

การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวัน ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

บริเวณพื้นที่ราบลุ่มน้ำเจ้าพระยา

ศัญชัย เอี่ยมประเสริฐ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

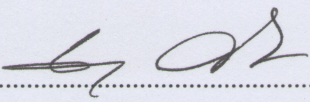
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)

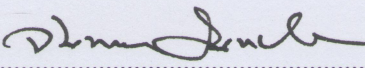
คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม

สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

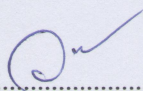
2554

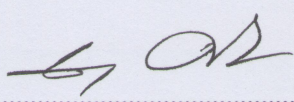
การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวัน ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
บริเวณพื้นที่ราบลุ่มน้ำเจ้าพระยา
สัจชัย เอี่ยมประเสริฐ
คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม

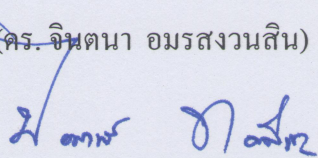
ผู้ช่วยศาสตราจารย์..........อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ดร. จินตนา อมรสงวนสิน)

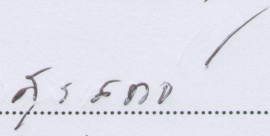
รองศาสตราจารย์..........อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ดร. จันทนา อินทปัญญา)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาแล้วเห็นสมควรอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)

รองศาสตราจารย์..........ประธานกรรมการ
(ดร. วิชา นิยม)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์..........กรรมการ
(ดร. จินตนา อมรสงวนสิน)

อาจารย์..........กรรมการ
(ดร. ปิยพงษ์ ทองดีนอก)

รองศาสตราจารย์..........คณบดี
(ดร. สุรสิทธิ์ วชิรขจร)

๕๘ พฤษภาคม ๒๕๕๕

บทคัดย่อ

ชื่อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บริเวณพื้นที่ราบลุ่มน้ำเจ้าพระยา
ชื่อผู้เขียน	นายสัญชัย เอี่ยมประเสริฐ
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)
ปีการศึกษา	2554

การศึกษา การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บริเวณพื้นที่ราบลุ่มน้ำเจ้าพระยา มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องของวิธีการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันด้วยวิธีที่แตกต่างกัน โดยในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการประมาณค่าจำนวน 5 วิธีหลัก 34 วิธีย่อย ได้แก่ วิธี Inverse Distance Weight, Radial Basis Functions, Kriging, CoKriging และสมการถดถอยเชิงเส้นของข้อมูลเรดาร์ (RADAR) โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันจากสถานีวัดน้ำฝนจำนวน 247 สถานี ครอบคลุมพื้นที่ราบลุ่มน้ำเจ้าพระยา และข้อมูลเรดาร์สถานีตรวจวัดอากาศภาคี จังหวัดนครสวรรค์ ราย 6 นาที ทดสอบความถูกต้องในการประมาณค่าด้วยข้อมูลน้ำฝนรายวันจากสถานีวัดน้ำฝนตัวอย่าง จำนวน 60 สถานี โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Error; MAE) และความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ผลการศึกษาพบว่าวิธีสมการถดถอยเชิงเส้นของข้อมูลเรดาร์ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAE) น้อยที่สุด เท่ากับ 5.81 มิลลิเมตร และจากการทดสอบสถิติรายคู่ F-test ด้วยวิธี LSD พบว่าวิธีดังกล่าวมีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์น้อยกว่าวิธีอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.1$) ส่วนผลการศึกษาเฉพาะวิธีการประมาณค่าที่ใช้ค่าสถิติเพียงอย่างเดียว ได้แก่ วิธี Inverse Distance Weight, Radial Basis Functions และ Kriging พบว่าวิธี Kriging (ฟังก์ชัน Stable) มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAE) น้อยที่สุด เท่ากับ 8.35 มิลลิเมตร แต่จากการทดสอบสถิติรายคู่ F-test ด้วยวิธี LSD พบว่าความคลาดเคลื่อนดังกล่าวแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.1$)

จากผลการศึกษาจึงพบว่าการประยุกต์ใช้ข้อมูลเรดาร์ในการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวัน สำหรับพื้นที่ราบ จึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

ABSTRACT

Title of Thesis	Comparison of Spatial Daily Rainfall Amount Interpolation Methods by Using Geographic Information System at Chao-Phra-Ya Flood Plain.
Author	Mr. Sanchai Eiamprasert
Degree	Master of Science (Environmental Management)
Year	2011

This study show a comparison of spatial daily rainfall amount interpolation methods in order to find the reliable amount of the rainfall evaluated by the rainfall stations. This study conducted by applying 5 methods 34 functions of the rainfall amount interpolation as follows: Inverse Distance Weight, Radial Basis Functions, Kriging, CoKriging, and Regression (RADAR) by using GIS at Chao-Phra-Ya flood plain. This study obtained data from daily rainfall data of 247 meteorological stations and RADAR station at Ta-Khi, Nakorn-Sa-Wan Province in every 6 minutes. Sampling 60 meteorological stations which evaluated by applying the Mean Absolute Error (MAE) and One-way ANOVA. (F-test with LSD methods)

The results show that the statistic estimating of the diary rainfall amount by using the Regression (RADAR) technique resulting in a significantly lowest MAE (5.81 millimeter). A Post Hoc multiple comparisons test with LSD methods indicated significant differences ($p < 0.1$)

Moreover, the results of RADAR method showed significant different ($p < 0.1$). These results can confirm that the application of RADAR is effective to estimate the daily rainfall at plain area.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้เนื่องจากบุคคลหลายท่านได้กรุณาและให้ความช่วยเหลือในการให้ข้อมูล คำปรึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนกำลังใจ

ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินตนา อมรสงวนสิน และรองศาสตราจารย์ ดร.จันทนา อินทปัญญา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาทุกขั้นตอนของการทำวิทยานิพนธ์

ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.วิชา นิยม และดร.ปิยพงษ์ ทองดีนอก กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำให้การเพิ่มเติมวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณ คุณภักดี จันทรเกษ และเจ้าหน้าที่สถานีเรดาร์ฝนหลวงตากลิทุก ท่าน ที่อำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำต่าง ๆ ในการใช้ข้อมูลเรดาร์

และผู้ศึกษาขอขอบพระคุณสำนักฝนหลวงและการบินเกษตร และกรมอุตุนิยมวิทยา ที่สนับสนุนข้อมูลเพื่อใช้ในการศึกษาวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

สัตยชัย เอี่ยมประเสริฐ

พฤษภาคม 2555

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
สารบัญตาราง	(8)
สารบัญภาพ	(9)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตของการศึกษา	3
1.5 ข้อจำกัดในการศึกษา	3
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	4
2.2 การประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่	5
2.3 ฝนและการวัดปริมาณน้ำฝน	15
2.4 เรดาร์ตรวจอากาศ	20
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	28

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการศึกษา	30
3.1 อุปกรณ์และข้อมูล	30
3.2 กรอบแนวความคิดในการศึกษา	30
3.3 วิธีการศึกษา	32
บทที่ 4 ผลการศึกษา	44
4.1 การตรวจสอบและคัดเลือกข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา	44
4.2 ผลการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวัน	51
4.3 การเปรียบเทียบการประมาณค่าในแต่ละวิธี	65
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	72
บรรณานุกรม	75
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก : ข้อมูลเรดาร์และข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน ที่ใช้ในการศึกษา	
ภาคผนวก ข : ผลการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันทั้ง 34 วิธีย่อย	
ภาคผนวก ค : การประยุกต์ใช้งาน	
ประวัติผู้เขียน	

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 วิธีการที่ใช้ในการศึกษา	40
4.1 ผลการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ ของสถานีวัดน้ำฝนตัวอย่าง	43
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนที่ได้จากสถานีวัดน้ำฝน กับปริมาณน้ำฝนที่คำนวณจากข้อมูลเรดาร์ (ปี พ.ศ. 2549-2551)	45
4.3 รายชื่อสถานีวัดน้ำฝนที่ใช้ในการทดสอบ	51
4.4 ลักษณะทางสถิติในการประมาณค่าในแต่ละวิธี	67
4.5 ผลการทดสอบ oneway-ANOVA	70
4.6 ผลการทดสอบความแตกต่างรายคู่ด้วยวิธี LSD	71

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า	
2.1	การประมาณค่าข้อมูลให้กับตำแหน่งที่ไม่ทราบค่าด้วยวิธี IDW	8
2.2	การหารัศมีของวิธีการประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยวิธี RBF	10
2.3	เปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยวิธี IDW และ RBF	11
2.4	รูปแบบของวาริโอแกรม (variogram) ที่ได้จากการปรับสมการด้วยวิธีแบบ Kriging	12
2.5	การก่อตัวของเมฆและฝนตกในรูปแบบการเกิดฝนแบบพาความร้อน	16
2.6	การเคลื่อนที่ของมวลอากาศที่แต่ละระดับความสูง	17
2.7	เครื่องมือวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน	19
2.8	แนวการตรวจวัดสภาพอากาศในแนวราบและแนวตั้ง	21
2.9	โครงข่ายเรดาร์ในความรับผิดชอบของสำนักฝนหลวงและการบินเกษตร	25
2.10	ตัวอย่างการตรวจวัดโดยเรดาร์ตรวจอากาศแบบคอปเพลอร์ (CAPPI) ของสถานีเรดาร์ฝนหลวงตาดลี จังหวัดนครสวรรค์ ที่ระดับความสูง 2.5 กิโลเมตร	26
3.1	พื้นที่ศึกษาและตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนที่ใช้ในการศึกษา	31
3.2	ขั้นตอนในการศึกษา	32
3.3	วิธีการสำรวจตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ถึงวัดน้ำฝน ด้วยเครื่อง GPS Receiver	34
3.4	ตัวอย่างภาพเรดาร์แบบ CAPPI dBZ (Reflectivity) ที่ใช้ในการศึกษา	35
3.5	การซ้อนทับภาพเรดาร์บริเวณที่เกิด Permanent Echo กับแผนที่ภูมิประเทศ 1:250,000 เพื่อทดสอบการปรับแก้เชิงเรขาคณิต	37
3.6	ตัวอย่างภาพเรดาร์รายวัน ที่ใช้ในการศึกษา	38
3.7	หลักการทำ Buffer เพื่อหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลเรดาร์	39
4.1	สภาพการสำรวจตำแหน่งทางภูมิศาสตร์สถานีวัดน้ำฝน ด้วยเครื่อง GPS Receiver	44
4.2	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนกับปริมาณน้ำฝนจากการคำนวณข้อมูลเรดาร์ ทั้ง 15 วัน	46

4.3	แผนที่ระดับปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนและข้อมูลเรดาร์ วันที่ 29 สิงหาคม 2549	48
4.4	แผนที่ระดับปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนและข้อมูลเรดาร์ วันที่ 30 สิงหาคม 2550	49
4.5	แผนที่ระดับปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนและข้อมูลเรดาร์ วันที่ 27 สิงหาคม 2551	50
4.6	ลักษณะการกระจายของฝนเปรียบเทียบบริเวณที่มีฝนตกตรงกลาง แล้วรอบข้างไม่มีฝนตกทั้ง 5 วิธีหลัก	54
4.7	ลักษณะการกระจายน้ำฝนเชิงพื้นที่ทั้ง 34 วิธีย่อย	56
4.8	ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ทั้ง 34 วิธีย่อย	65

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่ใช้พิจารณาในการจัดการสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการจัดการสิ่งแวดล้อมตามหลักการจัดการลุ่มน้ำ (Watershed Management) เกษม จันทร์แก้ว (2539: 141) ได้กล่าวถึงความสำคัญของฝนไว้ว่า ฝนเป็นปัจจัยสำคัญในวัฏจักรของน้ำ รักษาสมดุลของสภาวะบรรยากาศ ดังนั้น ข้อมูลด้านสภาพภูมิอากาศและทรัพยากรน้ำจึงมีความจำเป็นเพิ่มขึ้นเพื่อสนับสนุนกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคม ทั้งภาคเกษตรกรรม อุตสาหกรรม การคมนาคมขนส่ง การผลิตพลังงาน และการจัดการทรัพยากรน้ำ (Jarraud, 1998 อ้างถึงใน สัมพันธ์ ไทยเครือวัลย์, ภาณุมาศ ลิวเจริญทรัพย์ และไพรัตน์ วิริชวา, 2551: 4) โดยเฉพาะโครงการจัดการแหล่งน้ำและโครงการป้องกันอุทกภัยนั้น จำเป็นต้องใช้ข้อมูลน้ำฝนเพื่อประเมินวางแผนในการกำหนดมาตรการป้องกันแก้ไขได้อย่างทันทั่วถึง นอกจากนี้นักอุทกวิทยายังให้ความสำคัญกับข้อมูลน้ำฝนเนื่องจากเป็นข้อมูลในการศึกษาคุณภาพของน้ำ อาทิ ปริมาณน้ำในลำธาร น้ำใต้ดิน การคายระเหย การนำพาตะกอนและการเกิดอุทกภัย เป็นต้น กล่าวได้ว่า ศักยภาพการวัดปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ตามเวลาจริงที่ฝนตกนั้น นำไปสู่การศึกษาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมในด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเนื่องจากอิทธิพลของฝนนั้น จึงเป็นแนวทางการวางแผนบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมที่สำคัญต่อการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน และนำไปสู่คุณภาพชีวิตที่ดีของประชากร

สำหรับประเทศไทยการตรวจวัดปริมาณน้ำฝนเป็นแบบจุดในแต่ละสถานีตรวจวัดน้ำฝน และสถานีตรวจวัดอากาศแต่ละหน่วยงาน เช่น กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน เป็นต้น ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ได้จึงเป็นเพียงตัวแทนของข้อมูล ณ บริเวณที่ทำการตรวจวัดเท่านั้น ไม่สามารถเป็นตัวแทนบริเวณที่อยู่ห่างไกลจากสถานีตรวจวัดน้ำฝนได้ ทั้งนี้ การวิเคราะห์ข้อมูลด้านการจัดการลุ่มน้ำนั้นได้มีการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System; GIS) มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งจะเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Analysis) จึงจำเป็นต้องมีการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนในบริเวณที่ไม่มีการตรวจวัด (Spatial Interpolation) แต่เนื่องจากลักษณะ

การกระจายตัวของฝนที่ตกมีการเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างมากทั้งตามระยะทาง เวลาและความหนักเบาของฝน ซึ่งลักษณะดังกล่าวมีความสำคัญต่อการตรวจวัดปริมาณน้ำฝนได้อย่างถูกต้องและแม่นยำจากอิทธิพลของสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้น

การศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันแต่ละวิธีโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์วิธีการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันที่มีความถูกต้องและเหมาะสมในพื้นที่ราบลุ่มน้ำเจ้าพระยา ซึ่งมีลักษณะเป็นลุ่มน้ำที่มีขนาดใหญ่และเป็นพื้นที่ราบลุ่มส่วนใหญ่ ทั้งนี้ เพื่อสามารถนำผลที่ได้จากการศึกษาการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันจากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพในการสนับสนุนการวางแผนบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและลดความเสี่ยงจากภัยธรรมชาติ โดยเฉพาะอุทกภัยได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1) เพื่อศึกษาลักษณะการกระจายของปริมาณน้ำฝนรายวัน โดยวิธีการประมาณค่าด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน
- 2) เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องของวิธีการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในแต่ละวิธี
- 3) เพื่อเสนอแนวทางการนำข้อมูลเรดาร์ไปใช้ประโยชน์

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ทราบวิธีที่ดีที่สุดของการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในแต่ละวิธี
- 2) ทราบแนวทางในการนำข้อมูลเรดาร์ไปใช้ประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวัน

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

1) ขอบเขตด้านพื้นที่

พื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำหลักเจ้าพระยา (รหัสลุ่มน้ำ 610) มีพื้นที่ประมาณ 21,683 ตารางกิโลเมตร ตั้งอยู่ระหว่างละติจูด 13 องศา 30 ลิปดาเหนือ ถึง 14 องศาเหนือ และระหว่างลองจิจูด 100 องศา 15 ลิปดา ตะวันออก ถึง 101 องศาลิปดา ตะวันออก

2) ขอบเขตด้านเนื้อหาและเวลา

(1) รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาและบริเวณโดยรอบ ครอบคลุมจำนวน 382 สถานี ในช่วงระยะเวลา 3 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2549-2551

(2) ทำการเปรียบเทียบการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันจำนวน 5 วิธีหลัก 34 ฟังก์ชัน ได้แก่ วิธีหลัก Inverse Distance Weight, Radial Basis Functions, Kriging, CoKriging และ สมการถดถอยเชิงเส้นของข้อมูลเรดาร์(RADAR)

(3) รวบรวมข้อมูลเรดาร์ของสถานีเรดาร์ฝนหลวงตากลิ ราย 6 นาที 24 ชั่วโมง ในช่วงปี พ.ศ. 2549-2551 จำนวน 3,600 ภาพ

1.5 ข้อจำกัดในการศึกษา

1) ข้อจำกัดด้านพื้นที่

การศึกษาในครั้งนี้ศึกษาเฉพาะการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันบริเวณพื้นที่ราบลุ่มน้ำเจ้าพระยา ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบ

2) ข้อจำกัดด้านเวลา

การศึกษาในครั้งนี้ศึกษาปริมาณน้ำฝนรายวันเฉพาะช่วงหน้าฝนที่มีฝนตกต่อเนื่องในช่วงเดือนสิงหาคมถึงกันยายน ปี พ.ศ. 2549-2551

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้ศึกษาทำการรวบรวมหลักการ แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมา กำหนดเป็นกรอบแนวคิดในการศึกษา โดยมีรายละเอียดของประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

- 2.1 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
- 2.2 การประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่
- 2.3 ผืนและการวัดปริมาณน้ำผืน
- 2.4 เรดาร์ตรวจอากาศ
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

2.1.1 นิยามและความหมาย

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) เป็นการนำเทคโนโลยี ด้านคอมพิวเตอร์มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลรูปทรงสัณฐานบนพื้นผิวโลก (Spatial) เพื่อการบริหาร จัดการฐานข้อมูล ประกอบด้วย การรวบรวม การจัดเก็บ การจัดการ การวิเคราะห์ และการแสดงผล ผลลัพธ์ข้อมูลสารสนเทศเชิงพื้นที่ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จึงเป็นเครื่องมือใช้ในการจัดรูปแบบ ความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันของข้อมูลลักษณะต่างๆ ในพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วย ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute Data) ขึ้นกับชนิดและรายละเอียดของข้อมูล นั้น ๆ ในการนำมาอ้างอิงถึงตำแหน่งที่มีอยู่จริงบนพื้นผิวโลกได้โดยอาศัยระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Geocode) (จินตนา อมรสงวนสิน, 2551: 22) เพื่อให้ได้ข้อมูลสารสนเทศเชิงพื้นที่ที่มีความถูกต้อง ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดตามต้องการ (สุเพชร จิรขจรกุล, 2551: 2)

2.1.2 ความสำคัญและกระบวนการดำเนินงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

กระบวนการดำเนินงานในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ถูกนำมาใช้การวิเคราะห์ในการแก้ไขปัญหาหรือวางแผนจัดการ ซึ่งมีการกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ผลที่มีการจัดเตรียมฐานข้อมูล (Database Preparation) ประกอบด้วย การนำเข้าข้อมูล (Data Capture) การตรวจสอบและแก้ไขข้อมูล (Data Verification and Correction) ในการนำเข้าข้อมูลที่มีการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถใช้ได้กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น การนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่เป็นการแปลงข้อมูลเชิงพื้นที่ให้เป็นข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital Data) สำหรับกระบวนการตรวจสอบและแก้ไขข้อมูลเป็นขั้นตอนสำคัญ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่จะนำไปดำเนินการวิเคราะห์มีความถูกต้องตามมาตรฐานที่กำหนด เพราะข้อมูลที่ไม่ถูกต้องจะทำให้ผลการวิเคราะห์มีความคลาดเคลื่อนไปจากสิ่งที่ควรจะเป็น ดังนั้น การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) จึงต้องวิเคราะห์ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ เพื่อสามารถวิเคราะห์ข้อมูลและนำไปแสดงผลได้อย่างถูกต้องตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

2.2 การประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่

2.2.1 นิยามและความหมาย

การประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่แบบประมาณค่าในช่วง (Interpolation) เป็นการประยุกต์วิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีค่าเลขประจำพิกัด ได้แก่ Digital Number, Pixel Value และ Z Value เป็นต้น การประมาณค่าในช่วงจึงเป็นการทำนายค่าจุดข้อมูลพื้นผิวจากข้อมูลต่อเนื่องของจุดที่มีค่าแตกต่างกันในแต่ละจุด โดยอาศัยจุดข้อมูลที่ทราบค่ามาทำนายโดยใช้ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างความถูกต้อง กล่าวคือ การแสดงค่าต่างๆ อาจแสดงออกมาได้ด้วยแกน Z (Z-Axis) ที่มีอยู่ในระบบพิกัด 3 มิติ x,y,z เนื่องจากพื้นที่ผิวนั้นประกอบขึ้นจากจุดจำนวนนับไม่ถ้วน แบบจำลองพื้นที่ผิวจึงเกิดจากการประมาณค่าพื้นที่ผิวจริงช่วยสร้างรายละเอียดของพื้นผิวในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยการเก็บตัวอย่างที่มีความแตกต่างกันบนพื้นที่ผิวที่ต้องการแล้วจึงคำนวณเพื่อแทรกค่าด้วยการประมาณค่าในช่วงลงไประหว่างจุดตัวอย่างเหล่านั้น (สุเพชร์ จิรขจรกุล, 2552: 154; Childs, 2004: 32)

จากการศึกษาพบว่ามีกรณีให้นิยามของการประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่ ดังนี้

Burrough and McDonnell (1998: 302) กล่าวถึง Interpolation ว่าเป็นการประมาณค่าข้อมูลให้กับส่วนที่ไม่ได้มีการสำรวจหรือเก็บตัวอย่าง จากค่าที่ทราบในตำแหน่งที่มีอยู่ในบริเวณที่ใกล้เคียงกัน

Jacek (1999: 55-56) ให้นิยามของ Interpolation ว่าเป็นกระบวนการประมาณค่าให้กลุ่มตัวอย่างที่ไม่ทราบค่าโดยใช้ข้อมูลที่ทราบค่าในตำแหน่งใกล้เคียง จากความสัมพันธ์กันของข้อมูลทั้งตำแหน่ง เส้น หรือพื้นที่

Chang (2002: 9) ให้นิยาม Spatial Interpolation ว่าเป็นกระบวนการการใช้ตำแหน่งที่ทราบค่าข้อมูลในการประมาณค่าตำแหน่งที่ไม่ทราบค่า โดยตำแหน่งที่ทราบค่านี้เรียกว่า ตำแหน่งควบคุม (Control Point) เป็นตำแหน่งที่มีข้อมูลมีการเก็บตัวอย่าง เพื่อทำนายค่าการเปลี่ยนแปลงจุดข้อมูลจนถึงพื้นที่ผิว

สุเพชร จิระจรกุล (2552: 154) กล่าวถึง การประมาณค่าในช่วง (Interpolation) เป็นการทำนายค่าให้กับเซลล์ใน Raster จากข้อมูลจุดตัวอย่างที่มีอยู่อย่างจำกัด วิธีการดังกล่าวสามารถใช้ในการทำนายค่าที่ไม่ทราบได้จากจุดใด ๆ ทางภูมิศาสตร์โดยการประมาณค่าของ Z-Value สำหรับทุกตำแหน่งจุดสำรวจภายใต้สมมติฐานว่า ข้อมูลจะต้องเป็นประเภทข้อมูลที่ต่อเนื่อง (Continuous Data) ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สามารถประมาณค่าได้จากตำแหน่งที่อยู่ข้างเคียง

การประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Interpolation) จึงเป็นกระบวนการของการใช้ข้อมูลจุดที่ทราบค่าในการประมาณค่าบริเวณตำแหน่งที่ไม่มีข้อมูล โดยใช้ตำแหน่งที่มีข้อมูลจากการตรวจวัดหรือเก็บตัวอย่างเพื่อประมาณค่าการเปลี่ยนแปลงค่าจุดข้อมูลจนถึงพื้นที่ผิวที่มีลักษณะข้อมูลที่ได้ต่อเนื่องกัน

2.2.2 ความสำคัญของการประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ต้องการข้อมูลที่มีความต่อเนื่องกระจายทั่วพื้นที่ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ สภาพภูมิประเทศ ความสูง การกระจายตัวของสารเคมี ระดับเสียงรบกวน เป็นต้น แต่การสำรวจเพื่อให้ได้ข้อมูลกระจายทั่วทั้งพื้นที่ศึกษามีข้อจำกัด ทั้งจากสภาพพื้นที่ไม่เอื้ออำนวย เช่น สภาพภูมิประเทศเป็นภูเขาสลับซับซ้อน หน้าผาสองชั้นหรือป่ารกทึบ เป็นต้น รวมถึงข้อจำกัดด้านวัสดุค่าใช้จ่ายดำเนินการค่อนข้างสูง การเก็บข้อมูลจึงได้ชุดตัวอย่างแสดงถึงค่า ณ ตำแหน่งในแต่ละจุดที่เก็บมาเท่านั้น ส่งผลให้ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์บางส่วนขาดหายไปหรือมีความไม่ต่อเนื่องของข้อมูล การประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่จึงเป็นการทำนายค่าให้กับข้อมูลตัวอย่างที่มีอยู่อย่างจำกัด (สุเพชร จิระจรกุล , 2552: 154-155) การประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่จึงนำมาใช้ในการจัดการข้อมูลที่ต้องการเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างต่อเนื่อง การกระจายตัวทั่วพื้นที่ศึกษา ประหยัดค่าใช้จ่าย รวมถึงได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องแม่นยำเพื่อสามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์และวางแผนการจัดการได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

2.2.3 ประเภทของการประมาณค่าเชิงพื้นที่

2.2.3.1 การประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่แบบ Global Method และ Local Method แตกต่างกัน โดยวิธี Global จะเป็นการประมาณค่าให้กับตำแหน่งที่ไม่ทราบค่าทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงค่าตำแหน่งหนึ่งย่อมมีผลต่อการประมาณค่าทั้งหมด ส่วนวิธี Local จะแบ่งตำแหน่งที่ไม่ทราบค่าเป็นส่วนๆ เป็นการประมาณค่าให้กับตำแหน่งที่ไม่ทราบค่าในพื้นที่ส่วนเดียวกันการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งหนึ่งจะมีผลต่อการประมาณเฉพาะส่วน กล่าวคือ Global เป็นการประมาณค่าโดยใช้ค่าจุดควบคุมเพื่อสร้างสมการหรือแบบจำลอง สำหรับการคำนวณหรือการประมาณค่าจุดข้อมูลที่ไม่ทราบค่า ได้แก่ วิธี Trend Surface Analysis และ Regression Model และ Local เป็นการนำค่าตัวอย่างของจุดควบคุมเพื่อคำนวณค่าของจุดที่ต้องการทราบโดยใช้การถ่วงตัวอย่าง ได้แก่ วิธี Thiessen Polygon, Density Estimate, Inverse Distance Weight, Thin-plate Spline และ Kriging (Johnston, Jay, Hoef, Konstantin and Lucas, 2001: 99)

2.2.3.2 การประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่แบบ Deterministic Interpolation และ Geostatistic Interpolation ซึ่ง Deterministic จะใช้รูปแบบของสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อคำนวณค่าในตำแหน่งที่ไม่ทราบค่าด้วยความสัมพันธ์ของตำแหน่งข้อมูลใกล้เคียงรอบข้างในการสร้างพื้นผิว เช่น วิธี IDW หรือทำให้ได้พื้นผิวมีลักษณะราบเรียบ เช่น วิธี BRF ส่วน Geostatistic จะใช้หลักสมการคณิตศาสตร์และวิธีการทางสถิติร่วมกันในการประมาณค่าข้อมูลบนพื้นฐานของความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ เช่น วิธี Kriging เป็นต้น (Johnston et al., 2001: 276)

2.2.4 วิธีการประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่

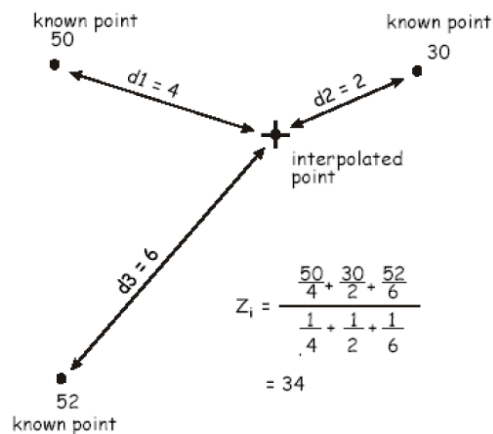
การประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีหลายวิธีการที่สำคัญ (Johnston et al., 2001: 113) ดังนี้

2.2.4.1 Inverse Distance Weighted Interpolation (IDW) เป็นการประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่แบบ Exact Local Deterministic Interpolation โดยหลักของตำแหน่งใกล้เคียงกันย่อมมีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ การประมาณค่าให้กับตำแหน่งที่ไม่ทราบค่าจากผลรวมเชิงเส้นของค่าที่ทราบแล้วถ่วงน้ำหนักจุดให้ถูกจำกัดด้วยระยะทางจากจุดที่ไม่ทราบค่าไปยังจุดที่ทราบค่าจุดต่อไป ซึ่งจุดทราบค่าที่อยู่ใกล้ที่สุดจะมีความสำคัญหรือมีค่าน้ำหนักมากที่สุดในการประมาณค่า (ภาพที่ 2.1) จุดไม่ทราบค่าจะได้รับอิทธิพลจากจุดควบคุมที่อยู่ใกล้มากกว่า ระดับของอิทธิพลแปรผกผันกับระยะทางระหว่างจุดซึ่งเพิ่มขึ้นตามค่ากำลัง การเลือกค่ากำลัง (Power) ในวิธี IDW ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการประมาณค่าสำหรับค่ากำลังมีค่ามากจุดล้อมรอบค่าที่ไม่ทราบค่า (Neighbor) ตำแหน่งที่อยู่ใกล้ที่สุดจะมีอิทธิพลมาก ซึ่งการเลือกจำนวนจุดที่ล้อมรอบมากจะส่งผล

ทำให้พื้นผิวมีความราบเรียบน้อยลง (Johnston et al., 2001: 117; Apaydin et al., 2004: 34; Chang, 2002: 251; Childs, 2004: 34; สุเพชร จิรขจรกุล, 2552: 157) โดยมีรูปแบบของสมการ (สุเพชร จิรขจรกุล, 2552: 154) ดังนี้

$$z_j = \frac{\sum_i \left(\frac{z_i}{d_{ij}^n} \right)}{\sum_i \left(\frac{1}{d_{ij}^n} \right)}$$

โดย z_i = เป็นค่าของจุดที่ทราบค่า
 d_{ij} = เป็นระยะทางจากจุดที่ทราบค่า
 z_j = เป็นจุดที่ไม่ทราบค่า
 n = เป็นเลขยกกำลังที่ผู้ใช้เลือก (มักจะเป็น 1, 2, 3)



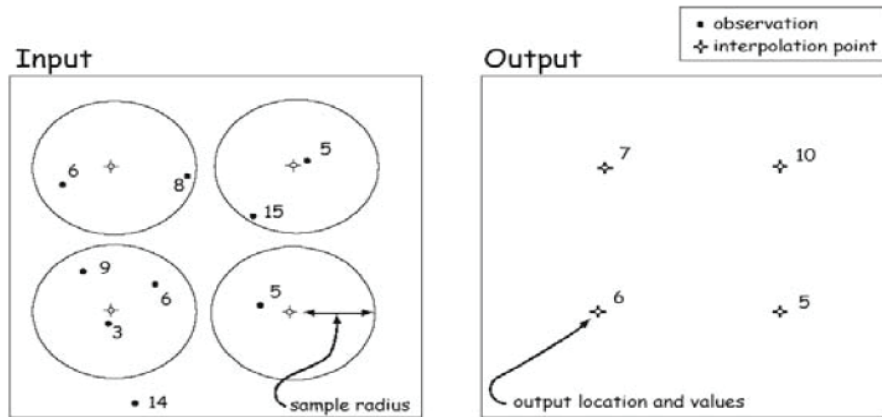
ภาพที่ 2.1 การประมาณค่าข้อมูลตำแหน่งที่ไม่ทราบค่าด้วยวิธี IDW
 แหล่งที่มา: สุเพชร จิรขจรกุล, 2552: 157.

ข้อเสียของวิธี IDW เกิดจากการไม่สามารถทราบจำนวนจุดที่มีอิทธิพลต่อการเฉลี่ยค่าในการกระจายแบบสุ่ม ระยะทางแต่ละจุดที่ไม่เท่ากันของพื้นที่ศึกษาส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนของข้อมูลได้ จึงเหมาะกับข้อมูลที่ขึ้นกับระยะทาง

2.2.4.2 Global Polynomial Interpolation (GPI) เป็นการประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่แบบ Inexact Global Deterministic Interpolation ซึ่งมีการปรับข้อมูลให้มีพื้นผิวที่ต่อเนื่องกัน โดยใช้สมการโพลิโนเมียลในการประมาณค่า ผลที่ได้จะทำให้ได้พื้นผิวปรับเปลี่ยนไปในลักษณะที่ค่อยๆลาดชันขึ้น การเพิ่มพจน์ข้อมูลในสมการทางคณิตศาสตร์จะให้ผลที่ดีขึ้นในสมการโพลิโนเมียลยกกำลัง 1 (เชิงเส้น) ไม่ผลต่อความโค้งงอ สำหรับสมการยกกำลัง 2, 3, 4...n จะมีความโค้งชันจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามเลขยกกำลังของสมการโพลิโนเมียล (Johnston et al., 2001: 120)

2.2.4.3 Local Polynomial Interpolation (LPI) เป็นการประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่แบบ Inexact Local Deterministic Interpolation คล้ายวิธี GPI แต่มีความโค้งได้มากกว่า เนื่องจากวิธี LPI เป็นคำนวณด้วยจุดเก็บตัวอย่างใกล้เคียงเท่านั้น แต่วิธี LPI จะคำนวณโดยใช้จุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด ค่าจุดเก็บตัวอย่างทั้งที่เป็นรูปร่าง ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดจะถูกนำมาใช้โดยเลือกเฉพาะภายในขอบเขตที่แน่นอน (Johnston et al., 2001: 123) วิธีการนี้ได้ทำนายค่าพื้นผิวคล้ายกับวิธีการวัดค่าความคลาดเคลื่อนในวิธี Kriging แต่การสร้างความโค้งจะน้อยความลาดเอียงของพื้นผิวสามารถหาได้จากการใช้ระยะทางของจุดใกล้เคียงร่วมกับตัวแปรยกกำลัง โดยมีพื้นฐานอยู่ที่ระยะทางจะลดลงตามการถ่วงน้ำหนักจากจุดเก็บตัวอย่างที่อยู่ใกล้เคียงนั้น

2.2.4.4 Radial Basis Function (RBF) เป็นการประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่แบบ Exact Local Deterministic Interpolation ให้ความสำคัญกับระยะทางรัศมีเป็นหลัก ได้แก่ Thin Plate Spline (TPS), Spline with Tension, Completely Regularized Spline, Multiquadric Function และ Invert Multiquadratic Function โดย RBF เป็นการประมาณค่าข้อมูลโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างโครงข่ายข้อมูลบนพื้นผิวที่มีลักษณะต่อเนื่อง วิธีนี้จะสามารถกำหนดจุดตัวอย่างที่นำมาเป็นข้อมูลจากจุดตัวอย่างทั้งหมด (ภาพที่ 2.2) เป็นวิธีที่ดีที่สุดสำหรับพื้นผิวที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างค่อยเป็นค่อยไป และต้องการผลลัพธ์เป็นส่วนโค้ง (Johnston et al., 2001: 126)



ภาพที่ 2.2 การหาค่าของวิธีการประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยวิธี RBF
แหล่งที่มา: Chang, 2002: 235.

โดยมีรูปแบบของสมการ ดังนี้

$$z(s_0) = \sum_{i=1} \omega_i \varphi(\|s_i - s_0\|) + \omega_{n+1}$$

โดย $\varphi(r)$ เป็นสมการฐานรัศมี

$r = \|s_i - s_0\|$ เป็นระยะทางระหว่างตำแหน่งที่ต้องการทราบค่า s_0 กับ

ตำแหน่งที่ทราบค่า s_i

ω_i เมื่อ $i = 1, 2, 3, \dots, n+1$ เป็นค่าน้ำหนักที่ต้องการประมาณค่า

ระยะและทิศทางของค่าถ่วงน้ำหนัก w เมื่อ $w = 1 \omega, 2 \omega, 3 \omega, \dots, n \omega$

คำนวณได้จากการแก้สมการในรูปแบบเมตริกซ์ ดังนี้

$$\begin{pmatrix} \phi & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w \\ \omega_{n+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} z \\ 0 \end{pmatrix}$$

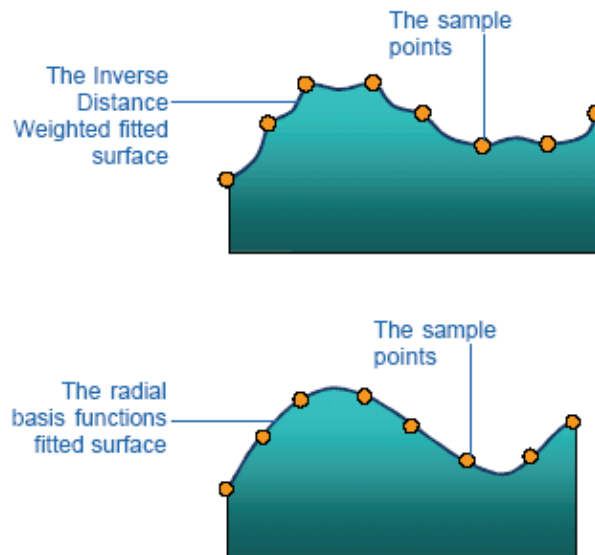
โดย ϕ เป็นเมตริกซ์ที่ลำดับ ij ตามลำดับสัดส่วนของ $\phi \|s_1 - s_0\|$ สำหรับคู่ของแต่ละตำแหน่งข้อมูล

1 เป็นแถวตอนลึก (Column) ของเวกเตอร์ 1

z เป็นแถวตอนลึกของเวกเตอร์ที่เป็นตำแหน่งที่มีข้อมูล

ω_{n+1} เป็นค่าถ่วงน้ำหนัก

วิธี IDW มีความแตกต่างกับวิธี RBF เนื่องจาก วิธี RBF จะให้การประมาณค่าที่สูงสุดได้ค่ามากกว่าค่าจริงที่ทำการตรวจวัดมาได้ และการกำหนดจุดในการคำนวณ จำนวนจุดยิ่งมากพื้นผิวยิ่งราบเรียบ (Johnston et al., 2001: 126, Apaydin et al., 2004: 35) ดังแสดงในภาพที่ 2.3

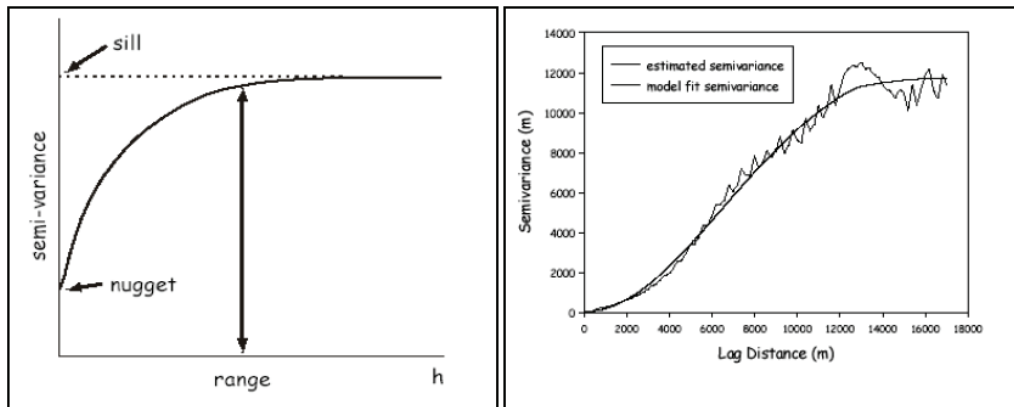


ภาพที่ 2.3 เปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยวิธี IDW และ RBF

แหล่งที่มา: Johnston et al., 2001: 126.

2.2.4.5 Kriging เป็นวิธีการประมาณค่าจากระยะทางหรือทิศทางระหว่างจุดตัวอย่างแต่ละจุด โดยการคำนวณจากค่าน้ำหนักโดยใช้แบบจำลองเซมิแวกริ-โอแกรม (Semi-Variogram) เพื่อหาค่าความสัมพันธ์ในการประมาณค่าข้อมูล ณ ตำแหน่งที่ไม่มีข้อมูล โดยการหาค่าความสัมพันธ์เชิงพื้นที่เพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนพื้นผิว วิธี Kriging จะเลือกสมการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับจุดตัวอย่างจากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของข้อมูลสร้างแบบจำลองแบบ Variogram เพื่อทราบความแปรปรวนของพื้นที่ผิว (สุเพชร จิรขจรกุล, 2552:159)

วิธี Kriging แสดงความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของข้อมูลกับค่าอัตราความผันแปรระหว่างจุดที่เปลี่ยนแปลงตามระยะทางแสดงด้วยวาริโอแกรม (Variogram) แสดงค่าเฉลี่ยความแตกต่างระหว่างค่าของจุดที่เปลี่ยนไป (Semi-Variance) กับระยะทางแต่ละจุด (Lag Distance) คล้ายวิธี IDW แต่ต่างกันที่วิธี Kriging เป็นการจัดกลุ่มของตำแหน่งที่ทราบค่าไว้เป็นกลุ่ม ๆ ตามลักษณะความสัมพันธ์กันเชิงพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกันในแต่ละจุด แล้วหาค่าความผันแปร (Nugget) เพื่อนำมาใช้เป็นค่าถ่วงน้ำหนัก โดยสมการในการปรับวาริโอแกรมจะมีอยู่หลายสมการในแต่ละสมการจะมีค่าเริ่มต้นของค่าความผันแปรค่าที่ระดับของวาริโอแกรมสิ้นสุดลงหรือค่าเริ่มคงที่ (Sill) และระยะจากระยะทางของแต่ละจุดไปถึง Sill (Range) แตกต่างกันไป (Chang, 2002: 256) ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 รูปแบบของวาริโอแกรม (Variogram) ที่ได้จากการปรับสมการด้วยวิธี Kriging
แหล่งที่มา: Chang, 2002: 256.

