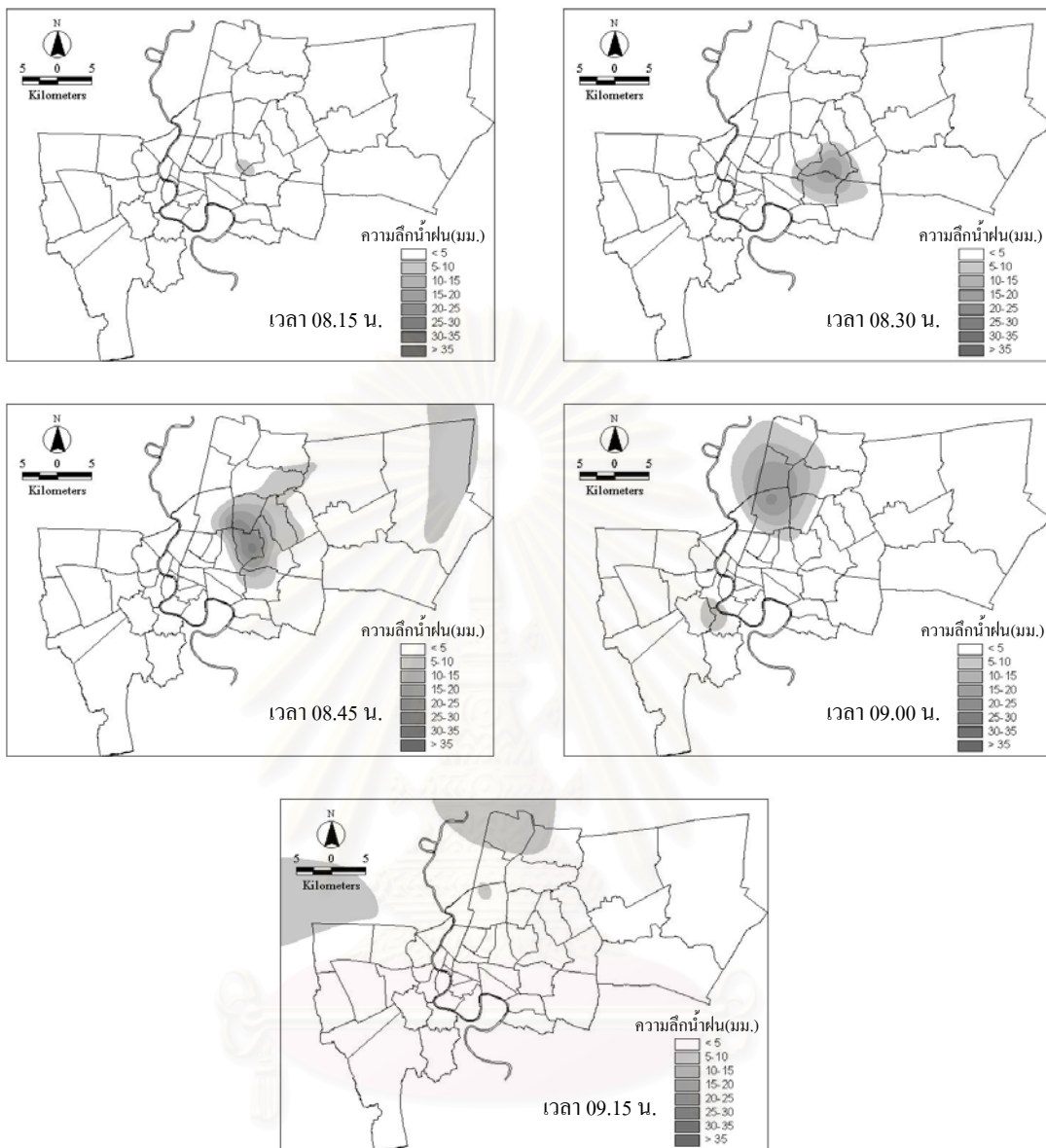




34) เหตุการณ์ฝนวันที่ 10 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544 ช่วงเวลา 10.45-14.45 น.

(จุดศูนย์กลาง 2 แห่ง , ไม่มีการเคลื่อนตัว)

รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

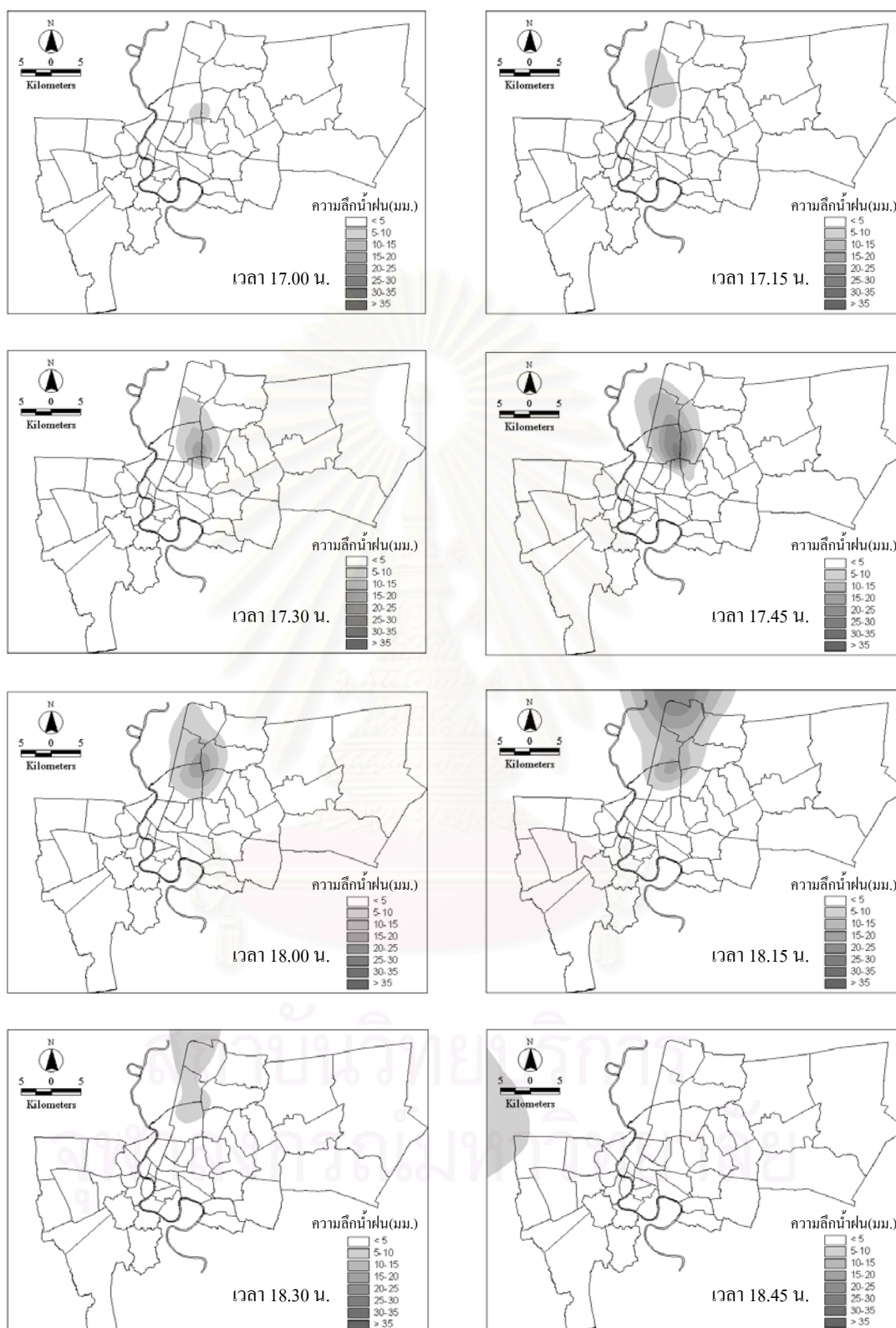


35) เหตุการณ์ฝนวันที่ 9 มีนาคม พ.ศ. 2544 ช่วงเวลา 08.00-09.15 น.

(จุดศูนย์กลาง 2 แห่ง , มีการเคลื่อนตัว)

รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

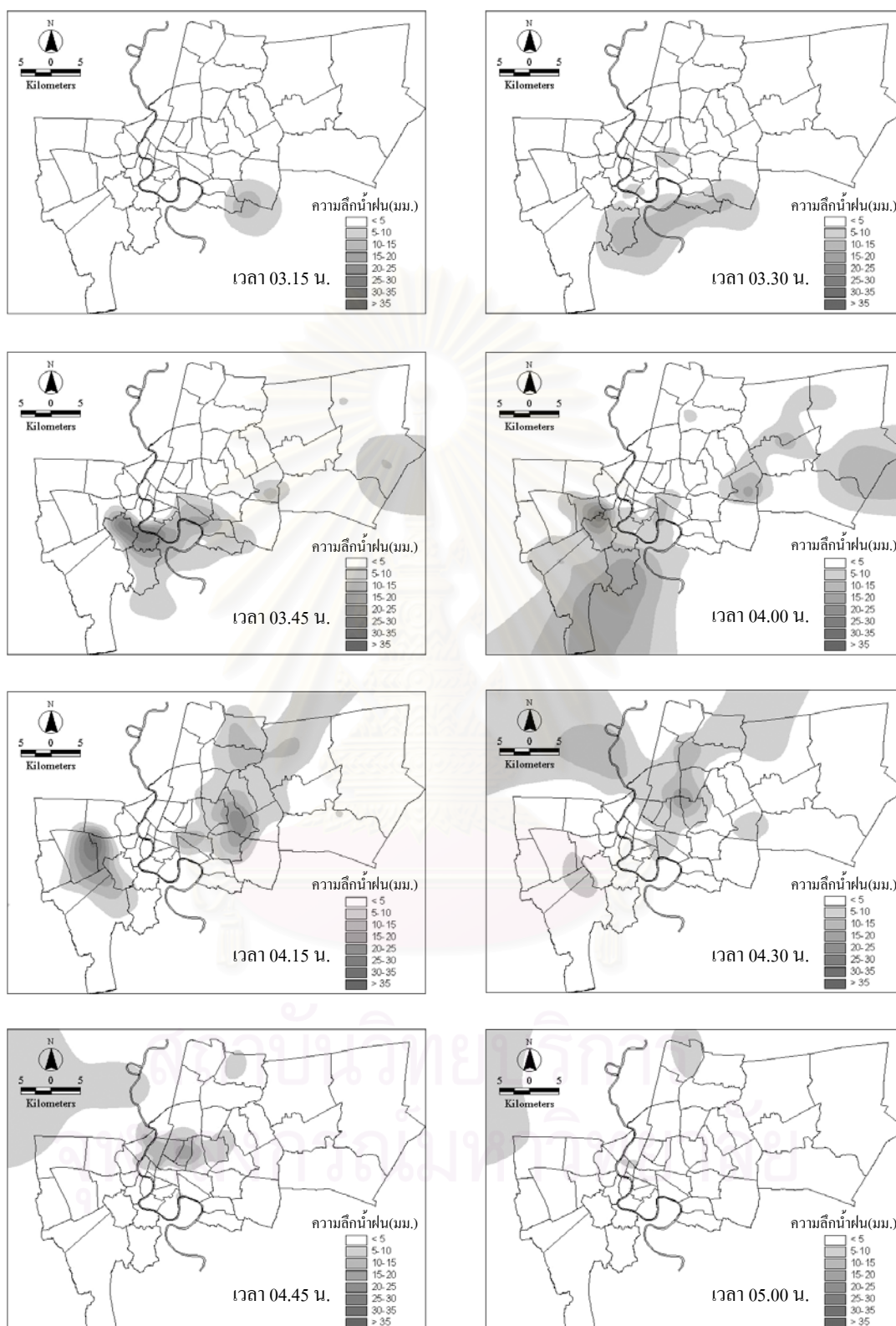




36) เหตุการณ์ฝนวันที่ 14 มีนาคม พ.ศ. 2544 ช่วงเวลา 16.45-18.45 น.

(จุดศูนย์กลาง 1 แห่ง , ไม่มีการเคลื่อนตัว)

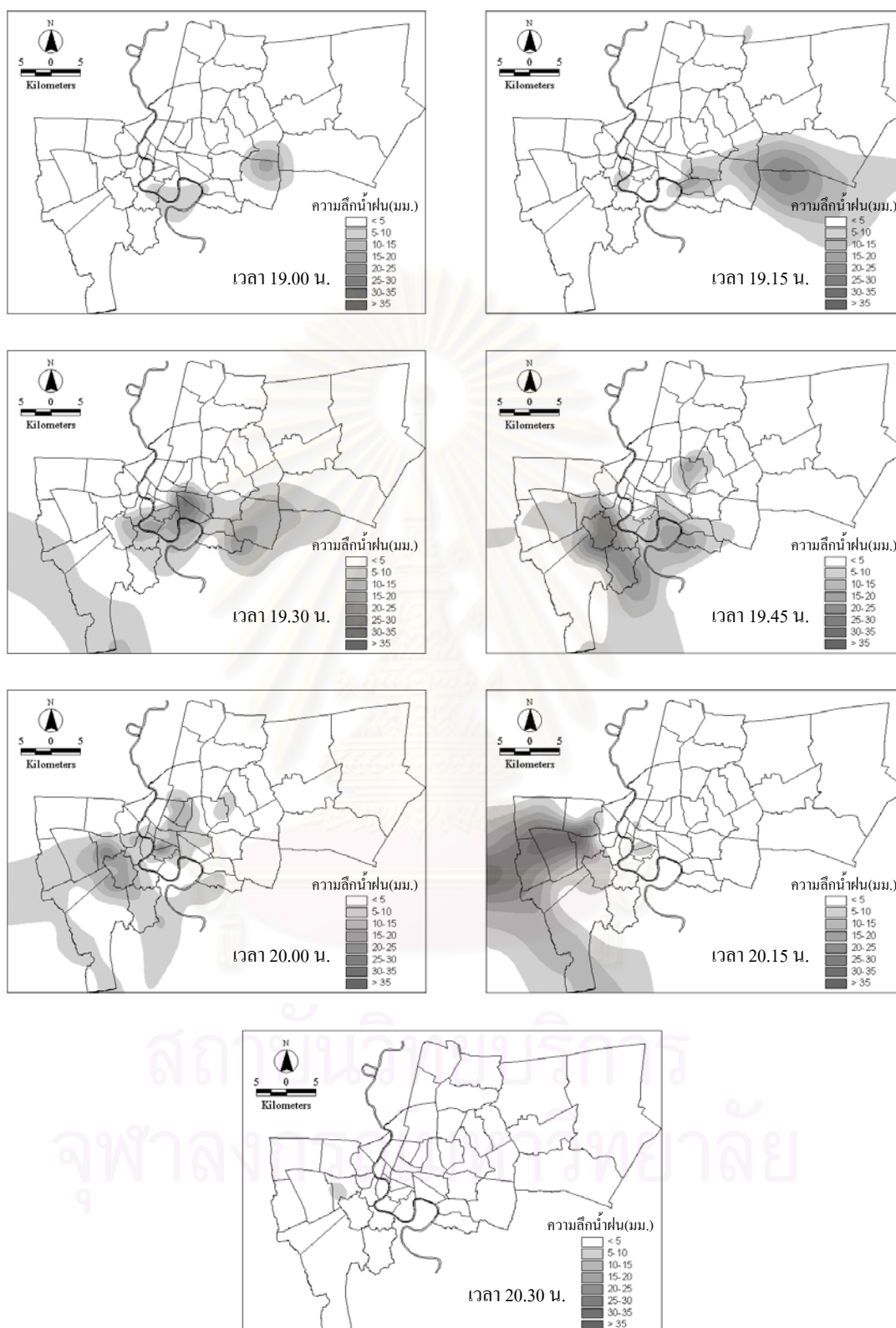
รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



37) เหตุการณ์ฝนวันที่ 19 มีนาคม พ.ศ. 2544 ช่วงเวลา 03.00-05.00 น.

(จุดศูนย์กลาง 2 แห่ง , มีการเคลื่อนตัว)

รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



38) เหตุการณ์ฝนวันที่ 19 มีนาคม พ.ศ. 2544 ช่วงเวลา 18.45-20.30 น.

(จุดศูนย์กลาง 2 แห่ง , มีการเคลื่อนตัว)

รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

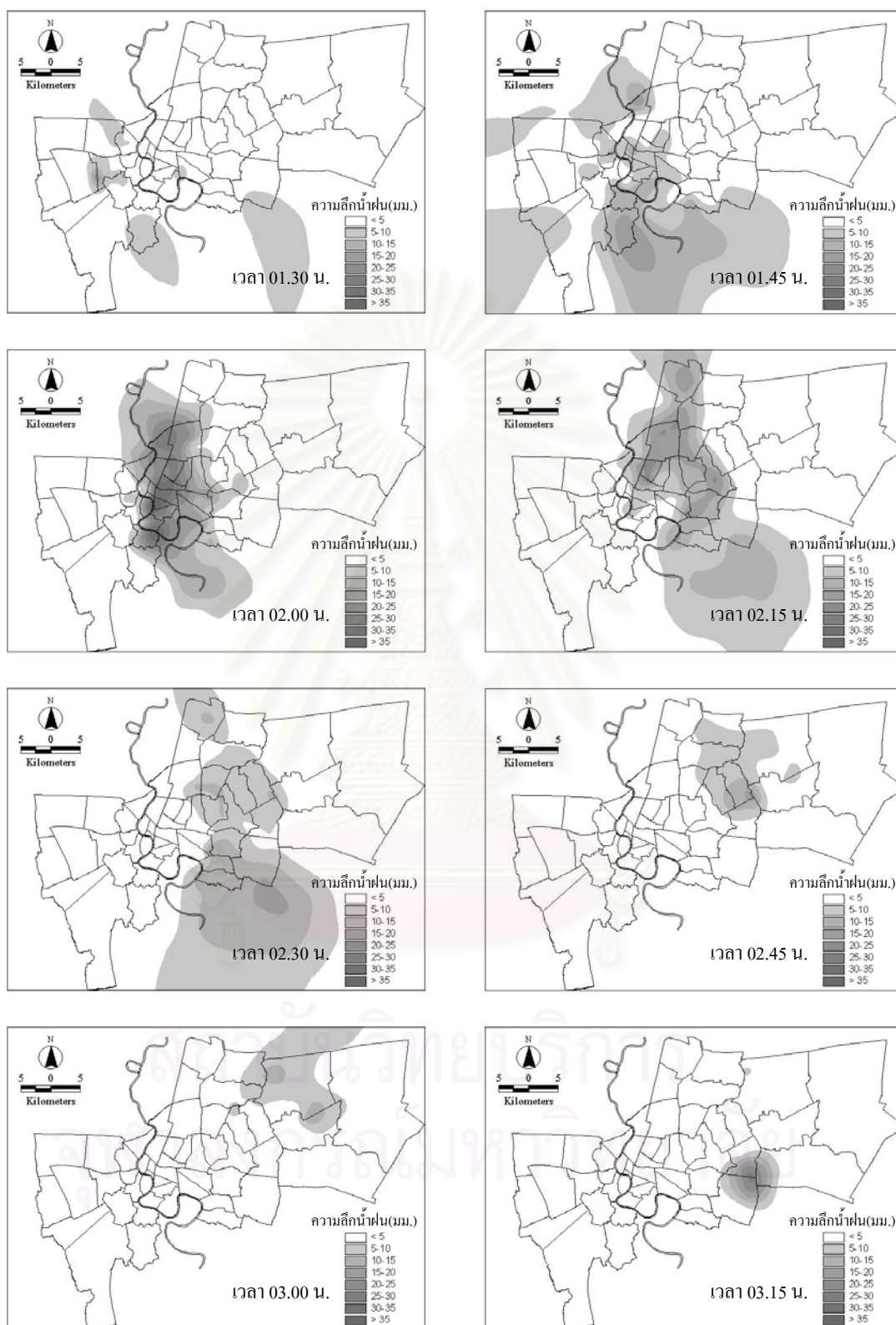


39) เหตุการณ์ฝนวันที่ 22 มีนาคม พ.ศ. 2544 ช่วงเวลา 05.15-06.45 น.

(จุดศูนย์กลาง 1 แห่ง , มีการเคลื่อนตัว)

รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

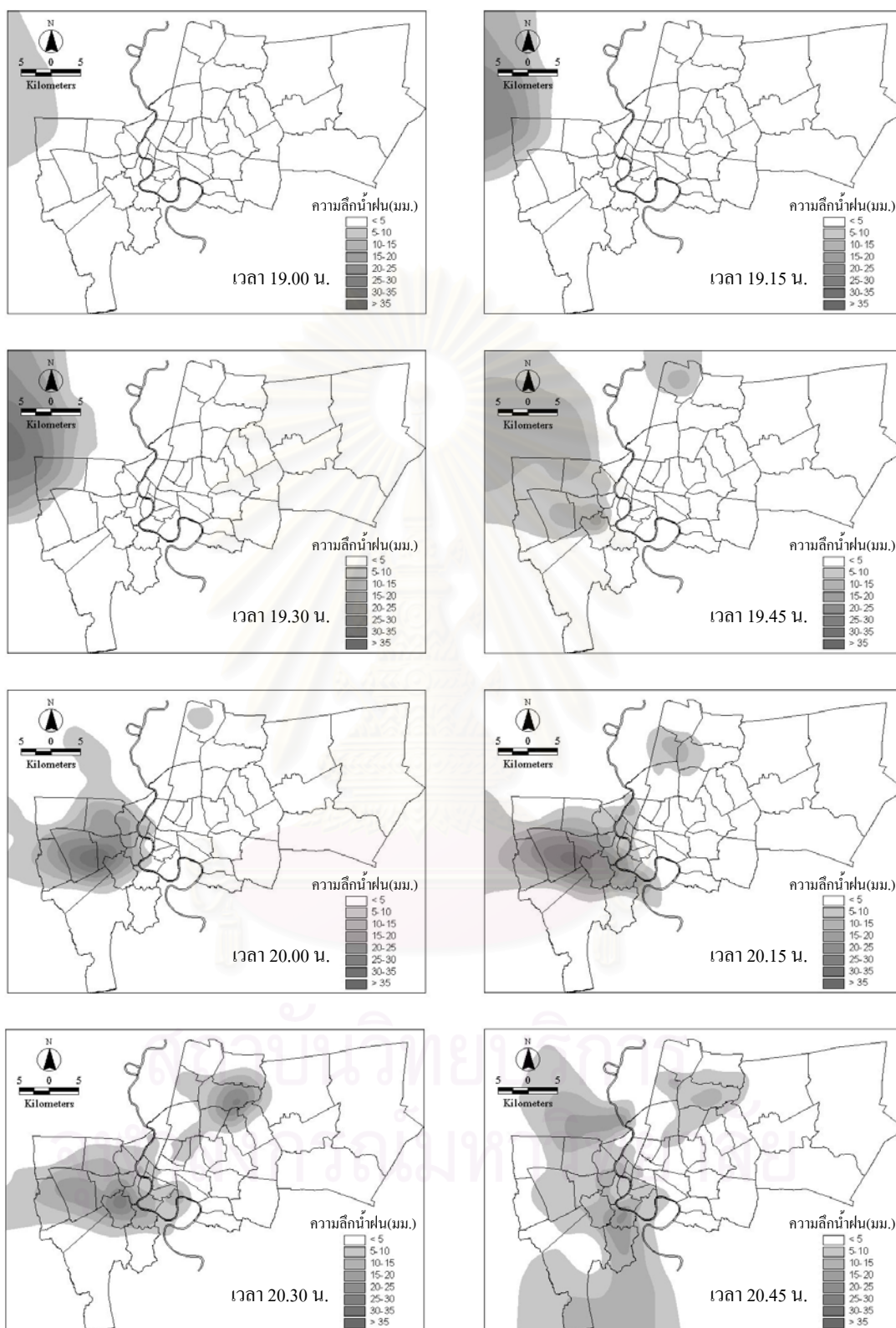




40) เหตุการณ์ฝนวันที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2544 ช่วงเวลา 00.45-03.30 น.

(จุดศูนย์กลาง 3 แห่ง , มีการเคลื่อนตัว)

รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

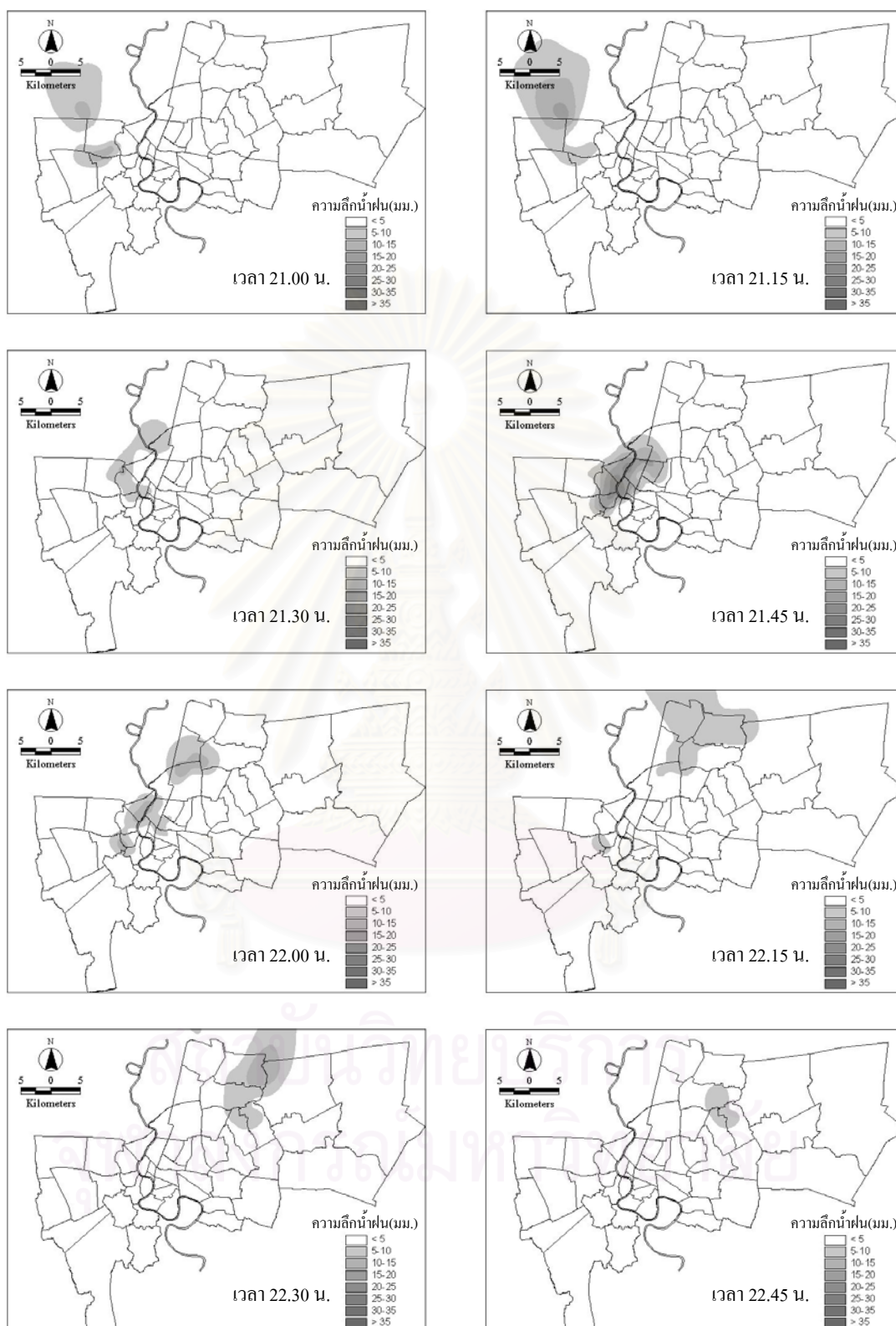


41) เหตุการณ์ฝนวันที่ 7 มิถุนายน พ.ศ. 2544 ช่วงเวลา 18.45-21.15 น.

(จุดศูนย์กลาง 1 แห่ง , ไม่มีการเคลื่อนตัว)

รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

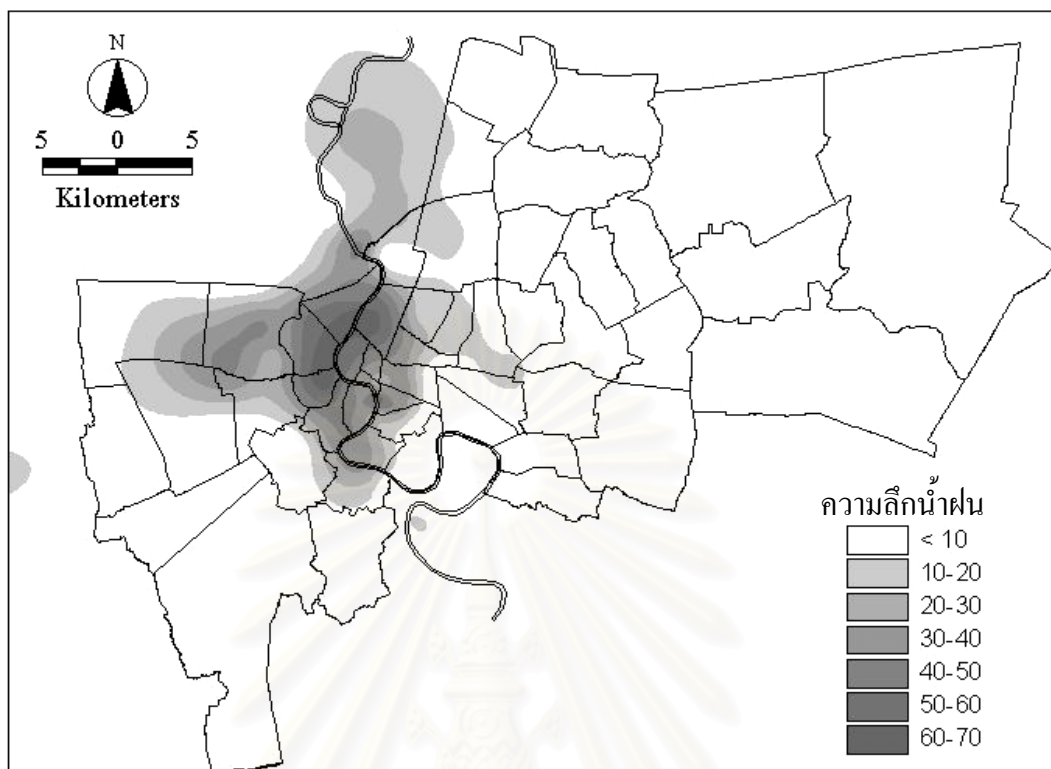




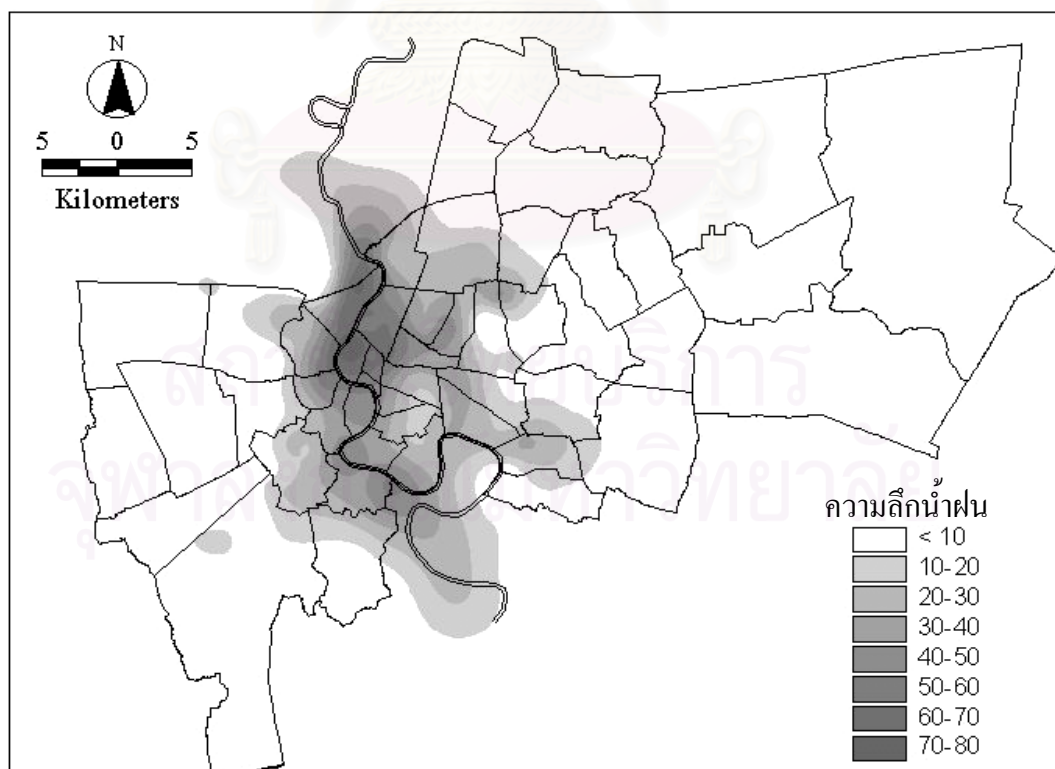
42) เหตุการณ์ฝนวันที่ 8 กรกฎาคม พ.ศ. 2544 ช่วงเวลา 20.45-22.45 น.

(จุดศูนย์กลาง 1 แห่ง , ไม่มีการเคลื่อนตัว)

รูปที่ ง-1 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนราย 15 นาทีของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

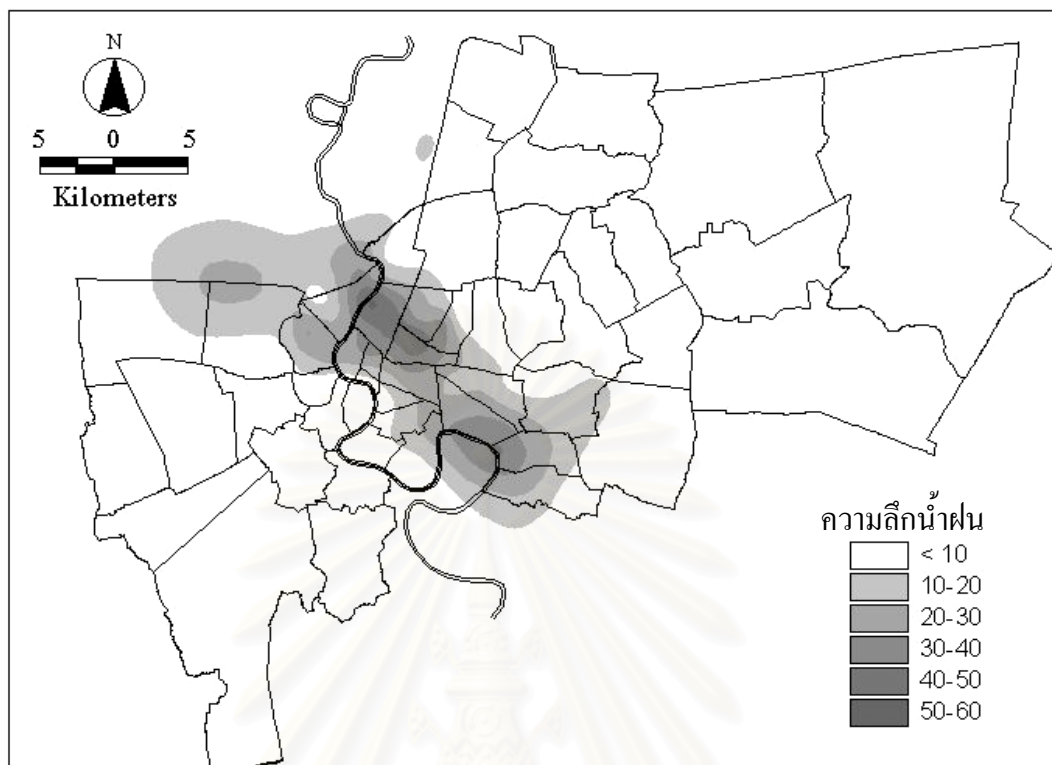


1) เหตุการณ์ฝนวันที่ 13 กันยายน พ.ศ. 2540 ช่วงเวลา 13.15-14.45 น.

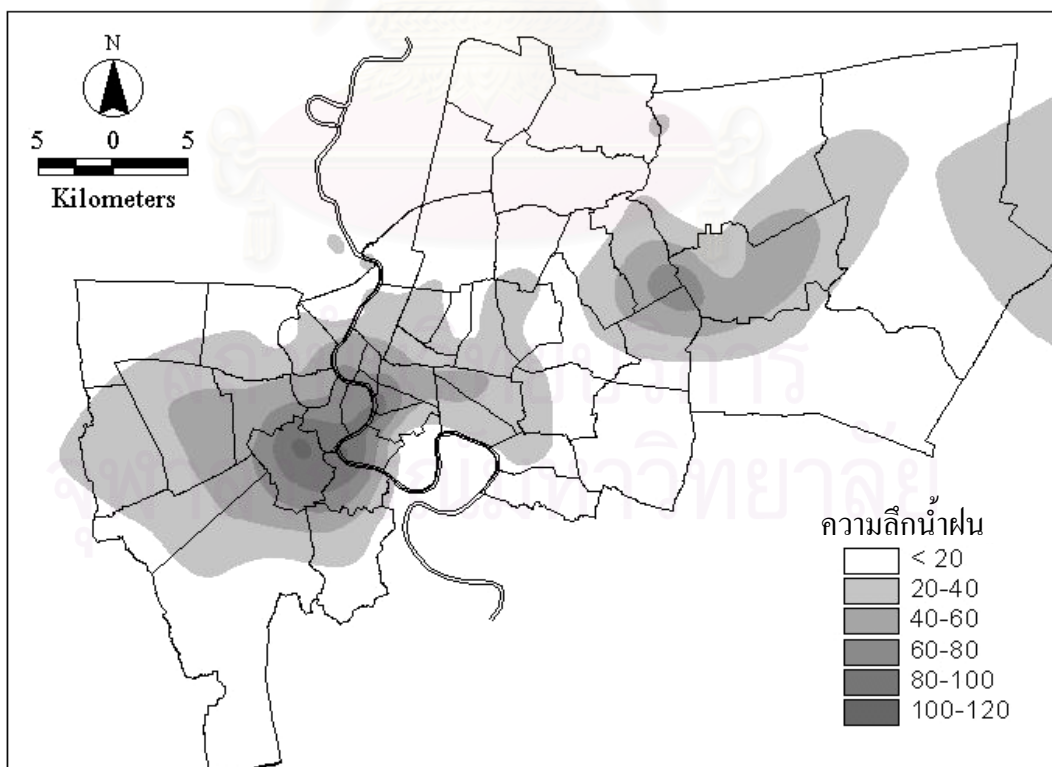


2) เหตุการณ์ฝนวันที่ 18 กันยายน พ.ศ. 2540 ช่วงเวลา 21.00-22.45 น.

รูปที่ ง-2 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนรวมของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์

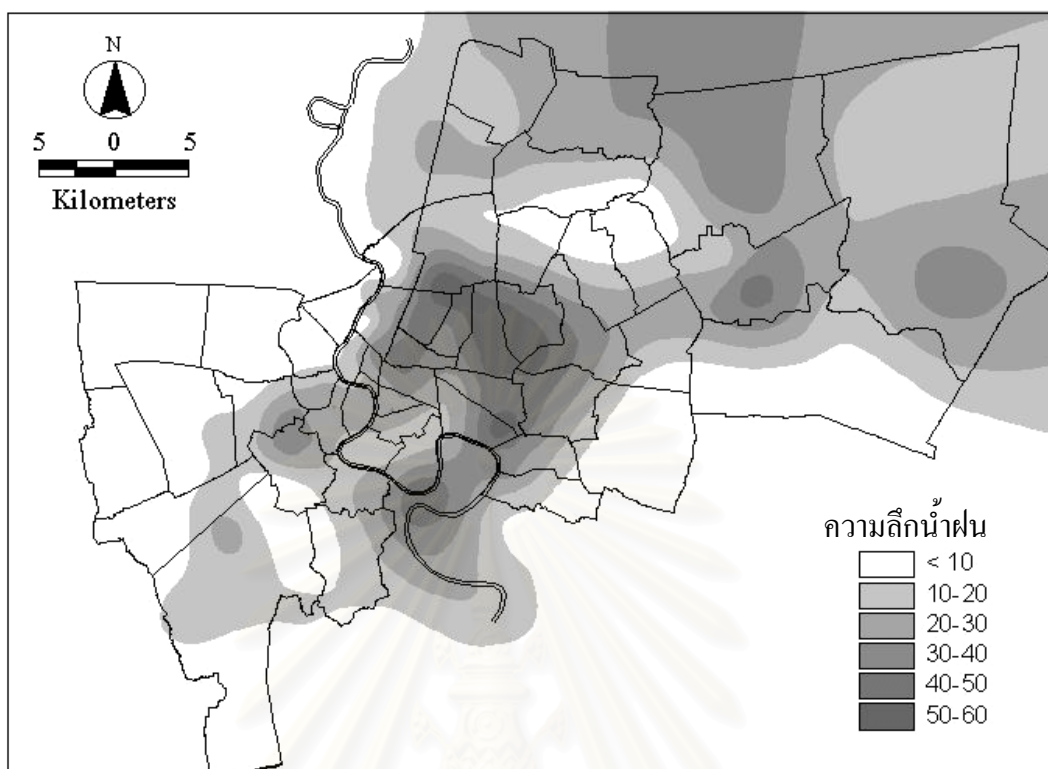


3) เหตุการณ์ฝนวันที่ 11 ตุลาคม พ.ศ. 2540 ช่วงเวลา 17.30-18.45 น.

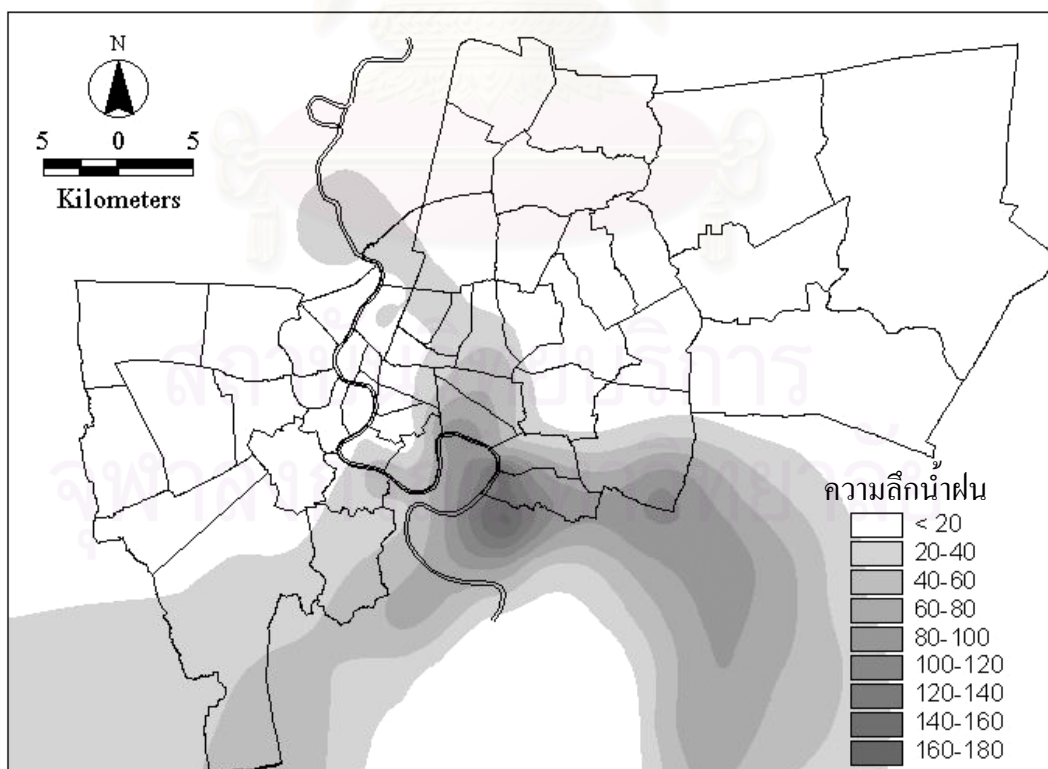


4) เหตุการณ์ฝนวันที่ 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 21.45-00.15 น.

รูปที่ ง-2 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนรวมของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

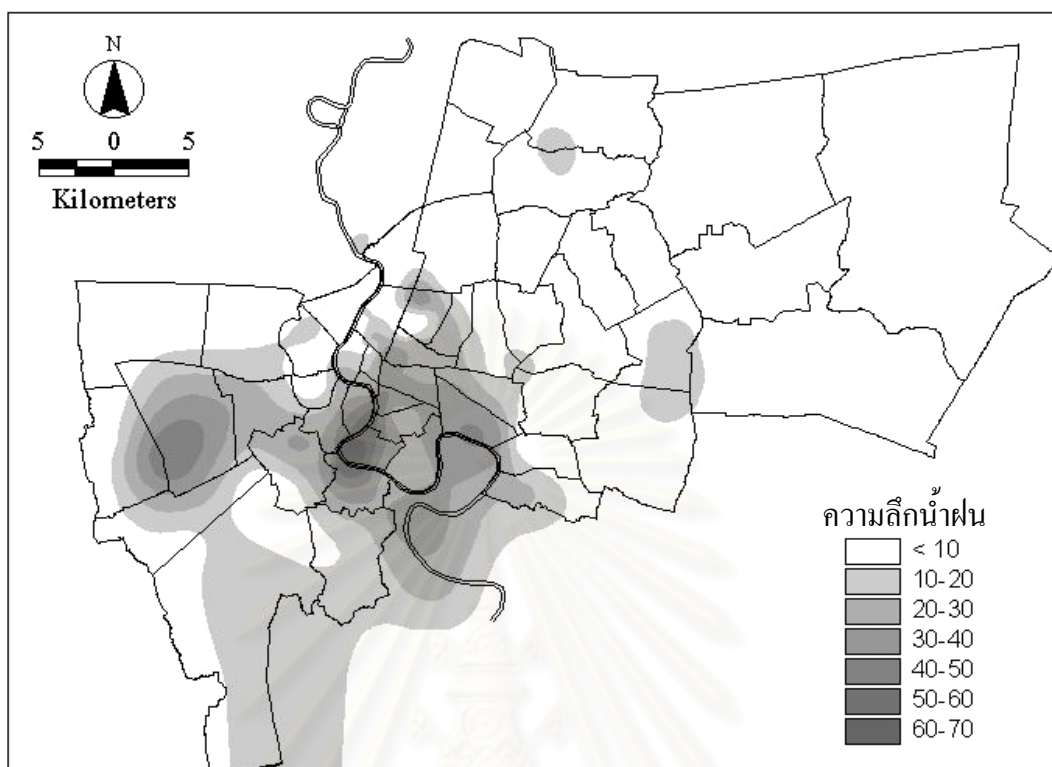


5) เหตุการณ์ฝนวันที่ 27 มิถุนายน พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 23.00-01.00 น.

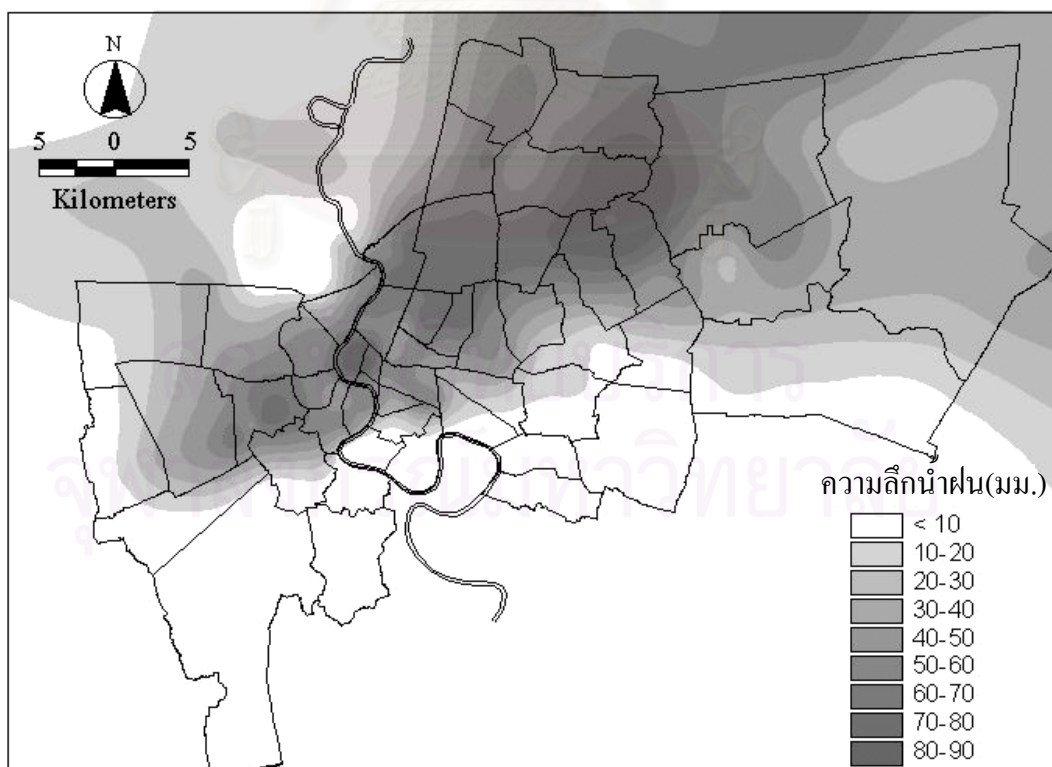


6) เหตุการณ์ฝนวันที่ 28 มิถุนายน พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 21.30-23.45 น.

รูปที่ ง-2 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนรวมของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



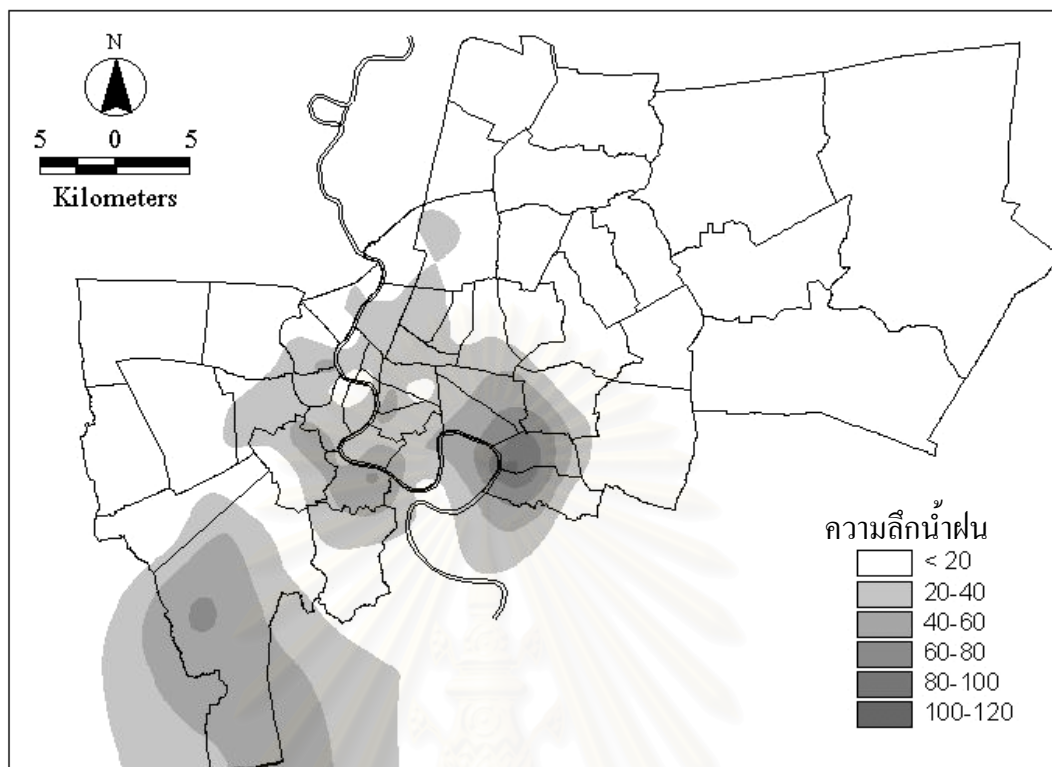
7) เหตุการณ์ฝนวันที่ 4 กรกฎาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 03.45-06.15 น.



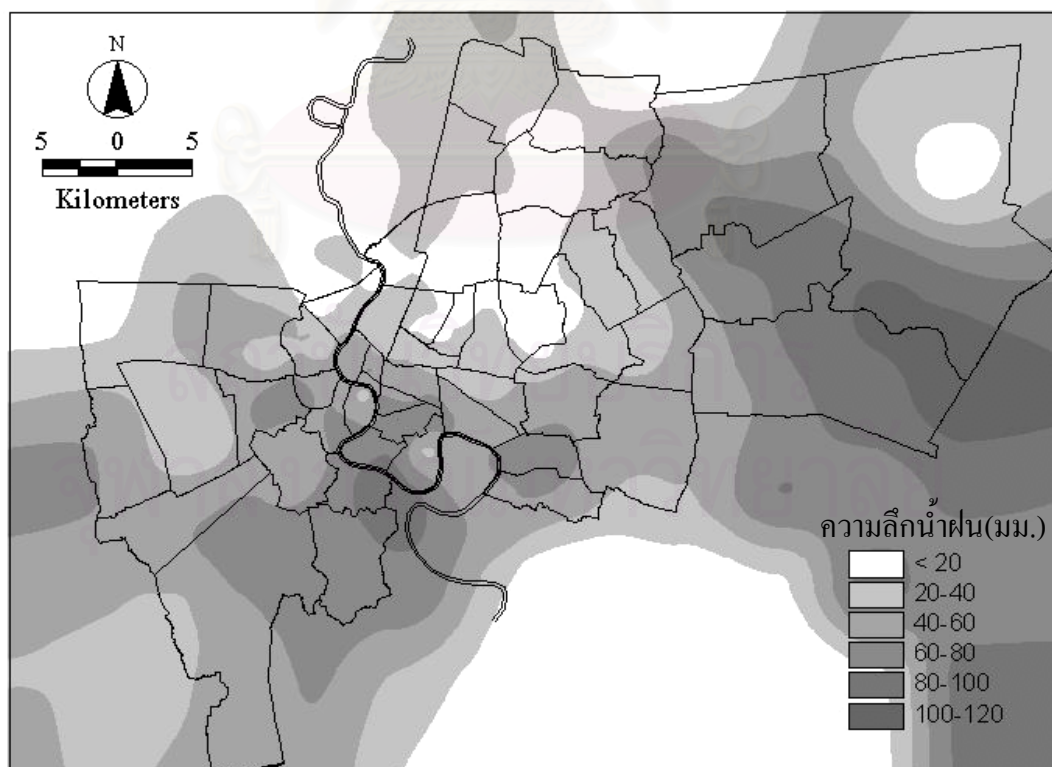
8) เหตุการณ์ฝนวันที่ 4 กรกฎาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 20.30-23.15 น.

รูปที่ ง-2 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนรวมของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)





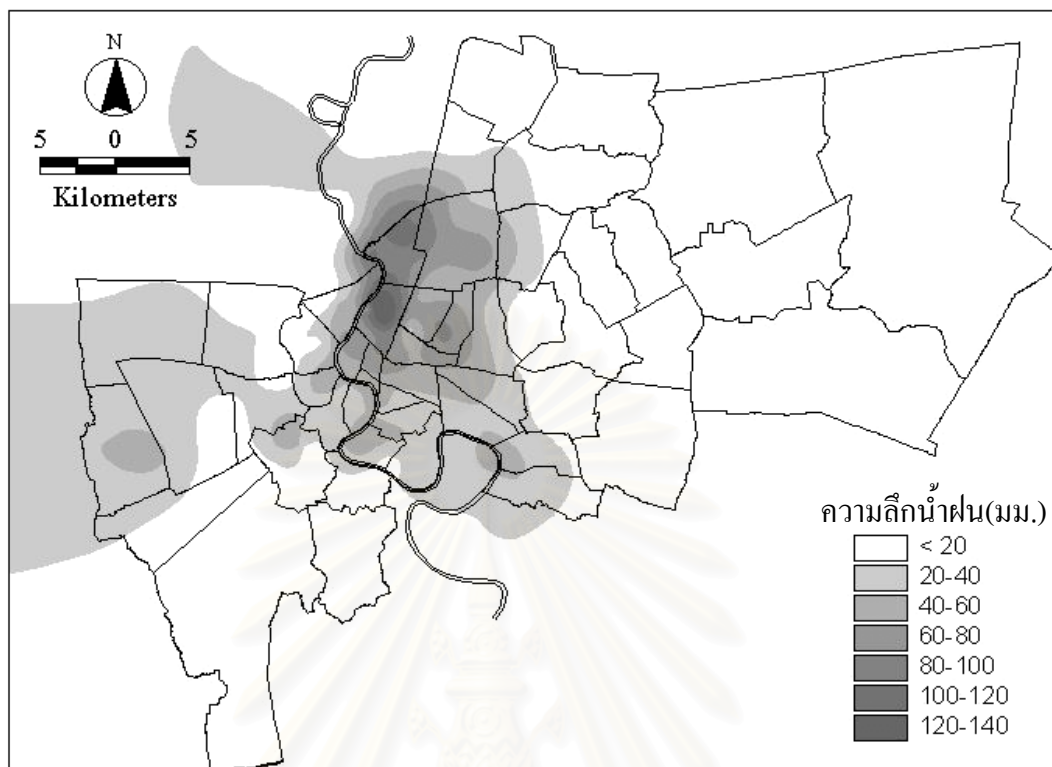
9) เหตุการณ์ฝนวันที่ 7 กรกฎาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 20.45-00.15 น.



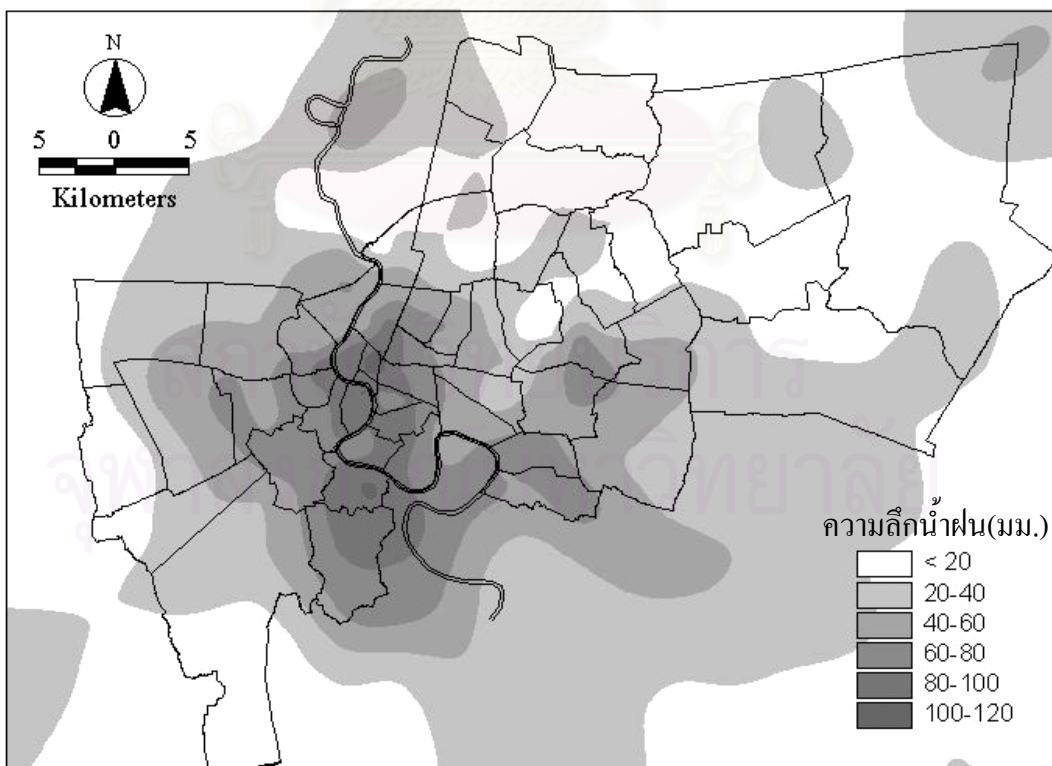
10) เหตุการณ์ฝนวันที่ 30 กรกฎาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 17.00-21.15 น.