ค่าประมาณจากวาริโอแกรมจะนำมาใช้ในการประมาณค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักตามระยะทางในการประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่ ค่าที่ได้คือผลรวมของค่าถ่วงน้ำหนักของจุดที่ทราบค่า ซึ่งขึ้นอยู่กับระยะทางระหว่างจุดที่ทำการประมาณค่ากับจุดที่ทราบค่า โดยค่าถ่วงน้ำหนักที่เลือกมาทำการประมาณค่าต้องไม่มีความเอนเอียง และมีความผันแปรน้อยที่สุดรูปแบบของ Kriging (Burrough and McDonnell, 1998: 134; Chang, 2002: 255) สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1) Ordinary Kriging วิธีนี้สมมุติให้จุดที่ไม่ทราบค่าถูกประมาณค่าด้วยจุดที่ทราบค่าในแนวเดียวกันในลักษณะของความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ การวัดระดับความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ขึ้นอยู่กับจุดที่ทราบค่าว่ามีระดับครึ่งหนึ่งของความผันแปรเฉลี่ย (Average Semi-Variance) มีรูปแบบของสมการ (Chang, 2002: 255) ดังนี้

$$\gamma(h) = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n [z(x_i) - z(x_i + h)]^2$$

โดย $\gamma(h)$ = ค่าความผันแปรเฉลี่ย (Semi-Variance)
 h = ระยะทาง ระหว่างจุด
 n = จำนวนคู่ของจุดแต่ละคู่ตามระยะทาง h
 z = ค่าของจุดที่ตำแหน่ง x

ในการประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่ Ordinary Kriging ใช้การปรับ Semi-Variogram โดยตรง สมการพื้นฐานในการประมาณค่า z ของแต่ละจุดคังสมการ (Burrough and McDonnell, 1998: 139) ดังนี้

$$z_0 = \sum_{i=1}^s z_x w_x$$

โดย $z_0 =$

ค่าประมาณที่ต้องการ

z_x = ค่าของจุด

w_x = น้ำหนักที่มีความสัมพันธ์ระหว่างจุดที่ต้องการประมาณค่ากับจุดที่

ทราบค่าแล้ว

s = จำนวนจุดที่ทราบค่าที่จะใช้ในการประมาณค่า

2) Universal Kriging วิธีนี้มีรูปแบบเป็น Deterministic Interpolation โดยตั้งสมมุติฐานให้ความผันแปรเชิงพื้นที่ในค่า z มารวมกันและมีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่กับจุดที่ทราบค่า นอกจากนี้ยังเป็นวิธีที่มีการปรับความโค้งของพื้นที่ โดยเป็นวิธีของการรวมเข้าไว้ของพื้นผิวระนาบกับพื้นผิวควอดราติก (Quadratic) ซึ่งใช้รูปแบบของสมการ โพลีโนเมียล (Chang, 2002: 257) ดังนี้

$$M = b_1 x_i + b_2 y_i$$

$$M = b_1 x_i + b_2 y_i + b_3 x_i^2 + b_4 x_i y_i + b_5 y_i^2$$

โดย M = น้ำหนักที่มีความสัมพันธ์ระหว่างจุดที่ต้องการประมาณค่ากับจุดที่ทราบค่าแล้ว

x_i, y_i = จำนวนจุดที่ทราบค่าที่จะใช้ในการประมาณค่า

b_1, b_2 = ค่าสัมประสิทธิ์ใช้ในการประมาณค่า

ข้อเสียของวิธีการนี้คือเมื่อจำนวนของจุดมีมากเกินไป ทำให้การประมวลผลช้า นอกจากนี้การประมาณค่าด้วยวิธีโอแกรมทำได้ค่อนข้างยาก ต้องใช้เทคนิคและความชำนาญสูง และการวิเคราะห์นัยอยู่บนพื้นฐานทางสถิติเป็นสิ่งสำคัญทำให้มีความผันแปร ผลที่ได้จากวิธีนี้จึงอาจไม่สมบูรณ์อย่างแท้จริง

3) Cokriging เป็นการประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่คล้ายกับวิธี Kriging แต่มีการเพิ่มชุดข้อมูลเพื่อให้การประมาณค่าดีขึ้น โดยชุดข้อมูลที่เพิ่มจะสัมพันธ์กับชุดข้อมูลหลักเพื่อให้ผลลัพธ์ดีขึ้น เช่น ใช้ตัวแปรร่วมระดับความสูงจากน้ำทะเลพิจารณาพร้อมกับข้อมูลในการประมาณค่าข้อมูลอุณหภูมิหรือปริมาณน้ำฝน เป็นต้น วิธีนี้ประกอบด้วย Universal Cokriging และ Ordinary Cokriging โดยหลักการคือการประมาณค่าจะใช้ตัวแปรร่วมหลาย ๆ ตัวมาพิจารณาร่วมเพื่อให้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้น (Apaydin, et al., 2004: 35) วิธี Cokriging สามารถใช้ได้ทั้ง Semi-Variogram, ตัวแปรร่วม (Covariance) และ Cross-Covariance สามารถทำการแปลงข้อมูลและแปรปรวนข้อมูลก่อนเพื่อลดค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูล ให้ผลลัพธ์ลักษณะพื้นที่เป็นผิวเรียบ ความคลาดเคลื่อนจากการประมาณค่าเกิดจากค่าตัวแปรสุ่มที่มีกระจายตัวแบบปกติ (Normal Distribution) ต้องใช้วิธีในการเลือกตัวแปรนำเข้าหลายปัจจัย

2.3 ฝนและการวัดปริมาณน้ำฝน

2.3.1 องค์ประกอบและกระบวนการเกิดฝน

ฝนที่ตกจากท้องฟ้าลงสู่โลกนั้นประกอบด้วยปัจจัยสำคัญครบทั้ง 3 ปัจจัย คือ ปริมาณไอน้ำในบรรยากาศเกิดขบวนการควบแน่น (Condensation Process) และมีปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ (วิชา นิยม, 2535: 62) กล่าวคือ ฝนหรือน้ำจากอากาศเป็นกระบวนการวัฏจักรในรูปของไอน้ำที่อยู่ในบรรยากาศเย็นตัวและควบแน่นรวมกันมีขนาดโตขึ้น และน้ำหนักมากขึ้นจนไม่สามารถลอยอยู่ในบรรยากาศจนตกลงสู่พื้นดิน โดยน้ำดังกล่าวตกลงมาสู่พื้นดินในลักษณะต่าง ๆ ทั้งของเหลว คือ ฝน (Rainfall) หรือเป็นของแข็ง เช่น ลูกเห็บ และหิมะ เป็นต้น วัฏจักรน้ำของการเกิดฝนเริ่มตั้งแต่ไอน้ำระเหยกลายเป็นไอน้ำแล้วจะลอยตัวสูงขึ้นไป และมีการพัดพาของลมพัดพาอากาศร้อนจากพื้นผิวหน้าการระเหยน้ำที่มีสูงกว่าไปอยู่ในระดับที่สูงขึ้นในชั้นอากาศที่เรียกว่า Troposphere ทำให้อุณหภูมิก่อนอากาศที่ร้อนและชื้น จากพื้นผิวโลกจะลดลงอุณหภูมิตามความสูงด้วยขบวนการ Adiabatic Cooling Process ฝนที่เกิดขึ้นเกิดจากขบวนการควบแน่น (Condensation)

กระบวนการฟอร์มเม็ดฝนเริ่มจาก Condensation Nuclei ซึ่งเป็นสารประเภท Hygroscopic Substance ที่มีอนุภาคนขนาดเล็กจะดูดซับไอน้ำในบรรยากาศเข้ามาเกาะกัน ตั้งแต่หยดน้ำที่มีขนาดเล็กสามารถลอยตัวอยู่ในบรรยากาศและมีขนาดเพิ่มขึ้น โดยมีแรงดึงดูดกันด้วยโมเลกุลของน้ำซึ่งเป็น Dipolar เมื่อเกาะกันของหยดน้ำที่มีขนาดเพิ่มขึ้นจนไม่สามารถลอยตัวอยู่ในชั้นบรรยากาศได้เนื่องจากแรงดึงดูดของโลก (Gravity) มากระทำดึงดูดให้หยดน้ำนั้นตกลงมาเป็นฝนได้ (วิชา นิยม, 2535: 66)

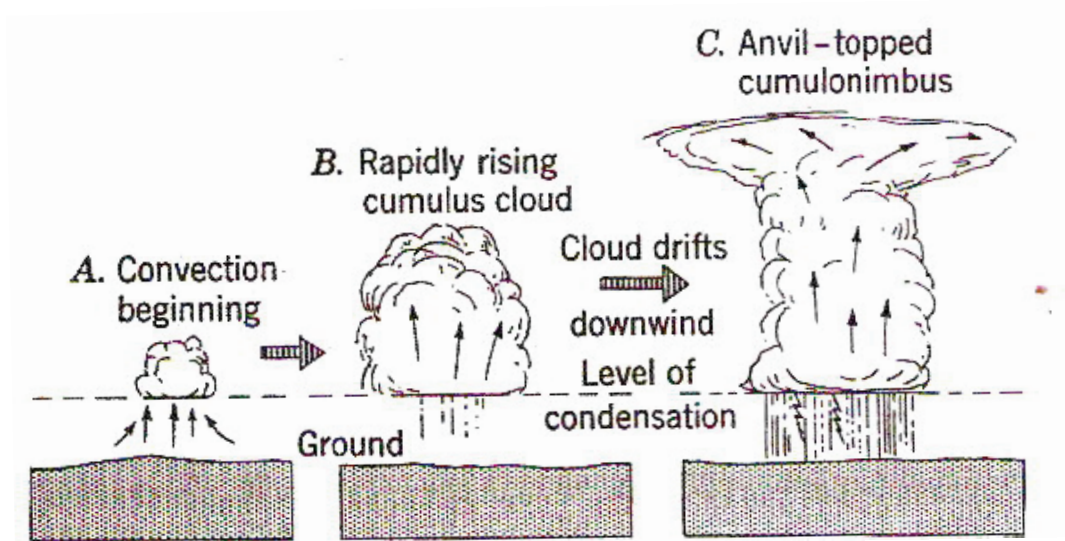
2.3.2 รูปแบบของการเกิดฝน

รูปแบบของการเกิดฝนสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 รูปแบบ (สุจริต คุณชนกุลวงศ์ และคณะ, 2550: 2-3; Strahler, 1967: 81) ดังนี้

2.3.2.1 ฝนเกิดจากการพาความร้อน (Convective Precipitation) เป็นฝนจากกระแสอากาศไหลลอยขึ้นในแนวตั้งส่วนใหญ่จะเกิดในฤดูร้อนท้องฟ้าแจ่มใส พื้นดินสะสมความร้อนเต็มที่ทำให้อากาศบริเวณนั้นจึงร้อนกว่าบริเวณใกล้เคียง ส่งผลให้มวลอากาศที่ร้อนและเบาถูกยกตัวสูงขึ้น ขณะที่มวลอากาศลอยตัวขึ้นจะเย็นตัวลง โดยไม่มีการรับและสูญเสียความร้อนรวมถึงไม่มีการควบแน่น (Saturated Adiabatic Lapse Rate) เมื่อมวลอากาศลอยถึงระดับความสูงที่อุณหภูมิต่ำกว่าอากาศโดยรอบจะกลั่นตัวเป็นละอองน้ำรวมตัวกันเป็นเมฆก่อตัวในแนวตั้ง (ภาพที่

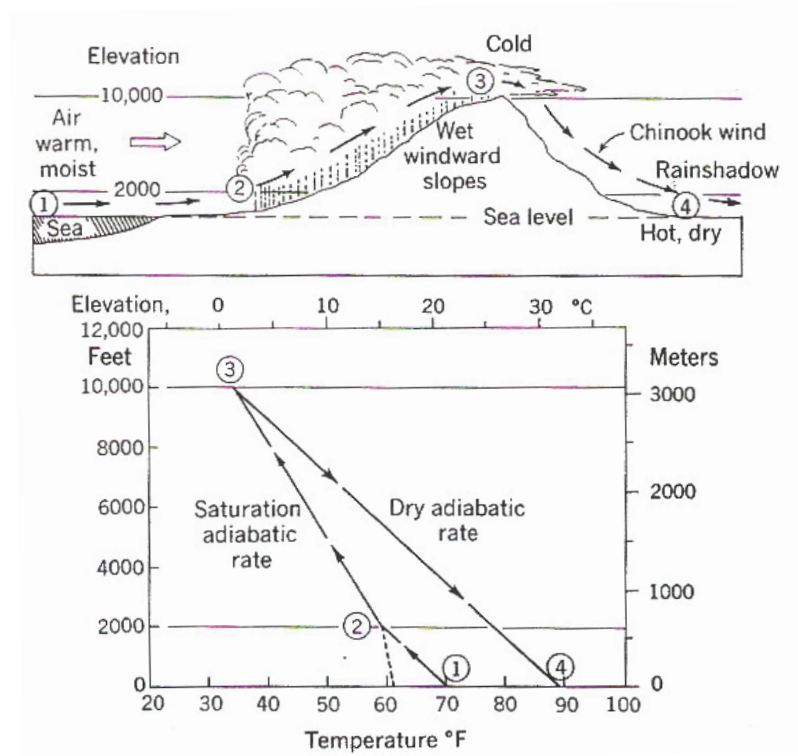
2.5) การก่อตัวของเมฆจะมีลักษณะคล้ายรูปดอกเห็ดมีชื่อว่า เมฆคิวมูโลนิมบัส (Cumulonimbus) เมื่อมวลอากาศ (Air Parcel) ใกล้พื้นดินได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ การลดอุณหภูมิของอากาศตามความสูง (Lapse Rate) จะเพิ่มขึ้น โดยมวลอากาศใกล้พื้นดินจะเริ่มยกตัวขึ้น เพราะอุณหภูมิสูงกว่าอากาศรอบๆ จึงลอยตัวต่อเนื่องขึ้นไปถึงระดับที่มีการควบแน่น (Condensation) การลอยขึ้นของมวลอากาศจะมีการเย็นตัว เมื่อลอยสูงขึ้นมากไอน้ำก็จะควบแน่นตกลงมาเป็นฝน (ภาพที่ 2.6)

2.3.2.2 ฝนเกิดจากการเคลื่อนที่ผ่านภูเขา (Orographic Precipitation) การเกิดฝนแบบนี้จะเกี่ยวข้องกับสภาพภูมิประเทศที่มีการยกตัวสูงขึ้นอย่างฉับพลัน โดยมวลอากาศ (Masses of Air) จะเคลื่อนที่ผ่านภูเขาเมื่อปะทะภูเขาจะถูกบังคับให้ยกตัวขึ้น (ภาพที่ 2.6) ในส่วนของอากาศยกตัวขึ้น (Windward Side) จะเกิดการเย็นตัวลงโดยไม่ได้รับและสูญเสียความร้อน (Adiabatic Rate) หากเกิดการเย็นตัวลงเพียงพอก็เปลี่ยนรูปเป็นฝนได้ สำหรับมวลอากาศที่ผ่านภูเขาไปด้านหลัง (Lee Side) อากาศจะร้อนขึ้นโดยไม่ได้รับและเกิดการสูญเสียความร้อนเช่นกันแต่ไม่มีความชื้น จึงเกิดเป็น แถบของความแห้งแล้งเรียกว่า เขตเงาฝน (Rain Shadow) ซึ่งมักเกิดด้านหลังของภูเขา



ภาพที่ 2.5 การก่อตัวของเมฆและฝนตกในรูปแบบการเกิดฝนแบบพาความร้อน

แหล่งที่มา: Strahler, 1967: 82.



ภาพที่ 2.6 การเคลื่อนที่ของมวลอากาศที่แต่ละระดับความสูง
แหล่งที่มา: Strahler, 1967: 83.

2.3.2.3 ฝนมรสุม เป็นฝนที่เกิดจากอิทธิพลของร่องมรสุมซึ่งเป็นแนวปะทะระหว่างอากาศซีกโลกเหนือและใต้ เนื่องจากโลกหมุนรอบตัวเองจากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก โลกจะหมุนเร็วกว่ามวลอากาศที่ห่อหุ้มโลกอยู่ เกิดลมจากฝ่ายตะวันออก เรียก ลมสินค้า จากเส้นศูนย์สูตรขึ้นไปซีกโลกเหนือ เรียก ลมสินค้าตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนในซีกโลกใต้ เรียก ลมสินค้าตะวันออกเฉียงใต้ ลมทั้งสองชนิดพัดเข้าหากันในแนวใกล้เส้นศูนย์สูตร เรียก แนวลมพัดสอบในเขตร้อนหรือร่องความกดอากาศต่ำ เป็นแนวที่มีความกดอากาศต่ำมวลอากาศมีการยกตัวขึ้นสู่เบื้องบนมีการก่อตัวของเมฆจึงทำให้มีฝนตกชุก

2.3.2.4 ฝนจากพายุหมุนเขตร้อน (Cyclonic Precipitation) เป็นฝนที่เกิดจากอิทธิพลของพายุหมุนเขตร้อน ลักษณะของพายุหมุนเขตร้อนจะเกิดลมพัดเข้าหาศูนย์กลางซึ่งเป็นบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำสุด พายุหมุนเขตร้อนจะมีความกดอากาศต่ำมากที่สุดที่ศูนย์กลาง จึงมีเมฆชั้นต่ำก่อตัวในแนวตั้งหนาแน่นโดยรอบ เมื่อพายุนี้เคลื่อนผ่านไปในพื้นที่ใดจะทำให้เกิดฝนตกหนักติดต่อกันหลายวัน มีลมแรง ฝนตกในบริเวณกว้างและมีปริมาณมาก

2.3.3 การตรวจวัดปริมาณน้ำฝน

การตรวจวัดข้อมูลปริมาณน้ำฝนได้จากใช้เครื่องมือตรวจวัดน้ำฝน สามารถแบ่งชนิดของเครื่องมือตรวจวัดฝนออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) การตรวจวัดน้ำฝนด้วยเครื่องมือตรวจวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน (Raingauge) 2) การตรวจวัดน้ำฝนด้วยสถานีเรดาร์ตรวจวัดอากาศภาคพื้นดิน (Ground-Base Weather Radar Station) 3) การตรวจวัดน้ำฝนด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา (Weather Satellite) ความแตกต่างกันของเครื่องมือ วิธีการส่งผลต่อลักษณะข้อมูลและความถูกต้องข้อมูล

2.3.3.1 การตรวจวัดข้อมูลฝนภาคพื้นดิน

การวัดข้อมูลน้ำฝนด้วยเครื่องวัดน้ำฝนภาคพื้นดินจะสามารถวัดปริมาณน้ำฝนในตำแหน่งที่มีการติดตั้งเครื่องมือ ข้อมูลน้ำฝนเชิงพื้นที่หรือการกระจายของฝนจึงเกิดจากระบบโครงข่ายของสถานีวัดน้ำฝน (Precipitation-Gage Network) โดยการตั้งสถานีวัดน้ำฝนแต่ละสถานีย่อยหลายสถานีในบริเวณใกล้ ๆ กัน เพื่อรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนในแต่ละจุดที่มีการวัด การตั้งเครื่องมือวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน (Ground Rainfall) ในแต่ละสถานี (ภาพที่ 2.7) สามารถแบ่งเครื่องมือวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน (วิชา นิยม, 2535: 72; วีระพล เต็มสมบัติ, 2538: 42) ได้ดังนี้

1) เครื่องมือวัดน้ำฝนแบบธรรมดา (Non-Recording Rain Gauge) เป็นเครื่องมือวัดน้ำฝนที่ไม่บันทึกปริมาณน้ำฝนได้ตลอดเวลา การวัดปริมาณน้ำฝนจากการตรวจวัดข้อมูลในการอ่านแต่ละครั้งเท่านั้น เครื่องมือประเภทนี้มีอยู่หลายชนิดด้วยกัน แต่ที่นิยมใช้กันคือแบบถังวัดฝนมาตรฐานขนาด 8 นิ้ว (Standard 8-Inch Rain Gauge) โดยปกติแล้วการอ่านปริมาณน้ำฝนด้วยเครื่องมือวัดน้ำฝนแบบธรรมดานี้จะกระทำวันละหนึ่งครั้งประมาณเวลา 7.00 น. หรือ 8.00 น. นอกจากนี้จะมีการวิจัยเป็นกรณีพิเศษ เช่น ทุกๆ ชั่วโมง หรือทุกครั้งหลังฝนหยุดตก เป็นต้น

2) เครื่องมือวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติ (Recording Rain Gauge) เป็นเครื่องมือวัดน้ำฝนที่สามารถคำนวณหาความเข้มของฝนที่ตก (Intensity) และช่วงเวลาฝนตก (Duration) ได้ความลึกของน้ำฝนที่ตกจะบันทึกลงบนแผ่นกราฟ ซึ่งจะแบ่งเวลาให้ได้แผ่นละ 24 ชั่วโมง สำหรับการเปลี่ยนกระดาษกราฟทุก ๆ วัน เครื่องมือวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติที่นิยมใช้กันมีอยู่ 3 ชนิด คือแบบถังกระดก (Tipping Bucket Gauge), แบบชั่งน้ำหนัก (Weighing Gauge) และแบบทุ่นลอย (Float Gauge)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 2.7 เครื่องมือวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน (ก) เครื่องมือวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติ (ข) เครื่องมือวัดน้ำฝนแบบธรรมดา

แหล่งที่มา: สนิธ เสาร์ชนันท์, 2508 อ้างถึงใน มณฑล จิตเอื้ออารีกุล, 2547: 42.

ข้อดีและข้อจำกัดของการใช้เครื่องมือวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน (สุจริต คุณชน กุลวงศ์ และคณะ, 2550: 7) ดังนี้

ข้อดี

ข้อมูลที่วัดได้เป็นปริมาณน้ำฝนที่ตกลงสู่พื้นโดยตรง ค่าที่ได้จึงมีความถูกต้องค่อนข้างสูง เป็นวิธีการตรวจวัดปริมาณน้ำฝนที่สะดวกในการอ่านและจัดเก็บข้อมูล สามารถเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงเวลานาน

ข้อจำกัด

(1) ข้อมูลที่ได้เป็นเพียงจุดเดียวในพื้นที่ทำให้ยากที่จะได้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ถูกต้องแน่นอน จึงต้องสร้างโครงข่ายเครื่องมือวัดน้ำฝนมีความหนาแน่นมากขึ้นในการวัดการกระจายตัวของฝน แต่เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่นั้นจะต้องมีค่าใช้จ่ายสูงและกระทำที่ยากในบางพื้นที่และในทางปฏิบัติ

(2) ความคลาดเคลื่อนจากการวัดปริมาณน้ำฝนเกิดจากหลายสาเหตุ ได้แก่ เกิดจากเครื่องมือการวัดและการอ่านค่า ทั้งจากอุปกรณ์ไม่สมบูรณ์หรือการได้รับอิทธิพลจากลม การติดตั้งในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม เช่น มีการบดบังโดยต้นไม้หรืออาคาร เป็นต้น

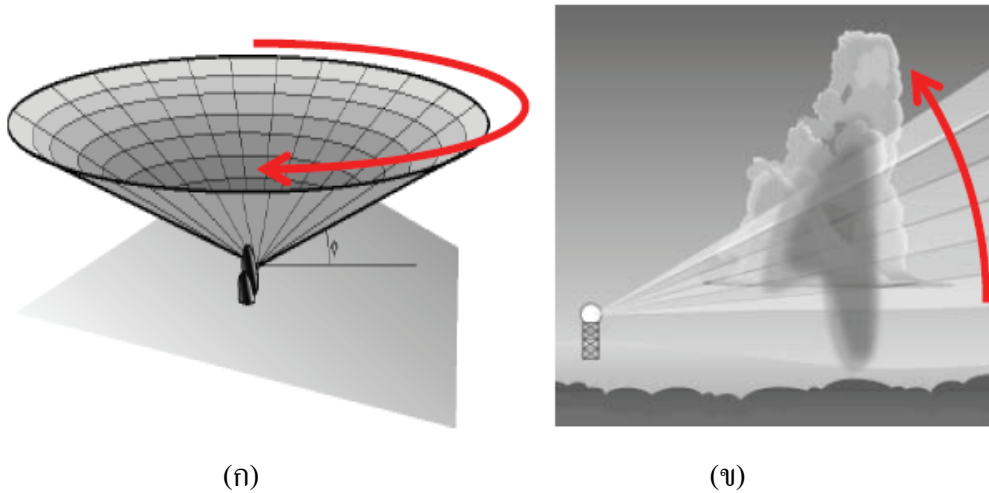
(3) ความล่าช้าในการได้รับข้อมูลจากผู้ตรวจวัด เนื่องจากปัญหาการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ตรวจวัดกับศูนย์กลางการรวบรวมข้อมูล

2.4 เรดาร์ตรวจอากาศ

2.4.1 การตรวจวัดปริมาณน้ำฝนด้วยเรดาร์ตรวจอากาศ

เรดาร์ (RADAR: Radio Detection And Ranging) เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดระยะไกล (Remote Sensing Instrument) มีหลักการทำงานเริ่มจากภาคส่ง (Transmitter) ผลิตคลื่นวิทยุออกไปในอากาศ เมื่อคลื่นกระทบเป้าซึ่งมีขนาดประมาณ 1 ใน 10 เท่าของความยาวคลื่น คลื่นบางส่วนจะสะท้อนกลับมายังงานสายอากาศ (Antenna) และจะถูกส่งไปประมวลผลเพื่อคำนวณค่าตำแหน่งของสิ่งกีดขวางนั้นๆ เรดาร์ตรวจอากาศใช้ตรวจปรากฏการณ์ธรรมชาติ เช่น ตำแหน่งเกิดพายุหมุนเขตร้อน หยาดน้ำฟ้า ได้แก่ ฝน ลูกเห็บ หิมะ เป็นต้น หลักการทำงานของเรดาร์ตรวจอากาศใช้การตรวจวัดการสะท้อนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากหยาดน้ำ โดยเรดาร์จะส่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกจากเครื่องส่งไปยังงานสายอากาศ เมื่อกระทบเป้าจะเกิดการสะท้อนกลับมายังงานสายอากาศเข้าสู่ภาคเครื่องรับเรดาร์ที่ใช้ในการประมาณฝนได้เปรียบเครื่องวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน เนื่องจากสามารถสร้างภาพที่ต่อเนื่องตามระยะเวลาได้

เรดาร์ตรวจอากาศนั้นจะใช้คลื่นในช่วงไมโครเวฟที่มีความยาวคลื่น 1-15 เซนติเมตร ซึ่งสามารถสะท้อนและตรวจสอบอนุภาคของน้ำฝน หิมะ หรือลูกเห็บที่มีขนาดประมาณ 0.1-1.5 เซนติเมตร ได้ตามกฎการกระเจิงคลื่น การตรวจวัดของสถานีเรดาร์ตรวจอากาศเป็นการตรวจวัดแบบปริมาตร (Volume Scane) จะส่งและรับคลื่นในแนวราบ (Azimuth) รอบสถานีเป็นมุม 360 องศา ที่มุมแนวตั้ง (Elevation Angle) ค่าที่ค่าหนึ่งจะเปลี่ยนมุมแนวตั้งไปเรื่อยๆ ตามที่กำหนดไว้จนครบ (ภาพที่ 2.8) ซึ่งโดยทั่วไปจะประกอบด้วย 10-15 มุมตั้ง ข้อมูลที่ได้จะสามารถนำไปคำนวณเพื่อหาตำแหน่ง ความเข้ม การกระจายและลักษณะฝนใน 3 มิติเหนือพื้นที่ศึกษา การตรวจวัดแบบปริมาตรใช้เวลาประมาณ 6-10 นาที



ภาพที่ 2.8 แนวการตรวจวัดสภาพอากาศในแนวราบ (ก) และแนวตั้ง (ข)

แหล่งที่มา: National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), n.d. อ้างถึงใน สุจริต
คุณชนกดวงศ์, วิรัช นัตตรรงค์ และอรอนงค์ วรรณราช, 2550: 9.

2.4.2 ลักษณะและประเภทของเครื่องตรวจวัดข้อมูลฝนด้วยเครื่องเรดาร์ตรวจอากาศ

2.4.2.1 ลักษณะของสถานีเรดาร์ตรวจอากาศในปัจจุบันสามารถแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ (สุจริต คุณชนกดวงศ์ และคณะ, 2550: 9) ดังนี้

1) สถานีเรดาร์ตรวจอากาศแบบดั้งเดิม (Conventional Weather Radar) เป็นสถานีเรดาร์ตรวจอากาศในการคำนวณหาค่าตำแหน่งของสิ่งกีดขวาง เช่น ฝน ลูกเห็บ หิมะ และความชื้นหรือความหนาแน่นของสิ่งกีดขวางนั้น ๆ โดยการหาค่าตำแหน่งสามารถทำได้โดยจับเวลาการเดินทางไปกลับของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งมีความเร็วเท่าความเร็วแสงหรือประมาณ 300,000 กิโลเมตรต่อวินาที เพื่อใช้คำนวณหาระยะห่างของกลุ่มฝนจากสถานีเรดาร์ เมื่อนำไปวิเคราะห์กับมุมในแนวระนาบ (Azimuth) และแนวตั้ง (Elevation Angle) ของจานรับส่งสัญญาณ จะสามารถหาค่าตำแหน่งของกลุ่มฝนนั้น ๆ ได้ ในขณะเดียวกันก็จะทราบความหนาแน่นของกลุ่มฝนจากความเข้มของสัญญาณที่รับได้อีกด้วย

2) เรดาร์ตรวจอากาศแบบดอปเพลอร์ (Radar Doppler) เป็นการวัดค่าการเคลื่อนที่ของกลุ่มเป้าหมายเป็นค่าความถี่ของสัญญาณสะท้อนกลับ ซึ่งสามารถวัดค่าความเร็วในการเคลื่อนที่ของเป้าหมายได้ ซึ่งเป้าหมายที่เคลื่อนที่ออกจากเรดาร์จะมีค่าความถี่ของสัญญาณสะท้อนกลับที่มีค่าต่ำลง ในขณะที่กลุ่มเป้าหมายที่เคลื่อนที่เข้าหาเรดาร์จะได้ค่าความถี่ของสัญญาณสะท้อนกลับที่มีค่าสูงขึ้น ส่วนกลุ่มเป้าหมายที่ไม่เคลื่อนที่ความถี่ของสัญญาณสะท้อนกลับจะมี

ค่าคงที่ โดยค่าความถี่เลื่อนที่แบบดอปเพลอร์จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเร็วของการเคลื่อนที่ของเป้าหมาย สำหรับเป้าหมายที่เป็นน้ำฟ้ากำลังการสะท้อนสูงสุดมีค่าสอดคล้องกับค่าความถี่สูงสุดซึ่งเม็ดฝนขนาดโตจะสะท้อนสัญญาณได้แรงกว่าเม็ดฝนที่มีขนาดเล็ก กล่าวได้ว่า ความถี่สูงสุดจะเป็นความถี่ของสัญญาณสะท้อนจากฝนเม็ดโตที่สุดในปริมาณสูงสุด

ข้อดีของเรดาร์ตรวจอากาศแบบดอปเพลอร์สามารถตรวจหาตำแหน่งหรือบริเวณที่มีกระแสอากาศไหลวนโดยการวัดการเลื่อนของความถี่ และสามารถวัดความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าหาหรือออกจากเรดาร์ได้ ทั้งยังกำจัดสัญญาณที่เกิดจากเป้าถาวรได้ แต่งานสายอากาศจะมีขนาดใหญ่กว่าเรดาร์ตรวจอากาศธรรมดาเพื่อการตรวจวัดความเร็วในแนวรัศมีได้อย่างถูกต้องยิ่งขึ้น เพื่อลดสัญญาณแปลกปลอม

3) สถานีเรดาร์ตรวจอากาศแบบดอปเปอร์โพลาไรเซชัน (Polarization Doppler Weather Radar) พัฒนามาจากสถานีเรดาร์ตรวจอากาศแบบดอปเปอร์ สามารถใช้หาตำแหน่ง ความเข้มและความเร็วการเคลื่อนที่ของสิ่งกีดขวางได้ และการจำแนกชนิดของสิ่งกีดขวางให้มีความถูกต้องมากขึ้น หลักการโพลาไรเซชันคือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประกอบด้วยคลื่นใน 2 แนวแกน ในแต่ละแนวแกนจะเกิดการสะท้อนหรือกระเจิงแสงจากสิ่งกีดขวางรูปร่างต่างกันได้ไม่เหมือนกัน ดังนั้น จึงสามารถแยกดูให้เห็นซึ่งมีลักษณะทรงกลมออกจากหยดน้ำซึ่งเป็นวงรีได้

2.4.2.2 สถานีเรดาร์ตรวจอากาศสามารถแบ่งตามความถี่ของคลื่นไมโครเวฟที่นิยมใช้ได้ เป็น 3 คลื่นความถี่ (สุจริต คุณชนกกุลวงศ์ และคณะ, 2550: 11) ดังนี้

1) เรดาร์ตรวจอากาศ ชนิด X - Band เป็นเรดาร์ขนาดเล็กเหมาะสำหรับตรวจฝนกำลังอ่อนถึงปานกลาง มีความยาวคลื่นสั้น เมื่อกลิ้นกระทบเป้าจะสูญเสียพลังงาน ทำให้ฝนที่ตรวจวัดได้มีขนาดและรูปร่างผิดจากความเป็นจริงไปมาก มีรัศมีทำการ 100 กิโลเมตร และรัศมีหวังผล 60 กิโลเมตร

2) เรดาร์ตรวจอากาศ ชนิด C - Band เป็นเรดาร์ขนาดปานกลางเหมาะสำหรับตรวจฝนกำลังปานกลางถึงกำลังแรง เมื่อกลิ้นกระทบเป้าจะสูญเสียพลังงานบ้างพอสมควร ทำให้ฝนที่ตรวจได้มีขนาดและรูปร่างผิดจากความเป็นจริงไปบ้าง มีรัศมีทำการ 450 กิโลเมตร และรัศมีหวังผล 230 กิโลเมตร

3) เรดาร์ตรวจอากาศ ชนิด S - Band เป็นเรดาร์ขนาดใหญ่เหมาะสำหรับตรวจฝนกำลังแรงถึงแรงมาก เมื่อกลิ้นกระทบเป้าจะไม่สูญเสียพลังงาน ฝนที่ตรวจได้จึงมีความเคลื่อนจากความจริงน้อยหรือไม่ผิดเลย มีรัศมีทำการ 550 กิโลเมตร และรัศมีหวังผล 230 กิโลเมตร

2.4.3 ข้อมูลฝนจากสถานีเรดาร์ตรวจอากาศ

ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดด้วยสถานีเรดาร์เป็นข้อมูลของคลื่นสะท้อน (Radar Reflectivity) ที่สะท้อนจากเป้า โดยจะทำการเก็บข้อมูลในแต่ละรอบของการตรวจวัดที่มุมในแนวตั้งต่าง ๆ กัน สามารถจำแนกประเภทของข้อมูลเป็น 2 ประเภท (สุจริต คุณชนกกุลวงศ์ และคณะ. 2550: 12) ดังนี้

2.4.3.1 ข้อมูลแบบ PPI (Plan Position Indicator) นิยมใช้แสดงข้อมูลที่มุมในแนวตั้งที่น้อยที่สุดที่ไม่ติดเนินเขา เพื่อแสดงกลุ่มฝนที่ฐานเมฆ ข้อมูลประเภทนี้สามารถแสดงได้จากมุมในการตรวจวัดเพียงมุมเดียว ซึ่งทำให้สะดวกและประหยัดในการดำเนินการ แต่ค่าที่ตรวจวัดได้จะมีระยะในแนวตั้งต่างกันขึ้นอยู่กับระยะทางและขนาดมุมในแนวตั้ง เนื่องจากพฤติกรรมของกลุ่มฝนมักขึ้นอยู่กับระดับความสูง ดังนั้นการใช้ข้อมูลแบบ PPI จึงทำให้ยากในการศึกษาตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาที่สนใจ หรืออาจทำให้การแปลผลการตรวจวัดผิดเพี้ยนไปได้ เช่น คิดว่าค่าการสะท้อนจากมวลน้ำแข็งที่ระดับสูง คือ มีปริมาณฝนที่ตกมากซึ่งไม่ถูกต้อง

2.4.3.2 ข้อมูลแบบ CAPPI (Constant Altitude Plan Position Indicator) จะมีการกำหนดตัวแปรที่ต้องการที่ค่าความสูงคงที่ โดยคัดเลือกค่าตรวจวัดที่ความสูงเดียวกันจากข้อมูลของมุมในแนวตั้งหลายมุม โดยส่วนมากข้อมูลที่ความสูงคงที่จะมีลักษณะและพฤติกรรมที่ง่ายต่อการศึกษาและนำมาใช้เพื่อปรับค่าและคาดคะเนปริมาณน้ำฝน แต่ข้อมูลแบบ CAPPI จำเป็นต้องทำการตรวจวัดหลายมุม ซึ่งอาจเสียค่าใช้จ่ายสูงและใช้เวลาในการตรวจวัดนานขึ้น

ข้อมูลความเข้มฝนในรูปแบบของคลื่นสะท้อนจากเม็ดฝนในอากาศ (Radar Reflectivity) ไม่สามารถบอกปริมาณฝนที่ตกลงสู่พื้นดินได้โดยตรง เช่น การใช้สถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน การแปลงค่าคลื่นสะท้อนหรือค่า Z และปริมาณน้ำฝนหรือค่า R โดยใช้ความสัมพันธ์ของการกระจายของเม็ดฝน (Drop Size Distribution) กับปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ (Rain-Rate, R) สามารถประมาณได้จากค่าสัมพันธภาพการสะท้อนกลับ (Z) ตามสมการ Z-R Relationship ดังนี้

$$Z = aR^b$$

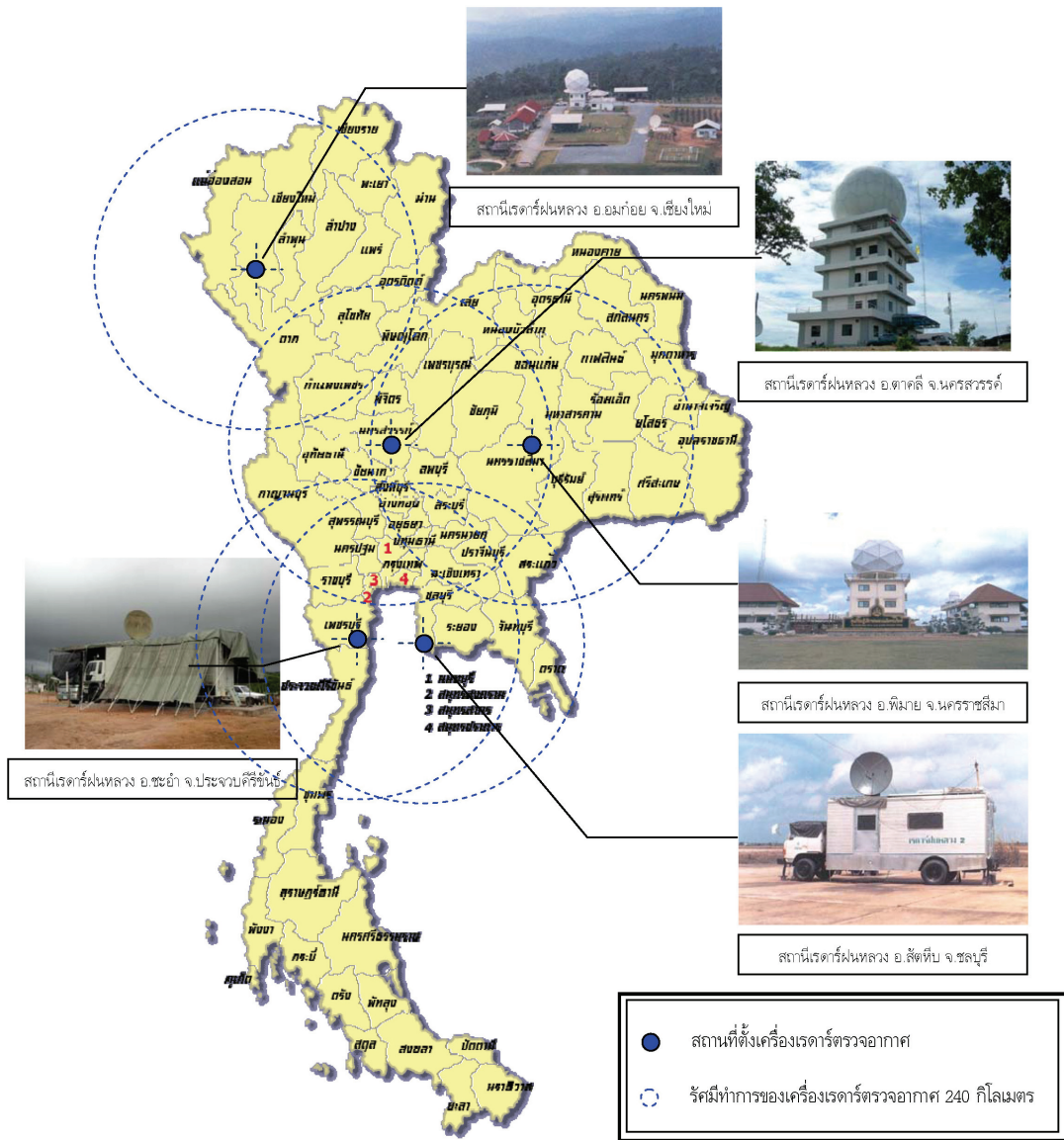
โดย R = ความเข้มฝนมีหน่วยเป็น มิลลิเมตรต่อชั่วโมง (mm/hr)
 Z = ค่าสัมพันธภาพการสะท้อนกลับจากคลื่นเรดาร์ หน่วยเป็น mm⁶/m³
 a และ b เป็นค่าคงที่ขึ้นอยู่กับ การกระจายของขนาดเม็ดน้ำ (Drop Size Distribution) ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะของฝน พื้นที่และช่วงเวลา

2.4.4 เรดาร์ฝนหลวง

เรดาร์ฝนหลวงเป็นเครื่องมือแสดงข้อมูลในการติดตามตรวจกลุ่มเมฆฝนได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ ทั้งตำแหน่งกลุ่มเมฆฝน ความเข้มหรือปริมาณฝน รวมทั้งการเคลื่อนที่และทิศทางของพายุฝนฟ้าคะนองได้ เรดาร์ฝนหลวงเป็นเทคโนโลยีเพื่อจำแนกและประมาณค่าปริมาณฝนแต่ละช่วงเวลาตามสภาพธรรมชาติและรูปแบบการก่อตัวของเมฆฝนนั้น สามารถรวบรวมข้อมูลครอบคลุมพื้นที่และช่วงเวลาต่อเนื่อง นำมาใช้ร่วมกับข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดินเพื่องานด้านอุทกวิทยาและการพยากรณ์สภาพอากาศ ในการตรวจติดตามฝนด้วยดาวเทียมเกี่ยวกับข้อมูลการเกิดฝนทั้งปริมาณและการกระจายเชิงพื้นที่บนพื้นผิวโลก ปัจจุบันมีสถานีเรดาร์อยู่ในความรับผิดชอบของสำนักฝนหลวงและการบินเกษตรทั้งสิ้น 5 สถานี (ภาพที่ 2.9) ได้แก่ เรดาร์พิมาย อมก้อย ชะอำ สัตหีบ และตากลิ

2.4.4.1 การทำงานเรดาร์ฝนหลวง

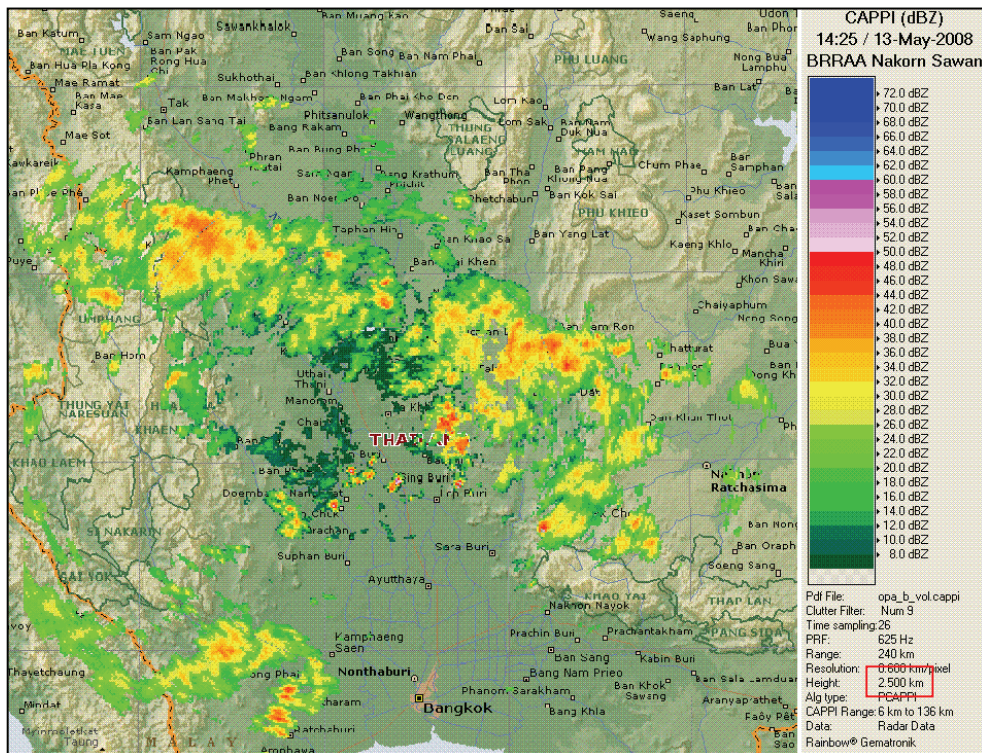
การทำงานของเครื่องเรดาร์ฝนหลวงในปัจจุบันนั้นกำหนดรัศมีของการตรวจวัด 240 กิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 56 จังหวัด โดยการตรวจวัดข้อมูลแบบเชิงปริมาตร (Volume Scan) เพื่อใช้เก็บข้อมูลสภาพอากาศแบบสามมิติ ทั้งแนวระนาบและแนวตั้งได้ในเวลาเดียวกัน โดยสามารถเก็บข้อมูลสภาพอากาศที่รัศมีไกลสุด 25 กิโลเมตร ความสูงขั้นต่ำ 10 กิโลเมตร และรัศมีไกลสุด 240 กิโลเมตร ความสูงขั้นต่ำ 20 กิโลเมตร โดยเรดาร์จะทำการสแกนหรือหมุนจานสายอากาศในแนวระดับและทางแนวตั้ง เพื่อตรวจวัดข้อมูลกลุ่มเมฆฝนตั้งแต่ระดับต่ำจนถึงระดับความสูงที่ต้องการ เพื่อทำการตรวจวัดข้อมูลแบบเชิงปริมาตรทุก ๆ 6 นาที ตลอด 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 2.9 โครงข่ายเรดาร์ในความรับผิดชอบของสำนักฝนหลวงและการบินเกษตร
แหล่งที่มา: กักดี จันทรเกษ, ม.ป.ป.:3.

2.4.4.2 การแสดงผลการตรวจวัดกลุ่มฝน

การตรวจวัดกลุ่มฝนด้วยเรดาร์ตรวจอากาศที่ใช้ข้อมูลแบบ CAPPI (Constant Altitude Plan Position Indicator) แบบ dBZ (Reflectivity) ซึ่งเป็นการตรวจวัดที่มีการประยุกต์มาจากการตรวจวัดแบบ PPI (Plan Position Indicator) ซึ่งเป็นการตรวจวัดข้อมูลทางแนวระดับโดยใช้มุมเงยเพียงมุมเดียว การตรวจวัดข้อมูลแบบ CAPPI จะทำการสแกนข้อมูลแบบ PPI หลาย ๆ มุมเงย ทำให้ได้ข้อมูลของสภาพอากาศแบบปริมาตร (สามมิติ) ที่มีค่าความสูงแตกต่างกันออกไป ผู้ใช้งานสามารถเลือกการแสดงผลข้อมูลได้โดยสามารถกำหนด “ความสูง” ของบริเวณทำการตรวจวัดเพื่อแสดงข้อมูลแบบ CAPPI (ภาพที่ 2.10) ข้อมูลฝนที่ได้จากการแปลงค่าการสะท้อนกลับของสัญญาณเรดาร์นี้ สามารถนำเสนอได้ในเชิงพื้นที่ที่มีความละเอียดสูง เช่น ความละเอียด 500x500 ตารางเมตร ต่อจุด และความถี่การตรวจวัดสูง เช่น ทุก 10 นาที ไปจนถึงรายชั่วโมงและรายวัน นอกจากนี้ข้อมูลฝนเชิงพื้นที่ที่ได้จากสถานีเรดาร์ตรวจอากาศยังสามารถนำไปใช้งานได้ทันที เนื่องจากมีการจัดเก็บเป็นข้อมูลดิจิทัลและส่งข้อมูลมายังส่วนกลางภายในระยะเวลาอันรวดเร็ว



ภาพที่ 2.10 ตัวอย่างการตรวจวัดโดยเรดาร์ตรวจอากาศแบบคอปเพลอร์ (CAPPI) ของสถานีเรดาร์ฝน

หลวงตากดี จังหวัดนครสวรรค์ ที่ระดับความสูง 2.5 กิโลเมตร

แหล่งที่มา: ภัคดี จันทรเกษ, ม.ป.ป.: 6.