รูปที่ ง-2 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนรวมของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



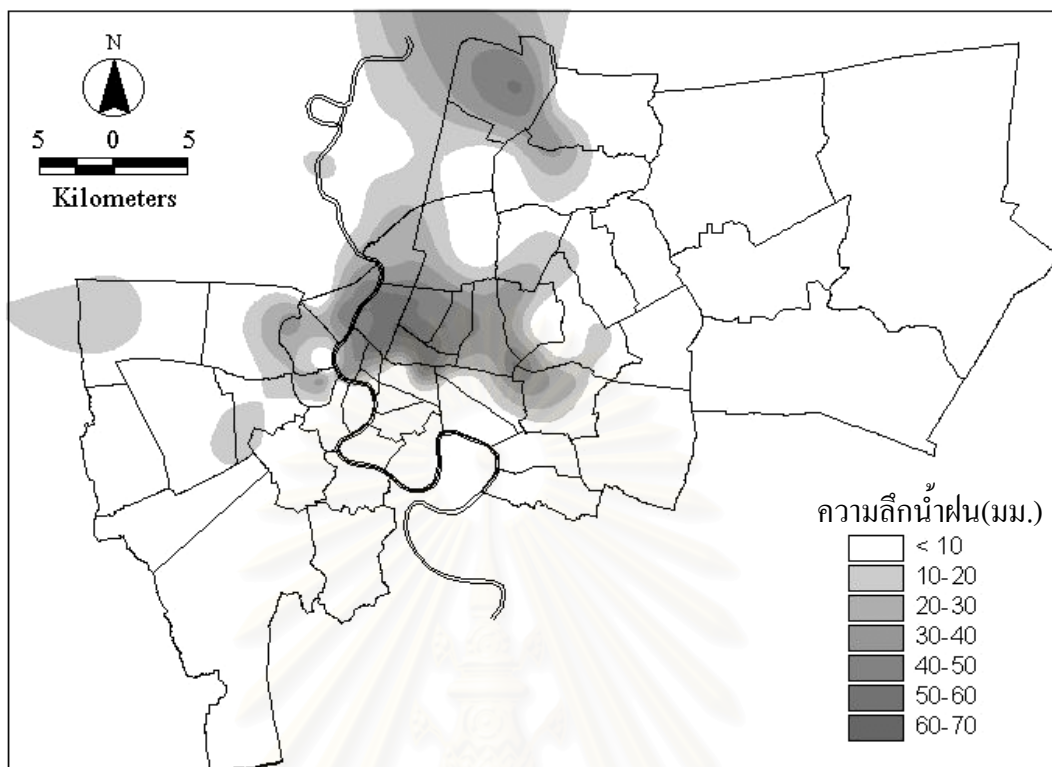


11) เหตุการณ์ฝนวันที่ 31 กรกฎาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 23.00-03.15 น.

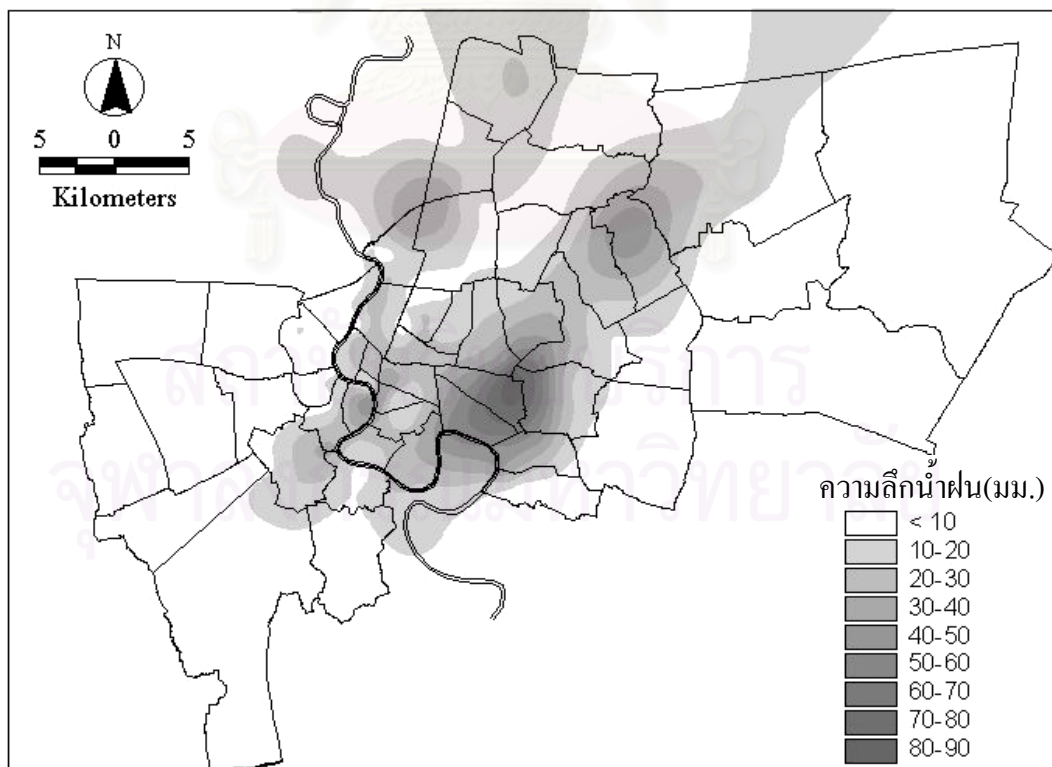


12) เหตุการณ์ฝนวันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 09.30-12.15 น.

รูปที่ ง-2 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนรวมของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

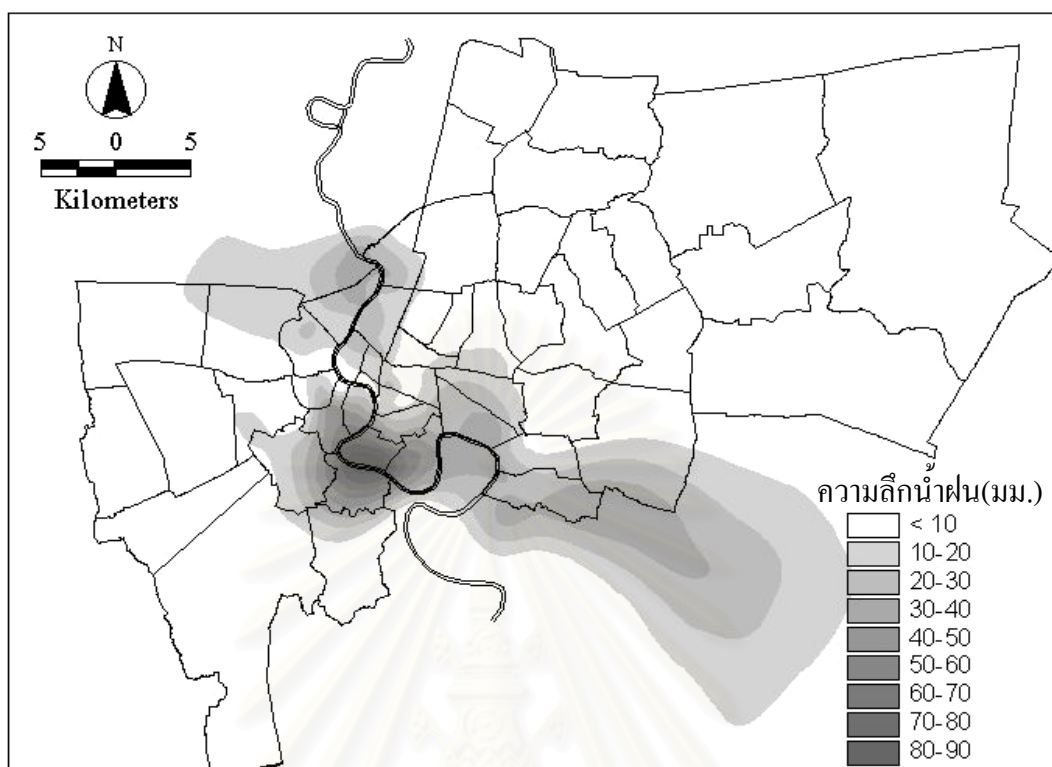


13) เหตุการณ์ฝนวันที่ 19 สิงหาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 11.30-14.00 น.

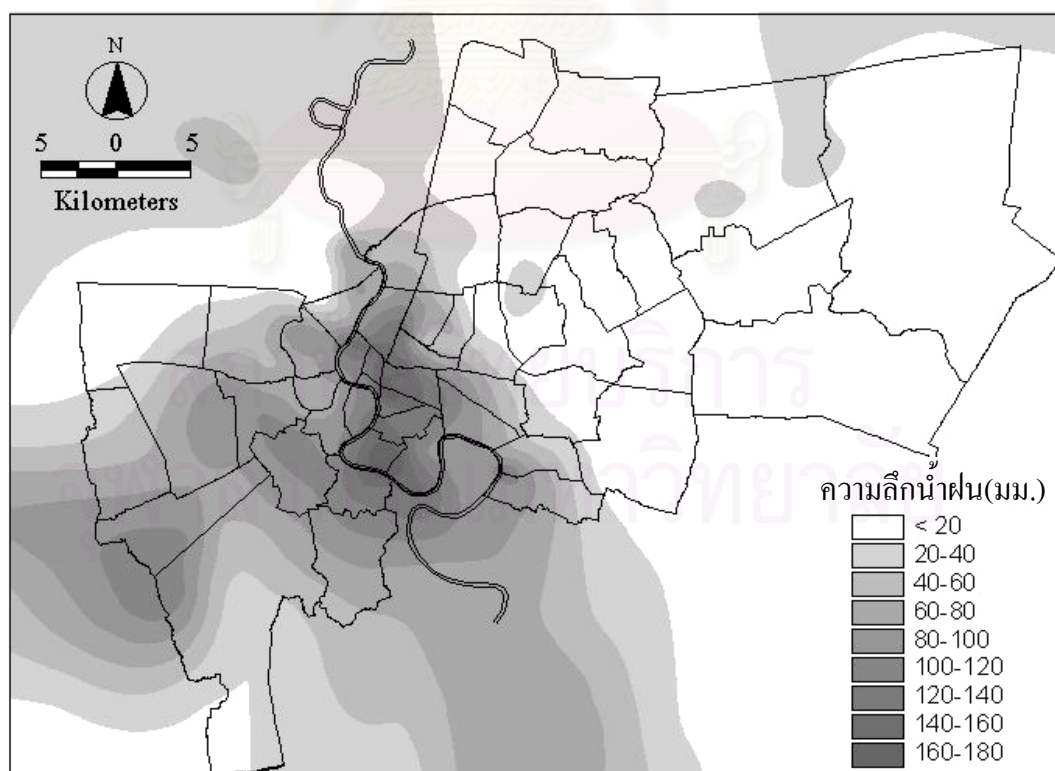


14) เหตุการณ์ฝนวันที่ 22 สิงหาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 10.00-13.45 น.

รูปที่ ง-2 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนรวมของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

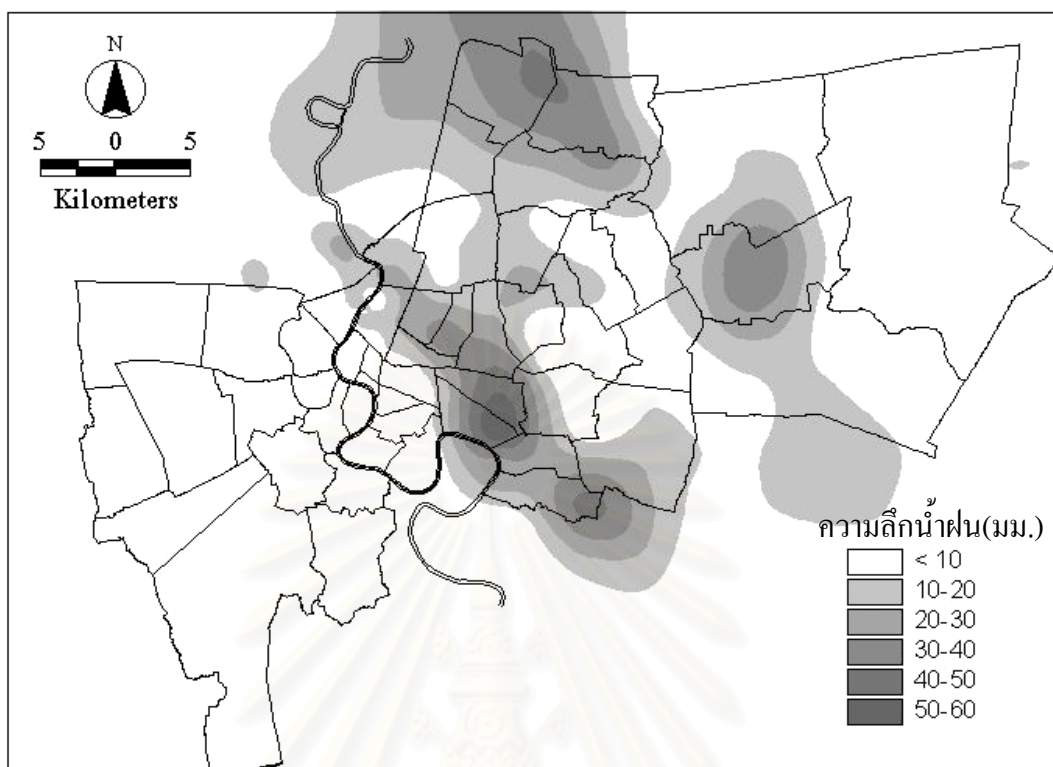


15) เหตุการณ์ฝนวันที่ 26 สิงหาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 18.45-20.45 น.

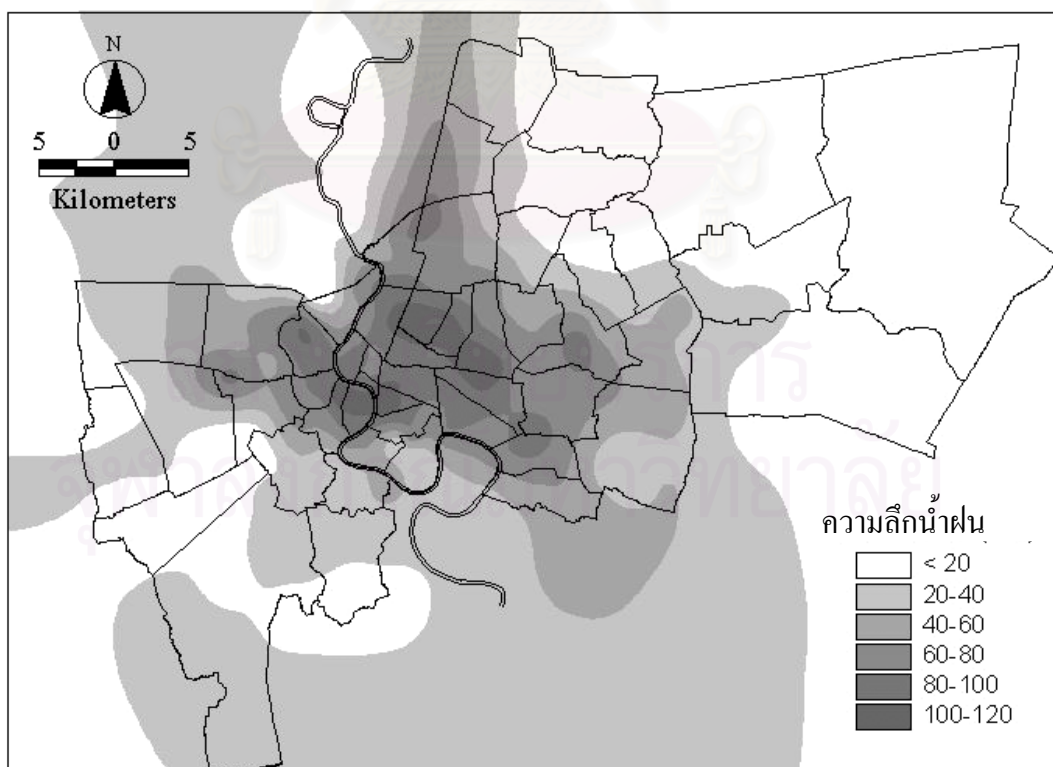


16) เหตุการณ์ฝนวันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 22.00-02.15 น.

รูปที่ ง-2 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนรวมของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

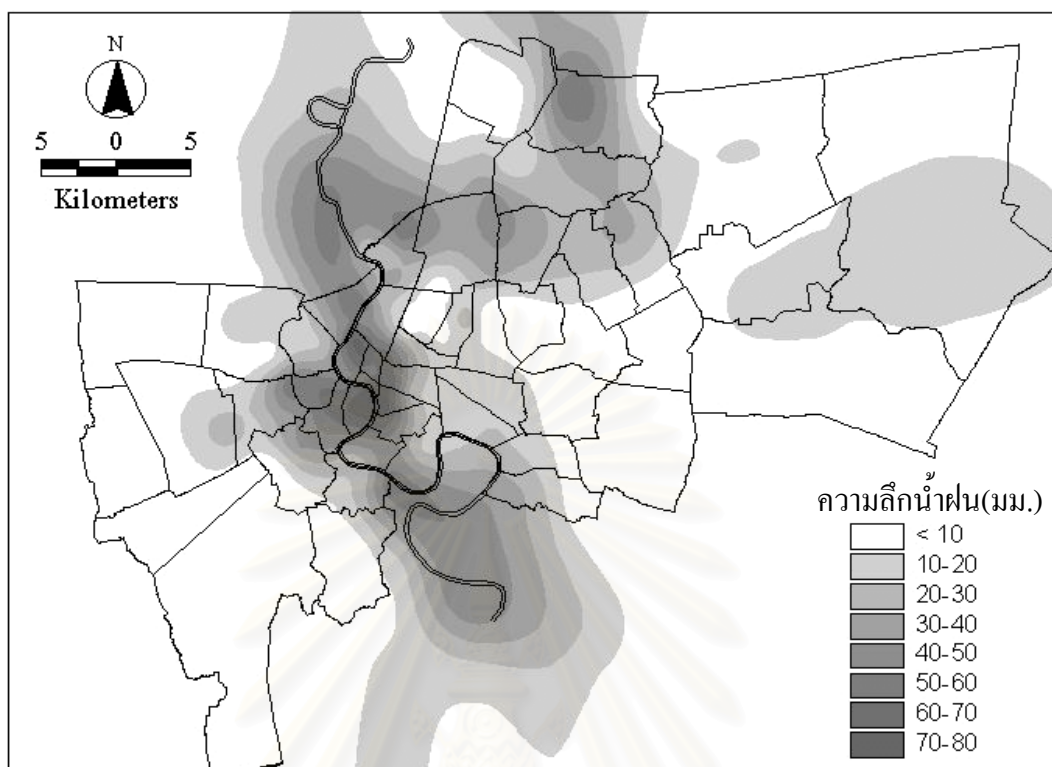


17) เหตุการณ์ฝนวันที่ 11 กันยายน พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 16.30-18.45 น.

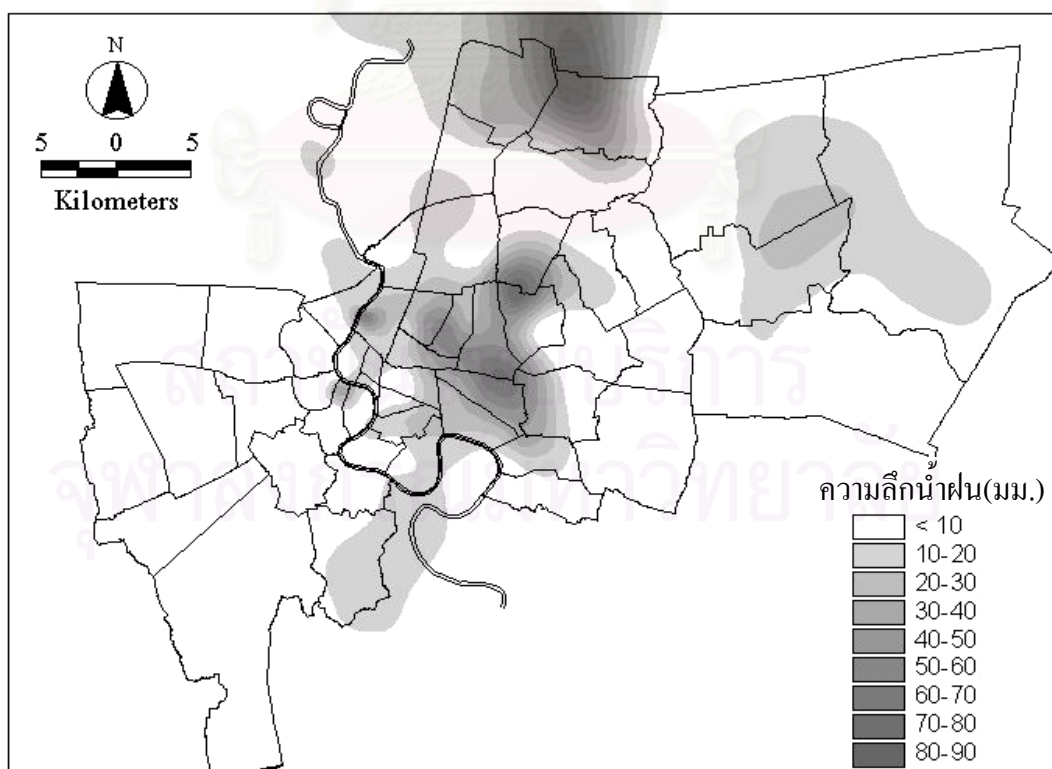


18) เหตุการณ์ฝนวันที่ 16 กันยายน พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 17.30-21.15 น.

รูปที่ ง-2 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนรวมของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



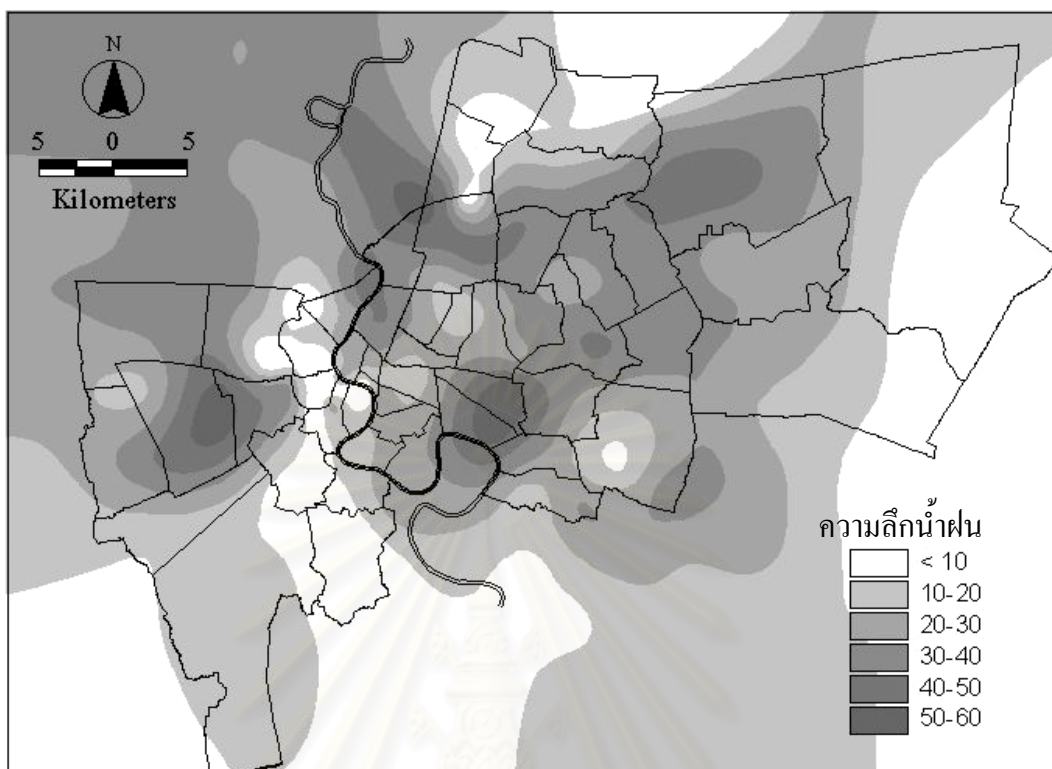
19) เหตุการณ์ฝนวันที่ 17 กันยายน พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 16.30-20.15 น.



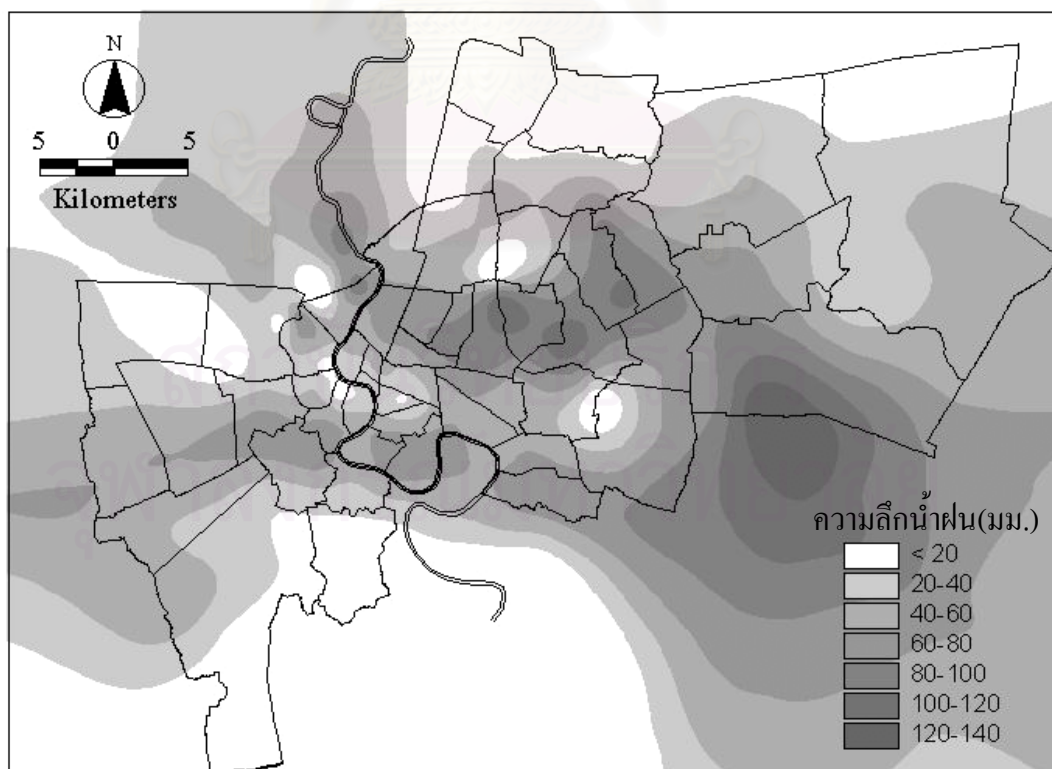
20) เหตุการณ์ฝนวันที่ 18 กันยายน พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 13.00-15.00 น.

รูปที่ ง-2 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนรวมของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)





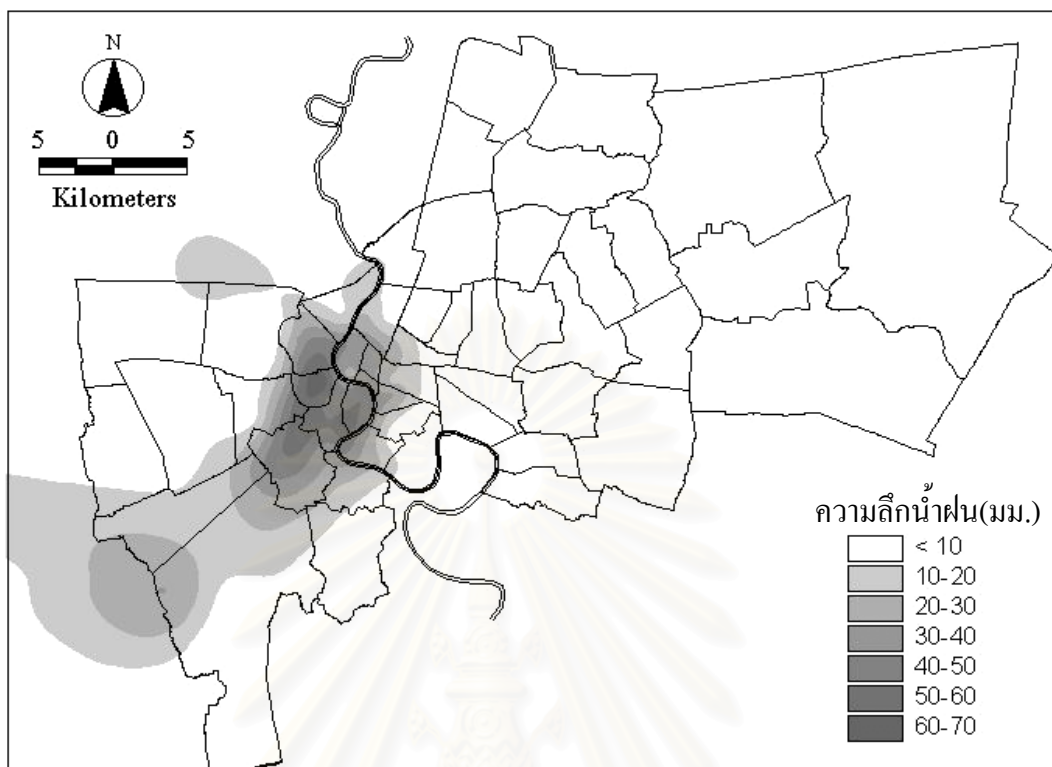
21) เหตุการณ์ฝนวันที่ 27 กันยายน พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 16.45-18.15 น.



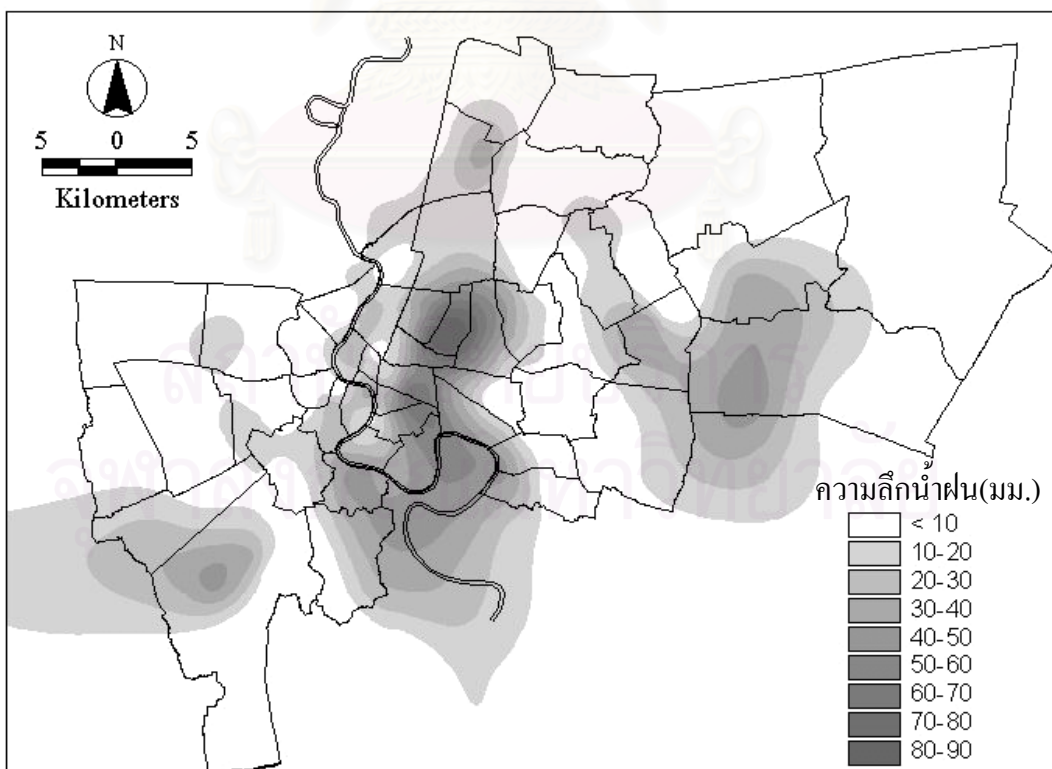
22) เหตุการณ์ฝนวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 17.30-22.30 น.

รูปที่ ง-2 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนรวมของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



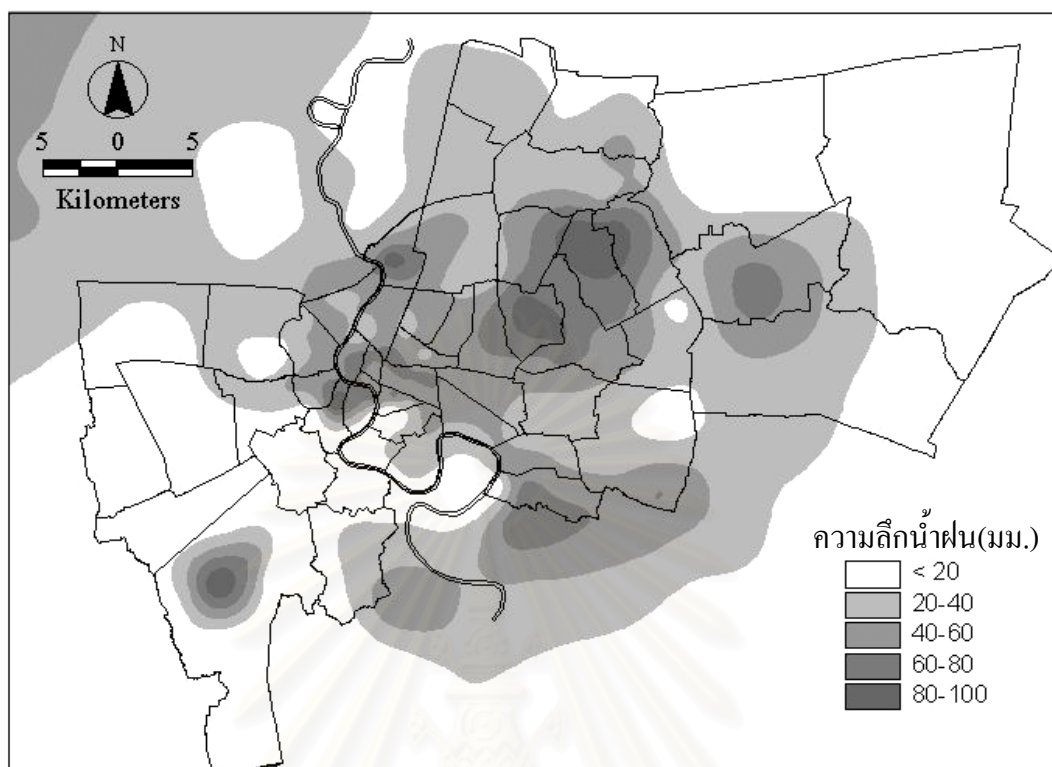


23) เหตุการณ์ฝนวันที่ 15 ตุลาคม พ.ศ. 2541 ช่วงเวลา 11.15-13.30 น.

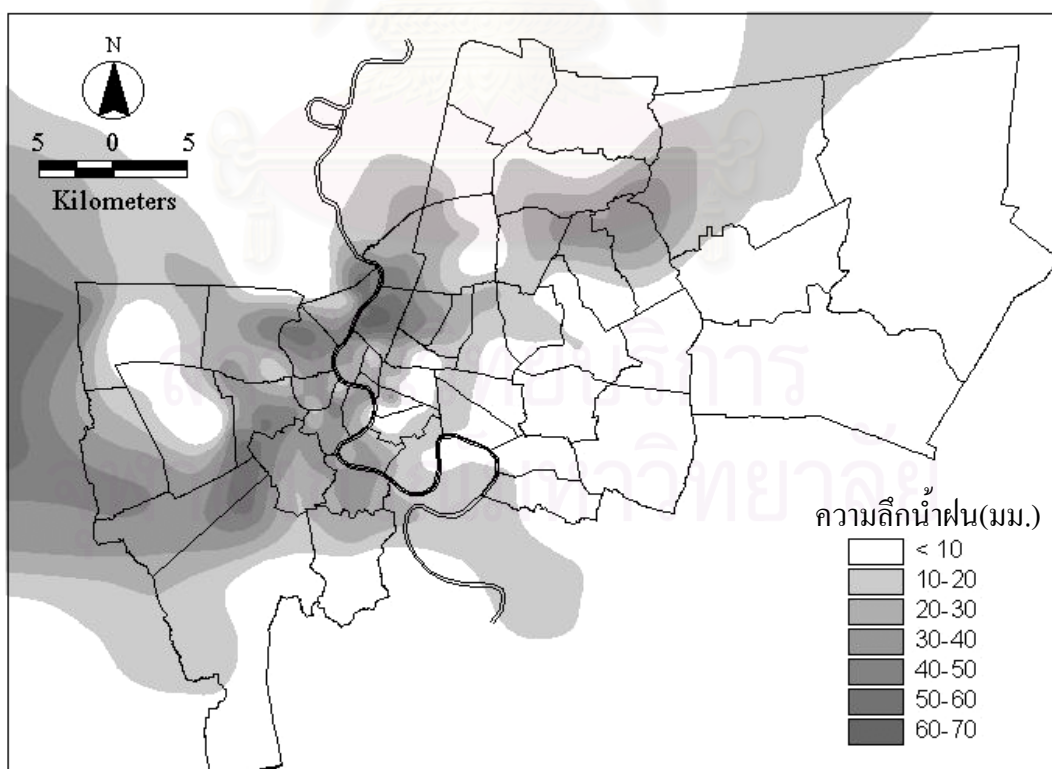


24) เหตุการณ์ฝนวันที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2543 ช่วงเวลา 02.15-05.15 น.

รูปที่ ง-2 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนรวมของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

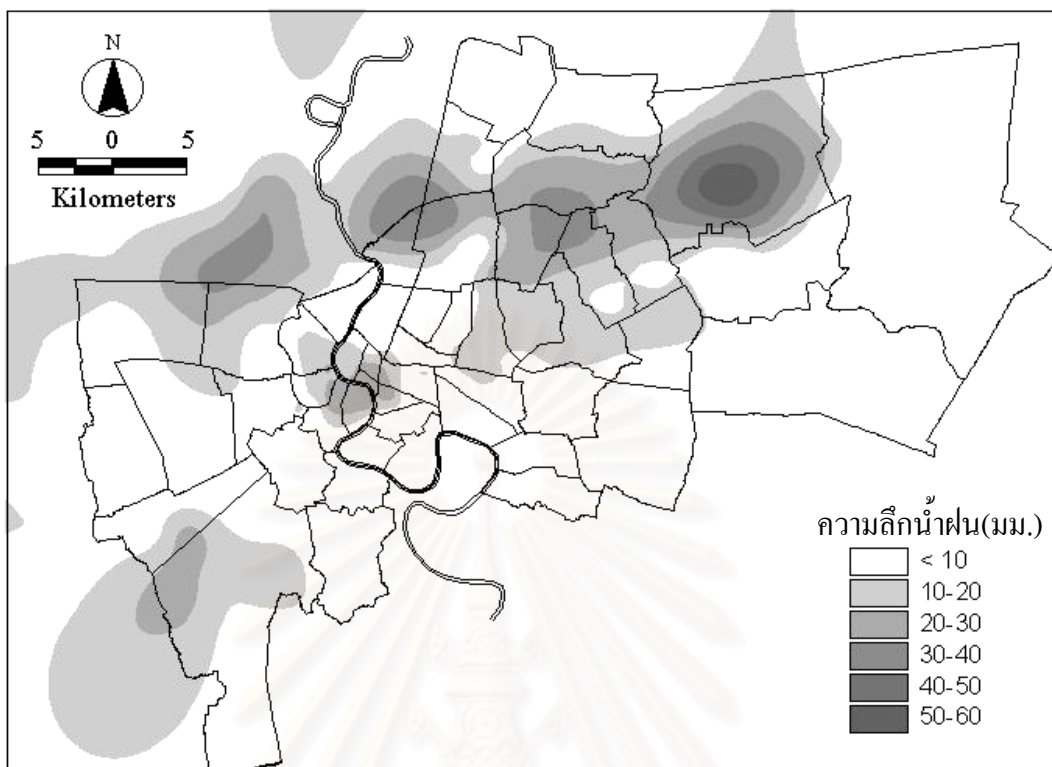


25) เหตุการณ์ฝนวันที่ 21 พฤษภาคม พ.ศ. 2543 ช่วงเวลา 17.30-21.15 น.

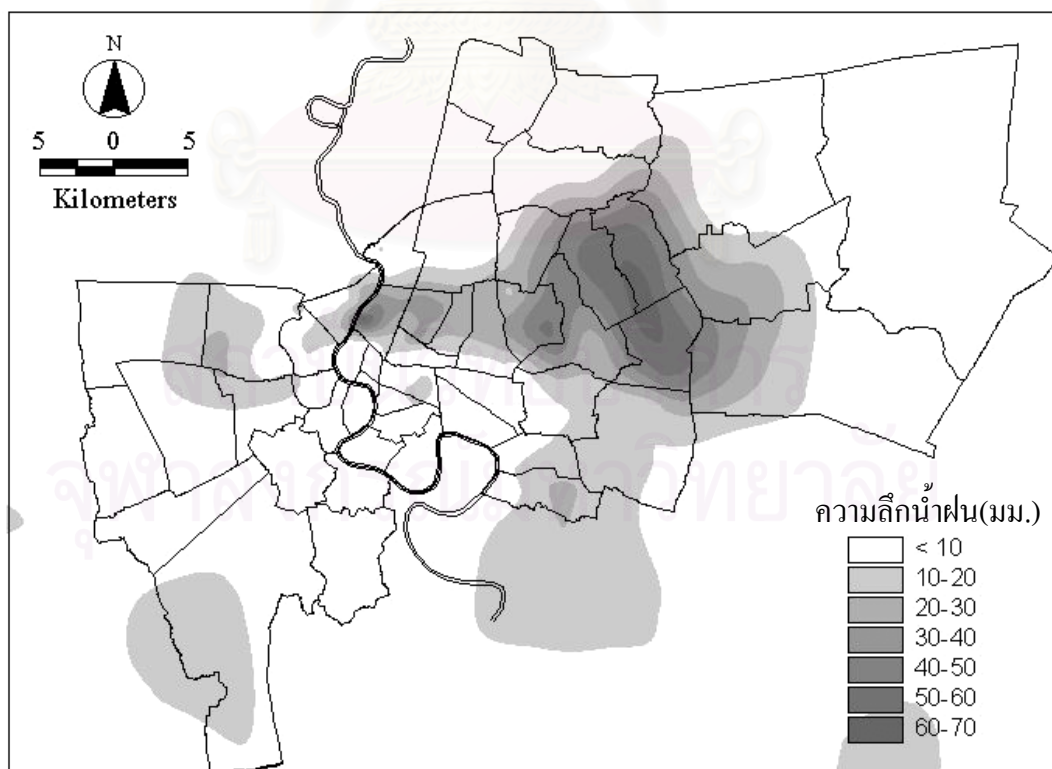


26) เหตุการณ์ฝนวันที่ 29 กรกฎาคม พ.ศ. 2543 ช่วงเวลา 21.15-23.00 น.

รูปที่ ง-2 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนรวมของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

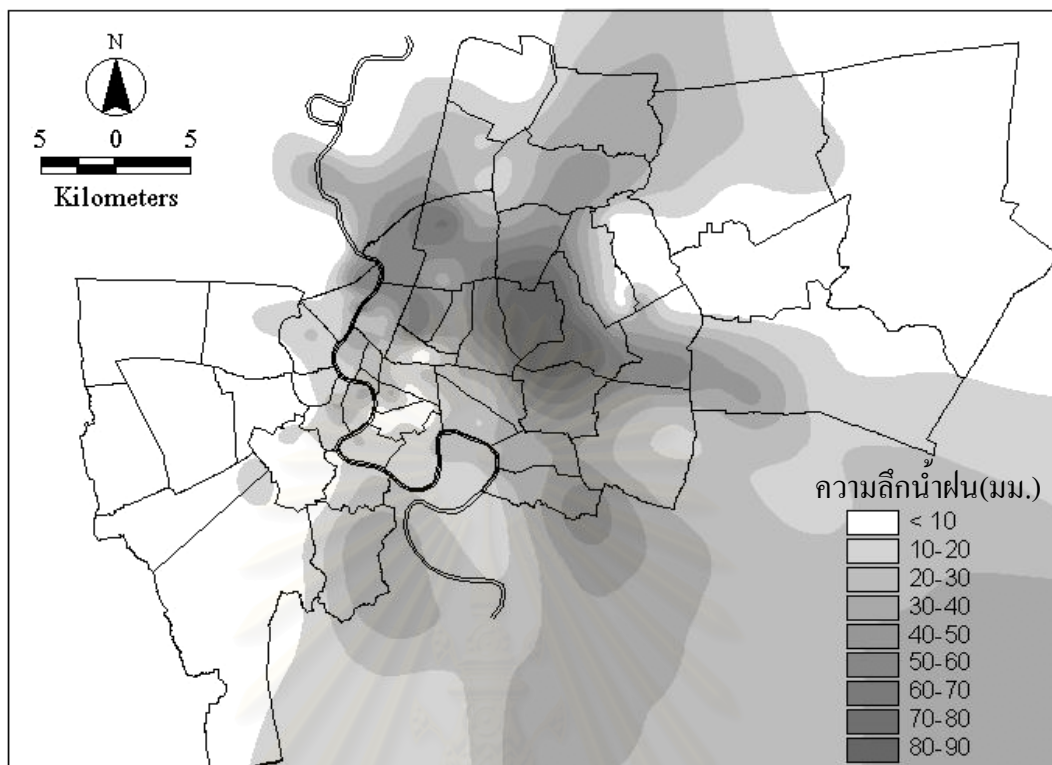


27) เหตุการณ์ฝนวันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ. 2543 ช่วงเวลา 16.30-18.00 น.

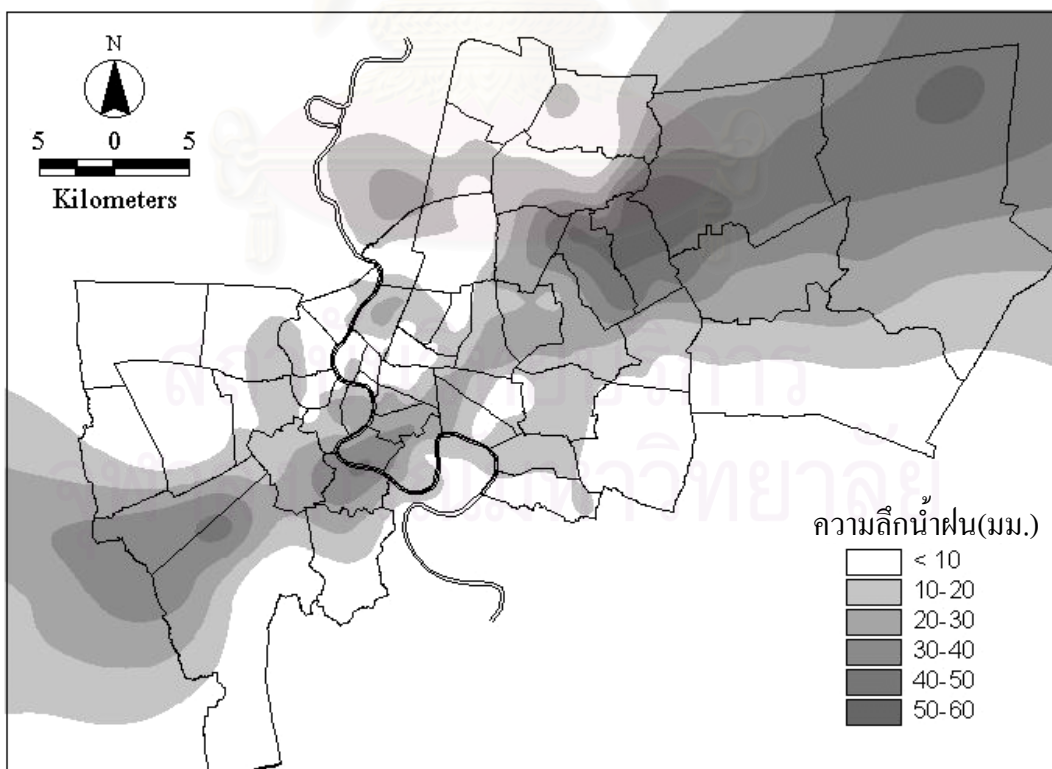


28) เหตุการณ์ฝนวันที่ 14 สิงหาคม พ.ศ. 2543 ช่วงเวลา 16.00-17.45 น.

รูปที่ ง-2 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนรวมของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



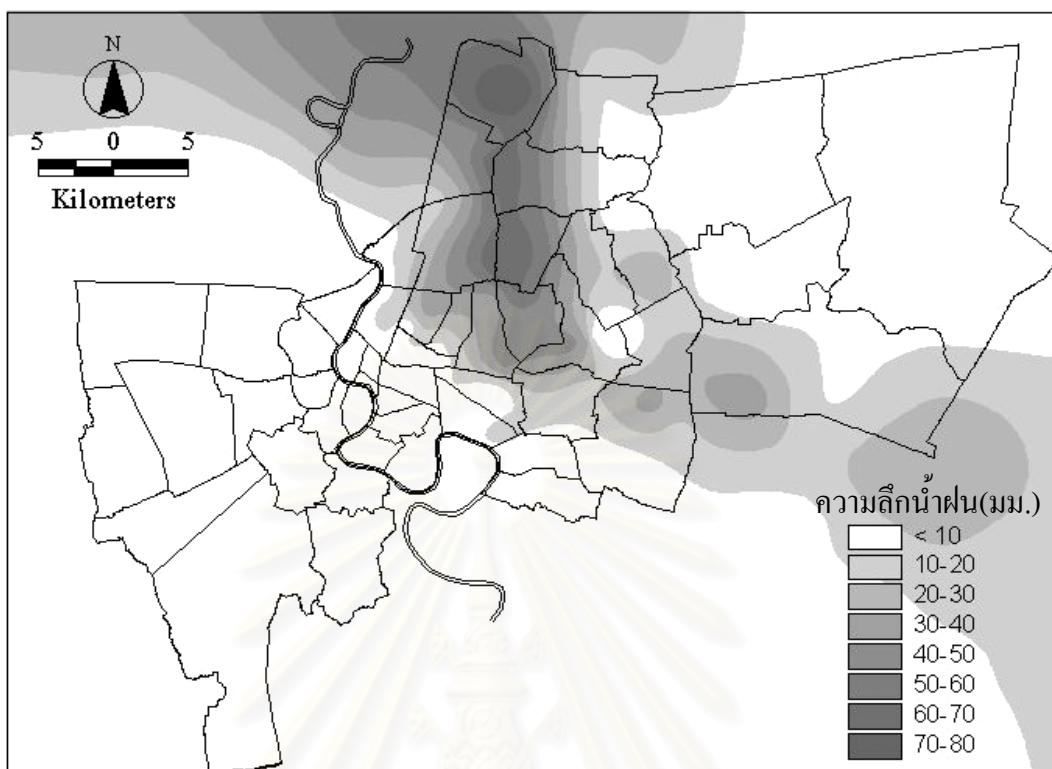
29) เหตุการณ์ฝนวันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ. 2543 ช่วงเวลา 19.00-21.30 น.



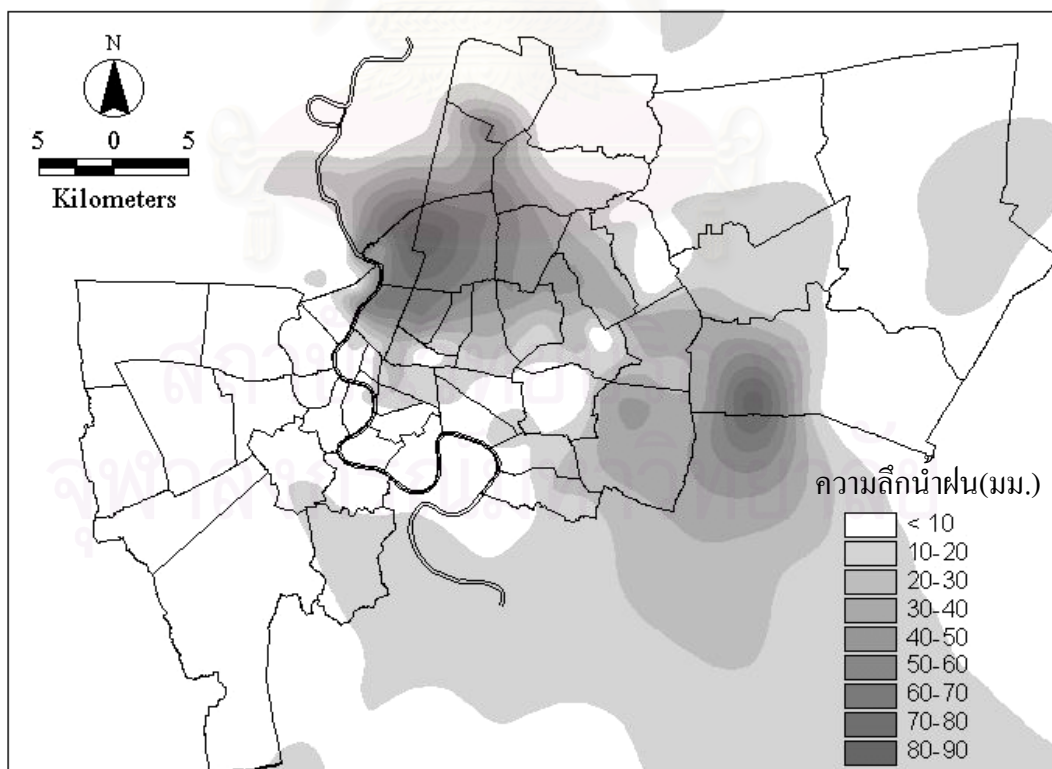
30) เหตุการณ์ฝนวันที่ 3 กันยายน พ.ศ. 2543 ช่วงเวลา 14.00-15.30 น.

รูปที่ ง-2 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนรวมของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



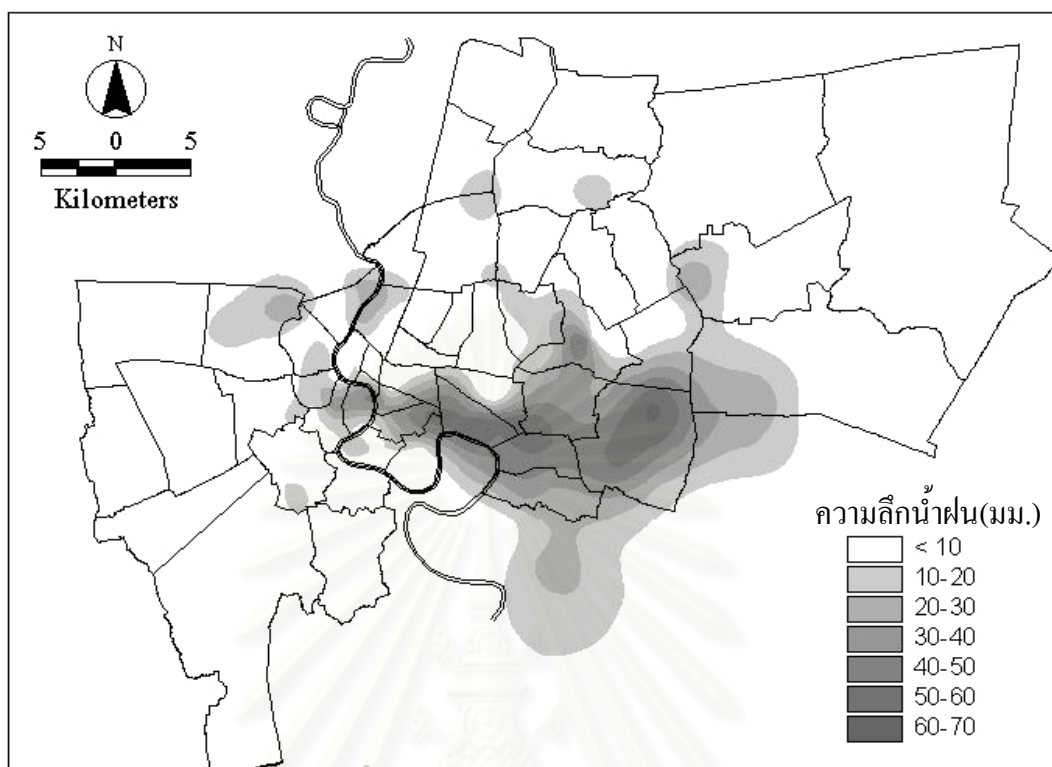


31) เหตุการณ์ฝนวันที่ 26 กันยายน พ.ศ. 2543 ช่วงเวลา 19.15-20.45 น.

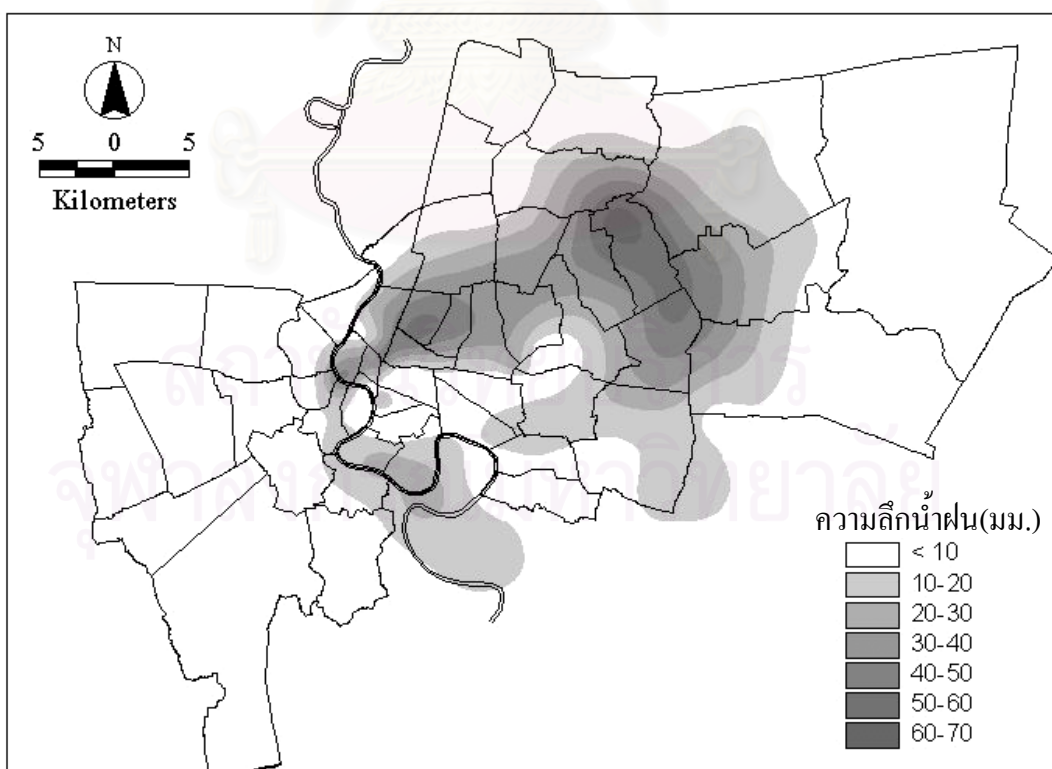


32) เหตุการณ์ฝนวันที่ 4 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ช่วงเวลา 00.45-04.15 น.

รูปที่ ง-2 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนรวมของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



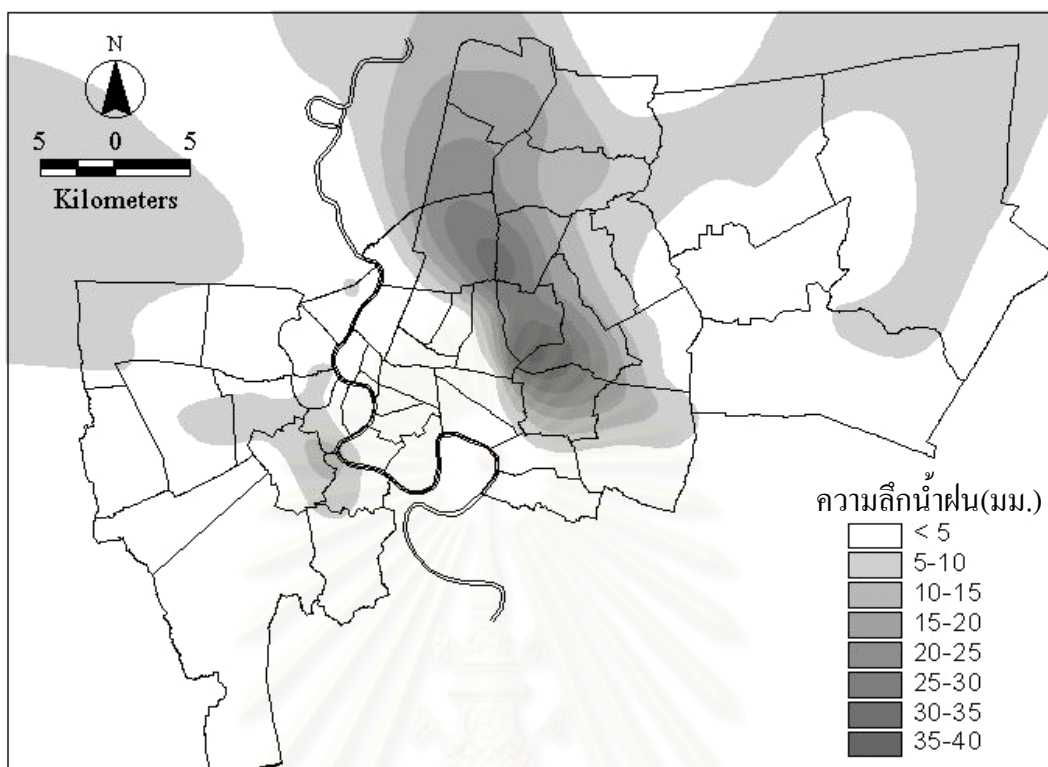
33) เหตุการณ์ฝนวันที่ 27 ตุลาคม พ.ศ. 2543 ช่วงเวลา 21.30-23.15 น.