2.4.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการใช้เรดาร์พยากรณ์ฝน

การใช้ข้อมูลเรดาร์ในการประมาณค่าปริมาณน้ำฝน มีข้อดีและข้อจำกัด ดังนี้ (สุจริต คุณธนกุลวงศ์ และคณะ, 2550: 14)

2.4.5.1 ข้อดี

1) สามารถได้รับข้อมูลในเวลาจริงเพราะเรดาร์เก็บข้อมูลได้ตลอดเวลา ข้อมูลฝนที่ประมาณได้จากเรดาร์สามารถนำมาคำนวณ เพื่อวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไปได้ทันที ความสามารถในการให้ภาพเคลื่อนไหวได้ จึงง่ายต่อการติดตาม พัฒนาการความก้าวหน้า และการเคลื่อนตัวของระบบการก่อเกิดฝนได้

2) เรดาร์สามารถเก็บข้อมูลในพื้นที่ที่ไม่สามารถติดตั้งเครื่องวัดน้ำฝนได้

2.4.5.2 ข้อจำกัด

1) มีต้นทุนค่าใช้จ่ายสูง และต้องการเทคนิคขั้นสูง รวมทั้งการสนับสนุนทางวิศวกรรมที่ซับซ้อน

2) สัญญาณเรดาร์ที่ใช้ในการประมาณฝน อาจถูกรบกวนได้ อาทิ สิ่งก่อสร้าง, สภาพอากาศในบริเวณข้างเคียง ภูเขา เป็นต้น ในกรณีฝนที่มีปริมาณน้อยอาจไม่สามารถตรวจจับสัญญาณจากเรดาร์ได้

3) เนื่องจากเรดาร์ปกคลุมในขอบเขตพื้นที่ที่จำกัด ถ้าพื้นที่ที่สนใจมีขนาดใหญ่จะต้องใช้เรดาร์จำนวนมากเพื่อให้ปกคลุมพื้นที่ที่สนใจได้ทั้งหมด

4) ต้องนำข้อมูลที่ได้นำมาปรับแก้เปรียบเทียบกับข้อมูลของสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน และข้อจำกัดของการกระจายของที่ตั้งสถานีวัดน้ำฝนและสถานีเรดาร์ตรวจอากาศ รวมทั้งการไม่มีข้อมูลฝนในบางพื้นที่

5) ความซับซ้อนของปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ข้อมูลลม ความดันบรรยากาศ อุณหภูมิ และความชื้น และฝนซึ่งเป็นข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงได้มากในด้านปริมาณในแต่ละตำแหน่งพิกัด (Space) และเวลา

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รัศมี สุวรรณวิระกำธร (2543: 35) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าน้ำฝนเชิงพื้นที่โดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในพื้นที่ลุ่มน้ำเชิงญ โดยการประมาณค่าจำนวน 5 วิธี ได้แก่ รูปหลายเหลี่ยมโทสเซน ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ พื้นผิวเคลื่อนที่ พื้นผิวเชิงแนวโน้มและวิธี Kriging โดยใช้ข้อมูลน้ำฝนจำนวน 42 สถานี จากการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการคำนวณและรูปแบบเส้นน้ำฝนที่ได้ ผลการศึกษาการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนเชิงพื้นที่ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบส่วนกลับระยะทางจะเหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่มีการกระจายของสถานีวัดน้ำฝนไม่ดีและมีพื้นที่ค่อนข้างใหญ่ เพราะใช้เวลาไม่มากในการคำนวณและให้รูปแบบน้ำฝนเชิงพื้นที่ที่มีเส้นชั้นน้ำฝนต่อเนื่องเริ่มจากจุดที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยไปหาจุดที่มีปริมาณน้ำฝนมากหรือมากไปหาน้อยตามระยะทางสถานีวัดน้ำฝน

ประกอบ วิโรจนกูฏ (2537: 37,41) ได้ศึกษาการประมาณค่าน้ำฝนด้วยวิธี Kriging เปรียบเทียบกับทำคอนทัวร์โดยทั่วไป คือ วิธีหาค่าเฉลี่ยทางเลขคณิตและวิธี Theissen โดยใช้ข้อมูลฝนรายวันจากสถานีในบริเวณพื้นที่จังหวัดชัยภูมิและขอนแก่น จำนวน 34 สถานี 15 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2511-2525 ผลการศึกษาพบว่า วิธี Kriging ให้ค่าประมาณการปริมาณน้ำฝนที่จุดหรือบนพื้นที่ที่ไม่มีการวัดข้อมูลได้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากกว่าวิธีอื่นๆ นอกจากนี้วิธี Kriging สามารถแสดงปริมาณฝนที่มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงอย่างค่อยเป็นค่อยไปและมีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงตามธรรมชาติ ทั้งยังแสดงลักษณะการกระจายของเส้นปริมาณฝนที่ได้จะมีความอ่อนไหวต่อข้อมูลที่ผิดพลาด ณ จุดใด ๆ น้อยกว่าวิธีอื่น

เมธี เอกะสิงห์ และจุไรพร แก้วทิพย์ (2542: 2) ได้ศึกษาการสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ภูมิอากาศโดยการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยวิธี Kriging และ Thin Plate Spline (TPS) โดยการรวบรวมข้อมูลภูมิอากาศรายเดือนของสถานีตรวจอากาศบริเวณพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และพิษณุโลก จำนวน 305 สถานี ผลการศึกษาการสร้างฐานข้อมูลภูมิอากาศต่อเนื่องเชิงพื้นที่วิธี TPS ให้ผลลัพธ์การประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายเดือนที่มีความคลาดเคลื่อนเจ็ลน้อยกว่าการประมาณค่าโดยวิธี Kriging ซึ่งให้ผลต่างจากการศึกษาของ จุไรพร แก้วทิพย์ (2541: บทคัดย่อ) ที่ได้ศึกษาฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ปริมาณน้ำฝนพบว่า การประมาณค่าโดยวิธี kriging ให้ความคลาดเคลื่อนทางสถิติต่ำกว่าวิธี Theissen และ Inverse Distance Weight (IDW) ตามลำดับ ส่วนการศึกษาของ Dirks, Hay, Stow and Harris (1998: 187) ได้เปรียบเทียบการประมาณค่าข้อมูลฝนจำนวน 13 สถานี พื้นที่ 35 ตารางกิโลเมตร พบว่าวิธี Kriging สามารถให้ค่าที่แสดงนัยสำคัญ

มากกว่าวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และ Thiessen ค่าที่ได้จะมีความแปรปรวนสูง แต่แนะนำให้ใช้สำหรับพื้นที่ที่มีโครงข่ายข้อมูลหนาแน่นสูง

Apaydin, Sonmez and Yildirim (2004: 31) ได้ศึกษาเปรียบเทียบเทคนิคการประมาณค่าเชิงพื้นที่ 6 วิธี ได้แก่ Inverse Distance Weighted, Global Polynomial, Local Polynomial, Complete Regularized Spline, Kriging และ Cokriging นำมาเปรียบเทียบข้อมูลทางสถิติเพื่อใช้พยากรณ์ทางด้านอุตุนิยมวิทยาพื้นที่ตอนใต้ของประเทศตุรกี ในช่วง 28 ปี ตั้งแต่ ค.ศ.1971-1999 ผลการศึกษาพบว่า เทคนิคการประมาณค่าวิธี Cokriging เป็นวิธีที่ดีที่สุดในการแสดงค่าอุณหภูมิ ความเข้มแสง ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และปริมาณฝน ทั้งนี้ ได้นำผลวิเคราะห์ปริมาณฝนในประเทศตุรกี ซึ่งเป็นประเทศที่มีปริมาณฝนระดับต่ำไปประยุกต์ใช้วางแผนการบริหารจัดการระบบชลประทาน

Chaplot, Darboux, Bourennane, Leguedois, Silvera and Phachomphon (2006: 126) ได้เปรียบเทียบวิธีการสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่สำหรับพื้นที่ขนาดใหญ่ให้มีความละเอียดสูง โดยเทคนิคการประมาณค่าวิธี IDW, Ordinary Kriging (OK), Multiquadratic Radial Basis Function (MRBF) และ Regularized Spline With Tension (RST). ผลการศึกษาพบว่า การประมาณค่าข้อมูลที่มีกลุ่มตัวอย่างหนาแน่นสูงวิธี MRBF จะให้ค่าความแม่นยำสูง วิธี Kriging จะให้ผลการประมาณค่าดีที่สุดเมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนน้อยแม้มีความหนาแน่นข้อมูลต่ำ ส่วนวิธี RST จะให้ค่าแม่นยำสูงเมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนสูงเมื่อความหนาแน่นข้อมูลต่ำ และวิธี IDW จะให้ความแม่นยำสูงเมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนสูงและโครงสร้างข้อมูลมาก

Marx, Kunstmann, Bardossy and Seltmann (2006: 25) ได้ศึกษาแบบจำลองโดยใช้การตรวจวัดเรดาร์เพื่อประเมินลักษณะทางอุทกวิทยา ร่วมกับการวิเคราะห์ทางสถิติในการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนจากตำแหน่งจุดตรวจวัดน้ำฝน (Raingage) 15 สถานี เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลนอง (Rainfall Runoff) และสร้างแบบจำลองราย 3 เดือนขึ้น ส่วนการศึกษาของ Morin, Goodrich, Maddox, Gao, Gupta and Sorooshian (2005: 23) เพื่อสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่ของปริมาณน้ำฝนโดยการประยุกต์ใช้ข้อมูลเรดาร์ของข้อมูลพายุฝน การสร้างแบบจำลองฝนโดยการนำเข้าข้อมูลเรดาร์พบว่าการเกิดพายุในแอริโซน่าส่งผลต่อความแปรปรวนข้อมูล ในการประเมินผลค่าความแม่นยำขึ้นกับความหนาแน่นของโครงข่ายตำแหน่งเครื่องมือวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

3.1 อุปกรณ์และข้อมูล

อุปกรณ์และข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบไปด้วย

- 1) คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
- 2) โปรแกรมทางสารสนเทศภูมิศาสตร์
- 3) โปรแกรมทางสถิติ
- 4) ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน จำนวน 15 วัน ปี พ.ศ. 2549 – 2551 ที่ตรวจวัดแบบจุด (Point Sampling) โดยใช้ถังวัดน้ำฝนแบบมาตรฐาน (Standard Raingage) ขนาด 8 นิ้ว ที่ตั้งอยู่ในสถานีวัดน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยา ครอบคลุมบริเวณพื้นที่ราบลุ่มน้ำเจ้าพระยาและพื้นที่โดยรอบ ดังแสดงในภาพที่ 3.1

5) ข้อมูลภาพเรดาร์ (RADAR Image) ระดับความเข้มสัญญาณสะท้อนกลับ (dBZ) ทุก 6 นาที จำนวน 15 วัน ปี พ.ศ. 2549 – 2551 ของสถานีเรดาร์ฝนหลวงตาคลี จังหวัดนครสวรรค์ สำนักฝนหลวงและการบินเกษตร รัศมี 240 กิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ราบลุ่มน้ำเจ้าพระยา ดังแสดงในภาพที่ 3.1

3.2 กรอบแนวความคิดในการศึกษา

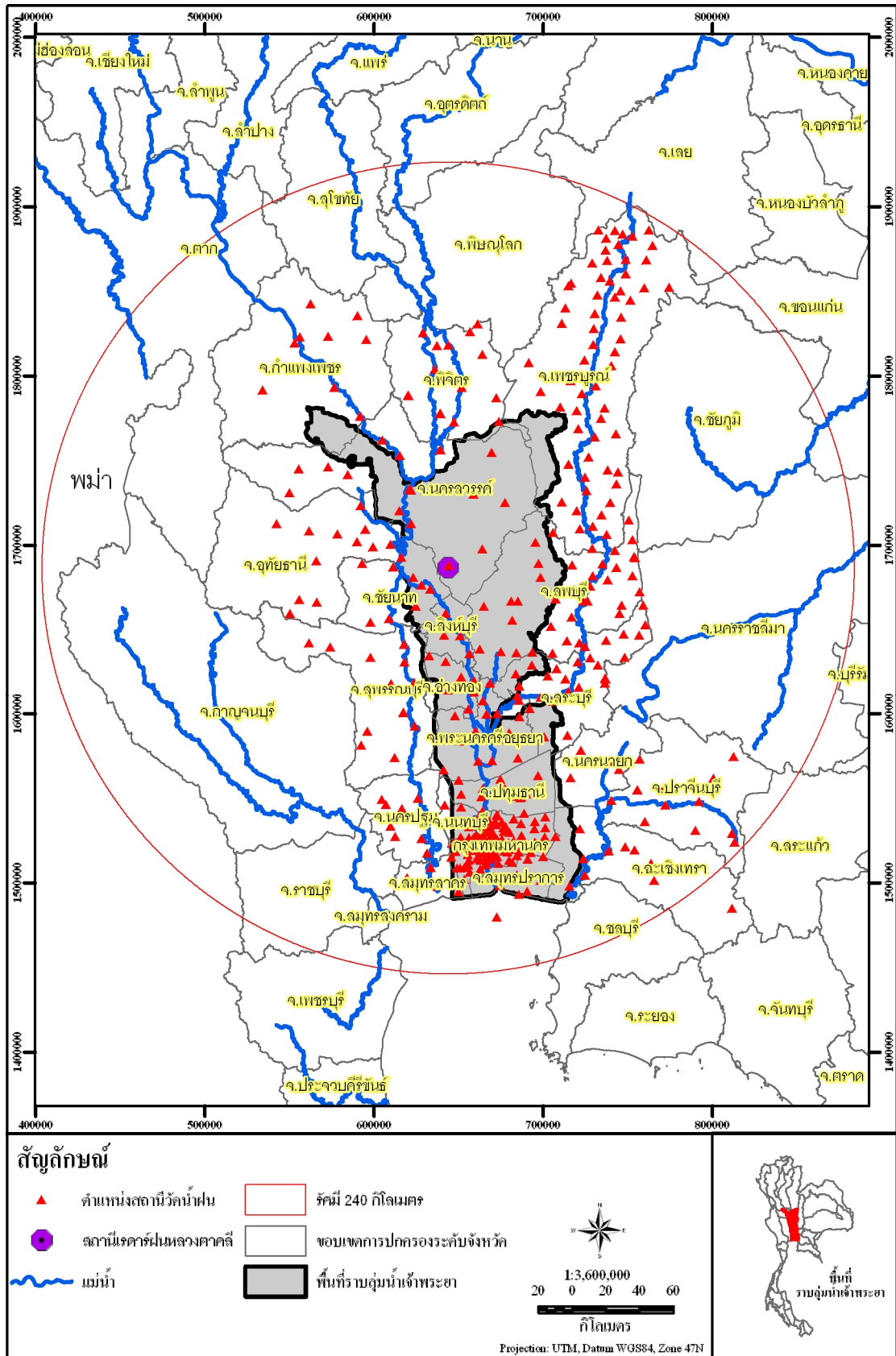
ในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดตัวแปรอิสระ (Independent Variables) และตัวแปรตาม (Dependent Variables) โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) ตัวแปรอิสระ

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ วิธีการประมาณค่าด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แต่ละวิธี จำนวน 34 ฟังก์ชัน

- 2) ตัวแปรตาม

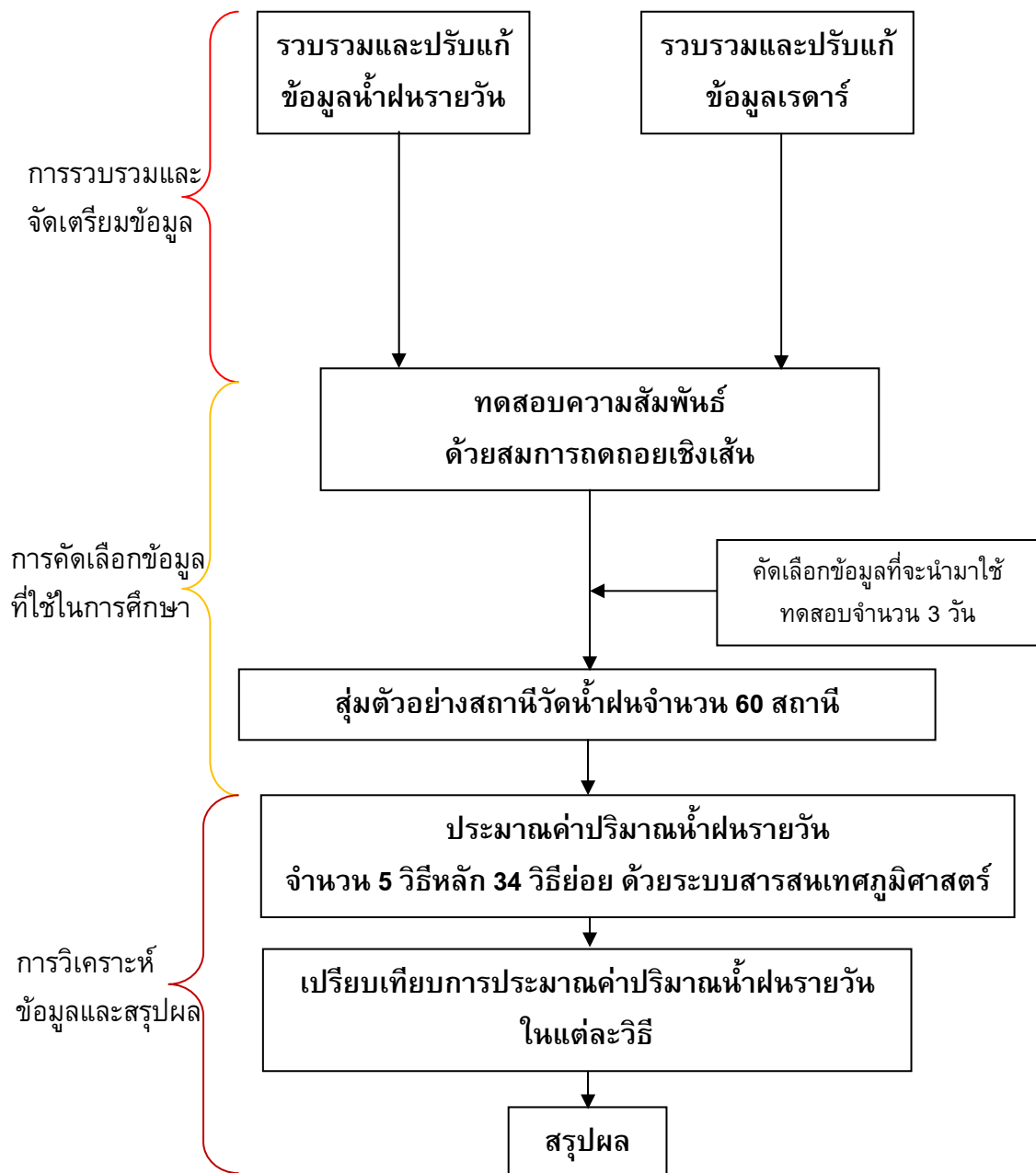
ตัวแปรตาม ได้แก่ ความคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำฝนที่ได้จากการประมาณค่ากับปริมาณน้ำฝนที่ได้จากการตรวจวัดจริง



ภาพที่ 3.1 พื้นที่ศึกษาและตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนที่ใช้ในการศึกษา

3.3 วิธีการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก ได้แก่ ขั้นตอนการรวบรวมและจัดเตรียมข้อมูล การคัดเลือกข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา การวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน ดังนี้ (ภาพที่ 3.2)



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนในการศึกษา

3.3.1 การรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์สถานีวัดน้ำฝน ข้อมูลปริมาณน้ำฝน และข้อมูลภาพเรดาร์ รายละเอียดดังนี้

3.3.1.1 ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์สถานีวัดน้ำฝน

1) รวบรวมข้อมูลตำแหน่งทางภูมิศาสตร์สถานีวัดน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 382 สถานี ครอบคลุมพื้นที่ราบลุ่มน้ำเจ้าพระยา โดยมีพื้นที่อยู่เขตการปกครองระดับจังหวัด จำนวน 21 จังหวัด ได้แก่ จ.กำแพงเพชร จ.พิจิตร จ.เพชรบูรณ์ จ.นครสวรรค์ จ.อุทัยธานี จ.ชัยนาท จ.สิงห์บุรี จ.ลพบุรี จ.สุพรรณบุรี จ.อ่างทอง จ.สระบุรี จ.พระนครศรีอยุธยา จ.นครปฐม จ.ปทุมธานี จ.นครนายก จ.นนทบุรี กรุงเทพมหานคร จ.ปราจีนบุรี จ.ฉะเชิงเทรา จ.สมุทรสาคร และจ.สมุทรปราการ โดยแต่สถานีวัดน้ำฝนจะประกอบด้วย รหัสสถานี ชื่อสถานี ตำแหน่งแนวเส้นรุ้ง (Latitude) ตำแหน่งแนวเส้นแวง (Longitude)

2) ตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของสถานีวัดน้ำฝนและปรับแก้ให้มีความถูกต้องมากขึ้น เนื่องจากในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษากำหนดขนาดจุดภาพ (Pixel size) ในการศึกษาเท่ากับ 500 เมตร ดังนั้นความถูกต้องของตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของสถานีวัดน้ำฝนต้องไม่เกิน 250 เมตร โดยผู้ศึกษานำข้อมูลตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนไปตรวจสอบและปรับแก้กับฐานข้อมูลจากโปรแกรม Google Earth และ Pointasia ทั้ง 2 แหล่งข้อมูล เพื่อให้มีความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ปรับแก้

และเมื่อดำเนินการตรวจสอบและปรับแก้ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของสถานีวัดน้ำฝนเรียบร้อยแล้ว ผู้ศึกษาจะทำการสุ่มสำรวจในระดับภาคสนามด้วยอุปกรณ์หาพิกัดทางภูมิศาสตร์ด้วยดาวเทียมแบบมือถือ (Handheld GPS Receiver) เพื่อทดสอบความถูกต้องของตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของสถานีวัดน้ำฝน จำนวน 10 สถานี วิธีการสำรวจตำแหน่ง ด้วยเครื่อง GPS Receiver ดังแสดงในภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 วิธีการสำรวจตำแหน่งทางภูมิศาสตร์สถานีวัดน้ำฝน ด้วยเครื่อง GPS Receiver

3) จัดรูปแบบข้อมูลตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของสถานีวัดน้ำฝนด้วยโปรแกรม Excel ให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม จากนั้นนำเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ชนิดข้อมูลแบบจุด (Point feature type) และปรับแก้ระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์จากระบบพิกัดแบบภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinate System) ซึ่งมีหน่วยเป็นองศา เป็นระบบพิกัดแบบกริด (Grid Coordinate System) Projection UTM (Universal Transverse Mercator) Datum WGS84 Zone 47N ซึ่งมีหน่วยเป็นเมตร เพื่อให้เหมาะสมในการศึกษาการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวัน

4) เลือกสถานีวัดน้ำฝนที่จะใช้ในการศึกษา โดยไม่เลือกสถานีวัดน้ำฝนที่ไม่มีข้อมูลตรวจวัดและตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนที่อยู่ห่างไกลจากพื้นที่ศึกษาออกไป เหลือสถานีวัดน้ำฝนที่จะใช้ในการศึกษา จำนวน 247 สถานี ดังแสดงในภาพที่ 3.1

3.3.1.2 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน

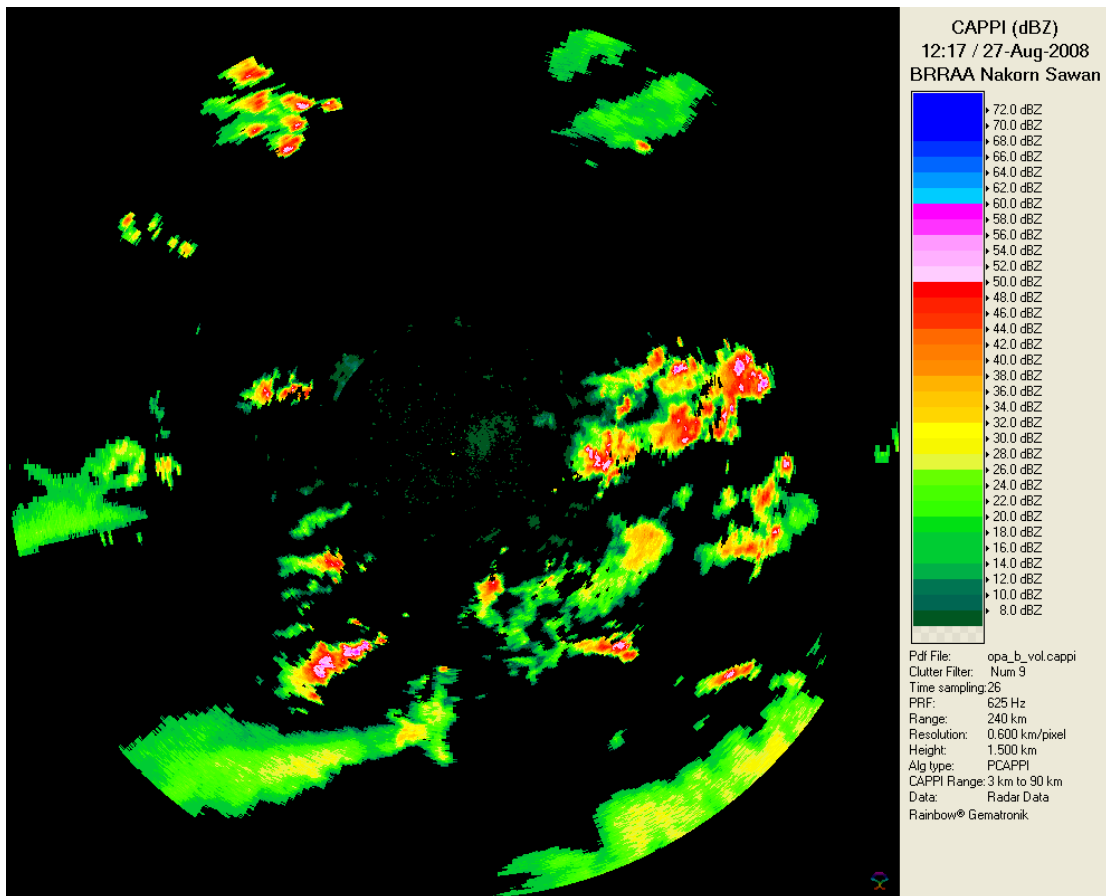
1) รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันของกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 382 สถานี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 - 2551

2) เลือกข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันเฉพาะสถานีวัดน้ำฝนที่ใช้ในการศึกษา จำนวน 247 สถานี จากนั้นเปลี่ยนรูปแบบข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยาจากรูปแบบ HTML file เป็นรูปแบบ dBase file (*.dbf) ด้วยโปรแกรม Excel เพื่อให้สามารถเชื่อมข้อมูลกับข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน ด้วยรหัสสถานี

3.3.1.3 ข้อมูลภาพเรดาร์

1) รวบรวมข้อมูลภาพเรดาร์แบบ CAPPI (Constant Altitude Plan Position Indicator) หน่วย dBZ (Reflectivity) ที่ระดับความสูง 1.5 กิโลเมตร ราย 6 นาที วันละ 240 ภาพ (ภาพที่ 3.4) ของสถานีเรดาร์ฝนหลวงตาคี จังหวัดนครสวรรค์ สำนักฝนหลวงและการบินเกษตร จำนวน 5 วันต่อปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2549 – 2551 (เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่ข้อมูลเรดาร์ของสถานี

เรดาร์ฝนหลวงคาดลีมีความสมบูรณ์ที่สุด ส่วนข้อมูลในปี พ.ศ. 2552 เป็นช่วงที่ข้อมูลเรดาร์มีความสมบูรณ์น้อยกว่า เนื่องจากมีการซ่อมแซมและบำรุงรักษาอุปกรณ์บางส่วนที่ชำรุด) โดยผู้ศึกษาเลือกวันที่มีฝนตกโดยพิจารณาจากข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ช่วงวันที่ 27 -31 สิงหาคม พ.ศ. 2549, วันที่ 30 สิงหาคม – 3 กันยายน พ.ศ. 2550 และ วันที่ 27-31 สิงหาคม พ.ศ. 2551



ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างภาพเรดาร์แบบ CAPPI dBZ (Reflectivity) ที่ใช้ในการศึกษา

- 2) แปลงข้อมูลภาพเรดาร์ที่ได้มาซึ่งให้ค่า dBZ แทนด้วยshadeสี (สีเขียวถึงสีน้ำเงิน) ให้เป็นข้อมูลภาพเรดาร์ที่เก็บค่า dBZ เลข โดยใช้เทคนิคการจำแนกกลุ่มข้อมูลแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) ด้วยโปรแกรมทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
- 3) รวมข้อมูลภาพเรดาร์ราย 6 นาที เป็นรายวัน ตั้งแต่ 7.00 น. ถึง 6.59 น. ของวันรุ่งขึ้น ซึ่งใน 1 วันจะมีภาพเรดาร์ทั้งหมด 240 ภาพ แต่เนื่องจากค่า dBZ กับปริมาณน้ำฝน (Z-R Relationship) ไม่ได้มีความสัมพันธ์กันในแบบเส้นตรง แต่มีความสัมพันธ์อยู่ในรูปยกกำลัง

$Z = aR^b$ ดังนั้นจึงไม่สามารถรวมข้อมูล dBZ ได้โดยตรง จำเป็นต้องปรับข้อมูล dBZ ให้มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับเป็นปริมาณน้ำฝนหน่วยมิลลิเมตรต่อชั่วโมงเสียก่อน โดยใช้การคำนวณ 2 แห่ง ดังนี้

(1) คำนวณปริมาณน้ำฝน จากความสัมพันธ์ของ Z-R

Relationship

1. คำนวณค่า Z (dBZ) เป็นค่า Z จากสมการที่ 2

$$Z(\text{dBZ}) = 10 \times \log_{10} Z\left(\frac{\text{mm}^6}{\text{mm}^3}\right) \quad \text{สมการที่ 1}$$

กลับสมการเป็น

$$Z\left(\frac{\text{mm}^6}{\text{mm}^3}\right) = 10^{\frac{Z(\text{dBZ})}{10}} \quad \text{สมการที่ 2}$$

2. ใช้ค่า Z ที่ได้จากสมการที่ 2 ในการคำนวณในสมการที่ 5 จะได้ปริมาณน้ำฝนราย 6 นาที โดยใช้ค่าคงที่ของ Marshall-Palmer (1948) อ้างถึงใน ทัศนศึกษานานาชาติ (2551:6) $a = 200$ และ $b = 1.6$ ซึ่งเป็นสมการที่เหมาะสมสำหรับฝนที่มีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ (Stratiform Rainfall)

$$Z = aR^b \quad \text{สมการที่ 3}$$

โดยที่

Z = ค่า Z ที่ได้จากสมการที่ 2

R = ปริมาณน้ำฝน(มิลลิเมตรต่อชั่วโมง)

a, b = ค่าคงที่

กลับสมการเป็น

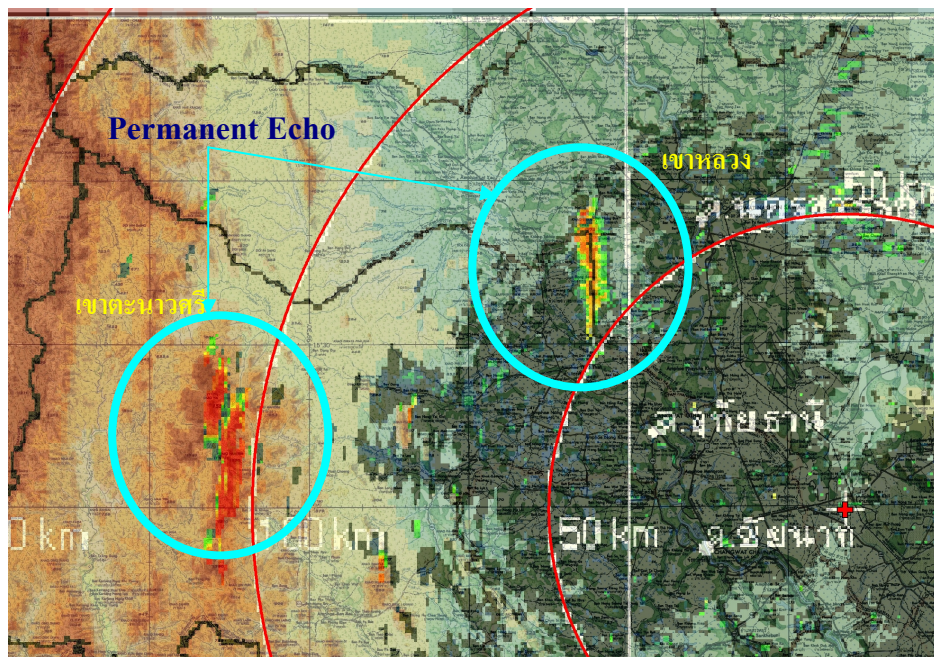
$$R = \left(\frac{Z}{a}\right)^{\frac{1}{b}} \quad \text{สมการที่ 4}$$

ปริมาณน้ำฝน 6 นาที

$$R = \left(\frac{Z}{a}\right)^{\frac{1}{b}} \times \frac{6}{60} \quad \text{สมการที่ 5}$$

4) ปรับแก้เชิงเรขาคณิต (Geomatic Correction) ข้อมูลภาพเรดาร์ที่ได้จากข้อ 3) เพื่อให้มีความถูกต้องกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ มีรายละเอียด ดังนี้

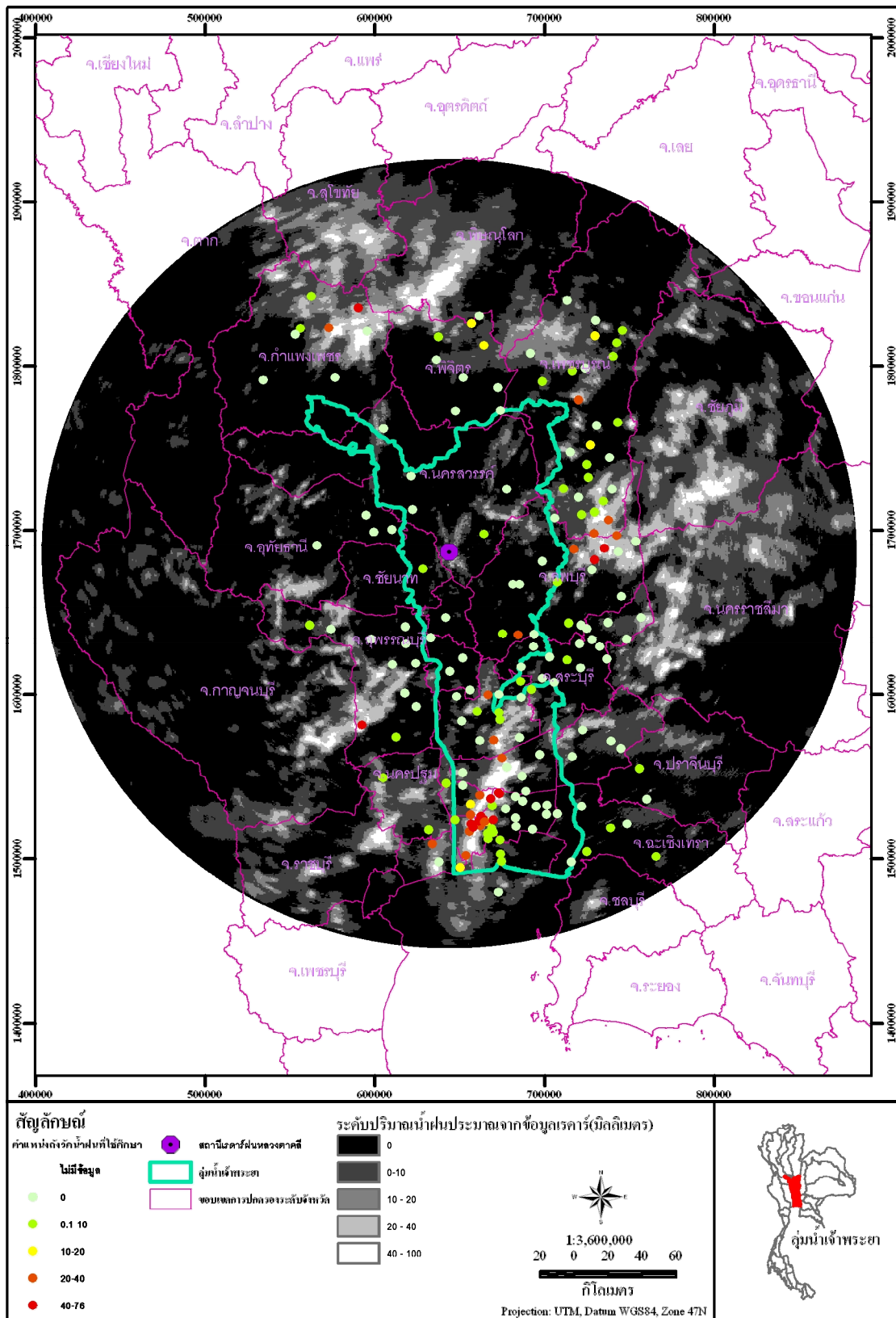
(1) ทดสอบค่าจุดควบคุม (Ground Control Point) ที่จะใช้ในการปรับแก้เชิงเรขาคณิต กับภาพเรดาร์ที่มีสัญญาณสะท้อนถาวร (Permanent Echo) ได้แก่ แนวเขาตะนาวศรี และแนวเขาหลวง แล้วซ้อนทับแผนที่ภูมิประเทศ 1:250,000 ดังแสดงในภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 การซ้อนทับภาพเรดาร์บริเวณที่เกิด Permanent Echo กับแผนที่ภูมิประเทศ 1:250,000 เพื่อทดสอบการปรับแก้เชิงเรขาคณิต

(2) นำค่าจุดควบคุมที่ได้จากทดสอบค่าจุดควบคุมในการปรับแก้เชิงเรขาคณิต กับภาพเรดาร์ที่มีสัญญาณสะท้อนถาวร มาใช้ในการปรับแก้เชิงเรขาคณิต กับข้อมูลภาพเรดาร์ โดยใช้สมการ Polynomial ดีกรี 1 คำนวณจุดภาพซ้ำ (Resampling) ด้วยวิธี Nearest Neighbor ระบบพิกัดกริด UTM Datum WGS84 Zone 47N

(3) ภาพเรดาร์รายวันที่ปรับแก้เชิงเรขาคณิตแล้ว ดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 3.6

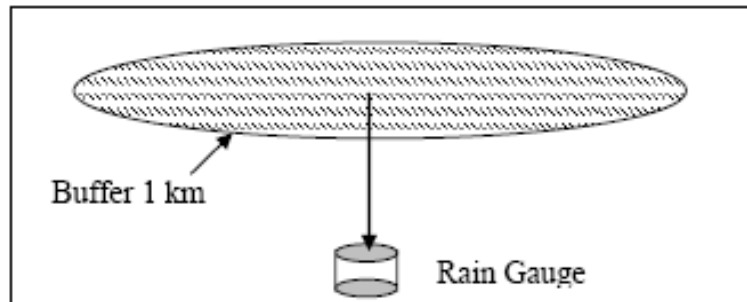


ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างภาพเรดาร์รายวัน ที่ใช้ในการศึกษา

3.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.2.1 การหาระดับความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลภาพเรดาร์ 1 วัน กับข้อมูลปริมาณน้ำฝน 1 วัน ที่ได้จากสถานีวัดน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยา

1) เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลภาพเรดาร์อันเกิดจากผลกระทบของลม ผู้ศึกษาจึงใช้ค่าเฉลี่ยข้อมูลภาพเรดาร์รัศมีรอบสถานีวัดน้ำฝน 1 กิโลเมตรในการหาระดับความสัมพันธ์ ดังแสดงในภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.7 หลักการทำ Buffer เพื่อหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลเรดาร์

แหล่งที่มา: ศรีนทิพย์ แทนธานี, สมาน ปราการรัตน์ และปัญญา พลเสน, 2550: 20.

2) ใช้สมการถดถอยในรูปแบบต่างๆ ในการศึกษา ที่ให้ค่า R^2 สูงสุด

3) เลือกข้อมูล 3 วัน ที่ให้ค่า R^2 สูงสุด เพื่อใช้ในการศึกษา

3.3.2.2 สุ่มตัวอย่างสถานีวัดน้ำฝนจากข้อมูล 3 วัน ที่ให้ค่า R^2 สูงสุด วันละ 20 ตัวอย่าง โดยแบ่งเป็นตัวอย่างในพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของสถานีวัดน้ำฝนมาก (บริเวณกรุงเทพมหานครและปริมณฑล) จำนวนวันละ 10 สถานี และพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของสถานีวัดน้ำฝนน้อย จำนวนวันละ 10 สถานี จำนวน 3 วัน รวมเป็นสถานีวัดน้ำฝนตัวอย่างทั้งหมด 60 สถานี

3.3.2.3 การวิเคราะห์การประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันที่ตรวจวัดได้จริงกับปริมาณน้ำฝนรายวันที่ได้จากการประมาณค่า นำผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจำลองทางสถิติเชิงพื้นที่ (Geostatistic Model) เพื่อการประมาณค่าทั้ง 5 วิธีหลัก ประกอบด้วย Inverse Distance Weight, Radial Basis Functions, Kriging, CoKriging และ RADAR มีทั้งหมด 34 วิธีย่อย ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 วิธีการที่ใช้ในการศึกษา

วิธีที่	ค่าตัวแปร/รูปแบบ	รหัสย่อ
Inverse Distance Weighted		
1	Inverse Distance Weighted (power = 1, neighbor = 6)	IDW(1,6)
2	Inverse Distance Weighted (power = 1, neighbor = 12)	IDW(1,12)
3	Inverse Distance Weighted (power = 2, neighbor = 6)	IDW(2,6)
4	Inverse Distance Weighted (power = 2, neighbor = 12)	IDW(2,12)
5	Inverse Distance Weighted (power = 3, neighbor = 6)	IDW(3,6)
6	Inverse Distance Weighted (power = 3, neighbor = 12)	IDW(3,12)
Radial Basis Functions		
7	Radial Basis Functions (kernel functions: Completely Regularized Spline)	RBF(CRS)
8	Radial Basis Functions (kernel functions: Spline with Tension)	RBF(ST)
9	Radial Basis Functions (kernel functions: Multiquadric)	RBF(M)
10	Radial Basis Functions (kernel functions: Inverse Multiquadric)	RBF(IM)
11	Radial Basis Functions (kernel functions: Thin Plate Spline)	RBF(TPS)
Kriging		
12	Kriging (model: Circular)	KRIG(CIR)
13	Kriging (model: Spherical)	KRIG(SPH)
14	Kriging (model: Tetra Spherical)	KRIG(TETRA)
15	Kriging (model: Penta Spherical)	KRIG(PENTA)
16	Kriging (model: Exponential)	KRIG(EXPO)
17	Kriging (model: Guassian)	KRIG(GAUSS)
18	Kriging (model: Rational Quadratic)	KRIG(RATIO)
19	Kriging (model: Hole Effect)	KRIG(HOLE)
20	Kriging (model: K-Bessel)	KRIG(K_B)
21	Kriging (model: J-Bessel)	KRIG(J_B)
22	Kriging (model: Stable)	KRIG(STA)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

วิธีที่	วิธีการ	รหัสย่อ
Cokriging (ใช้ข้อมูล RADAR เป็นตัวแปรร่วม)		
23	CoKriging (model: Circular)	COKRIG(CIR)
24	CoKriging (model: Spherical)	COKRIG(SPH)
25	CoKriging (model: Tetra Spherical)	COKRIG(TETRA)
26	CoKriging (model: Penta Spherical)	COKRIG(PENTA)
27	CoKriging(model: Exponential)	COKRIG(EXPO)
28	CoKriging (model: Guassian)	COKRIG(GAUSS)
29	CoKriging (model: Rational Quadratic)	COKRIG(RATIO)
30	CoKriging (model: Hole Effect)	COKRIG(HOLE)
31	CoKriging (model: K-Bessel)	COKRIG(K_B)
32	CoKriging (model: J-Bessel)	COKRIG((J_B)
33	CoKriging (model: Stable)	COKRIG(STA)
34	RADAR ปรับแก้ด้วยสมการถดถอยแบบเส้นตรง	RADAR

- หมายเหตุ:
- 1) power คือ ค่ายกกำลัง
 - 2) neighbor คือ จำนวนจุดข้างเคียง
 - 3) kernel function คือ ฟังก์ชันในการหารูปแบบของจุดข้างเคียง
 - 4) model คือ แบบจำลองในการสร้างวาริโอแกรม (Variogram)

3.3.2.4 บรรยายลักษณะการกระจายของปริมาณน้ำฝนโดยวิธีการประมาณค่าในแต่ละวิธีด้วยลักษณะทางสถิติต่างๆ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Error: MAE) ค่าต่ำสุด (Min) ค่าสูงสุด (Max) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (Root Mean Square Error: RMSE) ดังแสดงในสมการที่ 6

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (x_i - x)^2}{n}}$$

สมการที่ 6

โดย RMSE = ค่า Error ที่เกิดขึ้น
 x_i = ค่าจริง
 x = ค่าที่ได้จากการประมาณค่า
 n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.3.2.5 วิเคราะห์ในการหาผลต่างปริมาณน้ำฝนทั้ง 34 วิธีย่อย ทางสถิติ โดยเลือกใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (Oneway -ANOVA) เนื่องจากในการทดสอบเป็นการทดสอบว่าวิธีการใดมีความแม่นยำในการประมาณค่าระหว่างช่วงของปริมาณน้ำฝนได้ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute Error) จากข้อมูลตรวจวัดจริงมากที่สุด โดยตัวแปรอิสระ ซึ่งเป็นวิธีการประมาณค่าทั้ง 34 วิธี เป็นข้อมูลแบบนามบัญญัติ (Nominal Data) ส่วนตัวแปรตาม เป็นค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่า ซึ่งเป็นข้อมูลแบบช่วง (Interval Data) จึงสามารถใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวได้ (จินทนา อินทปัญญา, 2551: 123) และทำการทดสอบความแตกต่างรายคู่ โดยเลือกใช้ Fisher's Least - Significant Different (LSD) เนื่องจากสามารถเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยประชากรครั้งละหลายคู่ได้

บทที่ 4

ผลการศึกษา

การศึกษา การประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ บริเวณพื้นที่ราบลุ่มน้ำเจ้าพระยา มีรายละเอียดของผลการศึกษา ดังต่อไปนี้

4.1 การตรวจสอบและคัดเลือกข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

4.1.1 ตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของสถานีวัดน้ำฝน

การสุ่มสำรวจตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของสถานีวัดน้ำฝนในระดับภาคสนามด้วยอุปกรณ์หาพิกัดทางภูมิศาสตร์ด้วยดาวเทียม (GPS Receiver) เพื่อทดสอบความถูกต้องของตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของสถานีวัดน้ำฝน จำนวน 10 สถานี ซึ่งผลการสำรวจพบว่า ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของสถานีวัดน้ำฝนที่สำรวจ มีความคลาดเคลื่อนจากเครื่องสำรวจตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ ตั้งแต่ 27 เมตร ถึง 136 เมตร โดยมีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 57 เมตร ดังนั้นตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนที่ทำการปรับแก้แล้วโดยผู้ศึกษา สามารถนำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เนื่องจากมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 250 เมตร แสดงผลการตรวจสอบในตารางที่ 4.1 และการสำรวจ แสดงในภาพที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของสถานีวัดน้ำฝน

ตัวอย่าง

ชื่อสถานี	รหัสสถานี	ความคลาดเคลื่อน (เมตร)
สภ.ตากฟ้า	400301	29
สำนักงานเกษตรอำเภอเสนา	415005	136
สำนักงานเกษตรอำเภอบางบาล	415014	34
ที่ว่าการอำเภอชัยบุรี	419005	38

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ชื่อสถานี	รหัสสถานี	ความคลาดเคลื่อน (เมตร)
ที่ว่าการอำเภอปากเกร็ด	422002	41
ที่ว่าการอำเภอบางบัวทอง	422003	73
สำนักงานเกษตรอำเภอเดิมบางนางบวช	425003	37
สตอ.ลพบุรี	426201	61
สภ.บางนา (กรมอุตุฯนิคมวิทยา)	455301	27
ที่ว่าการอำเภอคลองขลุง	380003	97
เฉลี่ย		57



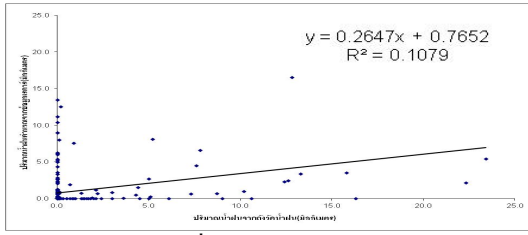
ภาพที่ 4.1 สภาพการสำรวจตำแหน่งทางภูมิศาสตร์สถานีวัดน้ำฝน ด้วยเครื่อง GPS Receiver

4.1.2 คัดเลือกข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ใช้ในการศึกษา

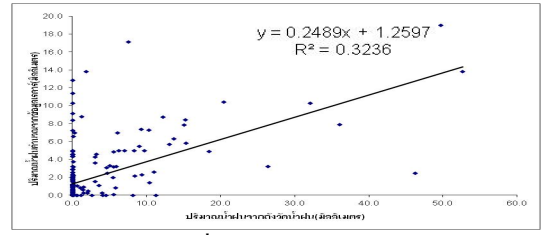
การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนที่ได้จากสถานีวัดน้ำฝนกับปริมาณน้ำฝนที่คำนวณจากข้อมูลเรดาร์ (ภาคผนวก ก) ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ทั้ง 15 วัน เพื่อเลือกวันที่จะใช้ในการศึกษาจำนวน 3 วัน ผลการศึกษาพบว่าข้อมูลส่วนใหญ่มีความสอดคล้องกัน โดยหากข้อมูลเรดาร์มีค่าสูงขึ้นปริมาณน้ำฝนที่วัดได้จากสถานีวัดน้ำฝนก็มีค่าสูงขึ้นเช่นกัน โดยข้อมูลวันที่มีค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (Coefficient of Determination; R^2) สูงสุด ได้แก่ วันที่ 27 สิงหาคม 2551 มีค่า R^2 เท่ากับ 0.7368 ส่วนโดยวันที่มีค่า R^2 ต่ำสุด ได้แก่ วันที่ 27 สิงหาคม 2549 มีค่า R^2 เท่ากับ 0.1079 โดยเฉลี่ยทั้ง 15 วัน มีค่า R^2 0.4865 โดยข้อมูลวันที่มีค่า R^2 สูงสุด ในแต่ละปี ได้แก่ วันที่ 29 สิงหาคม เป็นตัวแทนในปี 2549, วันที่ 30 เดือน สิงหาคม เป็นตัวแทนในปี 2550 และวันที่ 27 เดือน สิงหาคม เป็นตัวแทนในปี 2551 ดังแสดงผลการศึกษาใน ตารางที่ 4.2 และ ภาพที่ 4.2-ภาพที่ 4.5

ตารางที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนที่ได้จากสถานีวัดน้ำฝนกับปริมาณน้ำฝนที่คำนวณจากข้อมูลเรดาร์ (ปี พ.ศ. 2549-2551)

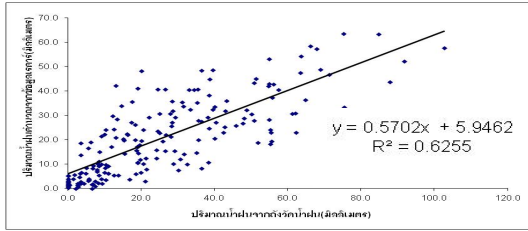
ข้อมูลวันที่	สมการถดถอยเชิงเส้น	R^2
27 สิงหาคม 2549	$y = 0.2647x + 0.7652$	0.1079
28 สิงหาคม 2549	$y = 0.2489x + 1.2597$	0.3236
29 สิงหาคม 2549	$y = 0.5702x + 5.9462$	0.6255
30 สิงหาคม 2549	$y = 0.1997x + 4.4528$	0.2751
31 สิงหาคม 2549	$y = 0.2871x + 2.2143$	0.2390
30 สิงหาคม 2550	$y = 0.8702x + 1.3026$	0.6597
31 สิงหาคม 2550	$y = 0.3445x + 1.9299$	0.4580
1 กันยายน 2550	$y = 0.5736x + 0.581$	0.5477
2 กันยายน 2550	$y = 0.5613x + 1.5543$	0.5677
3 กันยายน 2550	$y = 0.5956x + 0.7502$	0.6431
27 สิงหาคม 2551	$y = 0.8691x + 1.3072$	0.7368
28 สิงหาคม 2551	$y = 0.5499x + 1.3857$	0.5582
29 สิงหาคม 2551	$y = 0.4528x + 1.4573$	0.4355
30 สิงหาคม 2551	$y = 0.5116x + 0.6867$	0.4876
31 สิงหาคม 2551	$y = 0.5118x + 0.8468$	0.6317



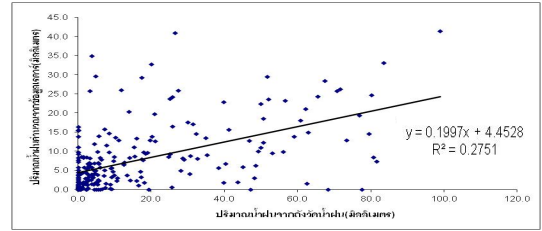
ข้อมูลวันที่ 27 เดือน สิงหาคม 2549



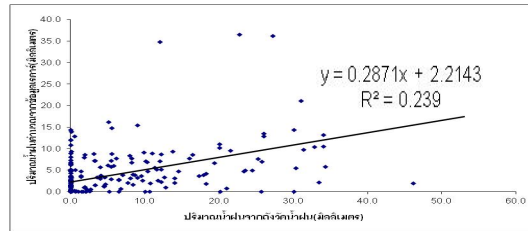
ข้อมูลวันที่ 28 เดือน สิงหาคม 2549



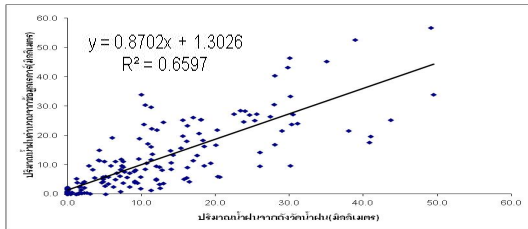
ข้อมูลวันที่ 29 เดือน สิงหาคม 2549



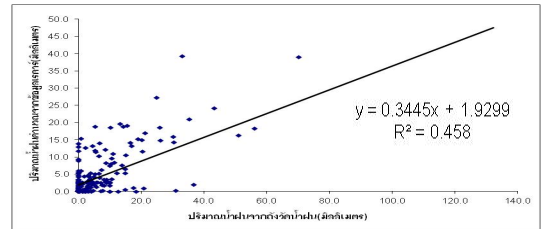
ข้อมูลวันที่ 30 เดือน สิงหาคม 2549



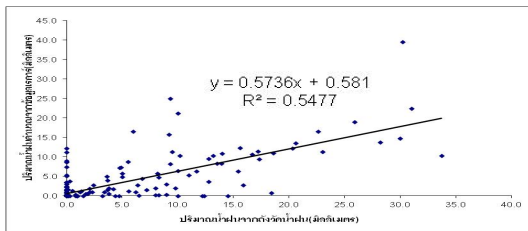
ข้อมูลวันที่ 31 เดือน สิงหาคม 2549



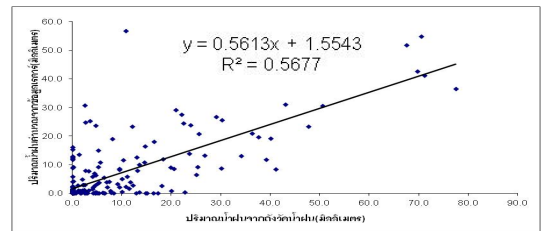
ข้อมูลวันที่ 30 เดือน สิงหาคม 2550



ข้อมูลวันที่ 31 เดือน สิงหาคม 2550

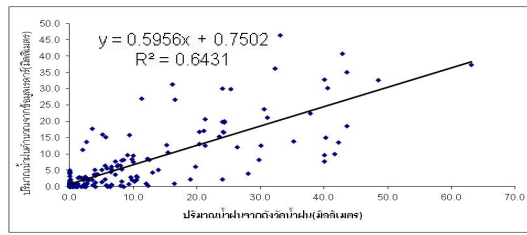


ข้อมูลวันที่ 1 เดือน กันยายน 2550

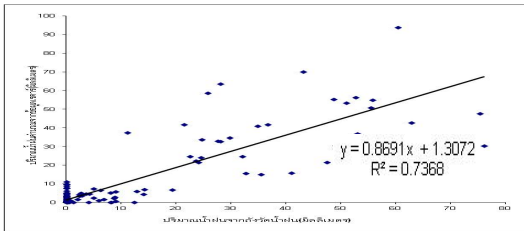


ข้อมูลวันที่ 2 เดือน กันยายน 2550

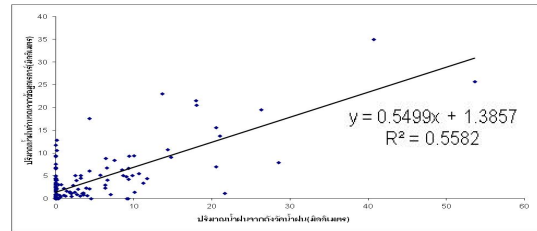
ภาพที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนกับปริมาณน้ำฝนจากการคำนวณ
ข้อมูลเรดาร์ทั้ง 15 วัน