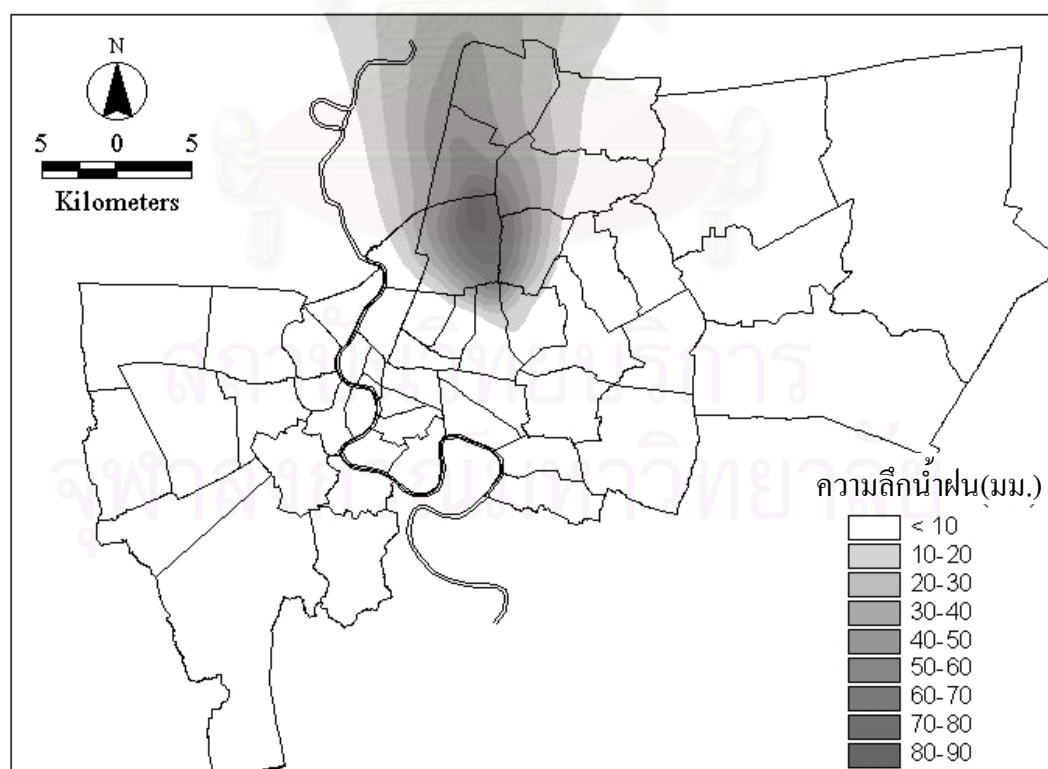
34) เหตุการณ์ฝนวันที่ 10 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544 ช่วงเวลา 10.45-14.45 น.

รูปที่ ง-2 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนรวมของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



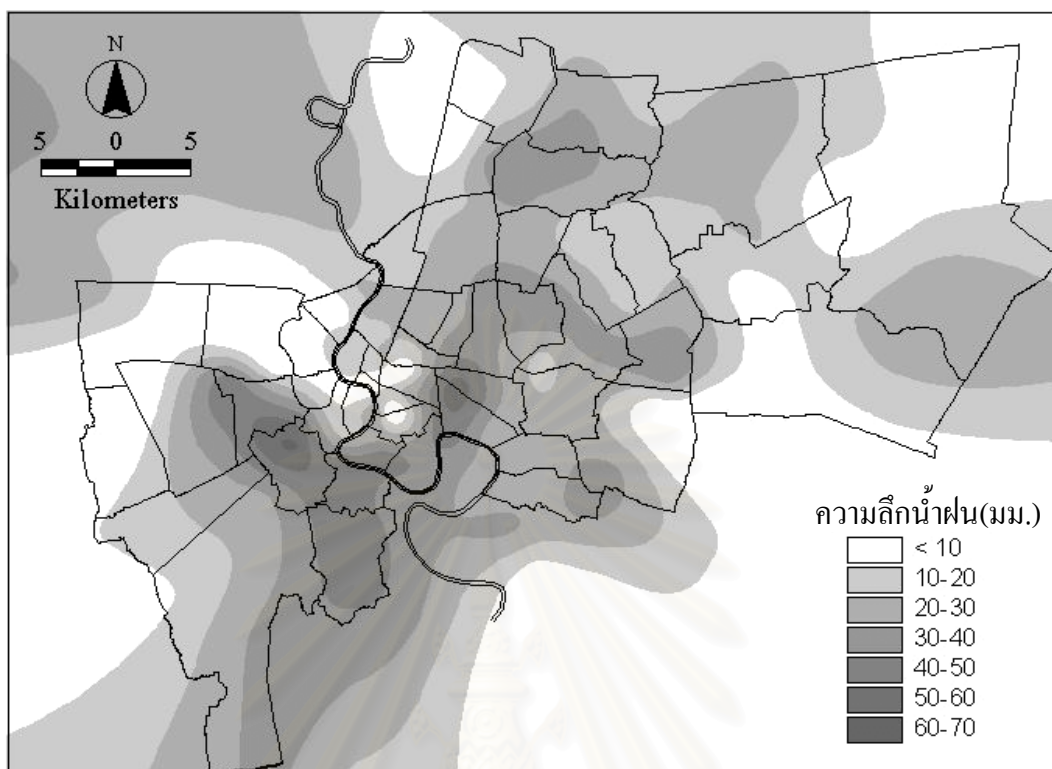


35) เหตุการณ์ฝนวันที่ 9 มีนาคม พ.ศ. 2544 ช่วงเวลา 08.00-09.15 น.

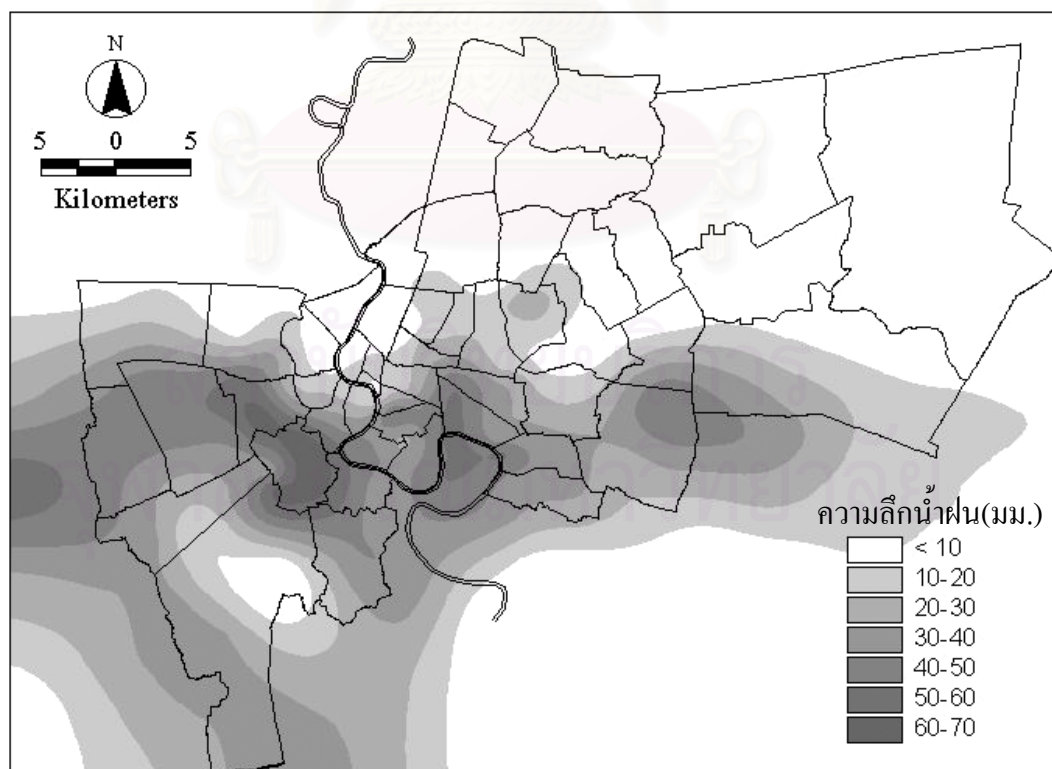


36) เหตุการณ์ฝนวันที่ 14 มีนาคม พ.ศ. 2544 ช่วงเวลา 16.45-18.45 น.

รูปที่ ง-2 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนรวมของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

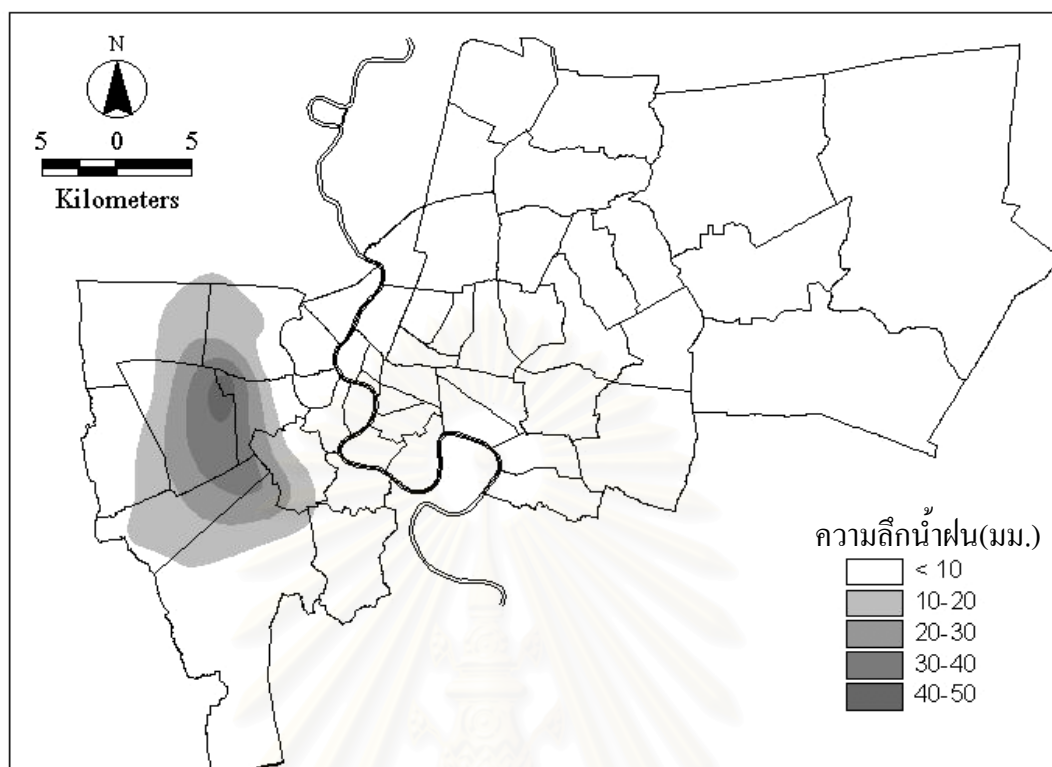


37) เหตุการณ์ฝนวันที่ 19 มีนาคม พ.ศ. 2544 ช่วงเวลา 03.00-05.00 น.

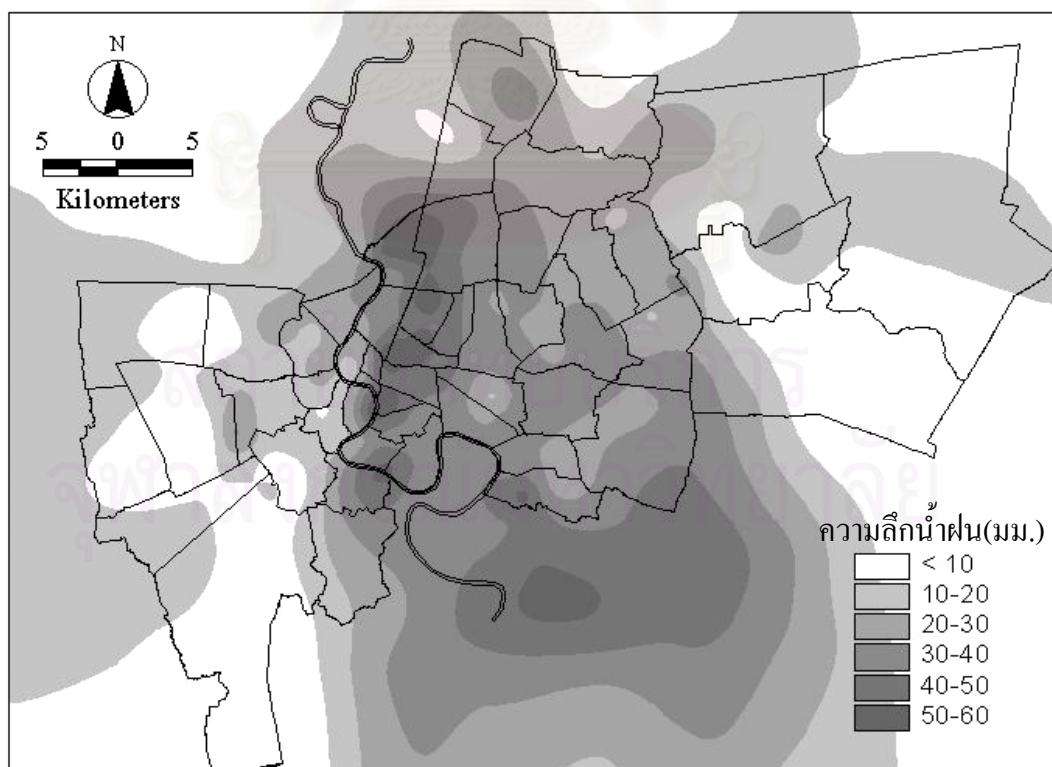


38) เหตุการณ์ฝนวันที่ 19 มีนาคม พ.ศ. 2544 ช่วงเวลา 18.45-20.30 น.

รูปที่ ง-2 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนรวมของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

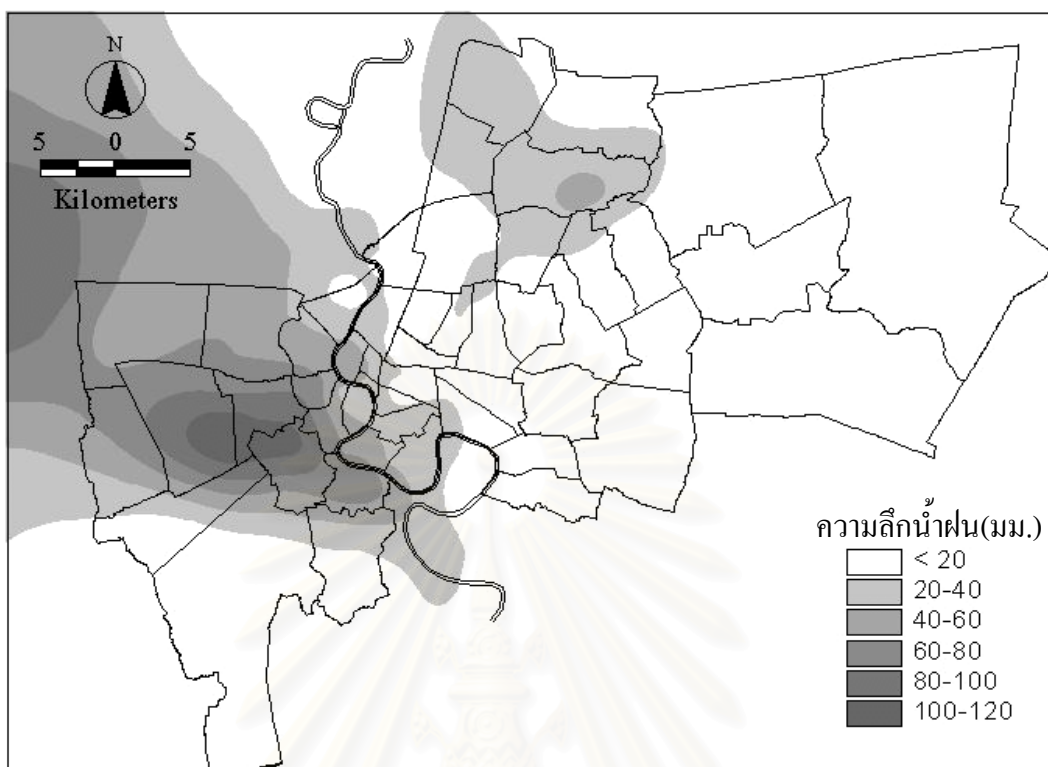


39) เหตุการณ์ฝนวันที่ 22 มีนาคม พ.ศ. 2544 ช่วงเวลา 05.15-06.45 น.

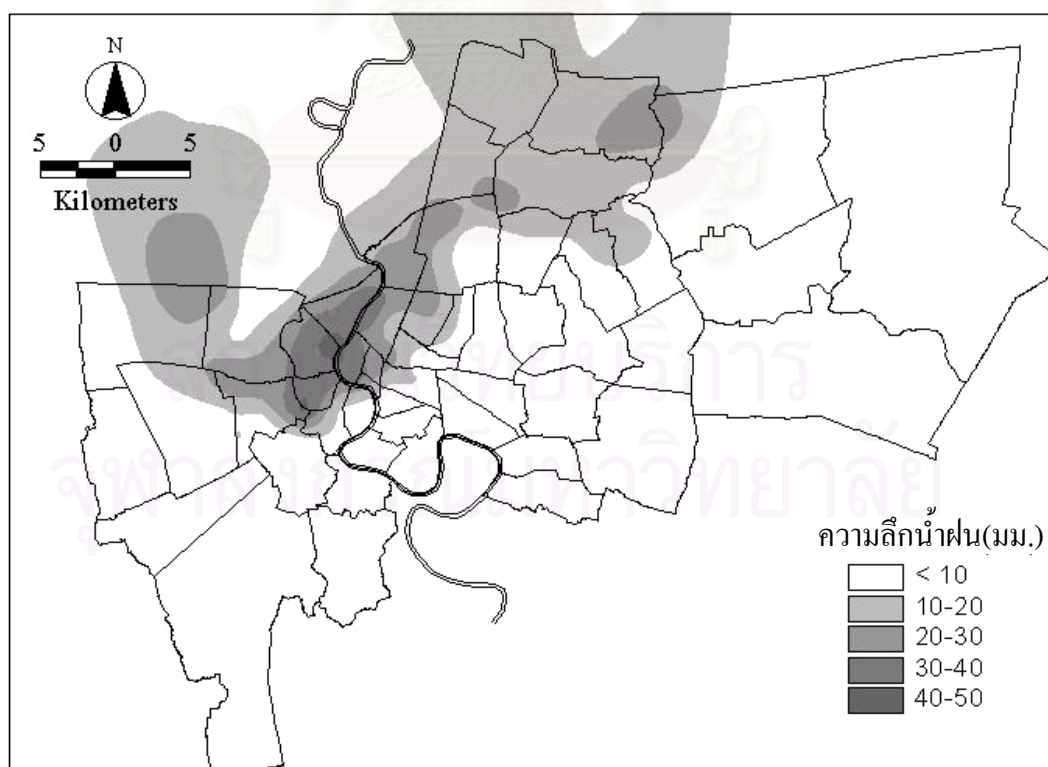


40) เหตุการณ์ฝนวันที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2544 ช่วงเวลา 00.45-03.30 น.

รูปที่ ง-2 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนรวมของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



41) เหตุการณ์ฝนวันที่ 7 มิถุนายน พ.ศ. 2544 ช่วงเวลา 18.45-21.15 น.



42) เหตุการณ์ฝนวันที่ 8 กรกฎาคม พ.ศ. 2544 ช่วงเวลา 20.45-22.45 น.

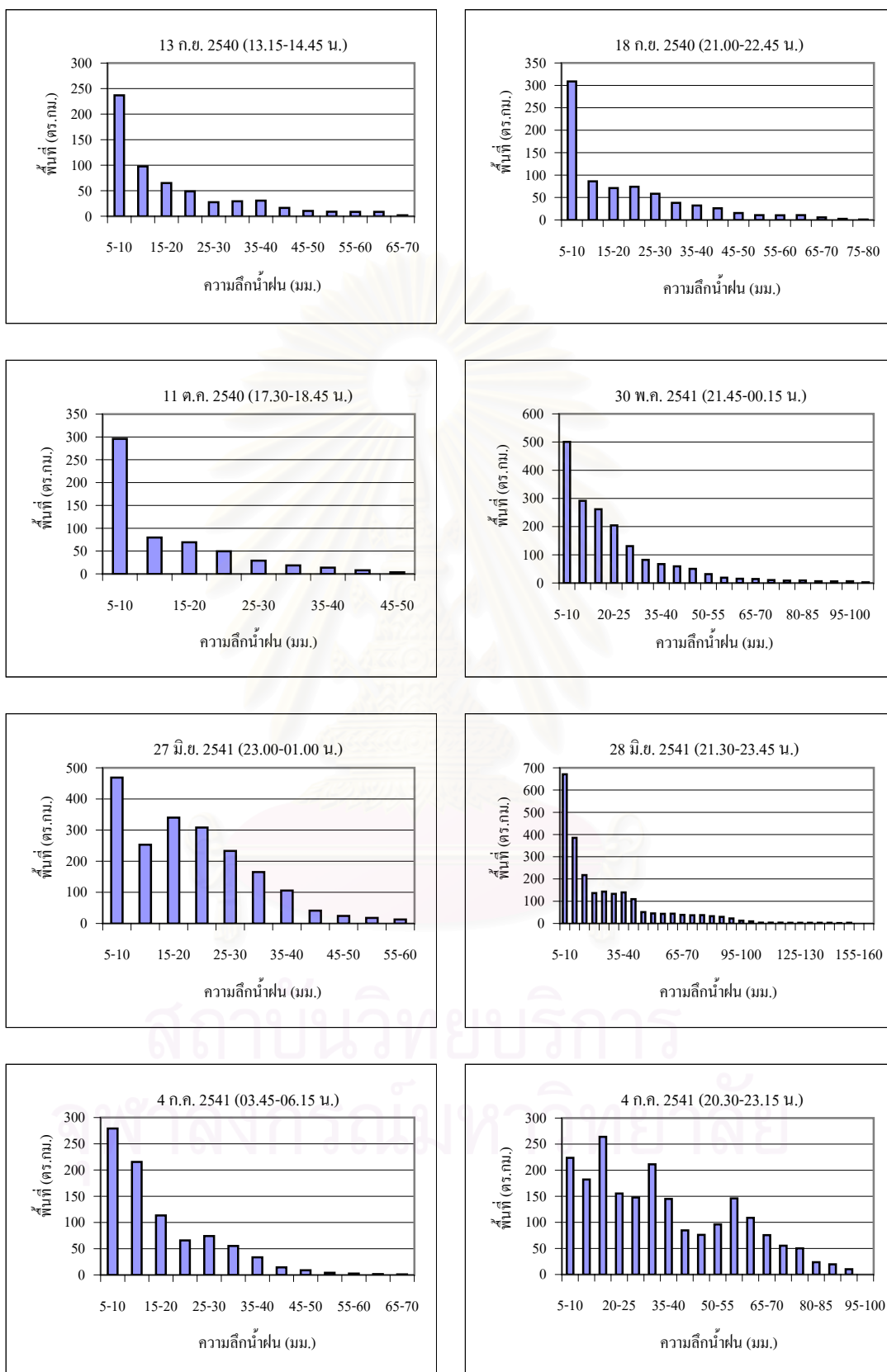
รูปที่ ง-2 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนรวมของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



ภาคผนวก จ

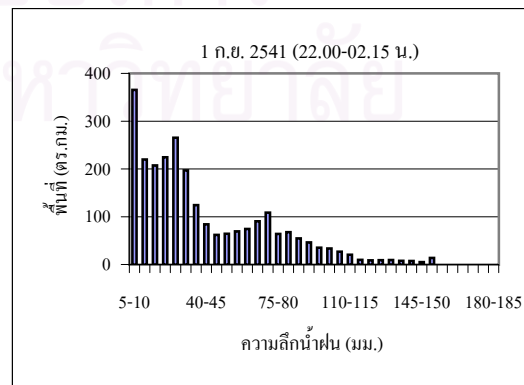
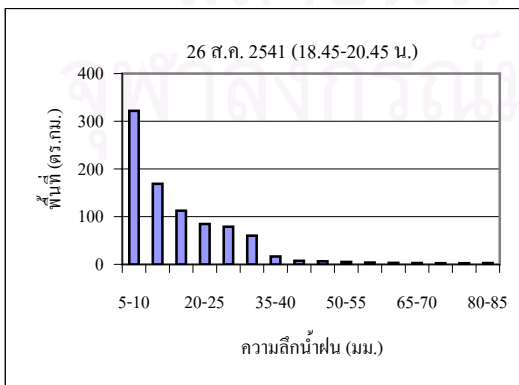
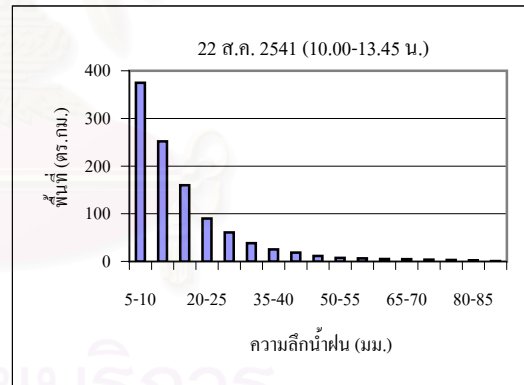
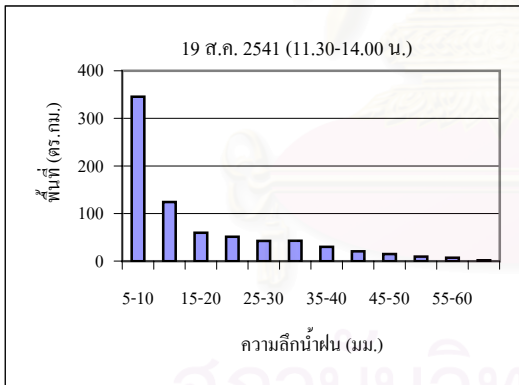
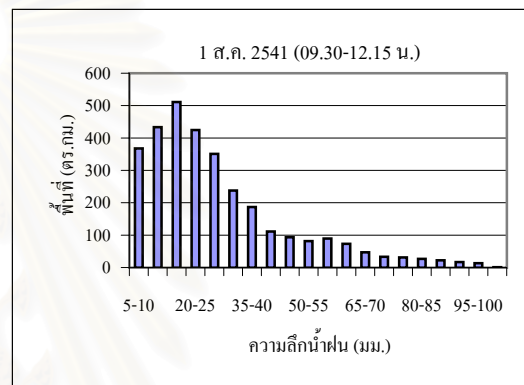
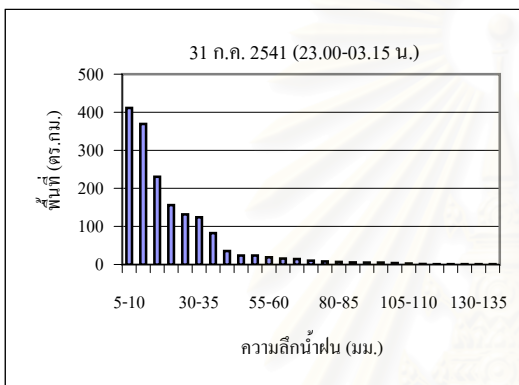
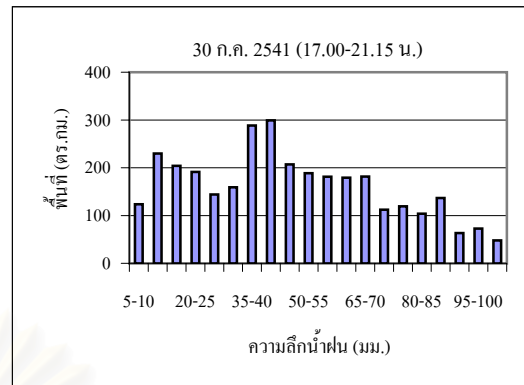
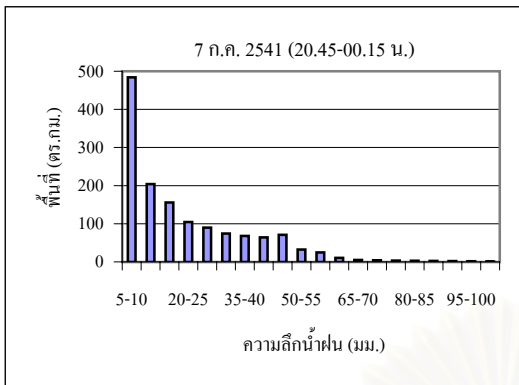
ความสัมพันธ์ระหว่าง พื้นที่ฝนตก ความลึกลงน้ำฝนและช่วงเวลา

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

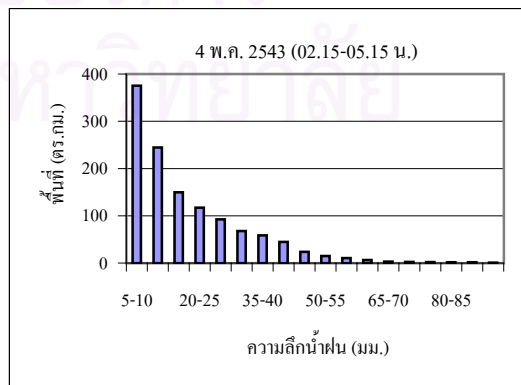
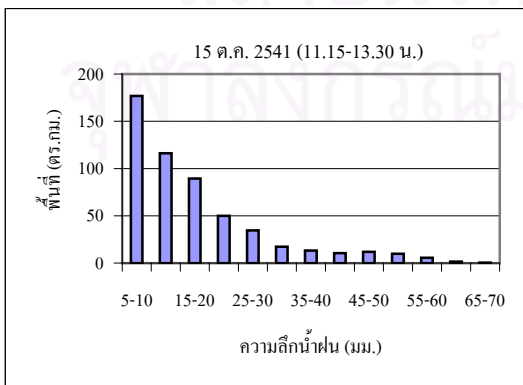
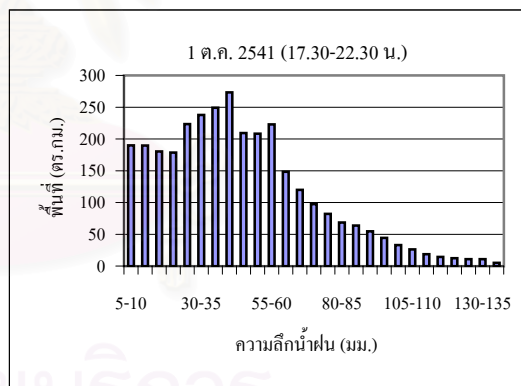
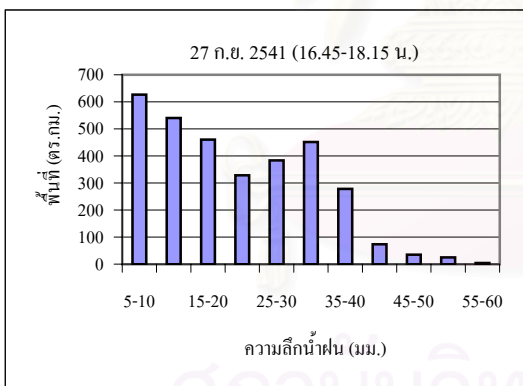
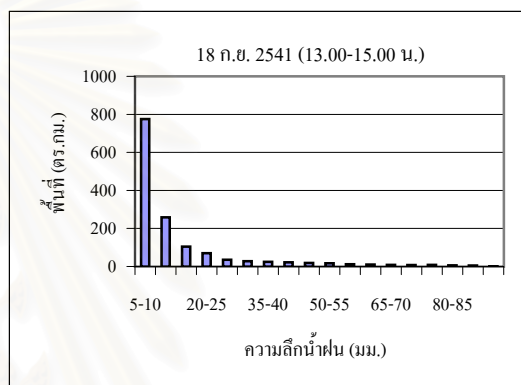
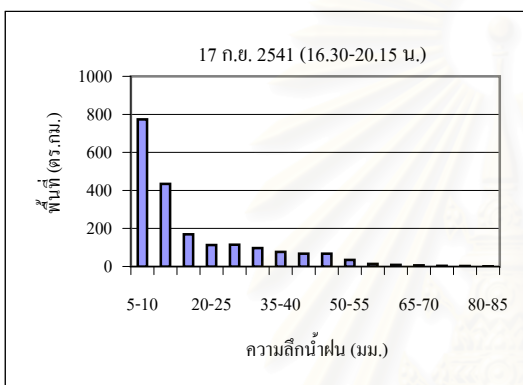
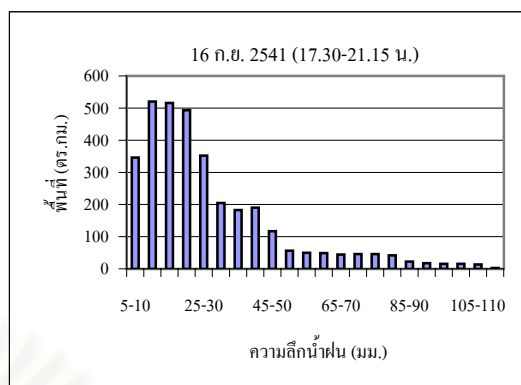
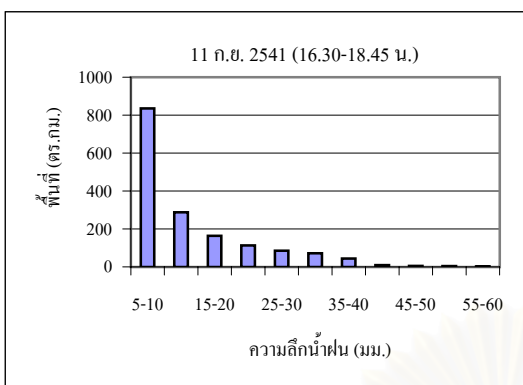


รูปที่ จ-1 พื้นที่ฝนตกในแต่ละช่วงความลึกน้ำฝนของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์

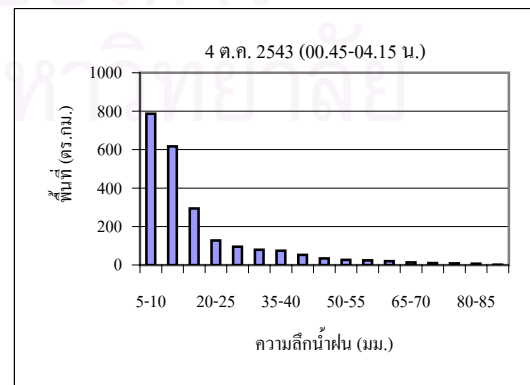
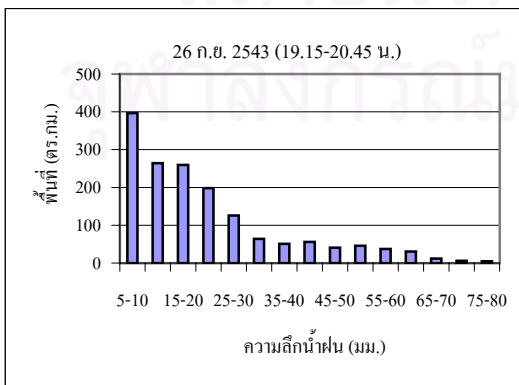
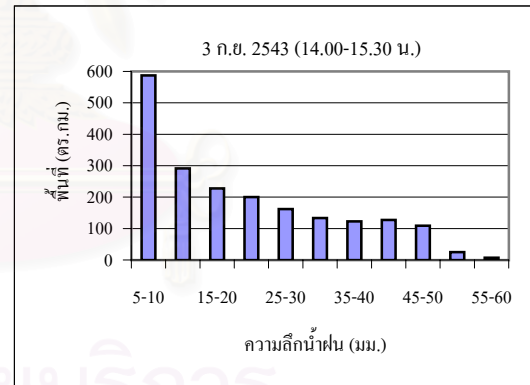
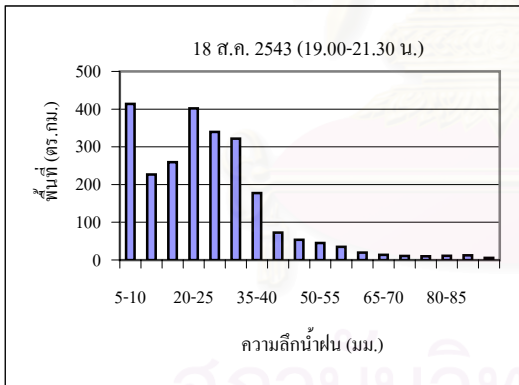
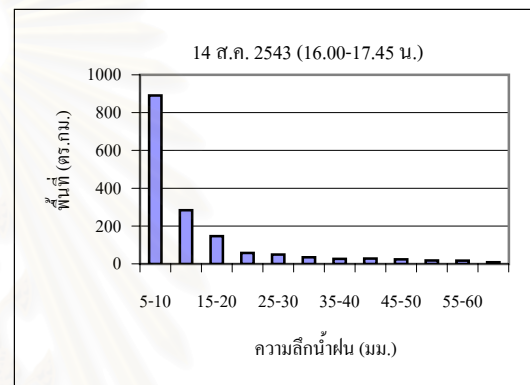
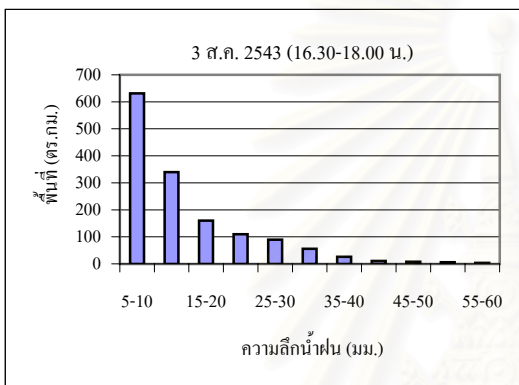
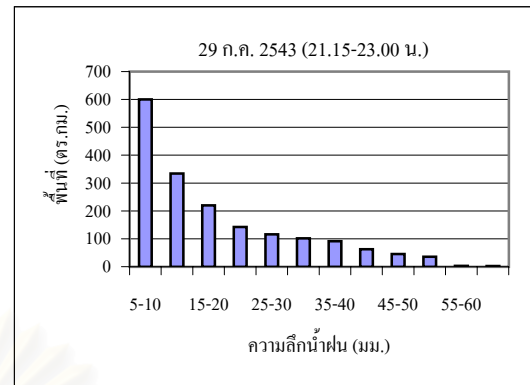
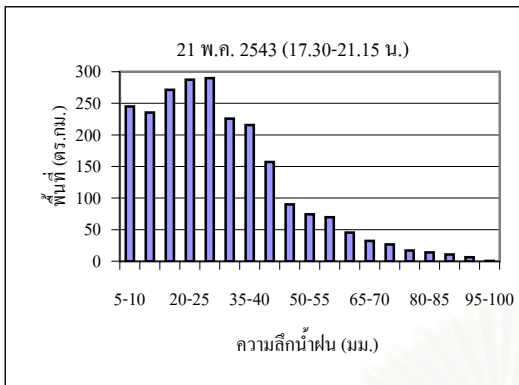




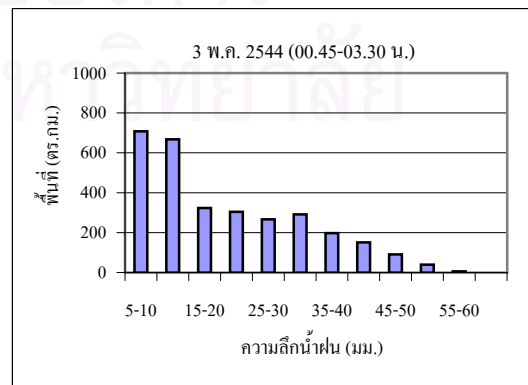
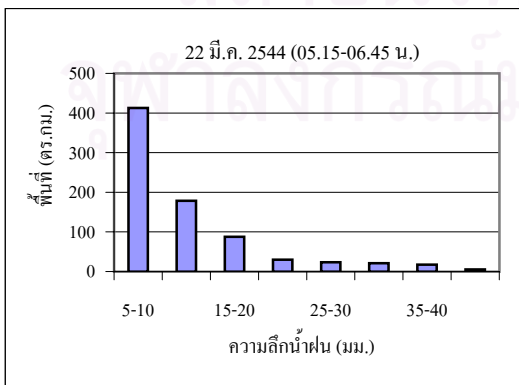
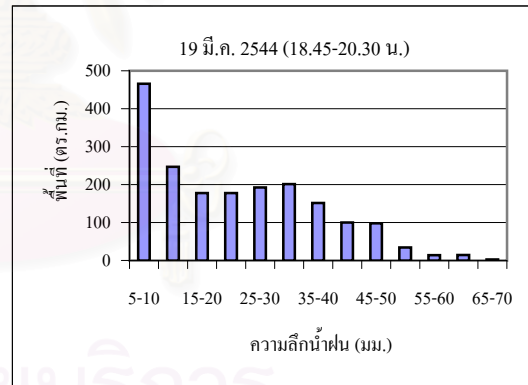
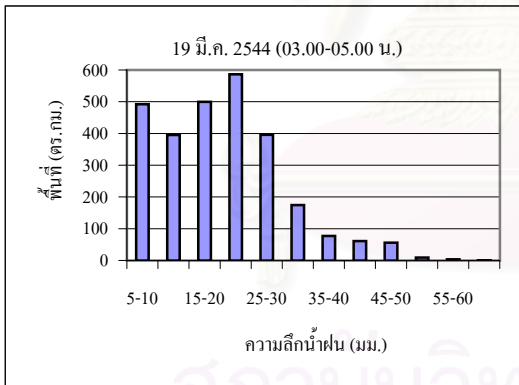
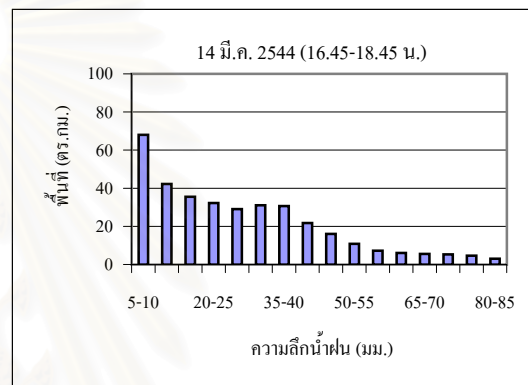
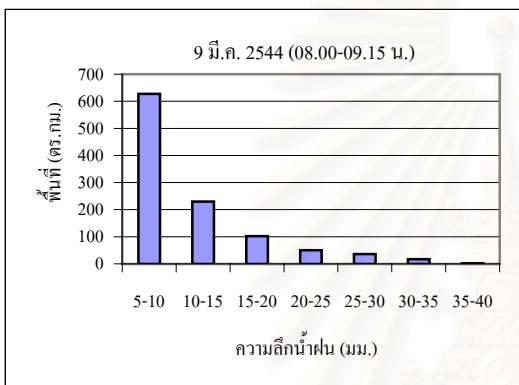
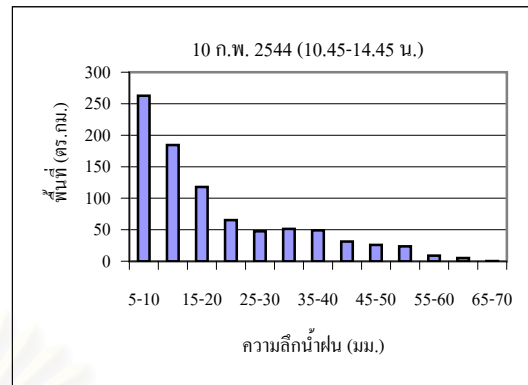
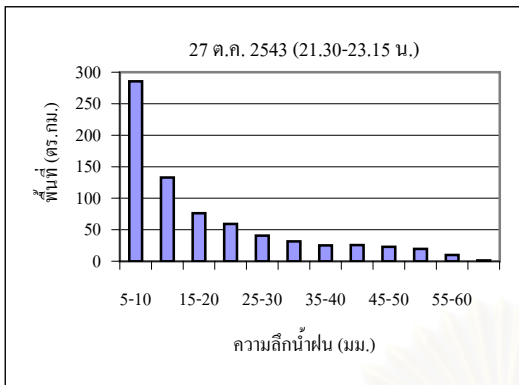
รูปที่ จ-1 พื้นที่ฝนตกในแต่ละช่วงความเร็วลมของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



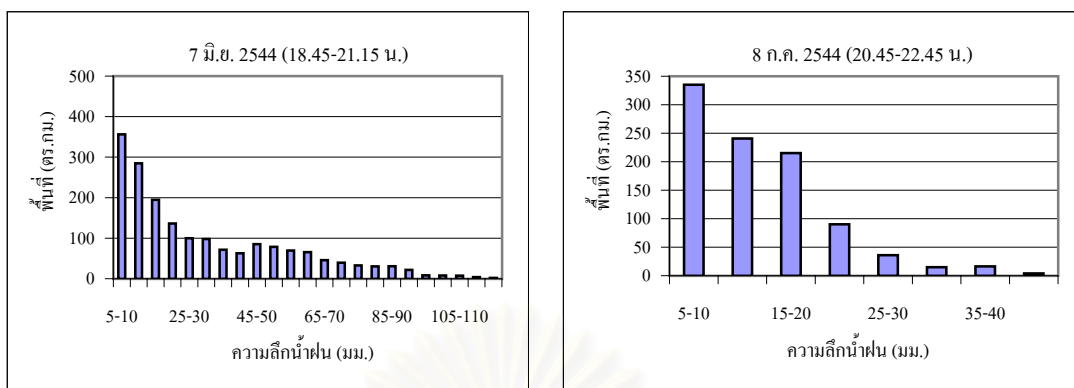
รูปที่ จ-1 พื้นที่ฝนตกในแต่ละช่วงความลึกลูกน้ำฝนของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



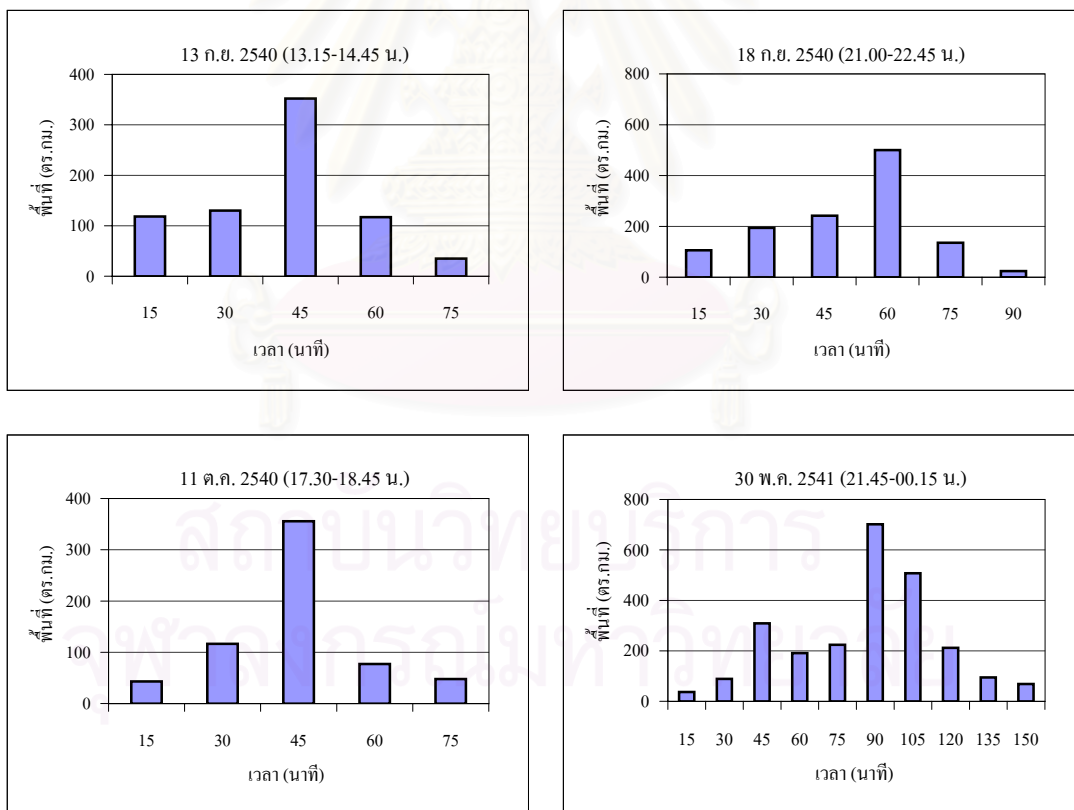
รูปที่ จ-1 พื้นที่ฝนตกในแต่ละช่วงความลึกน้ำฝนของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



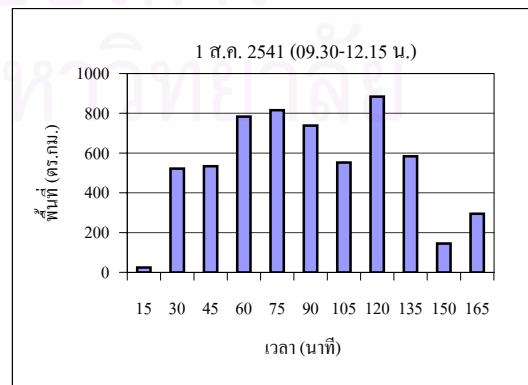
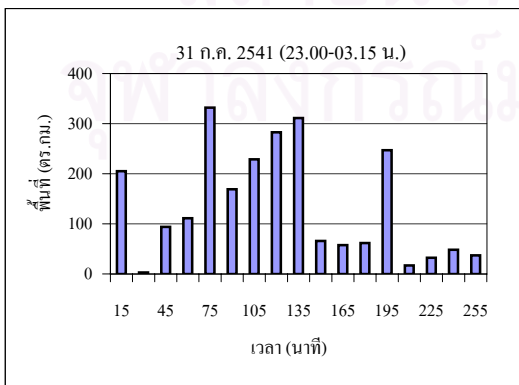
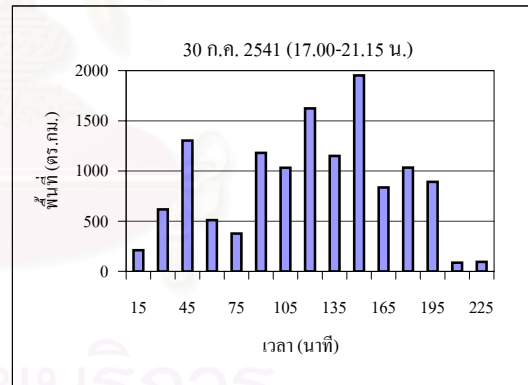
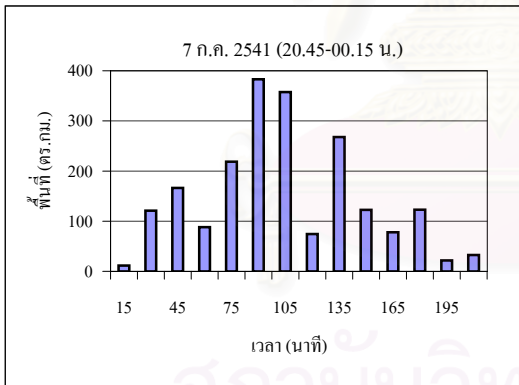
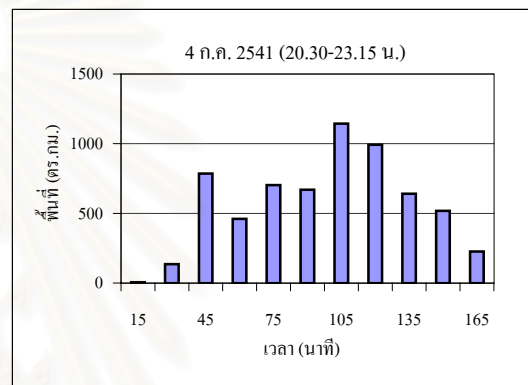
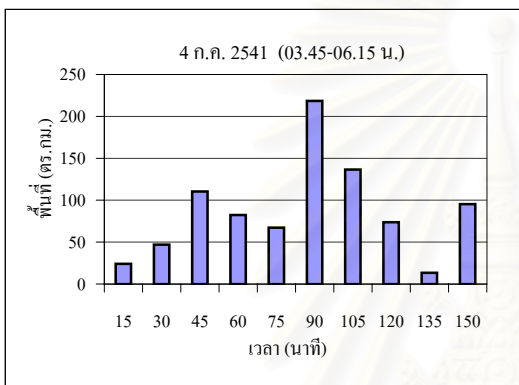
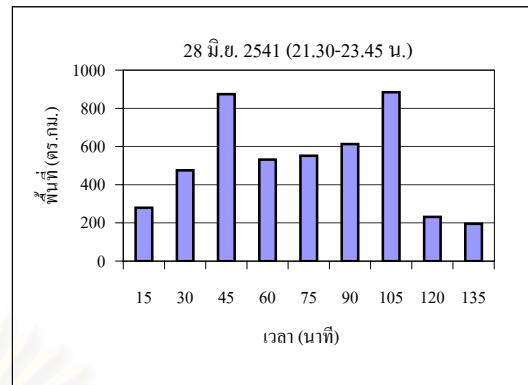
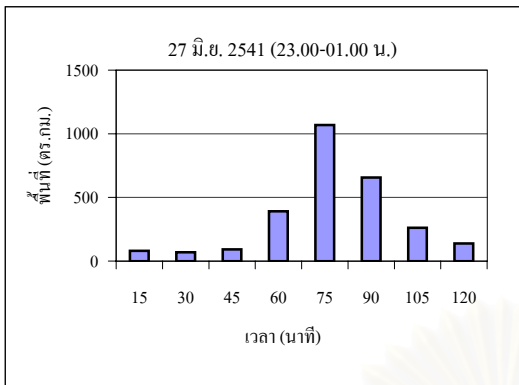
รูปที่ จ-1 พื้นที่ฝนตกในแต่ละช่วงความลึกน้ำฝนของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



รูปที่ จ-1 พื้นที่ที่ฝนตกในแต่ละช่วงความลึกน้ำฝนของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

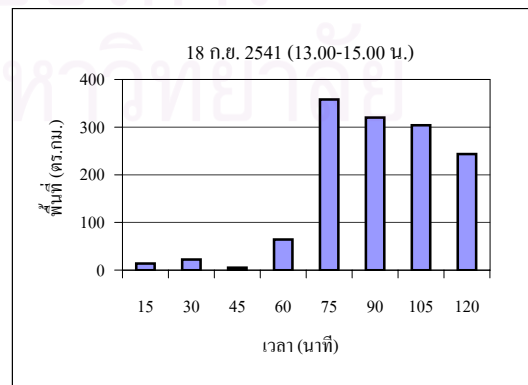
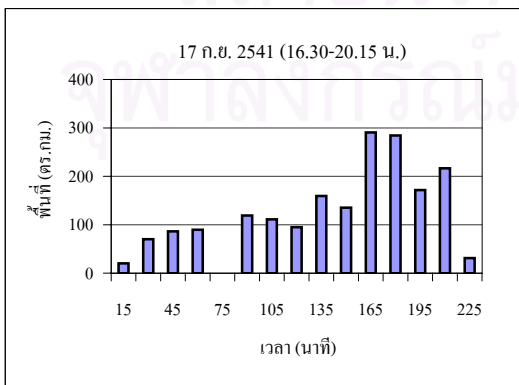
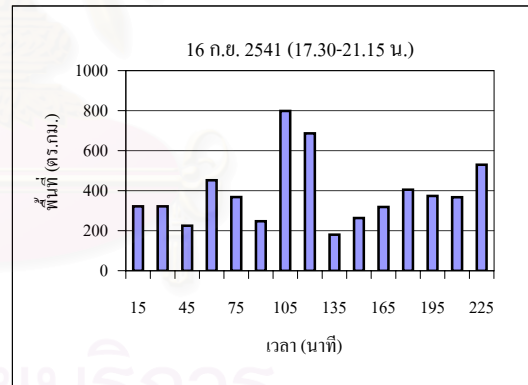
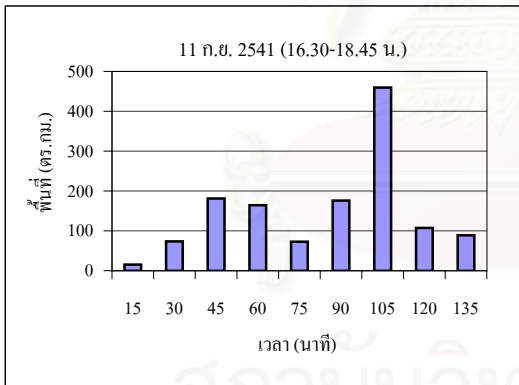
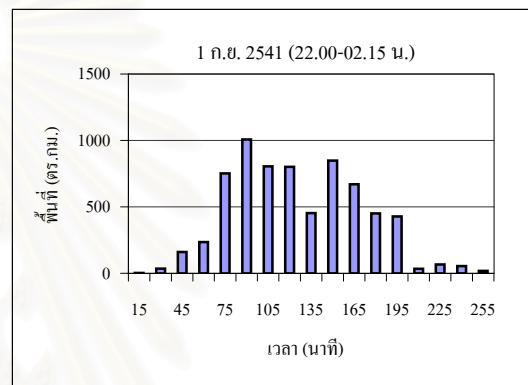
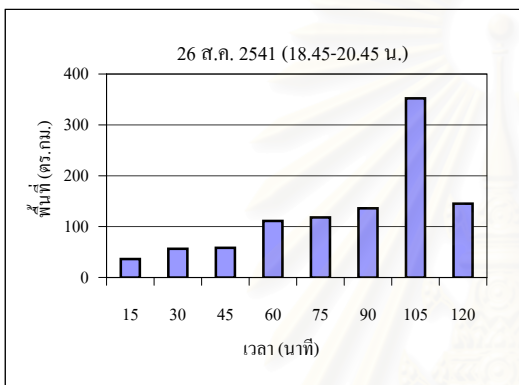
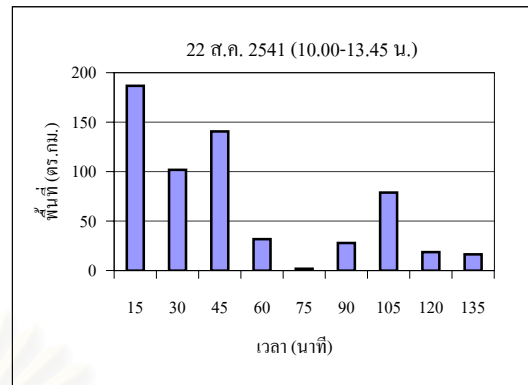
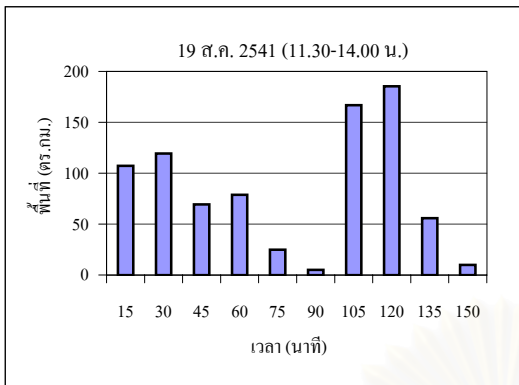


รูปที่ จ-2 พื้นที่ที่ฝนตกในแต่ละช่วงเวลาของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์

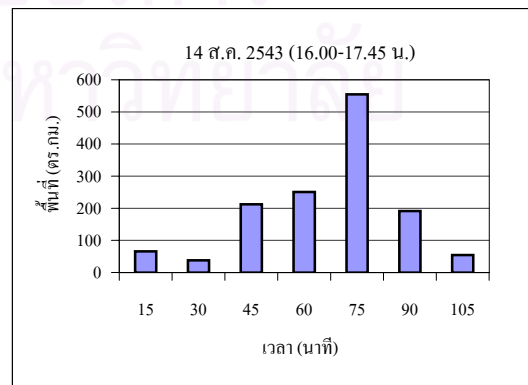
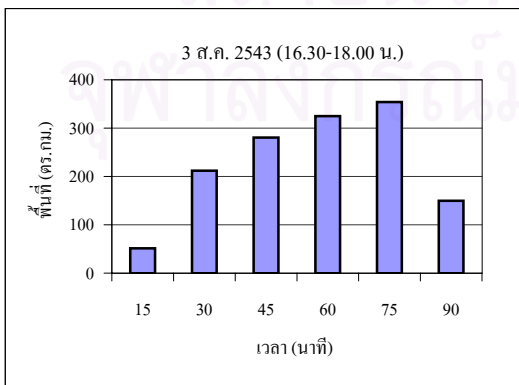
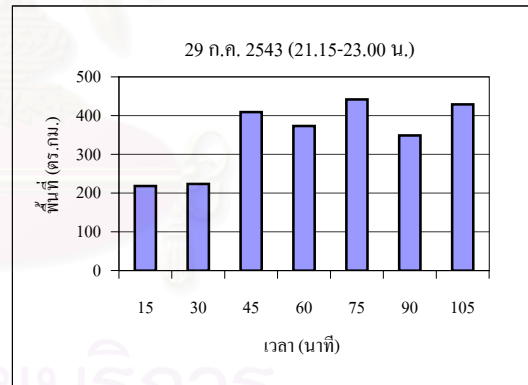
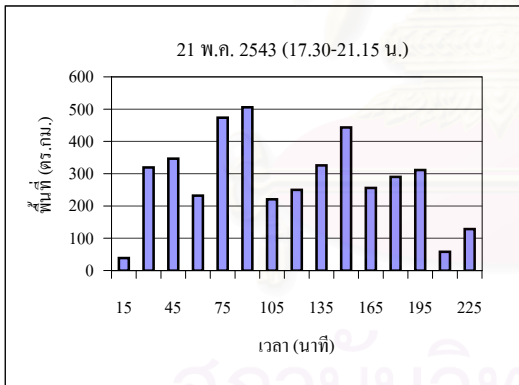
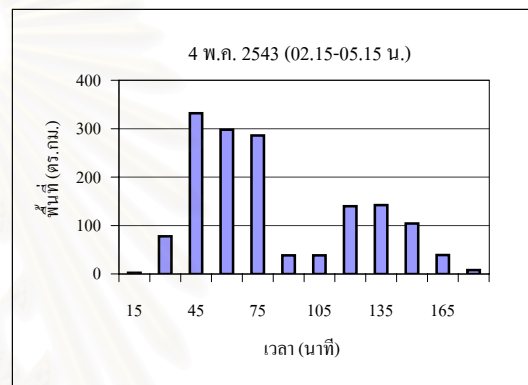
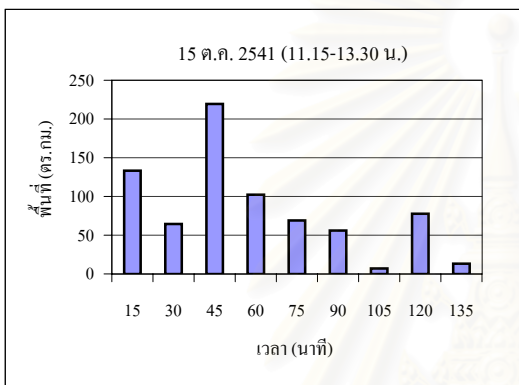
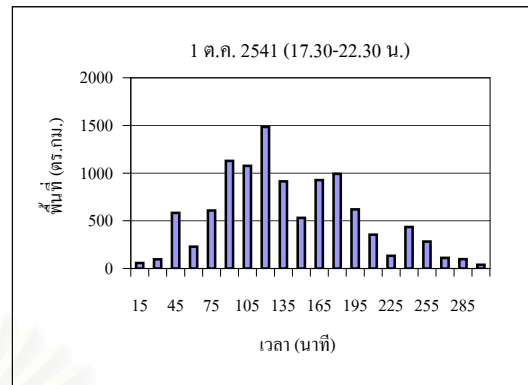
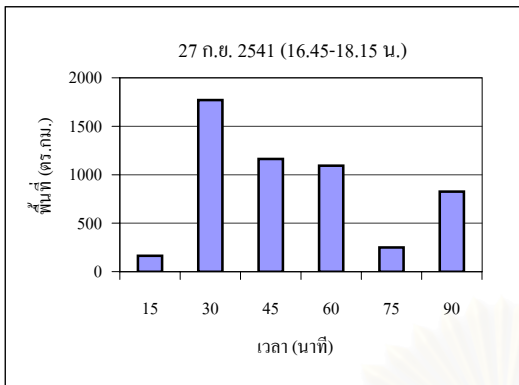