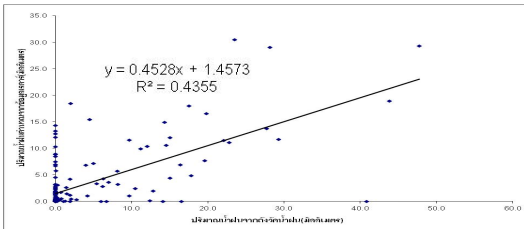
ข้อมูลวันที่ 3 เดือน กันยายน 2550



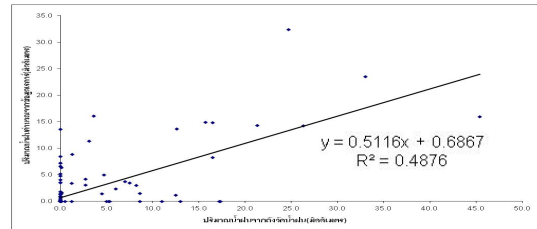
ข้อมูลวันที่ 27 เดือน สิงหาคม 2551



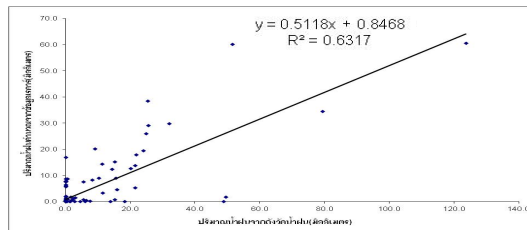
ข้อมูลวันที่ 28 เดือน สิงหาคม 2551



ข้อมูลวันที่ 29 เดือน สิงหาคม 2551

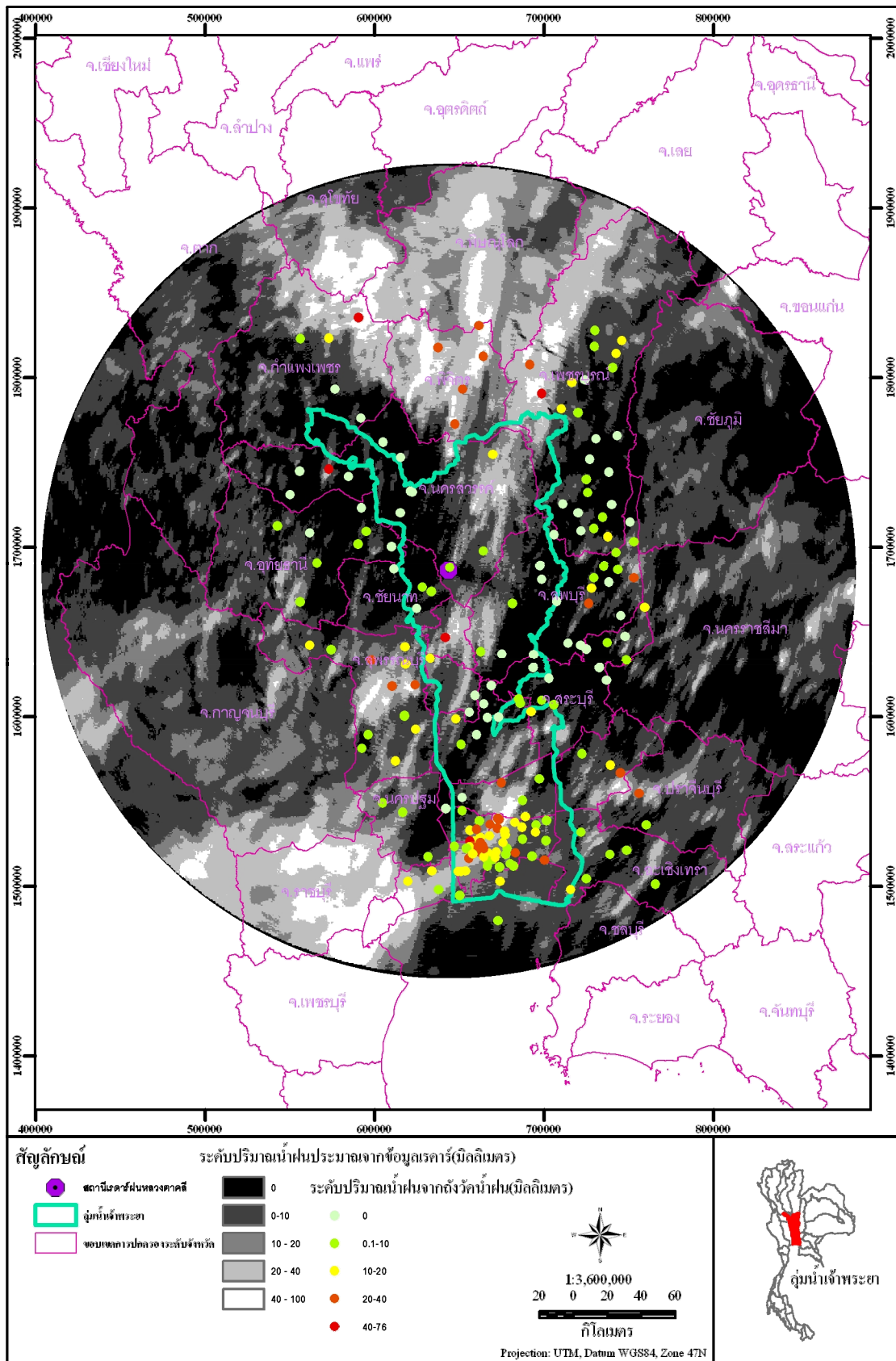


ข้อมูลวันที่ 30 เดือน สิงหาคม 2551

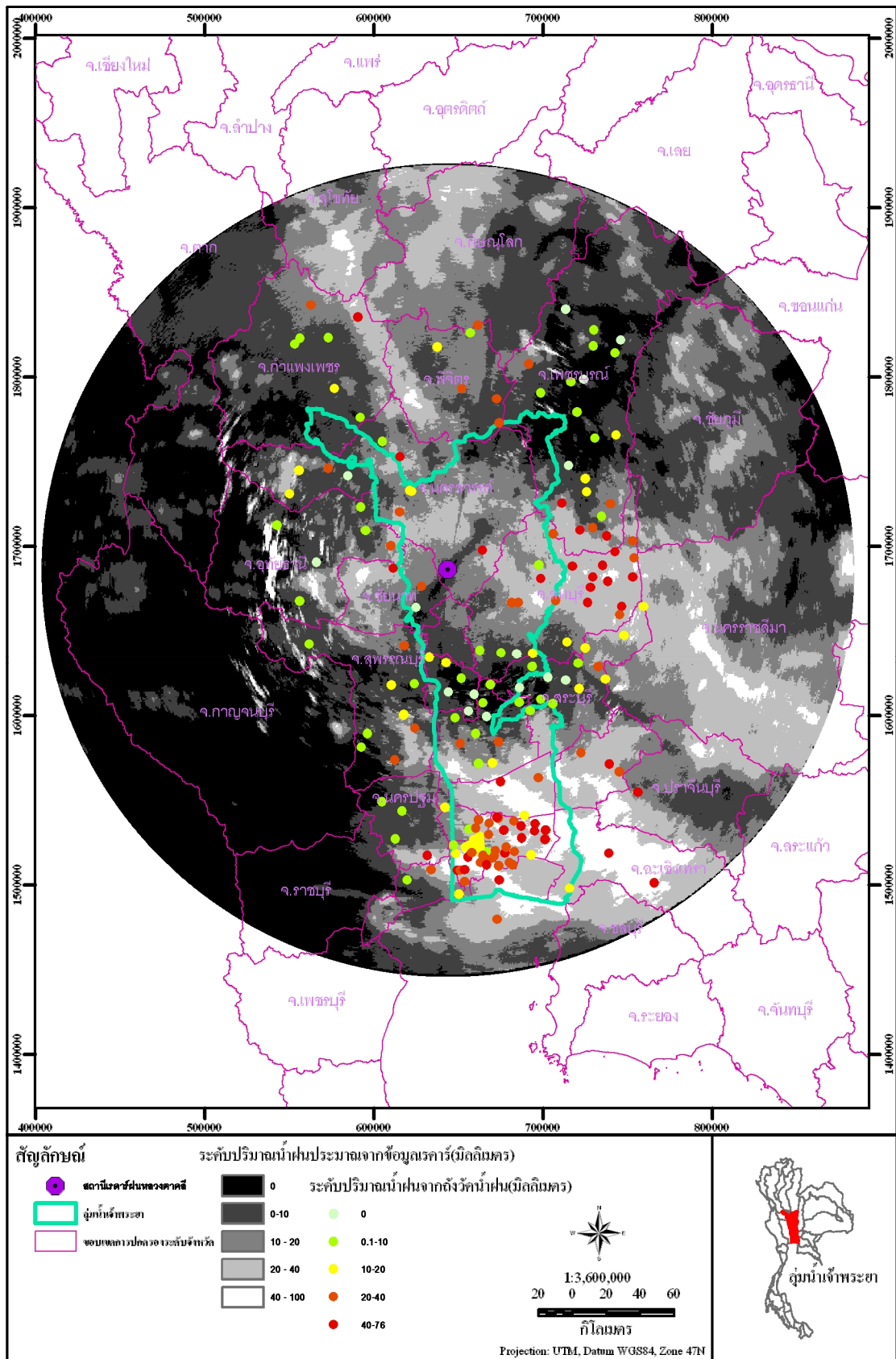


ข้อมูลวันที่ 31 เดือน สิงหาคม 2551

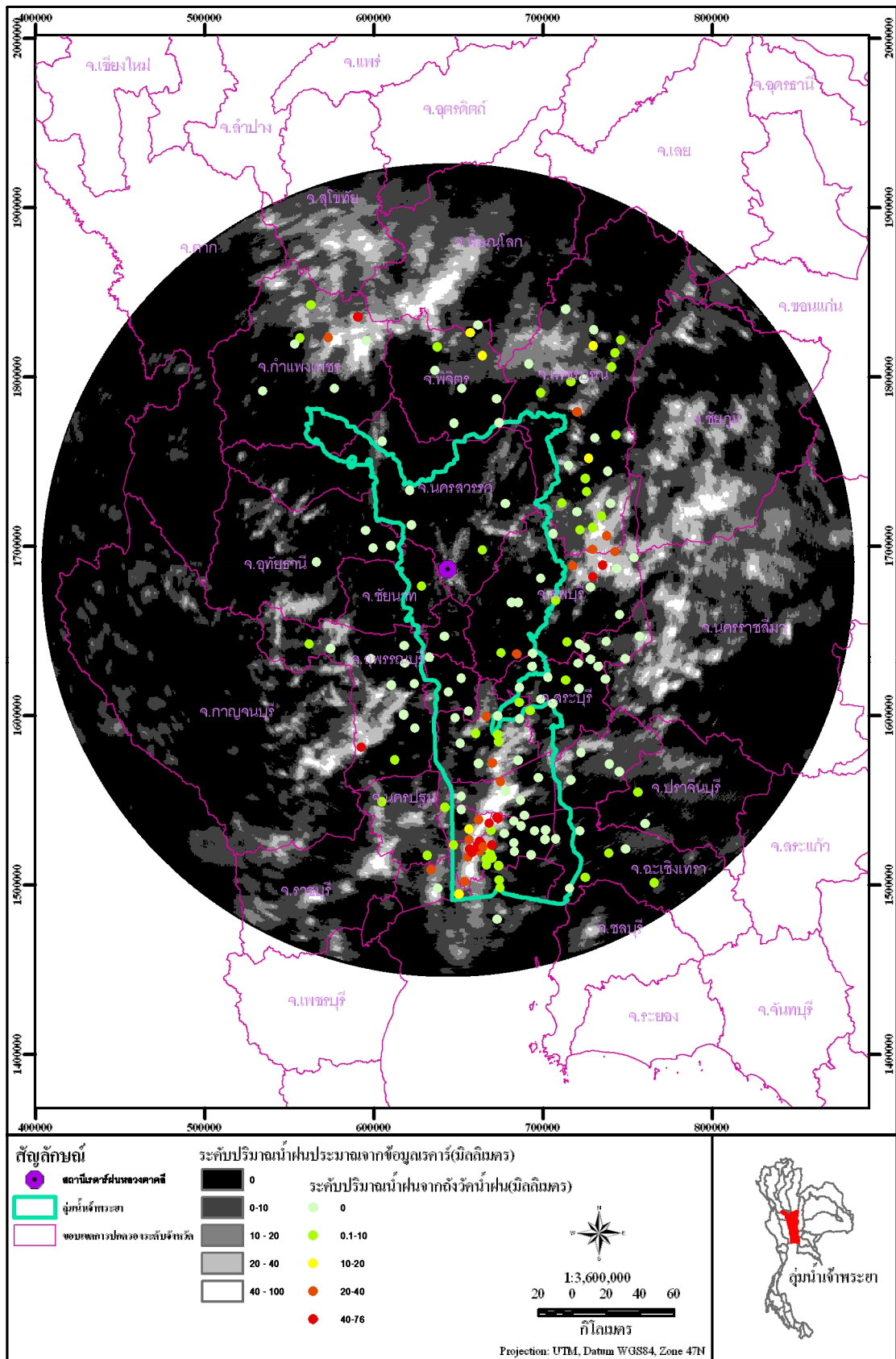
ภาพที่ 4.2 (ต่อ)



ภาพที่ 4.3 แผนที่ระดับปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนและข้อมูลเรดาร์ วันที่ 29 สิงหาคม 2549



ภาพที่ 4.4 แผนที่ระดับปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนและข้อมูลเรดาร์ วันที่ 30 สิงหาคม 2550



ภาพที่ 4.5 แผนที่ระดับปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนและข้อมูลเรดาร์ วันที่ 27 สิงหาคม 2551

4.2 ผลการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวัน

4.2.1 การเลือกสถานีวัดน้ำฝน

ผู้ศึกษาได้คัดเลือกสถานีวัดน้ำฝนจาก สถานีวัดน้ำฝนทั้งหมด 247 สถานี โดยใช้การสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย คัดเลือกสถานีวัดน้ำฝนตัวอย่างทั้งหมด จำนวน 60 สถานี โดยแบ่งเป็นการสุ่มจาก สถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของสถานีวัดน้ำฝนมาก (บริเวณกรุงเทพมหานครและปริมณฑล) จำนวน 30 สถานี และจากบริเวณพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของสถานีวัดน้ำฝนน้อย (บริเวณตอนบนของพื้นที่ราบลุ่มน้ำเจ้าพระยา จำนวน 30 สถานี ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 รายชื่อสถานีวัดน้ำฝนที่ใช้ในการทดสอบ

ลำดับ	วันที่ ข้อมูล	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	จังหวัด	เขต*	ปริมาณ น้ำฝน (มิลลิเมตร)
1	29/08/49	386301	สภษ.พิจิตร	พิจิตร	น้อย	15.40
2	29/08/49	402005	ที่ว่าการอำเภอสรรคบุรี	ชัยนาท	น้อย	0.00
3	29/08/49	412005	ที่ว่าการอำเภอโพธิ์ทอง	อ่างทอง	น้อย	6.70
4	29/08/49	415001	สำนักงานเกษตรอำเภอพระนครศรีอยุธยา	พระนครศรีอยุธยา	น้อย	28.70
5	29/08/49	415007	สำนักงานเกษตรอำเภอผักไห่	พระนครศรีอยุธยา	น้อย	1.70
6	29/08/49	423003	สำนักงานเกษตรอำเภอบางคล้า	ฉะเชิงเทรา	น้อย	66.10
7	29/08/49	423301	สภษ.ฉะเชิงเทรา	ฉะเชิงเทรา	น้อย	63.40
8	29/08/49	426003	ที่ว่าการอำเภอโคกสำโรง	ลพบุรี	น้อย	25.80
9	29/08/49	426018	กิ่ง อ.ลำสนธิ	ลพบุรี	น้อย	38.50
10	29/08/49	429001	ร.ร.เทศบาล 1 อ.เมืองสมุทรปราการ	สมุทรปราการ	น้อย	67.80
11	29/08/49	422013	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขต เทคนิคนนทบุรี	นนทบุรี	มาก	28.20
12	29/08/49	455017	กรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย เขตบางรัก	กรุงเทพฯ	มาก	38.60
13	29/08/49	455039	กองบินตำรวจ เขตบางเขน	กรุงเทพฯ	มาก	54.90
14	29/08/49	455043	กองกำกับการสายตรวจฯ (กก.สตร.)	กรุงเทพฯ	มาก	38.10
15	29/08/49	455063	สถานีไฟฟ้าย่อยเพชรเกษม เขตภาษีเจริญ	กรุงเทพฯ	มาก	54.80
16	29/08/49	455065	วิทยาลัยพาณิชย์การธนบุรี เขตภาษีเจริญ	กรุงเทพฯ	มาก	32.90
17	29/08/49	455069	ร.ร.รัตนโกสินทร์สมโภช เขตบางขุนเทียน	กรุงเทพฯ	มาก	51.30

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ลำดับ	วันที่ ข้อมูล	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	จังหวัด	เขต*	ปริมาณ น้ำฝน (มิลลิเมตร)
18	29/08/49	455071	ร.ร.สมโภชกรุงรัตนโกสินทร์ 200 ปี เขต สะพานสูง	กรุงเทพฯ	มาก	40.00
19	29/08/49	455081	ร.ร.วัดสุทธิสะอาด เขตมีนบุรี	กรุงเทพฯ	มาก	43.20
20	29/08/49	455084	ศูนย์ก่อสร้างและบูรณะถนน 3 เขต ประเวศ	กรุงเทพฯ	มาก	31.50
21	30/08/50	379009	ที่ว่าการอำเภอวังโป่ง ถ.ชนแดน-วังหิน	เพชรบูรณ์	น้อย	23.40
22	30/08/50	386002	ที่ว่าการอำเภอบางมูลนาก	พิจิตร	น้อย	29.80
23	30/08/50	400003	ที่ว่าการอำเภอโกรกพระ	นครสวรรค์	น้อย	0.00
24	30/08/50	400008	ที่ว่าการอำเภอหนองบัว	นครสวรรค์	น้อย	17.50
25	30/08/50	400301	สภ.ตากฟ้า	นครสวรรค์	น้อย	9.90
26	30/08/50	402005	ที่ว่าการอำเภอสรรคบุรี	ชัยนาท	น้อย	0.00
27	30/08/50	412007	สถานีทดลองและขยายพันธุ์้อย่างทอง 165 ม.3 ต.สีบัวทอง อ.แสวงหา	อ่างทอง	น้อย	14.30
28	30/08/50	415007	สำนักงานเกษตรอำเภอผักไห่	พระนครศรีอยุธยา	น้อย	12.00
29	30/08/50	419301	สภ.ปทุมธานี	ปทุมธานี	น้อย	20.20
30	30/08/50	425005	สำนักงานเกษตรอำเภอสามชูก	สุพรรณบุรี	น้อย	12.10
31	30/08/50	422004	ที่ว่าการอำเภอบางกรวย	นนทบุรี	มาก	13.00
32	30/08/50	455017	กรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย เขตบางรัก	กรุงเทพฯ	มาก	15.60
33	30/08/50	455032	วัดนวลจันทร์ เขตลาดพร้าว	กรุงเทพฯ	มาก	16.10
34	30/08/50	455038	สถานบำบัดโรคผิวหนัง เขตบางเขน	กรุงเทพฯ	มาก	35.00
35	30/08/50	455039	กองบินตำรวจ เขตบางเขน	กรุงเทพฯ	มาก	17.80
36	30/08/50	455044	กองพันทหารราบที่ 2 กรมทหารราบที่ 1 (ร.1 พัน 2 รอ.)	กรุงเทพฯ	มาก	22.50
37	30/08/50	455063	สถานีไฟฟ้าย่อยเพชรเกษม เขตภาษีเจริญ	กรุงเทพฯ	มาก	27.90
38	30/08/50	455084	ศูนย์ก่อสร้างและบูรณะถนน 3 เขต ประเวศ	กรุงเทพฯ	มาก	9.20
39	30/08/50	455201	ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิต	กรุงเทพฯ	มาก	13.90
40	30/08/50	455601	ท่าอากาศยานกรุงเทพ	กรุงเทพฯ	มาก	38.90

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ลำดับ	วันที่ ข้อมูล	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	จังหวัด	เขต*	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)
41	27/08/51	379045	หมวดการทางหนองไผ่(นาเกลือ)ง ค.นา เกลือ	เพชรบูรณ์	น้อย	27.50
42	27/08/51	414007	ที่ว่าการอำเภอหนองแซง	สระบุรี	น้อย	8.90
43	27/08/51	415001	สำนักงานเกษตรอำเภอ พระนครศรีอยุธยา	พระนครศรีอยุธยา	น้อย	2.70
44	27/08/51	415002	สำนักงานเกษตรอำเภอบางปะอิน	พระนครศรีอยุธยา	น้อย	21.40
45	27/08/51	415008	สำนักงานเกษตรอำเภอบางปะหัน	พระนครศรีอยุธยา	น้อย	22.50
46	27/08/51	415014	สำนักงานเกษตรอำเภอบางบาล	พระนครศรีอยุธยา	น้อย	6.20
47	27/08/51	415017	สถานีทดลองข้าวหั้นตรา อ. พระนครศรีอยุธยา	พระนครศรีอยุธยา	น้อย	8.10
48	27/08/51	419006	ที่ว่าการอำเภอหนองเสือ (เทศบาล)	ปทุมธานี	น้อย	0.00
49	27/08/51	419301	สภ.ปทุมธานี	ปทุมธานี	น้อย	24.70
50	27/08/51	422006	ที่ว่าการอำเภอไทรน้อย	นนทบุรี	น้อย	4.20
51	27/08/51	455015	วิทยาเขตเพาะช่าง เขตพระนคร	กรุงเทพฯ	มาก	25.70
52	27/08/51	455044	กองพันทหารราบที่ 2 กรมทหารราบที่ 1 (ร.1 พัน 2 รอ.)	กรุงเทพฯ	มาก	55.70
53	27/08/51	455050	ร.ร.สุวรรณพลับพลาพิทยาคม เขตคลัง ชั้น	กรุงเทพฯ	มาก	55.40
54	27/08/51	455056	ร.ร.สามัคคีสุทธาวาส เขตบางพลัด	กรุงเทพฯ	มาก	48.60
55	27/08/51	455057	วิทยาลัยพณิชยการสยาม เขตบางพลัด	กรุงเทพฯ	มาก	52.70
56	27/08/51	455058	ร.ร.ศรีอุทัย 888 แขวงบางยี่ขัน เขตบาง พลัด	กรุงเทพฯ	มาก	60.40
57	27/08/51	455063	สถานีไฟฟ้าย่อยเพชรเกษม เขตภาษี เจริญ	กรุงเทพฯ	มาก	29.80
58	27/08/51	455065	วิทยาลัยพณิชยการธนบุรี เขตภาษีเจริญ	กรุงเทพฯ	มาก	43.10
59	27/08/51	455086	สวนจิตรลดา	กรุงเทพฯ	มาก	28.00
60	27/08/51	455601	ท่าอากาศยานกรุงเทพ	กรุงเทพฯ	มาก	52.90

หมายเหตุ

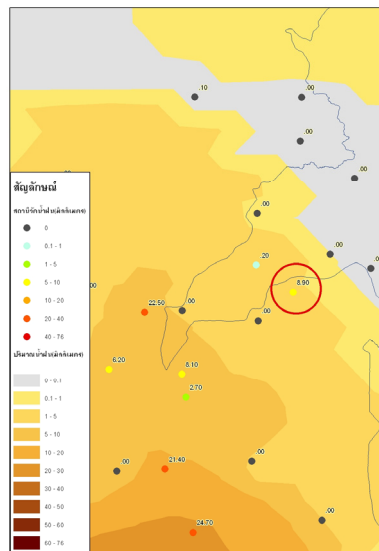
* มาก = บริเวณพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของสถานีวัดน้ำฝนมาก
น้อย = บริเวณพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของสถานีวัดน้ำฝนน้อย

4.2.2 ผลการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนในแต่ละวิธี

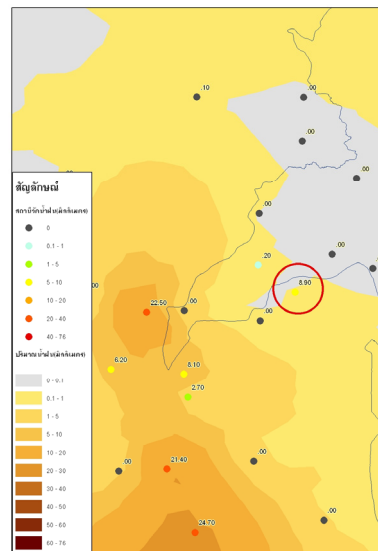
4.2.2.1 ลักษณะการกระจายของปริมาณฝนรายวันในแต่ละวิธี

ดำเนินการศึกษาการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวัน ทั้ง 34 วิธีย่อย ด้วยข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน วันที่ 27 สิงหาคม 2551 ซึ่งลักษณะการกระจายของฝนในวันนี้ฝนจะตกมากในบริเวณตอนล่างของพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา และบริเวณทิศตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา มีปริมาณน้ำฝนที่วัดได้จากสถานีตรวจวัดอากาศตั้งแต่ตรวจวัดไม่ได้ จนถึง 76 มิลลิเมตร และมีฝนตกเป็นหย่อม ๆ กระจายอยู่ทั่วไป (ภาพที่ 4.6) พบลักษณะความผิดพลาดที่สำคัญ ดังนี้

จากการประมาณค่าระหว่างช่วงทั้ง 5 วิธีหลัก พบว่า วิธีย่อยที่ 1 ถึง 33 มีลักษณะเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือ จะประมาณค่าบริเวณที่สถานีวัดน้ำฝนได้มากและค่อย ๆ ลดลงตามระยะทาง แต่จะไม่สามารถประมาณค่าในบริเวณที่ฝนตกเป็นหย่อมเล็ก ๆ โดยมีสถานีวัดน้ำฝนที่วัดน้ำฝนได้ แต่สถานีวัดน้ำฝนรอบ ๆ วัดน้ำฝนไม่ได้ (ภาพที่ 4.6) นอกจากนี้จะพบว่าบริเวณที่มีฝนตกเป็นหย่อมเล็ก ๆ ถ้ามีสถานีวัดน้ำฝนบริเวณนั้นจะไม่สามารถประมาณค่าได้ใกล้เคียง ซึ่งต่างจากวิธีย่อยที่ 34 ซึ่งใช้ข้อมูลจากเรดาร์เป็นหลัก จะสามารถประมาณค่าการกระจายของฝนได้ใกล้เคียงกว่า และสามารถที่จะประมาณค่าฝนที่ตกเป็นหย่อมเล็ก ๆ ได้ ถึงแม้จะไม่มีสถานีวัดน้ำฝนในบริเวณนั้น (ภาพที่ 4.6 และภาพที่ 4.7)

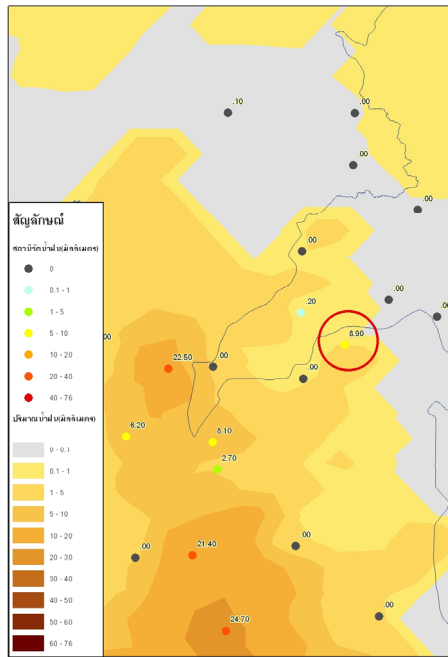


วิธีหลักที่ 1 Inverse Distance Weight

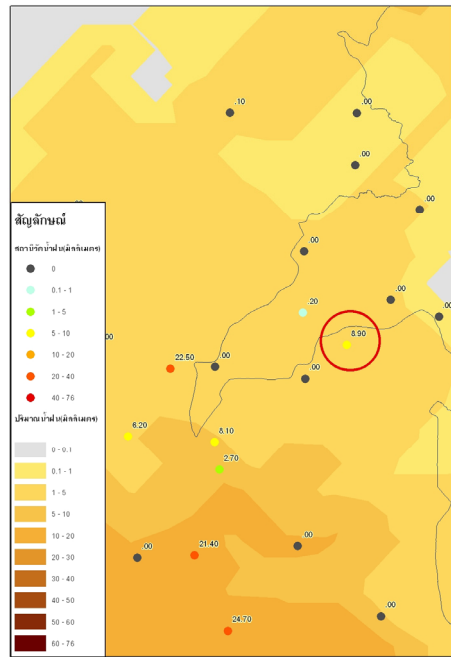


วิธีหลักที่ 2 Radial Basis Functions

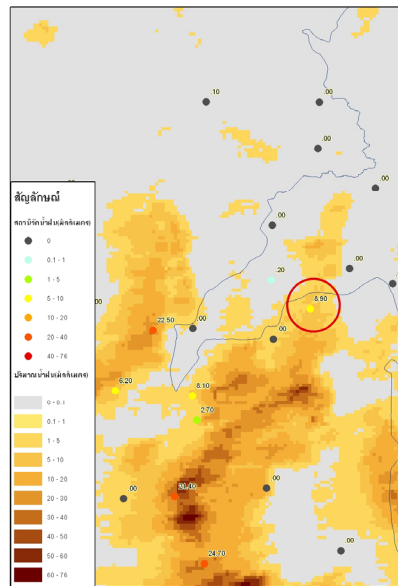
ภาพที่ 4.6 ลักษณะการกระจายของฝนเปรียบเทียบบริเวณที่มีฝนตกตรงกลางแล้วรอบข้างไม่มีฝนตกทั้ง 5 วิธีหลัก



วิธีหลักที่ 3 Kriging

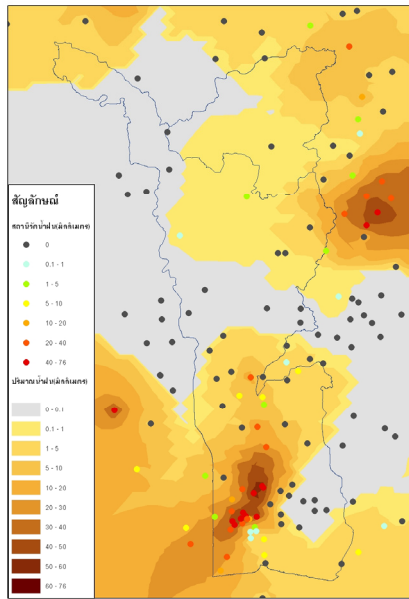


วิธีหลักที่ 4 Co-Kriging



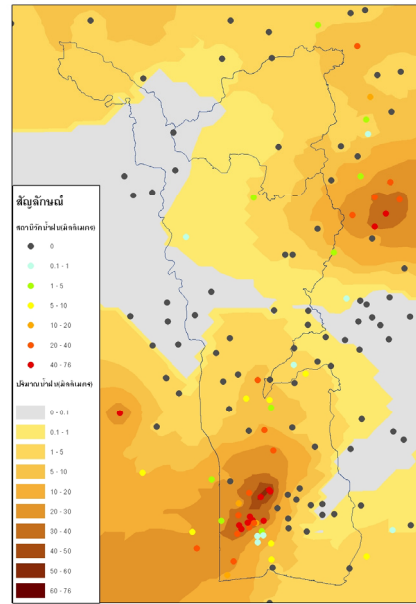
วิธีหลักที่ 5 RADAR

ภาพที่ 4.6 (ต่อ)



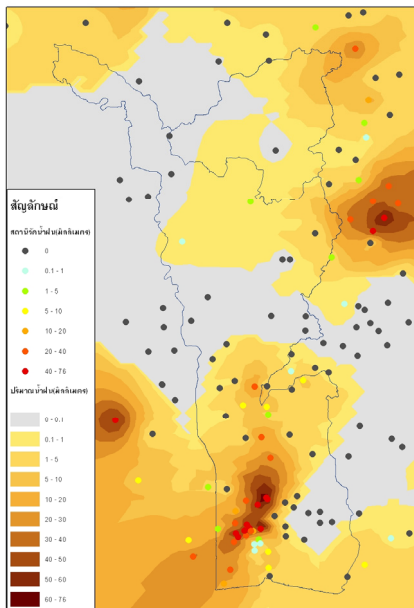
วิธีย่อยที่ 1

Inverse Distance Weighted(power = 1, neighbor = 6)



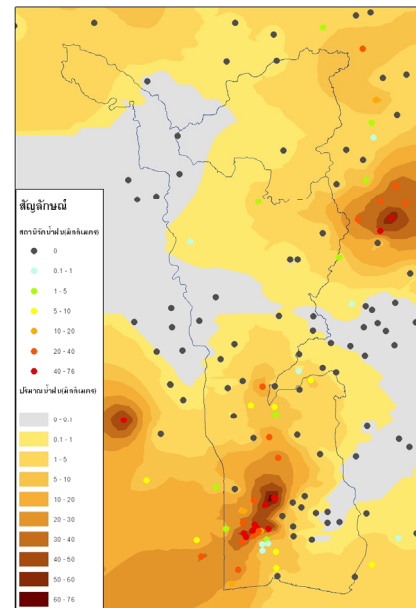
วิธีย่อยที่ 2

Inverse Distance Weighted(power = 1, neighbor = 12)



วิธีย่อยที่ 3

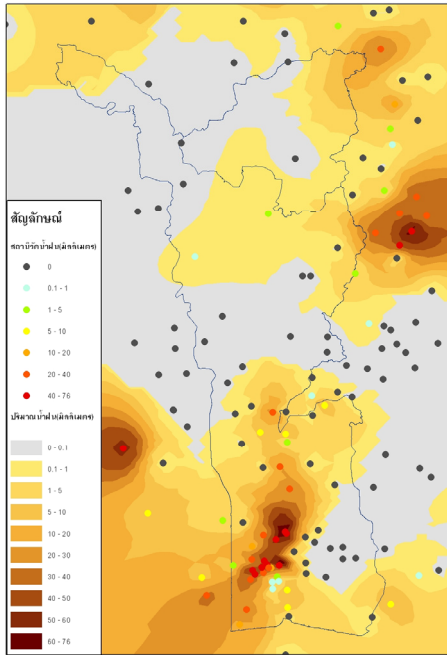
Inverse Distance Weighted(power = 2, neighbor = 6)



วิธีย่อยที่ 4

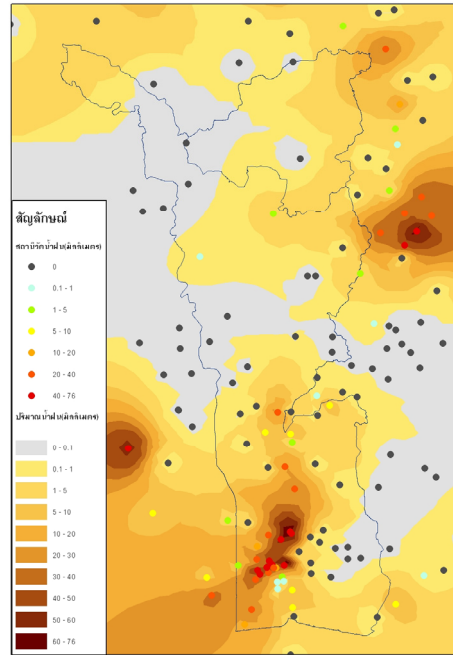
Inverse Distance Weighted(power = 2, neighbor = 12)

ภาพที่ 4.7 ลักษณะการกระจายน้ำฝนรายวันที่ได้จากการประมาณค่า ทั้ง 34 วิธีย่อย



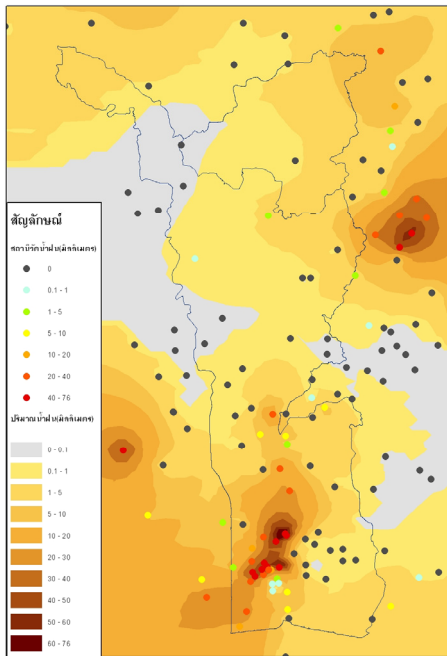
วิธีย่อยที่ 5

Inverse Distance Weighted(power = 3, neighbor = 6)



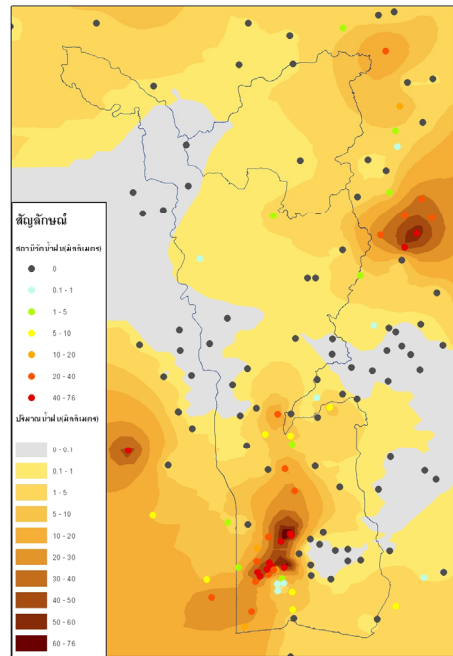
วิธีย่อยที่ 6

Inverse Distance Weighted(power = 3, neighbor = 12)



วิธีย่อยที่ 7 Radial Basis Functions

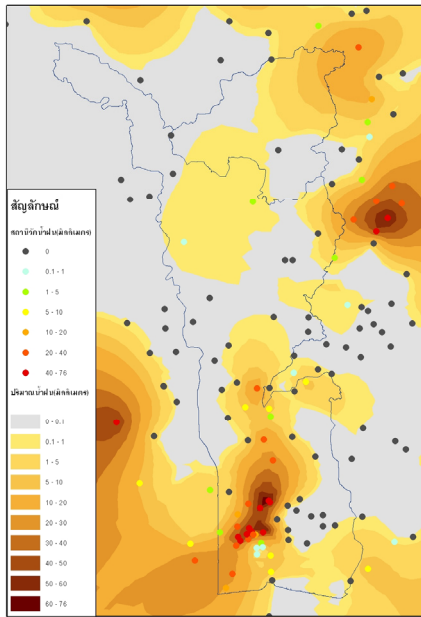
(kernel functions: Completely Regularized Spline)



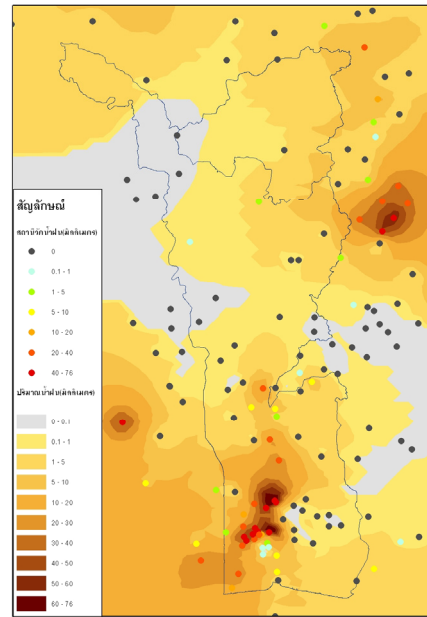
วิธีย่อยที่ 8 Radial Basis Functions

(kernel functions: Spline with Tension)

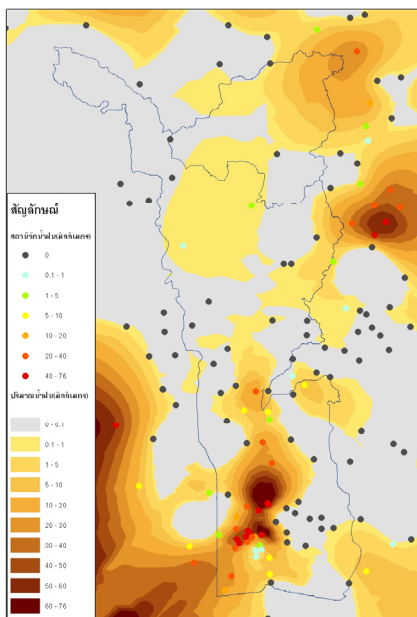
ภาพที่ 4.7 (ต่อ)



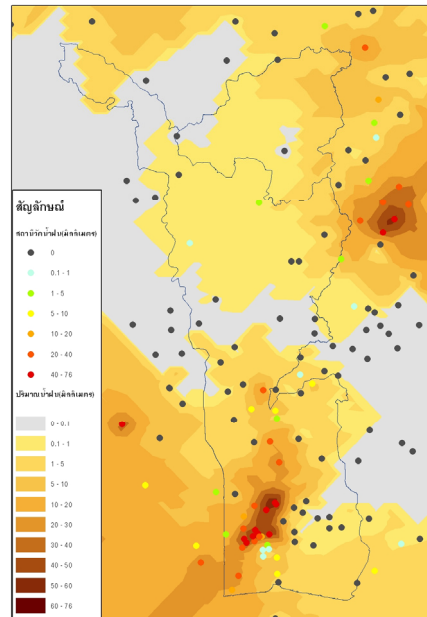
วิธีย่อยที่ 9 Radial Basis Functions
(kernel functions: Multiquadric)



วิธีย่อยที่ 10 Radial Basis Functions
(kernel functions: Inverse Multiquadric)

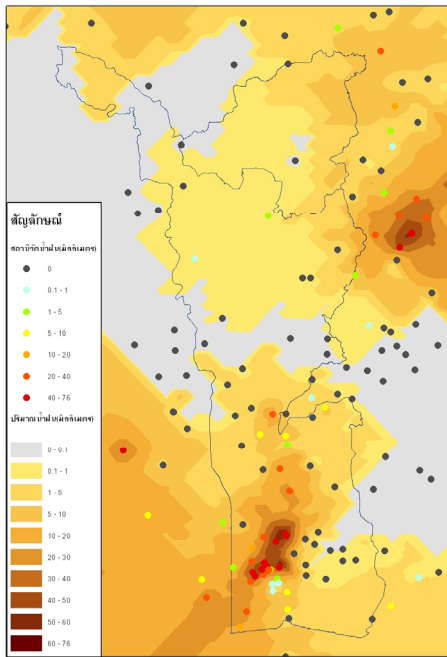


วิธีย่อยที่ 11 Radial Basis Functions
(kernel functions: Thin Plate Spline)



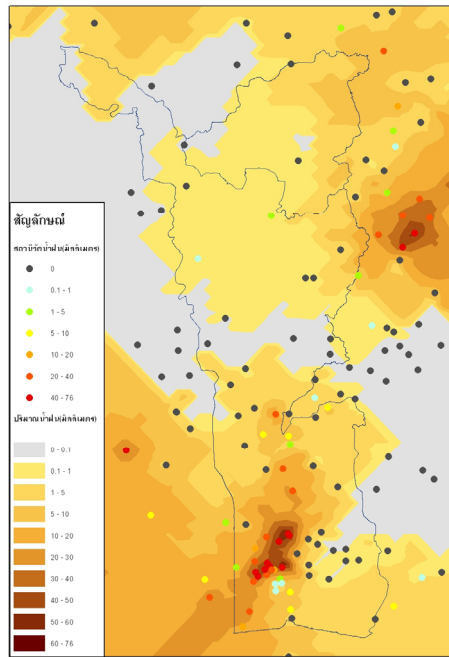
วิธีย่อยที่ 12
Kriging (model: Circular)

ภาพที่ 4.7 (ต่อ)



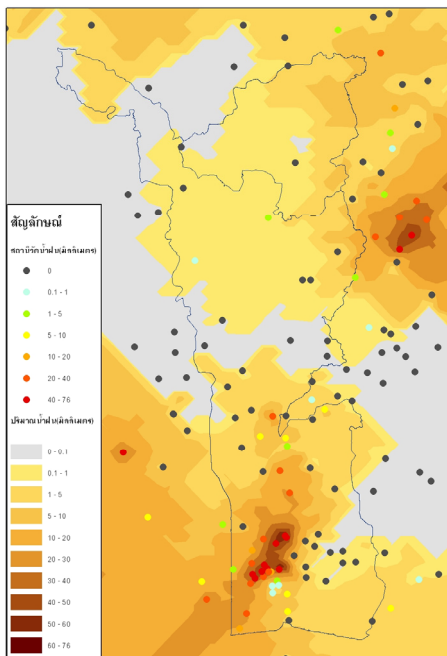
วิธีย่อยที่ 13

Kriging (model: Spherical)



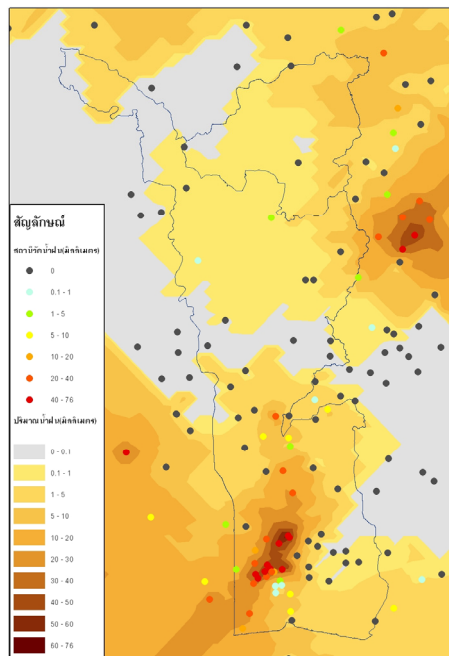
วิธีย่อยที่ 14

Kriging (model: Tetra Spherical)



วิธีย่อยที่ 15

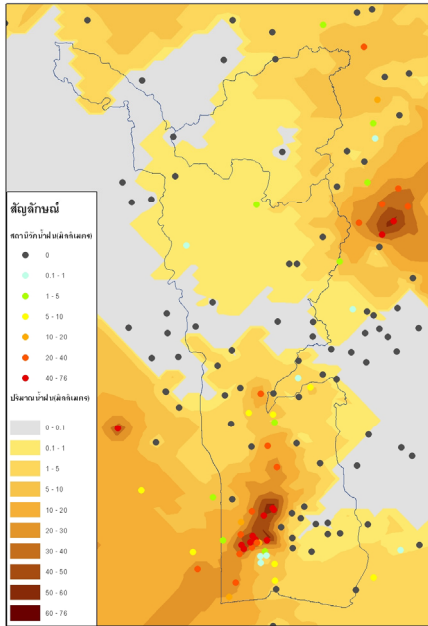
Kriging (model: Penta Spherical)



วิธีย่อยที่ 16

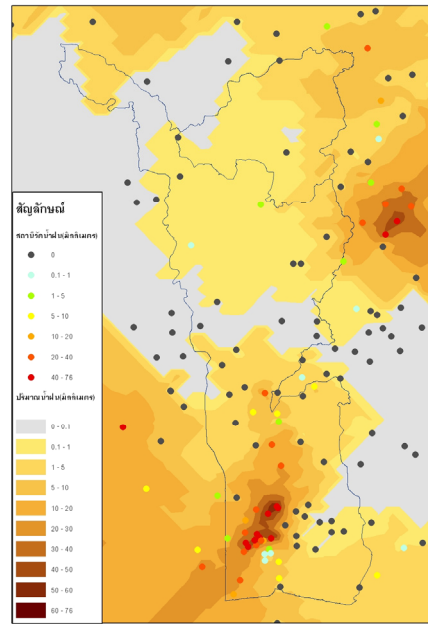
Kriging (model: Exponential)

ภาพที่ 4.7 (ต่อ)



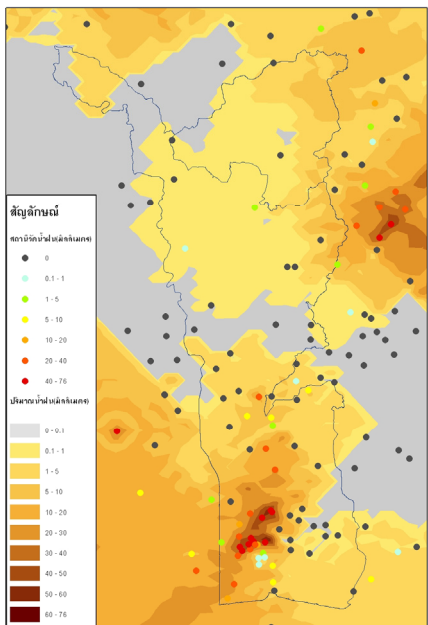
วิธีย่อยที่ 17

Kriging (model: Gaussian)



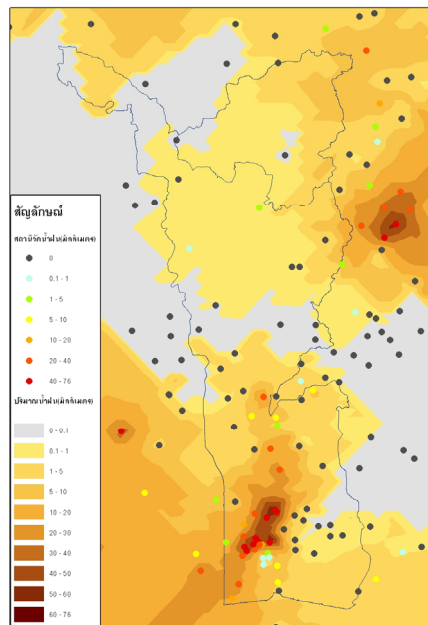
วิธีย่อยที่ 18

Kriging (model: Rational Quadratic)



วิธีย่อยที่ 19

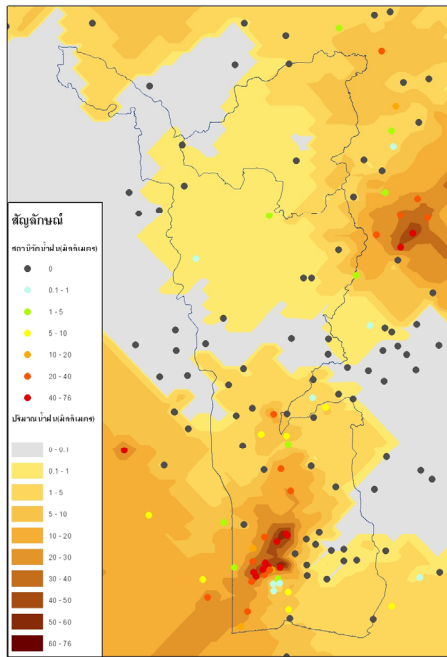
Kriging (model: Hole Effect)



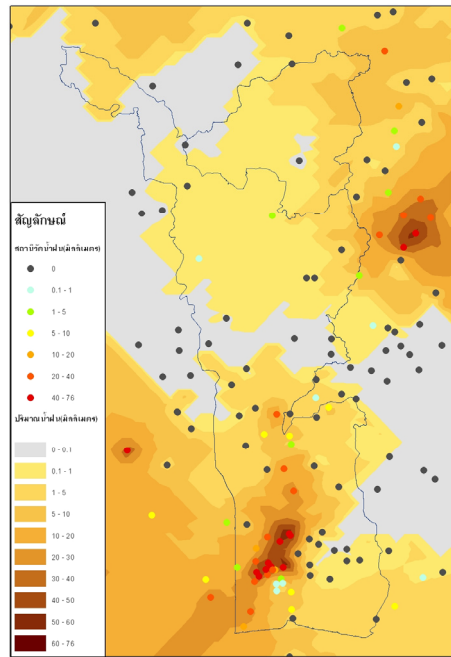
วิธีย่อยที่ 20

Kriging (model: K-Bessel)

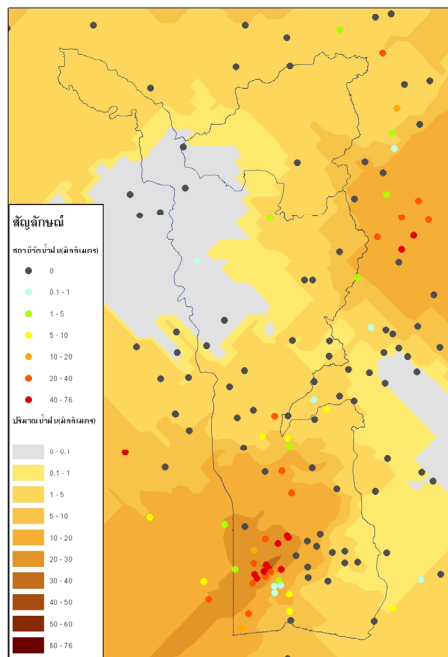
ภาพที่ 4.7 (ต่อ)



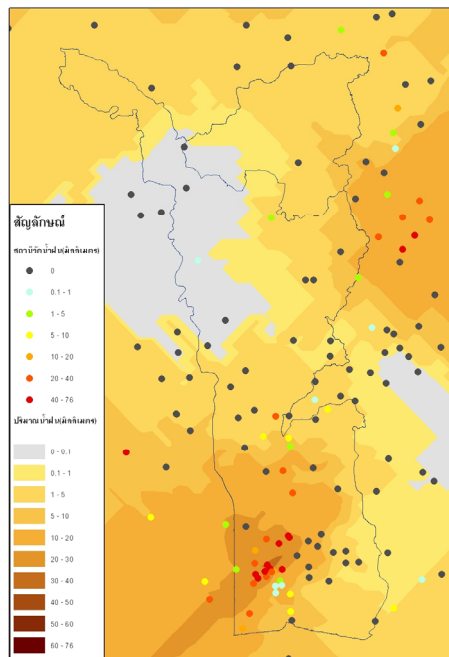
วิธีช้อยที่ 21
Kriging (model: J-Bessel)



วิธีช้อยที่ 22
Kriging (model: Stable)

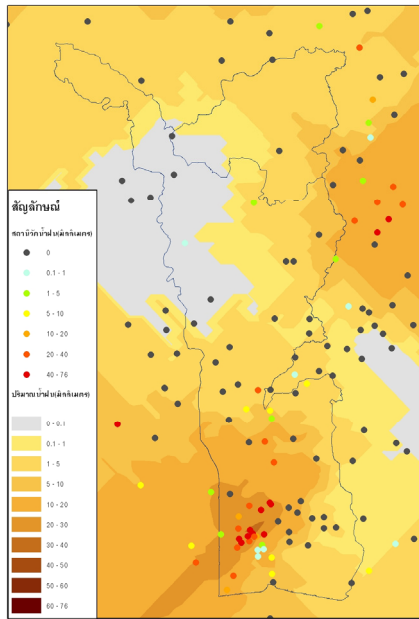


วิธีช้อยที่ 23
CoKriging (model: Circular)



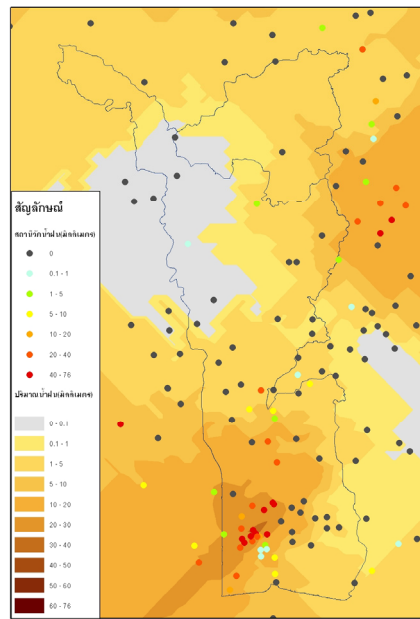
วิธีช้อยที่ 24
CoKriging (model: Spherical)

ภาพที่ 4.7 (ต่อ)



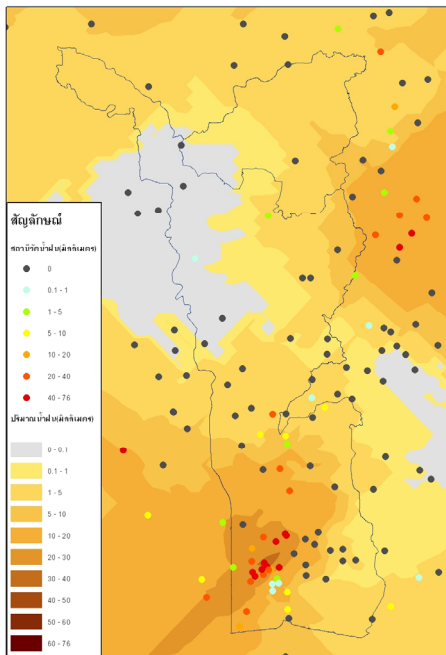
วิธีย่อยที่ 25

CoKriging (model: Tetra Spherical)



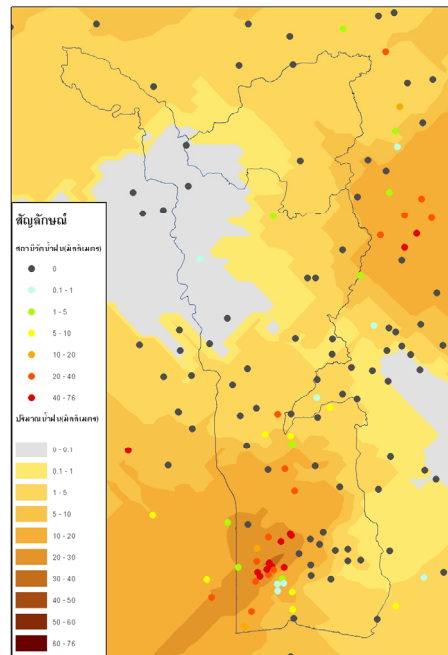
วิธีย่อยที่ 26

CoKriging (model: Penta Spherical)



วิธีย่อยที่ 27

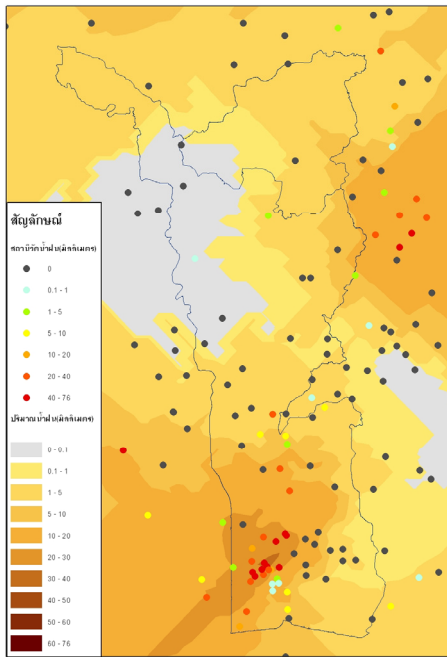
CoKriging (model: Exponential)



วิธีย่อยที่ 28

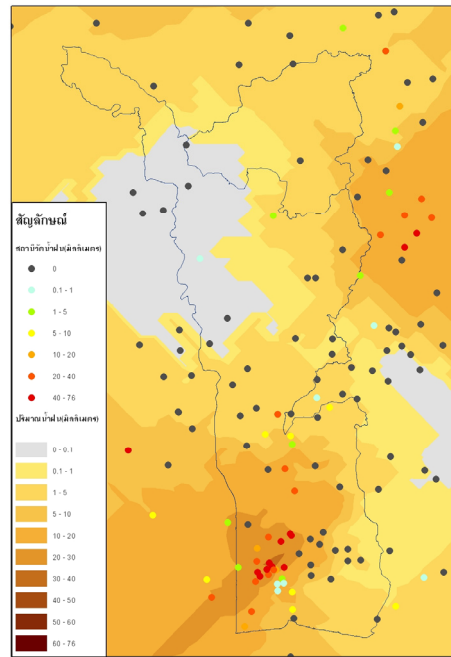
CoKriging (model: Guassian)

ภาพที่ 4.7 (ต่อ)



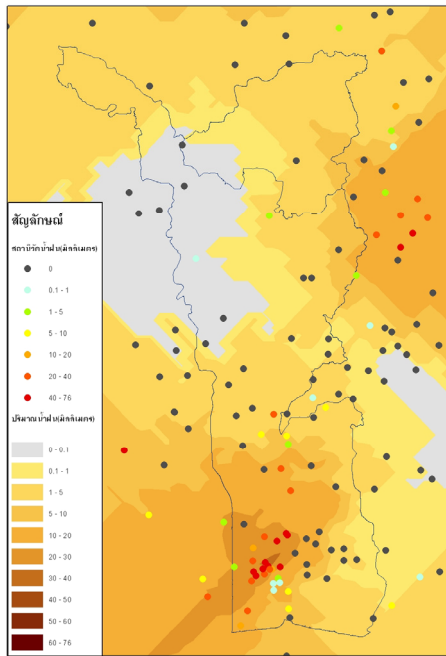
วิธีย่อยที่ 29

CoKriging (model: Rational Quadratic)



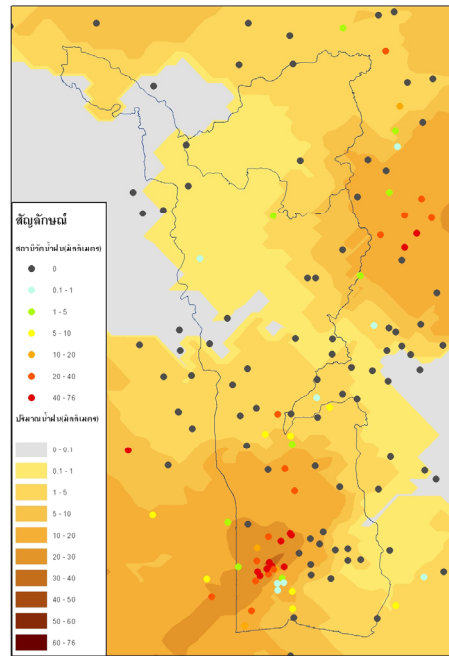
วิธีย่อยที่ 30

CoKriging (model: Hole Effect)



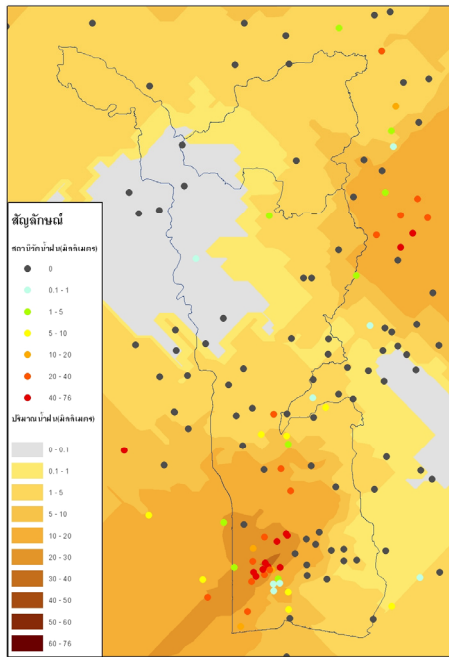
วิธีย่อยที่ 31

CoKriging (model: K-Bessel)



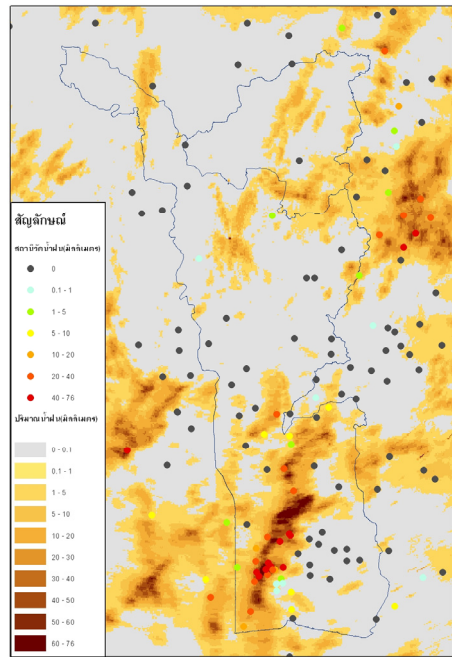
วิธีย่อยที่ 32

CoKriging (model: J-Bessel)



วิธีย่อยที่ 33

CoKriging (model: Stable)



วิธีย่อยที่ 34

RADAR ปรับแก้ด้วยสมการถดถอยแบบเส้นตรง

ภาพที่ 4.7 (ต่อ)

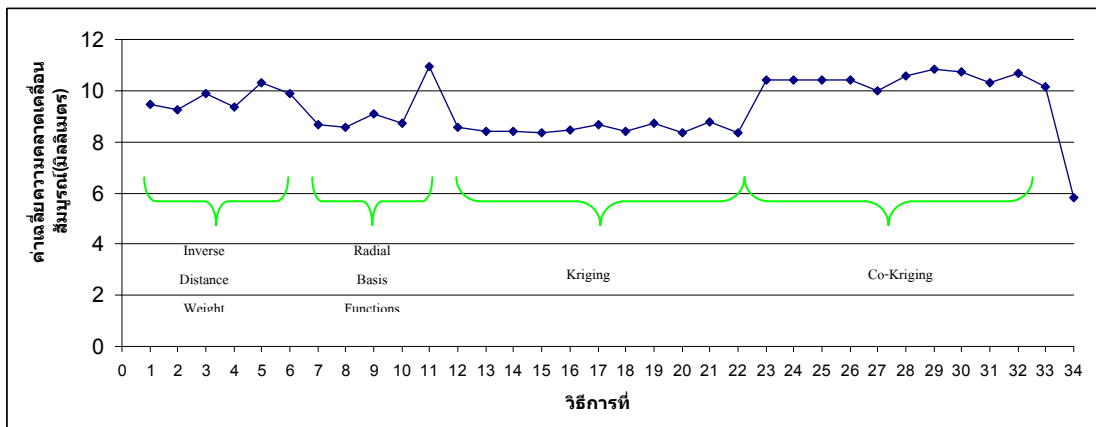
4.3 การเปรียบเทียบการประมาณค่าในแต่ละวิธี

4.3.1 ลักษณะทางสถิติ

4.3.1.1 เปรียบเทียบทั้ง 5 วิธีหลัก

เมื่อพิจารณาตามวิธีการหลักทั้ง 5 วิธี พบว่า วิธีสมการถดถอยเชิงเส้นของข้อมูลเรดาร์ ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAE) ต่ำสุด เท่ากับ 5.81 มิลลิเมตร รองลงมาเป็นวิธี Kriging, Radial Basis Functions, Inverse Distance Weight และวิธี Co-Kriging เท่ากับ 8.50, 9.2, 9.7 และ 10.44 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.8

และเมื่อทำการเปรียบเทียบการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันทั้ง 34 วิธีย่อย พบว่า วิธีสมการถดถอยเชิงเส้นของข้อมูลเรดาร์ ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAE) และรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (RMSE) น้อยที่สุด เท่ากับ 5.81 มิลลิเมตร และ 9 ตามลำดับ ในขณะที่วิธี Radial Basis Functions (kernel functions: Thin Plate Spline) เป็นวิธีย่อยที่ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAE) มากที่สุด เท่ากับ 11.0 มิลลิเมตร และวิธี CoKriging (model: Guassian) เป็นวิธีย่อยที่ให้ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (RMSE) มากที่สุด เท่ากับ 14.34 ดังตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.8 (รายละเอียดเพิ่มเติมแสดงในภาคผนวก ข)



ภาพที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ทั้ง 34 วิธีย่อย

4.3.1.2 เปรียบเทียบเฉพาะวิธีที่ใช้ค่าสถิติอย่างเดียว

เมื่อพิจารณาเฉพาะวิธีหลักที่ใช้สถิติเพียงอย่างเดียวทั้ง 3 วิธี 22 วิธีย่อย ได้แก่ วิธี Inverse Distance Weight, Radial Basis Functions และ Kriging ได้ผลการเปรียบเทียบ ดังนี้

พิจารณาทั้งวิธีหลัก พบว่าวิธี Kriging ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAE) ต่ำสุด เท่ากับ 8.50 มิลลิเมตร รองลงมาเป็นวิธี Radial Basis Functions และ Inverse Distance Weight ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAE) สูงสุด เท่ากับ 9.2 และ 9.7

มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.8 โดยวิธีย่อยที่ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAE) ต่ำสุดสำหรับวิธีที่ใช้ค่าสถิติเพียงอย่างเดียว ได้แก่ วิธี Kriging แบบจำลองวาริโอแกรม (Model) แบบ Stable เท่ากับ 8.35 มิลลิเมตร ส่วนวิธีย่อยที่ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAE) มากที่สุด ได้แก่ วิธี Radial Basis Functions Kernel Thin Plate Spline เท่ากับ 11 มิลลิเมตรดังตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.8

เมื่อพิจารณาแยกรายวิธี มีรายละเอียด ดังนี้

วิธีหลัก Inverse Distance Weight ทำการศึกษา 6 วิธีย่อย แบ่งตามเลขกำลัง (power) ของสมการ ได้แก่ ยกกำลัง 1, 2 และ 3 และจำนวนจุดรอบข้างที่ใช้คำนวณ (Neighbor) ได้แก่ 6 และ 12 จุด จากผลการศึกษาพบว่า วิธีย่อยที่ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAE) ต่ำที่สุด ได้แก่ การใช้ power = 1 และ neighbor = 12 ส่วนวิธีย่อยที่ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAE) สูงสุด ได้แก่ power = 3 และ neighbor = 6 นอกจากนี้ยังพบว่า ยิ่งใช้ power สูงขึ้น ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ยิ่งสูงขึ้น ในขณะที่ power เท่ากัน การใช้ neighbor = 12 จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ต่ำกว่า neighbor = 6 ดังตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.8

วิธีหลัก Radial Basis Functions ทำการศึกษา 5 วิธีย่อย แบ่งตาม kernel functions จากผลการศึกษาพบว่า kernel functions ที่ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ต่ำที่สุด ได้แก่ Spline with Tension เท่ากับ 8.58 มิลลิเมตร ส่วน kernel functions ที่ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์สูงที่สุด ได้แก่ Thin Plate Spline เท่ากับ 11 มิลลิเมตร

วิธีหลัก Kriging ทำการศึกษา 11 วิธีย่อย แบ่งตาม แบบจำลองในการสร้างวาริโอแกรม (Model) จากผลการศึกษาพบว่า แบบจำลองในการสร้างวาริโอแกรมที่ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ต่ำที่สุด ได้แก่ Stable เท่ากับ 8.35 มิลลิเมตร รองลงมาเป็น Penta Spherical เท่ากับ 8.37 มิลลิเมตร ส่วนแบบจำลองในการสร้างวาริโอแกรมที่ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์สูงที่สุด ได้แก่ J-Bessel เท่ากับ 8.76 มิลลิเมตร

ตารางที่ 4.4 ลักษณะทางสถิติในการประมาณค่าในแต่ละวิธี

วิธีที่	วิธีหลัก	วิธีย่อย	ค่าเฉลี่ย	ช่วงความ		ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ส่วน	รากที่สองของค่าเฉลี่ย	
			ความคลาดเคลื่อน	เชื่อมั่น 95%						เบี่ยงเบน
			สัมบูรณ์	ค่าต่ำ	ค่าสูง	Min AE	Max AE	มาตรฐาน	ยกกำลังสอง	
			MAE					S.D. AE	RMSE	
1	Inverse	power = 1, neighbor = 6	9.48	7.49	11.48	0.05	31.46	7.72	12.19	
2	Distance	power = 1, neighbor = 12	9.27	7.24	11.29	0.65	33.51	7.84	12.09	
3	Weight	power = 2, neighbor = 6	9.91	7.86	11.95	0.03	31.01	7.91	12.64	
4		power = 2, neighbor = 12	9.36	7.35	11.37	0.36	32.83	7.78	12.13	
5		power = 3, neighbor = 6	10.3	8.12	12.49	0.3	31.83	8.46	13.29	
6		power = 3, neighbor = 12	9.86	7.73	12.00	0.15	32.22	8.28	12.83	
เฉลี่ย				9.70	7.63	11.76	0.26	32.14	8.00	12.53
7		Radial	Completely Regularized	8.65	6.78	10.52	0.08	32.43	7.23	11.23
8	Basis	Spline with Tension	8.58	6.74	10.42	0.05	32.47	7.12	11.11	
9		Multiquadric	9.11	7.22	11.00	0.14	32.37	7.32	11.65	
10		Inverse Multiquadric	8.72	6.86	10.57	0.06	33.3	7.18	11.25	
11		Thin Plate Spline	11	8.80	13.11	0.4	32.55	8.34	13.72	
เฉลี่ย				9.2	7.3	11.1	0.1	32.6	7.4	11.8

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

วิธีที่	วิธีหลัก	วิธีย่อย	ค่าเฉลี่ย	ช่วงความเชื่อมั่น		ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	รากที่สองของค่าเฉลี่ย
			ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์	95%					ความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง
			MAE	ค่าต่ำ	ค่าสูง	Min AE	Max AE	S.D. AE	RMSE
12	Kriging	Circular	8.54	6.50	10.58	0.09	34.9	7.91	11.59
13		Spherical	8.41	6.36	10.45	0	34.39	7.91	11.50
14		Tetra Spherical	8.43	6.39	10.46	0.03	34.07	7.87	11.48
15		Penta Spherical	8.37	6.32	10.42	0.09	33.89	7.92	11.48
16		Exponential	8.46	6.49	10.43	0.68	32.01	7.62	11.34
17		Guassian	8.68	6.63	10.73	0.24	34.41	7.92	11.71
18		Rational Quadratic	8.43	6.44	10.41	0.14	30.6	7.69	11.37
19		Hole Effect	8.7	6.59	10.81	0.28	34.76	8.18	11.89
20		K-Bessel	8.36	6.40	10.31	0	33.04	7.57	11.23
21		J-Bessel	8.76	6.58	10.94	0.34	34.98	8.45	12.12
22		Stable	8.35	6.41	10.28	0.07	32.82	7.51	11.18
เฉลี่ย			8.50	6.46	10.53	0.18	33.62	7.87	11.54

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

วิธีที่	วิธีหลัก	วิธีย่อย	ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์	ช่วงความเชื่อมั่น 95%		ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	รากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง	
			MAE	ค่าต่ำ	ค่าสูง	Min AE	Max AE	S.D. AE	RMSE	
23	Co-Kriging	Circular	10.4	7.90	12.91	0.03	34.09	9.69	14.17	
24		Spherical	10.4	7.91	12.91	0.09	34.4	9.68	14.16	
25		Tetra Spherical	10.4	7.90	12.89	0.09	34.45	9.66	14.14	
26		Penta Spherical	10.4	7.95	12.92	0.09	34.48	9.62	14.13	
27		Exponential	9.98	7.61	12.34	0.06	31.38	9.16	13.49	
28		Guassian	10.6	8.06	13.10	0.1	34.83	9.77	14.34	
29		Rational Quadratic	10.8	8.29	13.33	0.15	36.22	9.76	14.51	
30		Hole Effect	10.8	8.38	13.11	0.16	32.57	9.16	14.07	
31		K-Bessel	10.3	7.95	12.70	0.09	32.68	9.19	13.77	
32		J-Bessel	10.7	8.33	13.08	0.09	32.68	9.21	14.07	
33		Stable	10.1	7.75	12.53	0.09	32.68	9.24	13.66	
เฉลี่ย				10.44	8.00	12.89	0.09	33.68	9.47	14.05
34		RADAR		5.81	4.03	7.60	0	29.31	6.92	9.00

4.3.2 การทดสอบสมมุติฐาน

ทดสอบความแตกต่างของค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ในแต่ละวิธี ด้วย one-way ANOVA พบว่า ที่ระดับ Degree of Freedom (df) 33 ค่า F เท่ากับ 1.046 มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ในแต่ละวิธีทั้ง 34 วิธีย่อย อย่างไรก็ตามไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.1$) แต่จากการทดสอบความแตกต่างรายคู่ (Post Hoc Multiple Comparisons) ด้วยวิธี Fisher's Least – Significant Different (LSD) ผลการทดสอบทางสถิติพบว่ามีเพียงวิธีการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันด้วยข้อมูลเรดาร์ (วิธีย่อยที่ 34) ที่มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAE) น้อยกว่าวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.1$) ดังแสดงในตารางที่ 4.5 และ 4.6

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบ oneway-ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2414.758	33	73.174	1.046	0.396
Within Groups	140310.575	2006	69.945		
Total	142725.333	2039			

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบความแตกต่างรายคู่ด้วยวิธี LSD

**	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
1		0.89	0.78	0.93	0.59	0.80	0.59	0.55	0.81	0.62	0.34	0.54	0.48	0.49	0.47	0.50	0.60	0.49	0.61	0.46	0.64	0.46	0.55	0.55	0.55	0.53	0.75	0.47	0.39	0.41	0.58	0.42	0.67	0.02*	
2			0.67	0.95	0.50	0.69	0.69	0.65	0.92	0.72	0.27	0.63	0.57	0.58	0.56	0.60	0.70	0.58	0.71	0.55	0.74	0.55	0.45	0.46	0.46	0.44	0.64	0.39	0.31	0.33	0.49	0.35	0.57	0.02*	
3				0.72	0.79	0.98	0.41	0.38	0.60	0.44	0.49	0.37	0.33	0.33	0.31	0.34	0.42	0.33	0.43	0.31	0.45	0.31	0.74	0.74	0.75	0.73	0.96	0.66	0.55	0.58	0.79	0.60	0.88	0.01*	
4					0.53	0.74	0.64	0.61	0.87	0.67	0.30	0.59	0.53	0.54	0.52	0.56	0.66	0.54	0.67	0.51	0.70	0.51	0.49	0.49	0.50	0.48	0.69	0.42	0.34	0.36	0.53	0.38	0.61	0.02*	
5						0.77	0.28	0.26	0.43	0.30	0.67	0.25	0.21	0.22	0.20	0.23	0.29	0.22	0.29	0.20	0.31	0.20	0.95	0.95	0.96	0.93	0.83	0.86	0.74	0.77	0.99	0.79	0.91	0.00*	
6							0.43	0.40	0.62	0.45	0.47	0.39	0.34	0.35	0.33	0.36	0.44	0.35	0.45	0.32	0.47	0.32	0.72	0.72	0.73	0.71	0.94	0.64	0.54	0.56	0.76	0.58	0.86	0.01*	
7								0.96	0.76	0.97	0.13	0.94	0.87	0.88	0.85	0.90	0.99	0.88	0.97	0.85	0.94	0.84	0.25	0.25	0.25	0.24	0.39	0.21	0.16	0.17	0.27	0.18	0.33	0.06*	
8									0.73	0.93	0.12	0.98	0.91	0.92	0.89	0.94	0.95	0.92	0.94	0.88	0.91	0.88	0.23	0.23	0.24	0.22	0.36	0.19	0.14	0.16	0.25	0.16	0.31	0.07*	
9										0.80	0.23	0.71	0.64	0.65	0.63	0.67	0.78	0.65	0.79	0.62	0.82	0.62	0.40	0.40	0.40	0.39	0.57	0.34	0.27	0.28	0.43	0.30	0.50	0.03*	
10											0.14	0.91	0.84	0.85	0.82	0.87	0.98	0.85	0.99	0.81	0.98	0.81	0.27	0.27	0.27	0.26	0.41	0.22	0.17	0.18	0.29	0.19	0.35	0.06*	
11												0.11	0.10	0.10	0.09	0.10	0.14	0.10	0.14	0.09	0.15	0.09	0.72	0.72	0.71	0.73	0.52	0.81	0.92	0.89	0.68	0.87	0.59	0.00*	
12													0.93	0.94	0.91	0.96	0.93	0.94	0.92	0.91	0.88	0.90	0.22	0.22	0.23	0.21	0.35	0.18	0.14	0.15	0.24	0.16	0.29	0.07*	
13														0.99	0.98	0.97	0.86	0.99	0.85	0.97	0.82	0.97	0.19	0.19	0.19	0.18	0.30	0.15	0.12	0.13	0.21	0.13	0.26	0.09*	
14															0.97	0.98	0.87	1.00	0.86	0.96	0.83	0.96	0.19	0.19	0.20	0.19	0.31	0.16	0.12	0.13	0.21	0.14	0.26	0.09*	
15																0.95	0.84	0.97	0.83	0.99	0.80	0.99	0.18	0.18	0.19	0.18	0.29	0.15	0.11	0.12	0.20	0.13	0.25	0.09*	
16																	0.88	0.98	0.87	0.95	0.84	0.94	0.20	0.20	0.21	0.20	0.32	0.16	0.12	0.13	0.22	0.14	0.27	0.08*	
17																		0.87	0.99	0.83	0.96	0.83	0.26	0.26	0.26	0.25	0.40	0.21	0.16	0.18	0.28	0.19	0.34	0.06*	
18																			0.86	0.96	0.83	0.96	0.19	0.19	0.20	0.19	0.31	0.16	0.12	0.13	0.21	0.14	0.26	0.09*	
19																				0.82	0.97	0.82	0.26	0.26	0.27	0.26	0.40	0.22	0.17	0.18	0.29	0.19	0.35	0.06*	
20																					0.79	0.99	0.18	0.18	0.18	0.17	0.29	0.15	0.11	0.12	0.20	0.12	0.24	0.10*	
21																						0.79	0.28	0.28	0.29	0.27	0.43	0.23	0.18	0.19	0.31	0.20	0.37	0.05*	
22																							0.18	0.18	0.18	0.17	0.29	0.14	0.11	0.12	0.20	0.12	0.24	0.10*	
23																								1.00	0.99	0.99	0.78	0.91	0.79	0.82	0.95	0.85	0.86	0.00*	
24																									0.99	0.99	0.78	0.91	0.79	0.82	0.96	0.85	0.86	0.00*	
25																										0.98	0.79	0.90	0.78	0.82	0.96	0.84	0.87	0.00*	
26																											0.76	0.92	0.80	0.84	0.94	0.86	0.85	0.00*	
27																													0.69	0.58	0.61	0.82	0.63	0.91	0.01*
28																														0.88	0.91	0.87	0.94	0.77	0.00*
29																														0.97	0.75	0.94	0.66	0.00*	
30																															0.78	0.98	0.69	0.00*	
31																															0.80	0.90	0.00*		
32																																0.71	0.00*		
33																																		0.00*	
34																																			0.00*

หมายเหตุ: * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P<0.1 ** 1-34 คือ วิธีที่ ชื่อวิธีการหลัก และค่าตัวแปรดูตามตารางที่ 3.1

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันทั้ง 5 วิธีหลัก 34 วิธีย่อย ในพื้นที่ราบลุ่มน้ำเจ้าพระยา ผลการทดลองสามารถสรุปได้ ดังนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง และอภิปรายผล

1) ลักษณะการกระจายของฝนที่ได้จากวิธีการประมาณค่า ของวิธีหลัก Inverse Distance Weight, Radial Basis Functions และ Kriging ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ลักษณะทางสถิติเชิงพื้นที่ (Geostatistic) เพียงอย่างเดียวนั้น โดยภาพรวมให้ลักษณะกระจายของฝนคล้ายๆ กัน โดยลักษณะความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นทั้งกรณีฝนตกเป็นหย่อมขนาดเล็กในบริเวณที่ไม่สถานีวัดน้ำฝนและบริเวณที่เป็นใจกลางของฝนจะประมาณค่าได้ผิดพลาดเหมือนกัน ซึ่งวิธีเหล่านี้จำเป็นต้องใช้สถานีวัดน้ำฝนที่มีความหนาแน่นเพียงพอจึงจะสามารถประมาณค่าได้ถูกต้องเพียงพอกับการนำไปใช้ต่อไป เช่น บริเวณตอนล่างของพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ส่วนบริเวณตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาที่มีความหนาแน่นของสถานีวัดน้ำฝนน้อย การใช้การประมาณค่าโดยใช้ลักษณะทางสถิติเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอในการนำไปใช้ได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ เมธี เอกะสิงห์ และจุไรพร แก้วทิพย์ (2542:2) และ Chaplot et al. (2006:126) ที่สรุปผลการศึกษาว่า ยังมีความหนาแน่นของสถานีวัดน้ำฝนมากยิ่งขึ้นทำให้การประมาณค่าปริมาณน้ำฝนมีความคลาดเคลื่อนน้อยลง

ส่วนวิธี Regression ด้วยข้อมูล RADAR ที่ใช้ข้อมูลจากสถานีเรดาร์ฝนหลวงตาคี ที่ความถี่ในการตรวจวัดทุก 6 นาที จะมีความเหมาะสมในการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันบริเวณพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของสถานีตรวจวัดน้ำฝนน้อยได้ดีกว่า แต่จำเป็นต้องมีข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ใกล้เคียงเพื่อใช้ปรับแก้ข้อมูลให้มีความถูกต้องเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับที่ สุจริต คุณธนกุลวงศ์ และคณะ (2550: 14) ได้กล่าวไว้ว่า ข้อมูลฝนที่ได้จากสถานีเรดาร์ตรวจอากาศนี้มีข้อเสียในเรื่องความถูกต้องของข้อมูล เนื่องจากค่าที่สามารถวัดได้ไม่ใช่ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาถึงพื้นดินโดยตรงเช่นเดียวกับที่วัดได้ด้วยเครื่องวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้อง

ติดตั้งเครื่องมือวัดน้ำฝนภาคพื้นดินควบคู่ไปด้วย เพื่อตรวจสอบและปรับแก้ปริมาณน้ำฝนที่คำนวณได้จากสถานีเรดาร์

2) จากการเปรียบเทียบการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันตามวิธีการหลักทั้ง 5 วิธี (Inverse Distance Weight, Radial Basis Functions, Kriging, CoKriging และสมการถดถอยเชิงเส้น (Regression) ด้วยข้อมูล RADAR ซึ่งพบว่า วิธีสมการถดถอยเชิงเส้นด้วยข้อมูลเรดาร์มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันมากที่สุด เนื่องจากมีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์น้อยที่สุด ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับที่ สุจริต คุณชนกกุลวงศ์ และคณะ (2550: 14) ได้กล่าวไว้ว่า ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ได้จากการแปลงค่าการสะท้อนกลับของสัญญาณเรดาร์ ผลิตภัณฑ์แบบ CAPPI นั้น มีความถูกต้องหากมีการปรับแก้ด้วยข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดินจะสามารถนำไปใช้ในการศึกษาได้

ผลการศึกษาวิธีหลักอื่น ๆ ที่มีความเหมาะสมรองลงมาเป็นวิธี Kriging, Radial Basis Functions, Inverse Distance Weight และวิธี Co-Kriging ตามลำดับ ซึ่งในส่วนของวิธียุติที่ใช้ลักษณะทางสถิติเชิงพื้นที่ (Geo-statistic) เพียงอย่างเดียว (Inverse Distance Weight, Radial Basis Functions และ Kriging) ผลการศึกษาสอดคล้องกับที่ ประกอบ วิโรจน์กัญญา (2537: 37) และ จุไรพร แก้วทิพย์ (2541:บทคัดย่อ) ได้สรุปผลการศึกษาไว้ว่า การประมาณค่าด้วยวิธี Kriging เหมาะสมที่สุด เนื่องจากวิธี Kriging ให้ค่าประมาณที่ใกล้เคียงความจริงมากที่สุด และให้ความคลาดเคลื่อนทางสถิติต่ำที่สุด ตามลำดับ ในขณะที่ Chaplot et al. (2006:126) ได้สรุปการศึกษาไว้แบบมีเงื่อนไขว่าวิธี Kriging จะประมาณค่าดีที่สุด (เหมาะสมที่สุด) เมื่อข้อมูลที่ใช้ในการประมาณค่ามีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนน้อย นอกจากนี้ยังพบว่าผลการศึกษาของผู้ทำการศึกษากลับไม่สอดคล้องกับที่ รัศมี สุวรรณวีระกำจร (2543:35) ทำการศึกษาระดับพื้นที่ลุ่มน้ำเชิงญ จังหวัดชัยภูมิ ซึ่งได้สรุปผลการศึกษาไว้ว่า วิธี Inverse Distance Weight เหมาะสมที่สุด เช่นเดียวกับที่ เมธี เอกะสิงห์ และจุไรพร แก้วทิพย์ (2542:2) ที่ทำการศึกษาระดับจังหวัดเชียงใหม่ และพิษณุโลก ได้สรุปผลการศึกษาไว้ว่า วิธี Radial Basis Functions (Thin Plate Spline) มีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยน้อยที่สุด (เหมาะสมที่สุด) และ Apaydin, Sonmez and Yildirim (2004: 31) ที่ทำการศึกษาระดับตอนใต้ของประเทศตุรกี ได้สรุปผลการศึกษาไว้ว่า วิธี Cokriging เป็นวิธีที่ดีที่สุด (เหมาะสมที่สุด)

3) จากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAE) ในแต่ละวิธี ด้วยสถิติ F-test ซึ่งเป็นการทดสอบรายคู่ด้วยวิธี LSD ผลการทดสอบทางสถิติพบว่า มีเพียงวิธีสมการถดถอยเชิงเส้นของข้อมูลเรดาร์ที่มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAE) น้อยกว่าวิธีอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.1$) ส่วนวิธีอื่น ๆ ซึ่งได้แก่ Inverse Distance Weight,

Radial Basis Functions Kriging และ Cokriging ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAE) มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.1$)

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) จากผลการศึกษาและตรวจเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าในการประมาณค่าด้วยวิธีทางสถิติเชิงพื้นที่ (Geo-statistic) ทั้ง 3 วิธีหลัก Inverse Distance Weighted, Radial Basis Functions และ Kriging ของปริมาณน้ำฝนนั้น ไม่มีวิธีใดที่ให้ค่าความถูกต้องดีที่สุดเสมอไปสำหรับทุกสภาพพื้นที่ ควรทำการศึกษาค่าความคลาดเคลื่อนก่อนทุกครั้ง เพื่อเลือกวิธีที่ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAE) น้อยที่สุด ก่อนการนำไปใช้ (รายละเอียดเพิ่มเติมในภาคผนวก ค) เนื่องจากลักษณะการตกของฝน เช่น ความหนักเบา รูปแบบการตกของฝนที่แตกต่างกันที่ผันแปรไปตามฤดูกาล หรือการตกของฝนที่เกิดจากพายุหมุนเขตร้อนและความกดอากาศ ซึ่งปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้ลักษณะการตกของฝนที่แตกต่างกัน

2) ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรมีการศึกษาค่าพารามิเตอร์ a และ b ที่ใช้ในสมการการแปลงค่าการสะท้อน (Radar Reflectivity, $Z = aR^b$) เป็นค่าความเข้มฝน ที่เหมาะสมกับข้อมูลเรดาร์ของสถานีเรดาร์ฝนหลวงตาคลี เนื่องจากค่าพารามิเตอร์ a และ b จะมีความแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิประเทศ โดยลักษณะภูมิประเทศที่แตกต่างกัน ค่า a และ b ที่เหมาะสมก็จะแตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับที่ ศรีนทิพย์ แทนธานี และคณะ (2550: 47) ได้กล่าวไว้ในข้อเสนอแนะแนวทางการพัฒนาการใช้ข้อมูลเรดาร์ในอนาคตว่า การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของ $Z-R$ ควรทำการวิเคราะห์แยกระหว่างพื้นที่ราบ และพื้นที่ภูเขา ซึ่งจะทำให้การประมาณค่าปริมาณน้ำฝน ด้วยวิธี Cokriging และ Regression ด้วยข้อมูลเรดาร์ มีความคลาดเคลื่อนน้อยลง

บรรณานุกรม

- เกษม จันทร์แก้ว. 2539. **หลักการจัดการลุ่มน้ำ**. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จินตนา อมรสงวนสิน. 2551. **ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับงานวิจัยด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: ทิพนตร์การพิมพ์.
- จันทนา อินทปัญญา. 2551. **สถิติสำหรับการวิจัยทางสิ่งแวดล้อม**. กรุงเทพมหานคร: คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- จุไรพร แก้วทิพย์. 2541. **ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ของปริมาณน้ำฝนเพื่อใช้ในแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศาสตร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ประกอบ วิโรจนกูฏ. 2537. **การหาปริมาณน้ำฝนบนพื้นที่โดยวิธี KRINGING**. วิศวกรรมสาร มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 21 (มกราคม-กุมภาพันธ์): 29-43.
- ภักดี จันทร์เกษ. ม.ป.ป. **เรดาร์ตรวจอากาศฝนหลวง**. ค้นวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2553 จาก <http://www.royalrainmaking.thaigov.net>
- มณฑล จิตเอื้ออารีกุล. 2547. **การประมาณปริมาณฝนด้วยดาวเทียมสำหรับกรุงเทพมหานครในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศาสตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เมธี เอกะสิงห์ และจุไรพร แก้วทิพย์. 2542. **การพัฒนาฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ภูมิอากาศในระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าว ใน รายงานความก้าวหน้าฉบับที่ 4 โครงการวิจัยระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตพืช: ข้าวในภาคเหนือ**. เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. หน้า 2-41.
- รัศมี สุวรรณวีระกำจร. 2543. **การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าน้ำฝนเชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์: กรณีศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำเชิงญ**. **สมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์**. 1 (กันยายน-ธันวาคม): 35-48.
- วิชา นิยม. 2535. **อุทกวิทยาป่าไม้**. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วีระพล แต่สมบัติ. 2538. **หลักอุทกวิทยา**. กรุงเทพมหานคร: ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

- สุเพชร จิระจกรกุล. 2551. **เรียนรู้ระบบภูมิสารสนเทศด้วยโปรแกรม ArcGIS Desktop 9.2.**
กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาเทคโนโลยีชนบท คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สุเพชร จิระจกรกุล. 2552. **เรียนรู้ระบบสารสนเทศด้วยโปรแกรม ArcGIS Desktop 9.3.1.**
กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาเทคโนโลยีชนบท คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สุจริต คุณชนกุลวงศ์ และคณะ. 2550. **การประเมินและพยากรณ์น้ำฝนจากข้อมูลระยะไกล.**
หน่วยปฏิบัติการวิจัยระบบการจัดการแหล่งน้ำ. กรุงเทพมหานคร: คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักฝนหลวงและการบินการเกษตร. ม.ป.ป.. อ้างถึงใน สุจริต คุณชนกุลวงศ์ และคณะ. 2550.
การประเมินและพยากรณ์น้ำฝนจากข้อมูลระยะไกล. หน่วยปฏิบัติการวิจัยระบบการจัดการ
แหล่งน้ำ. กรุงเทพมหานคร: คณะวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศรินทิพย์ แทนธานี, สมาน ปราการรัตน์ และปัญญา พลเสน. 2550. **การประเมินปริมาณน้ำฝนจาก
ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเรดาร์กับข้อมูลฝนจากสถานี สำหรับพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง.**
กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- Apaydin, Halit; Sonmez, F. Kemal and Yildirim, Y. Ersoy. 2004. Spatial interpolation
techniques for climate data in the GAP region in Turkey. **Climate Research.**
14 (December): 31–40.
- Burrough, Peter A. and McDonnell, Rachael A. 1998. **Principles of Geographical Information
System for Land Resource Assessment.** New York : Oxford University Press.
- Chang, Kang-tsung. 2002. **Introduction to Geographic Information Systems.** New York:
McGraw Hill Higher Education.
- Chaplot, V.; Darboux, F.; Bourennane, H.; Leguédois ,S.; Silvera, N. and Phachomphon, K.
2006. Accuracy of Interpolation Techniques for the Derivation of Digital Elevation
Models in Relation to Landform Types and Data Density. **Geomorphology.** 7
(February):126–141.
- Childs ,Colin. 2004. Interpolation Surfaces in ArcGIS Spatial Analyst. **Arcuser.**
7 (July-September): 32-35.

- Dirks, K.N., Hay, J.E., Stow, C.D., Harris, D. 1998. High-resolution Studies of Rainfall on Norfolk Island Part II: Interpolation of Rainfall Data. **Journal of Hydrology**. 17 (April): 187–193.
- Jacek, Malczewski. 1999. **GIS and Multicriteria Decision Analysis**. New York: John Wiley&Son, Inc.
- Jarraud, Michel. 1998. อ้างถึงใน สัมพันธ์ ไทยเครือข่าย, ภาณุมาศ ลิวเจริญทรัพย์ และไพรัตน์ วิรัชวา. 2551. การตรวจอากาศโลกเพื่ออนาคตที่ดีกว่าของมวลมนุษย. **อุตุนิยมวิทยา**. 8 (มกราคม-เมษายน): 1-6.
- Johnston, Kevin; Jay M., Hoef Ver; Krivoruchko, Konstantin and Lucas Neli. 2001. Using ArcGIS Geostatistical Analyst. California: ESRI USA. Inc.
- Marx, A.; Kunstmann, H.; Bardossy, A. and Seltmann, J. 2006. Radar Rainfall Estimates in an Alpine Environment using Inverse Hydrological Modeling. **Advances in Geosciences**. 3(September): 25–29.
- Morin, E.; Goodrich, David C.; Maddox, Robert A.; Gao, Xiaogang; Gupta, Hoshin V. and Sorooshian Soroosh. 2005. Rainfall Modeling for Integrating Radar Information into Hydrological Model. **Atmospheric Science Letter**. 6 (February): 23–30.
- Strahler, A. N. 1967. **Introduction to Physical Geography**. New York: John Wiley & Sons Inc.
- National Ocean and Atmospheric Administration (NOAA). n.d. อ้างถึงใน สุจริต คุณชนกุลวงศ์, วิรัช นัตถรงค์ และอรอนงค์ วรรณราช, 2550: การประเมินและพยากรณ์น้ำฝนจากข้อมูลระยะไกล. กรุงเทพมหานคร: หน่วยปฏิบัติการวิจัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์.