รูปที่ จ-2 พื้นที่ฝนตกในแต่ละช่วงเวลาของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

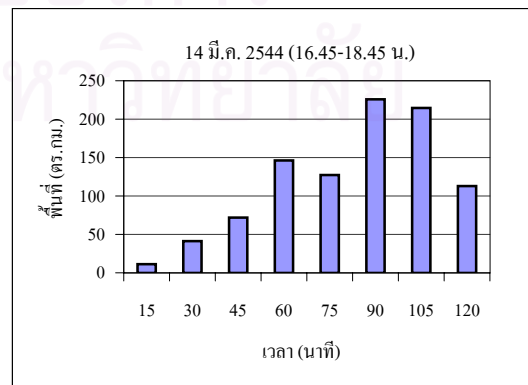
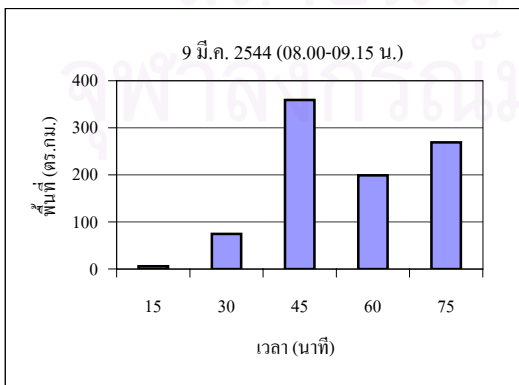
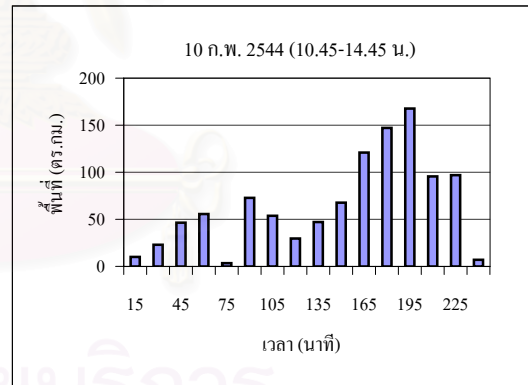
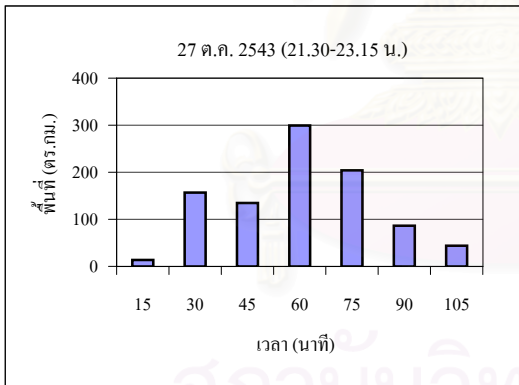
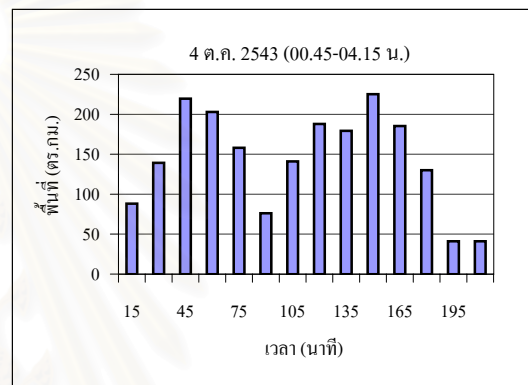
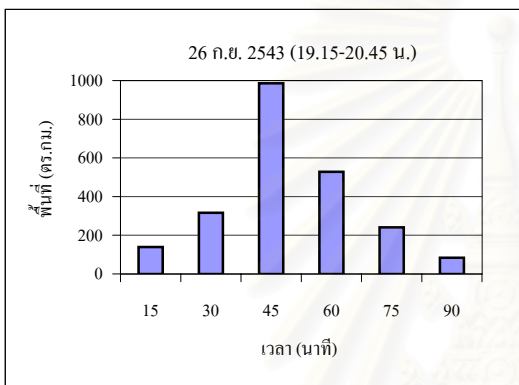
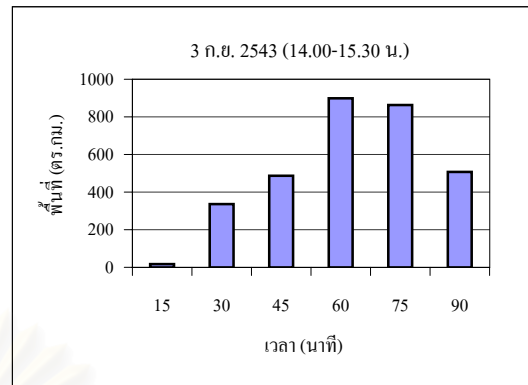
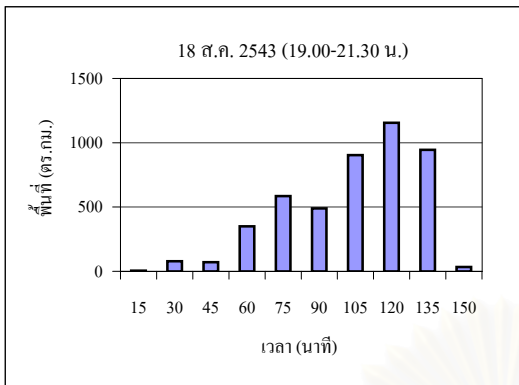




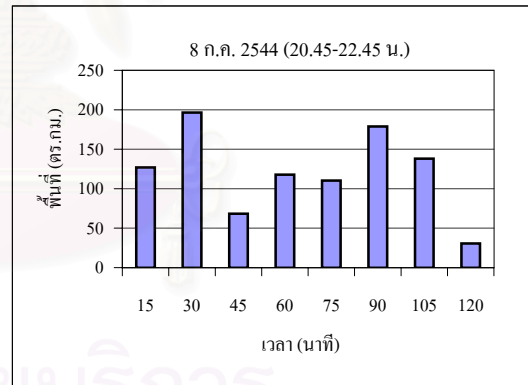
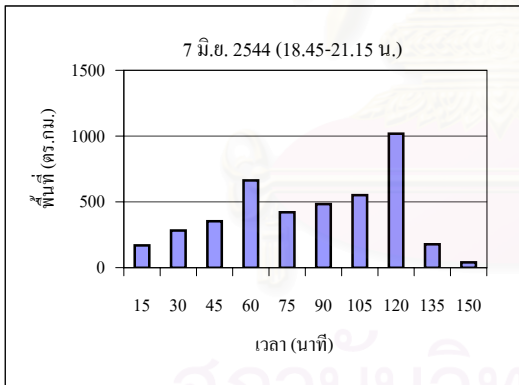
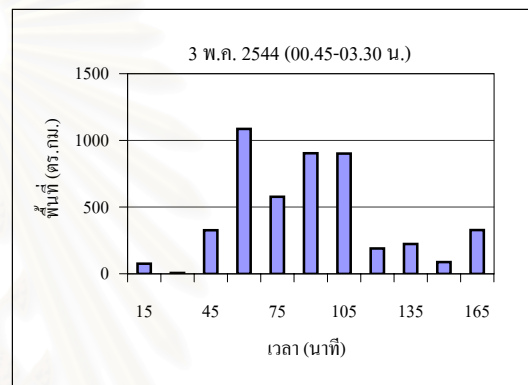
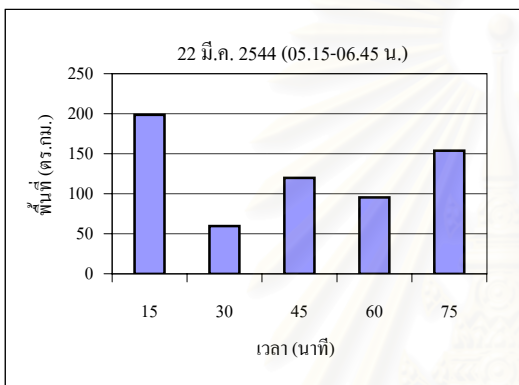
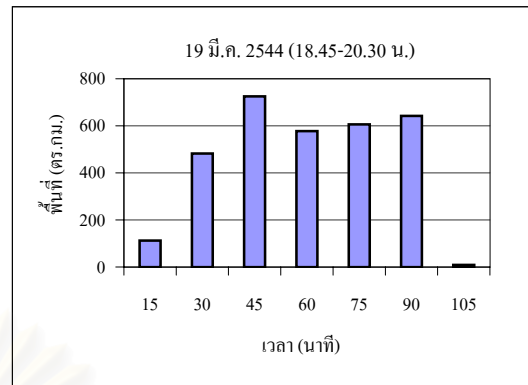
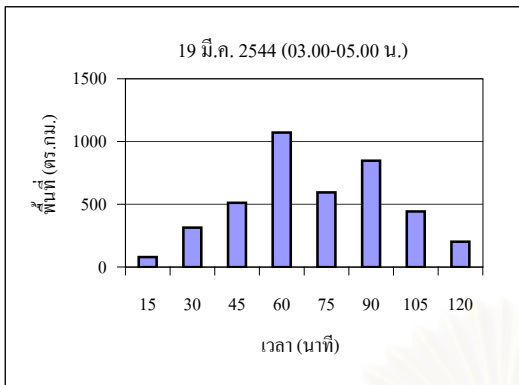
รูปที่ จ-2 พื้นที่ฝนตกในแต่ละช่วงเวลาของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



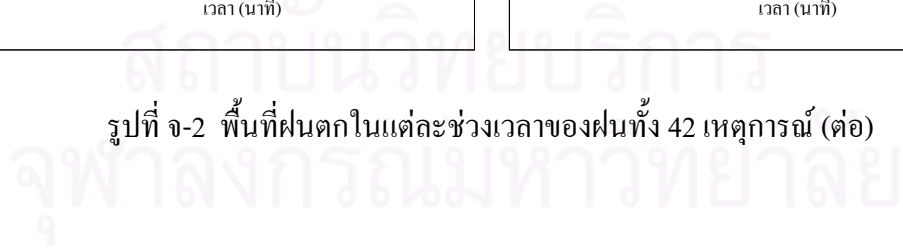
รูปที่ จ-2 พื้นที่ฝนตกในแต่ละช่วงเวลาของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

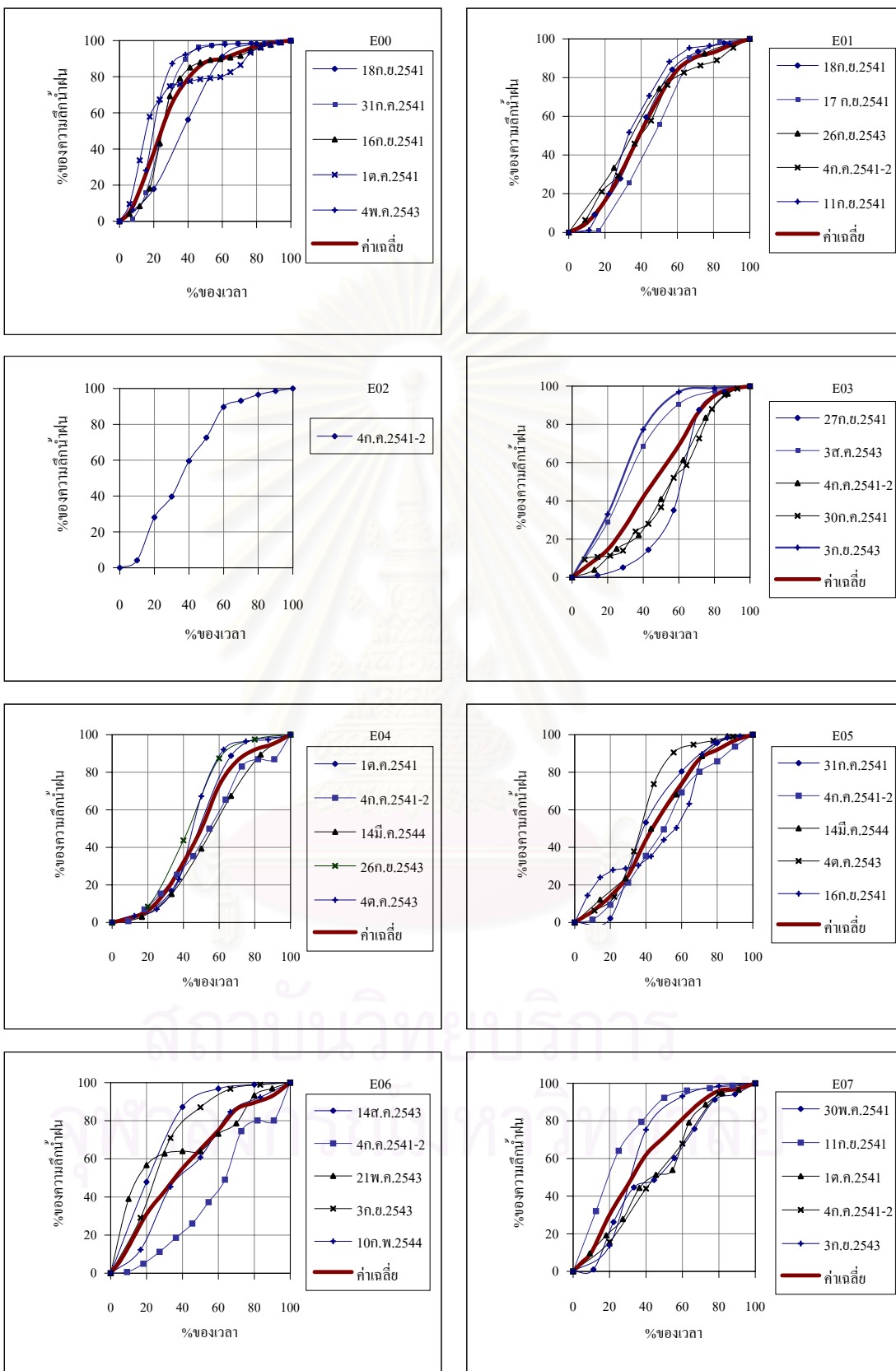


รูปที่ จ-2 พื้นที่ฝนตกในแต่ละช่วงเวลาของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

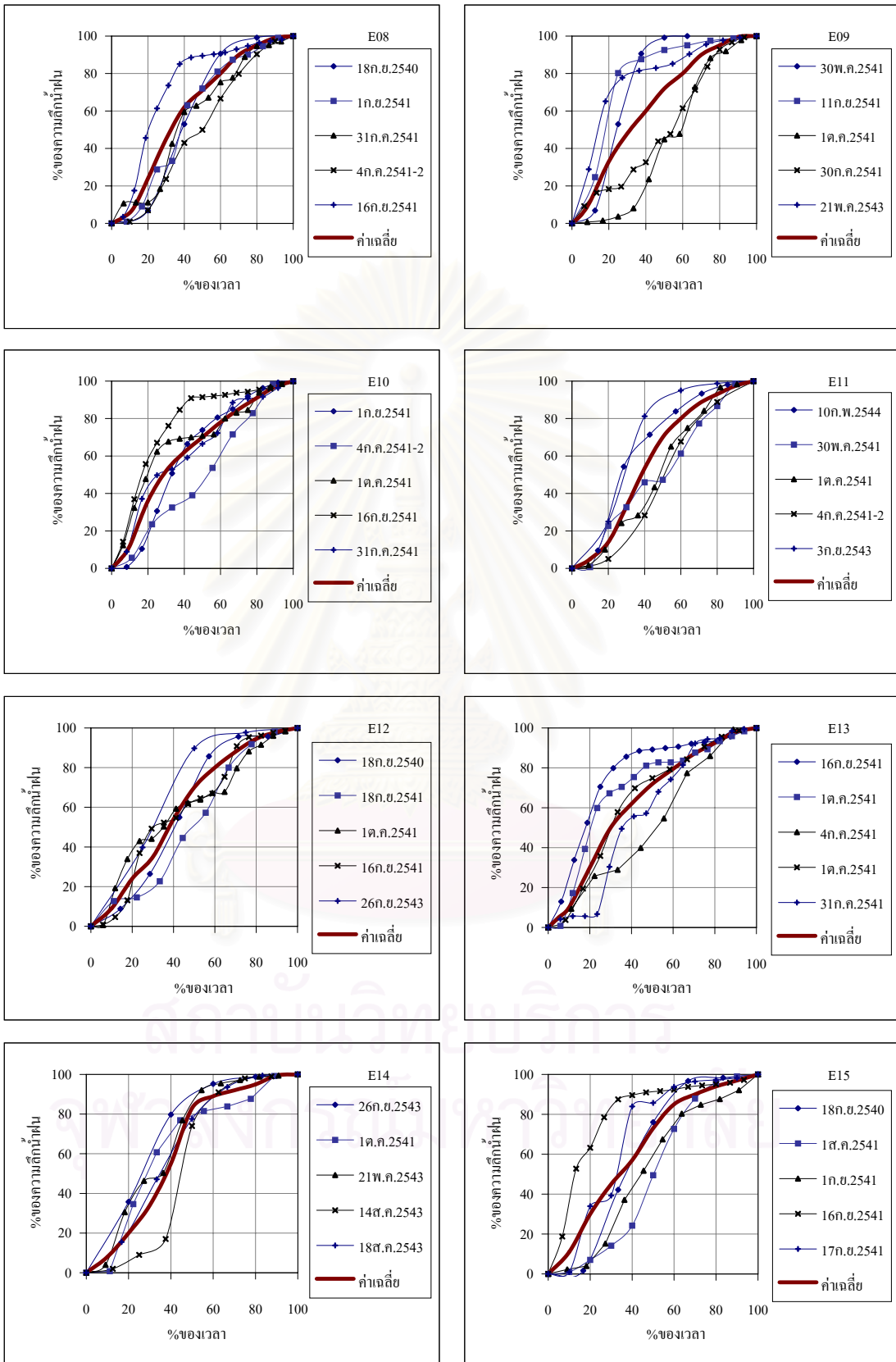


รูปที่ จ-2 พื้นที่ผ่นตกในแต่ละช่วงเวลากของผ่นทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



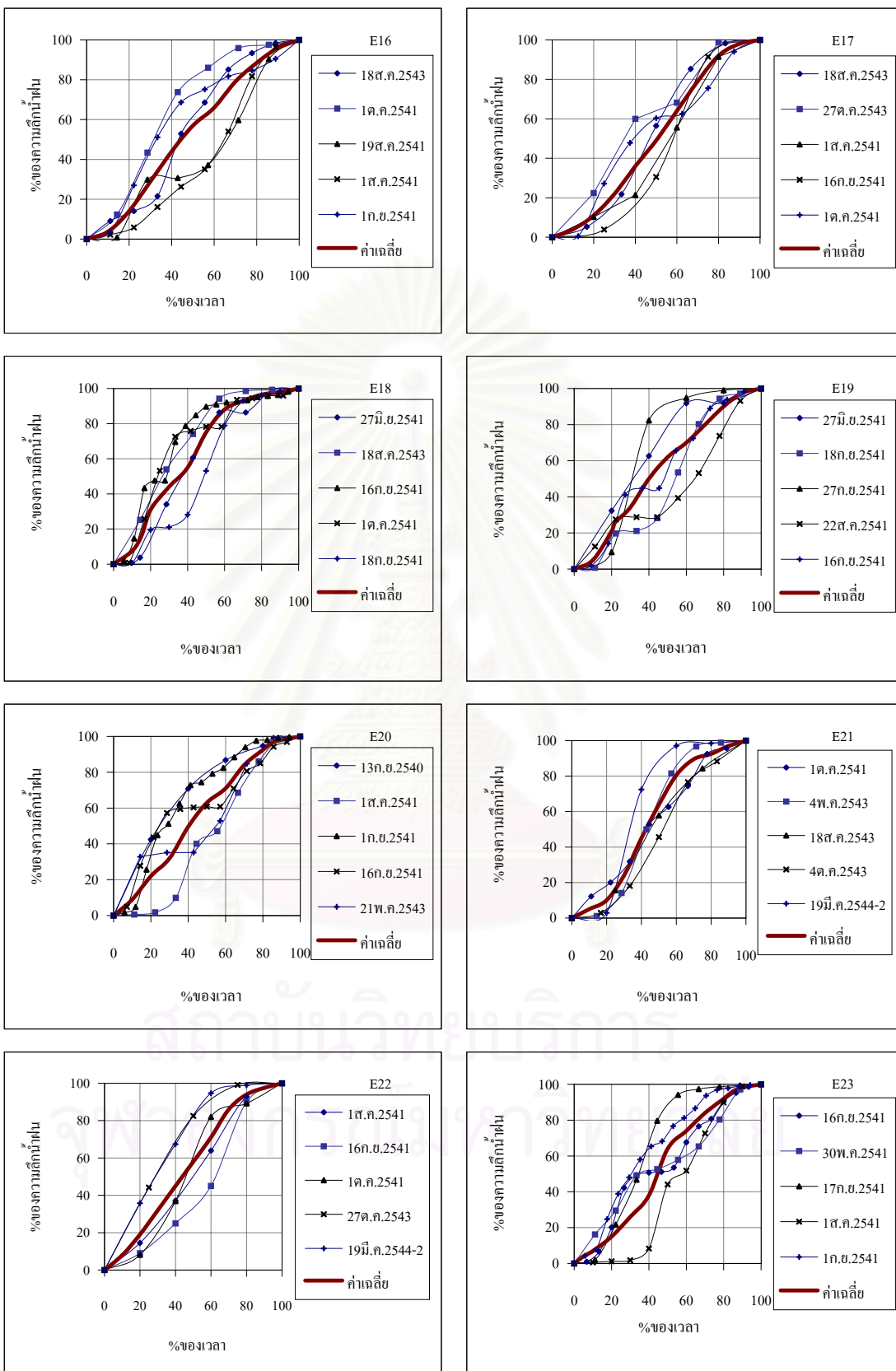


รูปที่ จ-3 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของความลึกน้ำฝนสะสมรายสถานีเทียบกับเปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลาของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์

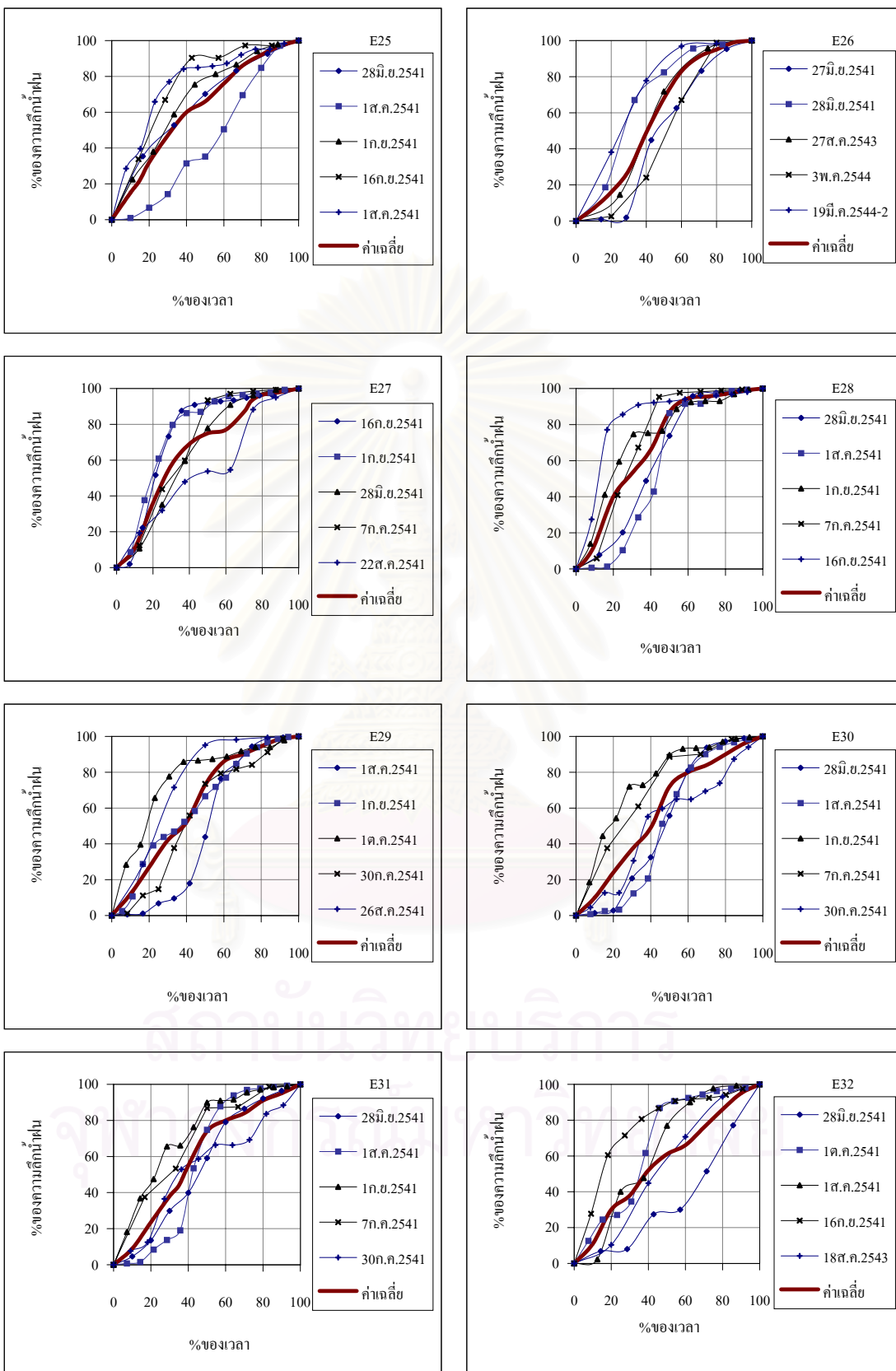


รูปที่ จ-3 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของความลึกน้ำฝนสะสมรายสถานีเทียบกับเปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลาของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