ภาคผนวก ก

ข้อมูลเรดาร์และข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน ที่ใช้ในการศึกษา

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนที่ใช้ในการศึกษา

สถานีวัดน้ำฝน	จังหวัด	รหัสสถานี	X	Y
ที่ว่าการอำเภอชนแดน	เพชรบูรณ์	379003	698794	1790736
ที่ว่าการอำเภอศรีเทพ	เพชรบูรณ์	379005	721787	1709513
ที่ว่าการอำเภอบึงสามพัน	เพชรบูรณ์	379006	715109	1747490
ที่ว่าการอำเภอวังโป่ง อ.ชนแดน-วังหิน	เพชรบูรณ์	379009	691587	1807527
ที่ว่าการอำเภอเขาค้อ	เพชรบูรณ์	379030	713153	1840059
ร.ร.บ้านนางัว อ.นางัว อ.เมือง	เพชรบูรณ์	379033	729997	1827940
ร.ร.บ้านห้วยใหญ่ อ.ห้วยใหญ่ อ.เมือง	เพชรบูรณ์	379034	745857	1821650
ร.ร.บ้านเฉลียงลับวิทยา ต.นาป่า อ.เมือง	เพชรบูรณ์	379035	742611	1813938
ร.ร.บ้านห้วยไคร้ ต.ตะเภา อ.เมือง	เพชรบูรณ์	379038	740286	1805907
ร.ร.บ้านนายม ต.นายม อ.เมือง	เพชรบูรณ์	379039	724071	1798669
ศูนย์เพาะชำกล้าไม้ที่ 8 เพชรบูรณ์ ต.วังชมภู อ.เมือง	เพชรบูรณ์	379040	716248	1796991
ร.ร.บ้านวังเหว ต.ยางงาม อ.หนองไผ่	เพชรบูรณ์	379043	710199	1781402
หมวดการทางหนองไผ่(นาเฉลียง) ต.นาเฉลียง	เพชรบูรณ์	379045	719876	1779246
ร.ร.บ้านสันเจริญ ต.วังท่าดี อ.หนองไผ่	เพชรบูรณ์	379047	743276	1765520
ร.ร.บ้านเนินคนธา ต.ท่าแดง อ.หนองไผ่	เพชรบูรณ์	379048	730738	1763829
ร.ร.บ้านหนองพลวง ต.กันจู่ อ.บึงสามพัน	เพชรบูรณ์	379049	726990	1752045
ร.ร.บ้านเขาสูงราษฎร์บำรุง ต.ยางสาว อ.วิเชียรบุรี	เพชรบูรณ์	379050	738169	1744145
ร.ร.บ้านโคกปรือ ต.บึงกระจับ อ.วิเชียรบุรี	เพชรบูรณ์	379052	724754	1739892
ร.ร.บ้านวังใหญ่ ต.วังใหญ่ อ.วิเชียรบุรี	เพชรบูรณ์	379053	711102	1725528
ร.ร.หนองบัวทอง ต.บ่อรัง อ.วิเชียรบุรี	เพชรบูรณ์	379054	739802	1725186
ร.ร.บ้านพูนามครุฑมณีอุทิศ ต.พูนาม อ.วิเชียรบุรี	เพชรบูรณ์	379055	720091	1720202
ร.ร.บ้านนาสนุ่น ต.นาสนุ่น อ.ศรีเทพ	เพชรบูรณ์	379056	734483	1717609
อุทยานประวัติศาสตร์ศรีเทพ	เพชรบูรณ์	379057	729303	1710977
ร.ร.บ้านโคกวังน้อย ต.หนองยางทอย อ.ศรีเทพ	เพชรบูรณ์	379058	737722	1706150
ร.ร.บ้านคลองกระจะจ้ง ต.คลองกระจะจ้ง อ.ศรีเทพ	เพชรบูรณ์	379059	729276	1697853
สตอ.เพชรบูรณ์*	เพชรบูรณ์	379201	729784	1818218
สตอ.วิเชียรบุรี*	เพชรบูรณ์	379402	725711	1732089
ที่ว่าการอำเภอพรานกระต่าย	กำแพงเพชร	380002	562767	1842570
ที่ว่าการอำเภอคลองขลุง	กำแพงเพชร	380003	576847	1793005
ที่ว่าการอำเภอขามเฒ่าวิเศษบุรี	กำแพงเพชร	380004	592057	1775888
ที่ว่าการอำเภอไทรงาม	กำแพงเพชร	380005	595722	1821426
นิคมสร้างตนเองทุ่งโพธิ์ทะเล อ.กำแพงเพชร-พิจิตร	กำแพงเพชร	380006	573130	1823139
ที่ว่าการอำเภอลานกระบือ	กำแพงเพชร	380007	590563	1835535
ที่ว่าการอำเภอคลองลาน	กำแพงเพชร	380008	534304	1791477
สถานีทดลองอ้อยกำแพงเพชร ต.นครชุม อ.เมือง	กำแพงเพชร	380009	553148	1819349
สตอ.กำแพงเพชร*	กำแพงเพชร	380201	556240	1822839
ที่ว่าการอำเภอบางมูลนาก	พิจิตร	386002	647483	1772518
ที่ว่าการอำเภอโพธิ์ประทับช้าง	พิจิตร	386004	636177	1803764
ที่ว่าการอำเภอวังทรายพูน	พิจิตร	386005	664255	1812559
ที่ว่าการอำเภอตะพานหิน	พิจิตร	386006	652031	1793161
โรงเรียนเขาทรายทับคล้อพิทยาคม อ.ทับคล้อ	พิจิตร	386008	672470	1786966
กิ่ง อ.สามโก้	พิจิตร	386010	656791	1825881

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

สถานีวัดน้ำฝน	จังหวัด	รหัสสถานี	X	Y
อบต.หนองหญ้าไทร กิ่ง อ.สาทเหล็ก	พิจิตร	386012	661393	1830596
ที่ว่าการอำเภอคงเจริญ	พิจิตร	386013	674088	1772862
สภ.พิจิตร	พิจิตร	386301	637244	1817796
ที่ว่าการอำเภอลาดยาว	นครสวรรค์	400002	584510	1741594
ที่ว่าการอำเภอโกรกพระ	นครสวรรค์	400003	615109	1720178
ที่ว่าการอำเภอตากลี	นครสวรรค์	400004	644280	1687895
ที่ว่าการอำเภอพยุหะคีรี	นครสวรรค์	400006	622264	1712533
ที่ว่าการอำเภอบรรพตพิสัย	นครสวรรค์	400007	605137	1762096
ที่ว่าการอำเภอหนองบัว	นครสวรรค์	400008	669837	1754654
ที่ว่าการอำเภอไพศาลี	นครสวรรค์	400009	677752	1725091
สำนักงานเกษตรอำเภอเก้าเลี้ยว	นครสวรรค์	400010	615502	1752687
แผนกสัตว์บาลที่ 2 อ.เมือง	นครสวรรค์	400011	622089	1732326
ศาลเจ้าไก่ต่อ อ.ลาดยาว	นครสวรรค์	400012	573069	1746040
ที่ว่าการอำเภอแม่เปิน อ.หนองจิกรี-ถนนสุด	นครสวรรค์	400013	550282	1730891
ที่ว่าการอำเภอแม่วงก์	นครสวรรค์	400014	555612	1744790
สคอ.นครสวรรค์	นครสวรรค์	400201	621333	1732932
สภ.ตากฟ้า	นครสวรรค์	400301	664288	1697587
ที่ว่าการอำเภอวัดสิงห์	ชัยนาท	402002	611471	1686834
ที่ว่าการอำเภอสรรพยา	ชัยนาท	402003	633556	1673940
ที่ว่าการอำเภอสรรคบุรี	ชัยนาท	402005	624868	1663908
สภ.ชัยนาท	ชัยนาท	402301	628189	1676300
ที่ว่าการอำเภอเมืองอุทัยธานี	อุทัยธานี	410001	609974	1700525
ที่ว่าการอำเภอบ้านไร่ 0-5653-9108	อุทัยธานี	410002	556032	1667702
ที่ว่าการอำเภอหนองขาหย่าง	อุทัยธานี	410003	599732	1698810
ที่ว่าการอำเภอหนองฉาง	อุทัยธานี	410004	590291	1701884
ที่ว่าการอำเภอทัพทัน อ.ทัพทัน-ตลุกคู่	อุทัยธานี	410005	595120	1709340
ที่ว่าการอำเภอสว่างอารมณ์	อุทัยธานี	410006	592382	1723095
ที่ว่าการอำเภอลานสัก	อุทัยธานี	410007	561805	1708458
ที่ว่าการอำเภอห้วยคต 0-5651-8002	อุทัยธานี	410008	566177	1690680
สวนป่าห้วยระบำ อ.ลานสัก	อุทัยธานี	410009	542483	1712501
ที่ว่าการอำเภอบางระจัน	สิงห์บุรี	411004	641701	1646825
สำนักงานเกษตรจังหวัดอ่างทอง	อ่างทอง	412001	659234	1612455
ที่ว่าการอำเภอป่าโมก	อ่างทอง	412003	656034	1602413
ที่ว่าการอำเภอวิเศษชัยชาญ	อ่างทอง	412004	644181	1613919
ที่ว่าการอำเภอโพธิ์ทอง	อ่างทอง	412005	651629	1621954
ที่ว่าการอำเภอแสวงหา	อ่างทอง	412006	642597	1631223
สถานีทดลองและขยายพันธุ์อ้อยอ่างทอง165ม.3 ต.สีบัวทอง อ.แสวงหา	อ่างทอง	412007	632945	1634420
สำนักงานที่ดินจังหวัดสระบุรี	สระบุรี	414001	705707	1606982
ที่ว่าการอำเภอเสาไห้	สระบุรี	414002	698700	1609451
ที่ว่าการอำเภอบ้านหมอ	สระบุรี	414003	686019	1616516
ที่ว่าการอำเภอมวกเหล็ก	สระบุรี	414005	736762	1621379
ที่ว่าการอำเภอหนองแซง	สระบุรี	414007	692284	1602883

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

สถานีวัดน้ำฝน	จังหวัด	รหัสสถานี	X	Y
โรงเรียนวัดคำพราน อ.วังม่วง	สระบุรี	414010	724905	1640144
ศูนย์วิจัยพันธุ์สัตว์ปีกทาง อ.แก่งคอย	สระบุรี	414011	721161	1615828
สวนพฤกษศาสตร์พุแค อ.เมือง	สระบุรี	414012	702931	1622669
นิคมสร้างตนเองพระพุทธบาท อ.พระพุทธบาท	สระบุรี	414014	693479	1629209
ร.ร.บ้านท่าพลู ต.ลำสมพุง อ.มากเหล็ก	สระบุรี	414016	759378	1664461
ร.ร.บ้านหนองเอี่ยว	สระบุรี	414018	747783	1647208
ร.ร.บ้านหนองตอตะเคียน	สระบุรี	414019	756879	1646674
ร.ร.วัดวังยาง	สระบุรี	414020	737321	1643798
ร.ร.บ้านมณีโชคสามัคคี (วังม่วง)	สระบุรี	414021	727806	1633229
ร.ร.วัดสวนทองรวมมิตร	สระบุรี	414022	748258	1633526
สถานีอนามัยตำบลหินซ้อ	สระบุรี	414023	720612	1630848
ร.ร.บ้านหลังเขา	สระบุรี	414024	732349	1628992
ร.ร.วัดพระพุทธบาทน้อย ม.10 ต.สองคอน อ.แก่งคอย	สระบุรี	414026	713286	1620931
สำนักงานเกษตรอำเภอพระนครศรีอยุธยา	พระนครศรีอยุธยา	415001	673687	1584608
สำนักงานเกษตรอำเภอบางปะอิน	พระนครศรีอยุธยา	415002	670081	1572122
สำนักงานเกษตรอำเภอบางไทร	พระนครศรีอยุธยา	415003	661729	1571791
สำนักงานเกษตรอำเภอเสนา	พระนครศรีอยุธยา	415005	651226	1583789
สำนักงานเกษตรอำเภอฟักไผ่	พระนครศรีอยุธยา	415007	648059	1598594
สำนักงานเกษตรอำเภอบางปะหัน	พระนครศรีอยุธยา	415008	666555	1599408
ที่ว่าการอำเภอมหาสาร	พระนครศรีอยุธยา	415009	664513	1607376
สำนักงานเกษตรอำเภอบ้านแพรก	พระนครศรีอยุธยา	415010	668849	1618478
ที่ว่าการอำเภอนครหลวง	พระนครศรีอยุธยา	415011	673082	1599681
สำนักงานเกษตรอำเภอท่าเรือ	พระนครศรีอยุธยา	415012	684857	1610357
ที่ว่าการอำเภอวังน้อย	พระนครศรีอยุธยา	415013	685108	1573492
สำนักงานเกษตรอำเภอบางบาล	พระนครศรีอยุธยา	415014	660367	1589528
สำนักงานเกษตรอำเภอภาชี	พระนครศรีอยุธยา	415016	686190	1597950
สถานีทดลองข้าวหั่นตรา อ.พระนครศรีอยุธยา	พระนครศรีอยุธยา	415017	673005	1588716
สภ.อยุธยา	พระนครศรีอยุธยา	415301	685866	1607581
ที่ว่าการอำเภอเมือง	นครนายก	417001	739269	1571410
ที่ว่าการอำเภอบ้านนา	นครนายก	417002	722408	1578218
ที่ว่าการอำเภอปากพลี	นครนายก	417003	744868	1566967
ที่ว่าการอำเภอองครักษ์	นครนายก	417004	716301	1562096
ที่ว่าการอำเภอคลองหลวง	ปทุมธานี	419003	677655	1555517
ที่ว่าการอำเภอลาดหลุมแก้ว	ปทุมธานี	419004	651682	1552263
ที่ว่าการอำเภอธัญบุรี	ปทุมธานี	419005	687327	1550753
ที่ว่าการอำเภอหนองเสือ (เทศบาล)	ปทุมธานี	419006	697238	1563302
ที่ว่าการอำเภอลำลูกกา ถ.นิมิตรใหม่	ปทุมธานี	419007	689015	1540983
ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี คลอง 6 อ.ธัญบุรี	ปทุมธานี	419008	686870	1550245
สภ.ปทุมธานี	ปทุมธานี	419301	674915	1561180
ที่ว่าการอำเภอปากเกร็ด	นนทบุรี	422002	661870	1538570
ที่ว่าการอำเภอบางบัวทอง	นนทบุรี	422003	651800	1544688
ที่ว่าการอำเภอบางกรวย	นนทบุรี	422004	659181	1526669

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

สถานีวัดน้ำฝน	จังหวัด	รหัสสถานี	X	Y
ที่ว่าการอำเภอไทรน้อย	นนทบุรี	422006	641915	1545753
โรงเรียนวัดเขมาภิรตาราม อ.เมือง	นนทบุรี	422007	662417	1528673
โรงเรียนวัดมหาสวัสดิ์ อ.บางกรวย	นนทบุรี	422008	656144	1526570
โรงเรียนวัดประหารวังสรรคค์ ต.บางกร่าง อ.เมือง	นนทบุรี	422009	656385	1533045
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคนนทบุรี	นนทบุรี	422013	660213	1533625
สำนักงานเกษตรอำเภอบ้านโพธิ์	ฉะเชิงเทรา	423002	724862	1504395
สำนักงานเกษตรอำเภอบางคล้า	ฉะเชิงเทรา	423003	738836	1518711
ที่ว่าการอำเภอบางน้ำเปรี้ยว	ฉะเชิงเทรา	423004	721941	1531794
ที่ว่าการอำเภอบางปะกง	ฉะเชิงเทรา	423007	715779	1498038
สำนักงานเกษตรอำเภอรสาธิต	ฉะเชิงเทรา	423008	748705	1521265
สภ.ฉะเชิงเทรา	ฉะเชิงเทรา	423301	765647	1501238
สำนักงานเกษตรอำเภอบางปลาม้า	สุพรรณบุรี	425001	624396	1592340
สำนักงานเกษตรอำเภอสองพี่น้อง	สุพรรณบุรี	425002	612276	1573964
สำนักงานเกษตรอำเภอเดิมบางนางบวช	สุพรรณบุรี	425003	617866	1641186
ที่ว่าการอำเภออุทุมพร	สุพรรณบุรี	425004	596223	1589451
สำนักงานเกษตรอำเภอสามชูก	สุพรรณบุรี	425005	618302	1630872
สำนักงานเกษตรอำเภอศรีประจันต์	สุพรรณบุรี	425006	623904	1618691
สำนักงานเกษตรอำเภอคอนเจดีย์ ถ.รอบองค์เจดีย์	สุพรรณบุรี	425007	610116	1618081
สำนักงานเกษตรอำเภอด่านช้าง	สุพรรณบุรี	425008	574419	1639700
สำนักงานเกษตรอำเภอหนองหญ้าไซ	สุพรรณบุรี	425009	598176	1633640
สถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรี อ.เมือง	สุพรรณบุรี	425010	617453	1600655
นิคมสร้างตนเองกระเสียว อ.ด่านช้าง	สุพรรณบุรี	425011	561717	1642260
สตอ.สุพรรณบุรี	สุพรรณบุรี	425201	617580	1600557
สภ.อุทุมพร	สุพรรณบุรี	425301	592643	1581302
ที่ว่าการอำเภอท่าม่วง	ลพบุรี	426002	662567	1638404
ที่ว่าการอำเภอโคกสำโรง	ลพบุรี	426003	685267	1666769
ที่ว่าการอำเภอพัฒนานิคม	ลพบุรี	426004	714128	1643316
โรงเรียนบ้านมหาโพธิ์ อ.สระโบสถ์	ลพบุรี	426005	697299	1689178
ที่ทำกรไปรษณีย์ อ.ชัยบาดาล	ลพบุรี	426006	729341	1681883
ศูนย์บริการวิชาการด้านพืชและปัจจัยการผลิตลพบุรี 1 (สถานีทดลอง	ลพบุรี	426008	681382	1666794
ศูนย์บริการวิชาการด้านพืชและปัจจัยการผลิตลพบุรี 2 (สถานีทดลอง	ลพบุรี	426009	693730	1636795
นิคมฯลพบุรี (ย้ายไป รร.พิบูลย์สงครามเคราะห 1)	ลพบุรี	426010	684454	1636388
ที่ว่าการอำเภอท่าหลวง	ลพบุรี	426011	726455	1666936
ที่ว่าการอำเภอสระโบสถ์ ถ.วังเพลิง-หนองม่วง	ลพบุรี	426012	698618	1680734
สวนป่าชัยสังกา ต.กุดคาเพชร อ.ลำสนธิ	ลพบุรี	426014	750924	1714641
ร.ร.บ้านหนองมะค่า	ลพบุรี	426015	705926	1707272
ร.ร.บ้านวังทอง	ลพบุรี	426016	753044	1703126
ร.ร.บ้านลึงกาประชาสรรค์	ลพบุรี	426017	742651	1696654
กิ่ง อ.ลำสนธิ	ลพบุรี	426018	753792	1693075
ร.ร.บ้านเขาตำบล	ลพบุรี	426019	743460	1686630
ร.ร.บ้านชัยหินขวาง	ลพบุรี	426020	717318	1688170
ร.ร.บ้านด่านไทรล้อม	ลพบุรี	426021	752893	1681725

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

สถานีวัดน้ำฝน	จังหวัด	รหัสสถานี	X	Y
ร.ร.บ้านคลองไทรพัฒนา ต.บัวชุม	ลพบุรี	426022	738201	1679294
สวนรุกขชาติน้ำตกวังก้านเหลือง ต.ท่าดินดำ	ลพบุรี	426024	727895	1675656
ร.ร.บ้านเขาแหลม อ.ชัยบาดาล	ลพบุรี	426026	707421	1667932
ร.ร.บ้านหัวลำ	ลพบุรี	426027	746526	1664326
ร.ร.บ้านโป่งสาวอศิรวรรณ	ลพบุรี	426028	745281	1659412
สถานีอนามัยตำบลหนองบัว อ.พัฒนานิคม	ลพบุรี	426031	721599	1642122
สตอ.ลพบุรี	ลพบุรี	426201	675237	1636849
สอท.บัวชุม	ลพบุรี	426401	735291	1688815
ที่ว่าการอำเภอเมืองสมุทรสาคร	สมุทรสาคร	428001	637817	1498136
ที่ว่าการอำเภอบ้านแพ้ว	สมุทรสาคร	428002	619829	1502730
ประตูระบายน้ำกามีเจริญ อ.กระทุ่มแบน	สมุทรสาคร	428003	633787	1508935
นิคมสหกรณ์บ้านไร่ ต.พันท้ายนรสิงห์ อ.เมือง	สมุทรสาคร	428004	650247	1494501
ร.ร.เทศบาล 1 อ.เมืองสมุทรปราการ	สมุทรปราการ	429001	673879	1502796
สถานพักฟื้นสววงคินิวาส อ.เมือง	สมุทรปราการ	429007	674607	1498415
สถานีน้ำร่อง	สมุทรปราการ	429201	672843	1479597
ที่ว่าการอำเภอศรีมโหสถ	ปราจีนบุรี	430009	760175	1536063
สตอ.ปราจีนบุรี	ปราจีนบุรี	430201	755892	1554653
สำนักงานเกษตรจังหวัดนครปฐม	นครปฐม	451001	612571	1527399
ที่ว่าการอำเภอสามพราน	นครปฐม	451004	631557	1517573
ที่ว่าการอำเภอคอนคา	นครปฐม	451005	616778	1543654
สภ.กำแพงแสน	นครปฐม	451301	604744	1549253
ร.ร.มาแตร์เดอี เขตปทุมวัน	กรุงเทพฯ	455004	666866	1519748
องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก เขตราชเทวี	กรุงเทพฯ	455006	665663	1522484
วิทยาลัยพยาบาลเกื้อการุณย์ เขตดุสิต	กรุงเทพฯ	455009	662766	1524141
กระทรวงศึกษาธิการ เขตดุสิต	กรุงเทพฯ	455010	663012	1522308
ร.ร.ยานนาวาเขตวิทยาคม เขตยานนาวา	กรุงเทพฯ	455014	666325	1515409
วิทยาเขตเพาะช่าง เขตพระนคร	กรุงเทพฯ	455015	662066	1519964
กรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย เขตบางรัก	กรุงเทพฯ	455017	664605	1517402
ร.ร.คลองก้านตัน เขตประเวศ	กรุงเทพฯ	455018	677399	1518834
ศูนย์บ่มิพันธ์เพื่อการศึกษา เขตพระ โขนง	กรุงเทพฯ	455020	671125	1517259
หมู่บ้านทุ่งเศรษฐี เขตประเวศ	กรุงเทพฯ	455022	681973	1512016
โรงงานนุ้ยกรุงเทพมหานคร เขตดินแดง (ปิดสถานี)	กรุงเทพฯ	455023	668174	1522157
ร.ร.สามเสนนอก เขตดินแดง	กรุงเทพฯ	455024	669659	1523676
ร.ร.ดลวิทยา เขตห้วยขวาง	กรุงเทพฯ	455025	671899	1520231
สำนักงานเขตบางกะปิ	กรุงเทพฯ	455026	678139	1522394
ร.ร.วัดบึงทองหลาง เขตบางกะปิ	กรุงเทพฯ	455029	675694	1525771
วัดนวลจันทร์ เขตลาดพร้าว	กรุงเทพฯ	455032	677015	1530267
สถานบำบัดโรคผิวหนัง เขตบางเขน	กรุงเทพฯ	455038	672399	1534165
กองบินตำรวจ เขตบางเขน	กรุงเทพฯ	455039	676714	1532447
สนง.พลังงานปรมาณูเพื่อสันติ (ปิดสถานี 6 ก.พ. 52)	กรุงเทพฯ	455040	669243	1532158
กองกำกับการสายตรวจฯ (กก.สตร.)	กรุงเทพฯ	455043	668022	1529701
กองพันทหารราบที่ 2 กรมทหารราบที่ 1 (ร.1 พัน 2 รอ.)	กรุงเทพฯ	455044	668117	1536309

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

สถานีวัดน้ำฝน	จังหวัด	รหัสสถานี	X	Y
หมู่บ้านปิ่นเจริญ เขตดอนเมือง	กรุงเทพฯ	455045	672740	1540135
สำนักงานเขตหนองจอก	กรุงเทพฯ	455046	701296	1532557
สำนักงานเขตมีนบุรี	กรุงเทพฯ	455047	687242	1527758
สำนักงานเขตลาดกระบัง	กรุงเทพฯ	455048	692924	1517820
สำนักงานเขตคลองสาน	กรุงเทพฯ	455049	657432	1523558
ร.ร.สุวรรณพลับพลาพิทยาคม เขตคลองสาน	กรุงเทพฯ	455050	656622	1521163
โรงเรียนวัดทอง เขตคลองสาน	กรุงเทพฯ	455051	655915	1523210
โรงเรียนโพธิสารพิทยากร เขตคลองสาน	กรุงเทพฯ	455052	654275	1522485
สำนักงานเขตราษฎร์บูรณะ	กรุงเทพฯ	455053	662890	1513089
ร.ร.สามัคคีสุทธาวาส เขตบางพลัด	กรุงเทพฯ	455056	662390	1525840
วิทยาลัยพัฒนวิชาการสยาม เขตบางพลัด	กรุงเทพฯ	455057	663807	1524001
ร.ร.ศรีอู่ลย์ 888 แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด	กรุงเทพฯ	455058	661113	1522565
สถานีไฟฟ้าย่อยเพชรเกษม เขตภาษีเจริญ	กรุงเทพฯ	455063	655677	1516642
ร.ร.อัสสัมชัญธนบุรี เขตบางแค	กรุงเทพฯ	455064	648250	1518441
วิทยาลัยพัฒนวิชาการธนบุรี เขตภาษีเจริญ	กรุงเทพฯ	455065	657866	1519173
โรงเรียนวัดบางบอน เขตบางขุนเทียน	กรุงเทพฯ	455067	649278	1508517
โรงเรียนพรหมราษฎร์รังสรรค์ เขตบางบอน	กรุงเทพฯ	455068	651001	1508620
ร.ร.รัตนโกสินทร์สมโภช เขตบางขุนเทียน	กรุงเทพฯ	455069	653684	1508854
ร.ร.สมโภชกรุงรัตนโกสินทร์ 200 ปี เขตสะพานสูง	กรุงเทพฯ	455071	683027	1519634
ร.ร.วัดราชโกษา เขตลาดกระบัง	กรุงเทพฯ	455073	700222	1515377
ที่ทำการผู้ใหญ่บ้าน หมู่ 13 เขตหนองจอก	กรุงเทพฯ	455075	707574	1527176
ร.ร.วัดสามง่าม เขตหนองจอก	กรุงเทพฯ	455076	695437	1536178
ร.ร.วัดทรัพย์สโมสร เขตหนองจอก	กรุงเทพฯ	455077	694940	1531929
ร.ร.วัดพระยาปลา เขตหนองจอก	กรุงเทพฯ	455078	701302	1538973
ร.ร.สุเหร่าลำแวก เขตหนองจอก	กรุงเทพฯ	455079	701124	1526847
ร.ร.บ้านหนองระแหง เขตมีนบุรี	กรุงเทพฯ	455080	682706	1537464
ร.ร.วัดสุทธิสะอาด เขตมีนบุรี	กรุงเทพฯ	455081	687198	1534857
ร.ร.เตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า ถ.รามฯ เขตสะพานสูง	กรุงเทพฯ	455082	682822	1524714
ศูนย์ก่อสร้างและบูรณะถนน 3 เขตประเวศ	กรุงเทพฯ	455084	680011	1513150
สวนจิตรลดา	กรุงเทพฯ	455086	664508	1522318
ร.ร.วัดด่าน เขตยานนาวา	กรุงเทพฯ	455087	666585	1512047
ร.ร.นวมินทรราชูทิศ สตรีวิทยา 3 เขตทวีวัฒนา	กรุงเทพฯ	455090	647039	1523544
ร.ร.ทวีธาภิเศก 2 เขตบางขุนเทียน	กรุงเทพฯ	455091	653699	1501915
ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์	กรุงเทพฯ	455201	668682	1518012
สนง.อุตุฯทะเลท่าเรือกรุงเทพ	กรุงเทพฯ	455203	669567	1515866
สภย.บางนา (กรมอุตุฯนิยมหาวิทยาลัย)	กรุงเทพฯ	455301	673705	1511394
ท่าอากาศยานกรุงเทพ	กรุงเทพฯ	455601	673406	1539371

ตารางที่ ก.2 ข้อมูลวันที่ 27 สิงหาคม 2549

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
379003	0.0	0.0	386013	0.0	0.0
379005	0.0	0.0	386301	0.0	0.0
379006	0.0	0.0	400002	0.0	0.0
379009	0.0	0.0	400003	0.0	0.9
379030	0.6	7.3	400004	0.0	0.0
379034	0.0	16.3	400007	0.0	0.0
379035	0.0	0.0	400008	0.0	0.1
379038	0.0	0.0	400009	0.0	0.0
379039	0.1	0.0	400010	0.0	0.0
379040	0.0	0.5	400011	0.0	0.0
379043	0.3	5.1	400012	0.0	0.0
379045	0.0	0.3	400013	2.2	0.0
379047	0.0	0.1	400201	0.0	0.2
379049	0.0	0.0	400301	0.0	0.0
379050	0.0	0.0	402002	0.0	0.0
379052	0.0	0.0	402003	0.0	0.0
379055	0.0	0.0	402005	0.0	1.6
379056	0.0	0.0	402301	0.0	0.5
379057	0.0	0.0	410001	0.0	9.0
379058	0.0	0.0	410002	0.0	2.1
379059	0.0	0.0	410003	0.0	0.0
379201	0.0	0.0	410004	0.0	0.0
379402	0.0	0.3	410005	0.0	0.0
380002	3.5	15.8	410006	0.0	3.0
380003	2.2	22.3	410007	22.9	15.1
380004	0.0	0.0	410008	0.8	0.0
380005	0.0	0.0	410009	5.0	0.0
380006	0.0	0.8	411004	0.0	0.0
380007	0.0	0.1	412001	2.3	12.4
380009	0.5	4.3	412003	7.5	0.9
380201	2.7	5.0	412004	5.4	0.0
386004	0.0	1.4	412005	0.0	0.0
386005	0.0	0.0	412006	0.0	0.0
386006	0.0	0.0	412007	0.0	0.0
386008	0.0	0.0	414001	0.0	4.5
386012	0.0	0.0	414002	0.0	0.0

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
414003	8.1	5.2	422004	0.7	2.2
414005	1.0	10.2	422006	1.5	4.4
414007	2.8	0.0	422007	0.8	0.0
414010	0.0	0.0	422008	0.9	3.0
414012	0.0	5.0	422009	0.7	0.0
414014	0.0	0.0	422013	0.3	0.0
414016	0.2	0.0	423002	0.0	0.0
414018	1.1	0.0	423003	0.0	0.0
414019	0.0	0.0	423004	0.0	0.0
414021	0.3	0.0	423007	0.0	0.0
414023	0.0	0.0	423008	0.0	0.0
414024	13.5	0.0	423301	0.0	0.0
415001	1.3	0.0	425001	2.7	0.0
415002	0.2	0.0	425002	0.1	3.6
415003	0.7	1.3	425003	0.0	0.0
415005	8.0	0.1	425004	10.4	0.0
415007	4.3	0.0	425006	1.2	2.1
415008	0.7	0.1	425007	2.4	0.0
415009	3.5	0.0	425010	9.0	0.0
415010	1.2	0.0	425011	0.0	0.1
415011	11.2	0.0	425201	9.0	0.0
415013	5.2	0.0	425301	0.2	0.0
415014	0.0	0.0	426002	0.0	0.0
415016	3.3	0.0	426003	0.0	0.0
415017	1.2	0.0	426004	0.0	0.0
415301	6.2	0.0	426005	0.0	0.0
417001	4.5	7.6	426006	0.0	0.0
417002	0.0	0.0	426008	0.0	0.0
417003	0.8	0.0	426009	0.0	0.0
417004	5.4	23.4	426010	0.0	0.0
419003	0.2	0.0	426011	0.0	0.0
419005	0.0	0.0	426012	0.0	0.0
419006	0.0	0.0	426014	0.0	0.0
419007	0.0	0.0	426015	0.0	0.1
419008	0.0	0.0	426016	0.0	0.0
419301	1.9	0.7	426017	0.0	10.6
422002	2.1	0.0	426018	0.0	0.0

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
426019	0.0	0.0	455040	0.0	0.1
426020	2.5	12.6	455043	0.0	0.0
426021	0.0	0.0	455044	0.0	0.0
426022	0.0	0.0	455045	0.0	0.0
426024	0.0	0.1	455047	0.0	0.0
426026	0.1	0.0	455048	0.0	0.0
426027	0.0	0.0	455049	0.0	0.0
426028	0.0	0.0	455050	0.0	0.0
426031	0.0	2.0	455051	0.0	1.0
426201	0.0	0.1	455052	0.0	0.0
426401	0.0	0.0	455053	6.2	0.0
428001	0.0	0.0	455056	0.0	1.3
428002	0.0	1.7	455057	0.2	0.1
428003	0.0	0.0	455058	2.6	0.0
428004	0.0	1.8	455063	1.0	0.0
429001	0.0	0.1	455064	0.0	0.0
429007	0.0	0.0	455065	0.0	0.0
429201	0.0	2.4	455067	0.0	0.0
430009	0.0	6.1	455068	0.0	0.1
430201	0.0	0.0	455069	0.0	0.0
451001	16.5	12.8	455071	0.0	0.1
451004	0.1	1.9	455073	0.0	0.0
451005	6.6	7.8	455075	0.0	0.0
451301	3.4	13.3	455076	0.0	0.0
455004	6.0	0.0	455077	0.0	0.0
455006	0.7	8.7	455079	0.0	0.1
455009	0.0	0.0	455080	0.0	0.0
455010	0.0	0.0	455081	0.0	0.0
455014	0.0	0.0	455082	0.0	0.0
455015	0.6	0.0	455084	0.0	0.0
455018	0.0	0.0	455086	0.0	0.0
455020	0.9	0.1	455087	12.5	0.2
455022	0.0	0.1	455090	0.0	1.5
455025	0.5	0.0	455091	0.0	0.0
455026	0.0	0.0	455203	0.0	0.0
455032	0.0	0.0	455301	0.0	0.7
455038	0.0	0.0	455601	0.0	0.0
455039	0.0	0.0			

ตารางที่ ก.3 ข้อมูลวันที่ 28 สิงหาคม 2549

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน
379003	5.7	13.0	386008	1.2	0.0
379005	0.0	0.0	386010	7.2	0.0
379006	0.0	0.0	386012	10.3	32.0
379009	19.0	49.6	386013	0.0	0.0
379030	0.1	5.5	386301	2.3	9.3
379033	0.0	0.0	400002	0.0	0.0
379034	0.0	0.0	400003	0.3	0.0
379035	0.0	0.0	400004	0.0	0.0
379038	0.5	2.1	400007	1.1	0.0
379039	0.8	5.8	400008	1.5	0.1
379040	13.8	52.6	400009	0.0	0.0
379043	1.4	10.4	400010	0.0	0.0
379045	1.0	0.0	400011	0.0	0.0
379047	2.5	46.2	400012	0.8	0.0
379048	0.0	0.0	400013	0.0	0.0
379049	0.0	0.0	400014	1.6	0.0
379050	0.0	0.0	400201	0.0	0.0
379052	0.0	0.0	400301	0.0	0.0
379056	0.0	0.0	402002	0.0	0.0
379057	0.0	0.0	402003	0.0	0.0
379058	0.0	0.0	402005	0.0	0.0
379059	0.2	0.0	402301	0.0	0.0
379201	0.0	0.0	410001	0.0	0.0
379402	0.0	0.1	410002	0.0	0.0
380002	0.0	0.0	410003	0.0	0.0
380003	0.0	0.0	410004	0.0	0.0
380004	0.0	0.0	410005	0.0	0.0
380005	0.9	0.0	410006	0.0	0.0
380006	0.0	0.0	410007	2.4	0.0
380007	0.0	0.0	410008	0.0	0.0
380009	0.0	0.0	410009	1.2	0.0
380201	0.0	0.0	411004	0.0	0.0
386004	0.0	0.0	412001	3.2	26.3
386005	9.2	0.0	412003	4.9	0.0
386006	7.0	6.0	412004	2.1	0.0

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
412005	0.0	0.0	426014	0.0	0.0
412006	0.0	0.0	426016	0.0	0.0
412007	0.0	0.0	426017	0.0	0.0
414001	1.8	0.0	426018	0.0	11.2
414002	6.3	13.6	426019	0.0	0.0
414003	8.4	0.0	426020	3.3	5.0
414005	0.9	0.0	426021	0.0	0.0
414007	4.6	0.0	426024	0.0	0.0
414010	0.7	0.0	426026	0.0	0.0
414011	2.2	8.4	426027	0.0	0.0
414012	5.0	0.0	426028	0.0	0.0
414014	8.5	15.2	426031	0.3	2.0
414016	0.2	0.0	426201	5.0	9.7
414018	0.0	0.0	426401	0.6	1.4
414019	0.6	0.0	428002	0.0	0.0
414020	0.0	0.0	428003	0.0	0.0
414021	1.2	0.0	428004	0.0	0.0
414023	0.0	0.0	429001	1.1	0.6
414024	0.0	0.5	429007	1.2	0.0
414026	2.9	0.0	429201	0.0	0.0
415001	2.0	0.0	430009	1.2	0.0
415002	0.0	0.0	430201	0.8	1.0
415003	0.0	0.0	451001	0.0	0.0
415005	8.8	1.2	451004	0.3	4.0
415007	1.2	0.0	451005	0.0	0.0
415008	3.2	0.1	451301	0.0	0.0
415009	7.0	0.3	455004	10.3	0.0
415010	5.8	15.3	455006	0.4	0.0
415011	12.8	0.0	455009	0.0	0.0
415012	17.2	7.5	455010	2.0	0.0
415013	2.3	0.0	455014	2.2	0.1
415014	0.0	0.0	455015	1.0	0.0
415016	3.2	0.0	455018	2.1	0.0
415017	4.6	0.0	455020	1.1	3.5
415301	8.8	12.2	455022	3.1	4.6
417001	0.0	4.1	455025	3.6	3.0

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
455026	1.5	3.0	455067	0.0	2.6
455032	0.0	0.0	455068	0.0	0.6
455038	0.0	0.0	455069	0.0	0.0
455039	0.9	1.5	455071	4.8	5.5
455040	3.8	0.1	455073	0.0	0.0
455043	2.6	0.0	455075	4.5	0.0
455044	0.0	0.0	455076	1.8	0.0
455045	0.0	0.0	455077	0.4	0.0
455046	11.4	0.0	455078	6.6	0.1
455047	0.0	0.1	455079	7.4	9.2
455048	0.0	0.0	455080	0.0	1.1
455049	2.9	0.0	455081	0.6	0.0
455050	0.1	0.0	455082	1.6	0.0
455051	1.1	0.0	455084	5.0	7.0
455052	0.3	0.0	455086	0.0	0.1
455053	0.0	0.0	455087	7.8	15.0
455056	0.5	0.0	455090	0.0	0.0
455057	2.6	0.0	455091	0.5	0.0
455058	2.9	0.0	455201	13.8	1.8
455063	1.8	0.0	455203	4.3	3.0
455064	0.0	0.0	455301	5.5	9.0
455065	0.0	0.0	455601	0.0	0.0

ตารางที่ ก.4 ข้อมูลวันที่ 29 สิงหาคม 2549

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
379003	1.7	6.5	400007	9.5	6.9
379005	23.0	42.3	400010	19.4	55.5
379006	1.2	0.0	400011	10.5	19.0
379009	10.8	38.2	400012	10.3	20.5
379030	0.3	0.0	400013	10.7	18.9
379033	3.9	9.0	400014	15.7	18.6
379034	0.8	0.0	400201	11.8	19.6
379035	0.7	2.7	400301	22.9	62.2
379039	0.5	0.0	402002	30.6	50.0
379040	2.0	9.3	402005	5.4	0.0
379045	0.0	6.5	402301	10.1	32.4
379047	6.1	18.4	410001	22.2	26.7
379048	0.0	2.0	410002	2.8	3.5
379052	6.2	11.0	410005	11.1	8.3
379053	18.2	55.1	410006	8.4	5.0
379054	14.7	35.0	410008	2.7	0.0
379056	7.0	7.9	410009	4.7	3.0
379057	7.9	21.4	412001	1.5	0.0
379058	23.0	55.4	412003	3.9	0.0
379201	2.9	7.3	412004	1.9	0.0
379402	6.5	19.8	412005	1.9	6.7
380002	12.5	21.2	412006	3.6	10.2
380003	5.4	12.5	412007	5.5	13.6
380004	2.3	8.2	414001	2.0	3.4
380006	5.5	8.3	414002	1.4	2.5
380007	28.3	54.8	414003	2.1	0.0
380009	6.6	9.9	414005	14.5	19.1
380201	8.3	6.6	414007	10.2	8.1
386006	15.5	29.0	414010	17.2	11.8
386008	7.5	30.1	414011	9.7	10.3
386010	13.7	3.5	414012	3.2	0.0
386012	12.5	24.0	414014	3.2	5.5
386013	3.0	21.0	414016	29.8	12.2
386301	14.4	15.4	414018	24.2	10.2
400002	5.3	0.0	414023	9.3	8.3
400003	27.2	28.4	414024	22.8	25.0

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
414026	2.8	0.0	425011	3.9	5.6
415001	10.2	28.7	425201	18.0	19.4
415002	19.6	20.0	425301	1.0	7.4
415003	19.1	6.1	426002	15.1	8.6
415005	15.4	26.4	426003	19.4	25.8
415007	5.8	1.7	426004	9.3	10.9
415008	1.5	0.0	426005	16.5	5.4
415009	1.5	0.4	426006	32.3	48.7
415010	2.2	4.2	426008	20.5	40.0
415014	9.9	9.0	426009	6.2	10.9
415301	3.9	1.4	426010	5.4	0.0
417001	36.4	64.7	426011	30.7	61.2
417002	21.2	28.0	426012	25.8	45.8
417003	19.9	35.5	426015	24.6	38.5
419006	29.2	22.0	426016	15.9	24.0
419007	48.3	20.0	426017	24.2	55.1
419008	57.8	102.7	426018	38.3	38.5
419301	63.5	75.1	426020	33.5	75.4
422002	40.5	34.4	426021	30.8	62.0
422004	22.4	16.0	426022	43.4	50.8
422006	17.1	19.0	426024	26.7	47.6
422007	24.2	12.4	426026	28.0	35.6
422009	21.5	9.1	426027	27.9	50.8
422013	25.7	28.2	426028	29.2	29.2
423003	58.4	66.1	426201	7.7	7.8
423004	63.3	84.8	426401	25.3	42.7
423007	33.9	14.5	428002	6.1	3.3
423008	52.2	91.8	428003	32.4	39.4
423301	47.5	63.4	428004	19.9	18.3
425001	14.1	31.6	429001	57.4	67.8
425002	8.2	36.4	429201	35.8	28.4
425003	12.1	30.5	430201	18.9	51.7
425004	8.5	10.0	451001	6.6	3.6
425006	3.3	5.6	451004	37.3	55.7
425007	3.7	16.8	451005	6.2	4.8
425010	17.1	18.8	451301	2.0	2.5

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
455004	22.2	9.9	455056	22.0	16.2
455009	19.9	15.2	455058	20.9	12.9
455010	20.4	15.0	455063	53.2	54.8
455014	40.7	24.5	455064	41.1	18.9
455015	27.1	17.3	455065	40.5	32.9
455017	44.9	38.6	455067	40.5	57.4
455018	28.8	48.0	455068	40.6	35.3
455020	30.8	27.9	455069	45.1	51.3
455022	32.5	33.3	455071	33.5	40.0
455025	24.1	20.5	455076	42.8	56.0
455026	30.8	25.0	455077	42.1	54.7
455032	43.8	87.8	455079	31.9	42.8
455039	43.0	54.9	455080	35.4	31.1
455043	29.2	38.1	455081	36.0	43.2
455044	48.6	39.5	455084	33.7	31.5
455045	27.2	40.3	455087	54.3	63.5
455046	48.9	68.8	455090	18.8	3.5
455047	46.8	71.2	455091	23.5	24.5
455048	42.3	12.9	455201	35.7	17.5
455050	31.8	28.6	455203	40.7	26.5
455051	26.2	18.2	455301	35.3	35.2
455052	28.5	13.4	455601	27.5	36.3
455053	48.5	36.4			

ตารางที่ ก.5 ข้อมูลวันที่ 30 สิงหาคม 2549

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
379003	14.6	79.5	386013	24.7	80.1
379005	21.2	62.2	386301	2.4	14.2
379006	15.6	0.0	400002	5.0	4.8
379009	19.4	76.8	400003	1.7	4.9
379030	7.8	0.0	400004	0.0	19.2
379033	17.1	31.3	400007	25.9	27.4
379034	8.4	1.5	400008	26.2	71.5
379035	5.6	38.4	400009	4.1	30.4
379038	14.9	62.8	400010	25.8	70.7
379039	7.4	81.5	400011	8.0	17.3
379040	12.8	46.7	400012	8.3	14.0
379043	3.1	48.2	400013	1.9	4.8
379045	2.0	43.5	400014	7.9	6.4
379047	13.9	20.2	400201	9.7	19.0
379048	0.0	19.3	400301	23.3	56.6
379049	10.9	49.9	402002	0.4	2.7
379050	13.9	59.0	402003	5.1	7.3
379052	4.7	17.0	402005	6.5	12.4
379053	8.4	0.1	402301	3.2	4.0
379054	17.6	30.0	410001	0.0	0.0
379055	14.6	32.2	410002	0.0	0.6
379056	18.1	60.8	410003	0.0	6.0
379057	23.6	52.0	410004	0.0	2.3
379058	41.5	98.9	410005	3.7	9.8
379059	33.2	83.5	410006	1.8	5.0
379201	10.1	49.2	410007	8.2	3.2
379402	6.8	40.2	410008	0.2	6.5
380002	29.3	17.3	410009	5.8	0.0
380003	22.5	49.8	411004	0.0	5.5
380004	29.6	4.8	412001	4.5	0.0
380005	12.3	50.5	412003	3.9	0.0
380006	11.1	0.0	412004	0.8	0.0
380007	14.0	5.7	412005	0.0	0.0
380009	12.9	19.7	412006	0.0	0.0
380201	16.5	25.7	412007	0.0	0.0
386004	9.1	35.2	414001	3.8	0.0
386005	9.5	53.0	414002	1.4	0.0
386006	18.5	50.5	414003	3.9	0.0
386008	12.9	73.3	414005	0.5	7.4
386010	5.8	3.8	414007	1.2	0.0
386012	5.9	45.0	414010	3.3	9.2

ตารางที่ ก.5 (ต่อ)

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
414011	0.0	0.0	422008	5.0	28.0
414012	0.0	0.0	422009	3.3	17.1
414014	0.0	0.0	422013	1.2	16.5
414016	6.3	48.5	423002	24.3	25.7
414018	9.8	0.0	423003	9.8	5.3
414019	8.5	80.6	423004	0.3	0.0
414020	9.3	0.0	423008	2.9	2.0
414021	1.8	18.0	423301	3.6	7.0
414023	0.0	4.5	425001	9.8	17.8
414024	11.6	7.8	425002	2.3	16.0
414026	0.0	0.0	425003	0.0	0.0
415001	3.3	2.8	425004	8.6	9.8
415002	7.3	0.1	425006	0.5	0.0
415003	5.8	1.6	425007	0.6	0.0
415005	2.3	5.6	425010	3.9	5.3
415007	2.7	0.0	425011	0.0	0.1
415008	1.3	0.0	425201	5.0	4.4
415009	3.0	0.0	425301	9.3	25.1
415010	1.7	0.5	426002	0.0	0.0
415011	8.6	0.9	426003	8.1	32.5
415012	13.8	0.0	426004	3.1	10.7
415013	0.6	25.5	426005	35.0	3.7
415014	2.6	5.5	426006	7.8	28.9
415016	1.6	7.6	426008	8.6	24.7
415017	0.2	9.2	426009	0.0	0.7
415301	4.2	0.8	426010	0.0	0.0
417001	0.0	0.0	426011	7.1	12.7
417002	0.0	5.0	426012	22.9	39.8
417003	0.0	0.0	426014	24.3	65.5
417004	1.8	39.7	426015	16.4	0.0
419003	9.9	56.0	426016	23.8	25.0
419005	4.2	0.4	426017	25.8	3.2
419006	1.5	3.8	426019	8.6	15.4
419007	1.9	1.5	426020	32.8	20.0
419008	4.8	9.4	426021	8.8	30.6
419301	3.6	3.9	426022	1.3	8.7
422002	2.6	3.6	426024	9.3	25.1
422004	5.8	6.0	426026	12.6	21.0
422006	7.5	9.6	426027	8.2	28.6
422007	1.0	0.1	426028	11.1	15.2

ตารางที่ ก.5 (ต่อ)

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
426031	3.3	0.0	455047	0.0	0.3
426201	0.0	0.5	455048	8.5	2.4
426401	13.5	34.9	455049	1.8	0.0
428001	15.4	0.0	455050	2.3	2.7
428002	13.4	15.9	455051	1.3	4.2
428003	19.8	20.8	455052	1.3	5.3
428004	40.9	26.4	455053	7.0	3.1
429001	26.0	11.8	455056	4.3	4.6
429007	28.5	67.4	455057	5.1	0.1
429201	29.6	51.6	455058	4.2	2.4
430009	0.0	47.0	455063	3.8	2.8
430201	0.0	0.2	455064	0.2	0.0
451001	15.7	41.1	455065	2.7	2.6
451004	9.4	18.4	455067	6.8	5.7
451005	5.7	9.1	455068	6.7	3.3
451301	7.8	17.7	455069	6.2	2.9
455004	4.6	2.0	455071	2.3	10.5
455006	2.3	0.0	455073	13.6	10.1
455009	5.6	9.0	455075	1.5	62.5
455010	4.0	3.7	455076	1.5	2.0
455014	8.6	1.5	455077	0.5	0.0
455015	5.5	2.4	455078	0.0	68.2
455017	6.8	2.7	455079	1.4	1.5
455018	4.5	1.2	455080	1.8	2.1
455020	5.8	3.1	455081	0.3	1.3
455022	15.8	7.3	455082	0.4	0.0
455025	1.9	0.1	455084	12.9	11.0
455026	1.2	2.5	455086	3.7	13.3
455032	0.0	0.0	455087	11.9	4.5
455038	0.0	77.5	455090	1.9	2.0
455039	1.3	0.0	455091	14.8	8.5
455040	0.2	8.7	455201	6.9	4.4
455043	0.6	1.1	455203	9.7	8.5
455044	0.0	2.1	455301	20.3	13.9
455045	8.4	6.0	455601	7.0	5.4
455046	0.3	0.0			

ตารางที่ ก.6 ข้อมูลวันที่ 31 สิงหาคม 2549

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
400201	0.0	0.0	422002	12.0	0.0
400002	0.0	0.0	425201	1.5	0.0
400003	0.0	0.0	425301	0.0	0.0
400008	0.0	0.0	425001	2.3	0.0
400010	0.0	0.0	425002	0.0	0.0
400011	0.0	0.0	425004	0.2	0.0
402002	1.4	0.0	425007	0.0	0.0
402003	1.1	0.0	425010	2.5	0.0
410001	0.0	0.0	425011	0.0	0.0
410003	0.0	0.0	426201	0.0	0.0
410004	0.0	0.0	426401	0.0	0.0
410005	0.0	0.0	426002	0.0	0.0
410006	0.0	0.0	426003	0.0	0.0
410008	0.0	0.0	426005	0.0	0.0
410009	10.8	0.0	426006	0.0	0.0
411004	0.0	0.0	426008	0.0	0.0
412001	0.0	0.0	426010	0.0	0.0
412003	1.3	0.0	426012	0.0	0.0
412004	0.1	0.0	426015	5.2	0.0
412005	0.0	0.0	426016	0.0	0.0
412006	0.0	0.0	426017	0.0	0.0
412007	0.0	0.0	426018	0.0	0.0
414003	3.7	0.0	426019	0.0	0.0
414011	6.4	0.0	426020	0.7	0.0
414012	4.8	0.0	426021	0.0	0.0
414016	0.0	0.0	426022	0.0	0.0
414018	6.8	0.0	426026	0.3	0.0
414020	7.3	0.0	426031	4.3	0.0
414026	2.6	0.0	455010	2.8	0.0
415001	6.6	0.0	455014	0.0	0.0
415003	0.0	0.0	455015	12.0	0.0
415007	2.0	0.0	455018	0.5	0.0
415008	2.2	0.0	455025	1.2	0.0
415009	8.1	0.0	455026	0.1	0.0
415010	3.5	0.0	455032	0.0	0.0
415016	2.7	0.0	455038	3.5	0.0

ตารางที่ ก.6 (ต่อ)

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
455046	0.0	0.0	379053	3.2	0.1
455053	0.5	0.0	379054	13.9	0.1
455058	6.2	0.0	410002	0.3	0.5
455063	0.2	0.0	419005	12.8	0.5
455064	8.9	0.0	425003	5.1	0.6
455065	1.6	0.0	455047	0.0	0.6
455067	0.0	0.0	380009	0.1	0.8
455069	0.0	0.0	386012	0.0	1.0
455073	14.4	0.0	428003	3.7	1.4
455075	3.2	0.0	429001	4.7	1.4
455076	0.0	0.0	451005	3.5	1.4
455078	0.0	0.0	428004	0.0	1.5
455080	4.9	0.0	400004	0.0	1.6
455081	4.8	0.0	415011	8.0	1.8
455082	1.6	0.0	455020	1.0	1.8
455091	0.0	0.0	455087	8.6	1.9
380005	0.4	0.0	380201	1.1	1.9
386008	1.5	0.0	379052	0.0	2.0
386010	1.1	0.0	425006	0.0	2.1
379005	0.0	0.0	414023	0.6	2.2
379038	1.9	0.0	455077	0.2	2.5
379049	2.8	0.0	415014	0.2	2.6
379056	2.6	0.0	455006	0.6	2.7
379057	0.0	0.0	455039	8.8	3.1
379058	0.0	0.0	419007	7.2	3.2
379059	0.0	0.0	415005	1.5	3.3
417003	1.0	0.0	455203	1.5	3.3
417004	2.5	0.0	455050	7.2	3.3
430009	1.5	0.0	400013	3.4	3.5
422006	0.2	0.1	415013	3.0	4.0
426011	0.1	0.1	455009	5.7	4.0
455068	0.0	0.1	402005	3.6	4.1
455071	2.2	0.1	415301	3.8	4.1
380003	0.0	0.1	455086	1.3	4.5
386013	0.0	0.1	380007	1.2	4.5
379043	9.3	0.1	379048	3.3	4.6

ตารางที่ ก.6 (ต่อ)

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
422013	1.7	4.7	455044	5.2	12.2
455056	6.2	5.0	423004	2.3	12.2
410007	16.1	5.1	379047	3.4	12.6
426024	0.0	5.2	423002	1.0	12.8
400301	2.9	5.4	455052	9.4	13.7
415017	5.8	5.4	419003	2.1	14.0
455043	7.2	5.4	426004	3.1	14.0
414007	8.8	5.5	414010	4.8	14.5
455040	14.8	5.5	451004	7.8	16.0
386301	6.0	5.8	414014	8.6	16.4
451301	7.7	6.1	379035	3.6	17.3
402301	2.7	6.5	423008	3.8	17.9
415002	0.0	6.5	400012	4.3	18.2
379003	2.8	6.5	423007	1.8	18.2
380002	0.7	6.7	419301	6.6	19.3
379033	3.9	7.0	417002	11.1	20.0
455079	2.1	7.7	423301	10.2	20.0
386004	8.4	7.9	414019	0.0	20.1
386006	3.2	8.0	380004	0.8	21.0
422007	7.7	8.2	414002	9.5	21.5
423003	6.8	8.2	400014	36.5	22.7
455601	4.0	8.4	414001	4.8	23.3
379055	1.6	8.4	400009	5.0	23.5
379201	3.9	8.6	422008	4.9	24.4
414021	3.3	9.0	455090	7.6	25.2
379050	15.5	9.0	379030	0.0	25.6
422004	3.6	9.5	379402	7.0	25.7
422009	2.6	9.7	428002	12.9	26.0
415012	9.2	9.8	429201	13.5	26.0
429007	0.0	10.0	455301	36.3	27.2
455051	7.1	10.1	419008	14.4	30.0
414005	6.9	10.3	428001	0.0	30.0
379009	4.7	10.4	455057	5.5	30.3
380006	0.0	10.6	419006	21.2	31.0
417001	2.0	10.7	400007	9.7	31.3
414024	8.9	11.0	379045	10.4	32.8
426027	5.6	11.3	379034	2.2	33.4
455045	5.2	11.6	426009	13.2	34.0
430201	2.6	11.7	379040	10.5	34.0
455022	34.8	12.0	379039	5.8	34.3
455049	7.1	12.0	386005	2.0	46.1
426028	8.7	12.2	455084	28.8	53.0

ตารางที่ ก.7 ข้อมูลวันที่ 30 สิงหาคม 2550

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
379003	34.1	49.5	400004	3.8	7.5
379005	1.7	0.0	400007	0.0	0.0
379009	28.5	23.4	400008	13.2	17.5
379033	4.0	4.6	400010	0.3	0.0
379034	4.8	12.0	400011	0.0	0.0
379035	3.5	12.4	400012	19.8	41.0
379038	3.9	9.1	400013	0.0	0.0
379039	0.5	0.0	400014	0.0	0.0
379040	8.3	12.8	400201	0.0	0.0
379043	5.2	12.0	400301	5.8	9.9
379045	7.8	9.0	402002	1.7	0.0
379047	2.0	0.0	402003	2.7	1.7
379048	0.0	0.0	402005	0.8	0.0
379049	0.0	0.0	402301	0.5	1.7
379050	0.0	0.0	410001	0.0	0.0
379052	3.6	2.0	410002	7.7	7.7
379053	0.5	0.0	410004	0.1	3.1
379054	0.0	0.0	410005	2.5	6.2
379055	0.0	0.0	410006	0.0	0.0
379056	0.0	1.2	410007	0.1	0.0
379057	0.9	7.2	410008	5.1	6.5
379058	3.7	13.0	410009	3.8	9.5
379201	2.5	1.6	411004	25.3	43.7
379402	0.0	0.4	412001	2.3	0.0
380003	1.8	0.0	412003	1.0	0.0
380004	0.0	0.0	412007	13.3	14.3
380006	10.8	14.0	414001	2.5	8.4
380007	56.8	49.1	414002	0.2	1.5
380201	2.8	5.1	414005	0.0	0.0
386002	43.2	29.8	414007	2.0	12.5
386005	46.6	20.1	414010	0.0	0.0
386006	21.7	38.0	414012	0.9	0.0
386012	40.4	28.0	414014	0.0	0.0
386301	28.4	24.0	414016	4.3	16.5
400002	0.0	0.0	414018	1.8	0.0
400003	0.0	0.0	414020	1.5	0.1

ตารางที่ ก.7 (ต่อ)

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
414022	1.8	0.1	425004	0.3	1.9
414024	0.0	0.0	425005	22.0	12.1
415005	0.0	1.1	425006	24.1	31.1
415007	9.6	12.0	425007	33.4	30.1
415008	0.0	0.0	425008	3.5	5.5
415009	0.6	0.0	425009	14.2	26.0
415010	0.0	0.0	425010	5.5	3.7
415011	0.7	0.0	425011	8.5	14.0
415012	0.1	1.5	425201	6.0	5.2
415014	0.0	0.0	425301	0.5	1.6
415301	1.4	1.8	426002	8.4	3.4
417001	1.3	11.3	426004	0.0	0.0
417002	1.8	9.9	426005	0.0	0.0
417003	9.7	30.1	426006	4.4	9.1
419004	1.5	0.0	426008	0.5	2.6
419005	19.3	6.0	426009	0.0	0.0
419006	0.6	0.6	426011	6.0	20.3
419007	9.7	18.5	426012	0.0	0.0
419301	21.9	20.2	426014	0.8	0.0
422002	11.2	6.5	426015	0.5	0.0
422003	0.4	2.3	426016	11.2	5.0
422004	24.5	13.0	426017	5.3	1.2
422006	0.0	0.0	426019	5.9	4.8
422007	25.5	18.0	426021	17.0	28.0
422008	17.6	40.8	426022	0.0	0.0
422009	10.5	19.4	426024	5.5	16.1
422013	16.8	20.1	426026	0.9	0.0
423002	3.9	1.3	426028	0.0	0.0
423003	0.2	0.1	426031	0.0	0.0
423004	5.8	5.5	426201	0.0	0.0
423007	9.3	12.4	426401	0.0	1.2
423008	4.2	4.8	428001	34.0	10.0
423301	0.2	1.6	428002	30.4	10.5
425001	10.7	10.7	428003	16.1	11.3
425002	5.1	15.8	428004	9.8	2.9
425003	11.8	11.3	429001	11.5	17.0

ตารางที่ ก.7 (ต่อ)

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
429201	4.3	2.3	455050	27.4	25.6
430009	0.0	5.2	455051	22.3	11.4
430201	21.7	29.0	455052	18.9	9.7
451004	2.3	2.3	455056	27.1	24.6
451005	15.1	4.3	455057	25.1	25.3
451301	7.2	8.4	455058	27.2	30.5
455004	18.4	18.3	455063	30.7	27.9
455009	26.1	17.0	455065	29.7	11.3
455010	25.4	18.0	455067	25.4	15.6
455014	12.1	9.6	455068	23.8	10.3
455015	26.5	27.4	455069	23.4	16.2
455017	19.8	15.6	455071	5.8	20.6
455018	9.7	7.4	455073	9.6	26.0
455020	13.7	11.5	455076	9.3	7.5
455022	6.2	7.1	455077	9.1	16.2
455025	15.7	15.3	455078	11.6	4.2
455026	11.2	7.5	455079	8.4	7.2
455029	16.4	18.5	455080	17.2	10.9
455032	18.2	16.1	455081	8.5	10.5
455038	45.3	35.0	455084	8.2	9.2
455039	20.8	17.8	455086	23.9	30.3
455043	25.5	18.0	455087	11.5	4.3
455044	27.4	22.5	455090	9.8	5.9
455045	46.5	30.0	455201	14.9	13.9
455047	5.2	4.8	455203	12.0	7.3
455048	5.8	8.1	455301	7.3	6.7
455049	24.7	23.8	455601	52.7	38.9

ตารางที่ ก.8 ข้อมูลวันที่ 31 สิงหาคม 2550

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
379003	13.2	17.0	386006	2.4	0.0
379005	0.0	0.0	386008	11.5	5.5
379006	0.5	0.0	386012	18.4	56.2
379009	10.5	15.2	386013	14.4	30.5
379030	2.1	36.7	386301	14.1	6.8
379033	0.1	0.0	400002	9.7	10.7
379034	0.0	10.0	400003	0.0	0.0
379035	1.4	0.0	400004	0.0	0.0
379038	0.0	4.2	400007	0.0	0.0
379039	5.2	5.3	400008	0.0	12.7
379040	11.0	11.0	400010	0.3	4.0
379043	1.8	10.0	400011	0.0	0.0
379045	0.0	0.0	400012	1.6	3.0
379047	2.2	1.2	400013	15.9	30.2
379048	0.1	0.0	400014	5.4	14.9
379049	0.0	0.0	400201	0.0	0.0
379050	0.0	0.0	400301	0.0	0.0
379052	0.0	0.0	402002	0.0	0.0
379053	0.0	0.0	402003	0.0	0.0
379054	0.0	0.0	402005	0.0	0.0
379055	0.0	0.0	402301	0.0	0.0
379056	0.0	0.0	410001	0.0	0.0
379057	0.0	0.0	410002	8.5	11.5
379058	0.0	0.0	410003	0.0	0.0
379201	0.0	0.3	410004	0.0	0.0
379402	0.0	0.0	410005	0.0	0.0
380002	13.3	4.5	410006	0.9	0.0
380003	19.2	15.5	410007	0.3	31.1
380004	0.0	2.1	410008	4.3	3.5
380006	0.1	0.0	410009	1.1	17.6
380007	39.3	33.0	411004	0.0	0.0
380008	2.9	0.0	412001	0.0	0.0
380201	2.8	6.2	412003	0.0	0.0
386002	2.5	4.5	412004	0.0	0.0
386004	15.0	20.2	412005	0.0	0.0
386005	16.4	51.0	412006	0.3	0.0

ตารางที่ ก.8 (ต่อ)

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
412007	0.0	0.0	419007	2.7	10.0
414001	0.9	20.9	419008	9.4	0.0
414002	2.5	9.0	419301	11.7	20.5
414005	0.0	0.0	422002	4.8	3.2
414007	1.9	5.1	422003	18.9	5.4
414010	12.0	5.3	422004	1.8	0.0
414011	2.9	8.8	422006	14.8	26.1
414012	3.6	10.6	422007	5.2	0.0
414014	0.8	0.0	422008	0.6	15.0
414016	0.0	0.0	422009	2.9	8.8
414018	0.1	0.0	422013	0.2	3.6
414019	0.0	0.0	423002	2.7	5.7
414020	0.0	0.0	423003	0.0	2.3
414021	0.4	0.0	423004	0.3	4.8
414022	0.0	0.1	423007	6.0	0.9
414024	0.0	0.0	423008	4.7	0.0
414026	2.6	10.0	423301	1.8	8.3
415003	0.3	0.1	425001	0.0	0.0
415005	0.0	0.0	425002	0.0	1.2
415007	0.0	0.0	425003	0.0	0.0
415008	2.6	0.0	425004	0.0	0.0
415009	0.0	0.0	425005	0.0	0.0
415010	0.0	0.0	425006	0.0	3.1
415011	0.2	0.0	425007	0.0	0.0
415012	1.7	0.0	425008	2.0	0.0
415014	0.0	0.0	425009	0.0	0.0
415017	3.4	0.0	425010	0.0	0.0
415301	3.7	3.8	425011	0.0	0.2
417001	1.9	7.5	425201	0.0	0.0
417002	10.4	6.5	425301	0.5	0.3
417003	2.8	0.0	426002	0.0	0.0
417004	25.8	132.2	426003	0.0	0.0
419003	19.7	13.4	426004	0.0	0.0
419004	39.1	70.2	426005	0.0	0.0
419005	9.0	0.0	426006	0.0	0.0
419006	27.3	25.0	426008	0.0	0.0

ตารางที่ ก.8 (ต่อ)

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
426009	0.0	0.0	455017	3.5	0.0
426010	0.0	18.5	455018	0.3	0.0
426011	0.0	0.1	455020	0.5	1.5
426012	0.0	0.0	455022	0.0	2.3
426014	0.0	0.0	455024	6.4	7.4
426015	0.0	0.0	455025	0.0	0.0
426016	0.0	10.0	455026	0.3	0.1
426017	0.0	0.0	455029	6.6	15.0
426019	0.0	0.0	455038	8.3	8.8
426021	0.0	0.0	455039	18.9	14.3
426022	0.0	0.0	455040	13.1	0.0
426024	0.0	0.0	455043	17.1	21.2
426026	0.0	0.0	455044	21.1	35.3
426027	3.5	9.0	455045	24.2	43.4
426028	2.6	9.5	455046	5.5	0.0
426031	2.4	0.0	455047	2.6	7.1
426201	0.0	0.0	455048	1.2	3.2
426401	0.0	0.0	455049	3.0	0.0
428001	14.0	0.0	455050	5.2	6.6
428002	0.1	0.1	455051	2.7	0.0
428003	3.5	8.2	455052	1.2	3.9
428004	1.5	0.8	455053	4.1	6.7
429001	0.0	0.5	455056	18.6	10.2
429201	0.0	0.1	455057	12.2	8.6
430009	1.1	0.0	455058	12.7	2.3
430201	0.2	7.1	455063	1.1	0.0
451001	0.0	0.0	455064	0.3	7.8
451004	0.1	0.0	455065	2.0	4.3
451005	0.0	0.0	455067	3.4	3.8
451301	0.0	1.5	455068	2.9	4.3
455004	1.0	2.6	455069	2.7	2.6
455006	6.1	0.0	455071	0.4	0.0
455009	15.3	19.0	455073	15.4	0.9
455010	8.1	10.5	455075	3.5	0.0
455014	5.4	4.0	455076	7.6	14.0
455015	2.7	1.2	455077	14.2	16.5

ตารางที่ ก.8 (ต่อ)

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
455078	5.4	12.2	455087	4.5	1.9
455079	0.9	0.0	455090	3.6	4.0
455080	7.5	10.0	455091	2.9	2.9
455081	11.8	0.0	455201	1.3	5.7
455082	4.3	0.0	455203	2.3	3.5
455084	0.2	0.0	455301	0.4	2.5
455086	4.4	5.0	455601	18.7	26.0

ตารางที่ ก.9 ข้อมูลวันที่ 1 กันยายน 2550

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
379003	0.0	0.0	386012	21.1	10.0
379005	0.0	0.0	386013	0.0	0.0
379006	1.4	0.0	386301	11.4	17.2
379009	8.8	5.5	400002	11.0	18.6
379030	8.3	13.9	400003	0.0	0.0
379033	8.9	0.0	400004	0.2	0.0
379034	2.4	0.0	400007	1.4	0.0
379035	2.7	2.4	400008	0.0	0.0
379038	3.4	0.0	400010	0.6	0.0
379039	0.2	0.0	400011	0.0	0.0
379040	1.8	2.1	400012	5.8	8.2
379043	0.0	0.0	400013	39.5	30.2
379045	0.0	0.0	400014	10.3	13.2
379047	0.9	0.0	400201	0.0	0.0
379048	0.0	0.0	400301	0.0	0.1
379049	11.1	0.0	402002	0.0	0.0
379050	0.0	0.0	402003	0.0	0.0
379052	0.0	0.0	402005	0.0	4.7
379053	0.0	0.0	402301	0.0	0.0
379054	0.0	0.0	410001	0.0	0.0
379055	0.0	0.0	410002	0.0	0.0
379056	0.0	0.0	410003	0.0	0.0
379057	0.0	0.0	410004	0.0	0.0
379058	0.0	0.0	410005	0.0	0.0
379201	0.1	0.0	410006	0.0	10.0
379402	0.0	0.0	410007	2.1	0.0
380002	7.2	4.8	410008	0.0	14.5
380003	1.6	0.0	410009	19.0	25.9
380006	12.1	0.0	411004	0.0	0.0
380007	1.5	7.2	412001	0.0	0.0
380201	10.3	33.7	412003	0.0	0.0
386002	4.7	8.3	412004	0.0	0.0
386004	12.2	20.3	412005	0.0	0.0
386005	22.4	31.0	412006	0.0	0.0
386006	5.1	0.0	412007	0.0	0.0
386008	1.3	0.0	414001	0.5	1.9

ตารางที่ ก.9 (ต่อ)

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
414002	0.0	1.0	419301	0.0	0.9
414005	0.0	0.0	422002	0.2	0.0
414007	0.0	0.0	422003	0.0	3.2
414010	0.0	0.0	422004	2.9	9.0
414011	0.7	18.4	422006	0.5	1.7
414012	0.0	0.0	422007	0.3	0.1
414014	0.0	0.0	422008	4.8	5.0
414016	0.0	0.0	422013	1.5	3.7
414018	0.0	0.0	423002	0.0	0.0
414019	0.1	0.0	423003	0.0	0.1
414020	0.0	0.1	423004	0.0	0.0
414021	0.0	0.0	423007	0.0	0.8
414022	0.0	0.0	423008	0.0	0.0
414023	2.7	15.9	423301	0.0	0.0
414024	0.0	1.0	425001	0.0	0.0
415003	0.1	0.1	425002	0.0	0.0
415005	0.2	0.0	425003	0.0	0.0
415007	0.0	0.0	425004	0.0	0.0
415008	0.0	0.0	425005	0.0	0.0
415009	0.0	0.0	425006	1.9	9.8
415010	0.0	0.0	425007	0.0	0.0
415011	1.7	4.2	425008	0.0	0.0
415012	0.0	0.0	425009	0.0	0.0
415013	6.3	11.7	425010	2.2	0.0
415014	1.0	3.4	425011	0.0	0.1
415017	0.8	0.0	425201	1.0	1.2
415301	0.0	0.0	425301	0.0	0.0
417001	1.1	1.3	426002	0.0	0.0
417002	7.4	0.0	426003	0.0	0.0
417003	3.5	0.0	426004	0.1	6.5
419003	0.2	9.0	426005	0.0	0.0
419004	15.8	9.2	426006	0.0	0.0
419005	3.0	0.0	426008	0.0	0.0
419006	0.9	2.3	426009	0.0	0.9
419007	10.3	10.2	426011	0.0	0.0
419008	3.6	12.8	426012	0.0	0.0

ตารางที่ ก.9 (ต่อ)

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
426014	0.0	0.0	455040	1.0	6.2
426015	0.0	12.2	455043	2.0	8.0
426016	0.0	0.0	455044	0.9	2.1
426017	0.0	0.0	455045	3.9	3.7
426019	0.8	0.0	455046	0.2	0.0
426021	0.0	0.0	455047	2.8	6.4
426022	0.0	0.0	455048	0.0	0.0
426024	0.0	0.0	455049	5.7	5.0
426026	0.0	0.0	455050	8.6	0.0
426027	0.0	0.0	455051	5.3	11.0
426028	0.0	0.0	455052	6.2	15.4
426201	0.0	0.0	455053	0.2	8.0
426401	0.0	0.3	455056	3.4	0.0
428001	0.0	0.0	455057	8.3	13.5
428002	0.0	0.1	455058	9.4	17.3
428003	0.0	0.0	455063	4.9	3.6
428004	0.0	0.0	455064	5.3	0.0
429001	0.0	0.0	455065	12.2	15.6
429201	0.0	0.0	455067	0.0	0.0
430009	0.0	4.4	455068	0.0	0.1
430201	0.0	0.0	455069	0.0	0.0
451001	0.0	0.0	455071	0.0	0.0
451005	1.7	0.0	455075	0.0	12.4
451301	13.5	20.6	455076	11.3	23.0
455004	7.3	4.9	455077	3.8	0.3
455009	6.4	10.0	455078	0.1	8.3
455010	10.8	14.0	455079	0.0	1.5
455014	1.3	0.5	455080	14.7	30.0
455015	10.6	16.7	455081	16.5	22.6
455017	1.2	5.6	455082	0.3	0.0
455018	0.0	0.0	455084	0.0	0.0
455020	0.3	0.8	455086	11.3	9.5
455022	0.0	0.0	455087	0.0	0.0
455024	25.0	9.3	455090	9.5	12.8
455025	1.6	0.1	455091	0.0	0.0
455026	0.2	0.1	455201	2.0	3.8
455029	16.5	6.0	455203	0.5	3.8
455038	4.4	6.8	455301	0.0	0.0
455039	13.7	28.2	455601	8.2	9.3

ตารางที่ ก.10 ข้อมูลวันที่ 2 กันยายน 2550

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
379003	2.1	0.1	386008	3.2	9.1
379005	0.0	0.0	386012	56.6	10.8
379009	2.0	0.0	386013	26.6	29.0
379030	8.9	0.0	386301	54.7	70.5
379033	24.8	2.6	400002	0.0	0.0
379034	0.0	0.0	400003	13.1	34.0
379035	0.6	0.0	400004	0.4	0.0
379038	3.9	6.9	400007	0.0	4.6
379039	3.7	5.3	400008	4.0	7.4
379040	11.5	10.2	400010	0.1	5.3
379043	12.9	0.0	400011	2.2	9.5
379045	10.8	5.6	400012	1.0	2.3
379047	23.7	4.6	400014	0.0	0.0
379048	24.5	22.4	400201	1.6	11.4
379049	16.4	14.6	400301	0.0	0.0
379050	13.5	1.3	402002	0.0	0.0
379052	10.8	14.5	402003	0.0	0.0
379053	4.1	0.0	402005	0.0	0.0
379054	6.4	25.0	402301	0.0	0.0
379055	0.6	0.0	410001	0.0	3.0
379056	1.0	0.0	410002	0.0	0.0
379057	0.0	0.1	410003	23.4	12.0
379058	1.2	0.0	410004	19.6	37.5
379059	0.0	0.0	410005	13.9	23.6
379201	4.9	2.0	410006	27.4	22.0
379402	6.3	4.7	410007	11.8	0.0
380002	41.3	38.7	410008	3.0	2.1
380003	0.0	0.1	410009	9.1	19.8
380004	0.0	0.0	411004	0.0	0.0
380006	2.6	18.0	412001	0.0	0.0
380007	2.8	4.5	412003	0.0	0.0
380201	2.1	4.2	412004	0.0	4.1
386002	0.2	6.1	412005	0.0	0.0
386004	14.9	5.2	412006	0.0	0.0
386005	1.3	0.0	412007	0.0	0.0
386006	0.1	5.0	414001	25.6	30.2

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
414002	3.8	11.6	422002	0.0	0.0
414005	0.7	1.0	422003	0.3	4.5
414007	8.7	30.0	422004	0.0	0.0
414010	0.0	2.4	422006	5.8	4.0
414011	9.2	5.2	422007	0.0	0.1
414012	1.4	0.0	422008	0.0	8.3
414014	2.5	0.0	422009	0.0	14.7
414016	0.0	0.0	422013	0.0	4.5
414018	0.9	0.0	423002	15.2	0.0
414020	1.6	0.1	423003	0.2	0.7
414021	8.4	41.0	423004	20.8	25.5
414022	0.4	4.8	423007	9.2	25.2
414023	1.1	2.3	423008	0.6	0.0
414024	2.1	7.0	423301	0.0	0.0
415003	1.0	0.1	425001	0.0	0.0
415005	0.2	0.0	425002	0.0	0.0
415007	0.0	0.0	425003	0.0	0.0
415008	0.0	0.0	425004	7.9	2.6
415009	0.0	0.0	425005	0.0	0.0
415010	0.0	0.0	425006	0.0	2.7
415011	1.9	0.0	425007	5.5	6.3
415012	8.5	20.5	425008	8.5	9.5
415013	11.8	39.1	425009	0.0	0.0
415014	0.0	0.0	425010	0.0	0.0
415017	5.8	11.0	425011	9.2	0.1
415301	20.8	36.3	425201	0.0	0.0
417001	25.2	3.5	425301	8.3	9.4
417002	7.7	3.2	426002	0.0	0.0
417003	19.1	40.0	426003	0.0	0.0
417004	12.1	0.0	426004	0.0	0.0
419003	18.1	16.5	426005	0.0	0.0
419004	2.8	12.2	426008	0.0	0.0
419006	2.7	1.1	426009	3.5	5.0
419007	29.1	20.8	426010	0.0	15.0
419008	30.6	50.5	426011	4.2	0.1
419301	23.4	47.6	426012	0.0	0.0

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
426014	1.5	0.0	455040	0.0	12.8
426015	0.0	0.1	455043	0.0	0.6
426016	18.9	8.0	455044	0.1	2.4
426017	12.5	0.0	455045	1.5	4.0
426019	16.1	0.0	455046	36.5	77.5
426021	7.0	4.4	455047	9.9	13.5
426024	13.2	26.7	455048	41.1	71.1
426026	0.0	0.0	455049	0.0	6.5
426027	2.4	0.0	455050	0.0	0.0
426028	0.0	0.0	455051	0.0	0.0
426031	0.0	17.2	455052	0.0	6.3
426201	0.0	0.0	455053	0.0	16.3
426401	12.0	18.2	455056	0.0	0.0
428002	0.4	0.0	455057	0.1	1.7
428003	0.0	0.0	455058	0.1	6.1
428004	0.0	0.0	455063	0.5	0.0
429001	1.1	3.3	455064	0.0	0.0
429201	0.0	0.0	455065	0.2	7.8
430201	2.9	2.2	455067	0.0	0.0
451001	23.7	23.8	455068	0.0	0.4
451005	0.0	0.0	455069	0.0	0.0
451301	0.0	0.1	455071	2.2	10.7
455004	0.5	2.0	455076	31.1	43.0
455006	0.4	22.6	455077	42.6	69.7
455009	0.0	0.0	455078	30.6	2.5
455010	0.4	1.0	455079	51.8	67.5
455014	0.1	0.0	455080	12.5	12.9
455015	1.0	0.1	455081	7.8	13.1
455017	0.8	7.6	455082	5.8	0.0
455018	1.1	0.0	455084	0.8	20.0
455020	1.0	1.2	455086	0.5	10.0
455022	5.0	10.0	455087	0.8	1.6
455024	0.4	13.5	455090	0.0	1.5
455026	3.0	2.5	455091	0.0	0.0
455029	0.8	0.0	455201	0.4	1.7
455032	0.5	0.0	455203	0.0	0.3
455038	0.0	0.0	455301	1.0	2.0
455039	0.2	1.8	455601	0.5	2.4

ตารางที่ ก.11 ข้อมูลวันที่ 3 กันยายน 2550

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
379003	13.1	20.3	386013	0.0	0.0
379005	0.2	0.0	386301	0.6	6.5
379006	32.9	40.0	400002	5.0	0.0
379009	2.2	5.5	400003	0.5	6.5
379030	15.3	5.6	400004	0.1	0.0
379033	0.0	0.0	400007	0.0	0.0
379034	3.7	7.2	400008	23.9	30.5
379035	15.4	23.5	400010	0.0	0.0
379038	37.4	63.1	400011	7.8	40.0
379039	9.8	9.1	400012	6.2	6.5
379040	4.6	6.4	400013	0.0	0.0
379043	7.8	7.2	400014	1.5	5.0
379045	7.7	10.0	400201	13.6	42.2
379047	27.1	11.3	400301	3.8	3.8
379049	22.5	37.8	402002	0.0	0.0
379050	17.8	3.5	402003	0.1	0.6
379052	35.2	43.5	402005	0.0	0.0
379054	9.8	40.0	402301	0.3	1.0
379055	6.6	5.5	410001	0.0	0.6
379056	3.4	4.0	410002	0.0	0.0
379057	0.9	2.4	410003	0.5	0.0
379058	0.7	0.0	410004	2.4	2.8
379059	0.0	0.0	410005	2.4	2.8
379201	14.0	35.2	410006	21.3	31.0
379402	20.2	24.3	410007	2.4	24.0
380002	19.8	24.3	410008	0.0	5.9
380003	0.0	0.1	410009	0.0	0.0
380004	0.0	0.0	411004	0.0	0.0
380006	4.1	0.0	412001	0.0	2.3
380007	40.9	42.8	412003	0.0	0.0
380201	3.8	4.1	412004	0.0	6.3
386002	0.0	0.0	412005	1.6	10.2
386004	0.0	0.0	412006	0.0	0.0
386005	10.2	41.6	412007	0.0	0.0
386006	0.0	0.0	414001	0.5	5.7
386008	2.4	0.1	414002	12.7	30.0

ตารางที่ ก.11 (ต่อ)

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
414005	0.0	2.5	422003	0.0	0.0
414007	30.3	40.5	422004	6.4	7.5
414010	12.2	26.3	422006	0.0	0.0
414011	0.0	0.0	422007	2.9	9.6
414012	15.1	40.2	422008	11.4	2.0
414014	0.3	12.3	422009	16.9	24.1
414016	30.0	25.3	422013	31.5	16.1
414019	0.0	4.0	423002	17.1	21.0
414020	9.6	10.0	423003	12.7	21.3
414021	8.3	8.5	423004	1.8	2.8
414022	0.0	1.0	423007	32.8	48.4
414023	20.8	21.3	423008	5.2	13.9
414024	0.4	0.0	423301	5.8	5.8
415003	0.0	0.0	425001	0.0	0.0
415005	0.0	1.1	425002	0.0	0.0
415007	0.0	0.0	425003	0.2	0.0
415008	0.0	0.1	425004	0.0	0.0
415009	0.0	0.0	425005	0.0	0.0
415010	0.4	1.3	425006	0.0	0.0
415011	0.5	3.6	425007	0.0	0.0
415012	2.2	10.5	425008	0.0	0.0
415013	0.0	0.0	425009	0.4	0.0
415014	1.7	0.0	425010	0.0	0.0
415017	2.3	18.9	425011	0.0	0.0
415301	6.3	19.7	425201	0.0	0.0
417001	30.2	24.0	425301	0.0	0.0
417002	1.2	0.0	426002	0.0	0.0
417004	0.8	9.3	426003	1.3	4.0
419003	1.1	12.0	426005	4.4	0.0
419004	0.0	0.0	426008	0.6	2.5
419005	0.3	8.0	426009	5.3	6.5
419006	0.9	1.1	426010	1.1	0.0
419007	2.9	10.6	426011	1.5	0.1
419008	0.2	0.0	426012	0.8	0.5
419301	0.3	2.0	426015	1.3	0.1
422002	3.3	0.0	426016	1.6	0.1

ตารางที่ ก.11 (ต่อ)

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
426017	2.0	0.0	455040	0.2	8.4
426019	1.6	0.0	455043	0.0	1.0
426021	0.1	0.0	455044	13.7	2.6
426022	8.6	12.2	455045	5.5	8.2
426024	16.0	5.1	455046	46.5	33.0
426026	4.0	4.3	455047	6.5	8.0
426027	19.9	24.0	455048	5.2	3.9
426028	26.8	16.5	455050	4.5	0.0
426031	15.9	9.4	455051	8.4	9.8
426201	0.0	0.0	455052	10.6	15.4
426401	0.5	0.4	455053	0.0	0.0
428001	4.1	28.0	455056	1.0	0.0
428002	36.3	32.2	455057	0.0	0.1
428003	3.1	2.4	455058	1.1	2.7
428004	0.0	0.0	455063	0.6	0.0
429001	0.7	1.2	455065	1.1	16.4
429201	0.0	0.0	455067	0.2	0.0
430201	16.8	20.3	455068	0.1	0.1
451001	0.0	0.0	455069	0.2	0.0
451004	0.8	2.3	455071	3.3	10.5
451005	0.0	0.0	455073	0.4	0.0
451301	2.8	1.3	455075	8.3	29.7
455004	0.0	0.1	455076	2.8	1.8
455006	0.0	0.4	455077	12.8	15.2
455009	0.1	0.0	455078	18.6	43.5
455010	0.6	1.0	455079	16.8	24.2
455014	0.0	0.0	455080	1.6	8.2
455015	0.8	0.0	455081	0.0	0.0
455017	0.0	0.0	455082	8.4	12.5
455018	6.7	7.6	455084	5.2	5.0
455020	0.1	1.2	455086	0.0	8.5
455022	2.1	2.1	455087	4.4	13.0
455024	0.0	0.0	455090	8.1	8.2
455025	0.2	0.0	455091	0.3	0.0
455026	2.2	3.5	455201	0.0	1.0
455029	0.0	1.8	455203	1.0	1.2
455038	0.1	0.0	455301	2.9	1.5
455039	0.0	0.0	455601	2.2	9.8

ตารางที่ ก.12 ข้อมูลวันที่ 27 สิงหาคม 2551

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
379003	4.4	3.5	386301	0.5	0.5
379005	4.2	2.4	400006	0.0	0.0
379009	9.5	0.0	400007	1.3	0.0
379030	2.7	0.0	400009	0.0	0.0
379033	1.9	0.0	400201	0.0	0.0
379034	2.1	8.7	400301	0.0	1.3
379035	3.4	2.4	402301	0.0	0.2
379038	2.3	4.9	410001	0.0	0.0
379039	5.2	0.0	410003	0.0	0.0
379040	0.2	0.1	410005	0.0	0.0
379045	32.8	27.5	410008	0.0	0.0
379047	0.1	0.1	411004	0.0	0.0
379048	0.0	0.0	412003	0.0	0.0
379049	0.0	12.3	412004	0.0	0.0
379050	0.2	0.0	412005	0.0	0.0
379052	0.0	4.0	412007	0.0	0.0
379053	11.0	0.1	414001	0.0	0.0
379055	3.3	0.0	414002	0.0	0.0
379058	40.8	34.8	414003	0.0	0.0
379059	41.8	36.7	414005	0.0	0.0
379201	5.9	12.8	414007	5.6	8.9
379402	0.3	0.6	414010	0.0	0.0
380002	9.8	0.1	414011	0.0	0.0
380003	0.7	0.0	414012	0.0	0.0
380006	32.6	28.0	414014	0.0	0.0
380007	15.7	41.0	414020	7.5	0.0
380008	0.2	0.0	414021	0.0	0.0
380009	0.0	0.0	414022	1.2	0.0
380201	0.6	0.8	414023	0.0	0.0
386002	0.0	0.0	414024	0.8	0.0
386004	2.8	0.0	414026	0.0	0.1
386005	4.4	14.1	415001	4.9	2.7
386006	0.4	0.0	415002	41.6	21.4
386008	0.0	0.0	415003	1.8	0.0
386012	2.4	0.0	415005	0.2	0.0
386013	0.0	0.0	415007	0.8	0.0

ตารางที่ ก.12 (ต่อ)

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
415008	24.6	22.5	425301	53.2	51.0
415011	0.4	0.0	426003	0.0	0.0
415013	7.6	0.0	426004	0.0	0.5
415014	6.5	6.2	426006	21.4	47.4
415016	3.2	0.0	426008	0.0	0.0
415017	5.1	8.1	426009	0.0	0.0
415301	0.0	0.2	426012	0.0	0.0
417001	6.1	0.0	426015	3.8	0.0
417002	8.4	0.0	426017	14.8	35.4
417003	4.8	0.0	426020	24.6	32.0
417004	9.4	0.0	426024	4.8	0.0
419006	0.0	0.0	426026	3.6	2.8
419007	0.0	0.0	426028	0.4	0.0
419301	33.7	24.7	426031	0.0	0.0
422002	24.1	24.5	426201	0.0	0.1
422003	3.4	0.0	426401	42.6	62.8
422006	4.5	4.2	428003	15.6	32.6
422008	22.1	23.5	428004	6.6	19.2
422009	6.9	14.2	429001	0.1	8.1
423002	0.0	8.2	429007	0.5	0.1
423003	0.0	0.4	429201	0.0	0.0
423004	0.0	0.0	430009	0.0	0.0
423007	0.0	0.0	430201	0.7	0.2
423008	1.2	0.0	451004	1.6	6.8
423301	0.9	5.9	451301	2.7	8.8
425001	0.0	0.0	455006	37.4	11.1
425002	0.0	0.1	455014	1.1	0.6
425003	0.0	0.0	455015	58.6	25.7
425005	0.0	0.0	455024	30.2	76.0
425006	0.0	0.0	455032	1.7	0.0
425007	4.3	0.0	455044	54.8	55.7
425008	2.9	0.0	455045	47.6	75.2
425009	0.0	0.0	455046	0.0	0.0
425010	0.3	0.0	455048	0.0	0.0
425011	0.6	0.1	455050	50.6	55.4
425201	0.0	0.0	455056	55.2	48.6

ตารางที่ ก.12 (ต่อ)

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
455057	56.1	52.7	455082	0.0	0.0
455058	93.8	60.4	455086	63.5	28.0
455063	34.7	29.8	455087	0.5	0.4
455065	70.0	43.1	455090	7.3	4.9
455071	0.0	0.0	455091	21.4	24.0
455075	0.0	0.0	455201	1.6	2.1
455077	0.0	0.0	455203	0.1	0.2
455079	0.0	0.0	455301	0.6	8.9
455080	0.0	0.0	455601	36.7	52.9
455081	0.0	0.0			

ตารางที่ ก.13 ข้อมูลวันที่ 28 สิงหาคม 2551

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
379003	13.8	21.0	386012	0.9	0.0
379005	15.6	20.5	386013	8.5	7.5
379006	0.8	0.5	386301	0.0	0.0
379009	5.0	0.0	400006	21.5	17.9
379030	17.6	4.3	400007	12.9	0.1
379033	2.0	0.0	400009	4.3	0.0
379034	9.4	9.4	400201	19.6	26.3
379035	7.0	20.5	400301	0.5	2.0
379038	9.1	14.7	402301	0.0	0.0
379039	3.4	0.0	410001	0.0	4.5
379040	0.7	4.0	410003	0.0	0.0
379045	0.0	0.0	410005	0.0	0.0
379048	0.0	0.0	410008	6.6	0.0
379049	0.0	0.0	411004	0.0	0.0
379050	0.0	0.0	412003	0.0	0.0
379052	0.0	0.0	412004	11.8	0.0
379053	0.0	0.1	412005	0.0	0.0
379055	1.4	10.1	412007	0.0	0.0
379056	0.9	3.5	414001	0.0	0.0
379058	0.0	0.0	414002	10.8	14.3
379059	0.0	0.0	414003	1.0	0.0
379201	1.4	1.8	414005	2.3	1.0
379402	4.5	11.7	414007	5.2	3.2
380002	4.5	3.2	414010	0.0	0.0
380003	0.0	0.0	414011	0.0	0.0
380006	0.0	0.0	414012	3.0	0.0
380007	0.0	0.0	414014	0.8	0.0
380008	3.1	0.3	414020	0.0	0.0
380009	23.1	13.6	414021	0.0	9.1
380201	35.0	40.7	414022	1.8	0.0
386002	6.4	8.5	414023	0.0	0.0
386004	0.2	0.0	414024	0.0	0.0
386005	0.0	0.0	414026	0.0	0.1
386006	20.5	18.0	415001	0.1	0.0
386008	0.9	0.0	415003	1.5	0.0
386010	0.0	0.0	415005	0.0	9.2

ตารางที่ ก.13 (ต่อ)

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
415007	4.4	0.0	425009	0.6	3.1
415008	0.0	0.1	425010	0.0	0.0
415011	0.0	0.0	425011	0.0	0.3
415013	9.5	0.0	425201	0.0	0.0
415014	0.0	0.0	425301	0.9	2.7
415016	0.5	0.0	426003	8.0	28.5
415017	0.0	0.0	426004	0.0	0.0
415301	0.4	0.6	426006	0.0	0.0
417001	0.1	0.0	426008	0.0	0.0
417002	1.5	2.4	426009	0.6	1.2
417003	0.0	0.0	426010	0.0	0.0
417004	4.5	0.0	426012	0.9	7.0
419003	25.8	53.6	426015	0.5	0.0
419004	2.4	3.9	426017	0.0	0.0
419006	0.0	0.0	426018	5.0	0.0
419007	0.8	0.0	426019	0.0	0.0
419008	0.1	0.0	426020	2.2	0.1
419301	9.5	10.0	426024	0.0	0.0
422002	7.6	0.0	426026	8.8	6.4
422003	2.6	0.0	426028	6.8	6.5
422006	1.0	0.1	426031	0.0	0.0
422008	2.7	0.0	426201	0.0	0.0
422009	5.5	10.6	426401	0.0	0.0
423002	0.4	0.0	428003	0.0	0.0
423003	2.4	3.9	428004	2.2	4.3
423004	3.0	0.0	429001	3.1	0.7
423007	0.5	0.0	429007	4.1	0.1
423008	0.0	0.0	429201	2.9	2.2
423301	1.2	21.6	430009	0.8	1.0
425001	0.0	0.0	430201	4.8	9.0
425002	0.0	0.0	451004	1.3	3.5
425003	0.0	0.0	451301	0.0	0.0
425005	0.0	0.0	455006	9.3	0.0
425006	0.3	0.1	455014	3.4	11.2
425007	6.7	0.0	455015	2.5	0.0
425008	0.0	0.0	455024	4.5	0.0

ตารางที่ ก.13 (ต่อ)

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
455032	3.2	0.0	455077	0.3	0.0
455040	10.6	0.1	455079	0.0	0.0
455044	3.0	6.3	455080	1.5	1.8
455045	4.2	6.6	455081	1.2	1.9
455046	0.0	0.0	455082	3.5	0.0
455048	2.3	6.3	455086	6.1	4.3
455050	6.7	9.3	455087	4.3	9.3
455056	2.3	0.0	455090	2.1	2.8
455057	5.1	2.5	455091	4.0	0.0
455058	1.2	3.4	455201	1.7	1.4
455063	5.2	9.8	455203	1.2	2.0
455065	5.1	8.6	455301	4.0	2.6
455071	6.8	0.0	455601	5.2	5.7
455075	0.0	0.0			

ตารางที่ ก.14 ข้อมูลวันที่ 29 สิงหาคม 2551

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
379003	10.6	14.5	386008	0.0	0.0
379005	10.4	12.0	386010	0.0	0.0
379006	2.9	0.0	386012	0.0	0.0
379009	0.0	0.0	386013	0.0	0.0
379030	4.2	1.9	386301	0.0	0.0
379033	0.0	0.0	400006	0.0	0.0
379034	0.0	14.1	400007	0.0	16.5
379035	0.0	0.0	400009	0.2	0.0
379038	0.0	0.0	400201	2.4	10.5
379039	0.0	0.0	400301	5.8	8.1
379040	3.6	7.0	402301	14.9	14.3
379045	6.8	4.0	410001	0.0	0.0
379047	7.0	0.0	410003	0.0	0.0
379048	1.1	0.0	411004	2.3	0.0
379050	9.9	11.2	412003	0.0	0.0
379052	10.3	0.0	412004	0.0	0.0
379053	5.8	0.1	412005	0.0	0.0
379054	7.2	5.0	412007	0.3	2.8
379056	4.9	17.8	414001	2.6	1.4
379057	12.0	15.0	414002	3.2	8.2
379058	16.5	19.8	414003	0.0	0.0
379059	8.5	0.0	414005	0.2	0.0
379201	0.5	0.8	414007	0.2	0.0
379402	29.3	47.7	414010	0.0	0.0
380002	0.0	0.0	414011	0.0	0.0
380003	1.9	0.0	414012	0.3	0.0
380005	0.0	0.0	414014	0.2	0.0
380006	1.1	0.0	414019	1.5	0.0
380007	0.0	0.0	414020	0.0	0.0
380008	0.4	0.0	414021	0.0	0.0
380009	0.0	0.0	414022	8.9	0.0
380201	0.8	0.2	414023	0.0	0.0
386002	3.2	0.0	414024	0.0	0.0
386004	1.4	0.0	414026	1.1	9.7
386005	0.0	0.0	415001	4.3	6.3
386006	1.8	0.0	415002	12.1	0.0

ตารางที่ ก.14 (ต่อ)

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
415003	0.0	0.0	425007	6.7	0.0
415005	0.0	0.0	425008	18.5	2.0
415007	0.0	0.0	425009	29.1	28.1
415008	0.0	0.0	425010	0.0	0.0
415011	1.5	0.0	425011	18.9	43.8
415013	0.0	0.0	425201	0.0	0.0
415014	0.0	0.0	425301	0.1	1.3
415016	1.7	0.0	426003	0.0	0.0
415017	1.4	0.0	426004	0.0	0.0
415301	0.0	0.2	426006	0.0	0.0
417001	0.0	0.0	426008	0.0	0.0
417002	0.0	0.0	426009	0.0	0.0
417003	0.0	0.0	426010	0.0	0.0
417004	0.0	6.7	426012	0.0	0.0
419003	4.4	15.0	426015	12.8	0.0
419004	0.0	0.0	426017	2.0	0.0
419006	0.0	0.0	426018	14.3	0.0
419007	3.3	0.0	426019	0.0	0.0
419008	0.2	0.0	426020	0.0	6.0
419301	0.4	0.4	426024	0.0	0.0
422002	4.5	0.0	426026	0.0	0.0
422003	1.1	4.2	426028	0.0	0.0
422006	0.0	0.0	426031	0.0	0.0
422008	13.3	0.0	426201	0.3	0.6
422009	11.5	9.7	426401	0.0	0.0
423002	0.1	0.0	428001	0.0	0.0
423003	1.7	0.7	428003	0.2	0.0
423004	30.5	23.5	428004	0.0	0.0
423007	1.3	0.0	429001	8.8	0.0
423008	1.5	1.5	429007	1.5	0.1
423301	0.0	1.1	429201	0.0	0.0
425001	0.0	0.0	430009	15.5	4.5
425002	0.0	0.0	430201	0.2	0.0
425003	18.0	17.5	451004	0.1	0.0
425005	0.8	0.0	451301	0.0	0.0
425006	3.1	0.3	455006	0.0	0.0

ตารางที่ ก.14 (ต่อ)

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
455014	7.7	19.6	455071	0.0	40.8
455015	1.5	0.0	455075	1.7	0.0
455024	0.0	0.0	455077	2.8	6.2
455032	2.6	0.0	455079	1.5	0.1
455040	0.0	0.0	455080	3.4	5.4
455044	0.0	0.1	455081	0.2	12.4
455045	0.0	0.0	455082	0.4	0.0
455046	0.7	0.0	455086	0.0	0.0
455048	2.4	0.0	455087	11.1	22.8
455050	13.7	27.7	455090	0.0	1.9
455056	0.0	0.0	455091	1.2	1.9
455057	0.0	0.1	455201	2.0	12.8
455058	0.4	2.1	455203	6.9	16.4
455063	11.7	29.3	455301	11.5	22.1
455065	7.5	0.0	455601	0.0	0.0

ตารางที่ ก.15 ข้อมูลวันที่ 30 สิงหาคม 2551

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
379003	0.0	0.0	386006	0.0	0.0
379005	0.2	0.0	386008	0.0	0.0
379006	0.0	0.0	386010	0.0	0.0
379009	0.0	0.0	386012	0.0	0.0
379030	1.0	0.0	386013	0.0	0.0
379033	0.0	0.0	386301	0.0	0.0
379034	0.0	0.0	400006	0.0	0.0
379035	0.0	0.0	400007	0.0	1.2
379038	3.0	8.2	400009	0.0	0.0
379039	0.2	0.0	400201	0.0	0.0
379040	0.0	0.0	400301	0.9	0.0
379045	32.4	24.7	402301	0.0	0.0
379047	0.0	0.1	410001	0.0	0.0
379048	0.0	0.0	410003	0.0	0.0
379049	5.2	0.0	410005	0.0	0.0
379050	0.0	0.0	410008	0.0	0.0
379052	0.1	0.0	412003	0.0	0.0
379053	1.7	0.1	412004	0.0	17.3
379054	0.0	5.0	412007	0.0	0.0
379056	8.9	1.3	414001	0.0	0.0
379057	0.3	0.0	414002	0.0	0.0
379058	0.0	0.0	414003	0.0	0.0
379059	8.5	0.0	414005	0.0	0.0
379201	0.0	0.0	414007	1.5	4.5
379402	8.3	16.5	414010	0.0	0.0
380002	0.0	0.0	414011	0.0	0.0
380003	0.0	0.0	414012	0.0	0.0
380005	0.0	0.0	414014	0.0	0.0
380006	0.0	0.0	414019	14.9	15.7
380007	0.0	0.0	414020	0.6	0.0
380008	0.0	0.0	414021	0.0	0.0
380009	0.0	0.0	414022	7.2	0.0
380201	0.0	0.0	414023	0.0	0.0
386002	0.0	0.0	414024	0.0	0.0
386004	0.0	0.0	414026	0.0	13.0
386005	0.0	0.0	415001	0.0	0.0

ตารางที่ ก.15 (ต่อ)

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
415003	0.4	0.0	425008	7.2	0.0
415005	0.0	0.0	425009	0.0	0.1
415007	0.0	0.0	425010	0.0	0.0
415008	0.0	0.0	425011	6.4	0.1
415011	0.0	0.0	425201	0.0	0.0
415013	0.0	0.0	425301	0.0	0.0
415014	0.0	0.0	426003	0.0	0.0
415016	1.2	12.5	426004	0.0	0.0
415017	0.0	0.0	426006	0.0	0.0
415301	0.0	0.0	426008	0.0	0.0
417001	0.0	0.0	426009	0.0	0.0
417002	0.0	0.0	426010	13.6	0.0
417003	0.0	0.0	426012	0.0	0.0
417004	0.0	0.0	426015	14.8	16.5
419003	0.0	11.0	426017	0.0	0.0
419004	0.0	0.0	426018	0.0	8.6
419006	2.4	6.0	426019	0.6	0.0
419008	1.8	0.0	426020	0.0	5.2
419301	0.0	0.0	426024	16.0	45.4
422002	0.0	0.0	426026	16.1	3.6
422003	0.0	0.0	426028	3.4	1.2
422006	0.0	0.0	426031	0.0	0.0
422009	0.0	17.2	426201	1.4	0.1
423002	1.3	0.0	426401	0.0	0.0
423003	0.0	0.0	428001	0.0	0.0
423004	3.5	7.5	428003	0.0	0.0
423007	0.0	0.0	428004	0.0	0.0
423008	0.0	0.0	429001	13.7	12.6
423301	1.5	8.6	429007	1.7	0.1
425001	0.0	0.0	429201	3.8	7.0
425002	0.1	0.0	430201	0.0	0.0
425003	0.0	0.0	451004	0.0	0.0
425005	0.0	0.0	451301	0.0	0.0
425006	11.4	3.1	455006	0.0	0.0
425007	0.0	0.0	455014	1.4	0.0

ตารางที่ ก.15 (ต่อ)

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
455015	0.1	0.0	455015	0.1	0.0
455024	4.8	0.0	455024	4.8	0.0
455032	6.6	0.0	455032	6.6	0.0
455040	0.2	0.0	455040	0.2	0.0
455044	0.0	5.3	455044	0.0	5.3
455045	0.0	0.0	455045	0.0	0.0
455046	0.3	0.0	455046	0.3	0.0
455048	0.0	0.0	455048	0.0	0.0
455050	0.0	0.0	455050	0.0	0.0
455056	0.0	0.0	455056	0.0	0.0
455057	0.0	0.0	455057	0.0	0.0
455058	0.0	0.0	455058	0.0	0.0
455063	0.0	0.0	455063	0.0	0.0
455065	0.0	0.0	455065	0.0	0.0
455071	3.5	0.0	455071	3.5	0.0
455075	4.1	0.0	455075	4.1	0.0
455077	3.1	2.7	455077	3.1	2.7
455079	0.1	0.0	455079	0.1	0.0
455080	14.3	21.3	455080	14.3	21.3
455082	23.5	33.0	455082	23.5	33.0
455086	0.0	0.0	455086	0.0	0.0
455087	3.5	0.0	455087	3.5	0.0
455090	0.0	0.0	455090	0.0	0.0
455091	0.0	0.0	455091	0.0	0.0
455201	4.2	2.7	455201	4.2	2.7
455203	5.0	4.7	455203	5.0	4.7
455301	14.3	26.3	455301	14.3	26.3
455601	0.0	0.5	455601	0.0	0.5

ตารางที่ ก.16 ข้อมูลวันที่ 31 สิงหาคม 2551

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
379003	0	0	386006	0.2	0
379005	0.5	1.9	386008	0	0
379006	7.7	0	386010	0	0
379009	0	0	386012	0	0
379033	8.3	8.2	386013	0	0
379034	0	0	386301	0	0
379035	0	0	400006	0.8	5.4
379038	0	0	400007	0	0
379039	0	0	400009	38.4	25.3
379040	0	0	400201	0	0.2
379045	12.4	14.3	400301	26	24.8
379047	0	0	402301	29.2	25.5
379048	0	0	410001	0	1.4
379049	0	0	410003	0	0
379050	0	0	410005	0.1	0
379052	7.8	0	410008	6	0
379053	0	0.1	411004	16.9	0
379054	0	48.7	412003	0	0
379055	9	10.2	412004	0	0
379056	0	0	412005	0	0
379057	0	0	412007	19.4	23.9
379058	0	0	414001	0	0
379059	1.7	49.5	414002	0	0
379201	0.4	6.4	414003	0	0
379402	0	0	414005	0	0
380002	0	0	414007	0	0
380003	0	0	414010	0	0
380005	0	0	414011	0	0
380006	0	0	414012	0	0
380007	0	0	414014	0	0
380008	0.2	0	414019	0	0
380009	0	0	414020	0	0
380201	0	0	414021	0	0
386002	0.1	13.8	414022	0	0
386004	0	0	414023	0	0
386005	0	0	414024	0	0

ตารางที่ ก.16 (ต่อ)

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
414026	0	0.1	425003	60.5	123.5
415001	0	0	425005	29.8	32
415002	0	0	425006	0.7	15.2
415003	0	0	425007	4.6	15.8
415005	0	0	425008	1.5	3
415007	0	0	425009	34.5	79.3
415008	0	0	425010	0	0
415011	0	0	425011	17.9	21.7
415013	0	0	425201	0	0
415014	0	0	425301	0.8	0
415016	0	0	426003	0	0
415017	0	0	426004	0	1.3
415301	0	0	426006	7.5	5.4
417001	0	0	426008	0	0
417002	0	0	426009	0	0
417003	0	0	426010	0	18.2
417004	7.6	0	426012	0	0
419003	20.2	9	426015	2	0
419004	0	0	426017	0.1	0
419006	1.9	0	426018	0.3	0
419007	1.3	0	426019	8.6	0
419008	0.1	0	426020	12.6	20.1
419301	1.7	1.5	426024	8.6	0.6
422002	0.2	0	426026	0	2.7
422003	0	0	426028	60.2	51.5
422006	0	0	426031	0	0
422008	0	0	426201	0	0.1
422009	0	0	426401	1.2	2.4
423002	0.3	0	428001	0	0
423003	0.8	0.5	428003	0.6	0
423004	0.7	0	428004	0	0
423007	0	0	429001	13.8	21.4
423008	2	0	429007	6.5	0
423301	5.2	21.4	429201	0	0
425001	0	0	430009	0.1	0
425002	0	0	430201	0	0

ตารางที่ ก.16 (ต่อ)

รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)	รหัสสถานี	ข้อมูลเรดาร์	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
451004	0	0	455065	0	0
451301	0	0	455071	0	0
455006	0	4.5	455075	0	0
455014	0	0	455077	0	0
455015	0	0	455079	0	0
455024	0	0	455080	8.9	15.5
455032	0.5	0	455081	0.2	0
455040	0.2	7.5	455082	0	0
455044	5.7	0	455086	0	0
455045	14.3	11.2	455087	0	0
455046	0	0	455090	0	6
455048	0	0	455091	0	0
455050	0	0	455201	0.3	0.2
455056	0	0	455203	0	0.4
455057	0	0	455301	3.3	11.4
455058	0	0	455601	15.2	15.2
455063	0	0			

ภาคผนวก ข

ผลการประมาณค่าระหว่างช่วง

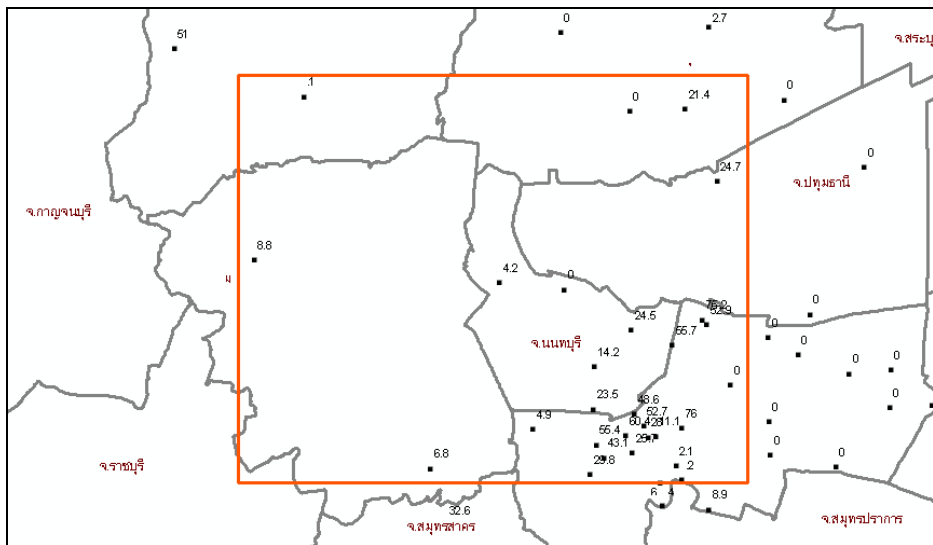
ภาคผนวก ค

การประยุกต์ใช้งาน

1) การพิจารณาเลือกใช้วิธีการประมาณค่าปริมาณน้ำฝน (ในกรณีที่ใช้ค่าสถิติเพียงอย่างเดียว)

1.1) จากการตรวจเอกสารและผลการศึกษพบว่า วิธี Kriging อาจไม่ใช่วิธีที่เหมาะสมในการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนในทุกพื้นที่ ดังนั้นก่อนทำการประมาณค่า ควรมีการศึกษาความคลาดเคลื่อน โดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAE) ว่าวิธีการใดให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์น้อยที่สุด จึงเลือกใช้วิธีนั้น โดยมีวิธีการ ดังนี้

1.1.1) กำหนดพื้นที่ศึกษาที่ต้องการประมาณค่าปริมาณน้ำฝน จากนั้นดำเนินการรวบรวมข้อมูลตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ของสถานีวัดน้ำฝนและข้อมูลปริมาณน้ำฝน โดยเลือกสถานีวัดน้ำฝนให้ครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการศึกษา ตัวอย่างต้องการศึกษาจังหวัดนนทบุรี จึงต้องเลือกข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนให้ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดนนทบุรี (ภาพที่ ก.1)



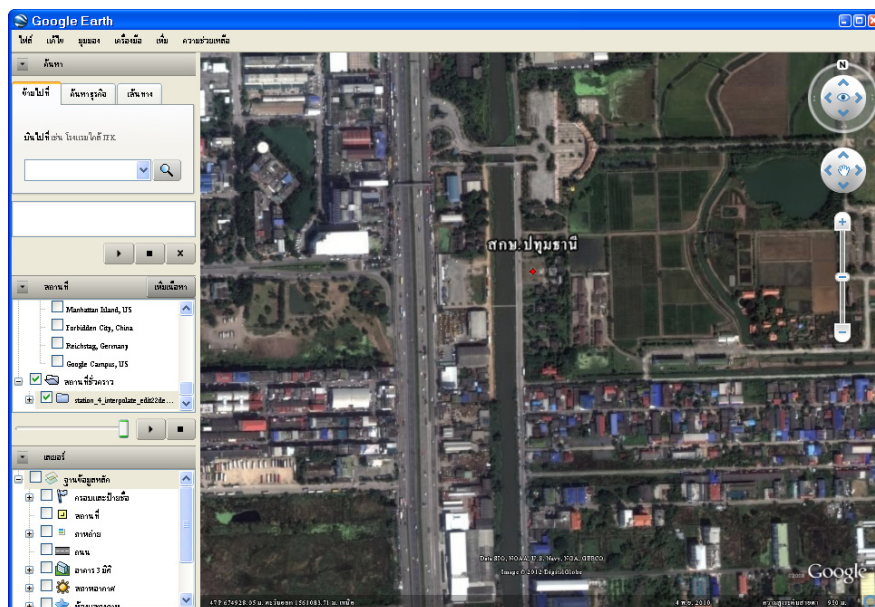
ภาพที่ ก.1 แสดงตัวอย่างการเลือกตั้งวัดน้ำฝนในการศึกษา

1.1.2) ปรับแก้พิกัดของสถานีวัดน้ำฝนให้อยู่ในระบบพิกัดภูมิศาสตร์แบบกริดสำหรับประเทศไทยให้เลือกใช้ระบบ UTM (Universal Transverse Mercator) Datum WGS84 หรือ Indian1975 แต่ถ้าหากต้องการตรวจสอบด้วย Pointasia หรือ Google earth ให้เลือกเป็น Datum WGS84

1.1.3) ตรวจสอบตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ให้ถูกต้อง เนื่องจากมีความสำคัญในการประมาณค่าปริมาณน้ำฝน หากตำแหน่งผิดจะทำให้ผลการประมาณค่าผิดพลาดอย่างมาก โดยอาจตรวจสอบโดยการออกสำรวจภาคสนามด้วยเครื่องวัดพิกัดด้วยดาวเทียม (GPS Receiver) ก็เพียงพอ (ภาพที่ ค.2) เนื่องจากมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 25 เมตร หรือหากไม่มีงบประมาณก็ตรวจสอบกับข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ออนไลน์ เช่น Pointasia Google earth เป็นต้น (ภาพที่ ค.2)

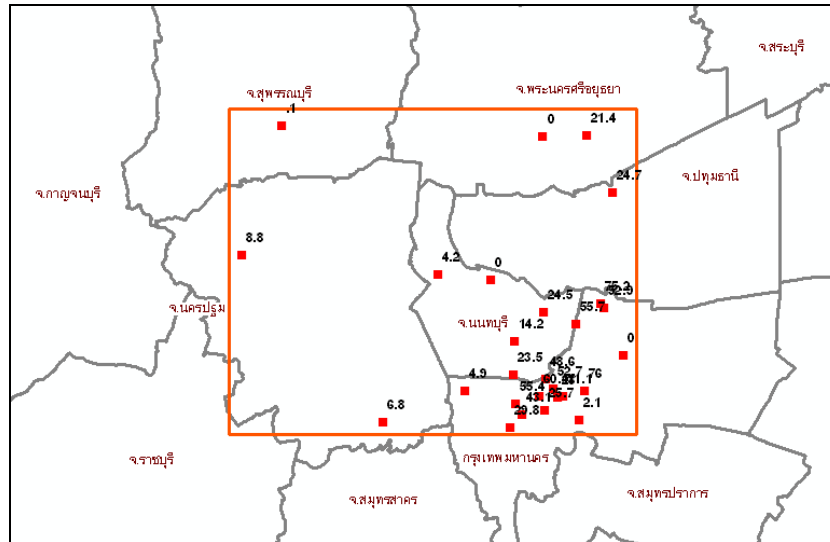


ภาพที่ ค.2 สำรวจพิกัดทางภูมิศาสตร์ ด้วยเครื่องวัดพิกัดด้วยดาวเทียมแบบมือถือ



ภาพที่ ค.3 การตรวจสอบตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน ด้วย Google Earth

1.1.4) จากการปรับแก้ข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนจะได้ข้อมูลเพื่อใช้ในการประมาณค่าปริมาณน้ำฝน ตัวอย่างที่นำเสนอเป็นปริมาณน้ำฝนรายวัน วันที่ 27 สิงหาคม 2551 (ภาพที่ ค.4)



ภาพที่ ค.4 ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนและข้อมูลปริมาณน้ำฝนวันที่ 27 สิงหาคม 2551
บริเวณจังหวัดนนทบุรี

1.1.5) ตรวจสอบวิธีการประมาณค่าที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด โดยจากการตรวจสอบเอกสารวิธีการที่นิยมศึกษาเพื่อใช้ในการประมาณค่าปริมาณน้ำฝน ได้แก่ Inverse Distance Weight, Radial Basis Functions และ Kriging ดังตารางที่ ค.1

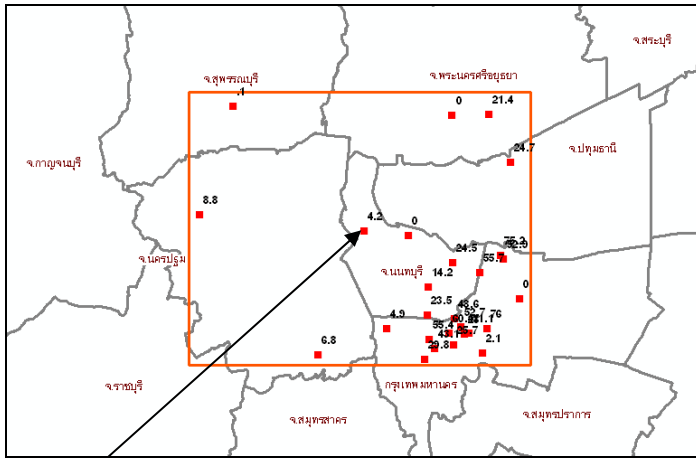
ตารางที่ ค.1 วิธีการและค่ากำหนดที่นิยมใช้ในการประมาณค่าปริมาณน้ำฝน

วิธีที่	วิธีการ
Inverse Distance Weighted	
1	Inverse Distance Weighted(power = 1, neighbor = 6)
2	Inverse Distance Weighted(power = 1, neighbor = 12)
3	Inverse Distance Weighted(power = 2, neighbor = 6)
4	Inverse Distance Weighted(power = 2, neighbor = 12)
5	Inverse Distance Weighted(power = 3, neighbor = 6)
6	Inverse Distance Weighted(power = 3, neighbor = 12)

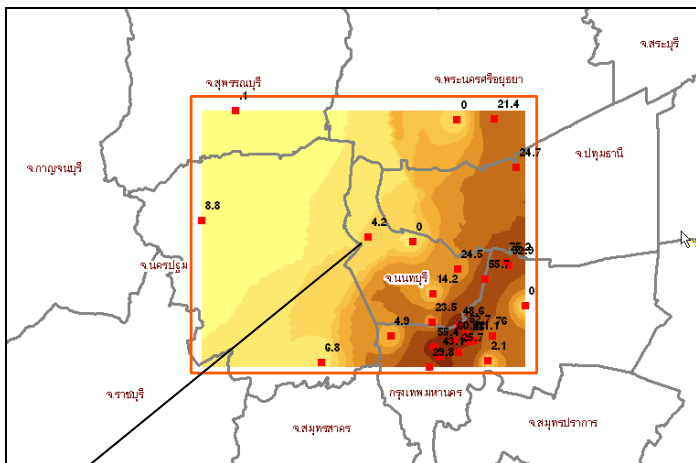
ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

วิธีที่	วิธีการ
Radial Basis Functions	
7	Radial Basis Functions(kernel functions: Completely Regularized Spline)
8	Radial Basis Functions(kernel functions: Spline with Tension)
9	Radial Basis Functions(kernel functions: Multiquadric)
10	Radial Basis Functions(kernel functions: Inverse Multiquadric)
11	Radial Basis Functions(kernel functions: Thin Plate Spline)
Kriging	
12	Kriging(model: Circular)
13	Kriging(model: Spherical)
14	Kriging(model: Tetra Spherical)
15	Kriging(model: Penta Spherical)
16	Kriging(model: Exponential)
17	Kriging(model: Guassian)
18	Kriging(model: Rational Quadratic)
19	Kriging(model: Hole Effect)
20	Kriging(model: K-Bessel)
21	Kriging(model: J-Bessel)
22	Kriging(model: Stable)

1.1.5.1) จากตัวอย่างมีจำนวนสถานีวัดน้ำฝนทั้งหมด 27 สถานี ในการหาความคลาดเคลื่อนของแต่ละวิธี ด้วยค่าสถิติค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAE) นั้น ดำเนินการหาโดย กำหนดให้สถานีวัดน้ำฝนทั้ง 27 สถานี เป็นตัวอย่างที่จะใช้ในการหาค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute ของ (ค่าที่ประมาณได้-ค่าที่ตรวจวัดจริง)) โดยคำนวณหาค่าครั้งละ 1 สถานี และใช้สถานีวัดน้ำฝนที่เหลืออีก 26 สถานี ในการประมาณค่า ดำเนินการประมาณค่าทั้งสิ้น 27 ครั้ง แล้วนำค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์แต่ละครั้งมาหาค่าเฉลี่ย ก็จะได้ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAE) ดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ ค.5



ก) ถ้าสถานีวัดน้ำฝนนี้เป็นตัวอย่างทดสอบ ก็จะตัดข้อมูลนี้ออกในการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนแล้วใช้อีก 26 สถานีที่เหลือในการประมาณค่าปริมาณน้ำฝน



ข) ผลการประมาณค่าด้วยสถานี 26 สถานีที่เหลือ หากค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ด้วยการนำค่าที่ประมาณได้ (6.0) – ค่าที่ตรวจวัดจริง(4.2) แล้วตัดเครื่องหมายออกให้มีค่าเป็นบวกเสมอ ก็จะได้ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เท่ากับ 1.8

ภาพที่ ค.5 ตัวอย่างการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์

1.1.5.2) ตัวอย่างในตารางที่ ค.2 เป็นค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ของวิธี Inverse Distance Weight โดยใช้ค่า power = 1, neighbor = 12 ได้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAE) เท่ากับ 17.54 มิลลิเมตร จากนั้นให้ดำเนินการในทุกวิธีแล้วเลือกใช้วิธีที่ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์น้อยที่สุดในการศึกษาต่อไป

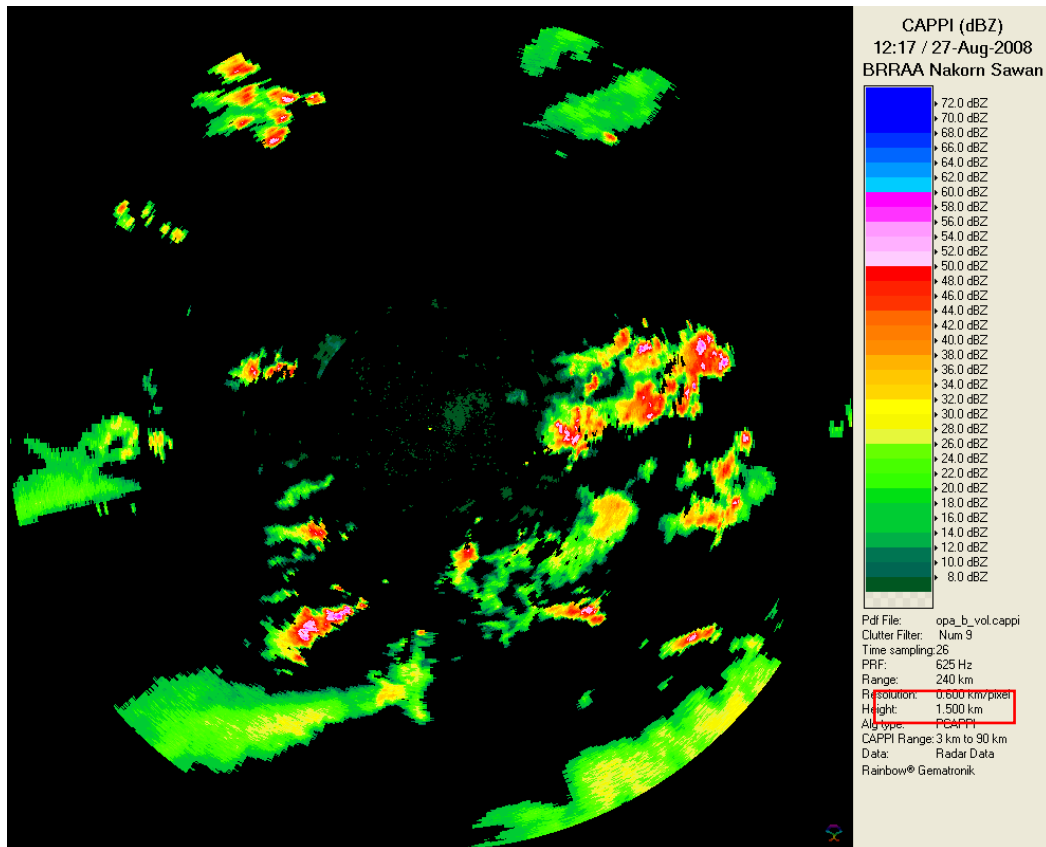
ตารางที่ ค.2 ตัวอย่างการคำนวณค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAE)

สถานีวัดน้ำฝน	จังหวัด	ค่า ตรวจวัดได้	ค่า ประมาณ	ค่าความคลาด เคลื่อนสัมบูรณ์
สำนักงานเกษตรอำเภอบางปะอิน	พระนครศรีอยุธยา	21.40	8.10	13.30
สำนักงานเกษตรอำเภอบางไทร	พระนครศรีอยุธยา	0.00	22.05	22.05
สภ.ปทุมธานี	ปทุมธานี	24.70	28.92	4.22
ที่ว่าการอำเภอปากเกร็ด	นนทบุรี	24.50	41.13	16.63
ที่ว่าการอำเภอบางบัวทอง	นนทบุรี	0.00	24.40	24.40
ที่ว่าการอำเภอไทรน้อย	นนทบุรี	4.20	6.03	1.83
โรงเรียนวัดมหาสวัสดิ์ อ.บางกรวย	นนทบุรี	23.50	38.58	15.08
โรงเรียนวัดประหารรังสรรค์ ค.บางกร่าง อ.เมือง	นนทบุรี	14.20	33.17	18.97
สำนักงานเกษตรอำเภอสองพี่น้อง	สุพรรณบุรี	0.10	8.80	8.70
สภ.กำแพงแสน*	นครปฐม	8.80	0.10	8.70
ที่ว่าการอำเภอสสามพราน	นครปฐม	6.80	4.90	1.90
ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิต	กรุงเทพฯ	2.10	39.09	36.99
ท่าอากาศยานกรุงเทพฯ*	กรุงเทพฯ	52.90	72.82	19.92
องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก เขตราชเทวี	กรุงเทพฯ	11.10	35.46	24.36
วิทยาเขตเพาะช่าง เขตพระนคร	กรุงเทพฯ	25.70	41.70	16.00
ร.ร.สามเสนนอก เขตดินแดง	กรุงเทพฯ	76.00	27.29	48.71
วัดนวลจันทร์ เขตลาดพร้าว	กรุงเทพฯ	0.00	48.89	48.89
กองพันทหารราบที่ 2 กรมทหารราบที่ 1	กรุงเทพฯ	55.70	44.78	10.92
หมู่บ้านปิ่นเจริญ เขตดอนเมือง	กรุงเทพฯ	75.20	52.04	23.16
ร.ร.สุวรรณพลับพลาพิทยาคม เขตดลิ่งชัน	กรุงเทพฯ	55.40	37.73	17.67
ร.ร.สามัคคีสุทธาวาส เขตบางพลัด	กรุงเทพฯ	48.60	42.69	5.91
วิทยาลัยพณิชยการสยาม เขตบางพลัด	กรุงเทพฯ	52.70	34.20	18.50
ร.ร.ศรีอู่ลี้ 888 แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด	กรุงเทพฯ	60.40	36.50	23.90
สถานีไฟฟ้าอ้อยเพชรเกษม เขตภาษีเจริญ	กรุงเทพฯ	29.80	41.54	11.74
วิทยาลัยพณิชยการธนบุรี เขตภาษีเจริญ	กรุงเทพฯ	43.10	42.35	0.75
สวนจิตรลดา	กรุงเทพฯ	28.00	28.28	0.28
ร.ร.นวมินทร์ราชูทิศ สตรีวิทยา 3 เขตทวีวัฒนา	กรุงเทพฯ	4.90	34.97	30.07
ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAE)				17.54

2) การใช้ข้อมูลเรดาร์ในการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันร่วมกับข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันจากถังวัดน้ำฝน

2.1) การเลือกใช้ผลิตภัณฑ์เรดาร์

เนื่องจากข้อมูลเรดาร์จะมีหลายผลิตภัณฑ์ (Products) ให้เลือกใช้ผลิตภัณฑ์ประเภท CAPPI (Constant Altitude Plan Position Indicator) หน่วย dBZ (Reflectivity) (ภาพที่ ค.6) ที่ระดับความสูงที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ศึกษา โดยหากเป็นพื้นที่ราบ ควรเลือกใช้ประมาณ 1.5 กิโลเมตร แต่ถ้าหากบริเวณที่มีภูเขาซับซ้อน (Slope complex) ควรเลือกระดับความสูงที่มากกว่า 1.5 กิโลเมตร โดยหลักการเลือก คือ ให้เลือกระดับความสูงต่ำสุดที่ไม่เกิด Permanent echo



ภาพที่ ค.6 ตัวอย่างภาพเรดาร์แบบ CAPPI dBZ (Reflectivity) ที่ระดับความสูง 1.5 กิโลเมตร

2.2) จำนวนข้อมูลที่ใช้

ข้อมูลเรดาร์ของสถานีฝนหลวงตากลิ จังหวัดนครสวรรค์ เป็นข้อมูลราย 6 นาที ซึ่งหากต้องการศึกษาข้อมูลรายวัน ต้องรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 240 ต่อวัน โดยเลือกเวลาให้ตรงกับข้อมูลน้ำฝนรายวันของกรมอุตุนิยมวิทยา เช่น ต้องการศึกษามูลปริมาณน้ำฝนรายวันของวันที่ 28 สิงหาคม 2551 ต้องรวบรวมข้อมูลเรดาร์ตั้งแต่วันที่ 7.00 น. ของวันที่ 28 สิงหาคม 2551 ถึง 6.59 น. ของวันที่ 29 สิงหาคม 2551

2.3) เตรียมข้อมูล

2.3.1) เตรียมข้อมูลในแต่ละภาพที่ยังเป็นราย 6 นาทีให้พร้อมรวมเป็นรายวัน ดังนี้

2.3.1.1) แปลงข้อมูลภาพเรดาร์ที่ได้มาซึ่งให้ค่า dBZ แทนด้วยshadeสี (สีเขียวถึงสีน้ำเงิน) ให้เป็นข้อมูลภาพเรดาร์ที่เก็บค่า dBZ เลย โดยใช้เทคนิคการจำแนกกลุ่มข้อมูลแบบกำกับดูแล(Supervised Classification) ด้วยโปรแกรมทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

2.3.1.2) เปลี่ยนข้อมูล dBZ เป็นปริมาณน้ำฝนหน่วยมิลลิเมตรต่อชั่วโมงเสียก่อน โดยใช้สมการ ดังนี้

- กำหนดปริมาณน้ำฝน จากความสัมพันธ์ของ Z-R Relationship

$$Z(\text{dBZ}) = 10 \times \log_{10} Z\left(\frac{\text{mm}^6}{3}\right) \quad \text{สมการที่ 1}$$

กลับสมการเป็น

$$Z\left(\frac{\text{mm}^6}{3}\right) = 10^{\frac{Z(\text{dBZ})}{10}} \quad \text{สมการที่ 2}$$

- ใช้ค่า Z ที่ได้จากสมการที่ 2 ในการคำนวณในสมการที่ 5 จะได้ปริมาณน้ำฝนราย 6 นาที โดยใช้ค่าคงที่ของ Marshall-Palmer (1948) อ้างถึงใน ภักดี จันท์เกษ (2551:6) a = 200 และ b = 1.6 ซึ่งหากต้องการให้มีค่าถูกต้องมากขึ้น ควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมถึง ค่า a และ b ที่เหมาะสมกับพื้นที่ที่ศึกษา โดยใช้ข้อมูลย้อนหลังในการศึกษา

$$Z = aR^b \quad \text{สมการที่ 3}$$

โดยที่

Z = ค่า Z ที่ได้จากสมการที่ 2

R = ปริมาณน้ำฝน(มิลลิเมตรต่อชั่วโมง)

a,b = ค่าคงที่

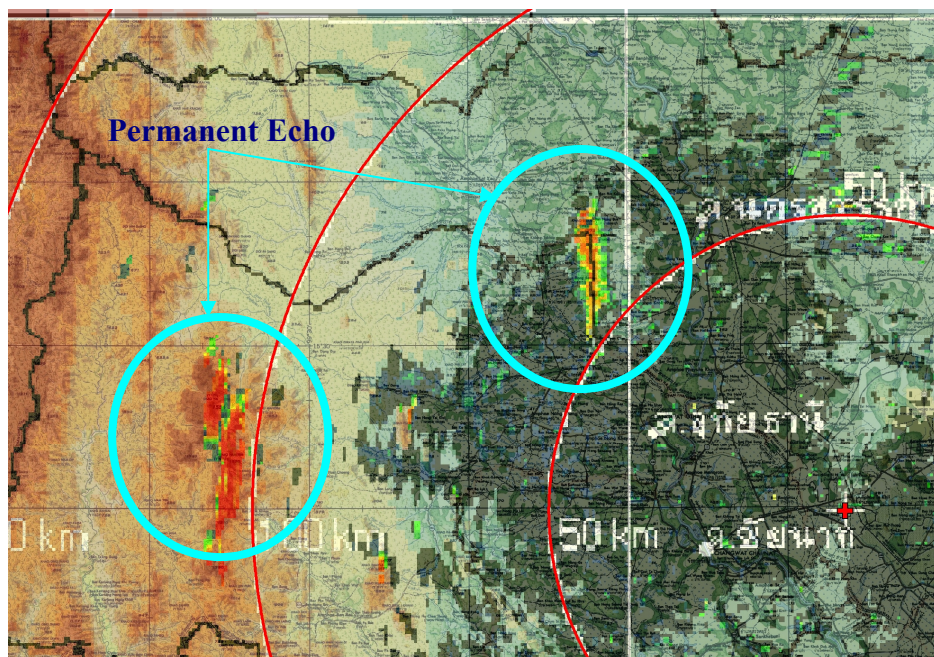
กลับสมการเป็น $R = \frac{Z^{(-)}}{(-)^b} \frac{1}{a}$ สมการที่ 4

ปริมาณน้ำฝน 6 นาที $R = \frac{Z^{(-)}}{(-)^b} \times \frac{6}{60}$ สมการที่ 5

2.3.1.3) รวมข้อมูลเรดาร์ราย 6 นาที ทั้ง 240 ภาพ โดยการบวก จะได้เป็น ข้อมูลเรดาร์รายวัน

2.3.1.4) ปรับแก้เชิงเรขาคณิต (Geomatic correction) ข้อมูลภาพเรดาร์ที่ได้จากข้อ 3) เพื่อให้มีความถูกต้องกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ มีรายละเอียด ดังนี้

- ทดสอบค่าจุดควบคุม (Ground Control Point) ที่จะใช้ในการปรับแก้เชิงเรขาคณิต กับภาพเรดาร์ที่มีสัญญาณสะท้อนถาวร (Permanent Echo) ได้แก่ แนวเขา แล้วซ้อนทับแผนที่ภูมิประเทศ 1:250,000 ดังแสดงในภาพที่ ค.7



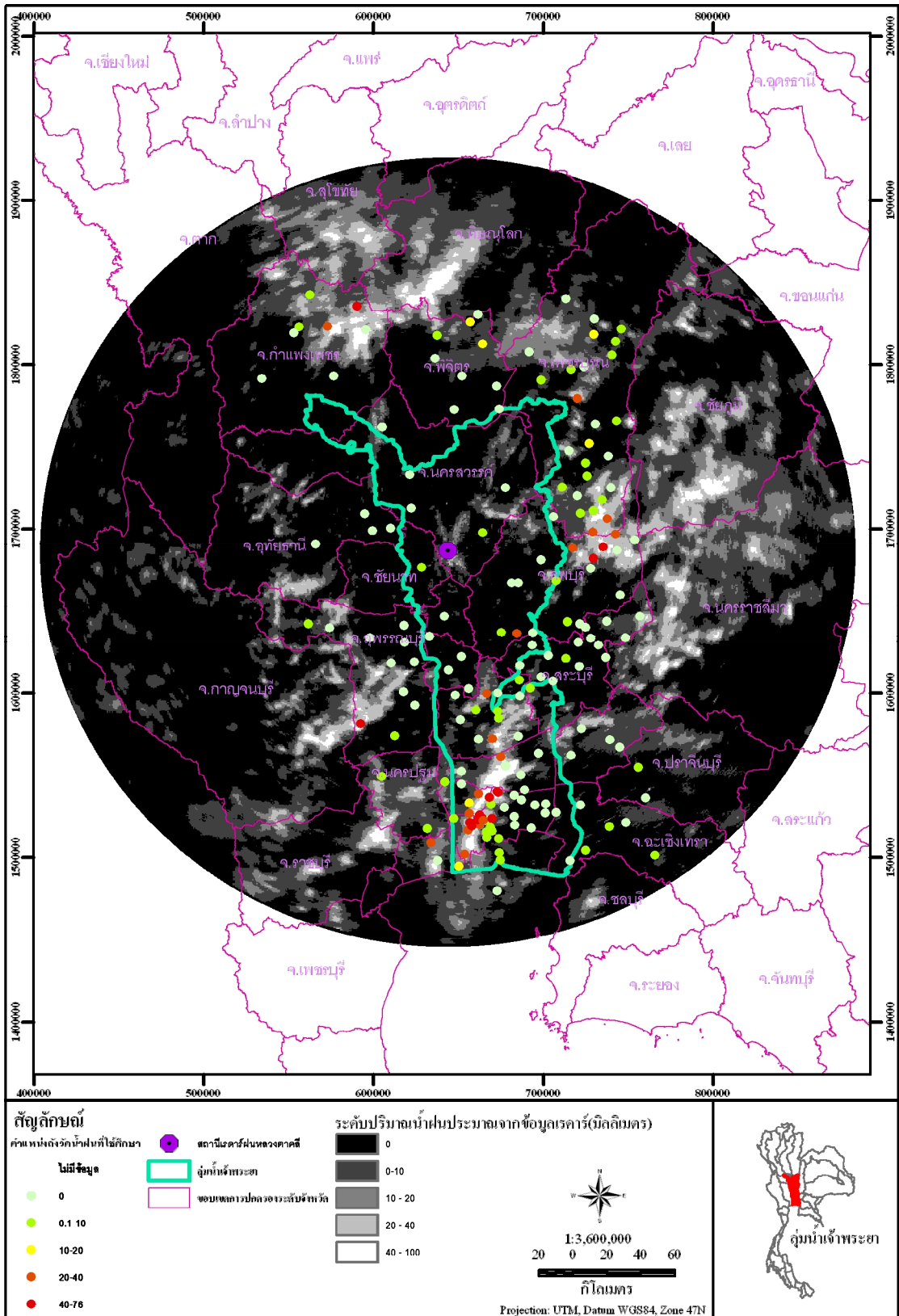
ภาพที่ ค.7 การซ้อนทับภาพเรดาร์บริเวณที่เกิด permanent echo กับแผนที่ภูมิประเทศ 1:250,000

- นำค่าจุดควบคุมที่ได้จากทดสอบค่าจุดควบคุมในการปรับแก้เชิงเรขาคณิต กับภาพเรดาร์ที่มีสัญญาณสะท้อนถาวร มาใช้ในการปรับแก้เชิงเรขาคณิต

กับข้อมูลภาพเรดาร์ โดยใช้สมการ Polynomial ดีกรี 1 จำนวนจุดภาพซ้ำ (Resampling) ด้วยวิธี Nearest Neighbor ระบบพิกัดกริด UTM Datum WGS84 Zone 47N

- ภาพเรดาร์รายวันที่ปรับแก้เชิงเรขาคณิตแล้ว ดังแสดงตัวอย่าง

ในภาพที่ ค.8



ภาพที่ ๘.8 ตัวอย่างภาพเรดาร์รายวัน ที่ใช้ในการศึกษา

2.4) ปรับแก้ข้อมูลเรดาร์ให้มีความถูกต้อง

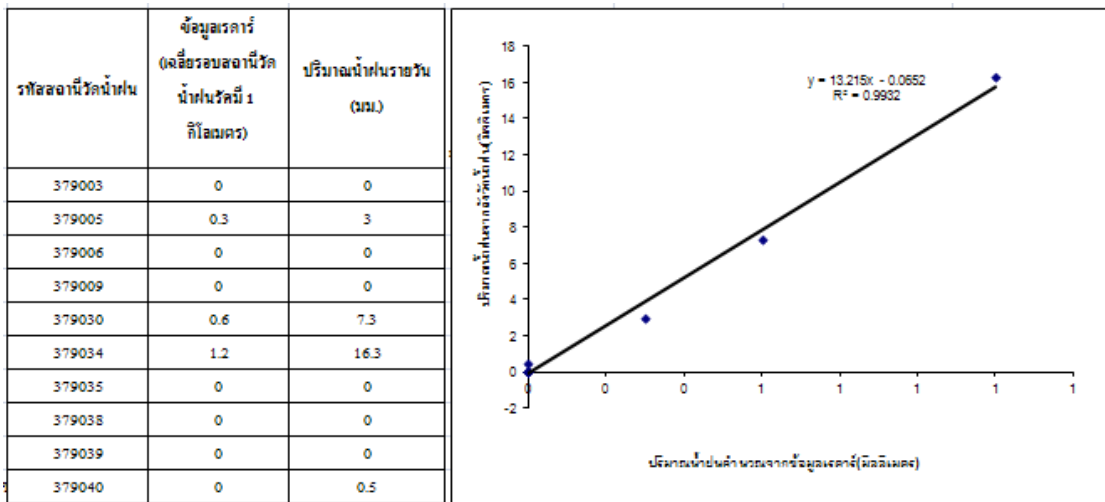
2.4.1) ข้อมูลเรดาร์รายวันที่ได้ในภาพที่ ค.8 ยังมีความคลาดเคลื่อนสูงอยู่ จำเป็นต้องมีการปรับแก้ด้วยข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันที่ตรวจวัดจริงจากสถานีวัดน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยา

2.4.1.1) ใช้โปรแกรมExcel ทำตารางระหว่างปริมาณน้ำฝนรายวันที่ตรวจวัดจริงกับข้อมูลเรดาร์ที่ตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์เดียวกัน โดยข้อมูลเรดาร์ให้คิดเฉลี่ยรอบตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนรัศมี 1 กิโลเมตรเพื่อลดความคลาดเคลื่อนในเชิงพื้นที่ ตัวอย่างแสดงในตารางที่ ค.3

ตารางที่ ค.3 ตัวอย่างการสร้างตารางข้อมูลระหว่างปริมาณน้ำฝนรายวันและข้อมูลเรดาร์เฉลี่ย

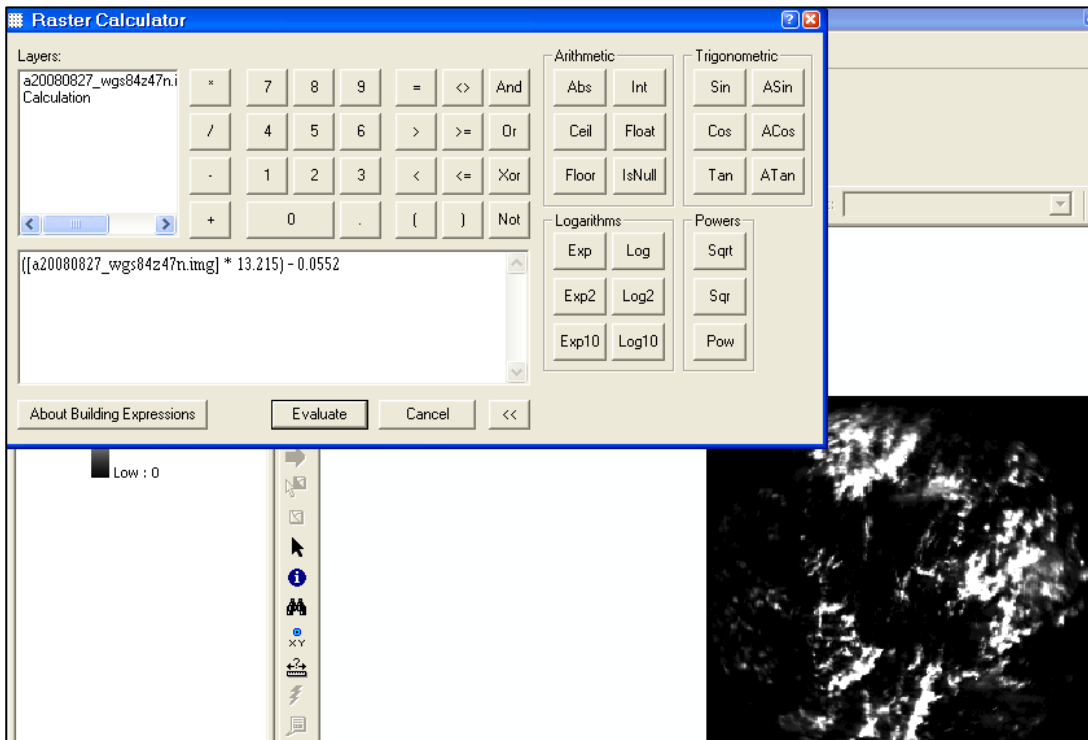
รหัสสถานีวัดน้ำฝน	ข้อมูลเรดาร์	
	(เฉลี่ยรอบสถานีวัดน้ำฝนรัศมี 1 กิโลเมตร)	
		ปริมาณน้ำฝนรายวัน(มม.)
379003	0.0	0.0
379005	0.3	3.0
379006	0.0	0.0
379009	0.0	0.0
379030	0.6	7.3
379034	1.2	16.3
379035	0.0	0.0
379038	0.0	0.0
379039	0.0	0.0
379040	0.0	0.5

2.4.1.2 สร้างสมการถดถอยด้วยจากตารางที่ ค.3 ด้วยโปรแกรม Excel หรือโปรแกรมทางด้านสถิติ พิจารณาไม่เลือกบางแถวข้อมูลที่ทำให้ค่า R^2 ต่ำ ควรดำเนินการตัดข้อมูลออกจนได้ค่า R^2 มากกว่า 0.8 ตัวอย่างดังแสดงในภาพที่ ค.9



ภาพที่ ค.9 ตัวอย่างการสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นด้วย Excel เพื่อใช้ในการปรับแก้ข้อมูลเรดาร์

2.4.1.3) สร้างชั้นข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันโดยการใช้สมการถดถอยที่ได้จากภาพที่ ค.9 โดยกำหนดให้ข้อมูลเรดาร์เป็นค่า X ดังแสดงตัวอย่างการคำนวณ ภาพที่ ค.10



ภาพที่ ค.10 ตัวอย่างการคำนวณเพื่อสร้างชั้นข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน

2.5) ซึ่งชั้นข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน ที่ได้ปรับแก้ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นจากสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดินนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์หาค่าต่าง ๆ เช่น การชะล้างพังทลายของดินต่อไปได้ หรือหลักการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันด้วยข้อมูลเรดาร์นี้ ท่านสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายชั่วโมงได้เช่นกัน

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นามสกุล

นายสัญญาชัย เอี่ยมประเสริฐ

ประวัติการศึกษา

วิทยาศาสตร์บัณฑิต(วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปีการศึกษา 2542

ประสบการณ์การทำงาน

นักวิจัยอิสระ
ผลงานทางวิชาการ
นฤมล แก้วจำปา รศ.ดร.วิทยา ตรีโลเทศ
และสัญญาชัย เอี่ยมประเสริฐ. 2552. การ
เปลี่ยนแปลงรูปแบบการกระจายของฝน
และการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน
บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำพอง. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.