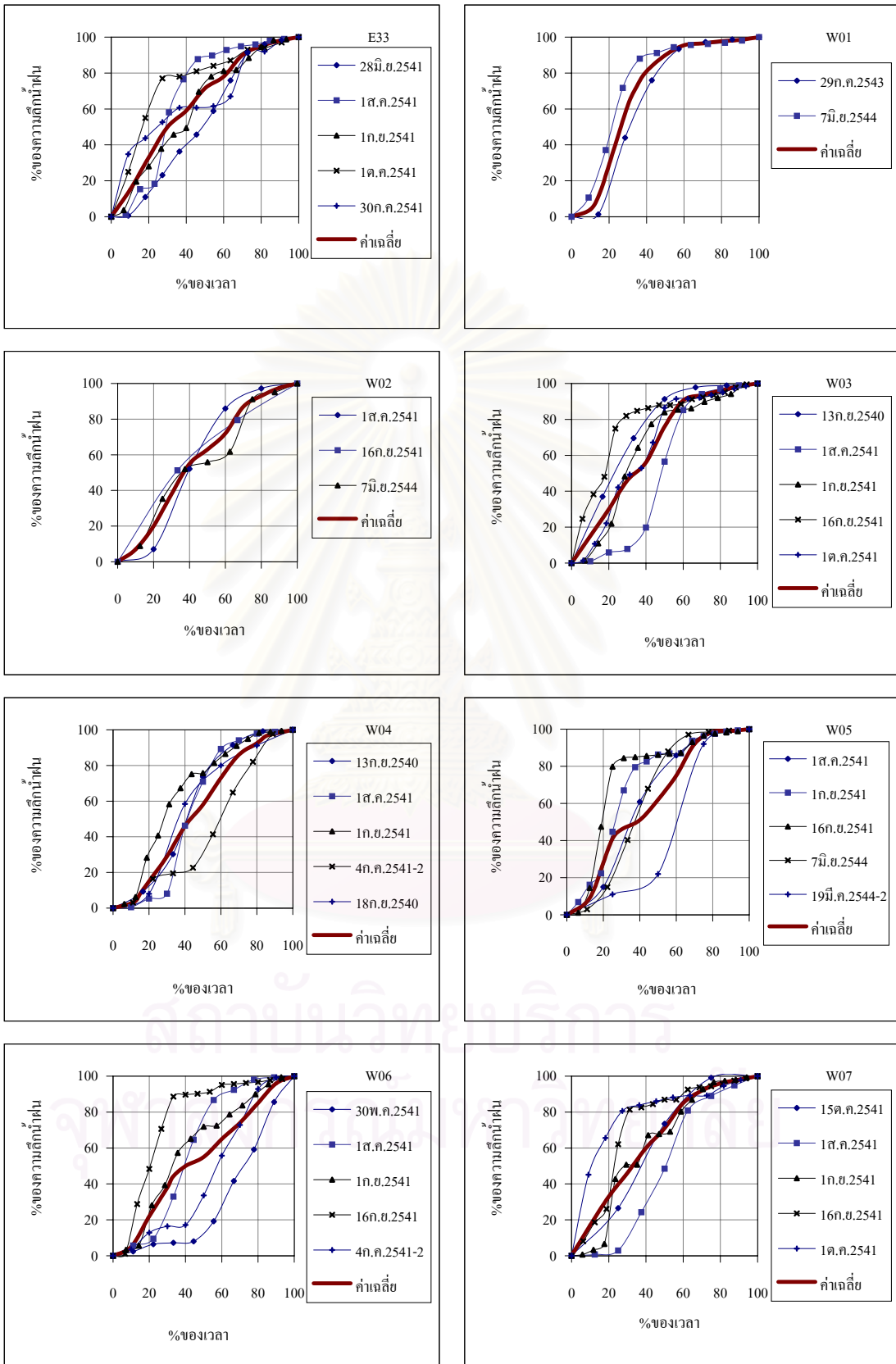




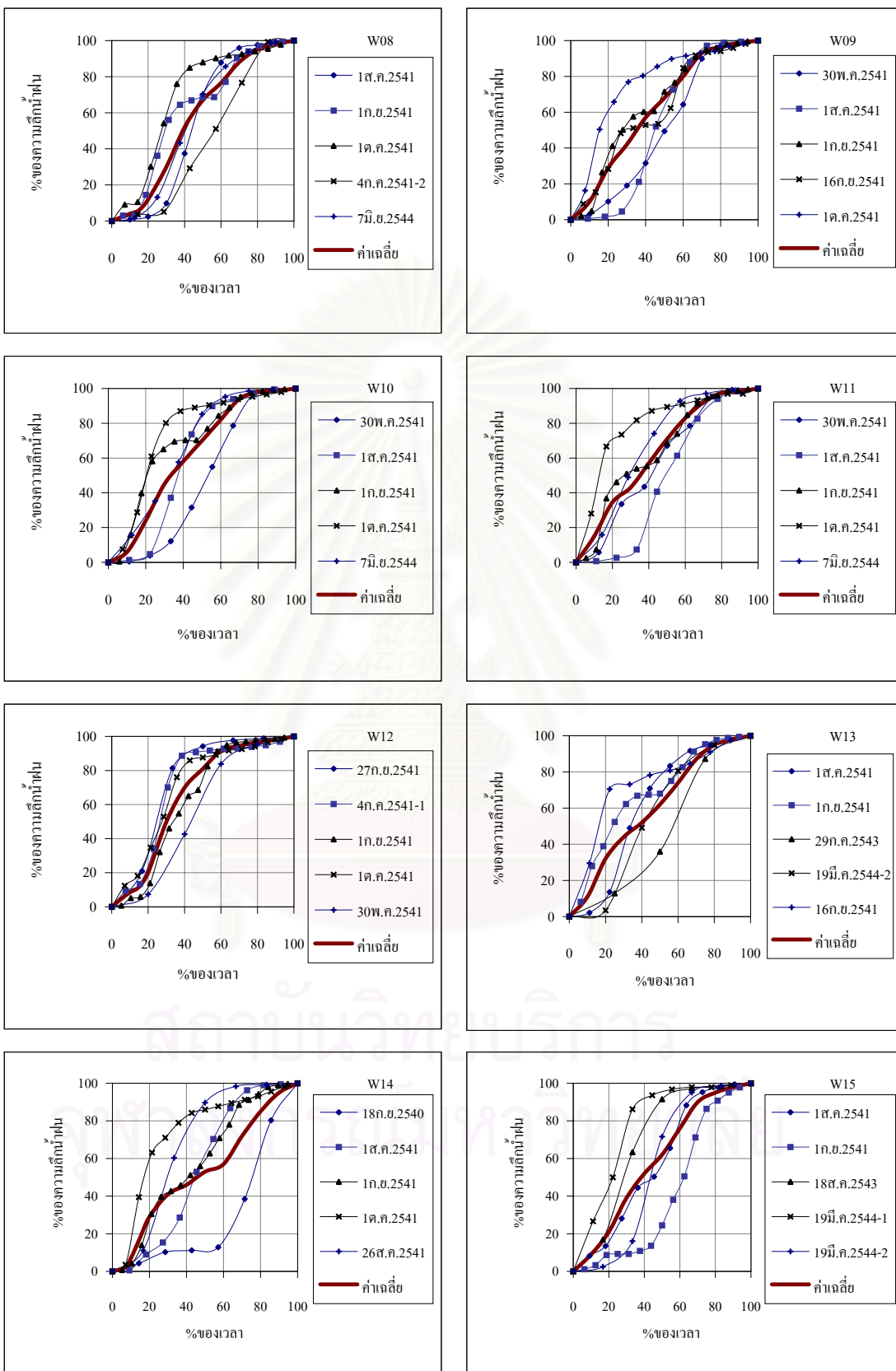
รูปที่ จ-3 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของความลึกน้ำฝนสะสมรายสถานีเทียบกับเปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลาของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



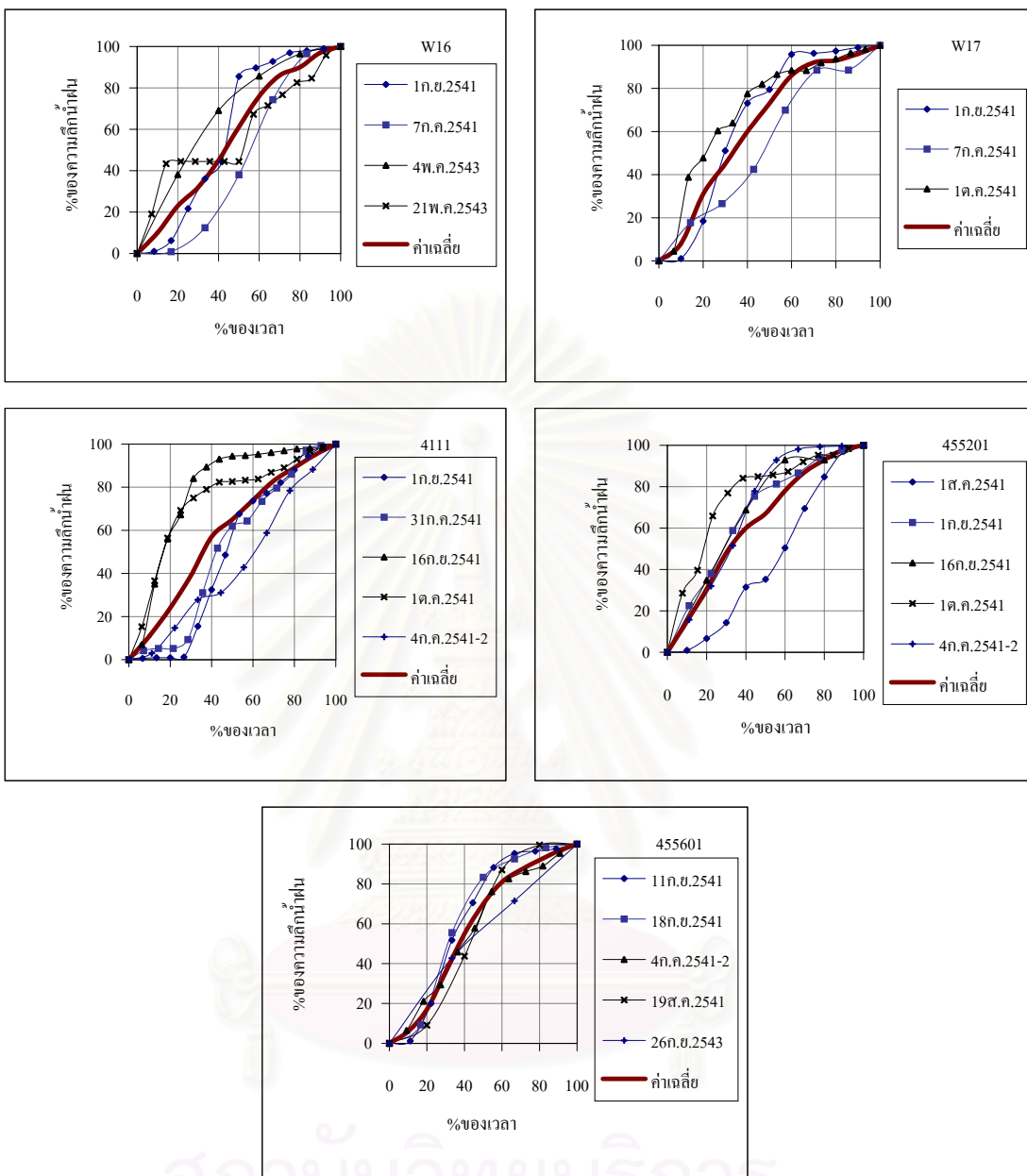
รูปที่ จ-3 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของความลึกลับน้ำฝนสะสมรายสถานีเทียบกับเปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลาของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



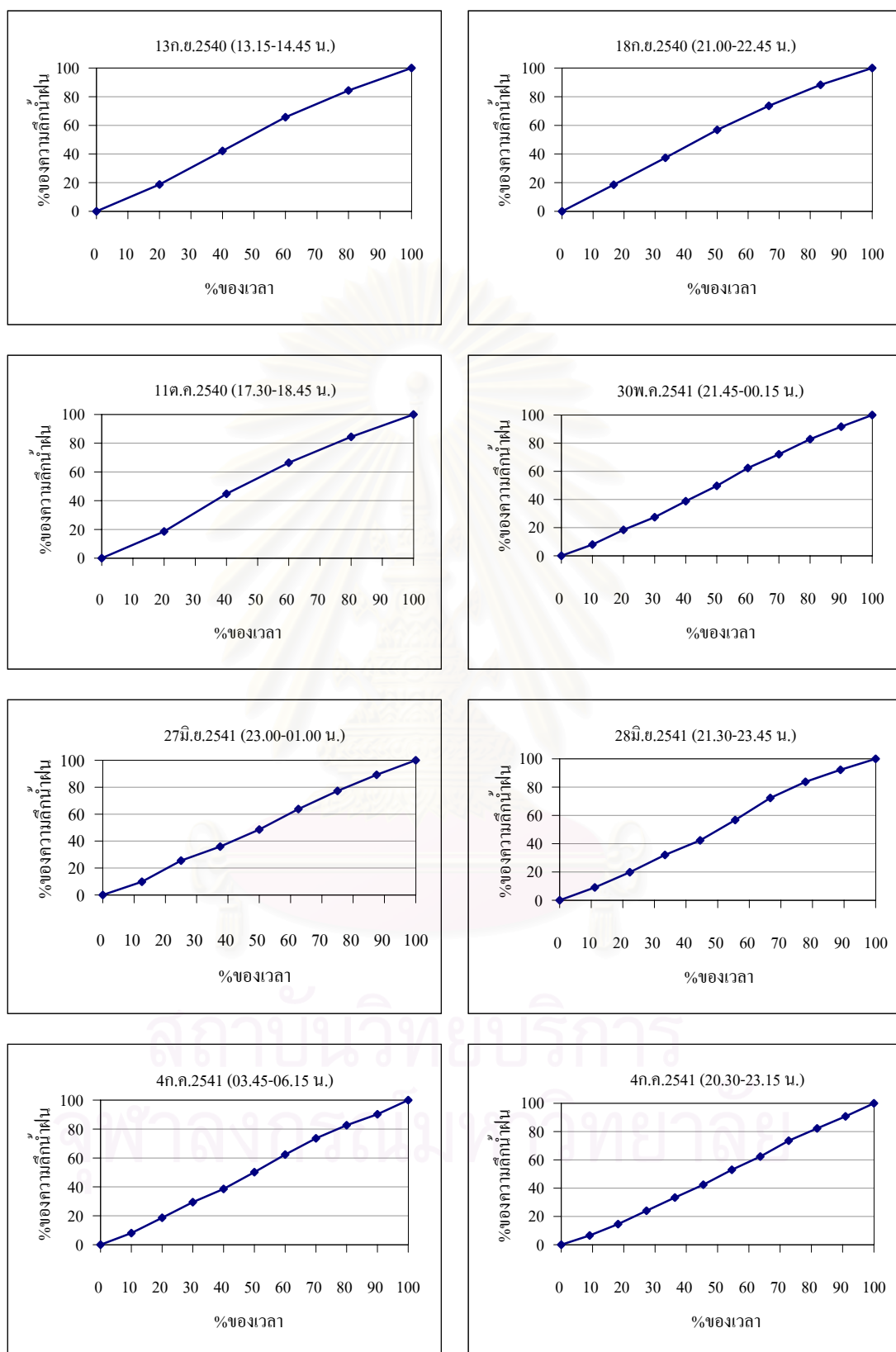
รูปที่ จ-3 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของความลึกน้ำฝนสะสมรายสถานีเทียบกับเปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลาของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



รูปที่ จ-3 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของความลึกน้ำฝนสะสมรายสถานีเทียบกับเปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลาของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

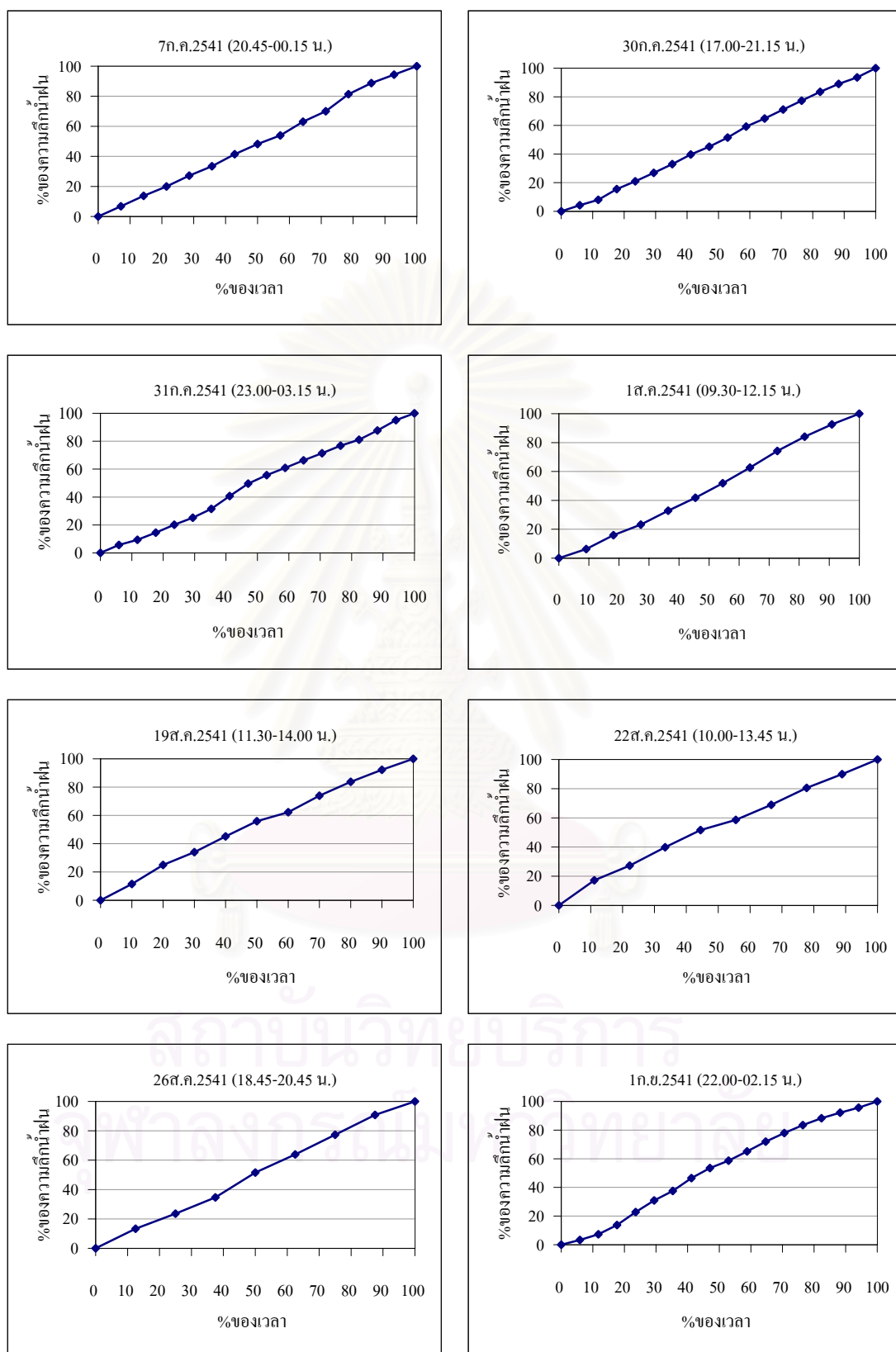


รูปที่ จ-3 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของความถี่น้ำฝนสะสมรายสถานีเทียบกับเปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลาของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

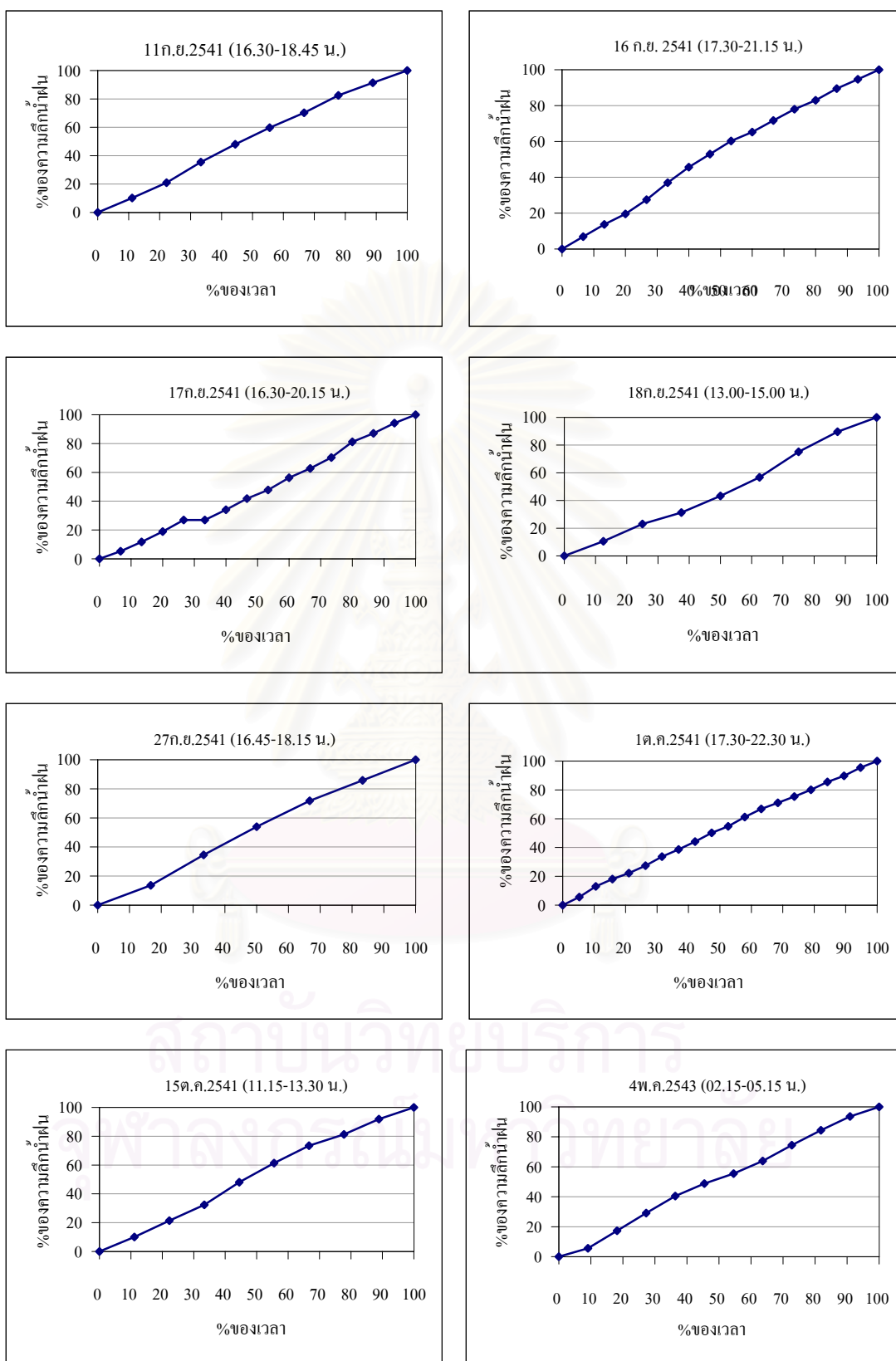


รูปที่ จ-4 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของความถี่สะสมเฉลี่ยทั่วพื้นที่เทียบกับ  
เปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลาของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์

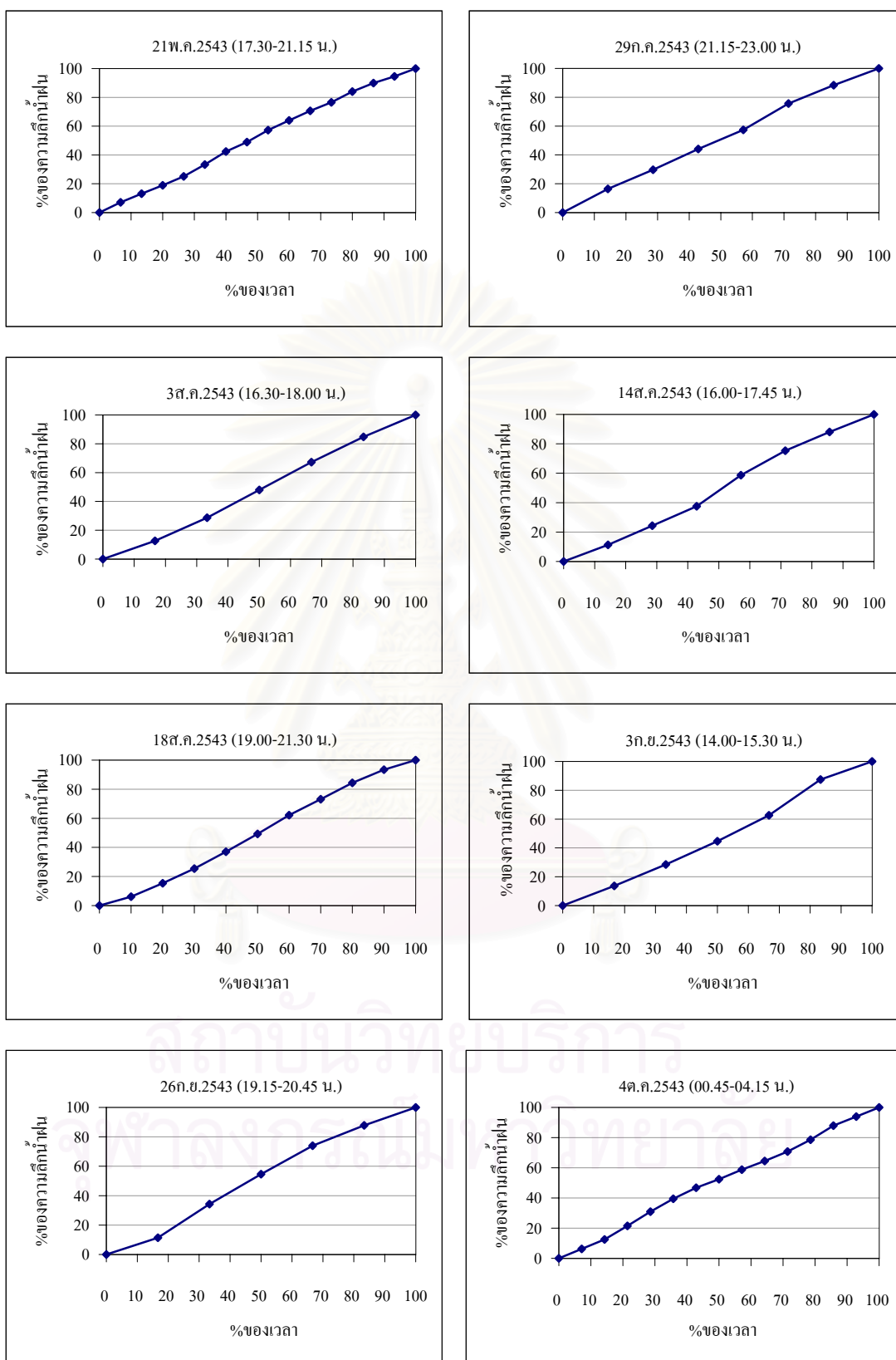




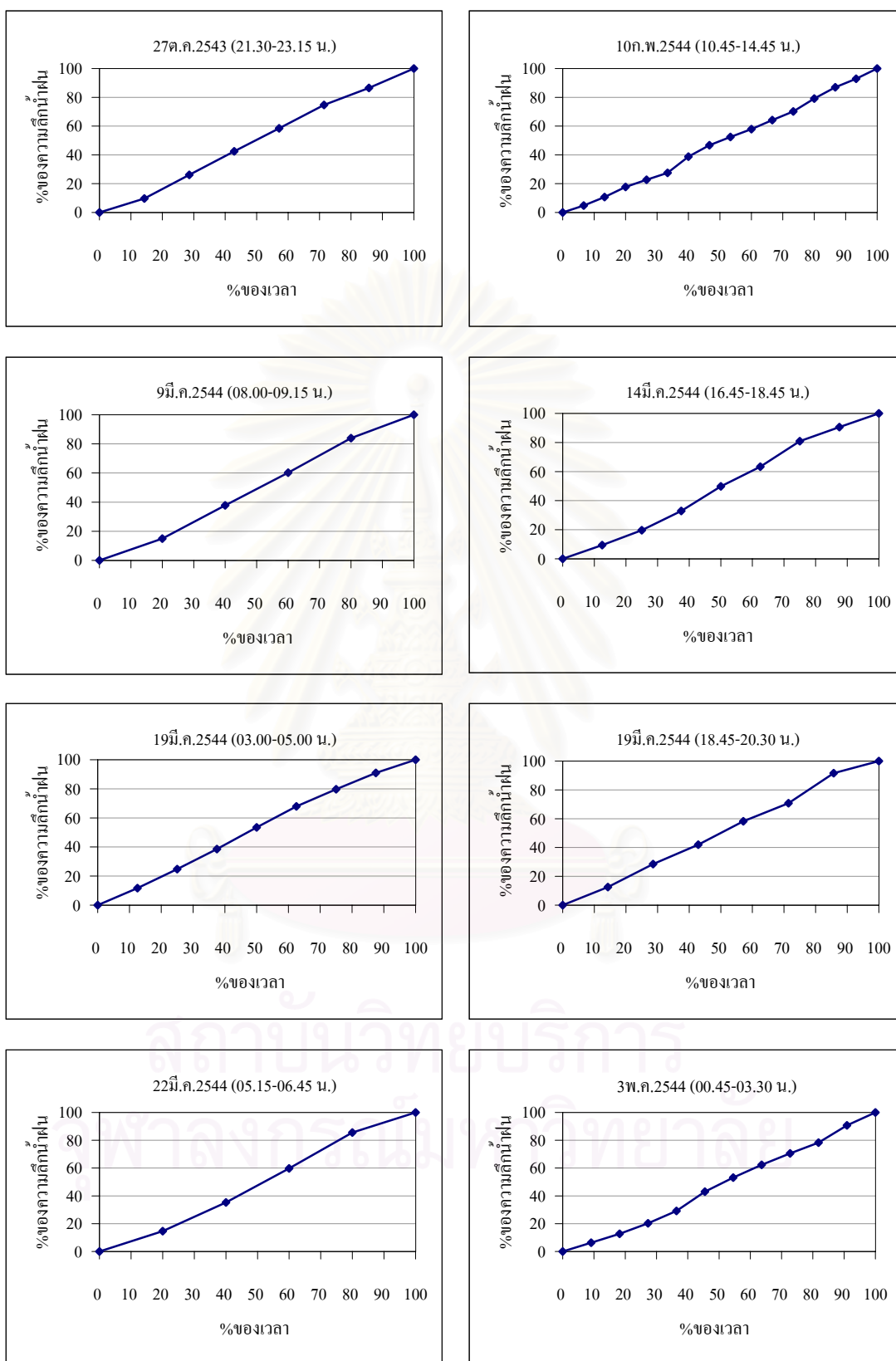
รูปที่ จ-4 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของความถี่ของเวลาพักผ่อนสะสมเฉลี่ยทั่วพื้นที่เทียบกับ  
เปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลาของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



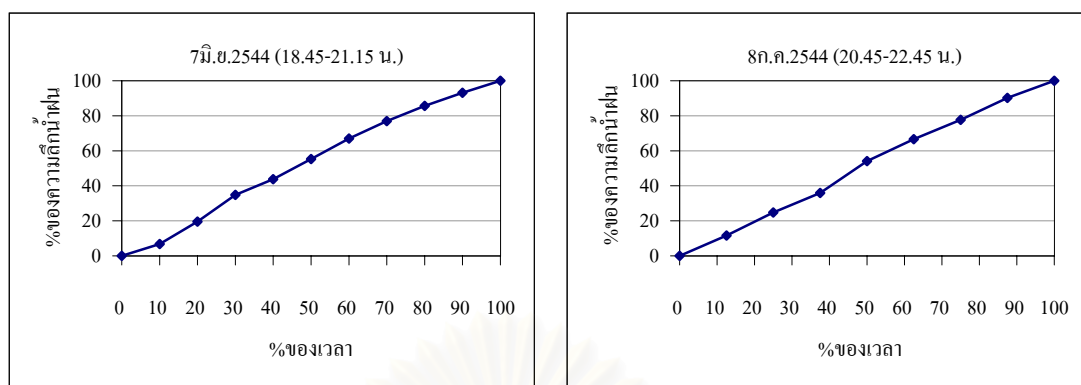
รูปที่ จ-4 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของความถี่สะสมเฉลี่ยทั่วพื้นที่เทียบกับเปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลาของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



รูปที่ จ-4 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของความถี่สะสมเฉลี่ยทั่วพื้นที่เทียบกับ  
เปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลาของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



รูปที่ จ-4 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของความถี่สะสมเฉลี่ยทั่วพื้นที่เทียบกับ  
เปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลาของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)



รูปที่ จ-4 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของความถี่น้ำฝนสะสมเฉลี่ยทั่วพื้นที่เทียบกับ  
เปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลาของฝนทั้ง 42 เหตุการณ์ (ต่อ)

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวสรญา สังขานวม เกิดวันที่ 17 มีนาคม พ.ศ.2520 ที่จังหวัดราชบุรี สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปีการศึกษา 2542 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม.) ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2543 ทุนการศึกษาที่ได้รับคือ ทุนอุดหนุนการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2545



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย