

โครงการวิศวกรรมชลประทาน

(02207499)

ที่ 17/2559

เรื่อง การเปรียบเทียบการใช้ข้อมูลฝนดาวเทียมและฝนตรวจวัดเพื่อประเมิน ปริมาณน้ำท่าเบื้องต้น
โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง SWAT

Comparison of rainfall data from satellites and station data to assess runoff quantity
using SWAT model.

ดำเนินงานโดย

นายเกียรติศักดิ์	น้ำขาว
นายชุตีพงศ์	น้ำใจสุข

เสนอ

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา – ชลประทาน)

พุทธศักราช 2559

ใบรับรองโครงการวิศวกรรมชลประทาน

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรื่อง: เปรียบเทียบการใช้ข้อมูลฝนดาวเทียมและฝนตรวจวัดเพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าเบื้องต้นโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง SWAT

Title: Comparison between rainfall satellite and observations initial runoff simulation using SWAT model.

นามผู้จัดทำ นายเกียรติศักดิ์ น้ำขาว
 นายชุตินพงศ์ น้ำใจสุข

ได้พิจารณาเห็นชอบ

ประธานกรรมการ

.....

(อ.ดร.เกศวรา สิริโชค)

...../...../.....

กรรมการ

.....

(อ.ดร.ไชยาพงษ์ เทพประสิทธิ์)

...../...../.....

หัวหน้าภาควิชา

.....

(ผศ.นิมิต เฉิดฉันทพิพัฒน์)

...../...../.....

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการวิศวกรรมชลประทานฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้อย่างสมบูรณ์ คณะผู้จัดทำโครงการขอขอบพระคุณ อาจารย์เกษรรา สิทธิโชค ประธานกรรมการที่ปรึกษาโครงการวิจัยในครั้งนี้ อาจารย์ไชยาพงษ์ เทพประสิทธิ์ และอาจารย์จตุเทพ วงษ์เพชร ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและคำปรึกษา ตลอดจนการดำเนินงานในการจัดทำโครงการ จนกระทั่งโครงการวิศวกรรมประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

โครงการเล่มนี้จะดำเนินงานไม่ได้หากไม่ได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ดำเนินการจาก สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน) กรมอุตุวิทยวิทยา อาจารย์วราวุฒิ วุฒิวิชัย และนางสาวอัจฉรา แง้โมง ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือด้านข้อมูลเพื่อใช้ในการศึกษาโครงการ

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และขอบคุณเพื่อนๆที่ได้ให้ความช่วยเหลือและช่วยให้กำลังใจในการทำโครงการวิศวกรรม และการศึกษาด้วยดีตลอดมา

คณะผู้จัดทำ

เกียรติศักดิ์ น้ำขาว

ชุตินพงศ์ น้ำใจสุข

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การเปรียบเทียบการใช้ข้อมูลฝนดาวเทียมและฝนตรวจวัดเพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าเบื้องต้นโดยการ

ประยุกต์ใช้แบบจำลอง SWAT

โดย : นายเกียรติศักดิ์ น้ำขาว

นายชุตติพงศ์ น้ำใจสุข

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

(อ.ดร.เกศวรา สิทธิโชค)

...../...../.....

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อมูลและจัดทำฐานข้อมูลด้านอุทกวิทยาของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลอง ตรวจสอบค่าความแตกต่างของปริมาณฝนตรวจวัดและฝนดาวเทียม และประเมินปริมาณน้ำท่าโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง SWAT พร้อมทั้งหาความแตกต่างของปริมาณน้ำท่าที่ประเมินได้จากทั้งข้อมูลฝนตรวจวัดกับข้อมูลฝนดาวเทียม โดยการวิเคราะห์ที่เลือกใช้ข้อมูลฝนตรวจวัด จำนวน 23 สถานี ได้ทำการปรับแก้ค่าอคติของข้อมูลฝนดาวเทียม จากนั้นจึงนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลฝนตรวจวัด ในช่วงเวลา 2014 ถึง 2016 รวมระยะเวลา 3 ปี

โดยผลจากการปรับแก้ค่าข้อมูลฝนดาวเทียมเพื่อให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงกับค่าตรวจวัด ได้ถูกนำเข้าสู่แบบจำลอง SWAT พร้อมกับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ลุ่มน้ำ เช่น ข้อมูลชั้นความสูง การใช้ประโยชน์ที่ดิน คุณภาพดิน และข้อมูลสภาพภูมิอากาศเพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าเบื้องต้นพบว่า ค่าที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณน้ำท่าที่ได้จากข้อมูลฝนตรวจวัด และเมื่อทำการตรวจสอบค่าความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยการใช้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) พบว่าข้อมูลปริมาณฝนจากฝนดาวเทียมสามารถนำมาใช้ในการประเมินปริมาณน้ำท่าเบื้องต้นแทนข้อมูลจากฝนตรวจวัดได้ อย่างไรก็ตามในการที่จะนำค่าจากแบบจำลองไปใช้จริงจำเป็นต้องมีการปรับแก้แบบจำลอง เพื่อให้ค่าที่ได้มีความถูกต้องและมีความน่าเชื่อถือต่อไป

ABSTRACT

Title : Comparison between rainfall satellite and observations initial runoff simulation using SWAT model

By : Kiattisak Namchaow
Chutipong Namjaisook

Project Adviser

(Dr. Ketvara Sittichok)

...../...../.....

This study aimed to collect hydrological database in the Mae Klong basin area, estimate the difference between rainfall satellite and observations, and generate initial runoff using SWAT model. In addition, the differences of initial runoff simulated using rainfall satellite and observations were compared. 27 observation rainfall stations (2014-2016) were used in this study. Bias correction met was used for rainfall satellite data. The adjusted satellite data were then compared.

Adjusted rainfall satellite data were forced into the SWAT model together with other data such as DEM, land use, soil properties and climate data for initial runoff simulation. Results showed that the initial runoff generated using the rainfall satellite were close to the runoff generated using the observations. Therefore, the adjusted satellite data could be used instead of the observations for runoff simulation using the SWAT model. However, the calibration process needs to be applied before continuously using in the future.

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	
ABSTRACT	
กิตติกรรมประกาศ	
สารบัญ	ก
สารบัญภาพ	จ
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 พื้นที่ศึกษา	2
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ฝนดาวเทียม	5
2.1.1 ชนิดของดาวเทียมอตุณิยมวิทยา	5
2.1.2 การปรับแก้ข้อมูลฝนดาวเทียมด้วยวิธีการปรับแก้ค่าอคติ	7

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.2 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	9
2.3 Soil and Water Assessment Tool	11
2.4 วิธีการประมาณค่า	15
บทที่ 3 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินโครงการ	18
3.1 การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	20
3.1.1 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ	20
3.1.2 ข้อมูลเชิงพื้นที่	25
3.2 วิเคราะห์และตรวจสอบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับฝนดาวเทียม	26
3.2.1 แปลงข้อมูลเพื่อทำการตรวจสอบค่า	26
3.2.2 หาช่วงข้อมูลที่ต้องการนำมาตรวจสอบ	27
3.2.3 เปรียบเทียบค่าปริมาณน้ำฝน	28
3.2.4 ปรับแก้ข้อมูลด้วยวิธีการปรับแก้ค่าอคติ	28
3.3 การตั้งค่าแบบจำลอง SWAT	28
3.3.1 กำหนดพื้นที่ลุ่มน้ำ	29
3.3.2 การกำหนดหน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา	29
3.3.3 การสร้างไฟล์นำเข้าของแบบจำลอง SWAT	29

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.3.4 การนำฝนดาวเทียมมาใช้ในการประเมินผลปริมาณน้ำท่า	30
3.4 สรุปและวิเคราะห์ผล	30
3.4.1 สรุปและวิเคราะห์ผลของข้อมูลฝนตรวจวัดและฝนดาวเทียม	30
3.4.2 สรุปและวิเคราะห์ผลของข้อมูลน้ำท่าที่ได้จากฝนตรวจวัดและฝนดาวเทียม	30
บทที่ 4 ผลการศึกษา	31
4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณฝนตรวจวัดและปริมาณฝนดาวเทียมในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลอง	31
4.1.1 ข้อมูลปริมาณฝนจากสถานีตรวจวัด	31
4.1.2 ร้อยละของข้อมูลปริมาณฝนที่ขาดหาย	32
4.1.3 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนดาวเทียม	36
4.1.4 ผลการปรับแก้ข้อมูลฝนดาวเทียม	43
4.2 ตั้งค่าแบบจำลอง SWAT	52
4.2.1 ข้อมูลชั้นความสูง	52
4.2.2 ขอบเขตลุ่มน้ำ	52
4.2.3 ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน	52
4.2.4 ข้อมูลดิน	57
4.2.5 สรุปผลข้อมูลอุตุนิยมวิทยา	60

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่า	65
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์การศึกษา	66
5.1 สรุปผลความแตกต่างข้อมูลฝนตรวจวัดและฝนดาวเทียม	66
5.2 สรุปผลการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ SWAT ในการประเมินปริมาณน้ำท่าฝนดาวเทียม และฝนตรวจวัด	67
5.3 ข้อเสนอแนะหลังจากการศึกษา	67
เอกสารอ้างอิง	68
ภาคผนวก	71

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 เขตจังหวัดในกลุ่มน้ำแม่กลอง	4
2.1 การโคจรของดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาแบบอยู่กับที่	6
2.2 ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาแบบโคจรผ่านใกล้ขั้วโลก	6
2.3 ขั้นตอนการดำเนินงานทั้งหมดของแบบจำลอง SWAT	12
2.4 วงจรอุทกวิทยา	14
3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	19
3.2 แผนที่สถานีวัดน้ำฝนทั้งหมดในกลุ่มแม่กลอง	21
3.3 แผนที่สถานีวัดน้ำฝนสถานีฐานแผนที่สถานีวัดน้ำฝนในกลุ่มน้ำแม่กลองที่มีข้อมูล	22
3.4 แผนที่สถานีวัดน้ำฝนสถานีฐาน	23
3.5 กราฟแสดงปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนจากสถานีตรวจวัด	27
4.1 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของสถานี 450011	33
4.2 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของสถานี 450013	33
4.3 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของสถานี 451301	33
4.4 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนระหว่างปี 2014-2016 ของสถานี 450011	37
4.5 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนระหว่างปี 2014-2016 ของสถานี 450013	37
4.6 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนระหว่างปี 2014-2016 ของสถานี 451301	37

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.7 กราฟเปรียบเทียบข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจและหลังการปรับแก้ปี ค.ศ. 2014	47
4.8 กราฟเปรียบเทียบข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจและหลังการปรับแก้ปี ค.ศ. 2015	47
4.9 กราฟเปรียบเทียบข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจและหลังการปรับแก้ปี ค.ศ. 2016	48
4.10 กราฟเปรียบเทียบข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจและหลังการปรับแก้เฉลี่ยฝน 3 ปี	48
4.11 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 450011 ค.ศ. 2014-2016	49
4.12 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 450013 ค.ศ. 2014-2016	50
4.13 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 451301 ค.ศ. 2014-2016	51
4.14 แผนที่แสดงชั้นความสูงในลุ่มน้ำแม่กลอง	53
4.15 แผนที่ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำ	54
4.16 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดิน	55
4.17 แผนที่แสดงลักษณะชั้นดิน	58
4.18 กราฟแสดงค่าความสมเหตุสมผลของข้อมูล	65

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แสดงพิกัดที่ตั้งของสถานีวัดน้ำฝนในกลุ่มน้ำแม่กลอง	24
4.1 ปริมาณฝนเฉลี่ยจากสถานีน้ำฝนตรวจวัดจำนวน 27 สถานี	34
4.2 ปริมาณฝนจากสถานีน้ำฝนตรวจวัดจำนวน 27 สถานี	35
4.3 ค่าปริมาณน้ำฝนจากการแปลงข้อมูลฝนดาวเทียมของสถานี 450011 ทั้ง 3 ปี	38
4.4 ค่าปริมาณน้ำฝนจากการแปลงข้อมูลฝนดาวเทียมของสถานี 450013 ทั้ง 3 ปี	40
4.5 ค่าปริมาณน้ำฝนจากการแปลงข้อมูลฝนดาวเทียมของสถานี 451301 ทั้ง 3 ปี	42
4.6 ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจของข้อมูลฝนตรวจวัดและฝนดาวเทียมก่อนการปรับแก้	44
4.7 ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์ปรับลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลฝนดาวเทียม	45
4.8 ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจของข้อมูลฝนตรวจวัดและฝนดาวเทียมหลังการปรับแก้	46
4.9 ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินในกลุ่มน้ำแม่กลอง	56
4.10 ข้อมูลลักษณะของดินภายในกลุ่มน้ำแม่กลอง	59
4.11 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุดรายเดือน	60
4.12 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิต่ำสุดรายเดือน	60
4.13 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอุณหภูมิสูงสุดรายเดือน	61
4.14 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนรายเดือนในแต่ละปี	61
4.15 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหยาดน้ำฟ้ารายเดือน	61

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.16 ค่าค่าสัมประสิทธิ์ความบิดเบือนหยาดน้ำฟ้ารายเดือน	62
4.17 ค่าความน่าจะเป็นที่ฝนจะตกในวันที่อากาศแห้งของแต่ละเดือน	62
4.18 ค่าความน่าจะเป็นที่ฝนจะตกในวันที่อากาศเปียกของแต่ละเดือน	62
4.19 ค่าเฉลี่ยวันที่ฝนตกรายเดือนในแต่ละปี	63
4.20 ค่าปริมาณน้ำฝนสูงสุดในช่วง 30 นาทีรายเดือน	63
4.21 ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงอาทิตย์สูงสุดรายเดือน	63
4.22 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิจุดน้ำค้างรายเดือน	64
4.23 ค่าเฉลี่ยความเร็วลมรายเดือน	64

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเป็นหนึ่งในปัจจัยหลักที่จะใช้พิจารณาปริมาณน้ำท่าที่จะเกิดขึ้นจริงเพื่อจัดการสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะการจัดการสิ่งแวดล้อมตามหลักการจัดการลุ่มน้ำ (Watershed Management) เกษม จันทร์แก้ว (2539: 141) ได้กล่าวถึงความสำคัญของฝนไว้ว่า ฝนเป็นปัจจัยสำคัญในวัฏจักรของน้ำ รักษาสมดุลของสภาวะบรรยากาศ โดยโครงการจัดการแหล่งน้ำและโครงการป้องกันอุทกภัยนั้น จำเป็นต้องใช้ข้อมูลน้ำฝนเพื่อประเมินวางแผนในการกำหนดมาตรการป้องกันแก้ไขได้อย่างทันท่วงที นักอุทกวิทยายังให้ความสำคัญกับข้อมูลน้ำฝนเนื่องจากเป็นข้อมูลในการศึกษาคุณภาพของน้ำ อาทิ ปริมาณน้ำในลำธาร น้ำใต้ดิน การคายระเหย การนำพาตะกอนและการเกิดอุทกภัย เป็นต้น

อย่างไรก็ตามข้อมูลปริมาณฝนในประเทศไทยยังคงมีข้อจำกัดในเรื่องของความสมบูรณ์ของอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดส่งผลให้มีข้อมูลขาดหายซึ่งยากต่อการนำไปใช้งานในการบริหารจัดการน้ำ ดังนั้นข้อมูลฝนดาวเทียมจึงเข้ามามีบทบาทในด้านการจัดการทรัพยากรน้ำในปัจจุบัน การศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการประเมินค่าความแตกต่างของปริมาณฝนที่ได้จากข้อมูลฝนดาวเทียมและข้อมูลฝนตรวจวัดและเพื่อประมาณค่าปริมาณน้ำท่ารายวันจากข้อมูลฝนทั้งสองประเภทโดยใช้เครื่องมือได้แก่ ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์และแบบจำลองทางด้านอุทกวิทยาซึ่งในการศึกษานี้ได้ทำการศึกษาในพื้นที่ราบลุ่มน้ำแม่กลอง ซึ่งเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดใหญ่และสามารถแบ่งสภาพภูมิประเทศได้เป็นสองส่วนคือภูมิประเทศตอนบนของลุ่มน้ำแม่กลองซึ่งมีสภาพภูมิประเทศเป็นที่สูง ซึ่งเป็นบริเวณที่ลำน้ำแควใหญ่และแควน้อยไหลผ่านชอกเขาและที่ราบระหว่างเขาออกมาบรรจบกัน ส่วนที่สองคือลุ่มน้ำแม่กลองตอนล่างมีสภาพภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่มขนาดใหญ่ตั้งแต่อำเภอเมืองกาญจนบุรีจนถึงอ่าวไทย

ผลการศึกษาครั้งนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นเพื่อประเมินถึงค่าความแตกต่างของข้อมูลฝนตรวจวัดและฝนดาวเทียมและเป็นแนวทางในการใช้แบบจำลองทางด้านอุทกวิทยาในการประเมินปัจจัยทางด้านอุทกวิทยาที่เกี่ยวข้องเพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำภายในเขตลุ่มน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1.2.1 เพื่อรวบรวมข้อมูลและจัดทำฐานข้อมูลด้านอุทกวิทยาและอุทุนิยมวิทยาของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลอง
- 1.2.2 เพื่อตั้งค่าแบบจำลอง Soil and Water Assessment Tool (SWAT) สำหรับใช้ในการประเมินปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลอง
- 1.2.3 เพื่อตรวจสอบค่าความแตกต่างของปริมาณฝนตรวจวัดและฝนดาวเทียม พร้อมทั้งความแตกต่างของปริมาณน้ำท่าที่ประเมินได้จากข้อมูลทั้งสองประเภทข้างต้น

1.3 ขอบเขตการศึกษา

- 1.3.1 พื้นที่ศึกษาภายในลุ่มน้ำแม่กลอง
- 1.3.2 ข้อมูลฝนดาวเทียมที่จัดเตรียมโดยจากสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตรภายในระยะเวลา 3 ปี ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2014-2016 ภายในลุ่มน้ำแม่กลอง

1.4 พื้นที่ศึกษา

ลุ่มน้ำแม่กลองตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของประเทศไทยโดยมีลักษณะทั่วไปของพื้นที่ในลุ่มน้ำวางตัวตามแนวทิศเหนือ-ใต้ มีทิศเหนือติดกับลุ่มน้ำสาละวิน ทิศตะวันตกติดเทือกเขาตะนาวศรีซึ่งเป็นเทือกเขาสูงชันแบ่งเขตชายแดนไทยกับประเทศพม่า (Myanma) ทิศตะวันออกติดกับลุ่มน้ำท่าจีนและลุ่มน้ำสะแกกรัง ส่วนทางทิศใต้ติดกับลุ่มน้ำเพชรบุรีและอ่าวไทย

ขอบเขตพื้นที่ของลุ่มน้ำแม่กลองเริ่มจากอำเภออัมพวา ซึ่งอยู่ทางตอนล่างของเขตจังหวัดตากลงมาทางทิศใต้ถึงเขตติดต่อระหว่างจังหวัดราชบุรีกับจังหวัดกำแพงเพชร โดยมีพื้นที่ลุ่มน้ำรวม 30,171.24 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 9 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดตาก, อุทัยธานี, กาญจนบุรี, สุพรรณบุรี, นครปฐม, ราชบุรี, สมุทรสงคราม, สมุทรสาคร, และจังหวัดเพชรบุรี ซึ่งมีแม่น้ำสายหลัก คือแม่น้ำแม่กลอง ซึ่งเกิดจากแม่น้ำสาขาที่สำคัญ 2 สาย คือ แม่น้ำแควใหญ่ และแม่น้ำแควน้อย ไหลมาบรรจบกันกลายเป็นแม่น้ำแม่กลอง มีทิศทางการไหลจากทิศเหนือลงมาทิศใต้ มีความยาวของแม่น้ำประมาณ 589 กิโลเมตร โดยเริ่มนับจากต้นน้ำของแม่น้ำแควใหญ่ สิ้นสุดที่ปากแม่น้ำแม่กลองที่จังหวัดสมุทรสงคราม ดังรูปที่ 1.1

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา

1.5.1 ฐานข้อมูลด้านอุทกวิทยาและด้านอุตุนิยมิวิทยาหรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลองต่อไปในอนาคต

1.5.2 แบบจำลอง SWAT ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการประเมินปัจจัยทางด้านอุทกวิทยาต่างๆในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลอง

1.5.3 แนวทางการปรับแก้ค่าฝนดาวเทียมเพื่อนำไปใช้ในการประเมินค่าทางด้านอุทกวิทยาที่เกี่ยวข้องต่อไป

แผนที่แสดงเขตจังหวัดในกลุ่มน้ำแม่กลอง



รูปที่ 1.1 เขตจังหวัดในกลุ่มน้ำแม่กลอง

บทที่ 2

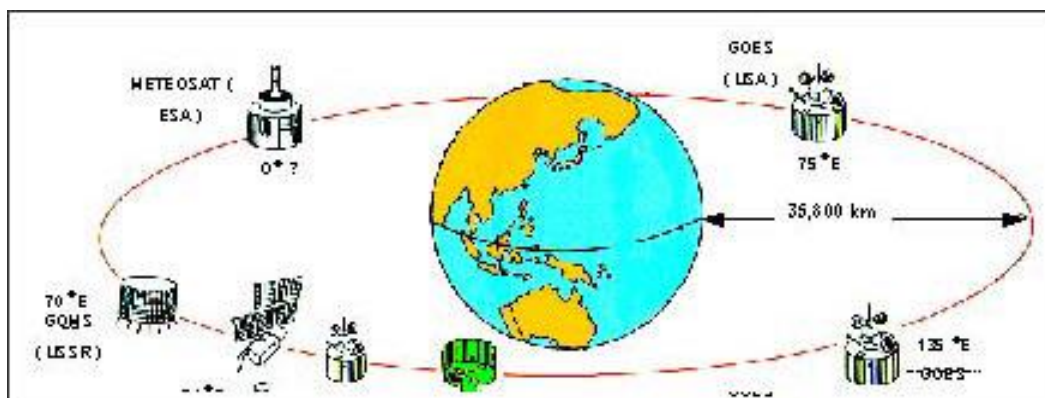
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ฝนดาวเทียม

ฝนดาวเทียม คือ ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ได้จากการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งเป็นดาวเทียมที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศโดยใช้หลักการจากการปลดปล่อยพลังงาน (Emission) การดูดซับ (Absorption) และการสะท้อนกลับ (Reflection) ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ความยาวคลื่นหรือความถี่ต่างๆ จากสิ่งกีดขวางที่สนใจในอากาศ โดยจานสายอากาศจะทำหน้าที่รับสัญญาณจากดาวเทียมโดยตรง แล้วส่งผลมาที่เครื่องรับสัญญาณจากดาวเทียม จากนั้นจึงส่งผ่านมายังเครื่องแปลสัญญาณเป็นภาพถ่ายต่อไปที่เครื่องผลิตภาพถ่ายจากดาวเทียมมายังผู้ใช้ ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาในปัจจุบันสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาแบบอยู่กับที่หรือดาวเทียมค้างฟ้า (Geostationary Meteorological Satellite) และดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาแบบโคจรผ่านขั้วโลก (Polar-Orbit Satellite) ข้อมูลที่ได้จากดาวเทียม อุตุนิยมวิทยาประกอบด้วย ค่ารังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิของชั้นบรรยากาศที่ระดับความสูงต่างๆ ชนิดจำนวนและความสูงของเมฆที่ลอยอยู่ในท้องฟ้า อุณหภูมิและค่าการสะท้อนแสงของวัตถุที่ผิวพื้น(ชนิดภูเขา และ จิตรารพร,2558)

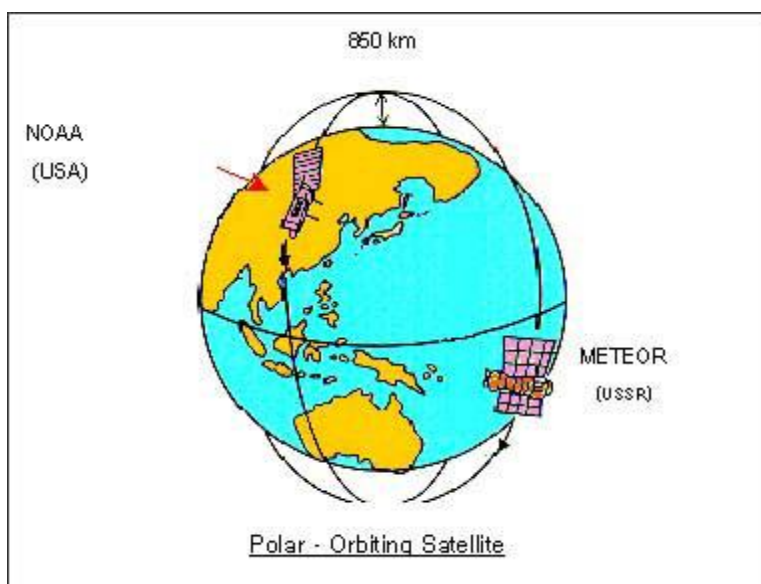
2.1.1 ชนิดของดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ(องค์การมหาชน),(2550)ได้อธิบายเกี่ยวกับชนิดของดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาแบบอยู่กับที่ (Geostationary Meteorological Satellite) ดาวเทียมชนิดนี้เป็นดาวเทียมที่โคจรสูงจากพื้นโลก ประมาณ 36,000 กิโลเมตร โดยโคจรรอบโลก ใช้เวลา 24 ชั่วโมง เท่ากับเวลาที่โลกหมุนรอบตัวเอง วงโคจรของดาวเทียมชนิดนี้จะอยู่ในตำแหน่ง เส้นศูนย์สูตรของโลก และจะโคจรไปในทางเดียวกับการโคจรรอบตัวเองของโลกด้วยความเร็วที่ เท่ากัน ดังนั้นตำแหน่งของดาวเทียมจะสัมพันธ์กับตำแหน่งบนพื้นโลกในบริเวณ เดิมเสมอ ครอบคลุมพื้นที่จากใกล้ขั้วโลกเหนือจรดใกล้ขั้วโลกใต้ ปัจจุบันดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาประเภทนี้ ได้แก่ ดาวเทียม METEOSAT ดาวเทียม GOES ดาวเทียม GMS-6 ดาวเทียม MTSAT-1R ดาวเทียม INSAT และดาวเทียม FY 2 เส้นทางเคลื่อนที่ของดาวเทียมชนิดนี้เป็นดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 การโคจรของดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาแบบอยู่กับที่(กรมอุตุนิยมวิทยา,2560)

ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาแบบโคจรผ่านใกล้ขั้วโลก (Near Polar Orbiting Satellite) ดาวเทียมชนิดนี้จะโคจรผ่านใกล้ขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ มีความสูงจากพื้นโลกประมาณ 850 กิโลเมตร โดยจะโคจรรอบโลกประมาณ 102 นาที ต่อ 1 รอบ ในหนึ่งวันจะหมุนรอบโลกประมาณ 14 รอบ และจะเคลื่อนที่ผ่านเส้นศูนย์สูตรในเวลาเดิม (ตามเวลาท้องถิ่น) ผ่านแนวเดิม 2 ครั้ง โดยจะ โคจรเคลื่อนที่จากขั้วโลกเหนือไปยังขั้วโลกใต้ 1 ครั้ง และโคจรเคลื่อนที่จากขั้วโลกใต้ไปยังขั้วโลก เหนืออีก 1 ครั้ง การถ่ายภาพของดาวเทียมชนิดนี้จะถ่ายภาพและส่งสัญญาณข้อมูลสู่ภาคพื้นดินใน เวลาจริง (real time) ในขณะที่ดาวเทียมโคจรผ่านพื้นที่นั้นๆ โดยมี Track ความกว้าง 2,700 กิโลเมตรดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาแบบโคจรผ่านใกล้ขั้วโลก (กรมอุตุนิยมวิทยา,2560)

2.1.2 การปรับแก้ข้อมูลฝนดาวเทียมด้วยวิธีการปรับแก้ค่าอคติ (Bias Collection)

ในการปรับแก้ข้อมูลจะใช้เมื่อพบว่ามีค่าที่ไม่เข้ากันของข้อมูลโดยใช้วิธีปรับค่าเฉลี่ยที่ขึ้นอยู่กับผลความแตกต่างของข้อมูลทั้งสองชุด (เทพไท และ สุทธิศักดิ์ , 2559) วิธีการนี้เป็นการปรับค่าความคลาดเคลื่อนโดยอาศัยค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากอัตราส่วนระหว่างปริมาณฝนรวมรายปีเฉลี่ยรายทศวรรษในช่วงปีฐานซึ่งได้จากการตรวจวัดกับผลของปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองในช่วงปีฐานดังสมการที่ 2.1

$$k_i = \frac{P_{\text{ปริมาณฝนตรวจวัด}}}{P_{\text{ปริมาณฝนดาวเทียม}}} \quad (2.1)$$

โดยที่:

k_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์การปรับลดความคลาดเคลื่อน

$P_{\text{ปริมาณฝนดาวเทียม}}$ คือ ปริมาณฝนรวมรายปีเฉลี่ยในช่วงปีฐานเป็นผลจากข้อมูลดาวเทียม

$P_{\text{ปริมาณฝนตรวจวัด}}$ คือ ปริมาณฝนรวมรายปีเฉลี่ยในช่วงปีฐานเป็นผลจากการตรวจวัด

ค่าสัมประสิทธิ์นี้จะถูกนำไปคูณกับปริมาณฝนรายวันจากแบบจำลองตามสมการ 2.2 เพื่อให้ได้ข้อมูลปริมาณฝนรายวันที่ผ่านการปรับลดความคลาดเคลื่อนแล้ว

$$P'_{\text{ข้อมูลฝนดาวเทียมหลังปรับแก้}} = k_i \times P_{\text{ข้อมูลฝนดาวเทียมก่อนปรับแก้}} \quad (2.2)$$

โดยที่:

$P_{\text{ข้อมูลฝนดาวเทียมก่อนปรับแก้}}$ คือ ปริมาณฝนรายวันจากข้อมูลฝนดาวเทียมก่อนปรับลดความคลาดเคลื่อน

$P'_{\text{ข้อมูลฝนดาวเทียมหลังปรับแก้}}$ คือ ปริมาณฝนรายวันจากข้อมูลฝนดาวเทียมหลังปรับลดความคลาดเคลื่อน

วณิชฐา และ จิตราพร(2558) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการประมาณค่าฝนเชิงพื้นที่จากภาพดาวเทียม GSMaP ในพื้นที่ภาคใต้โดยวิธีการประมาณค่าจำนวน 4 วิธีการได้แก่วิธี 1.วิธี Inverse Distance Weighting :

IDW 2.วิธี Kriging 3.วิธี Co-kriging 4. วิธี Thiessen Polygon ผลจากการศึกษาพบว่า การทดสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลฝนโดยวิธีกราฟทับทวิ (Double Mass Curves) และพิจารณาค่า R^2 ที่เข้าใกล้ 1 โดยค่า R^2 ของเดือนพฤศจิกายน ค.ศ. 2010 และเดือนมีนาคม ค.ศ.2011 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.9991-0.9945

ในการประมาณค่าฝนจากการหาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน (ME) ทั้ง 4 วิธี ในเดือน พฤศจิกายน ค.ศ. 2010 พบว่า วิธี Inverse Distance Weighting, Thiessen Polygon และ Co-Kriging ได้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน (ME) เป็นลบ แสดงว่าค่าการประมาณที่ได้สูงกว่าค่าจริง ส่วนวิธี Kriging ได้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน (ME) เป็นบวก แสดงว่าค่าการประมาณที่ได้ต่ำกว่าค่าจริง และในเดือนมีนาคม ค.ศ. 2011 Kriging, Thiessen Polygon และ Co-Kriging ได้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน (ME) เป็นลบ แสดงว่าค่าการประมาณที่ได้สูงกว่าค่าจริง ส่วนวิธี Inverse Distance Weighting Kriging ได้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน (ME) เป็นบวก แสดงว่าค่าการประมาณที่ได้ต่ำกว่าค่าจริง

ในการประมาณค่าฝนจากการหาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAE) ทั้ง 4วิธี วิธีที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ภาคใต้ของข้อมูลในเดือน พฤศจิกายน ค.ศ. 2010 และข้อมูลใน เดือน มีนาคม ค.ศ. 2011 คือวิธี Thiessen Polygon ซึ่งให้ค่าประมาณความคลาดเคลื่อน สัมบูรณ์น้อยที่สุด เนื่องจากในการหาค่าประมาณฝนด้วยวิธี Thiessen Polygon นั้น ข้อมูลฝน ที่นำมาพิจารณามีความซ้ำกันของข้อมูลเป็นจำนวนมาก จึงทำให้มีค่าความคลาดเคลื่อน สัมบูรณ์มีค่าน้อย

ประจักษ์ และ กมล(2558) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการประมาณค่าปริมาณฝนโดยใช้ข้อมูลดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา Global Satellite Mapping Precipitation (GSMaP) บริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง เปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนจากสถานีตรวจวัดระหว่างปี พ.ศ.2543-2558 (ค.ศ.2000-2015) รวมระยะเวลา 16 ปี ที่เป็นรูปแบบ GRIB จากนั้นแปลงข้อมูลเป็นแบบ American Standard Codes Interchange (ASCII) แล้วประมาณค่าปริมาณฝนเชิงพื้นที่ด้วยวิธี Kriging แล้วตัด Sharp ของลุ่มน้ำ คำนวณหาปริมาณฝนเชิงพื้นที่แล้วทำการตรวจสอบความถูกต้องด้วยค่าทางสถิติ ผลการศึกษาพบว่า การประมาณค่าปริมาณฝนด้วยดาวเทียมให้ค่าประมาณค่าฝนเชิงพื้นที่และข้อมูล real time สามารถนำไปใช้ในการจัดการบริหารน้ำต่อไปได้

2.2 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์การแก้ไขปัญหาหรือวางแผนจัดการ ซึ่งมีการกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ผลที่มีการจัดเตรียมฐานข้อมูลประกอบด้วย การนำเข้าข้อมูล การตรวจสอบและแก้ไขข้อมูล ในการนำเข้าข้อมูลที่มีการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถใช้ได้กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น การนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่เป็นการแปลงข้อมูลเชิงพื้นที่ให้เป็นข้อมูลเชิงตัวเลข สำหรับกระบวนการตรวจสอบและแก้ไขข้อมูลเป็นขั้นตอนที่สำคัญ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องที่จะนำไปทำการวิเคราะห์เพื่อให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด เพราะข้อมูลที่ไม่ถูกต้องจะทำให้ผลการวิเคราะห์มีความคลาดเคลื่อนไปจากสิ่งที่ควรจะเป็น ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ได้นำระบบสารสนเทศมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม ArcGIS ในการแปลงข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมให้เป็นข้อมูลเชิงตัวเลขที่สามารถนำไปใช้ในการนำเข้าข้อมูลของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (SWAT Model) เพื่อใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำท่าที่จะใช้ในการเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำท่าที่วัดได้จากสถานี

สุพิชฌาย์ และ จินตนา(2553)ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการกำหนดพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยจังหวัดอ่างทอง จากผลการศึกษาพบว่า สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดอุทกภัยในพื้นที่จังหวัดอ่างทอง คือ ปริมาณน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาที่ไหลผ่านจังหวัดอ่างทองมีปริมาณมากจนเกินความจุของลำน้ำ ทำให้ระดับน้ำสูงขึ้นจนล้นตลิ่งเข้าท่วมพื้นที่บริเวณสองฝั่งลำน้ำ ร่องลงมา คือ มีฝนตกหนักในพื้นที่ นอกจากนี้ลักษณะทางกายภาพของจังหวัดอ่างทองยังเอื้ออำนวยต่อการเกิดอุทกภัยเป็นอย่างมาก เนื่องจากตั้งอยู่บริเวณลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนกลาง จึงเป็นพื้นที่รองรับน้ำหลากจากลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบน ปัจจัยทางด้านกายภาพจึงถือเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเกิดอุทกภัยในพื้นที่จังหวัดอ่างทอง สำหรับการกำหนดและจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยจังหวัดอ่างทอง โดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับการวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่พบว่า จังหวัดอ่างทองมีพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยสูง เป็นพื้นที่ 952.01 ตร.กม. คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 99.23 ของพื้นที่ทั้งหมด และพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยปานกลาง เป็นพื้นที่ 7.37 ตร.กม. คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 0.77 ของพื้นที่ทั้งหมด ดังนั้น เพื่อลดความรุนแรงและความเสียหายที่จะเกิดขึ้น แนวทางในการป้องกันและบรรเทาผลกระทบจากอุทกภัยจึงควรบูรณาการมาตรการต่างๆเข้าด้วยกัน ทั้งมาตรการที่ใช้โครงสร้างทางวิศวกรรม มาตรการที่ไม่ใช้โครงสร้างทางวิศวกรรม และมาตรการพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วม

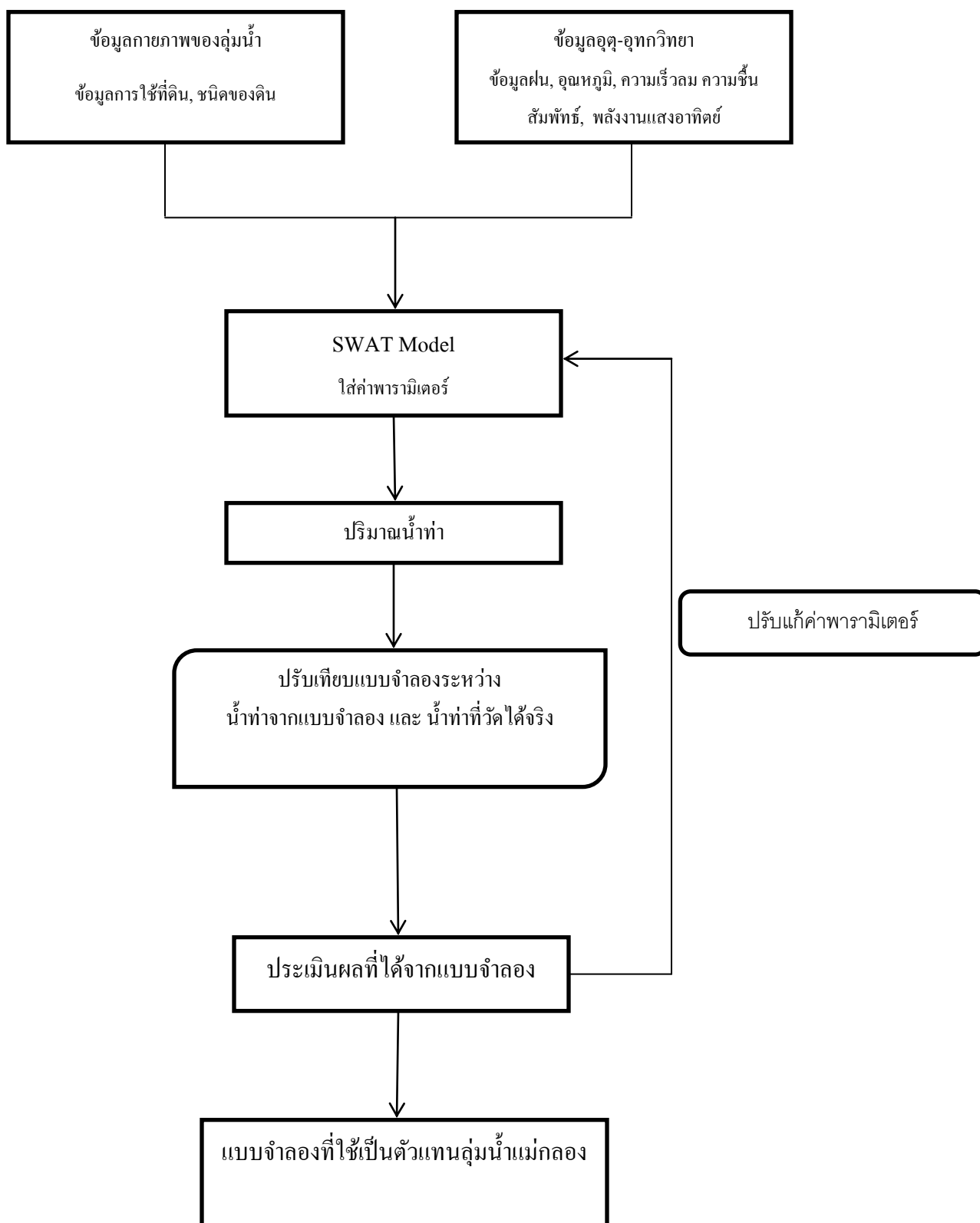
สัญญาชัย(2554) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวัน ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ บริเวณพื้นที่ราบลุ่มน้ำเจ้าพระยาการศึกษา การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันด้วยระบบ สารสนเทศภูมิศาสตร์บริเวณพื้นที่ราบลุ่มน้ำเจ้าพระยา มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้อง ของวิธีการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันด้วยวิธีที่แตกต่างกัน โดยในการศึกษาครั้งนี้ ใช้วิธีการ ประมาณค่าจำนวน 5 วิธีหลัก 34 วิธีย่อย ได้แก่วิธี Inverse Distance Weight, Radial Basis Functions, Kriging, Co Kriging และสมการถดถอยเชิงเส้นของข้อมูลเรดาร์(RADAR) โดยใช้ข้อมูล ปริมาณน้ำฝนรายวันจากสถานีวัดน้ำฝนจำนวน 247 สถานี ครอบคลุมพื้นที่ราบลุ่มน้ำเจ้าพระยา และข้อมูลเรดาร์สถานีตรวจวัดอากาศตาคสิ 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 พบว่าวิธีดังกล่าวมีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์น้อยกว่าวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.1$) ส่วนผลการศึกษาเฉพาะวิธีการประมาณค่าที่ใช้ค่าสถิติเพียงอย่างเดียวได้แก่ วิธี Inverse Distance Weight, Radial Basis Functions และ Kriging พบว่าวิธี Kriging (ฟังก์ชัน Stable) มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAE) น้อยที่สุดเท่ากับ 8.35 มิลลิเมตร แต่จากการทดสอบสถิติรายคู่ F-test ด้วยวิธี LSD พบว่าความคลาดเคลื่อนดังกล่าวแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.1$) จากผลการศึกษาจึงพบว่า การประยุกต์ใช้ข้อมูลเรดาร์ในการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันสำหรับพื้นที่ราบจึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

2.3 Soil and Water Assessment Tool

แบบจำลอง Soil and Water Assessment Tool :SWAT ถูกพัฒนาขึ้นโดย Blackland Research Center, TAES และ United States Department of Agricultural – Agricultural Research Service (USDA-ARS) มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อใช้ในการพยากรณ์ผลกระทบของการบริหารจัดการพื้นที่ดินต่อทรัพยากรน้ำ ได้แก่ น้ำท่า ตะกอน และสารเคมีจากเกษตร ในพื้นที่ลุ่มน้ำตั้งแต่ขนาดเล็กไปจนถึงขนาดใหญ่และมีความซับซ้อนของลักษณะสภาพพื้นที่ และการใช้ประโยชน์ที่ดินที่หลากหลาย ซึ่งจะมีผลต่อลักษณะทางอุทกวิทยาของกลุ่มน้ำ แบบจำลอง SWAT เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ค่อนข้างมีความซับซ้อน เนื่องจากมีตัวแปรที่ใช้ในแบบจำลองเป็นจำนวนมาก

แบบจำลอง SWAT ถูกพัฒนาขึ้นให้สามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรม ArcGIS โดยทำงานผ่านโปรแกรม ArcSWAT โดยโปรแกรม ArcSWAT เป็นโปรแกรมเสริมของ ArcGIS ซึ่งโปรแกรม SWAT เป็นแบบจำลองที่ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการประเมินปริมาณน้ำท่า และปริมาณตะกอนภายในพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดใหญ่โดยสามารถคำนวณเป็นรายวันต่อเนื่องตามระยะเวลาที่ยาวนานได้ แบบจำลอง SWAT อาศัยข้อมูลเชิงกายภาพ โดยมีส่วนประกอบหลักๆ ได้แก่ ข้อมูลด้านภูมิอากาศ ด้านอุทกวิทยา คุณสมบัติของดิน และด้านการจัดการที่ดินโดยการแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย โดยที่การใช้โปรแกรม SWAT จะมีการขั้นตอนการใช้แบบจำลอง SWAT ดังแสดงในรูปที่ 2.3

จากรูปที่ 2.3 จะแสดงให้เห็นถึงการทำงานทั้งหมดของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ SWAT อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการสร้างแบบจำลอง SWAT ขั้นต้นสำหรับลุ่มน้ำแม่กลอง แต่ยังไม่ได้มีการดำเนินงานในการปรับเทียบแบบจำลอง ซึ่งรายละเอียดการใช้งานแบบจำลอง SWAT สำหรับการศึกษาครั้งนี้ได้แสดงในบทที่ 3 ต่อไป



รูปที่ 2.3 ขั้นตอนการดำเนินงานทั้งหมดของแบบจำลอง SWAT

การประมาณค่าทางอุทกวิทยาในแบบจำลอง SWAT จะใช้หลักการทางด้านสมดุลของน้ำแสดงดังรูปที่ 2.4 โดยปริมาณน้ำที่ถูกกักเก็บไว้ในดินจะเท่ากับปริมาณน้ำที่ดินได้รับมาลบกับปริมาณน้ำที่ดินสูญเสียไป ปริมาณน้ำที่ดินได้รับมาประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำชลประทาน ส่วนปริมาณน้ำที่สูญเสียไป ประกอบด้วย ปริมาณน้ำไหลบ่า ปริมาณการคายระเหยของน้ำ ปริมาณการซึมลึกลงไปได้ดินของน้ำ และ ปริมาณการไหลลงแม่น้ำ ดังสมการที่ 2.3

$$SW_t = SW + \sum_{i=1}^t (R_i - Q_i - ET_i - P_i - QR_i) \quad (2.3)$$

โดยที่:

SW_t = ปริมาณน้ำที่กักเก็บไว้ในดิน (มม.)

t = ช่วงเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการคำนวณ

i = ลำดับของเวลาในแต่ละขั้นของการคำนวณ

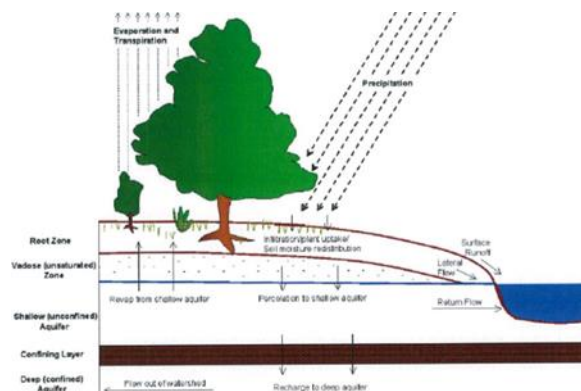
R_i = ปริมาณน้ำฝน (มม.)

Q_i = ปริมาณน้ำไหลบ่า (มม.)

ET_i = ปริมาณการคายระเหย (มม.)

P_i = ปริมาณน้ำที่ซึมลึกลงดิน (มม.)

QR_i = ปริมาณน้ำที่ไหลลงแม่น้ำ (มม.)



รูปที่ 2.4 วงจรอุทกวิทยา(บัณฑิตา และ อรอนงค์, 2557)

ข้อมูลที่ต้องการสำหรับสมการสมดุลของน้ำในแบบจำลอง SWAT ได้แก่ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ (ประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดรายวัน)ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและข้อมูลเกี่ยวกับพืชที่ทำการเพาะปลูก และ ข้อมูลดิน (ประกอบด้วยคุณสมบัติของดินในแต่ละชั้นดิน) โดยงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้แบบจำลอง SWAT มีรายละเอียดดังนี้

ศราวุธ(2552)ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำพอง โดยใช้แบบจำลอง SWAT จากผลการศึกษาพบว่า แบบจำลอง SWAT เป็นแบบจำลองที่ใช้ประเมินปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำจากการศึกษาดังกล่าวเมื่อได้แบบจำลองที่มีค่าพารามิเตอร์ที่ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงในพื้นที่และแบบจำลองที่ได้มีความน่าเชื่อถือแล้วสามารถนำแบบจำลองที่ได้ไปประยุกต์ใช้โดยการสร้างสถานการณ์จำลองต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นในพื้นที่ที่ส่งผลต่อ ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำเช่น การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน การสร้างอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หรือ เหตุการณ์อุทกภัย เพื่อวางแผนการแก้ไขปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม

ปิยะวัฒน์(2556) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการทำนายปริมาณตะกอนในลุ่มน้ำภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินโดยใช้โปรแกรม SWAT ในการศึกษาปริมาณน้ำท่าและตะกอนลุ่มเชิงน้ำ โดยใช้แบบจำลอง SWAT ในลุ่มน้ำแม่แจ่ม มีวัตถุประสงค์เพื่อการวิเคราะห์ค่าตัวแปรของแบบจำลอง SWAT ที่เหมาะสมสำหรับลุ่มน้ำแม่แจ่ม และทำการประเมินการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำท่าและตะกอนลุ่มน้ำ ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากการปรับลดพื้นที่ป่าไม้เดิมให้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม ผลการวิจัยพบว่า แบบจำลอง SWAT สามารถวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าและตะกอนได้อยู่ในเกณฑ์ที่ดี ในช่วงการสอบเทียบ แบบจำลอง และจากการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลองพบว่าแบบจำลองสามารถ วิเคราะห์ผลได้อยู่ในเกณฑ์พอใช้ จากการประยุกต์ใช้

แบบจำลอง SWAT เพื่อจำลองสภาพการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่าปริมาณน้ำท่าจะเพิ่มขึ้น 10% 15% 19% 23% และปริมาณ ตะกอนจะเพิ่มขึ้น 21% 36% 46% 55% เมื่อพื้นที่ป่าไม้ถูกลดเป็นพื้นที่เกษตรกรรมแทนในปริมาณ 10% 15% 20% และ 25% ตามลำดับ ผลการวิจัยนี้เป็นเครื่องยืนยันว่าแบบจำลอง SWAT ให้ผลการวิเคราะห์ เป็นที่น่าเชื่อถือ และสามารถใช้เป็นเครื่องมือวิเคราะห์ลุ่มน้ำภายใต้การสภาวะเปลี่ยนแปลงรูปแบบต่าง ๆ เพื่อการจัดการลุ่มน้ำอย่างมีประสิทธิภาพในอนาคตต่อไป

สุภักดิ์ (2557) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการประมาณปริมาณน้ำท่าจากข้อมูลการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินที่อาศัยแบบจำลอง CA-Markov โดยแบบจำลอง SWAT: กรณีศึกษา ลุ่มน้ำย่อยห้วยตุงสูงในลุ่มน้ำมูล พบว่าการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่เบ็ดเตล็ดมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณน้ำท่า ให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.792 และ 0.9018 ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้มีความสัมพันธ์ผกผันกับปริมาณน้ำท่าโดยให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.9018 และ พบว่าพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่เบ็ดเตล็ดมีบทบาทสำคัญในการควบคุมปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ศึกษามากกว่าพื้นที่เกษตรกรรม

2.4 วิธีการประเมินค่าความถูกต้องของข้อมูล

ในการศึกษานี้ได้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination, R^2) มาใช้ในการประเมินค่าความแตกต่างของข้อมูลฝนดาวเทียมเปรียบเทียบกับฝนตรวจวัดทั้งก่อนและหลังการปรับแก้ พร้อมทั้งเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของปริมาณน้ำท่าที่ได้จากฝนตรวจวัดและฝนดาวเทียม

สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination, R^2) คือ ตัวแปรทางสถิติที่ใช้อธิบาย ความผันแปรของปัจจัยที่เกิดจากความสัมพันธ์กันอีกปัจจัยเป็นเชิงเส้นตรง R^2 จะมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 โดยค่า มากกว่า 0.50 แสดงว่าปัจจัยทั้งสองมีความสัมพันธ์กันในระดับที่มีความน่าเชื่อถือ ค่า R^2 สามารถ คำนวณได้จากสมการที่

2.4

$$R^2 = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})(P_i - \bar{P})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}} \right)^2 \quad (2.4)$$

โดยที่:

i = ลำดับที่

n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

O_i = ค่าจากการตรวจวัด

\bar{O} = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลตรวจวัดทั้งหมด

P_i = ค่าจากแบบจำลอง

\bar{P} = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลจากแบบจำลองทั้งหมด

ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination, R^2) ได้ถูกนำไปใช้ในงานวิจัยทางด้านอุทกวิทยาอย่างกว้างขวาง เช่น ทนงศักดิ์ และคณะ(2557) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินฝนจากเรดาร์ในพื้นที่ลุ่มน้ำที่ไม่มีสถานีวัด พบว่าปริมาณน้ำฝนมีความสำคัญต่อการจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งในภาวะน้ำหลากและภาวะแห้งแล้ง หากทราบปริมาณน้ำฝนที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงและทันเวลา จะช่วยในการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำและสามารถบรรเทาอุทกภัยได้ในระดับหนึ่ง เรดาร์ตรวจอากาศเป็นเครื่องมือตรวจวัด ข้อมูลระยะไกลที่ครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้างและให้รายละเอียดข้อมูลเชิงพื้นที่ค่อนข้างสูง ด้วยข้อเด่นนี้จึงได้มีการประยุกต์ใช้ในการตรวจวัดปริมาณน้ำในบรรยากาศและนำมาประเมินเป็นปริมาณน้ำฝนโดยใช้ สมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าการสะท้อนของเรดาร์และความเข้มฝนในพื้นที่ที่ขาดแคลนสถานีวัดน้ำฝน ผลการศึกษาพบว่า การประเมินฝนจากภาพเรดาร์โดยการประมวลผลทางสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ทำให้เห็นการกระจายตัวของฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำสอดคล้องกับการกระจายตัวของฝนจากโครงข่ายสถานีวัดน้ำฝน ความสัมพันธ์ของค่าการสะท้อนของเรดาร์และสภาพอุตุวิทยาในพื้นที่ที่ศึกษา คือ $Z=240.66$, $R=0.72$ ให้ค่าความสัมพันธ์ในการเปรียบเทียบ(R^2) เท่ากับ 0.95 และเมื่อนำความสัมพันธ์ Z-R ทดสอบกับเหตุการณ์ฝนให้ความแม่นยำคิดเป็นร้อยละ 77.85

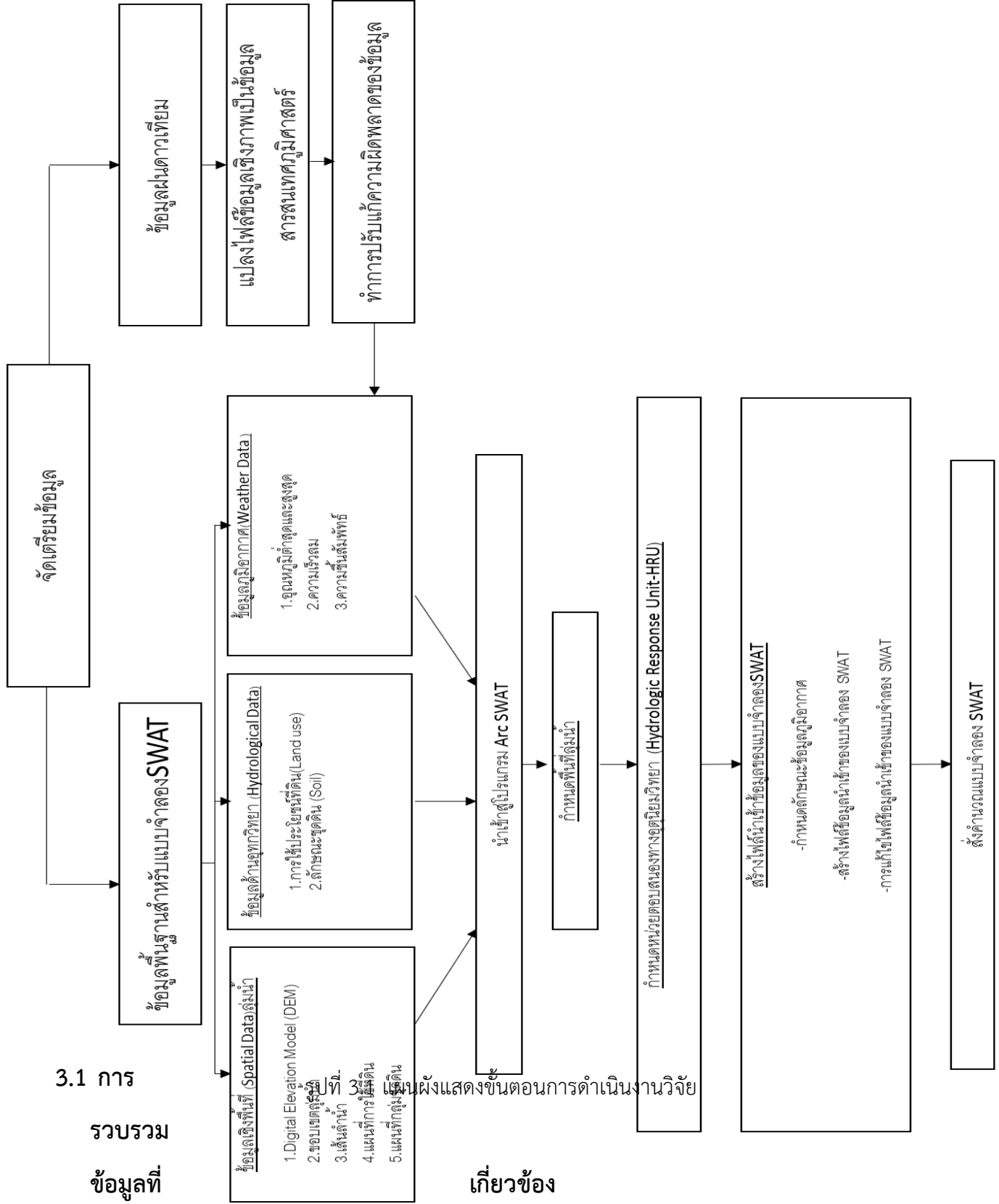
สุบรร (2559) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนจากการสำรวจโดยดาวเทียม TRMM และปริมาณฝนจากสถานีวัดฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน โดยใช้ข้อมูลฝนราย 3 ชั่วโมง ระหว่างปี 2552 ถึง 2554 ผลการศึกษาพบว่าปริมาณฝนจากดาวเทียมมีปริมาณ มากกว่าฝนจากสถานีวัดปริมาณ ฝนจากดาวเทียมส่วนใหญ่ร้อยละ 48 มีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 5 มิลลิเมตร ค่าเปอร์เซ็นต์การตรวจจับ สัญญาณ (Probability Of Detection ,POD) มีค่า 58 % การหา ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงโดยใช้ข้อมูลฝนรายเดือนได้ค่า สัมประสิทธิ์ การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.557

ภรณ์ยู(2557) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินปริมาณน้ำท่าของกลุ่มน้ำปิงตอนบนจากการเปลี่ยนแปลง การใช้ที่ดินด้วยแบบจำลอง SWAT โดยใช้ข้อมูลการใช้ที่ดินปี 2547 และข้อมูลการใช้ที่ดินปี 2552 ซึ่งทำการสอบ เทียบแบบจำลองในช่วงปี 2546 ถึง 2548 และตรวจสอบแบบจำลองในช่วง 2549 ถึง 2553 ตามลำดับ พบว่า ค่า สัมประสิทธิ์ประสิทธิผล(R^2)ของการสอบเทียบและตรวจสอบของแบบจำลองซึ่งค่าที่ได้อยู่ระหว่าง 0.80-0.90 ส่วน ค่ารากที่สองสัมพันธ์ของกำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (ER) ซึ่งค่าที่ได้อยู่ระหว่าง 0.30-0.40 และ พารามิเตอร์คุณสมบัติของดินสิ่งคลุมดินกับการใช้ที่ดิน(CN) อยู่ระหว่าง 77-95 ซึ่งมีความสอดคล้องกับลักษณะ ของพื้นที่

บทที่ 3

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินโครงการ

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ 1.การจัดเตรียมข้อมูล 2.การแปลงค่าข้อมูลปริมาณฝนดาวเทียม 3.การนำข้อมูลเข้าสู่แบบจำลอง ArcSWAT โดยขั้นตอนวิธีดำเนินงานแสดงดังรูปที่ 3.1



3.1 การ
รวบรวม
ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ในการศึกษาในครั้งนี้ได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลองพร้อมทั้งมีการตรวจสอบข้อมูลที่จะนำมาใช้โดยสามารถแบ่งลักษณะข้อมูลออกได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

3.1.1 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ (Weather Data)

ข้อมูลที่ต้องจัดเตรียมในส่วนของสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ ปริมาณฝน ซึ่งได้จากการตรวจวัดและภาพถ่ายดาวเทียม, อุณหภูมิต่ำสุด, อุณหภูมิสูงสุด, ความเร็วลม และ ความชื้นสัมพัทธ์

3.1.1.1 ข้อมูลฝนที่ได้จากการตรวจวัด

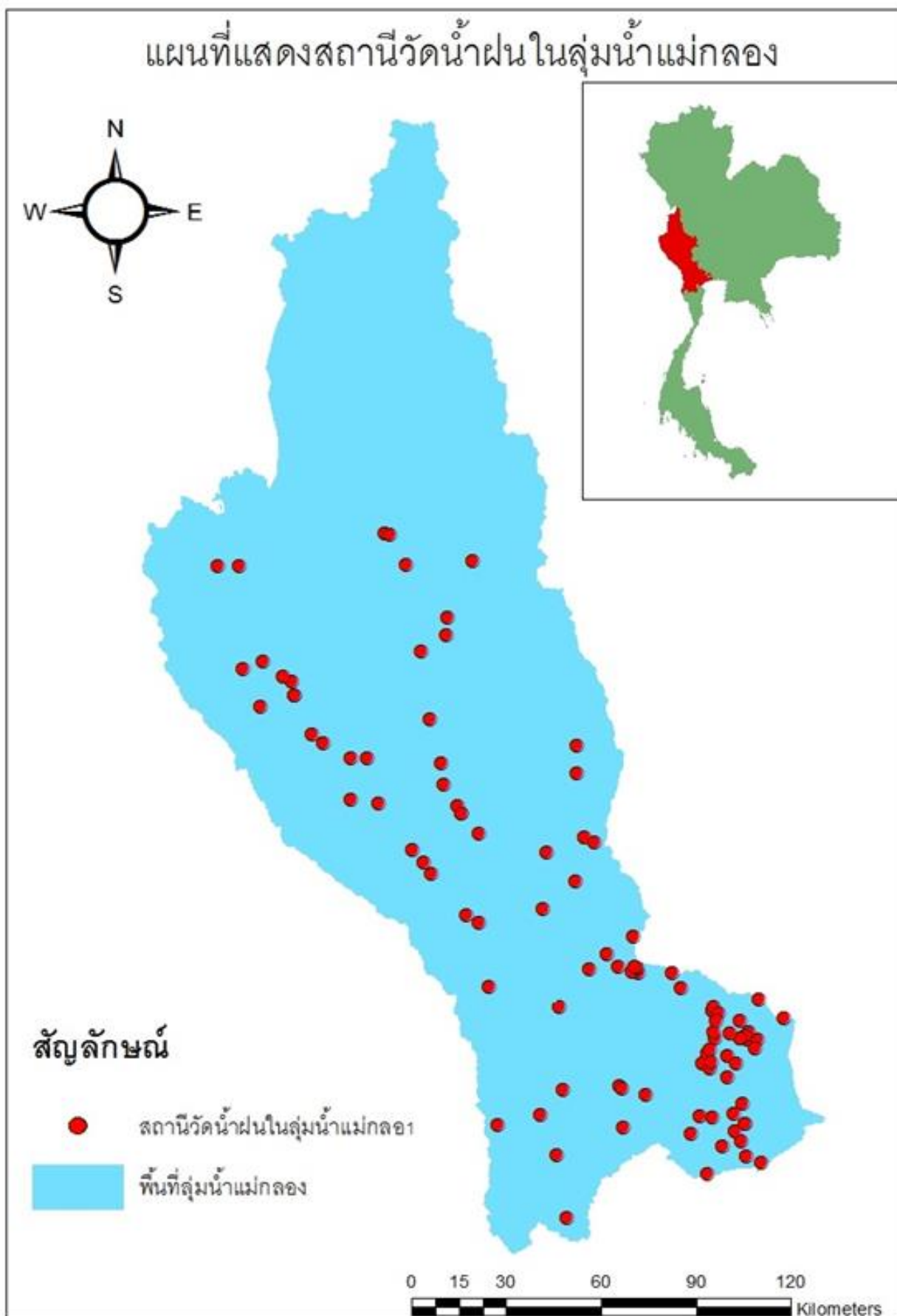
เป็นข้อมูลที่ได้จากสถานีวัดน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลองซึ่งมีสถานีทั้งหมด 99 สถานี ดังแสดงในรูปที่ 3.2 แต่เมื่อตรวจสอบข้อมูลของแต่ละสถานีแล้วมีสถานีที่ถูกปิดซึ่งไม่สามารถนำข้อมูลมาใช้จริงได้ จึงได้ทำการคัดเลือกสถานีที่มีข้อมูลฝนจำนวน 3 ปี เพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลฝนดาวเทียมโดยมีจำนวนสถานีทั้งสิ้น 23 สถานี ดังแสดงในรูปที่ 3.3 และสถานีที่มีข้อมูลของแต่ละสถานีแสดงในตารางที่ 3.1

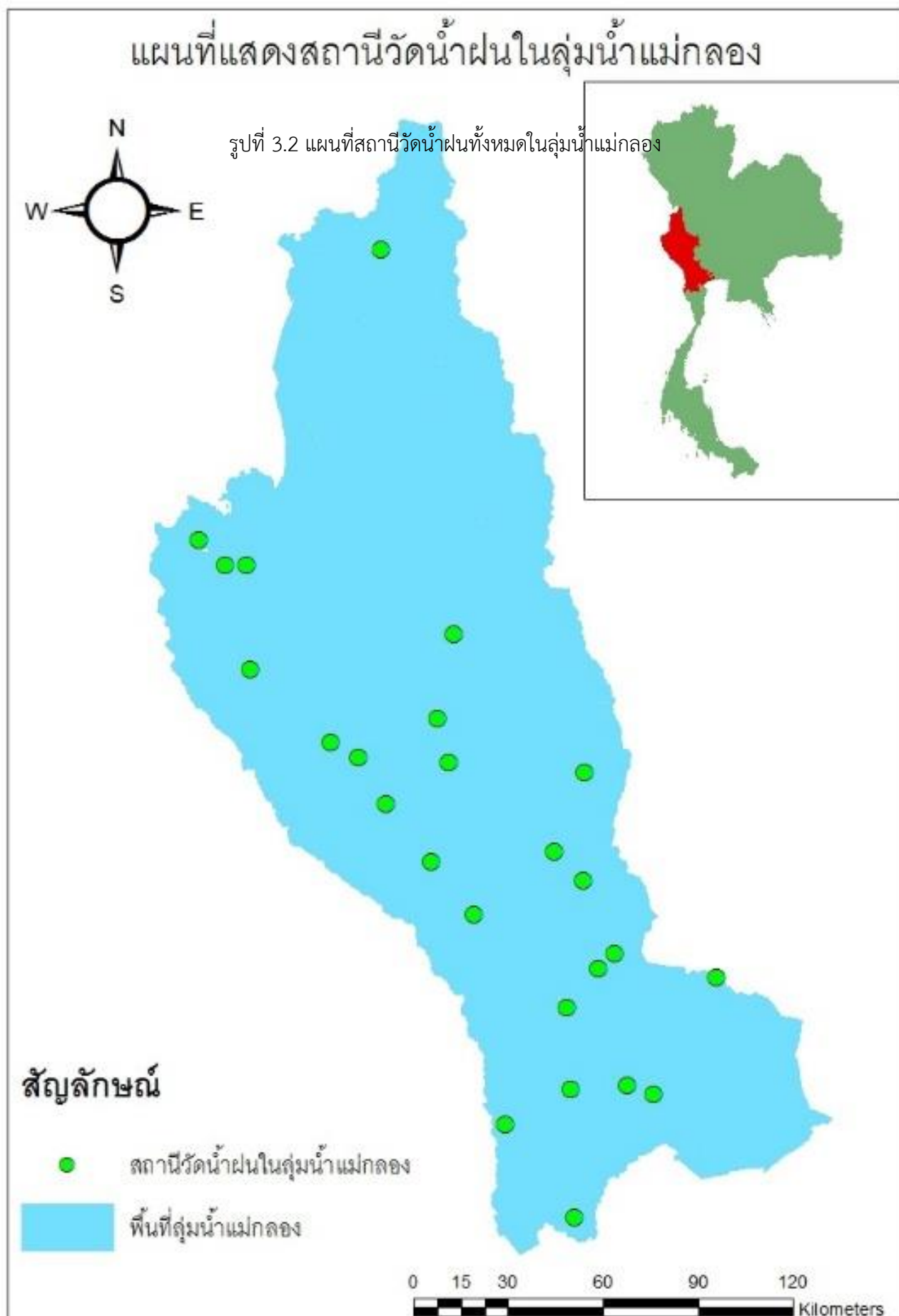
3.1.1.2 ข้อมูลฝนจากภาพถ่ายดาวเทียม

เป็นข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมในโครงการ GSMaP: Global Satellite Mapping of Precipitation ซึ่งประเทศญี่ปุ่นพัฒนาขึ้นเพื่อสำรวจปริมาณฝน โดยข้อมูลเหล่านี้สามารถขอความอนุเคราะห์ข้อมูลได้จากสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน) ซึ่งข้อมูลที่ได้มาเป็นข้อมูลปริมาณฝนรายวันจำนวน 3 ปี ตั้งแต่ปี 2014-2016 และทำการปรับแก้อคติแล้วเพื่อให้มีความแม่นยำของข้อมูลมากขึ้น ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้รับมามีช่วงข้อมูลที่หายไป 2 ช่วงคือ ข้อมูลตั้งแต่วันที่ 30/9/2016 ถึงวันที่ 1/10/2016 และ 27/10/2016 ถึงวันที่ 31/12/2016 ข้อมูล

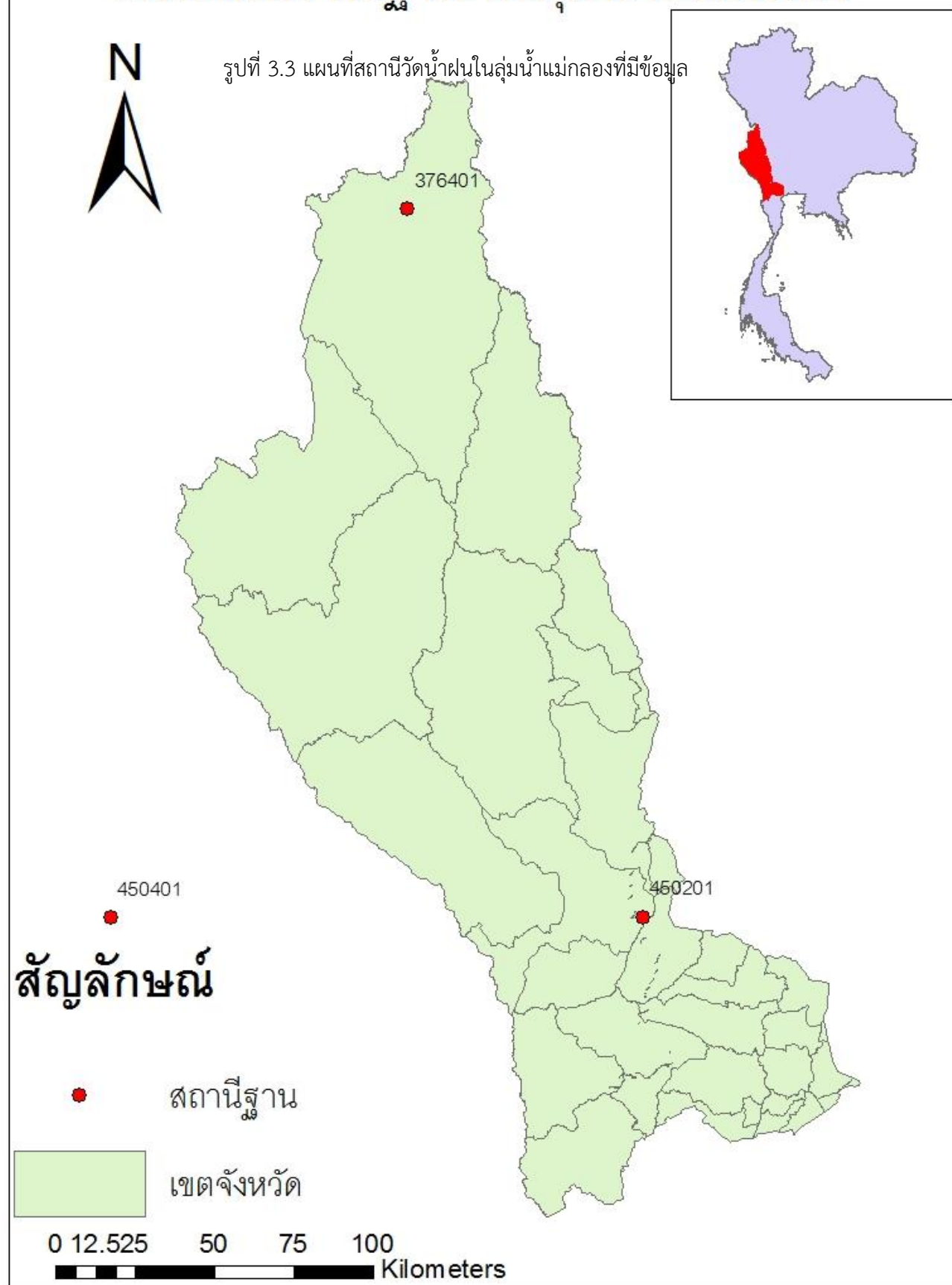
3.1.1.3 ข้อมูลอุณหภูมิต่ำสุด - สูงสุด, ความเร็วลม และความชื้นสัมพัทธ์

จากสถานีวัดน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาสามารถตรวจสอบอุณหภูมิสูงสุด, ต่ำสุด, ความเร็วลม และความชื้นสัมพัทธ์ภายในลุ่มน้ำแม่กลองได้โดยเลือกใช้ข้อมูลจาก 23 สถานี โดยมีรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 3.1 และได้มีการคำนวณข้อมูลทางสถิติของปัจจัยดังกล่าวอีกทั้งสิ้น 3 สถานี ได้แก่สถานี 376401, 450201 และ 450401 ดังรูปที่ 3.4 เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะถูกใช้ในการคำนวณแบบจำลอง





แผนที่สถานีวิจัยน้ำฝนในลุ่มน้ำแม่กลอง



ตารางที่ 3.1 แสดงพิกัดที่ตั้งของสถานีวัดน้ำฝนในกลุ่มน้ำแม่กลอง

รูปที่ 3.4 แผนที่สถานีวัดน้ำฝนสถานีฐาน

ลำดับ	จังหวัด	ชื่อสถานีฝน	รหัสสถานี	ละติจูด	ลองจิจูด	ระดับความสูง (ม. รทก.)
1	ตาก	สอท.อุ้มผาง	376401	16.02	98.86	454.00
2	ราชบุรี	สวนผึ้ง	424008	13.62	99.42	9.01
3	ราชบุรี	สวนรุกขชาติถ้ำจอมพล อ.จอมบึง	424011	13.63	99.59	86.00
4	ราชบุรี	เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแม่น้ำภาชี อ.สวนผึ้ง	424013	13.25	99.43	275.00
5	ราชบุรี	ร.ร.กลุ่มน้ำข้าวหญิง อ.สวนผึ้ง	424014	13.52	99.23	370.00
6	สมุทรสาคร	นิคมสหกรณ์บ้านไร่ อ.เมือง	428004	13.52	100.30	2.30
7	กาญจนบุรี	ไทรโยค	450001	14.12	99.14	55.00
8	กาญจนบุรี	ศรีสวัสดิ์	450005	14.68	99.03	172.00
9	กาญจนบุรี	โรงเรียนวัดหินดาด อ.ทองผาภูมิ	450010	14.61	98.72	93.00
10	กาญจนบุรี	โรงเรียนบ้านลิ้นถิ่น อ.ทองผาภูมิ	450011	14.56	98.80	94.00
11	กาญจนบุรี	โรงเรียนวิเศษกุล อ.ทองผาภูมิ	450012	14.82	98.48	153.00
12	กาญจนบุรี	โรงเรียนสหธนาคารกรุงเทพฯ อ.สังขละบุรี	450013	15.18	98.33	209.00
13	กาญจนบุรี	เขื่อนศรีนครินทร์ อ.ศรีสวัสดิ์	450015	14.55	99.06	172.00
14	กาญจนบุรี	สถานีปลูกพันธุ์ไม้หินลับ อ.บ่อพลอย	450018	14.21	99.46	61.00
15	กาญจนบุรี	อุทยานแห่งชาติเอราวัณ อ.ศรีสวัสดิ์	450019	14.30	99.37	518.00
16	กาญจนบุรี	อุทยานแห่งชาติไทรโยค อ.ไทรโยค	450020	14.43	98.88	186.00
17	กาญจนบุรี	กองการสัตว์และเกษตรกรรมที่ 1 อ.เมือง	450021	13.96	99.50	31.00
18	กาญจนบุรี	โรงเรียนบ้านห้วยมาลัย อ.สังขละบุรี	450026	15.11	98.41	151.00
19	กาญจนบุรี	โรงเรียนบ้านนาสวน อ.ศรีสวัสดิ์	450027	14.92	99.08	523.00
20	กาญจนบุรี	ด่านมะขามเตี้ย	450029	13.85	99.41	62.00
21	กาญจนบุรี	สตอ.กาญจนบุรี	450201	14.00	99.55	34.00
22	นครปฐม	สภ.กำแพงแสน	451301	13.94	99.85	7.46
23	เพชรบุรี	หนองหญ้าปล้อง	465007	13.15	99.70	1110.00

3.1.2 ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data)

ในการจัดเตรียมข้อมูลข้อมูลเชิงพื้นที่ที่จะต้องจัดเตรียมแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Map: DEM), ขอบเขตลุ่มน้ำ (Watershed dataset), เส้นลำน้ำ (Stream data base), ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use) และข้อมูลดิน (Soil) โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1.2.1 แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Map: DEM)

แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข ได้จากการรังวัดความสูงหรือจุดระดับความสูงที่เป็นตัวแทนของภูมิประเทศ มีการจัดเก็บข้อมูล ในรูปแบบต่างๆ เช่น การสร้างแบบจำลองสามมิติ (3D) แบบจำลองสามมิติเสมือนจริง ชนิดไฟล์ที่ต้องจัดเตรียมเป็นไฟล์กริดเซลล์ แสดงค่าระดับความสูงต่ำภูมิประเทศของพื้นที่โครงการ

3.1.2.2 ขอบเขตลุ่มน้ำ (Watershed dataset) และเส้นลำน้ำ (Stream data base)

ข้อมูลขอบเขตลุ่มน้ำสามารถใช้ไฟล์กริดเซลล์หรือรูปทรงพอลีกอน แสดงขอบเขตพื้นที่ศึกษา ซึ่งจะถูกนำไปซ้อนทับกับไฟล์ข้อมูล DEM ไฟล์ข้อมูลเส้นลำน้ำจะอยู่ในรูปของเส้นโพลีไลน์ แสดงเส้นแนวลำน้ำที่จะนำไปซ้อนทับลงบนไฟล์ข้อมูล DEM เพื่อกำหนดกริดเซลล์ที่เป็นลำน้ำ

3.1.2.3 ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use)

ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินหมายถึงการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่ดิน ซึ่งเป็นกิจกรรมของมนุษย์ที่กระทำต่อทรัพยากรที่ดินต่างๆ การใช้ที่ดินอาจจะเป็นการใช้ที่ดินในปัจจุบัน หรือ ในอนาคตก็ได้ (ดุษิต,2530) ไฟล์ที่ใช้เป็นไฟล์กริดเซลล์หรือรูปทรงพอลีกอนแสดงแผนที่การใช้ที่ดิน ซึ่งจะต้องมีคุณลักษณะ (Attribute) ที่สามารถนำไปใช้ในการ Reclassify ให้เข้ากับชุดฐานข้อมูลของ ArcSWAT สำหรับพื้นที่ในประเทศไทยผู้จัดทำตารางเชื่อมโยงข้อมูลกับแผนที่การใช้ที่ดิน

3.1.2.4 ข้อมูลดิน (Soil)

ไฟล์ที่ใช้เป็นไฟล์กริดเซลล์หรือรูปทรงพอลีกอน แสดงแผนที่ชนิดดินซึ่งจำเป็นต้องมีคุณลักษณะที่สามารถนำไปใช้ในการ Reclassify ให้เข้ากับชุดฐานข้อมูลของ ArcSWAT สำหรับพื้นที่ในประเทศไทยผู้ใช้ต้องจัดทำตารางเชื่อมโยงข้อมูลกับแผนที่ชนิดดิน โดยข้อมูลกลุ่มชนิดดินที่นำมาใช้เป็นแบบ Global

3.2 วิเคราะห์และตรวจสอบข้อมูลที่เกี่ยวกับฝนดาวเทียม

โดยรายละเอียดข้อมูลข้างต้นของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลองจะแสดงในบทที่ 4 ต่อไป ข้อมูลภาพถ่ายปริมาณฝนจากดาวเทียมเป็นข้อมูลนามสกุล ASCII ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงภาพ (RASTER) จึงต้องทำการแปลงให้เป็นข้อมูลสารสนเทศเสียก่อนจึงจะสามารถดึงข้อมูลออกมาเป็นตัวเลขปริมาณน้ำฝนและนำตัวเลขเหล่านี้เข้าสู่แบบจำลอง SWAT ได้ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

3.2.1 แปลงข้อมูลเพื่อทำการตรวจสอบค่า

ในการแปลงข้อมูลจาก ASCII ให้เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สามารถตรวจสอบค่าได้ ได้ดำเนินการโดยใช้กล่องเครื่องมือ Arc Toolbox จากโปรแกรม ArcGIS ซึ่งมีขั้นตอนการแปลงได้ดังนี้

3.2.1.1 แปลงข้อมูลเชิงภาพเป็นข้อมูลสารสนเทศในรูปแบบจุด

ใช้ฟังก์ชัน Conversion เลือก From Raster เลือก Raster to Point จากนั้นในช่อง Input Raster ให้เลือกนำเข้าข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม แล้วกด OK จะเป็นการแปลงข้อมูลเชิงภาพให้อยู่ในรูปแบบจุดเพื่อเก็บข้อมูลเชิงตัวเลขของปริมาณฝน

3.2.1.2 กำหนดโซนของแผนที่

ใช้ฟังก์ชัน Data Management Tools เลือก Projections and Transformations และเลือก Define Projection เลือกไฟล์ข้อมูลที่ต้องการกำหนดพิกัดใหม่ที่ช่อง Input Dataset or Feature Class จากนั้นเลือกโซนพื้นที่โลกที่ช่อง Output coordinate system โดยเลือกเป็น Geographic Coordinate System เลือก World และเลือก WGS 1984 กด OK ข้อมูลที่ได้จะถูกกำหนดให้อยู่ในโซนที่ตั้งบนโลก

3.2.1.3 กำหนดพิกัดที่ตั้งของแผนที่

ใช้ฟังก์ชัน Data Management Tools เลือก Projections and Transformations เลือก Feature และเลือก Project เลือกไฟล์ข้อมูลที่ต้องการกำหนดพิกัดใหม่ที่ช่อง Input Dataset or Feature Class จากนั้นเลือกพิกัดของแผนที่ที่ช่อง Coordinate System โดย

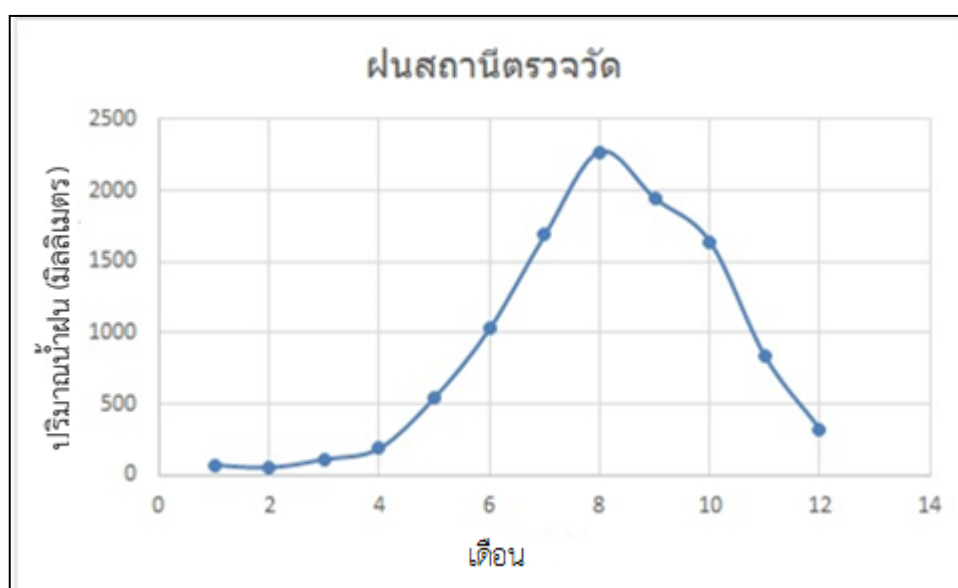
เลือกเป็น Projected Coordinate System เลือก UTMเลือก WGS 1984 เลือก Northern Hemisphereและเลือก WGS 1984 UTM ZONE 47 จากนั้นกด OK

3.2.1.4 ส่งออกเป็นข้อมูลสารสนเทศ (Shapefile)

เลือกข้อมูลที่ทำกรแปลงค่าและกำหนดพิกัดที่ตั้งเรียบร้อยแล้วในช่อง Table Of Contents คลิกขวาเพื่อเรียกรายการขึ้นมา เลือก Data เลือก Export Data จากนั้นบันทึกเป็นไฟล์นามสกุล .shp (Shapefile) โดยภาพถ่ายดาวเทียม 1 ภาพ จะสามารถดึงข้อมูลปริมาณฝน 1 วันจากทุกสถานีในกลุ่มน้ำแม่กลองได้

3.2.2 หาช่วงข้อมูลที่ต้องการนำมาตรวจสอบ

ผู้จัดทำได้ทำการหาปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยเพื่อหาช่วงเดือนที่มีข้อมูลปริมาณฝนหรือช่วงฤดูฝนในกลุ่มน้ำแม่กลองจากข้อมูลฝนตรวจวัดตั้งที่อธิบายในข้อ 3.1.1 เพื่อเลือกเดือนของข้อมูลฝนดาวเทียมที่จะนำมาใช้ได้โดยคำนึงถึงช่วงข้อมูลที่ขาดหายไปดังที่อธิบายในข้อ 3.1.2 ด้วย จากรูปที่ 3.5 จะแสดงให้เห็นว่าช่วงที่มีปริมาณฝนคือช่วงเดือนที่ 4 และลดลงจนถึงเดือนที่ 12 ทางผู้จัดทำจึงเลือกข้อมูลปริมาณฝนดาวเทียมที่จะนำเข้าสู่แบบจำลองในช่วงเดือนที่ 4 ถึงเดือนที่ 10



รูปที่ 3.5 กราฟแสดงปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนจากสถานีตรวจวัด

3.2.3 เปรียบเทียบค่าปริมาณน้ำฝน

จากการเลือกข้อมูลปริมาณฝนดาวเทียมในช่วงเดือนที่ 4 ถึงเดือนที่ 10 ในข้อ 3.2.2 จึงต้องทำการเลือกข้อมูลปริมาณฝนตรวจวัดให้อยู่ในช่วงเดือนเดียวกันและปีเดียวกันการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของข้อมูลทั้ง 2 ประเภท จากนั้นจึงหาค่าเฉลี่ยรายเดือนออกมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนเพื่อตรวจสอบความแปรผันของข้อมูล

เมื่อตรวจสอบความแปรผันของข้อมูลแล้วจึงตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์ในการตัดสินใจ (Coefficient of Determination) โดยค่าสัมประสิทธิ์ในการตัดสินใจเป็นตัวแปรทางสถิติที่ใช้อธิบาย ความผันแปรของปัจจัยที่เกิดจากความสัมพันธ์กันอีกปัจจัยเป็นเชิงเส้นตรง (R^2) มีความหมายและวิธีการคำนวณดังที่กล่าวไว้ในข้อ 2.4

3.2.4 ปรับแก้ข้อมูลด้วยวิธีการปรับแก้ค่าอคติ (Bias Collection)

การปรับแก้ข้อมูลจะใช้เมื่อพบว่ามีค่าการไม่เข้ากันของข้อมูลโดยใช้วิธีปรับค่าเฉลี่ยที่ขึ้นอยู่กับผลของความแตกต่างของข้อมูลทั้งสองชุดโดยมีขั้นตอนและสมการการปรับแก้ดังที่แสดงในข้อ 2.1.2

3.3 การตั้งค่าแบบจำลอง SWAT

เมื่อจัดเตรียมข้อมูลเสร็จสิ้น ข้อมูลทั้งหมดจะถูกนำเข้าสู่แบบจำลอง เพื่อใช้ประเมินปริมาณน้ำท่าเบื้องต้น ซึ่งเป็นปริมาณน้ำท่าก่อนที่จะมีการปรับเทียบแบบจำลอง โดยมีขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอนได้แก่ การกำหนดพื้นที่ลุ่มน้ำ (Watershed Delineation), การกำหนดหน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (Hydrologic Response Unit: HRU) และการสร้างไฟล์นำเข้าข้อมูลแบบจำลอง SWAT จากนั้นปริมาณน้ำท่าเบื้องต้นจะถูกประเมินโดยมีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

3.3.1 กำหนดพื้นที่ลุ่มน้ำ (Watershed Delineator)

จากข้อมูล DEM พบว่าบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง มีความสูงอยู่ในช่วงระหว่าง -26 ถึง 2113 ม.รทก. โดยขั้นตอนการกำหนดพื้นที่ลุ่มน้ำประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

- ขั้นตอน DEM Set Up
- ขั้นตอนกำหนดเส้นลำน้ำ
- ขั้นตอนกำหนดจุดออก และจุดสำคัญในพื้นที่
- ขั้นตอนการกำหนด Main watershed และการคำนวณพารามิเตอร์

3.3.2 การกำหนดหน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (Hydrologic Response Unit-HRU)

การกำหนดหน่วยการตอบสนองทางอุทกวิทยา เป็นการกำหนดความละเอียดของหน่วยพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยให้พื้นที่ลุ่มน้ำสามารถมีลักษณะ HRU ที่หลากหลาย เช่น ตามลักษณะประเภทของ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ลักษณะของกลุ่มชุดดิน ความลาดชันของพื้นที่จริงให้มากที่สุดเป็นต้น ซึ่งในแต่ละ HRU จะมีความแตกต่างกันของแต่ละพื้นที่หรือแต่ละกริดเซลล์ รวมถึงการกำหนดเงื่อนไขต่างๆ ทางด้านอุทกวิทยา ที่เกิดจากปัจจัยทางด้านอุตุนิยมิวิทยาของแต่ละ HRU ซึ่งการกำหนด HRU มีผลต่อผลที่ได้จากการประเมิน ของแบบจำลอง SWAT ค่อนข้างมาก

3.3.3 การสร้างไฟล์นำเข้าของแบบจำลอง SWAT

เมื่อกระบวนการข้างต้นเสร็จสิ้นขั้นตอนต่อไปเป็นการสร้างไฟล์นำเข้าข้อมูลการกำหนดลักษณะข้อมูลภูมิอากาศสร้างไฟล์ข้อมูลนำเข้าของแบบจำลอง SWAT และการแก้ไขไฟล์ข้อมูลนำเข้าของแบบจำลอง SWAT

3.3.4 การนำฝนดาวเทียมมาใช้ในการประเมินผลปริมาณน้ำท่า

หลังจากทำการตั้งค่าแบบจำลองเรียบร้อยแล้วได้ทำการตั้งค่าข้อมูลฝนดาวเทียมมาใช้เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นจากข้อมูลฝนดาวเทียมและข้อมูลฝนตรวจวัด

3.4 สรุปและวิเคราะห์ผล

เมื่อทำการตั้งค่าจากข้อมูลปริมาณฝนดาวเทียมและสิ่งคำนวณแบบจำลองแล้วจะได้ผลเป็นข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นจะสามารถสรุปและวิเคราะห์ผลได้ดังนี้

3.4.1 สรุปและวิเคราะห์ผลของข้อมูลฝนตรวจวัดและฝนดาวเทียม

เมื่อทำการปรับแก้ค่า BIAS ของฝนดาวเทียมเสร็จสิ้น ผลที่ได้จะเป็นผลการปรับแก้ข้อมูลของฝนตรวจวัดเพื่อตรวจสอบและเปรียบเทียบกับปริมาณฝนดาวเทียมที่ทำการปรับแก้แล้วว่ามีความถูกต้องใกล้เคียงกันมากน้อยเพียงไรเพื่อให้สามารถสรุปได้ว่าข้อมูลปริมาณฝนดาวเทียมที่ได้จะมีความน่าเชื่อถือเหมาะแก่การนำไปใช้ต่อไปในอนาคต

3.4.2 สรุปและวิเคราะห์ผลของข้อมูลน้ำท่าที่ได้จากฝนตรวจวัดและฝนดาวเทียม

เมื่อได้ข้อมูลปริมาณฝนดาวเทียมปรับแก้ค่า BIAS และปริมาณฝนตรวจวัดรายสถานีแล้วจะสามารถนำข้อมูลเข้าสู่แบบจำลองเพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าออกมาเป็นข้อมูลเชิงตัวเลขตามจำนวนปีที่ต้องการข้อมูลได้ จากนั้นหาค่าเฉลี่ยรายเดือนของทั้งสองข้อมูลข้างต้นเพื่อนำมาเปรียบเทียบค่าความแตกต่างและความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยจะสามารถนำค่าที่ได้มาตรวจสอบความถูกต้องใกล้เคียงกันได้

บทที่ 4

ผลการศึกษา

จากการตั้งค่าแบบจำลองดังที่กล่าวในบทที่ 3 ได้กล่าวถึงข้อมูลพื้นฐานที่จะนำเข้าสู่แบบจำลองซึ่งข้อมูลเหล่านี้จำเป็นต่อการนำมาวิเคราะห์แบบจำลองเพื่อประเมินหาวิธีการแปลงค่าให้ได้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ในการปรับแก้แบบข้อมูลก่อนนำเข้าสู่แบบจำลองต่อไป โดยหลังจากหาวิธีการปรับแก้ข้อมูลและนำข้อมูลที่ทำการปรับแก้เข้าสู่แบบจำลองแล้วได้ผลดังแสดงต่อไปนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณฝนตรวจวัดและปริมาณฝนดาวเทียมในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลอง

4.1.1 ข้อมูลปริมาณฝนจากสถานีตรวจวัด

ภายในลุ่มน้ำแม่กลองมีสถานีวัดปริมาณน้ำฝนที่มีข้อมูลจำนวนทั้งหมด 27 สถานี ซึ่งมีข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีในช่วงปี 1985 – 2016 ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และมีกราฟแสดงปริมาณปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีดังภาคผนวก ก. โดยมีรายละเอียดข้อมูลปริมาณฝนของพื้นที่ศึกษา ดังนี้

- ปริมาณฝนสูงสุด : จากข้อมูลทั้งหมดพบว่าปริมาณฝนสูงสุดในช่วงปี 1985 – 2016 อยู่ที่สถานี 450010 อยู่บริเวณตะวันตกของลุ่มน้ำแม่กลอง โดยมีปริมาณฝนเฉลี่ยต่อพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลองสูงสุดรายปีอยู่ที่ 18.26 มิลลิเมตรต่อวัน ในปี 2005
- ปริมาณฝนต่ำสุด : จากข้อมูลทั้งหมดพบว่าปริมาณฝนต่ำสุดในช่วงปี 1985 – 2016 อยู่ที่สถานี 450024 อยู่บริเวณตอนกลางของลุ่มน้ำแม่กลอง โดยมีปริมาณฝนเฉลี่ยต่อพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลองต่ำสุดรายปีอยู่ที่ 0.03 มิลลิเมตรต่อวัน ในปี 2005

- ปริมาณฝนเฉลี่ย : จากข้อมูลทั้งหมดพบว่าปริมาณฝนเฉลี่ยต่อพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลองช่วงปี 1985 – 2016 ในลุ่มน้ำแม่กลองอยู่ที่ 3.96 มิลลิเมตรต่อวัน

4.1.2 ร้อยละของข้อมูลปริมาณฝนที่ขาดหาย

จากข้อมูลตามตาราง 4.2 แสดงให้เห็นว่าในแต่ละสถานีมีข้อมูลที่สูญหายไปรวมทั้งสิ้น 7527 วัน โดยคิดเป็นร้อยละ 43.42 ของจำนวนวันทั้งหมดซึ่งจะมีข้อมูลขาดหายสูงสุดและต่ำสุดดังนี้

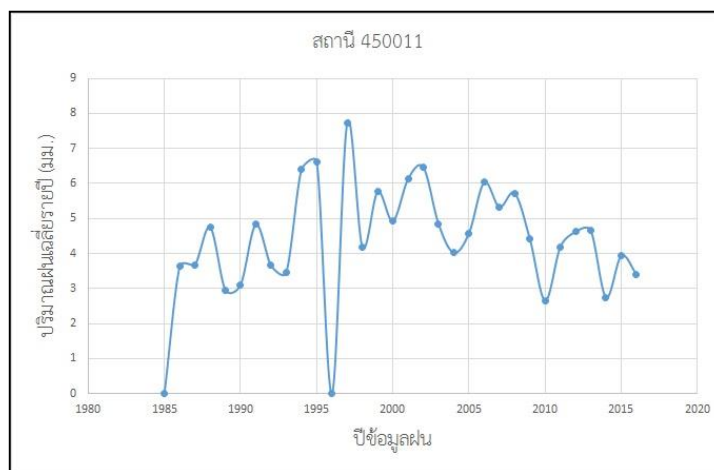
- สถานีที่มีปริมาณข้อมูลฝนขาดหายสูงสุด : ร้อยละของปริมาณข้อมูลขาดหายสูงสุดคือ ร้อยละ 100 ของปริมาณฝนที่ขาดหาย มีจำนวนข้อมูลที่ขาดหาย 642 วัน มีทั้งหมด 4 สถานี คือสถานี 424012, 450002, 450024, และ 450028
- สถานีที่มีปริมาณข้อมูลฝนขาดหายต่ำสุด : จากการสำรวจข้อมูลปริมาณฝนรายวันทั้งหมดสามารถบ่งชี้ถึงจำนวนข้อมูลและร้อยละที่ขาดหายของข้อมูลแต่ละสถานีได้โดยร้อยละของปริมาณข้อมูลขาดหายต่ำสุดคือ ร้อยละ 0 ของปริมาณฝนที่ขาดหาย มีจำนวนข้อมูลที่ขาดหาย 0 วัน มี 2 สถานี คือสถานี 424011 และ 424014

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นผู้ทำการวิจัยจึงขอยกตัวอย่างเพื่อแสดงข้อมูลออกมาเป็นกราฟและอธิบายเพื่อแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยจะยกตัวอย่างขึ้นมา 3 สถานีคือสถานี 450011, 450013, 451301 ดังแสดงในรูปที่ 4.1 ถึง 4.3 ตามลำดับ ซึ่งสถานีอื่นๆจะแสดงรายละเอียดและกราฟในภาคผนวก ก.

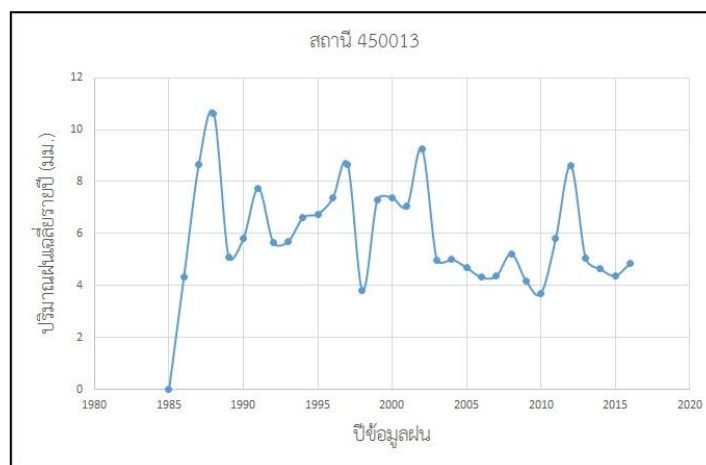
สถานีตรวจวัดรหัส 450011 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 7.73 มิลลิเมตร ในปี 1997 ปริมาณน้ำฝนต่ำสุด 2.65 มิลลิเมตร ในปี 2010 โดยมีข้อมูลขาดหาย 2 ข้อมูลในปี 1985 และปี 1996 ดังรูปที่ 4.1

สถานีตรวจวัดรหัส 450013 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 10.64 มิลลิเมตร ในปี 1988 ปริมาณน้ำฝนต่ำสุด 3.70 มิลลิเมตร ในปี 2010 โดยมีข้อมูลขาดหาย 1 ข้อมูลในปี 1985 ดังรูปที่ 4.2

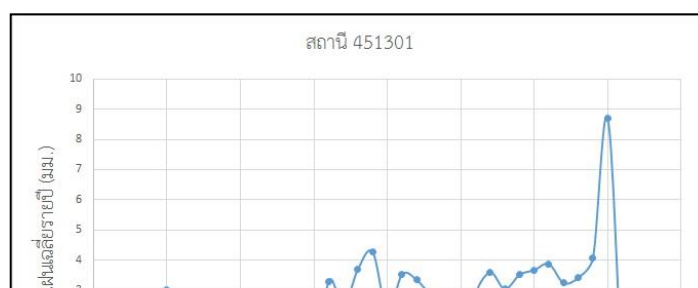
สถานีตรวจวัดรหัส 451301 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 8.70 มิลลิเมตร ในปี 2015 ปริมาณน้ำฝนต่ำสุด 2.04 มิลลิเมตร ในปี 2004 โดยมีข้อมูลขาดหาย 12 ข้อมูลในปี 2005, 2016 และช่วงปี 1986 - 1995 ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.1 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของสถานี 450011



รูปที่ 4.2 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของสถานี 450013



รูปที่ 4.3 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของสถานี 451301

รหัสสถานี		ปริมาณฝนรายปี (มิลลิเมตร)																			
ปี	สถานี	450001	450002	450005	450010	450011	450012	450013	450015	450019	450020	450021	450024	450026	450027	450028	450029	450031	451301	465007	
14	428004	3.74	-	-	-	-	-	-	-	3.22	4.99	1.50	-	-	-	-	-	2.78	5.45	3.02	4.19
		1.87	3.22	5.92	4.53	3.64	3.81	4.34	2.85	3.10	3.45	1.73	4.30	-	-	-	2.65	4.18	-	3.35	
		2.76	3.55	5.99	4.24	3.68	3.55	8.66	2.08	2.79	4.12	2.38	-	4.44	-	-	3.10	4.32	-	3.34	
		3.84	4.18	6.32	3.58	5.29	4.75	10.64	-	4.75	5.20	3.08	2.59	7.66	1.16	-	4.77	4.88	-	3.56	
		2.14	2.94	5.54	3.27	2.96	3.07	5.11	-	2.79	2.91	2.31	3.11	4.85	1.93	-	2.21	4.17	-	3.20	
		2.32	2.41	6.78	-	-	3.11	2.63	5.81	2.50	2.90	2.51	2.58	4.43	2.79	2.71	-	2.63	4.70	2.62	
		2.94	3.30	7.52	-	-	3.89	4.83	5.20	2.67	4.75	2.62	3.57	6.56	2.88	-	-	2.71	5.73	3.24	
17	2.93	2.65	6.10	2.74	3.57	3.66	3.70	5.67	1.56	2.32	3.16	2.71	3.56	5.33	2.28	3.86	-	2.33	4.04	3.62	
27	2.90	2.76	7.62	0.96	2.75	3.46	3.62	5.69	-	2.06	3.22	2.76	2.61	5.50	3.29	1.59	-	2.61	3.97	3.71	
	3.41	2.77	8.74	2.47	4.98	6.41	4.72	6.61	-	3.50	5.00	2.93	-	8.68	-	-	-	3.09	5.44	3.40	
	4.68	3.59	6.69	2.36	5.57	6.63	5.63	6.76	-	2.80	4.50	2.90	4.49	6.95	-	3.18	2.64	4.86	-	4.20	
	4.35	5.08	7.63	1.74	5.93	-	5.02	7.36	-	3.87	8.48	3.76	5.61	8.13	4.45	3.44	5.40	4.09	5.80	3.30	
	2.68	3.08	8.91	3.94	4.88	7.73	6.39	8.68	-	3.72	4.55	2.75	3.90	9.64	1.97	-	3.29	1.83	5.58	2.45	
	3.79	3.72	4.30	-	3.93	4.19	2.37	3.81	2.00	2.82	4.25	3.43	3.82	3.80	-	-	3.97	3.27	3.15	4.11	
	3.70	4.34	7.08	3.54	6.13	5.76	5.01	7.30	3.72	3.29	4.51	2.77	5.91	7.84	3.03	-	3.85	3.22	5.80	4.27	
	3.97	3.34	5.81	2.33	5.63	4.93	4.77	7.38	3.07	3.41	1.94	2.85	3.39	6.24	3.03	-	2.68	2.94	4.43	2.28	
	3.85	3.41	6.37	0.71	4.59	6.13	4.11	7.06	2.43	2.94	1.24	2.53	2.62	7.46	2.38	-	3.27	2.11	4.83	3.53	
	3.12	2.57	-	1.10	6.75	6.47	5.23	9.28	3.26	2.18	3.43	2.78	-	8.70	3.12	-	3.53	2.72	5.47	3.35	
00	2.71	3.69	6.23	1.67	10.12	4.85	3.67	4.98	2.53	2.23	3.07	2.92	-	5.38	2.99	-	2.87	3.24	4.10	2.78	
99	3.64	2.71	5.81	1.56	1.44	4.02	4.34	5.01	2.31	3.09	2.49	2.07	-	5.25	3.18	-	2.89	2.41	3.43	2.04	
12	2.57	3.25	6.82	-	18.26	4.58	4.76	4.69	3.19	2.96	4.31	3.35	0.03	6.79	3.77	-	9.88	3.17	5.37	3.74	
12	2.27	6.52	7.82	1.20	-	6.03	5.50	4.32	2.42	-	4.14	2.92	-	6.87	3.56	-	-	2.98	6.36	2.86	
11	3.06	3.52	8.62	2.09	-	5.33	4.23	4.36	2.86	-	4.65	3.31	-	6.93	-	-	3.86	3.07	5.04	3.60	
13	4.01	3.46	7.77	0.87	1.40	5.73	4.35	5.22	2.57	-	4.70	2.71	-	7.71	-	-	-	3.78	5.06	3.05	
18	3.83	3.95	13.73	1.75	-	4.41	4.96	4.18	3.12	0.92	4.80	3.13	-	6.69	-	-	2.66	3.96	5.36	3.52	
22	4.12	4.13	-	0.88	7.74	2.65	3.11	3.70	2.67	3.58	2.67	3.19	-	4.73	6.18	-	2.58	3.19	4.18	3.68	
11	3.92	3.45	-	-	6.96	4.19	5.28	5.82	3.26	2.48	2.83	2.77	-	7.38	5.47	-	2.62	2.95	5.21	3.88	
14	3.12	3.88	-	-	4.67	4.62	6.43	8.63	2.84	3.47	4.41	3.41	-	8.60	3.00	-	3.59	3.18	5.87	3.25	
16	4.43	4.21	-	-	7.74	4.66	3.62	5.05	-	2.82	4.13	2.92	-	4.33	3.73	-	3.22	4.58	5.98	3.43	
10	3.13	2.15	-	-	3.95	2.75	4.69	4.63	2.73	1.74	5.14	3.08	-	6.77	-	-	2.16	4.96	7.19	4.08	
00	3.17	-	-	-	7.45	3.94	5.07	4.38	2.29	1.28	-	1.90	-	4.10	4.45	-	2.20	12.85	9.35	8.70	
16	3.93	-	-	1.95	2.94	3.41	4.13	4.86	0.53	0.65	2.40	3.06	-	5.09	3.62	-	0.23	8.41	4.56	4.08	

ตารางที่ 4.2 ปริมาณฝนจากสถานีน้ำฝนตรวจวัดจำนวน 27 สถานี

ข้อมูลขาดหาย(2014-2016)			
ลำดับ	รหัสสถานี	จำนวนวันที่ข้อมูลขาดหาย	ร้อยละของข้อมูลที่ขาดหาย
1	376401	149	23.21
2	424008	1	0.16
3	424011	0	0.00
4	424012	642	100.00
5	424013	62	9.66
6	424014	0	0.00
7	428004	30	4.67
8	450001	586	91.28
9	450002	642	100.00
10	450005	367	57.17
11	450010	485	75.55
12	450011	266	11.22
13	450012	214	0.00
14	450013	274	19.00
15	450015	306	47.66
16	450018	213	33.18
17	450019	214	33.33
18	450020	244	38.01
19	450021	23	3.58
20	450024	642	100.00
21	450026	93	14.49
22	450027	487	75.86
23	450028	642	100.00
24	450029	194	30.22

4.1.3 ข้อมูลปริมาณฝนดาวเทียม

จากการวิเคราะห์ข้อมูลฝนดาวเทียม GSMaP ที่ได้จากสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร(องค์การมหาชน)ตั้งแต่ช่วงปี ค.ศ. 2014-2016 ในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำกลอง โดยการแปลงข้อมูลเชิงภาพเป็นข้อมูลตัวเลขและใช้พิกัดของสถานีวัดน้ำฝนทั้ง 27 สถานีในการคำนวณหาปริมาณน้ำฝนในแต่ละวันของสถานีต่างๆมีค่าตามตารางที่ 4.3 ถึง 4.5 ตามลำดับ จากตัวอย่างตารางของสถานี 450011 450013 และ451301 ดังกล่าวจะเห็นได้ว่าหลังจากแปลงข้อมูลแล้วปริมาณน้ำฝนในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมีนาคมมีค่าน้อยมากซึ่งมีค่าเทียบเท่ากับ 0 ดังนั้นผู้วิจัยจึงตัดช่วงเดือนเหล่านี้ออก เมื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝนพบว่าในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคมมีค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 14.81 มิลลิเมตรต่อวัน และ ปริมาณน้ำฝนต่ำสุดสูงสุดมีค่า 0.000 -244.65 มิลลิเมตรต่อวัน โดยเมื่อนำข้อมูลที่ได้มาทำการเฉลี่ยฝนรายเดือนและสร้างกราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนในช่วงปีที่ทำการศึกษาของทั้ง 27 พบว่าสถานีส่วนใหญ่จะมีปริมาณน้ำฝนอยู่ในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคมโดยมีรายละเอียดของสถานีตัวอย่างทั้ง 3 สถานีดังแสดงต่อไป โดยรายละเอียดและการเปรียบเทียบปริมาณฝนตรวจวัดและฝนดาวเทียมแสดงดังภาคผนวก ข.

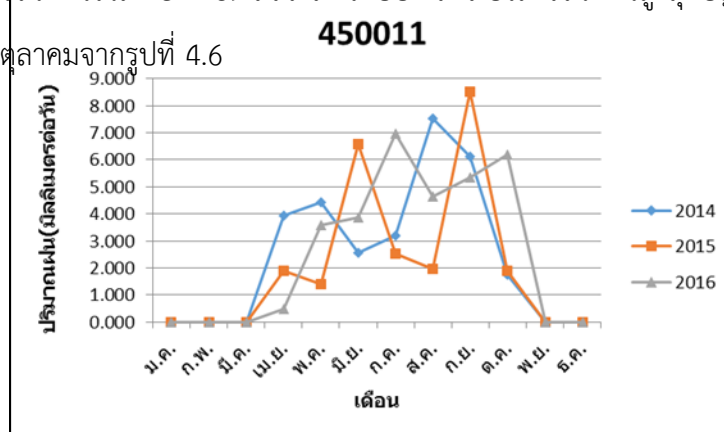
- สถานี 450011 โดยปี ค.ศ. 2014 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 62.92 มิลลิเมตรต่อวัน ปริมาณน้ำฝนรวม 847.54 มิลลิเมตรต่อปี ค.ศ. 2015 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 48.60 มิลลิเมตรต่อวัน ปริมาณน้ำฝนรวม 750.53 มิลลิเมตรต่อปี ค.ศ. 2016 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 55.63 มิลลิเมตรต่อวัน

ปริมาณน้ำฝนรวม 952.84 มิลลิเมตรต่อปี และมีปริมาณน้ำฝนสูงสุดอยู่ในช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคมจากรูปที่ 4.4

- สถานี 450013 โดยปี ค.ศ. 2014 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 44.86 มิลลิเมตรต่อวัน ปริมาณน้ำฝนรวม 930.52 มิลลิเมตรต่อปี ค.ศ. 2015 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 133.43 มิลลิเมตรต่อวัน ปริมาณน้ำฝนรวม 1463.44 มิลลิเมตรต่อปี ค.ศ. 2016 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 244.65 มิลลิเมตรต่อวัน ปริมาณน้ำฝนรวม 1484.10 มิลลิเมตรต่อปี และมีปริมาณน้ำฝนสูงสุดอยู่ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคมจากรูปที่ 4.5

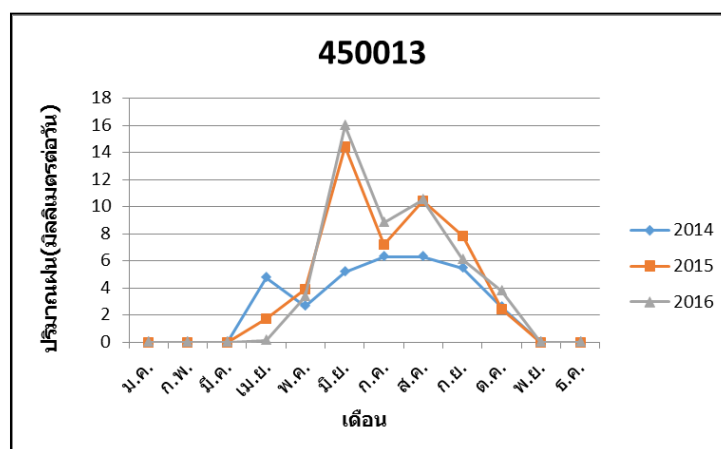
- สถานี 451301 โดยปี ค.ศ. 2014 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 68.58 มิลลิเมตรต่อวัน ปริมาณน้ำฝนรวม 866.09 มิลลิเมตรต่อปี ค.ศ. 2015 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 64.29 มิลลิเมตรต่อวัน ปริมาณน้ำฝนรวม 923.94 มิลลิเมตรต่อปี ค.ศ. 2016 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 200.76 มิลลิเมตรต่อวัน ปริมาณน้ำฝนรวม 1324.89 มิลลิเมตรต่อปี และมีปริมาณน้ำฝนสูงสุดอยู่ในช่วงเดือนกันยายนถึง

เดือนตุลาคมจากรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.4 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝน

ระหว่างปี 2014-2016 ของสถานี 450011



รูปที่ 4.5 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝน

ระหว่างปี 2014-2016 ของสถานี 450013

ตารางที่ 4.3 ค่าปริมาณน้ำฝนจากการแปลงข้อมูลฝนดาวเทียมของสถานี 450011 ทั้ง 3 ปี

2014												
day	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.73	1.66	3.77	14.09	13.76	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.80	0.00	0.00	28.53	4.80	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	16.37	0.00	0.00	1.06	8.53	0.80	0.96	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.25	0.01	0.44	0.00	13.55	0.59	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	13.63	7.23	0.02	0.00	0.31	0.00	6.88	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	34.60	2.01	2.01	0.42	0.09	2.86	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.16	1.10	2.86	0.00	2.86	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	1.37	8.49	8.24	0.24	0.00	0.94	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	2.89	3.35	0.21	0.00	1.48	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	5.60	0.00	1.01	0.56	0.70	0.21	0.36	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	6.72	0.47	0.00	2.76	5.07	0.33	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	3.83	0.24	0.00	0.10	4.35	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.42	0.00	0.07	26.04	3.42	0.56	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	5.35	7.92	0.30	1.10	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56	4.40	8.41	2.70	0.29	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.73	0.25	13.45	0.00	0.49	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.61	4.51	3.45	2.59	0.00	0.87	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	44.84	15.60	1.02	24.52	0.20	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.88	9.65	0.00	3.66	10.50	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	2.01	0.09	0.00	8.00	23.94	0.00	13.64	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.93	21.81	45.41	0.00	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	9.51	0.71	0.30	0.13	1.80	0.00	0.00
23	0.00	0.00	0.00	5.68	0.39	0.00	0.00	2.38	0.17	0.00	0.00	0.00
24	0.00	0.00	0.00	62.92	0.00	0.22	0.00	9.75	14.66	1.25	0.00	0.00
25	0.00	0.00	0.00	0.00	3.55	0.18	0.00	11.40	27.23	0.00	0.00	0.00
26	0.00	0.00	0.00	8.96	0.00	0.20	1.40	1.04	8.96	0.00	0.00	0.00
27	0.00	0.00	0.00	0.74	10.33	0.00	2.96	6.65	7.53	0.00	0.00	0.00
28	0.00	0.00	0.00	0.00	3.08	0.00	1.92	7.19	14.10	0.02	0.00	0.00
29	0.00		0.00	0.00	0.00	2.35	0.00	0.00	31.31	0.00	0.00	0.00
30	0.00		0.00	0.00	5.04	3.66	0.45	11.06	21.15	0.00	0.00	0.00
31	0.00		0.00		1.34		0.18	12.33		0.06		0.00

2015												
day	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00	1.86	10.01	2.73	15.88	0.11	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.01	0.00	3.75	2.39	18.39	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.73	0.00	0.00	6.56	9.11	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.88	1.52	9.90	22.31	10.55	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	6.13	1.59	17.96	1.42	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.00	4.80	1.14	0.02	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.83	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.75	1.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	2.15	0.00	0.00	0.07	0.00	8.41	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	10.32	0.00	2.46	0.00	2.77	5.90	0.95	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	1.24	0.16	0.27	2.29	9.53	0.38	0.64	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	12.10	5.62	0.40	5.97	18.49	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.37	8.40	2.14	4.30	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.56	0.00	9.81	1.43	0.00	5.99	0.01	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.54	11.49	0.53	30.50	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	1.10	0.55	31.06	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	12.07	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.00	0.15	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	4.64	0.00	0.76	0.45	0.00	0.12	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	7.88	0.00	3.15	3.43	0.00	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00	0.07	14.00	0.00	3.81	5.47	20.89	0.00	0.00	0.00
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	16.36	5.53	0.00	7.22	0.00	0.00	0.00
24	0.00	0.00	0.00	13.32	0.00	22.04	4.51	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.00	0.00	0.00	0.75	2.93	30.43	1.00	0.00	0.42	0.87	0.00	0.00
26	0.00	0.00	0.00	19.40	0.00	48.60	0.70	0.00	0.00	0.78	0.00	0.00
27	0.00	0.00	0.00	0.16	0.16	12.90	0.76	3.06	0.00	6.69	0.00	0.00
28	0.00	0.00	0.00	0.74	0.00	1.53	5.07	3.42	1.48	2.09	0.00	0.00
29	0.00		0.00	5.81	0.00	0.00	3.22	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00
30	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	43.51	0.00	0.00	0.00
31	0.00		0.00		0.13		0.72	3.53		0.00		0.00

2016												
day	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61	1.75	0.00	2.46	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	17.25	0.00	0.00	10.60	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.98	3.05	5.79	0.00	7.29	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	10.66	0.00	0.00	0.00	0.08	55.63	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.58	0.00	19.02	13.12	0.00	0.00	17.42	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.62	0.00	4.29	29.14	0.00	1.27	16.54	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.58	0.00	5.92	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	5.14	1.32	0.00	3.14	9.79	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	12.83	0.00	0.29	5.52	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	7.95	0.07	1.14	3.14	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.56	1.00	2.73	3.62	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	6.09	0.00	4.44	2.15	13.66	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	5.30	0.21	0.00	5.56	1.07	1.84	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.14	0.00	24.00	0.00	7.24	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	21.38	7.66	9.65	4.99	10.41	12.07	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	3.76	8.25	8.70	0.00	20.82	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	4.47	13.20	9.48	0.91	1.53	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	3.37	24.11	0.00	10.38	0.00	7.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.15	21.05	18.00	0.12	24.47	3.89	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	1.03	3.26	7.69	0.00	4.06	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00	1.39	4.13	6.76	0.00	0.00	0.79	0.00	0.00	0.00
23	0.00	0.00	0.00	0.00	15.54	2.79	0.20	0.00	14.99	0.00	0.00	0.00
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.88	45.26	0.00	19.85	0.00	0.00	0.00
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.70	23.37	10.77	2.45	0.00	0.00
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.16	5.06	1.29	4.64	34.33	0.00	0.00
27	0.00	0.00	0.00	0.00	1.99	0.00	2.83	26.45	0.00	0.00	0.00	0.00
28	0.00	0.00	0.00	7.13	0.00	0.00	0.18	28.80	2.49	0.00	0.00	0.00
29	0.00	0.00	0.00	0.86	7.34	0.00	0.15	9.63	7.15	0.00	0.00	0.00
30	0.00		0.00	0.10	3.66	3.90	2.38	9.99	0.00	0.00	0.00	0.00
31	0.00		0.00		0.18		0.00	0.00		0.00		0.00

ตารางที่ 4.4 ค่าปริมาณน้ำฝนจากการแปลงข้อมูลฝนดาวเทียมของสถานี 450013 ทั้ง3ปี

2014													
day	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	27.14	0.00	1.27	6.67	2.11	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.42	0.00	14.35	31.99	6.96	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.16	0.09	7.57	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.00	8.84	12.22	1.32	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.70	0.00	4.39	0.52	1.89	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	3.23	1.23	1.23	0.00	1.36	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	0.35	4.14	1.46	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	1.48	8.76	17.01	0.00	0.11	0.36	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.78	5.57	5.35	0.49	1.17	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.52	1.97	0.06	0.64	0.98	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	40.29	1.79	0.85	14.32	0.44	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.87	7.70	0.51	0.21	0.54	4.96	2.27	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	27.66	0.00	0.13	28.36	0.00	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	17.45	2.99	2.80	14.35	9.07	8.17	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	3.90	1.46	1.33	10.57	4.81	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	20.13	0.24	4.74	1.26	0.13	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.02	0.05	17.33	12.45	0.09	2.85	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	6.38	30.22	7.89	1.45	15.50	6.08	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	13.48	0.18	0.91	44.86	13.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	36.55	0.58	1.35	11.73	19.83	0.85	14.73	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	5.13	0.43	0.06	22.34	13.29	1.08	7.68	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00	6.08	2.35	10.66	1.73	2.11	0.73	25.13	0.00	0.00	0.00
23	0.00	0.00	0.00	1.74	0.30	1.51	0.36	13.58	1.38	0.00	0.00	0.00	0.00
24	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	1.16	0.02	5.06	3.47	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.62	0.00	10.77	4.04	0.00	0.00	0.00	0.00
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.92	0.22	4.57	2.84	9.35	0.00	0.00	0.00	0.00
27	0.00	0.00	0.00	2.06	7.58	0.00	2.96	8.60	2.18	0.00	0.00	0.00	0.00
28	0.00	0.00	0.00	0.00	9.32	0.10	1.51	1.83	13.67	0.12	0.00	0.00	0.00
29	0.00		0.00	0.00	1.58	3.92	0.00	3.56	21.20	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.00		0.00	0.00	3.01	6.08	0.85	15.27	12.75	0.00	0.00	0.00	0.00
31	0.00		0.00		7.03		4.37	1.82		6.03			0.00

2015												
day	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	2.64	4.89	8.86	19.90	0.77	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	3.15	4.89	0.23	10.16	0.83	3.87	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.86	2.73	59.98	1.61	1.64	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	19.90	16.24	19.12	10.15	17.24	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.77	14.28	6.11	53.12	0.88	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.49	1.96	6.42	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.26	2.49	0.18	0.12	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	2.98	0.00	3.32	61.21	0.25	0.18	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	1.99	0.00	0.00	3.75	0.00	0.04	7.06	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	3.73	5.87	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.42	2.56	1.76	4.40	0.07	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	2.02	0.00	12.19	1.75	0.00	15.81	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.31	0.24	3.46	1.41	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.62	3.74	4.88	16.59	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	2.45	4.75	6.64	14.43	0.00	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	4.05	6.49	16.77	4.24	17.45	0.04	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	2.91	13.70	11.72	0.21	34.02	0.51	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	1.13	0.00	0.90	0.00	16.70	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	21.30	0.00	0.12	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	16.59	0.00	2.84	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	51.51	10.38	17.11	25.77	0.00	0.04	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00	0.00	6.09	3.87	5.72	127.15	9.92	0.00	0.00	0.00
23	0.00	0.00	0.00	0.00	2.15	69.61	4.84	1.43	0.58	0.00	0.00	0.00
24	0.00	0.00	0.00	16.70	0.00	55.53	5.30	1.95	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	133.43	1.06	0.00	7.31	0.00	0.00	0.00
26	0.00	0.00	0.00	18.88	0.00	45.71	3.73	8.97	0.00	0.00	0.00	0.00
27	0.00	0.00	0.00	5.61	5.61	15.77	5.88	2.74	2.62	5.67	0.00	0.00
28	0.00	0.00	0.00	1.54	2.26	10.14	6.37	0.00	4.89	3.20	0.00	0.00
29	0.00		0.00	2.59	0.00	0.00	4.73	0.37	0.00	12.52	0.00	0.00
30	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	4.28	15.19	0.00	0.00	0.00
31	0.00		0.00		0.03		2.90	13.57		0.00		0.00

2016												
day	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	0.00	0.00	0.00	1.49	0.00	3.32	0.00	0.00	5.42	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.39	4.69	0.00	13.18	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.76	0.75	17.78	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	1.91	0.00	6.81	0.00	3.98	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.07	3.29	6.31	0.00	0.95	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.75	18.24	13.97	5.99	0.32	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.00	0.59	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.84	7.44	0.31	0.00	8.18	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.50	19.53	0.82	0.00	9.04	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.72	58.02	0.25	13.00	2.09	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	244.65	0.00	18.32	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45.42	10.15	2.43	6.36	1.27	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.08	0.71	13.59	17.27	0.18	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	2.21	14.63	0.00	36.09	3.45	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.00	0.00	140.35	0.00	7.46	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	13.77	0.00	0.00	4.13	6.66	9.86	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	7.07	7.09	0.92	0.00	43.36	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	4.24	4.97	7.97	3.39	0.16	0.09	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	1.67	1.27	0.00	19.37	1.06	9.48	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	6.30	10.25	18.36	0.00	9.74	1.60	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	8.86	9.21	24.03	0.00	5.09	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00	0.00	33.27	5.90	15.21	0.33	5.70	0.12	0.00	0.00
23	0.00	0.00	0.00	0.00	11.27	9.80	2.09	0.00	0.72	0.12	0.00	0.00
24	0.00	0.00	0.00	0.00	1.13	17.73	19.15	0.00	33.13	0.00	0.00	0.00
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.04	20.00	0.57	4.39	5.78	0.00	0.00
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	2.69	0.77	6.12	4.23	33.91	0.00	0.00
27	0.00	0.00	0.00	0.00	8.83	2.29	1.10	21.54	0.00	0.00	0.00	0.00
28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	11.13	19.92	3.42	0.00	0.00	0.00
29	0.00	0.00	0.00	0.00	2.12	0.99	3.88	11.52	4.32	0.00	0.00	0.00
30	0.00		0.00	0.00	2.19	9.95	3.23	11.76	0.00	0.00	0.00	0.00
31	0.00		0.00		0.02		1.60	0.21		0.00		0.00

ตารางที่ 4.5 ค่าปริมาณน้ำฝนจากการแปลงข้อมูลฝนดาวเทียมของสถานี 451301 ทั้ง3ปี

2014													
day	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.37	0.02	0.00	10.19	15.21	0.00	0.00	
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.67	23.24	0.44	0.00	0.00	
3	0.00	0.00	0.00	2.02	0.00	33.10	0.00	4.37	14.27	0.00	0.00	0.00	
4	0.00	0.00	0.00	9.33	0.00	0.13	0.00	5.93	0.00	0.00	0.00	0.00	
5	0.00	0.00	0.00	0.82	2.59	9.26	0.15	5.39	0.00	10.33	0.00	0.00	
6	0.00	0.00	0.00	0.00	20.67	0.00	0.00	0.00	3.17	23.08	0.00	0.00	
7	0.00	0.00	0.00	0.00	9.11	1.48	0.00	32.14	0.00	23.08	0.00	0.00	
8	0.00	0.00	0.00	0.00	1.89	0.18	4.90	2.87	3.00	5.53	0.00	0.00	
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54	0.22	0.99	0.32	1.82	1.53	0.00	0.00	
10	0.00	0.00	0.00	0.00	16.43	1.18	0.62	0.44	0.00	7.39	0.00	0.00	
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.87	0.74	0.13	0.48	10.06	2.42	0.00	0.00	
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	3.19	1.21	0.00	0.00	
13	0.00	0.00	0.00	0.00	13.80	0.00	39.99	3.29	0.13	0.00	0.00	0.00	
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	1.27	0.00	25.02	0.00	0.00	0.00	
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.75	24.72	0.00	40.92	0.00	0.00	0.00	
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	3.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
18	0.00	0.00	0.00	0.00	10.19	1.06	2.46	0.45	0.24	0.00	0.00	0.00	
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.68	3.46	7.24	0.00	8.13	0.00	0.00	
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.28	0.32	31.07	0.00	12.70	0.00	0.00	
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	10.30	0.61	0.00	14.92	0.00	0.00	0.00	
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.13	0.10	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	
23	0.00	0.00	0.00	0.00	1.39	0.44	0.00	9.23	0.55	0.00	0.00	0.00	
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	68.58	3.07	10.18	0.00	0.00	
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.26	0.00	13.47	9.03	1.15	0.00	0.00	
26	0.00	0.00	0.00	0.00	6.46	21.36	0.00	32.00	2.41	13.19	0.00	0.00	
27	0.00	0.00	0.00	0.00	11.43	0.00	2.96	15.18	8.44	0.55	0.00	0.00	
28	0.00	0.00	0.00	1.86	7.06	0.00	0.00	6.38	36.78	0.00	0.00	0.00	
29	0.00		0.00	0.01	0.00	5.48	0.41	0.48	10.76	0.00	0.00	0.00	
30	0.00		0.00	13.35	0.03	18.94	15.72	0.72	17.39	0.00	0.00	0.00	
31	0.00		0.00		0.96		0.06	1.28		6.25		0.00	

2015													
day	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.55	0.00	11.76	7.75	17.32	0.00	0.00	
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.67	0.00	1.26	11.38	4.63	0.00	0.00	
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.79	0.00	0.00	2.90	34.92	0.00	0.00	
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.79	6.16	14.19	0.00	0.00	
5	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	0.00	0.00	0.12	3.85	27.04	0.00	0.00	
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.46	0.00	0.00	
7	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	2.46	0.00	0.00	0.00	1.99	0.00	0.00	
8	0.00	0.00	0.00	49.87	0.00	0.57	0.00	0.00	0.00	0.91	0.00	0.00	
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.70	0.92	0.00	0.00	7.05	0.00	0.00	
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.00	25.21	14.47	0.00	0.00	
11	0.00	0.00	0.00	30.10	0.00	0.00	0.00	10.19	6.27	26.31	0.00	0.00	
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.98	0.00	26.42	1.87	0.20	0.00	0.00	
13	0.00	0.00	0.00	0.00	3.85	0.07	12.07	3.25	64.29	0.00	0.00	0.00	
14	0.00	0.00	0.00	0.54	0.00	31.97	5.50	4.56	3.16	0.00	0.00	0.00	
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.79	0.00	16.05	0.00	0.00	0.00	
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.94	1.60	0.00	12.04	0.00	0.00	0.00	
17	0.00	0.00	0.00	0.00	2.37	0.27	0.05	1.61	21.33	0.00	0.00	0.00	
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.12	0.00	22.37	0.00	0.00	0.00	
19	0.00	0.00	0.00	0.00	6.47	0.05	11.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.16	3.22	0.00	0.00	0.00	0.00	
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	2.21	0.00	0.00	0.00	
22	0.00	0.00	0.00	3.07	6.46	1.16	0.00	0.09	10.91	11.92	0.00	0.00	
23	0.00	0.00	0.00	1.53	0.00	0.00	11.83	0.00	7.23	0.00	0.00	0.00	
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	8.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
25	0.00	0.00	0.00	0.08	3.01	0.77	0.00	3.43	0.00	0.00	0.00	0.00	
26	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	1.86	0.00	0.54	0.00	0.00	0.00	0.00	
27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.37	5.86	10.56	0.00	16.64	0.00	0.00	
28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	1.85	35.05	0.00	36.73	5.29	0.00	0.00	
29	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	26.81	17.31	0.00	3.55	0.00	0.00	
30	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	8.67	9.42	8.22	0.00	0.00	0.00	
31	0.00		0.00		0.00		0.00	11.54		0.00		0.00	

2016												
day	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	7.84	0.00	0.00		0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.94	0.09	0.00	5.98	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.94	0.00	0.00	10.63	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.87	22.45	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.22	22.23	7.82	0.00	6.57	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.33	0.05	21.64	1.46	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	1.75	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.04	10.07	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.30	24.86	0.90	17.93	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.49	3.80	0.00	5.66	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.61	5.97	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.88	0.25	12.55	0.56	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	20.46	0.00	7.12	0.00	12.22	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	4.77	0.03	1.82	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.03	4.42	0.00	1.52	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.67	30.17	15.83	3.18	0.29	1.19	94.27	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.87	11.79	0.00	4.90	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	8.79	0.00	0.08	30.94	0.00	44.14	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	2.65	7.76	0.00	10.91	0.99	3.31	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.30	9.64	200.76	11.48	0.00	14.86	2.25	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.91	7.32	6.72	33.55	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.12	0.00	2.40	15.08	0.00	0.00	0.00
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00	21.33	15.27	0.00	0.00	0.00
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.55	41.25	60.95	2.95	0.00	0.00
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.06	2.12	19.49	0.00	5.80	0.00	0.00
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	1.05	21.19	0.00	24.19	41.70	0.00	0.00
27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.16	0.00	0.00		0.00	0.00
28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	6.75	50.94	0.58		0.00	0.00
29	0.00	0.00	0.00	0.00	13.81	0.00	1.95	0.91	0.00		0.00	0.00
30	0.00			11.32	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00
31	0.00		0.00		0.25	0.00	0.00	12.61				0.00

4.1.4 ผลการปรับแก้ข้อมูลฝนดาวเทียม

ข้อมูลฝนดาวเทียมได้ถูกนำมาเปรียบเทียบและตรวจสอบความสัมพันธ์กับข้อมูลฝนตรวจวัดที่ได้จากสถานีตรวจวัดอุตุฯ นิมยวิทยา โดยใช้เครื่องมือทางสถิติได้แก่ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ(R^2) พบว่ามีสถานีที่มีค่า R^2 น้อยกว่ามาตรฐานที่ยอมรับได้คือ 0.50 อยู่ 16 สถานีและมีค่า $R^2 = 0.00$ อยู่ 4 สถานีได้แก่ สถานี 424012 450002 450024 และ 450028 มีค่า R^2 มากที่สุดอยู่ที่ 0.82 ของสถานี 451301 ตามตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจของข้อมูลฝนตรวจวัดและฝนดาวเทียมก่อนการปรับแก้

Station	ปี			
	2014	2015	2016	3 years
376401	0.08	0.11	0.33	0.51
424008	0.38	0.02	0.62	0.70
424011	0.03	0.70	0.67	0.51
424012	0.00	0.00	0.00	0.00
424013	0.58	0.66	0.66	0.69
424014	0.01	0.84	0.63	0.14
428004	0.72	0.42	0.06	0.75
450001	0.20	0.00	0.00	0.37
450002	0.00	0.00	0.00	0.00
450005	0.09	0.00	0.13	0.02
450010	0.08	0.61	0.04	0.45
450011	0.31	0.33	0.51	0.85
450012	0.76	0.59	0.31	0.63
450013	0.48	0.68	0.00	0.74
450015	0.09	0.04	0.65	0.14
450018	0.15	0.26	0.11	0.02
450019	0.28	0.31	0.00	0.01
450020	0.00	0.00	0.59	0.48
450021	0.76	0.58	0.12	0.29
450024	0.00	0.00	0.00	0.00
450026	0.78	0.02	0.30	0.50
450027	0.00	0.30	0.00	0.60
450028	0.00	0.00	0.00	0.00
450029	0.50	0.19	0.13	0.13
450201	0.36	0.25	0.01	0.36
451301	0.45	0.49	0.67	0.82
465007	0.73	0.24	0.14	0.40

เพื่อให้ข้อมูลที่ได้จากฝนดาวเทียมมีค่าใกล้เคียงกับฝนตรวจวัดได้ทำการปรับแก้ค่าข้อมูลด้วยวิธีการปรับแก้ค่าอคติ (Bias Collection) เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลช่วงที่หายไปให้มีความเสถียรมากขึ้น และทำการตัดสถานี 424012, 450002, 450024, 450028 ออกเนื่องจากไม่มีชุดข้อมูลฝนตรวจวัดในช่วงปีทำการศึกษามาเปรียบเทียบเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณน้ำฝนทั้งหมด และนำข้อมูลฝนในแต่ละปีของแต่ละสถานีคูณค่าสัมประสิทธิ์ปรับลดความคลาดเคลื่อน (k_p) ดังตารางที่ 4.7 เพื่อให้ข้อมูลฝนดาวเทียมมีค่าใกล้เคียงข้อมูลฝนตรวจวัดมากขึ้น

ตารางที่ 4.7 ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์ปรับลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลฝนดาวเทียม

ลำดับที่	รหัสสถานี	สัมประสิทธิ์การปรับลดความคลาดเคลื่อน (k_p)		
		2014	2015	2016
1	376401	0.10	2.20	1.34
2	424008	0.87	0.59	0.75
3	424011	0.74	0.55	0.77
4	424013	0.75	0.47	0.81
5	424014	0.80	0.55	0.72
6	428004	0.82	0.72	0.00
7	450001	0.22	0.00	0.00
8	450005	0.35	0.00	0.12
9	450010	0.89	1.19	0.29
10	450011	1.04	1.74	1.20
11	450012	2.10	1.54	1.16
12	450013	1.60	0.88	0.69
13	450015	0.50	0.81	0.01
14	450018	0.57	0.49	0.38
15	450019	0.62	0.37	0.03
16	450020	1.96	0.00	0.79
17	450021	0.99	0.56	0.90
18	450026	1.32	0.79	1.29
19	450027	0.00	0.88	0.00
20	450029	0.60	0.62	0.06
21	450201	1.45	2.01	2.24
22	451301	1.14	2.46	0.94
23	465007	1.09	1.50	0.66

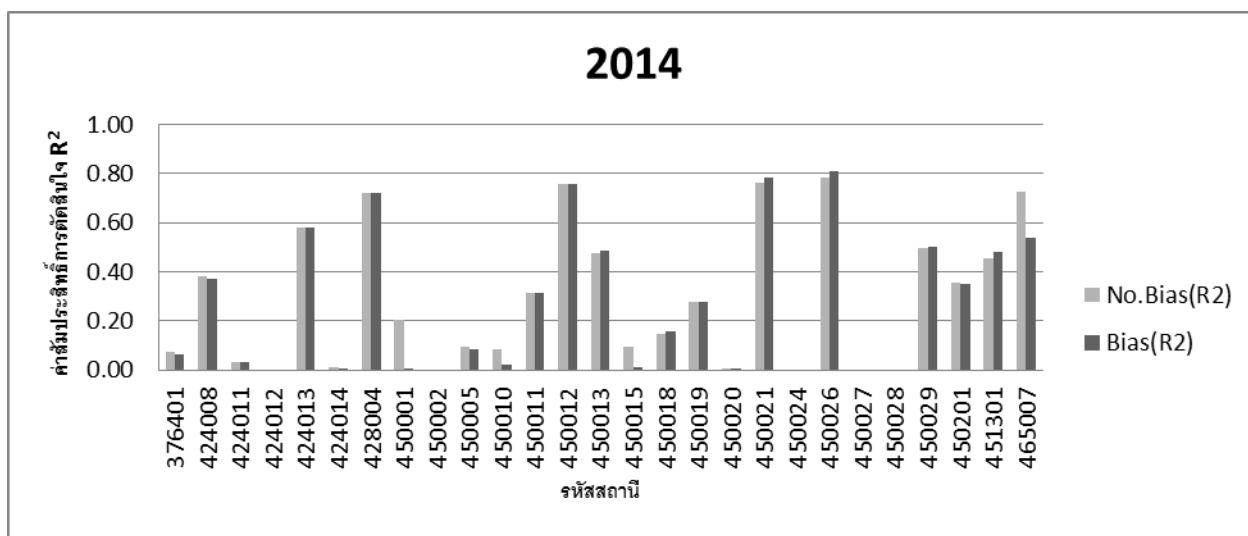
เมื่อนำค่าปริมาณน้ำฝนที่ได้รับการปรับแก้แล้วมาเปรียบเทียบกับอีกครั้งผลที่ได้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ(R^2)เป็นไปตามที่แสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจของข้อมูลฝนตรวจวัดและฝนดาวเทียมหลังการปรับแก้

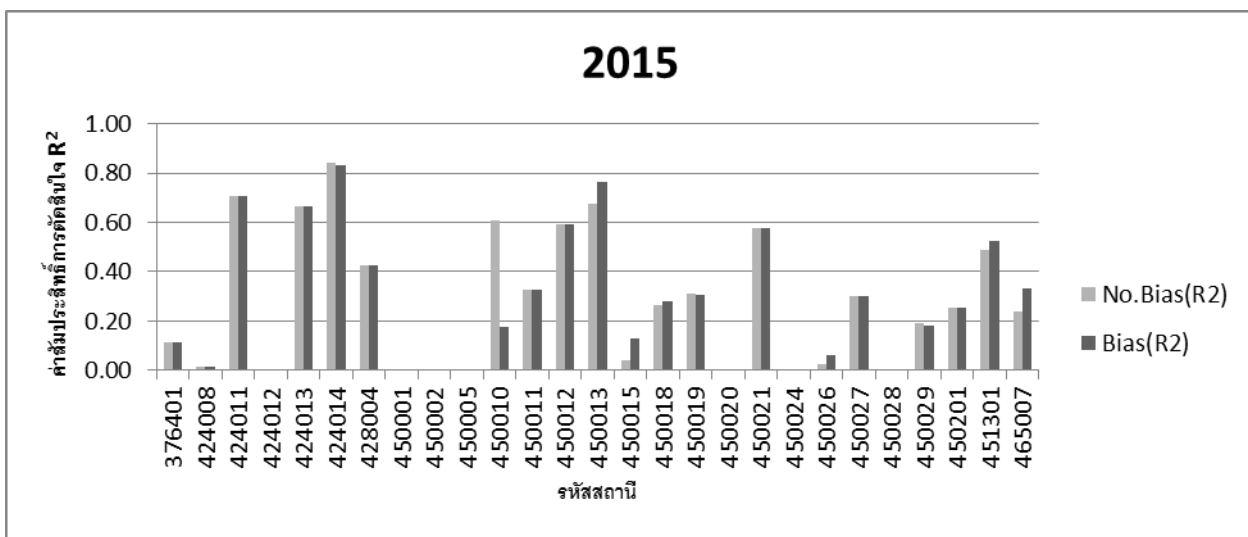
สถานี	ปี			
	2014	2015	2016	เฉลี่ย 3 ปี
376401	0.06	0.11	0.29	0.56
424008	0.37	0.01	0.45	0.73
424011	0.03	0.71	0.48	0.51
424012	0	0.00	0.00	0.00
424013	0.58	0.66	0.67	0.81
424014	0	0.83	0.44	0.08
428004	0.72	0.42	0.00	0.66
450001	0	0.00	0.00	0.13
450002	0	0.00	0.00	0.00
450005	0.08	0.00	0.20	0.01
450010	0.02	0.18	0.04	0.29
450011	0.31	0.33	0.51	0.85
450012	0.76	0.59	0.40	0.80
450013	0.49	0.77	0.01	0.86
450015	0.01	0.13	0.69	0.18
450018	0.15	0.28	0.18	0.12
450019	0.28	0.31	0.00	0.01
450020	0	0.00	0.47	0.13
450021	0.79	0.57	0.04	0.22
450024	0	0.00	0.00	0.00
450026	0.81	0.06	0.27	0.57
450027	0	0.30	0.00	0.60
450028	0	0.00	0.00	0.00
450029	0.5	0.18	0.16	0.24
450201	0.35	0.25	0.01	0.33
451301	0.48	0.52	0.62	0.88
465007	0.54	0.33	0.64	0.52

จากตารางแสดงให้เห็นว่าหลังจากการปรับแก้ค่า(Bias collection) ทำให้ค่า R^2 เฉลี่ย 3 ปีมีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มสูงขึ้นทั้งหมด 11 สถานี ซึ่งมีสถานีที่มีค่า R^2 มากกว่า 0.500 อยู่ทั้งสิ้น 12 สถานีโดยมีค่า R^2 สูงสุดอยู่ที่ 0.880 ของสถานี 451301 และมีค่า R^2 ต่ำที่สุดมีค่า 0.006 ของสถานี 450001

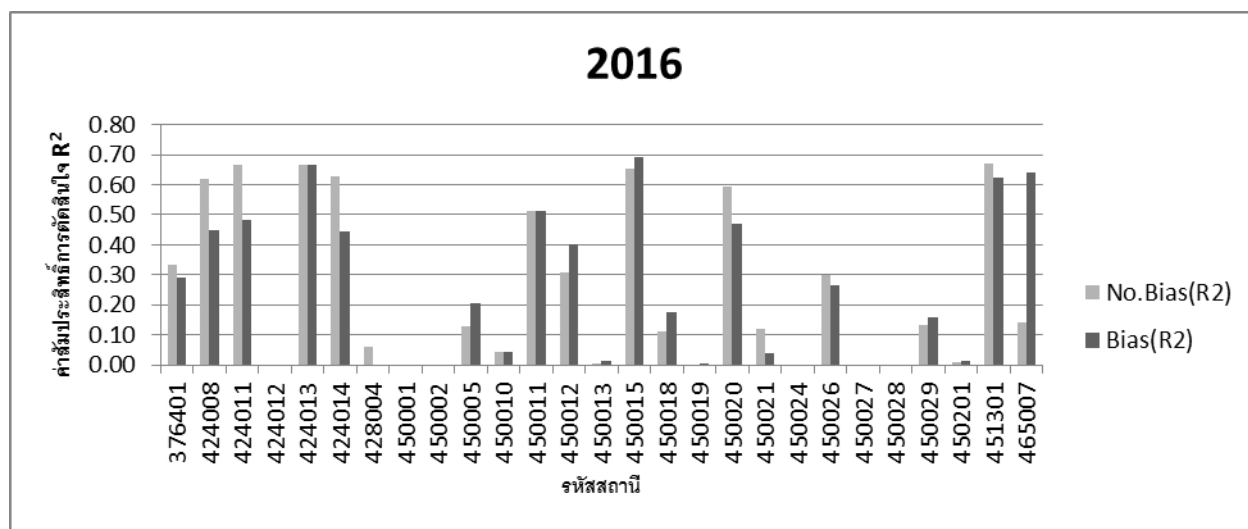
หลังจากการปรับแก้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนแล้วนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับข้อมูลก่อนการปรับแก้ของแต่ละปีพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจหลังการปรับแก้มีค่า R^2 เพิ่มขึ้นรวมทั้งหมด 34 ค่า และลดลงรวมทั้งหมด 34 ค่าดังรูปที่ 4.7 ถึง 4.10



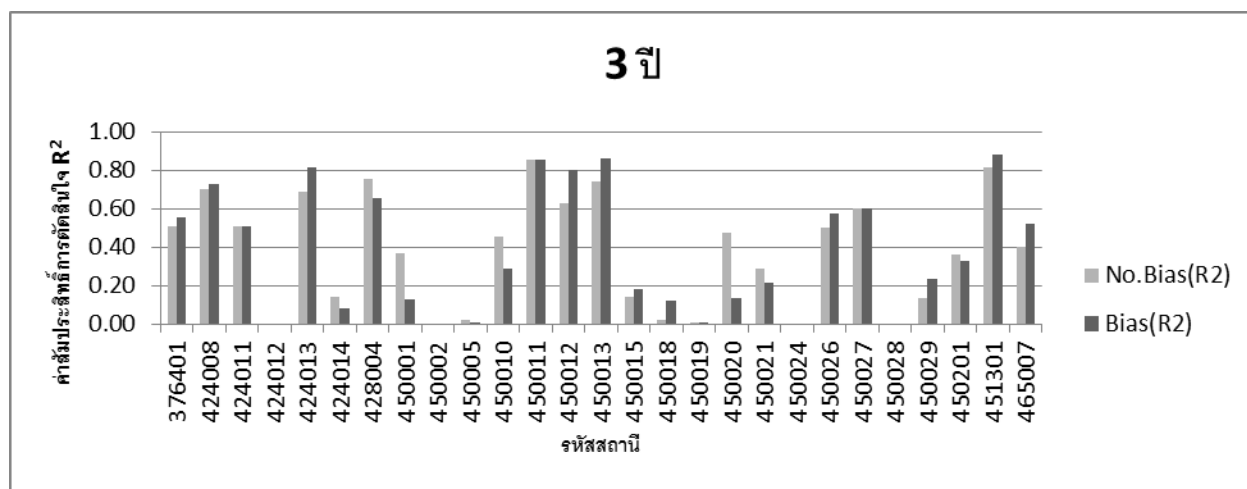
รูปที่ 4.7 กราฟเปรียบเทียบข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจและหลังการปรับแก้ปี ค.ศ. 2014



รูปที่ 4.8 กราฟเปรียบเทียบข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจและหลังการปรับแก้ปี ค.ศ. 2015



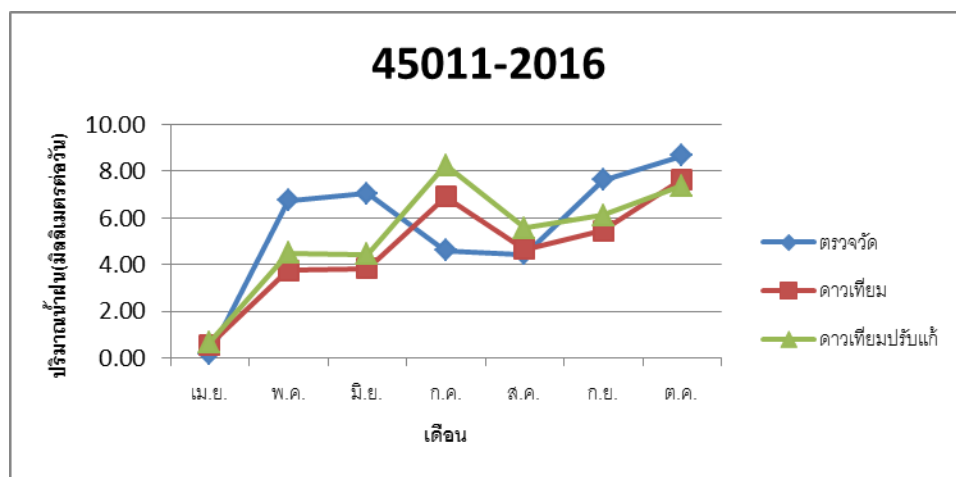
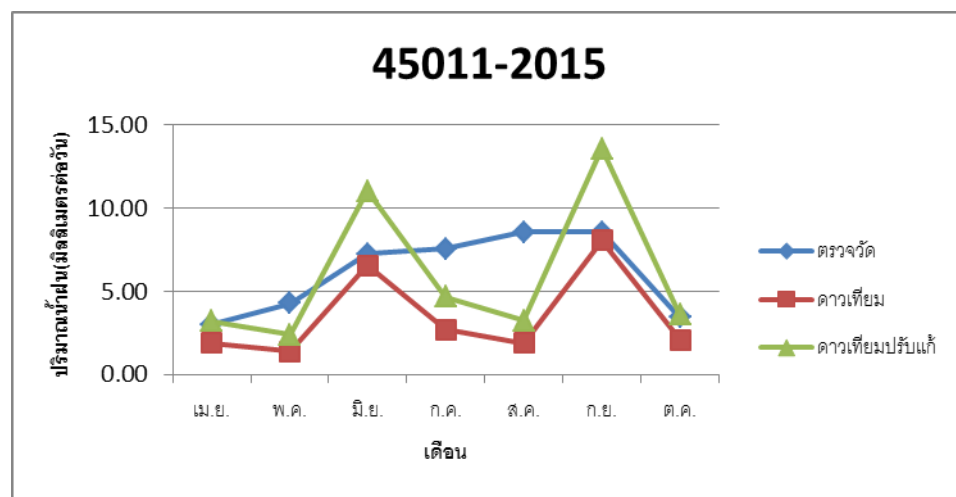
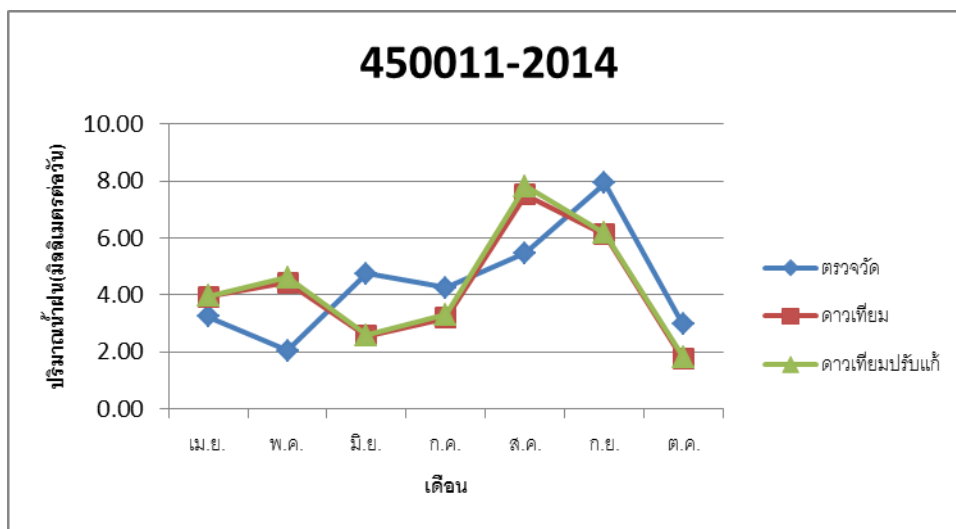
รูปที่ 4.9 กราฟเปรียบเทียบข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจก่อนและหลังการปรับแก้ปี ค.ศ. 2016



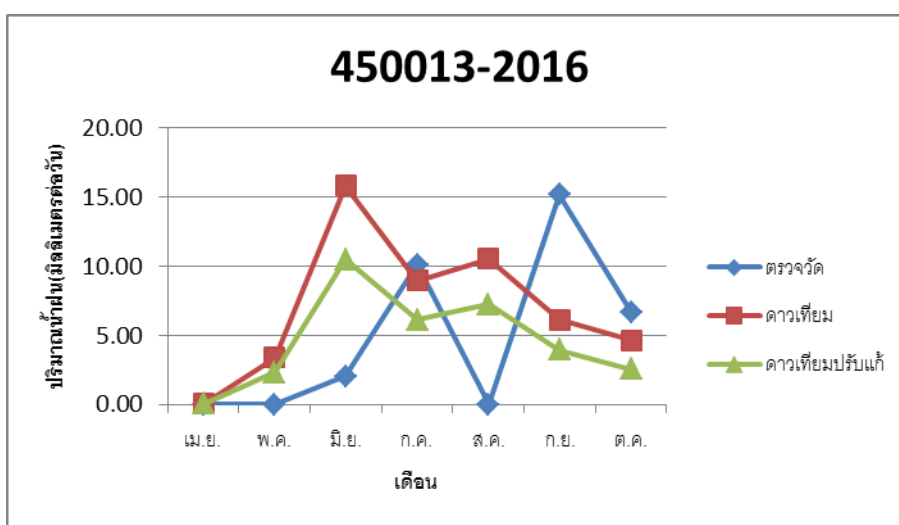
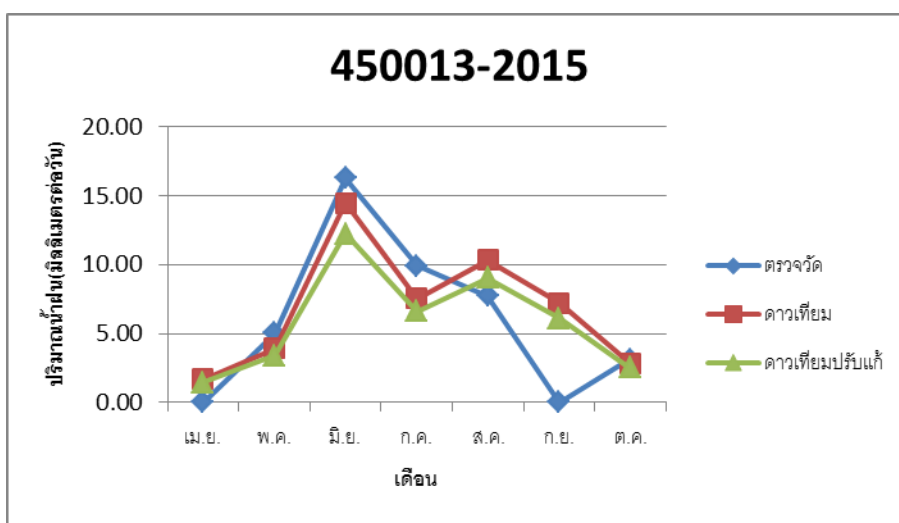
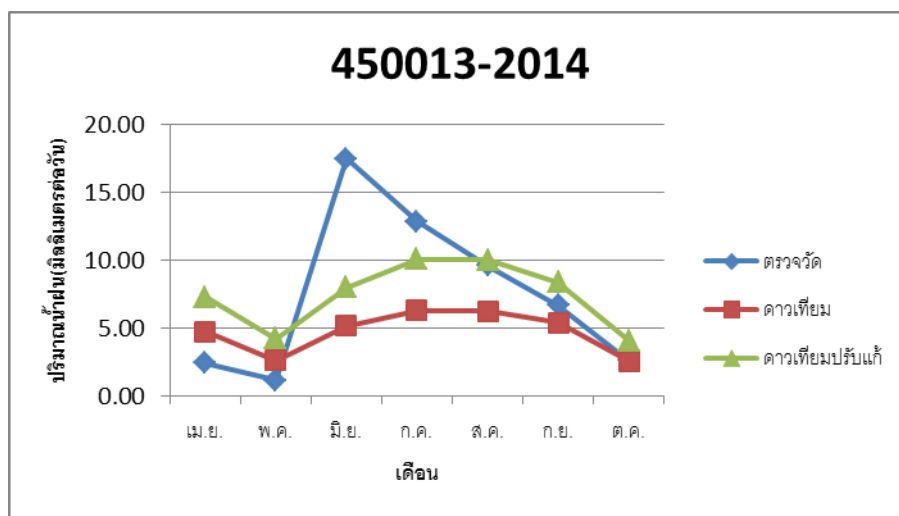
รูปที่ 4.10 กราฟเปรียบเทียบข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจก่อนและหลังการปรับแก้เฉลี่ยฝน 3 ปี

ผลการเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากฝนตรวจวัด ฝนดาวเทียม และฝนดาวเทียมปรับแก้ จากสถานี 450011 450013 และ 451301 จะเห็นได้ว่าค่าเส้นกราฟปริมาณน้ำฝนดาวเทียมปรับแก้มีความใกล้เคียงกับเส้นกราฟของฝนตรวจวัดดังรูปที่ 4.11 ถึง 4.13

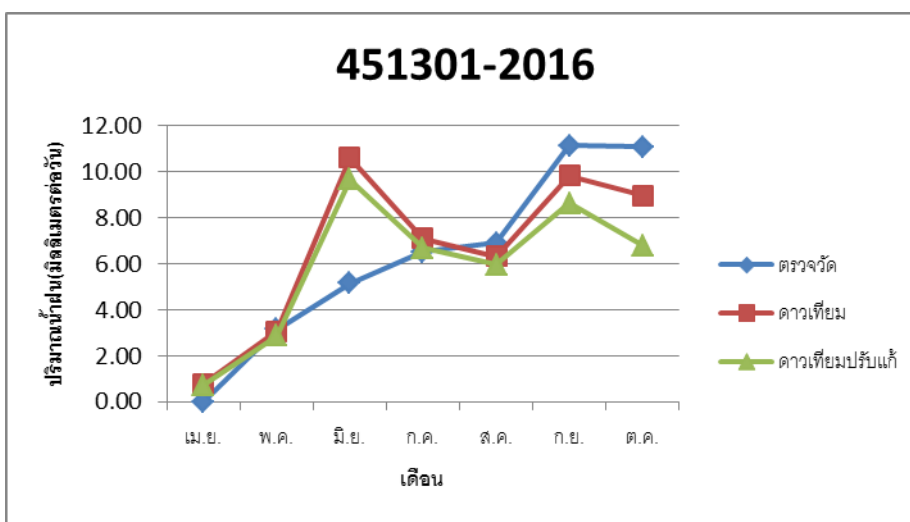
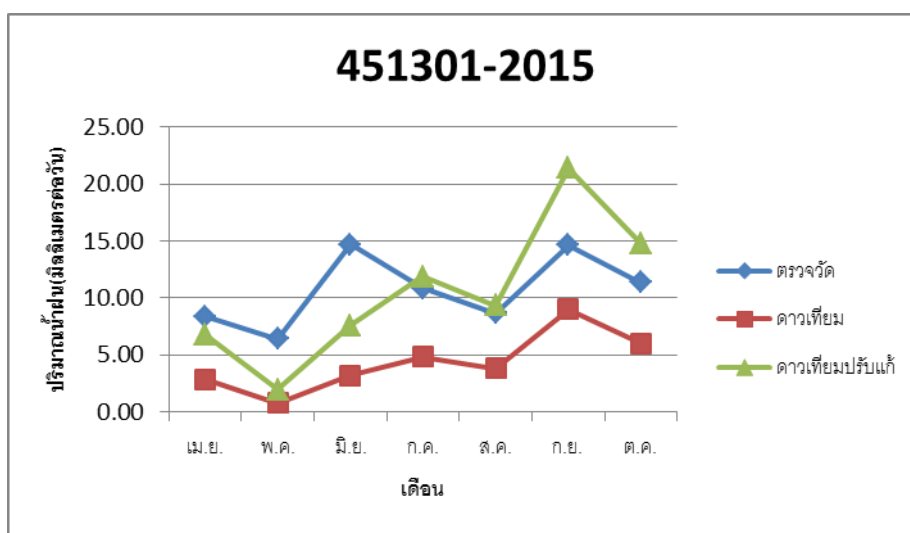
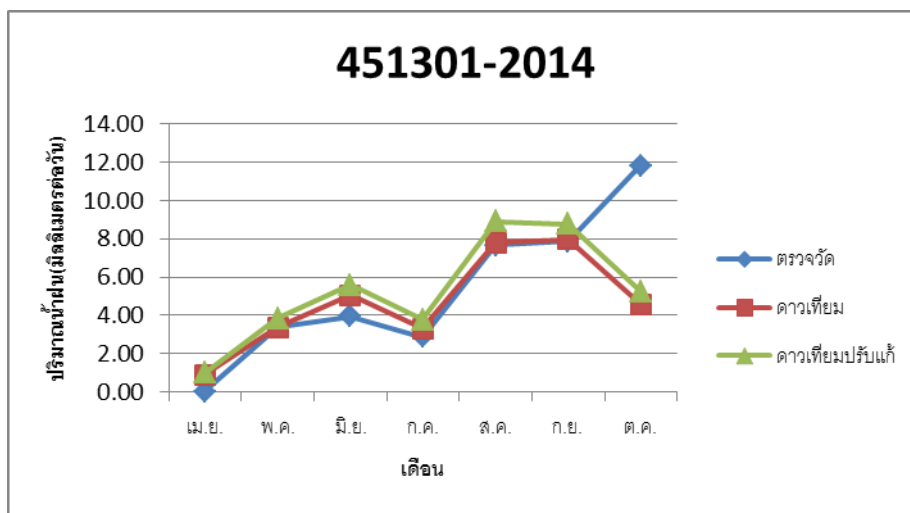
เนื่องจากตัวข้อมูลของฝนตรวจวัดนั้นมีช่วงข้อมูลหายไปมากทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจหลังจากการคำนวณมีค่าแตกต่างจากค่าเดิมอยู่มาก แต่เมื่อนำค่าปริมาณน้ำฝนมาเฉลี่ยในช่วงปี ค.ศ. 2014-2016 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเพิ่มขึ้น 11 ค่า แสดงว่าการปรับแก้ข้อมูลที่ใช้ นั้นสามารถทำให้ข้อมูลมีความสมบูรณ์ขึ้นได้



รูปที่ 4.11 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 450011 ค.ศ. 2014-2016



รูปที่ 4.12 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 450013 ค.ศ. 2014-2016



รูปที่ 4.13 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 451301 ค.ศ. 2014-2016

4.2 ตั้งค่าแบบจำลอง SWAT

รายละเอียดข้อมูลที่ใช้ในการตั้งค่าแบบจำลอง SWAT รวมถึงผลที่ได้จากการตั้งค่าแสดงดังต่อไปนี้

4.2.1 ข้อมูลชั้นความสูง

ในที่นี้ผู้วิจัยได้นำข้อมูลชั้นความสูงของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลองมาจากข้อมูลแบบจำลองระดับชั้นความสูงซึ่งมีความหมายดังที่กล่าวไว้ในข้อ 3.1.2.1

จากรูปที่ 4.11 แสดงค่าระดับสูงเชิงเลขภายในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลองมีค่าระดับต่ำสุดอยู่ที่ -26 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลางซึ่งอยู่บริเวณชายฝั่ง และสูงสุดอยู่ที่ 2113 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลางอยู่บริเวณเทือกเขาตะนาวศรี

4.2.2 ขอบเขตลุ่มน้ำ

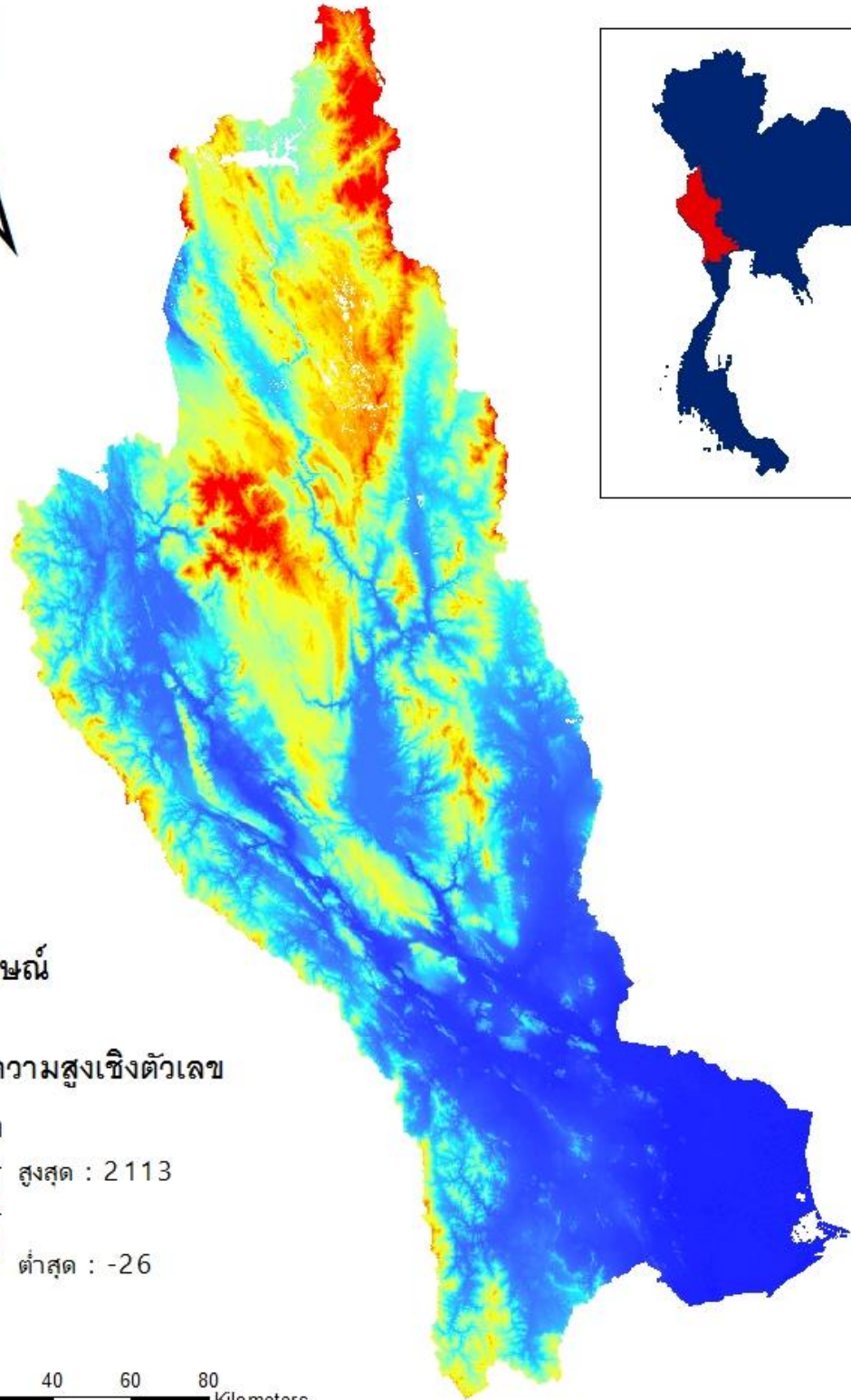
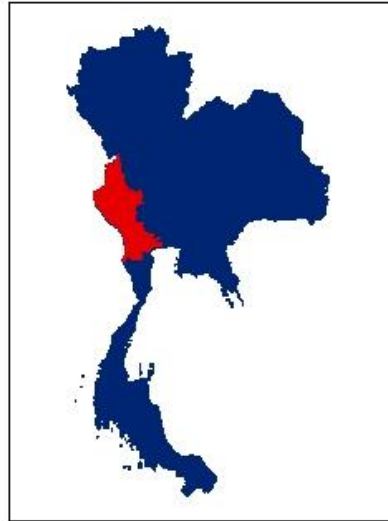
ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตลุ่มน้ำเพื่อนำเข้าสู่การคำนวณแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลสารสนเทศของลุ่มน้ำแม่กลองโดยขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำครอบคลุมพื้นที่ 9 จังหวัดคือ ตาก, อุทัยธานี, สุพรรณบุรี, กาญจนบุรี, นครปฐม, ราชบุรี, สมุทรสงคราม, สมุทรสาคร, เพชรบุรี และกำหนดลำน้ำสายหลักเป็นแม่น้ำแควน้อยลงมายังแม่น้ำแม่กลอง ดังรูปที่ 4.12

4.2.3 ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน

มีความหมายดังที่กล่าวในข้อ 3.1.2.3 โดยจากตารางที่ 4.9 มีพื้นที่การใช้ประโยชน์ภายในลุ่มน้ำแม่กลองทั้งหมด 30 อันดับดังแสดงในรูปที่ 4.13 และมีร้อยละสูงสุดของพื้นที่ 3 อันดับแรกดังนี้

- 1.พื้นที่ป่าเบญจพรรณ มีพื้นที่ 2,177,8259 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 61.13 ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลองทั้งหมดซึ่งครอบคลุมบริเวณส่วนใหญ่ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลองเกือบทั้งหมด
- 2.พื้นที่ปลูกข้าว มีพื้นที่ 422,956 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 11.87 ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลองทั้งหมดซึ่งครอบคลุมพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ทางตอนกลางถึงตอนใต้ของลุ่มน้ำแม่กลอง
- 3.พื้นที่ป่าใบเขียว มีพื้นที่ 328731 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 9.23 ของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลองทั้งหมดซึ่งมีพื้นที่อยู่บริเวณตอนบนของลุ่มน้ำแม่กลอง

แผนที่ชั้นความสูงในลุ่มน้ำแม่กลอง



สัญลักษณ์

เส้นชั้นความสูงเชิงตัวเลข

ความสูง

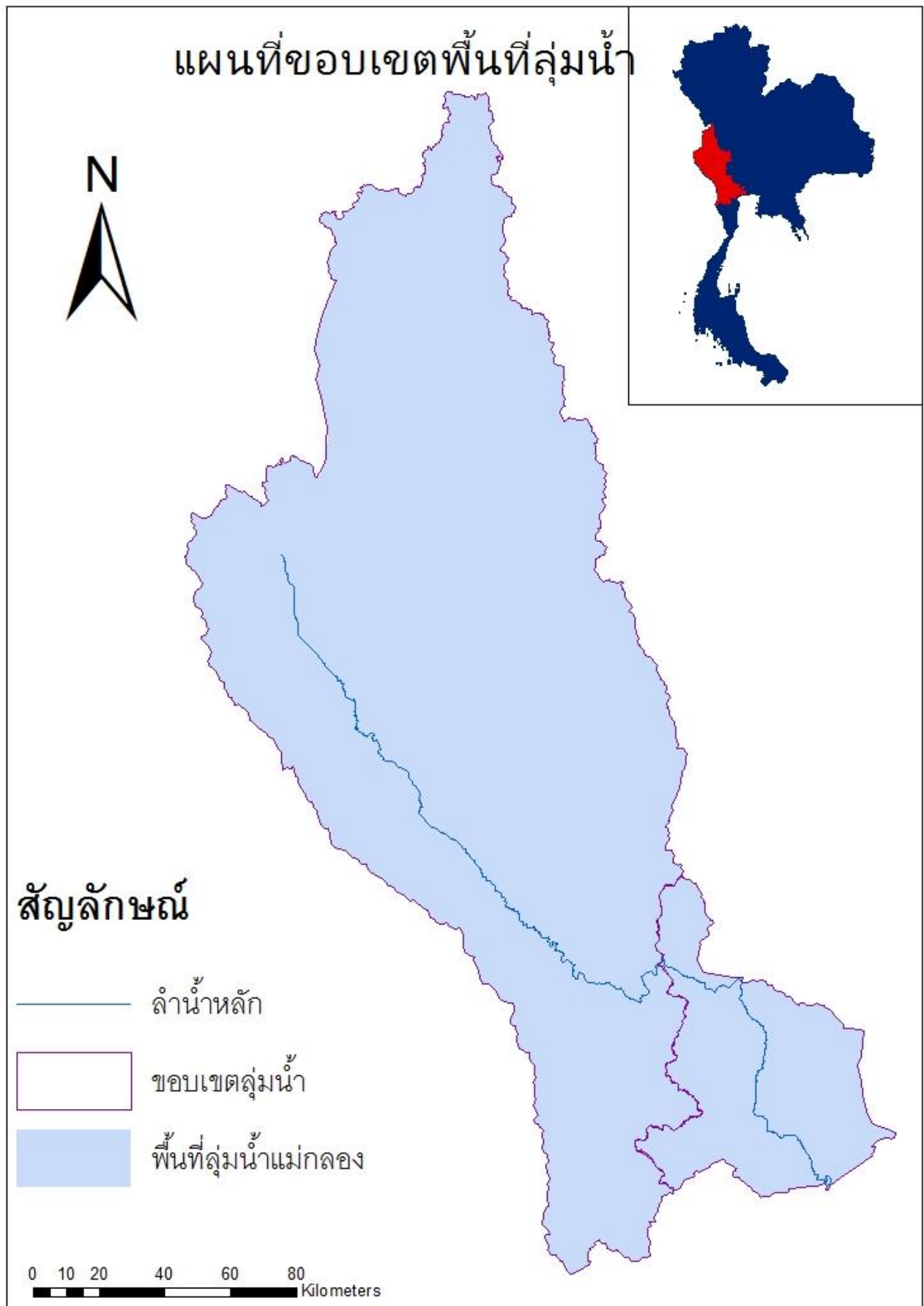


สูงสุด : 2113

ต่ำสุด : -26

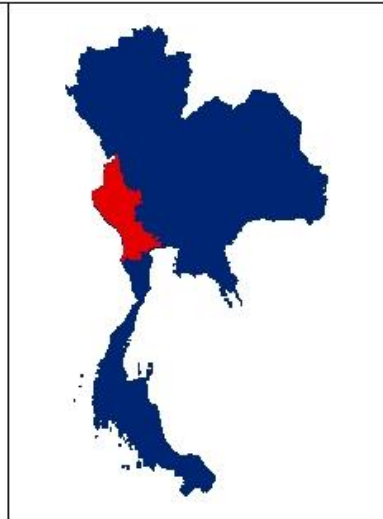
0 10 20 40 60 80 Kilometers

รูปที่ 4.14 แผนที่แสดงชั้นความสูงในลุ่มน้ำแม่กลอง



รูปที่ 4.15 แผนที่ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำ

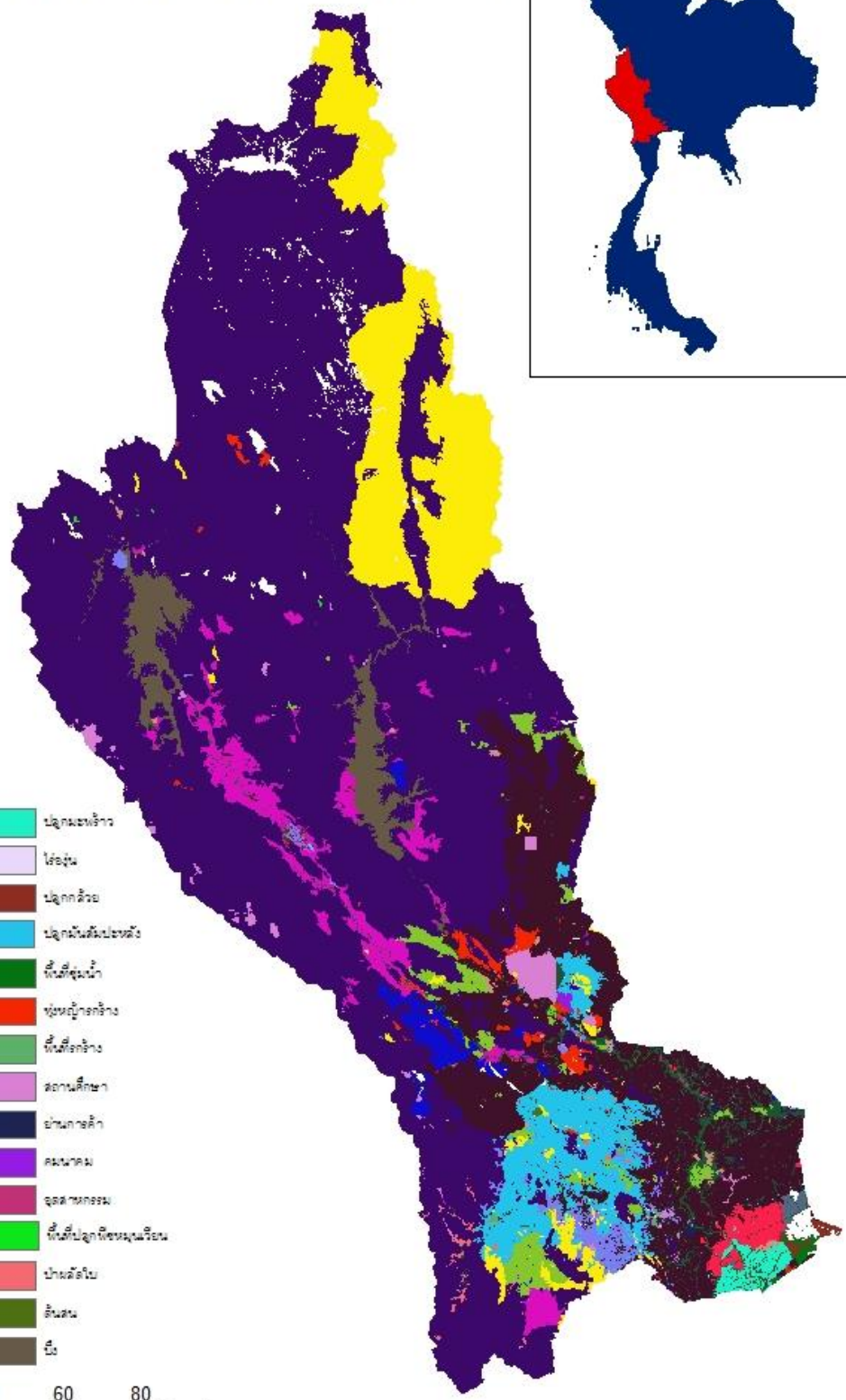
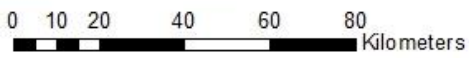
แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน



สัญลักษณ์

การใช้ประโยชน์ที่ดิน

- | | |
|---|---|
|  ป่าดิบเขา |  ป่ากุ่มเขาเขียว |
|  ป่าดิบชื้น |  ไร่หมุนเวียน |
|  ป่าดิบเขาหินปูน |  ป่ากุ่มน้ำจืด |
|  ไร่หมุนเวียนเชิงลาด |  ป่ากุ่มน้ำจืดป่าดงดิบ |
|  สวนผลไม้ |  ที่นึ่งข้าวเหนียว |
|  ป่าดิบเขาหินปูน |  ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ |
|  ไร่หมุนเวียน |  ที่นึ่งข้าวเหนียว |
|  ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ |  สวนผลไม้ |
|  ไร่หมุนเวียน |  ไร่หมุนเวียน |
|  ไร่หมุนเวียน |  ไร่หมุนเวียน |
|  ป่าดิบเขา |  ไร่หมุนเวียน |
|  ไร่หมุนเวียน |  ที่นึ่งข้าวเหนียว |
|  ไร่หมุนเวียน |  ไร่หมุนเวียน |
|  ไร่หมุนเวียน |  ไร่หมุนเวียน |
|  ป่าดิบเขา |  ไร่หมุนเวียน |



รูปที่ 4.16 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินในกลุ่มน้ำแม่กลอง

ลำดับ	ลักษณะการใช้พื้นที่	พื้นที่ (ตร.ม.)	ร้อยละของพื้นที่ทั้งหมด
1	ป่าเบญจพรรณ	2177825	61.13%
2	ปลูกข้าว	422956	11.87%
3	ป่าใบเขียว	328731	9.23%
4	โรงเรือนเลี้ยงสัตว์	135724	3.81%
5	ปลูกข้าวโพด	102228	2.87%
6	บึง	95182	2.67%
7	ปลูกอ้อย	55593	1.56%
8	หมู่บ้าน	42637	1.20%
9	ปลูกปาล์ม	32328	0.91%
10	สถานศึกษา	31248	0.88%
11	ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์	30043	0.84%
12	สวนผลไม้	25461	0.71%
13	ทุ่งหญ้ารกร้าง	21070	0.59%
14	ปลูกมะพร้าว	15836	0.44%
15	พื้นที่ชุ่มน้ำ	13305	0.37%
16	เกษตรกรรม	6748	0.19%
17	ป่าผลัดใบ	4707	0.13%
18	ย่านการค้า	4592	0.13%
19	ปลูกส้ม	4251	0.12%
20	ปลูกกล้วย	3966	0.11%
21	พื้นที่รกร้าง	2221	0.06%
22	ย่านคมนาคม	2106	0.06%
23	ปลูกฝ้าย	1176	0.03%
24	สน	663	0.02%
25	พื้นที่เพื่อการเกษตร	563	0.02%
26	ย่านอุตสาหกรรม	523	0.01%
27	ยูคาลิปตัส	299	0.01%
28	ไร่ถั่ว	192	0.01%
29	ปลูกสับปะรด	144	0.00%
30	หมู่บ้าน	64	0.00%

4.2.4 ข้อมูลดิน

มีความหมายและการตั้งค่าดังที่กล่าวในข้อที่ 3.1.2.4 จากตารางที่ 4.10 ในบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง มีดินทั้งหมด 10 ประเภทและมีร้อยละของชนิดดินสูงสุด 3 อันดับแรกดังนี้

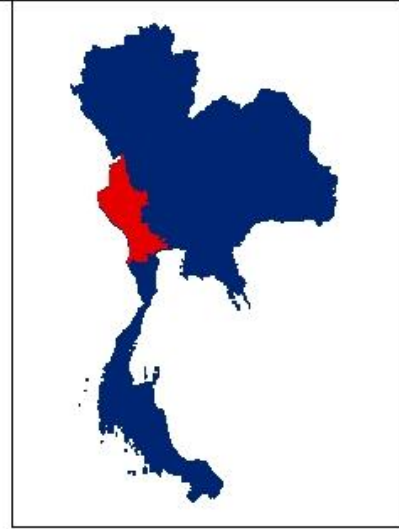
1.ดินร่วนเหนียว (A_o90-2-3c-4284) มีพื้นที่ของดินลักษณะนี้อยู่ภายในลุ่มน้ำแม่กลองเป็นพื้นที่ 1,287,440 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 35.77 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยดินร่วนเหนียวมีการกระจายตัวอยู่รอบๆพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลอง

2.ดินร่วนชนิดที่ 2 (I-LcBk-c-4383) มีพื้นที่ของดินลักษณะนี้อยู่ภายในลุ่มน้ำแม่กลองเป็นพื้นที่ 949,513 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 26.38 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยดินร่วนชนิดที่ 2 จะอยู่บริเวณตอนกลางถึงตอนเหนือของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลอง

3.ดินร่วนชนิดที่ 4 (Lc100-c-4404) มีพื้นที่ของดินลักษณะนี้อยู่ภายในลุ่มน้ำแม่กลองเป็นพื้นที่ 669,461 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 18.60 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยดินร่วนชนิดที่ 4 จะอยู่บริเวณตอนกลางและตอนเหนือบางพื้นที่ของลุ่มน้ำแม่กลอง

ซึ่งข้อมูลชนิดดินทั้ง 10 ชนิดจะสามารถแสดงออกมาเป็นแผนที่แบ่งประเภทดินในลุ่มน้ำแม่กลองได้ดังรูปที่ 4.14

แผนที่ลักษณะชั้นดิน



สัญลักษณ์

ชั้นดิน

- ดินส่วน 1 (Ag 16-2a-4265)
- ดินส่วน 2 (I-Lc-Bk-c-4383)
- ดินส่วน 3 (Je72-2a-4393)
- ดินส่วน 4 (Lo100-c-4404)
- ดินส่วนปนทราย 1 (Af60-1-2a-4260)
- ดินส่วนปนทราย 2 (Ag17-1-2a-4265)
- ดินเหนียว 1 (Ge55-3a-4324)
- ดินเหนียว 2 (Nd65-3ab-4544)
- ดินส่วนเหนียว (Ao90-2-3c-4284)
- ดินส่วนเหนียวปนทราย (Ao107-2bc-4284)



0 10 20 40 60 80 Kilometers

รูปที่ 4.17 แผนที่แสดงลักษณะชั้นดิน

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลลักษณะของดินภายในลุ่มน้ำแม่กลอง

ลำดับ	รหัสชุดดิน	ชนิดดิน	พื้นที่ (ตร.ม.)	ร้อยละต่อพื้นที่ทั้งหมด
1	Ao90-2-3c-4284	ดินร่วนเหนียว	1287440	35.77%
2	I-Lc-Bk-c-4383	ดินร่วนชนิดที่ 2	949513	26.38%
3	Lc100-c-4404	ดินร่วนชนิดที่ 4	669461	18.60%
4	Af60-1-2a-4260	ดินร่วนปนทรายชนิดที่ 1	282885	7.86%
5	Ge55-3a-4324	ดินเหนียว 1	123880	3.44%
6	Nd65-3ab-4544	ดินเหนียวชนิดที่ 2	92553	2.57%
7	Je72-2a-4393	ดินร่วนชนิดที่ 3	79482	2.21%
8	Ao107-2bc-4267	ดินร่วนเหนียวปนทราย	65988	1.83%
9	Ag16-2a-4264	ดินร่วนชนิดที่ 1	26107	0.73%
10	Ag17-1-2a-4265	ดินร่วนปนทรายชนิดที่ 2	21469	0.60%

4.2.5 สรุปผลข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ผลข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ถูกใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานจำนวน 3 สถานี ได้แก่ สถานี 37641, 450201 และ 450401 ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่ได้จากการคำนวณหาค่าเฉลี่ยในแต่ละเดือนในช่วงระยะเวลา 30 ปี เพื่อเป็นข้อมูลพารามิเตอร์ที่ใช้ในการตั้งค่าแบบจำลอง SWAT ได้แก่ ปริมาณฝน อุณหภูมิ ความชื้นของแสงอาทิตย์ ความเร็วลม และความชื้นสัมพัทธ์ แสดงดังตารางที่ 4.11 ถึง 4.23

ตารางที่ 4.11 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุดรายเดือน

STATION	TMPM X1	TMPMX 2	TMPM X3	TMPM X4	TMPM X5	TMPMX 6	TMPMX 7	TMPM X8	TMPMX 9	TMPM X10	TMPM X11	TMPM X12
376401	31.21	32.81	34.34	34.72	32.06	29.85	28.90	28.70	29.65	30.19	29.80	29.07
450201	33.16	34.78	37.06	37.69	36.05	34.35	33.93	33.68	33.20	32.27	31.48	31.55
450401	33.40	35.32	36.92	37.32	34.29	31.86	30.99	30.84	31.96	32.62	32.61	32.16

ตารางที่ 4.12 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิต่ำสุดรายเดือน

STATION	TMPM N1	TMPMN 2	TMPM N3	TMPM N4	TMPM N5	TMPM N6	TMPMN 7	TMPM N8	TMPM N9	TMPM N10	TMPM N11	TMPM N12
376401	13.69	12.96	16.27	19.51	21.41	21.84	21.55	21.53	21.33	20.01	16.99	13.34
450201	20.15	21.96	24.20	25.69	25.71	25.43	25.00	24.98	24.60	23.87	22.42	19.92
450401	17.00	18.57	20.94	22.86	23.63	23.55	23.15	23.01	23.07	22.22	19.93	16.87

ตารางที่ 4.13 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอุณหภูมิสูงสุดรายเดือน

STATION	TMPST DMX1	TMPST DMX2	TMPST DMX3	TMPST DMX4	TMPST DMX5	TMPST DMX6	TMPST DMX7	TMPST DMX8	TMPST DMX9	TMPST DMX10	TMPST DMX11	TMPST DMX12
376401	0.72	0.92	1.43	1.49	1.39	1.04	0.78	0.85	0.67	0.70	1.06	1.10
450201	1.29	2.77	1.98	2.63	2.01	1.56	1.15	1.06	1.67	0.74	1.65	1.41
450401	1.19	1.30	1.76	1.85	1.81	1.36	0.94	0.98	0.82	1.02	1.29	1.37

ตารางที่ 4.14 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนรายเดือนในแต่ละปี

STATION	PCPM M1	PCPMM 2	PCPM M3	PCPM M4	PCPM M5	PCPMM 6	PCPMM 7	PCPM M8	PCPMM 9	PCPM M10	PCPM M11	PCPM M12
376401	7.84	10.54	58.04	106.49	199.67	189.34	238.53	249.16	265.69	147.40	25.05	7.79
450201	4.40	18.55	36.88	71.16	141.57	89.49	102.46	197.49	225.41	209.11	50.98	5.73
450401	7.29	15.42	55.75	99.97	218.86	265.50	345.39	322.52	249.78	162.43	25.34	4.23

ตารางที่ 4.15 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหยาดน้ำฟ้ารายเดือน

STATION	PCPST D1	PCPSTD 2	PCPST D3	PCPST D4	PCPST D5	PCPST D6	PCPST D7	PCPST D8	PCPST D9	PCPST D10	PCPST D11	PCPST D12
376401	7.79	10.93	57.06	106.19	196.43	187.99	232.16	242.52	263.07	146.51	25.74	7.87
450201	4.39	19.34	36.62	71.68	140.56	89.79	101.95	96.63	226.55	207.73	52.28	5.83
450401	7.16	16.13	55.50	100.48	216.12	264.18	335.82	314.09	248.40	161.09	25.96	4.28

ตารางที่ 4.16 ค่าค่าสัมประสิทธิ์ความบิดเบือนหยาดน้ำฟ้ารายเดือน

STATION	PCPSK W1	PCPSK W2	PCPSK W3	PCPSK W4	PCPSK W5	PCPSK W6	PCPSK W7	PCPSK W8	PCPSK W9	PCPSK W10	PCPSK W11	PCPSK W12
376401	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
450201	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04
450401	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03

ตารางที่ 4.17 ค่าความน่าจะเป็นที่ฝนจะตกในวันที่อากาศแห้งของแต่ละเดือน

STATION	PR_W1_1	PR_W1_2	PR_W1_3	PR_W1_4	PR_W1_5	PR_W1_6	PR_W1_7	PR_W1_8	PR_W1_9	PR_W1_10	PR_W1_11	PR_W1_12
376401	0.03	0.04	0.10	0.21	0.47	0.56	0.73	0.73	0.57	0.31	0.09	0.02
450201	0.03	0.04	0.09	0.13	0.36	0.35	0.42	0.42	0.46	0.32	0.10	0.02
450401	0.02	0.05	0.11	0.24	0.37	0.60	0.65	0.60	0.60	0.34	0.07	0.01

ตารางที่ 4.18 ค่าความน่าจะเป็นที่ฝนจะตกในวันที่อากาศเปียกของแต่ละเดือน

STATION	PR_W2_1	PR_W2_2	PR_W2_3	PR_W2_4	PR_W2_5	PR_W2_6	PR_W2_7	PR_W2_8	PR_W2_9	PR_W2_10	PR_W2_11	PR_W2_12
376401	0.38	0.35	0.54	0.54	0.72	0.87	0.90	0.92	0.85	0.69	0.40	0.31
450201	0.17	0.23	0.25	0.37	0.54	0.56	0.61	0.61	0.66	0.65	0.46	0.38
450401	0.25	0.24	0.32	0.47	0.72	0.88	0.89	0.87	0.79	0.64	0.38	0.35

ตารางที่ 4.19 ค่าเฉลี่ยวันที่ฝนตกรายเดือนในแต่ละปี

STATION	PCPD1	PCPD2	PCPD3	PCPD4	PCPD5	PCPD6	PCPD7	PCPD8	PCPD9	PCPD10	PCPD11	PCPD12
376401	1.35	1.68	5.58	9.77	19.26	25.10	27.32	28.03	24.68	15.39	4.26	1.16
450201	0.94	1.52	3.35	5.74	13.32	13.97	15.81	16.13	18.03	14.74	4.87	1.03
450401	0.77	1.90	5.00	9.42	18.35	25.81	26.39	25.90	23.03	14.74	3.23	0.74

ตารางที่ 4.20 ค่าปริมาณน้ำฝนสูงสุดในช่วง 30 นาทีรายเดือน

STATION	RAINH1	RAINHH1	RAINH2	RAINHH2	RAINH3	RAINHH3	RAINH4	RAINHH4	RAINH5	RAINHH5	RAINH6	RAINHH6
376401	17.00	22.00	28.00	31.00	31.00	31.00	31.00	31.00	31.00	31.00	28.00	17.00
450201	15.00	21.00	28.00	30.00	31.00	31.00	31.00	31.00	31.00	31.00	29.00	11.00
450401	12.00	21.00	28.00	31.00	31.00	31.00	31.00	31.00	31.00	31.00	21.00	13.00

ตารางที่ 4.21 ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงอาทิตย์สูงสุดรายเดือน

STATION	SOLAR1	SOLAR2	SOLAR3	SOLAR4	SOLAR5	SOLAR6	SOLAR7	SOLAR8	SOLAR9	SOLAR10	SOLAR11	SOLAR12
376401	15.37	16.93	18.26	19.04	17.74	15.91	15.22	14.96	14.19	14.47	14.97	15.29
450201	15.37	16.93	18.26	19.04	17.74	15.91	15.22	14.96	14.19	14.47	14.97	15.29
450401	15.37	16.93	18.26	19.04	17.74	15.91	15.22	14.96	14.19	14.47	14.97	15.29

ตารางที่ 4.22 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิจุดน้ำค้างรายเดือน

STATION	DEWPT 1	DEWPT 2	DEWPT 3	DEWPT 4	DEWPT 5	DEWPT 6	DEWPT 7	DEWPT 8	DEWPT 9	DEWPT 10	DEWPT 11	DEWPT 12
376401	14.53	14.34	16.28	19.48	21.68	22.04	21.94	21.96	21.96	20.89	18.17	15.34
450201	18.08	19.42	20.78	22.29	23.41	23.25	22.91	22.98	23.31	23.34	20.95	17.93
450401	18.49	18.92	20.49	22.75	24.09	24.22	24.01	23.95	24.01	23.52	21.21	18.75

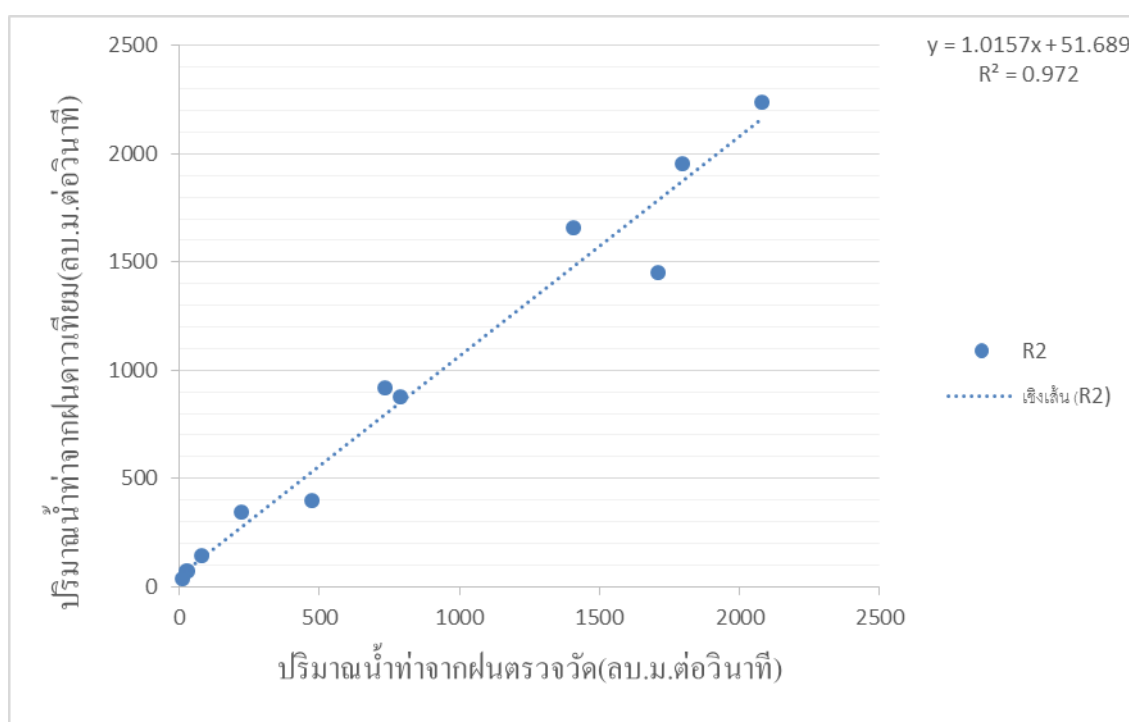
ตารางที่ 4.23 ค่าเฉลี่ยความเร็วลมรายเดือน

STATION	WNDA V1	WNDAV 2	WNDA V3	WNDA V4	WNDA V5	WNDAV 6	WNDAV 7	WNDA V8	WNDAV 9	WNDA V10	WNDA V11	WNDA V12
376401	4.76	5.85	6.46	6.69	5.96	5.23	4.77	4.58	4.62	4.31	5.15	5.23
450201	7.19	8.62	9.58	9.73	9.38	9.12	9.12	9.08	8.73	7.64	8.23	8.38
450401	7.00	7.62	9.35	9.31	8.73	7.54	6.85	7.48	7.08	6.92	7.68	8.12

4.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่า

เมื่อนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากฝนดาวเทียมและฝนตรวจวัดที่ทำการปรับแก้ค่าแล้ว รวมทั้งข้อมูลอื่นๆที่เกี่ยวข้องเข้าสู่แบบจำลอง SWAT เช่น ข้อมูลอุณหภูมิต่ำ ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ และข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยโปรแกรม SWAT จะทำการคำนวณปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยผลที่ได้จะเป็นผลปริมาณน้ำท่าเบื้องต้นที่ได้จากการใช้ฝนตรวจวัดและฝนดาวเทียมในการประเมินซึ่งยังไม่ได้มีการปรับเทียบแบบจำลอง โดยผลที่ได้แสดงดังรูปที่ 4.18

จากการเปรียบเทียบของกราฟพบว่า ข้อมูลปริมาณน้ำท่าของฝนดาวเทียมและปริมาณน้ำท่าจากสถานีวัดน้ำฝน ที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ SWAT มีความสอดคล้องใกล้เคียงกัน คือ มีปริมาณน้ำท่ามากในช่วงเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม และมีปริมาณน้ำท่าน้อยในช่วงเดือนพฤศจิกายน-เมษายน เมื่อนำข้อมูลมาตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูลมีค่า $R^2 = 0.972$ ซึ่งอยู่ในช่วงที่มีความน่าเชื่อถือมาก



รูปที่ 4.18 กราฟแสดงค่าความสมเหตุสมผลของข้อมูล

บทที่ 5

สรุปผลและวิจารณ์การศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อมูลและจัดทำฐานข้อมูลด้านอุทกวิทยาของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลองตรวจสอบหาค่าความแตกต่างของปริมาณฝนตรวจวัดและฝนดาวเทียม และประเมินปริมาณน้ำท่าโดยใช้การตั้งค่าแบบจำลอง SWAT เบื้องต้นพร้อมทั้งหาความแตกต่างของปริมาณน้ำท่าที่ประเมินได้จากทั้งสองข้อมูลฝนตรวจวัดกับข้อมูลฝนดาวเทียมดังกล่าว พบว่า

5.1 สรุปผลความแตกต่างข้อมูลฝนตรวจวัดและฝนดาวเทียม

จากการวิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนของฝนตรวจวัดและฝนดาวเทียมในเขตพื้นที่ศึกษา พบว่าข้อมูลของฝนตรวจวัดจะมีค่าปริมาณน้ำฝนในแต่ละวันที่วัดได้จริงซึ่งอาจมีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อย ส่วนข้อมูลฝนดาวเทียมปริมาณน้ำฝนที่ออกมาได้จากการแปลงค่าเชิงภาพเป็นค่าเชิงตัวเลขทำให้ค่าที่คำนวณได้อาจเกิดความคลาดเคลื่อนกว่าที่ไปจริงในแต่ละวันและชุดข้อมูลทั้งสองก่อนการปรับแก้มีช่วงข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่มีค่าเท่ากับ 0 และมีช่วงข้อมูลที่ไม่ได้มีการบันทึกไว้เป็นจำนวนมาก จึงทำให้ต้องมีการปรับแก้ข้อมูลเพื่อลดความคลาดเคลื่อนที่จะเกิดจากข้อมูลที่สูญหาย หลังจากนั้นนำค่าปริมาณน้ำฝนที่ทำการปรับแก้แล้วมาเปรียบเทียบอีกครั้งผลปรากฏว่าข้อมูลทั้งสองมีความใกล้เคียงกัน

5.2 สรุปผลการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ SWAT ในการประเมินปริมาณน้ำท่าฝนดาวเทียม และฝนตรวจวัด

การศึกษาครั้งนี้ได้ตั้งค่าแบบจำลอง SWAT เบื้องต้นเพื่อใช้ในการประเมินปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลองโดยใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Map: DEM), ขอบเขตลุ่มน้ำ (Watershed dataset), เส้นลำน้ำ (Stream data base), ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use) และข้อมูลดิน (Soil) ดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 และจากการนำข้อมูลฝนตรวจวัดและฝนดาวเทียมเข้าสู่แบบจำลอง พบว่าผลการใช้ฝนตรวจวัดและฝนดาวเทียมที่ทำการปรับแก้แล้วในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าโดยใช้โปรแกรม SWAT พบว่าปริมาณน้ำท่าที่แบบจำลองคำนวณออกมามีความใกล้เคียงกันโดยมีค่าความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (R^2) เท่ากับ 0.972 ซึ่งเป็นค่าที่มีความน่าเชื่อถือมาก แสดงให้เห็นว่าข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากฝนดาวเทียมสามารถนำมาใช้ประเมินปริมาณน้ำท่าเบื้องต้นได้ โดยต้องมีการปรับแก้ค่าข้อมูลเพื่อให้ได้ค่าข้อมูลที่ต้องการและมีความน่าเชื่อถือ การใช้ข้อมูลฝนดาวเทียมเหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่ไม่มีสถานีตรวจวัดหรือไม่ได้ทำการบันทึกเก็บข้อมูลไว้

5.3 ข้อเสนอแนะหลักจากการศึกษา

1. ข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่คำนวณได้จากแบบจำลองนี้ยังไม่ใช่ค่าที่สามารถนำไปใช้ได้จริง เนื่องจากยังไม่ได้มีการปรับแก้แบบจำลองและทำการเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำท่าจริงที่วัดได้จากสถานีในพื้นที่ตั้งนั้นในการศึกษาต่อไปควรมีการปรับแก้แบบจำลองก่อนนำไปใช้งานจริงเพื่อให้ข้อมูลที่ได้มีความถูกต้องและมีความน่าเชื่อถือ
2. ข้อจำกัดของแบบจำลอง SWAT คือ ต้องมีการนำเข้าข้อมูลที่มีปริมาณมากและ ในการใช้แบบจำลอง SWAT นั้นการนำเข้าข้อมูลและค่าพารามิเตอร์ต่างๆต้องมีความถูกต้องและครบถ้วน เนื่องจากแบบจำลองมีความอ่อนไหวกับข้อมูลมาก เพราะเป็นปัจจัยหลักที่จะทำให้ค่าข้อมูลต่างหลังจากการคำนวณมีความถูกต้องสมบูรณ์หรือข้อมูลมีความผิดพลาด ที่จะส่งผลต่อการนำข้อมูลไปใช้ในงานด้านๆตามไปด้วย

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2542. โครงการกำหนดนโยบายและแผนการใช้ที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กรมอุตุนิยมวิทยา. 2560. หนังสืออุตุนิยมวิทยา เรื่อง ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา
ที่มา: <https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=65>, 4 มิถุนายน 2560
- ดุสิต มานะจตุติ. 2530. การสำรวจและการประเมินทรัพยากรที่ดิน. ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ทองศักดิ์ และคณะ. 2557. การประเมินฝนจากเรดาร์ในพื้นที่ลุ่มน้ำที่ไม่มีสถานีวัด. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏ
สกลนคร ; 6 (12) : กรกฎาคม - ธันวาคม 2557.
ที่มา: https://www.tci-thaijo.org/index.php/snru_journal/article/download/26430/22440.
22 พฤษภาคม 2560
- นิรนาม. ม.ป.ป. GIS สำหรับวิศวกรรมชลประทาน
ที่มา: https://lookaside.fbssbx.com/file/GIS%20concepts.pdf?token=AWzP4V_LayyBZrkf01RdZn3tiC3edO7rUpDLLkUS83AyJr6rdaDmndUL4bSOHV6gcQCyoGgLDLLbvRNr6ihfyx7AJN9wW-9HWY5CObh6lmMp-zlyYuuqWQr--GhYk-lgMDtrH0WRD3IX-zp_KUHy-8saE. 24 พฤศจิกายน 2559
- นิรนาม. ม.ป.ป. เขตอำเภอในลุ่มน้ำแม่กลอง
ที่มา: https://cdn.fbssbx.com/v/t59.270821/14314360_899699986839998_730756700_n.pdf
. 14 ตุลาคม 2559
- บัณฑิตา และ อรอนงค์ . 2557. เอกสารประกอบการอบรมการใช้โปรแกรม ARCSWAT 2012.
ที่มา: https://cdn.fbssbx.com/v/t59.270821/18282088_1074390226037639_6715726209667301376_n.pdf/SWAT_UserGuide_Thai.pdf?oh=3e1bcc22a59822b58eb15f7ac7eab9b8&oe=595287E8&dl=1, 20 พฤษภาคม 2560

- ประจักษ์ และ กมล. 2558. การประมาณค่าปริมาณฝนด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง ที่มา: http://www.satda.tmd.go.th/RadarSat_Document//Kamol_MaeKlong.pdf. 22 พฤษภาคม 2560
- ปิยะวัฒน์ วุฒิชัยกิจเจริญ. 2556. การทำนายปริมาณตะกอนในลุ่มน้ำภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินโดยใช้โปรแกรม SWAT. การประชุมวิชาการวิศวกรรมแหล่งน้ำแห่งชาติ ครั้งที่ 5. ณ โรงแรมเลอ เมอริเดียน เชียงราย รีสอร์ท. 5 – 6 กันยายน 2556
ที่มา: <http://repository.rmutl.ac.th/bitstream/handle/123456789/205/20SWAT%202556.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. 26 ตุลาคม 2559
- ภรณ์ยุ มะลิพรหม. 2557. การประเมินปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำปิงตอนบนจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินด้วยแบบจำลอง SWAT. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 19 (ISBN: 9786162233715) ณ จังหวัดขอนแก่น ราชอาณาจักรไทย. 14 - 16 พฤษภาคม 2014
ที่มา: <https://research.rdi.ku.ac.th/forest/Present.aspx?PresentID=17904>. 6 มีนาคม 2560
- วณิชฐา และ จิตรภาพร. 2558. การประมาณค่าฝนเชิงพื้นที่จากภาพดาวเทียม GSDMap ในพื้นที่ภาคใต้ ที่มา: <http://irre.ku.ac.th/project/pdf/255807.pdf>. 22 พฤษภาคม 2560
- วิโรจน์ กิมมาลา และ เอกสิทธิ์ โขสิตสกุลชัย. 2555. การประเมินปริมาณการไหลในพื้นที่ลุ่มน้ำเขโคนสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 17, ณ โรงแรม เซ็นทาราแกรนด์คอนเวนชั่นเซ็นเตอร์ อุตรธานี
- ศรายุทธ วงษาศรี. 2552. การประเมินปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำพอง โดยใช้แบบจำลอง SWAT
ที่มา: http://www.rid.go.th/thaicid/_5_article/6symposium/07.pdf. 5 กุมภาพันธ์ 2560
- สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน). 2555, การดำเนินการด้านการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล โครงการพัฒนาระบบคลังข้อมูล 25 ลุ่มน้ำหลัก และแบบจำลองน้ำท่วมน้ำแล้ง, เรื่อง ลุ่มแม่น้ำกลอง. ที่มา: <http://www.thaiwater.net/web/attachments/25basins/14-maeklong.pdf>, 21 กันยายน 2559

สัจชัย เอี่ยมประเสริฐ. 2554. การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวัน ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ บริเวณพื้นที่ราบลุ่มน้ำเจ้าพระยา ที่มา:

<http://libdcms.nida.ac.th/thesis6/2554/b174615.pdf>. 8 มิถุนายน 2560

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)

ที่มา:<http://www.rmutphysics.com/charud/oldnews/201/sattlelite/5.htm> , 4 มิถุนายน 2560

สุบรร ผลกะสิ. 2559.ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนดาวเทียมกับฝนสถานีในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี(ISSN 1686-8420) ปีที่ 15 ฉบับที่ 1(2559). ที่มา:

<http://www.journal.rmutt.ac.th:8080/index.php/research-mutt/article/view/517/457>. 26 กุมภาพันธ์ 2560

สุพิชฌาย์ และ จินตนา. 2553. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการกำหนดพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย จังหวัดอ่างทอง

ที่มา:<https://www.tcithaijo.org/index.php/JEM/article/viewFile/29070/24983>. 8 มิถุนายน 2560

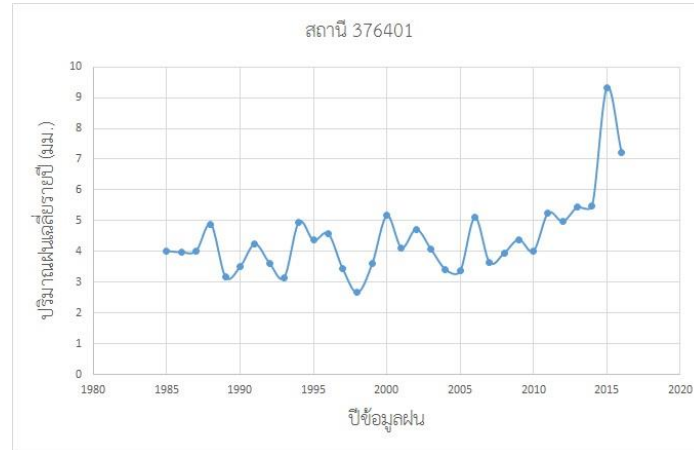
สุภักดิ์ กุลโท. 2559. การประมาณปริมาณน้ำท่าจากข้อมูลการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ อาศัยแบบจำลอง CA-Markov โดยแบบจำลอง SWAT: กรณีศึกษาลุ่มน้ำย่อยห้วยตุงลุงในลุ่มน้ำมูล ที่มา:
<http://sutir.sut.ac.th:8080/sutir/bitstream/123456789/4885/1/Fulltext.pdf>. 26 ตุลาคม 2559

J.G. Arnold, J.R. Kiniry, R. Srinivasan. J.R. Williams, E.B. Haney and S.L. Neitsch ND. Soil & Water Assessment Tool : Input/Output Documentation Version 2012

ที่มา:<http://swat.tamu.edu/media/69296/SWAT-IO-Documentation-2012.pdf>. 22 April 2016

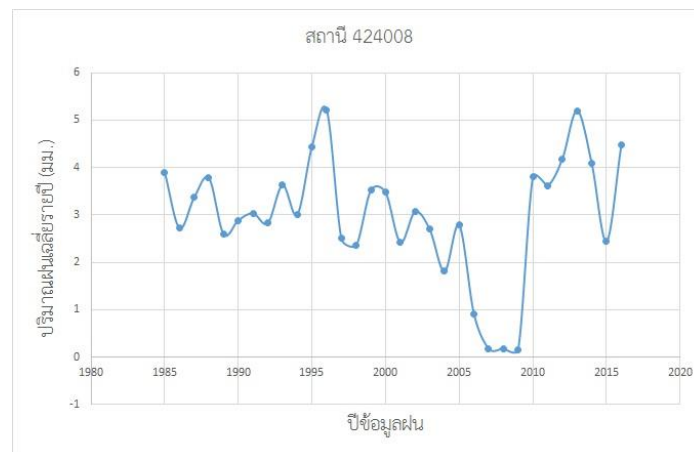
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.



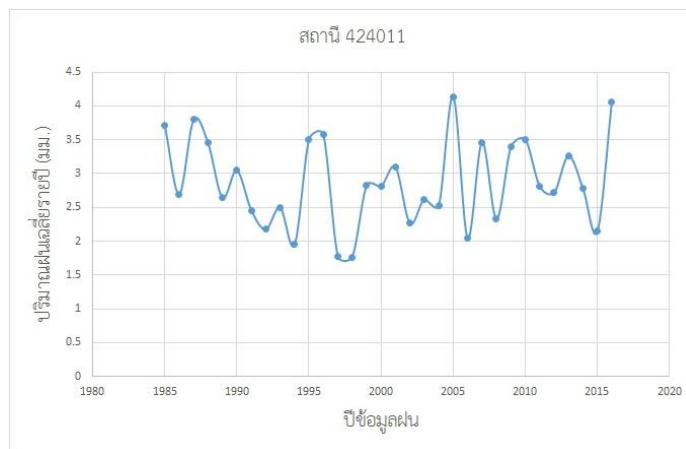
รูปที่ ก-1 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของสถานี 376401

สถานีตรวจวัดรหัส 376401 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 9.32 มิลลิเมตร ในปี 2015 ปริมาณน้ำฝนต่ำสุด 2.66 มิลลิเมตร ในปี 1998 ดังรูปที่ ก-1



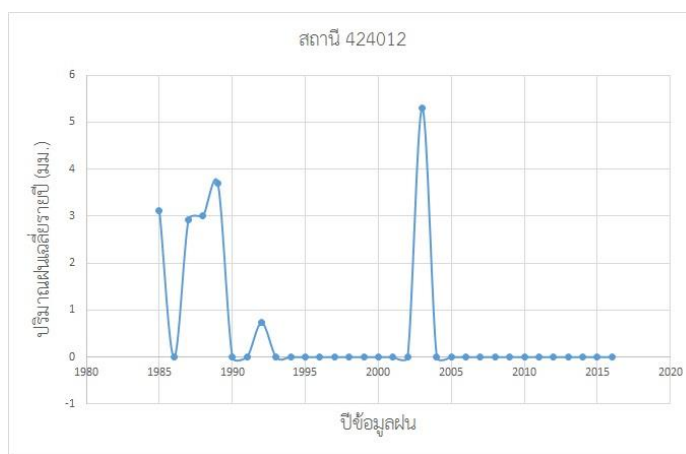
รูปที่ ก-2 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของสถานี 424008

สถานีตรวจวัดรหัส 424008 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 5.21 มิลลิเมตร ในปี 1996 ปริมาณน้ำฝนต่ำสุด 0.16 มิลลิเมตร ในปี 2009 ดังรูปที่ ก-2



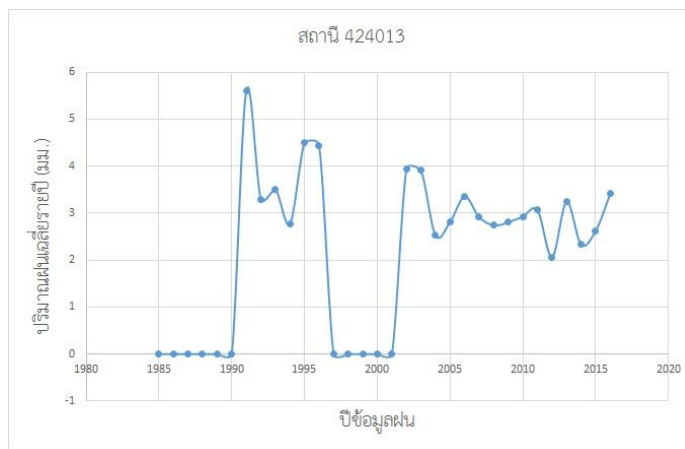
รูปที่ ก-3 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของสถานี 424011

สถานีตรวจวัดรหัส 424011 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 4.14 มิลลิเมตร ในปี 2005 ปริมาณน้ำฝนต่ำสุด 1.76 มิลลิเมตร ในปี 1998 ดังรูปที่ ก-3



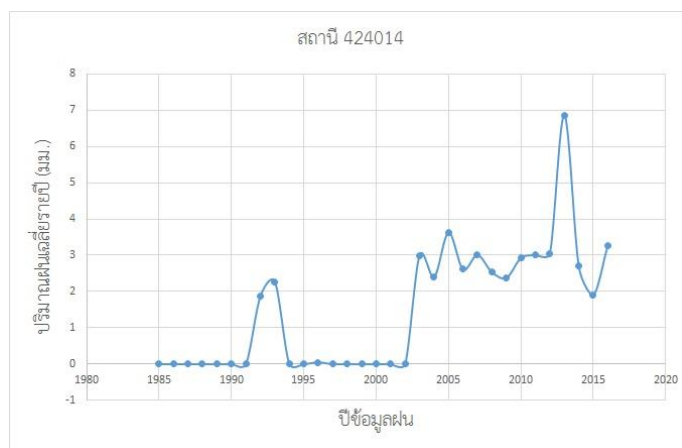
รูปที่ ก-4 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของสถานี 424012

สถานีตรวจวัดรหัส 424012 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 5.30 มิลลิเมตร ในปี 2003 ปริมาณน้ำฝนต่ำสุด 0.73 มิลลิเมตร ในปี 1992 โดยมีข้อมูลขาดหาย 26 ข้อมูลในปี 1986, 1990, 1991, ช่วงปี 1993 – 2002 และ 2004 – 2016 ดังรูปที่ ก-4



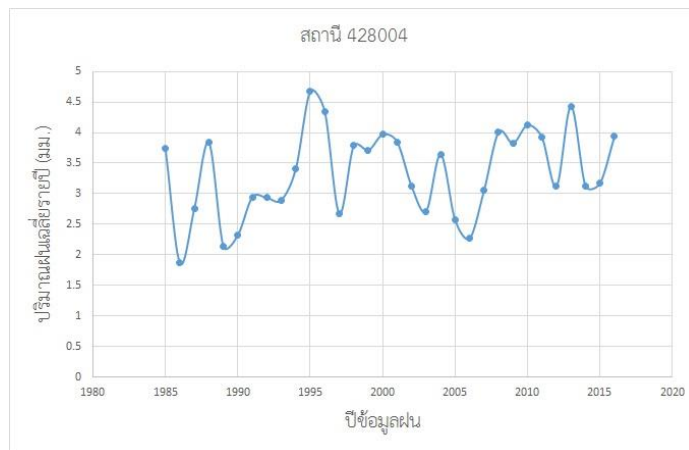
รูปที่ ก-5 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของสถานี 424013

สถานีตรวจวัดรหัส 424013 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 5.61 มิลลิเมตร ในปี 1991 ปริมาณน้ำฝนต่ำสุด 2.06 มิลลิเมตร ในปี 2012 โดยมีข้อมูลขาดหาย 11 ข้อมูลในช่วงปี 1985 – 1990 และ 1997 – 2001 ดังรูปที่ ก-5



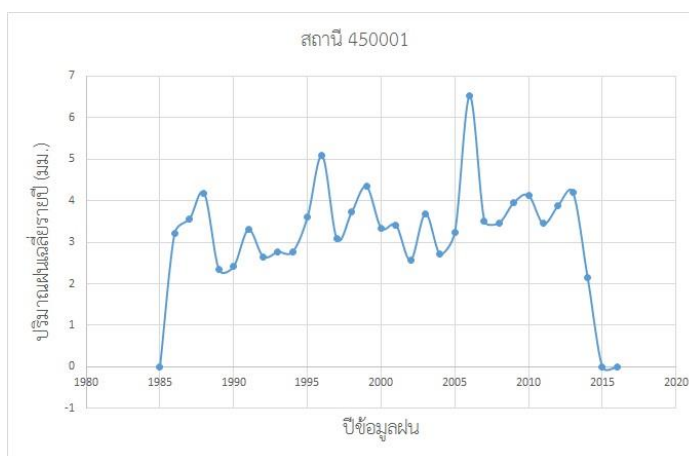
รูปที่ ก-6 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของสถานี 424014

สถานีตรวจวัดรหัส 424014 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 6.86 มิลลิเมตร ในปี 2013 ปริมาณน้ำฝนต่ำสุด 1.87 มิลลิเมตร ในปี 1992 โดยมีข้อมูลขาดหาย 16 ข้อมูลในช่วงปี 1985 – 1991 และ 1994 – 2002 ดังรูปที่ ก-6



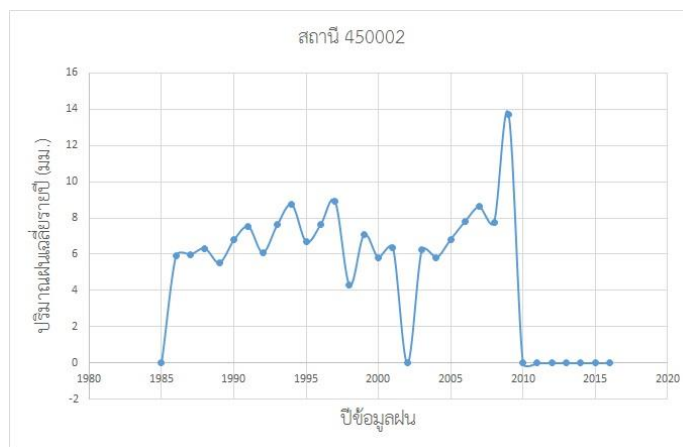
รูปที่ ก-7 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของสถานี 428004

สถานีตรวจวัดรหัส 428004 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 4.68 มิลลิเมตร ในปี 1995 ปริมาณน้ำฝนต่ำสุด 1.87 มิลลิเมตร ในปี 1986 ดังรูปที่ ก-7



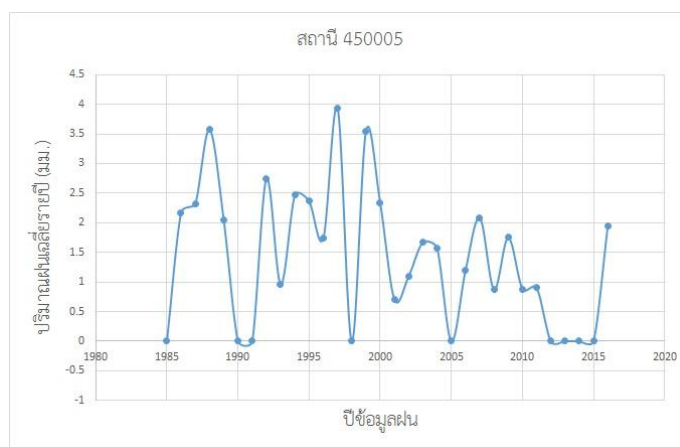
รูปที่ ก-8 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของสถานี 450001

สถานีตรวจวัดรหัส 450001 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 6.52 มิลลิเมตร ในปี 2006 ปริมาณน้ำฝนต่ำสุด 2.15 มิลลิเมตร ในปี 2014 โดยมีข้อมูลขาดหาย 3 ข้อมูลในปี 1985, 2015, 2016 ดังรูปที่ ก-8



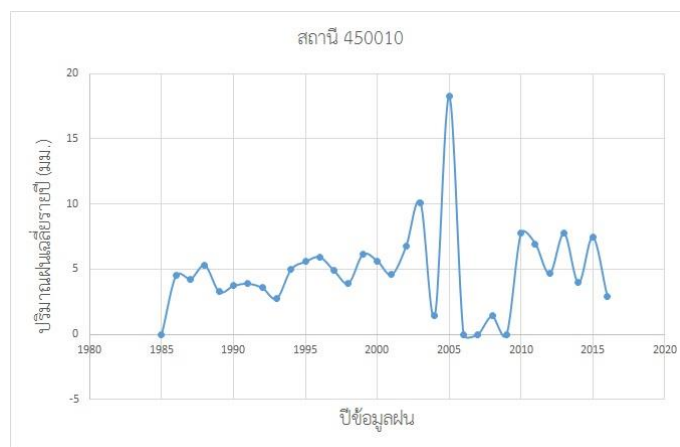
รูปที่ ก-9 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของสถานี 450002

สถานีตรวจวัดรหัส 450002 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 13.73 มิลลิเมตร ในปี 2009 ปริมาณน้ำฝนต่ำสุด 4.30 มิลลิเมตร ในปี 1998 โดยมีข้อมูลขาดหาย 9 ข้อมูลในปี 1985 และช่วงปี 2010 – 2016 ดังรูปที่ ก-9



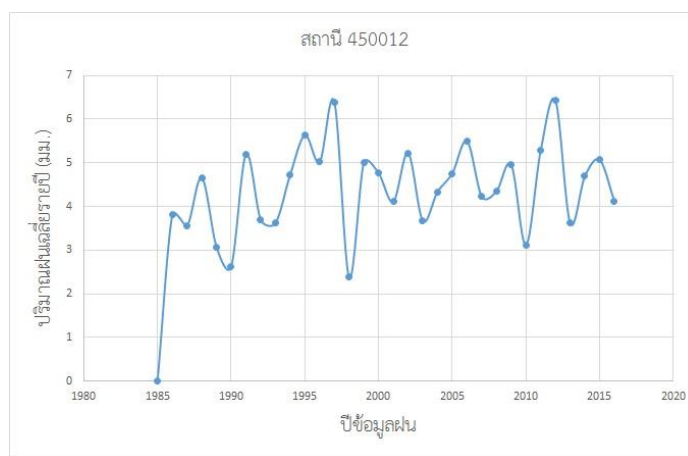
รูปที่ ก-10 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของสถานี 450005

สถานีตรวจวัดรหัส 450005 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 3.94 มิลลิเมตร ในปี 1997 ปริมาณน้ำฝนต่ำสุด 0.71 มิลลิเมตร ในปี 2001 โดยมีข้อมูลขาดหาย 9 ข้อมูลในปี 1985, 1990, 1991, 1998, 2005 และช่วงปี 2011 – 2015 ดังรูปที่ ก-10



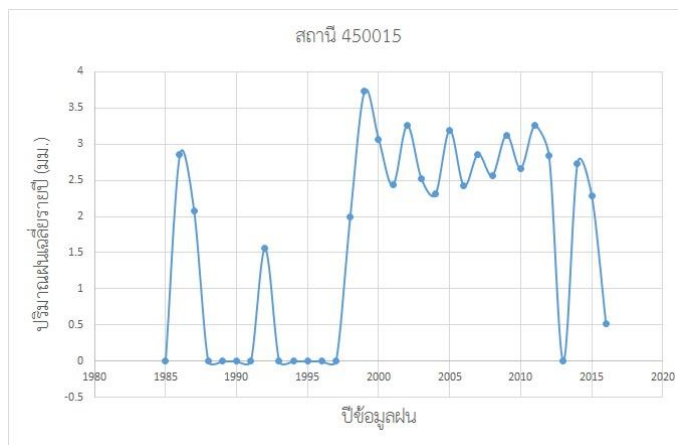
รูปที่ ก-11 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของสถานี 450010

สถานีตรวจวัดรหัส 450010 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 18.26 มิลลิเมตร ในปี 2005 ปริมาณน้ำฝนต่ำสุด 1.40 มิลลิเมตร ในปี 2008 โดยมีข้อมูลขาดหาย 4 ข้อมูลในปี 1985, 2006, 2007 และ 2009 ดังรูปที่ ก-11



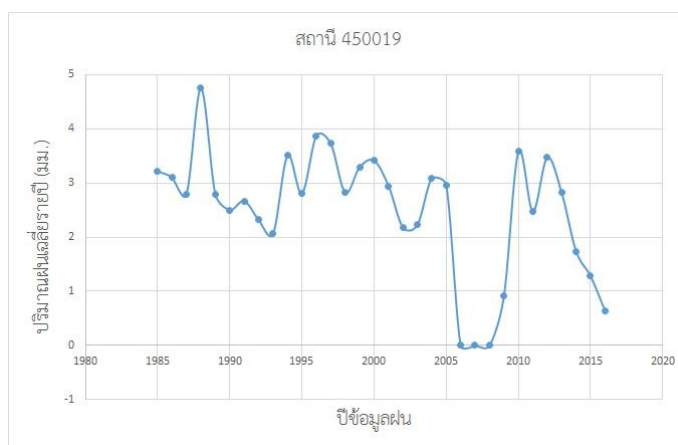
รูปที่ ก-12 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของสถานี 450012

สถานีตรวจวัดรหัส 450012 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 6.43 มิลลิเมตร ในปี 2012 ปริมาณน้ำฝนต่ำสุด 2.37 มิลลิเมตร ในปี 1998 โดยมีข้อมูลขาดหาย 1 ข้อมูลในปี 1985 ดังรูปที่ ก-12



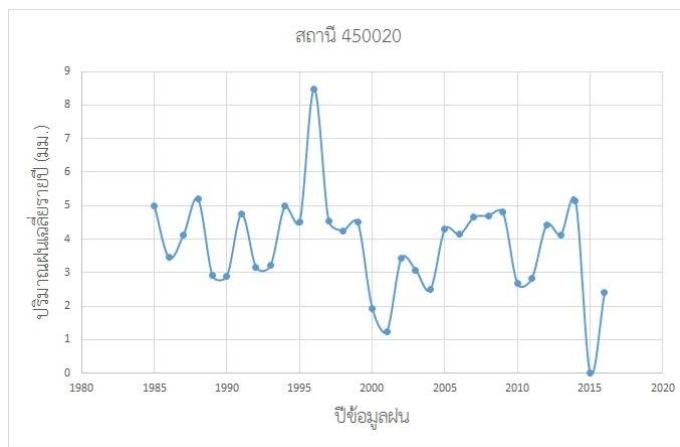
รูปที่ ก-13 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของสถานี 450015

สถานีตรวจวัดรหัส 450015 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 3.72 มิลลิเมตร ในปี 1999 ปริมาณน้ำฝนต่ำสุด 0.33 มิลลิเมตร ในปี 2016 โดยมีข้อมูลขาดหาย 11 ข้อมูลในปี 1985, 2013 และช่วงปี 1988 – 1991 กับช่วง 1993 - 1997 ดังรูปที่ ก-13



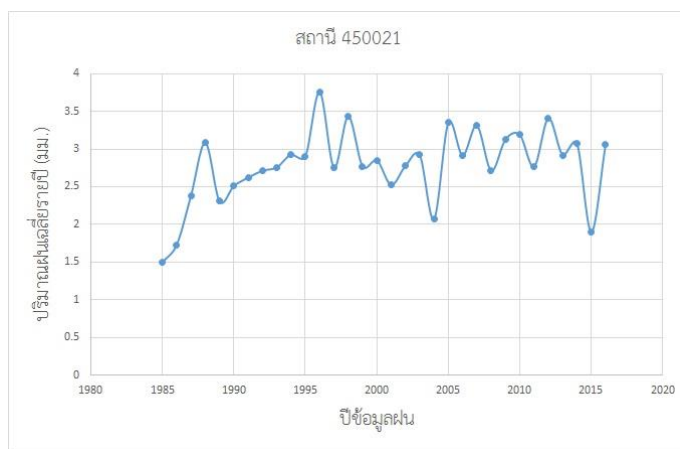
รูปที่ ก-14 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของสถานี 450019

สถานีตรวจวัดรหัส 450019 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 4.73 มิลลิเมตร ในปี 1988 ปริมาณน้ำฝนต่ำสุด 0.67 มิลลิเมตร ในปี 2016 โดยมีข้อมูลขาดหาย 3 ข้อมูลในช่วงปี 2006 - 2008 ดังรูปที่ ก-14



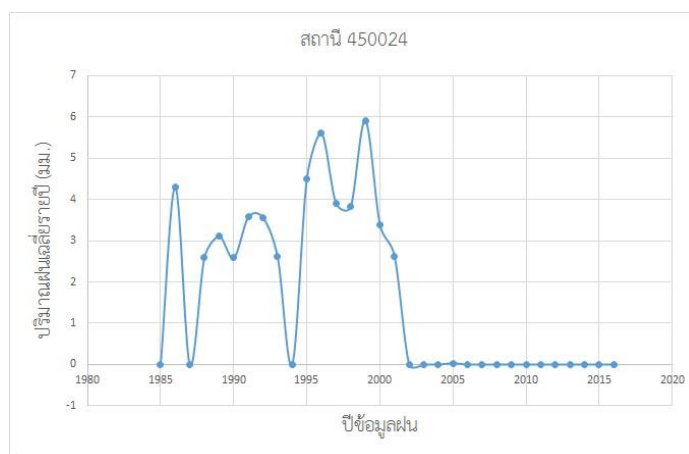
รูปที่ ก-15 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของสถานี 450020

สถานีตรวจวัดรหัส 450020 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 8.48 มิลลิเมตร ในปี 1996 ปริมาณน้ำฝนต่ำสุด 1.24 มิลลิเมตร ในปี 2001 โดยมีข้อมูลขาดหาย 1 ข้อมูลในปี 2015 ดังรูปที่ ก-15



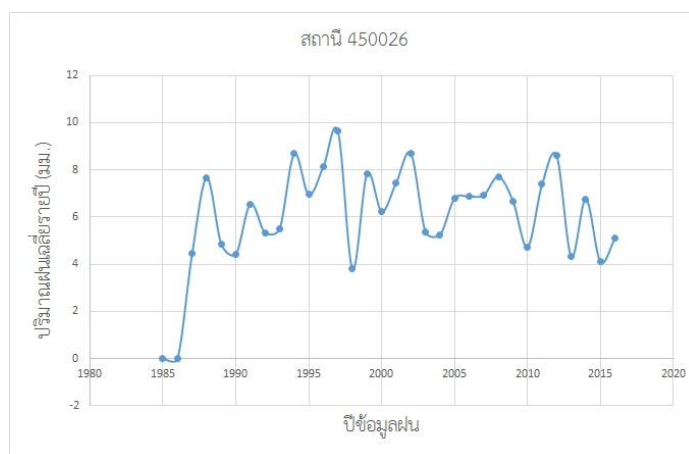
รูปที่ ก-16 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของสถานี 450021

สถานีตรวจวัดรหัส 450021 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 3.76 มิลลิเมตร ในปี 1996 ปริมาณน้ำฝนต่ำสุด 1.50 มิลลิเมตร ในปี 1985 ดังรูปที่ ก-16



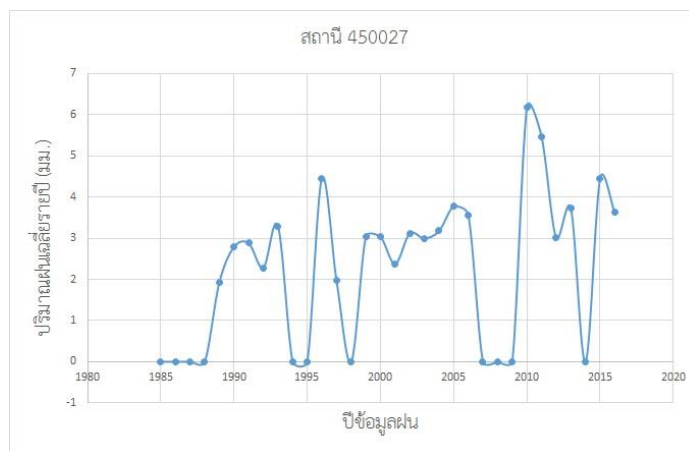
รูปที่ ก-17 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของสถานี 450024

สถานีตรวจวัดรหัส 450024 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 5.91 มิลลิเมตร ในปี 1999 ปริมาณน้ำฝนต่ำสุด 0.03 มิลลิเมตร ในปี 2005 โดยมีข้อมูลขาดหาย 17 ข้อมูลในปี 1985, 1987, 1994 ช่วงปี 2002 – 2004 และช่วงปี 2006 - 2016 ดังรูปที่ ก-17



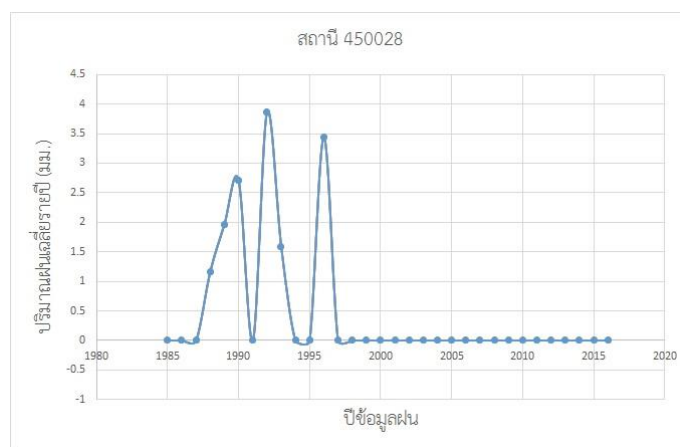
รูปที่ ก-18 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของสถานี 450026

สถานีตรวจวัดรหัส 450026 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 9.64 มิลลิเมตร ในปี 1997 ปริมาณน้ำฝนต่ำสุด 3.80 มิลลิเมตร ในปี 1998 โดยมีข้อมูลขาดหาย 2 ข้อมูลในปี 1985 และปี 1986 ดังรูปที่ ก-18



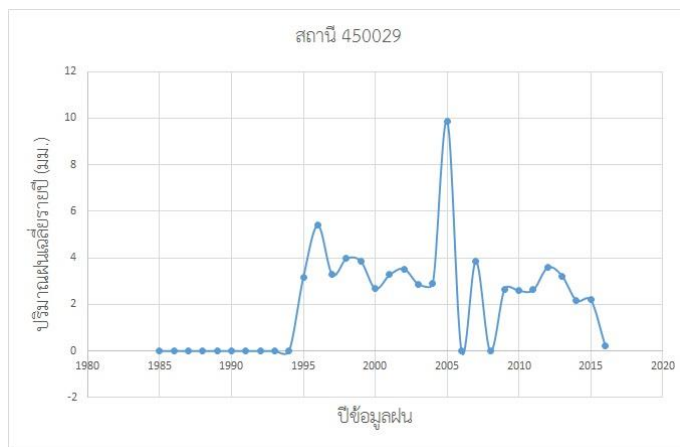
รูปที่ ก-19 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของสถานี 450027

สถานีตรวจวัดรหัส 450027 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 6.18 มิลลิเมตร ในปี 2010 ปริมาณน้ำฝนต่ำสุด 1.93 มิลลิเมตร ในปี 1989 โดยมีข้อมูลขาดหาย 11 ข้อมูลในปี 1985, 1986, 1987, 1988, 1994, 1995, 1998, 2007, 2008, 2009 และ 2014 ดังรูปที่ ก-19



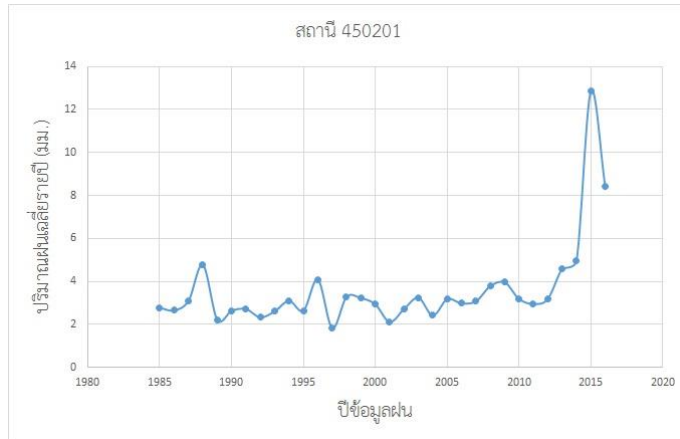
รูปที่ ก-20 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของสถานี 450028

สถานีตรวจวัดรหัส 450028 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 3.86 มิลลิเมตร ในปี 1992 ปริมาณน้ำฝนต่ำสุด 1.16 มิลลิเมตร ในปี 1988 โดยมีข้อมูลขาดหาย 26 ข้อมูลในปี 1991, 1994, 1995, และช่วงปี 1985 – 1987 , 1997 – 2016 ดังรูปที่ ก-20



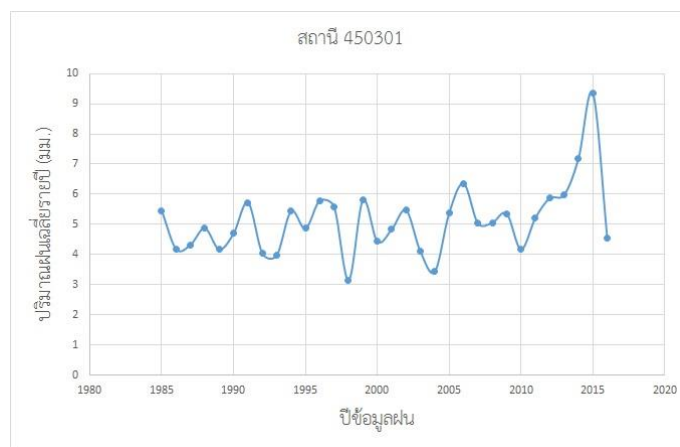
รูปที่ ก-21 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของสถานี 450029

สถานีตรวจวัดรหัส 450029 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 9.88 มิลลิเมตร ในปี 2005 ปริมาณน้ำฝนต่ำสุด 0.23 มิลลิเมตร ในปี 2016 โดยมีข้อมูลขาดหาย 12 ข้อมูลในช่วงปี 1985 – 1994 และปี 2006 กับปี 2008 ดังรูปที่ ก-21



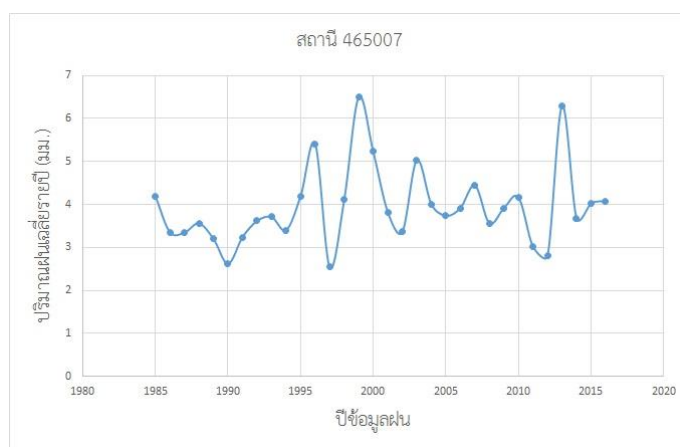
รูปที่ ก-22 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของสถานี 450201

สถานีตรวจวัดรหัส 450201 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 12.85 มิลลิเมตร ในปี 2015 ปริมาณน้ำฝนต่ำสุด 1.83 มิลลิเมตร ในปี 1997 ดังรูปที่ ก-22



รูปที่ ก-23 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของสถานี 450301

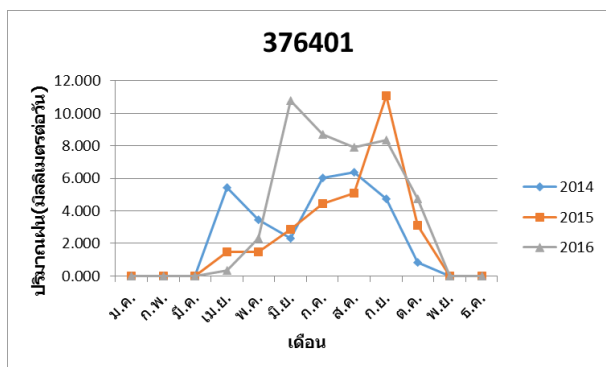
สถานีตรวจวัดรหัส 451301 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 8.70 มิลลิเมตร ในปี 2015 ปริมาณน้ำฝนต่ำสุด 2.04 มิลลิเมตร ในปี 2004 โดยมีข้อมูลขาดหาย 12 ข้อมูลในปี 2005, 2016 และช่วงปี 1986 - 1995 ดังรูปที่ ก-23



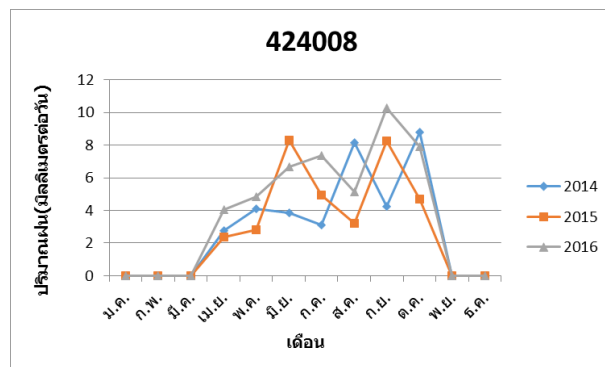
รูปที่ ก-24 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของสถานี 465007

สถานีตรวจวัดรหัส 465007 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด 6.50 มิลลิเมตร ในปี 1999 ปริมาณน้ำฝนต่ำสุด 2.54 มิลลิเมตร ในปี 1997 ดังรูปที่ ก-24

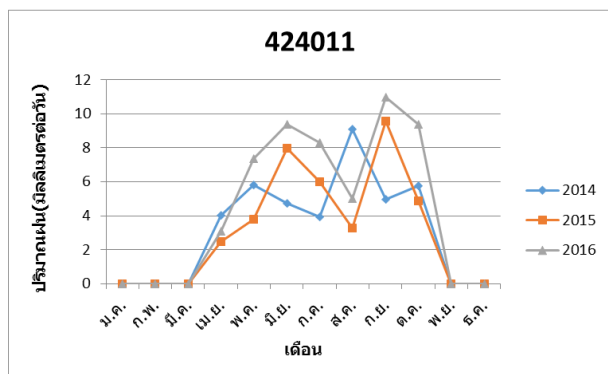
ภาคผนวก ข.



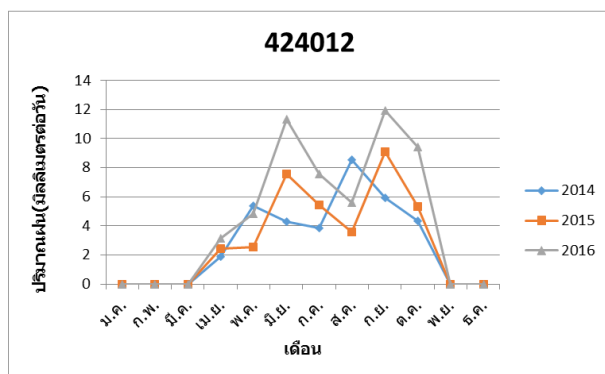
รูปที่ ข-1 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนระหว่างปี 2014-2016 ของสถานี 376401



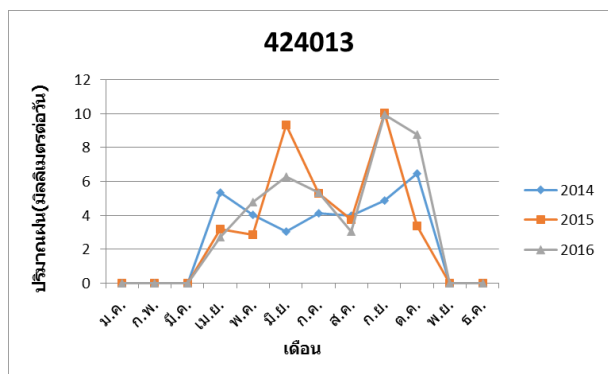
รูปที่ ข-2 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนระหว่างปี 2014-2016 ของสถานี 424008



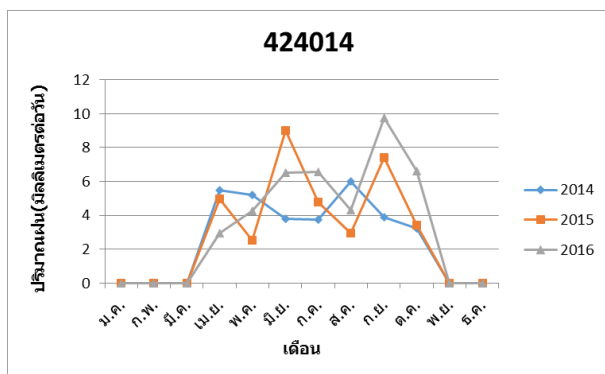
รูปที่ ข-3 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนระหว่างปี 2014-2016 ของสถานี 424011



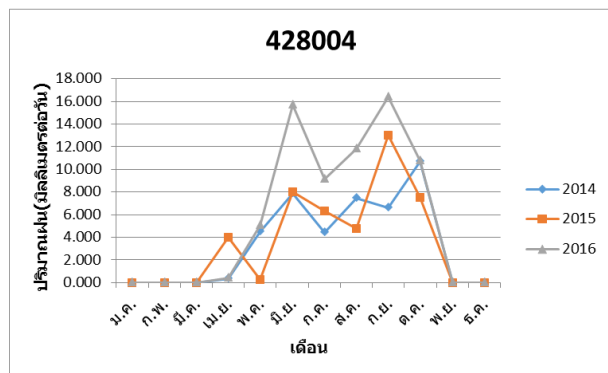
รูปที่ ข-4 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนระหว่างปี 2014-2016 ของสถานี 424012



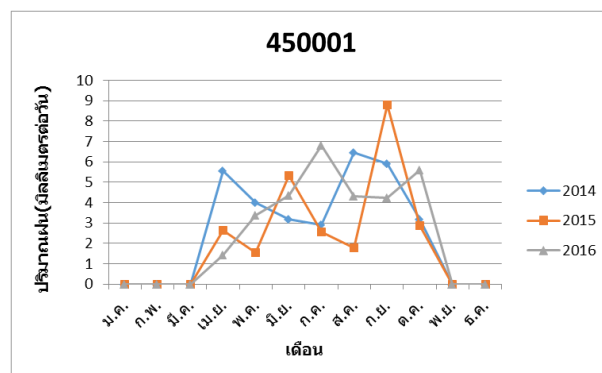
รูปที่ ข-5 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนระหว่างปี 2014-2016 ของสถานี 424013



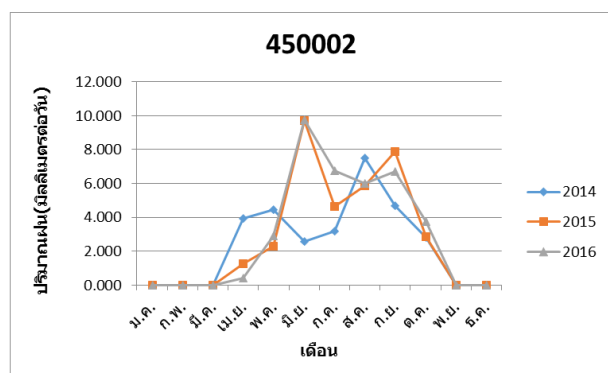
รูปที่ ข-6 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนระหว่างปี 2014-2016 ของสถานี 424014



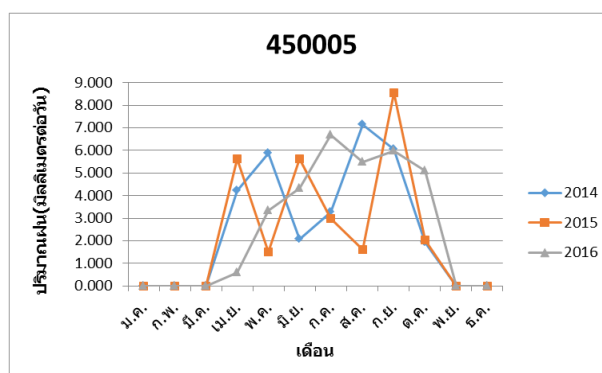
รูปที่ ข-7 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนระหว่างปี 2014-2016 ของสถานี 428004



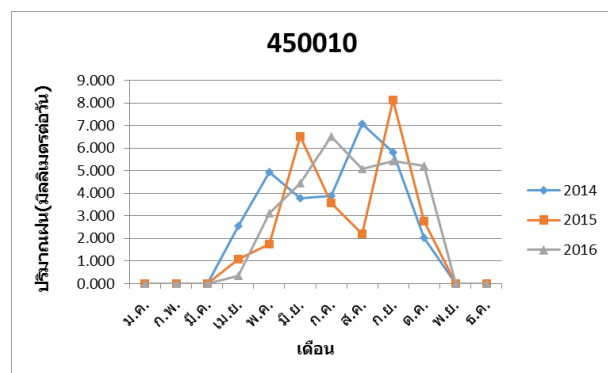
รูปที่ ข-8 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนระหว่างปี 2014-2016 ของสถานี 450001



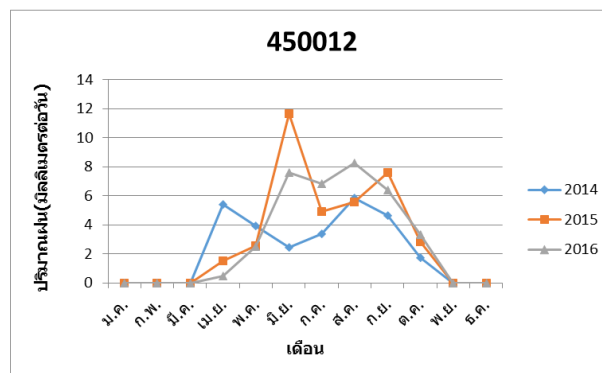
รูปที่ ข-9 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนระหว่างปี 2014-2016 ของสถานี 450002



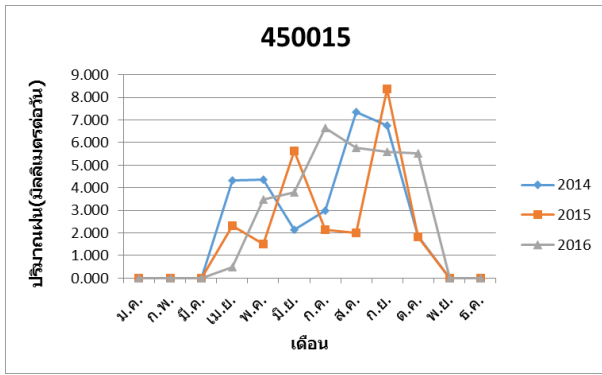
รูปที่ ข-10 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนระหว่างปี 2014-2016 ของสถานี 450005



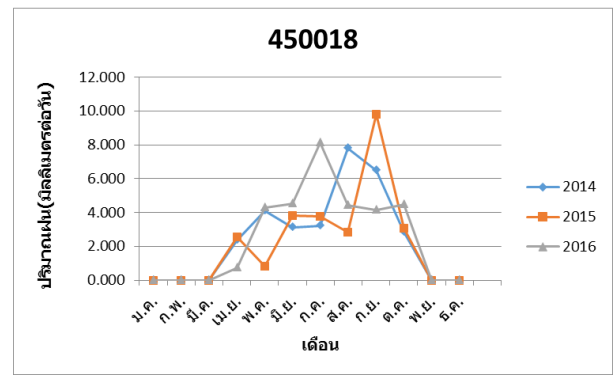
รูปที่ ข-11 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนระหว่างปี 2014-2016 ของสถานี 450010



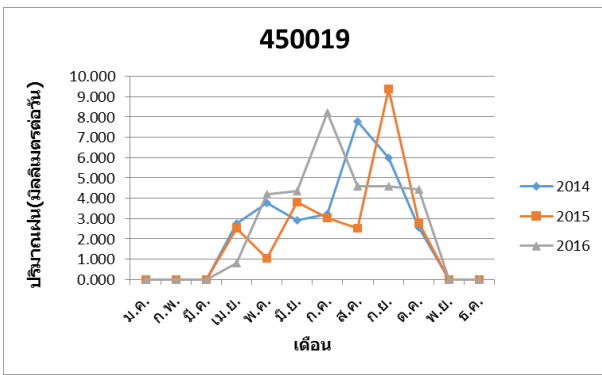
รูปที่ ข-12 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนระหว่างปี 2014-2016 ของสถานี 450012



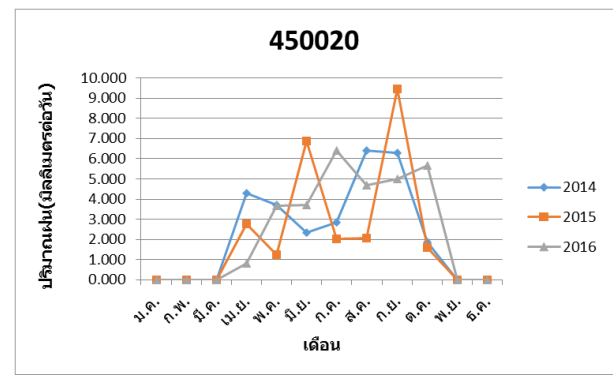
รูปที่ ข-13 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนระหว่างปี 2014-2016 ของสถานี 450015



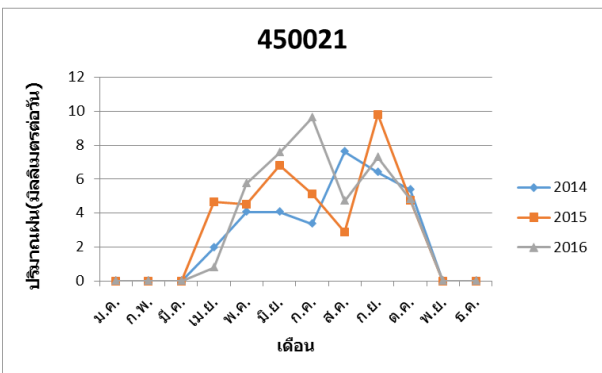
รูปที่ ข-14 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนระหว่างปี 2014-2016 ของสถานี 450018



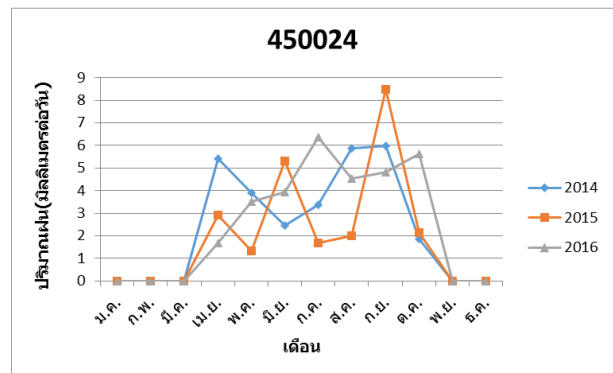
รูปที่ ข-15 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนระหว่างปี 2014-2016 ของสถานี 450019



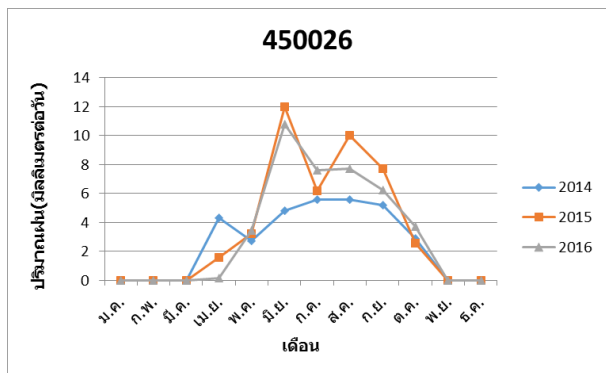
รูปที่ ข-16 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนระหว่างปี 2014-2016 ของสถานี 450020



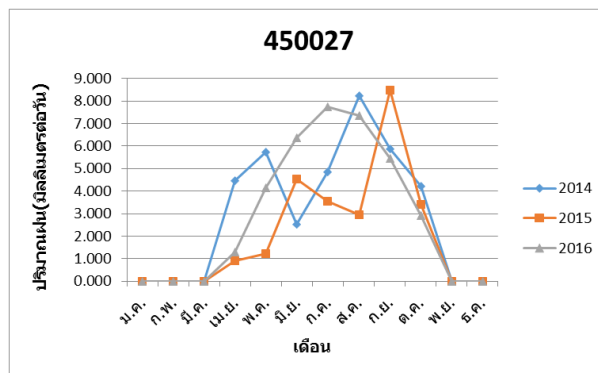
รูปที่ ข-17 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนระหว่างปี 2014-2016 ของสถานี 450021



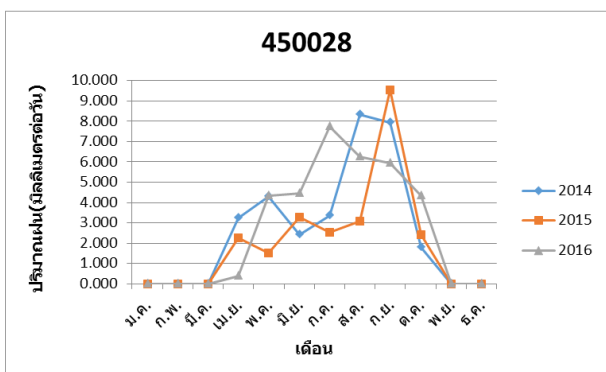
รูปที่ ข-18 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนระหว่างปี 2014-2016 ของสถานี 450027



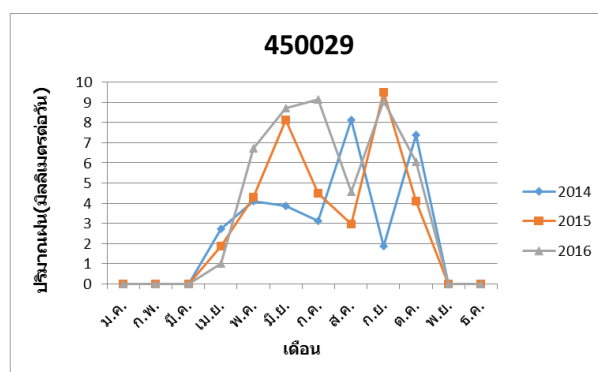
รูปที่ ข-19 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนระหว่างปี 2014-2016 ของสถานี 450026



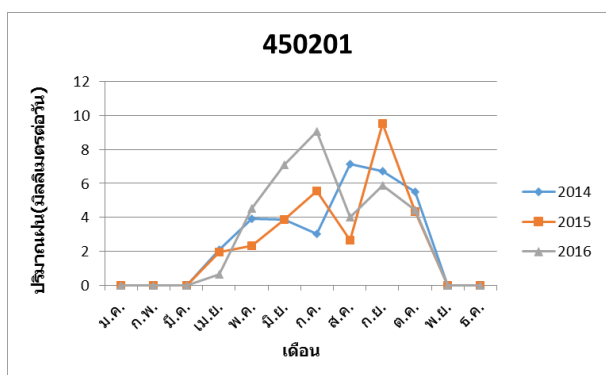
รูปที่ ข-20 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนระหว่างปี 2014-2016 ของสถานี 450027



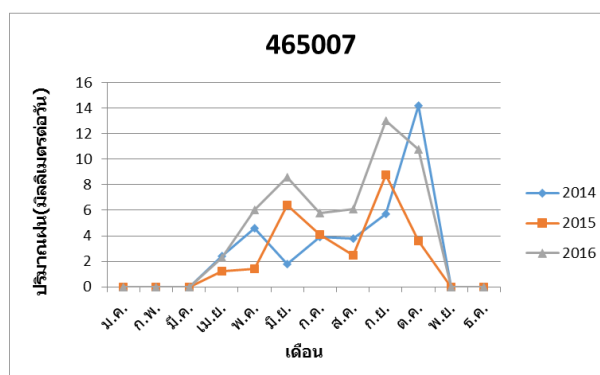
รูปที่ ข-21 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนระหว่างปี 2014-2016 ของสถานี 450028



รูปที่ ข-22 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนระหว่างปี 2014-2016 ของสถานี 450029

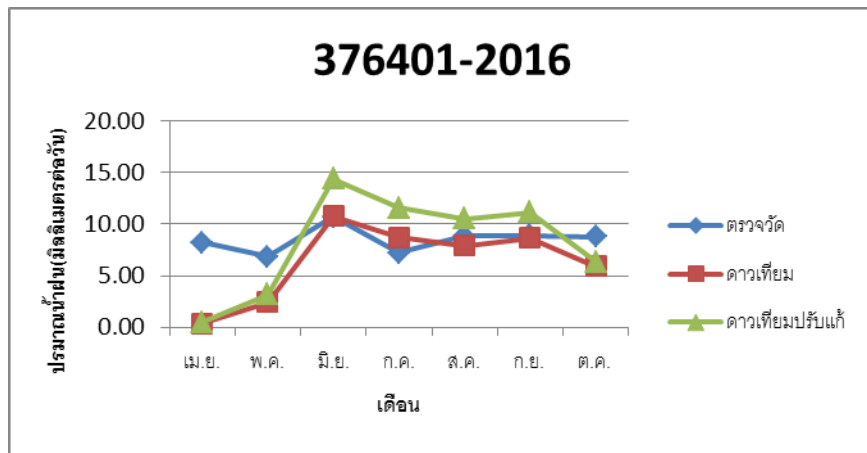
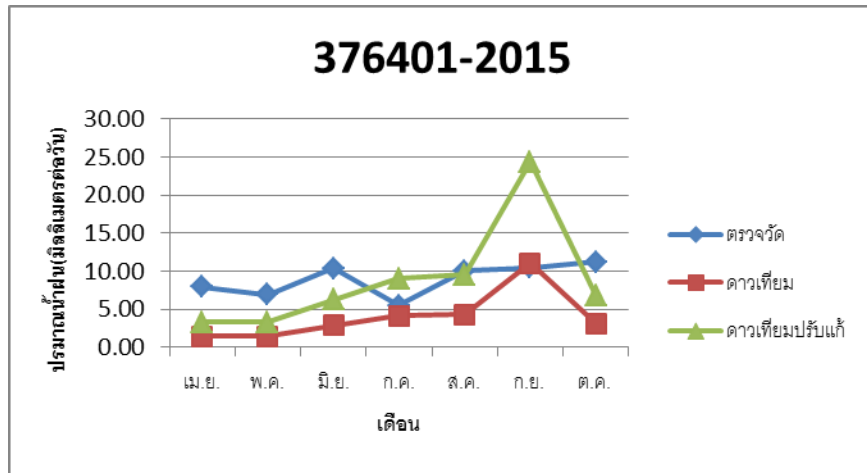
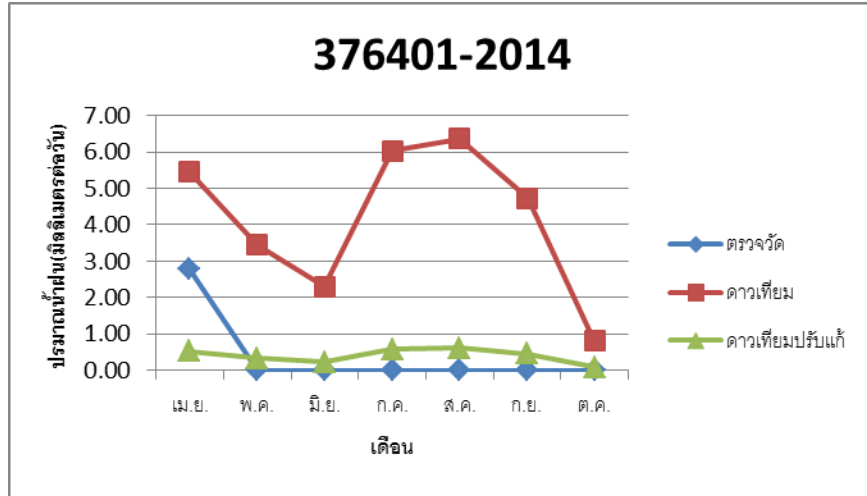


รูปที่ ข-23 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนระหว่างปี 2014-2016 ของสถานี 450201

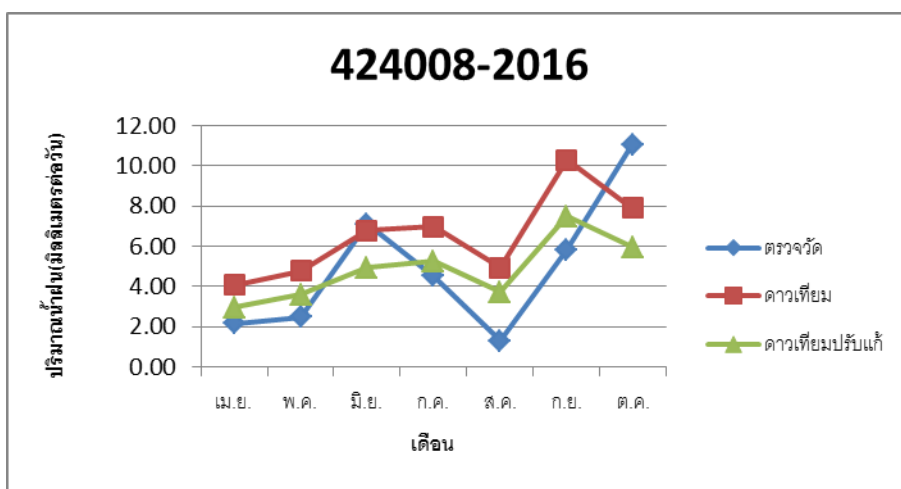
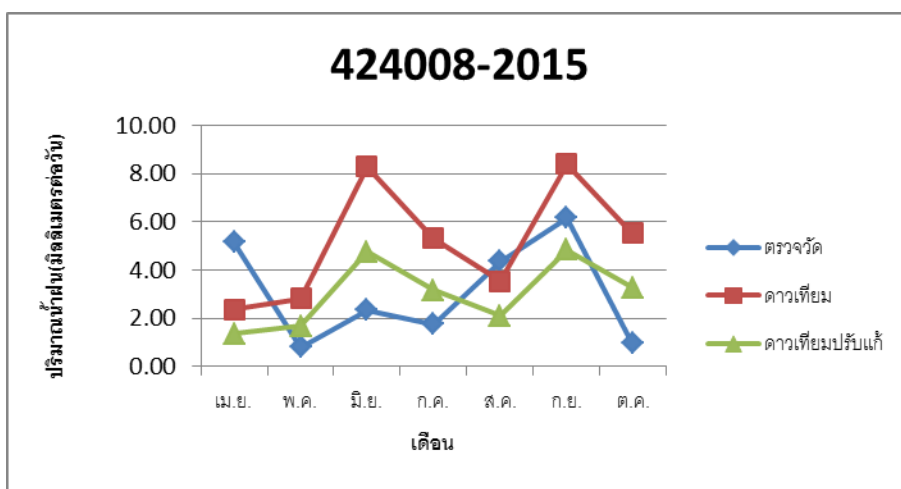
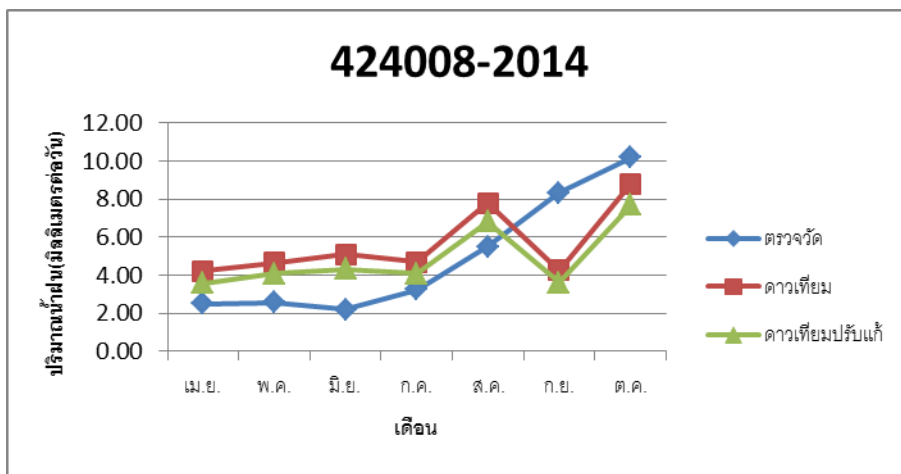


รูปที่ ข-24 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนระหว่างปี 2014-2016 ของสถานี 465007

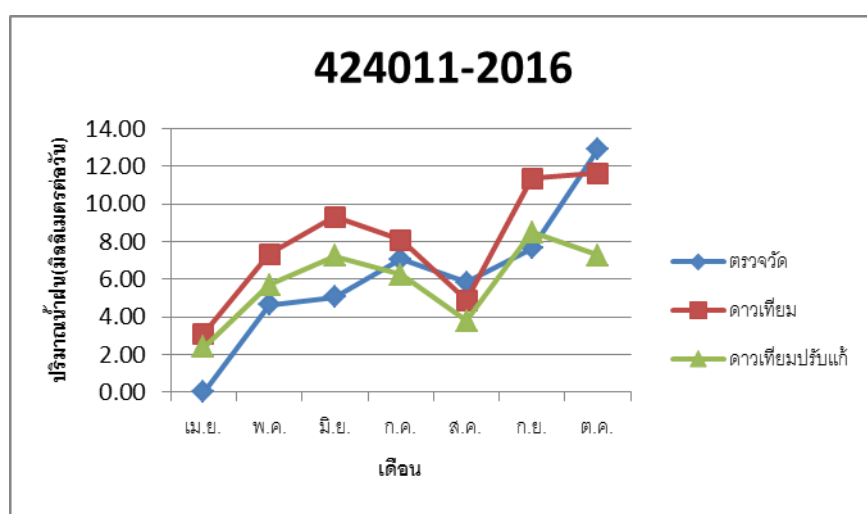
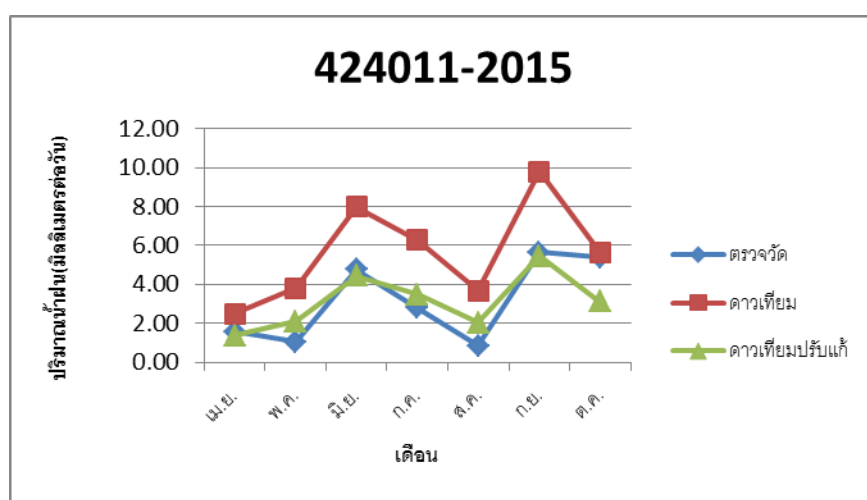
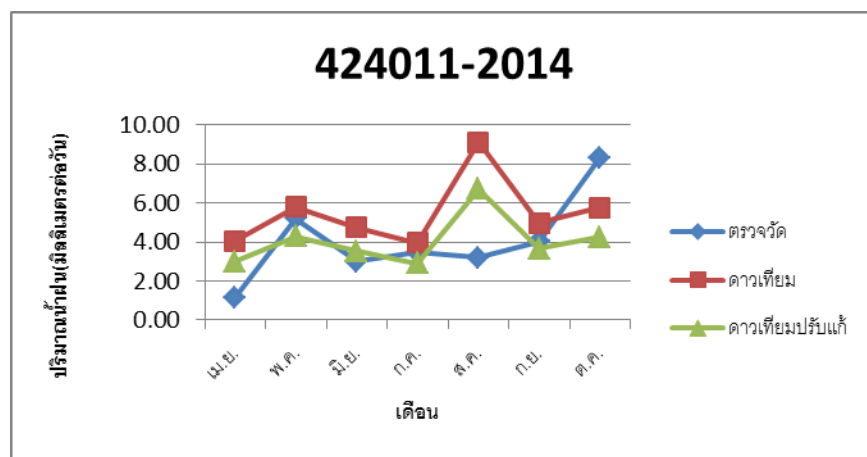
ภาคผนวก ค.



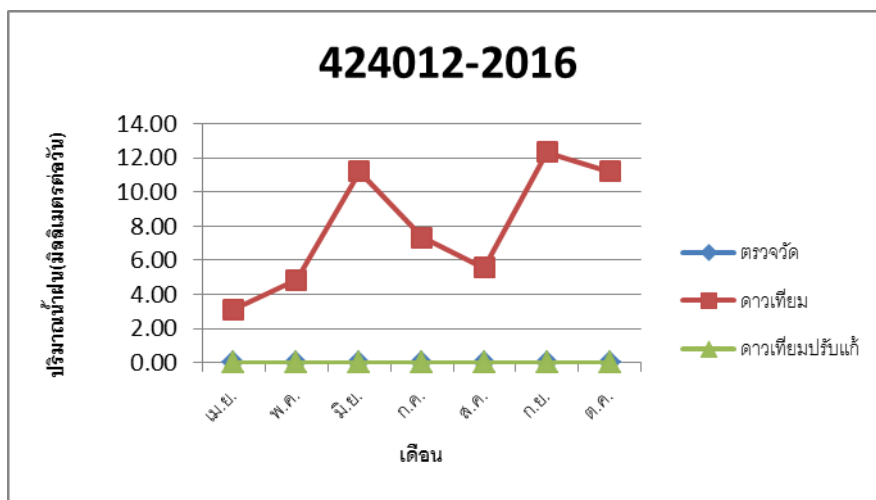
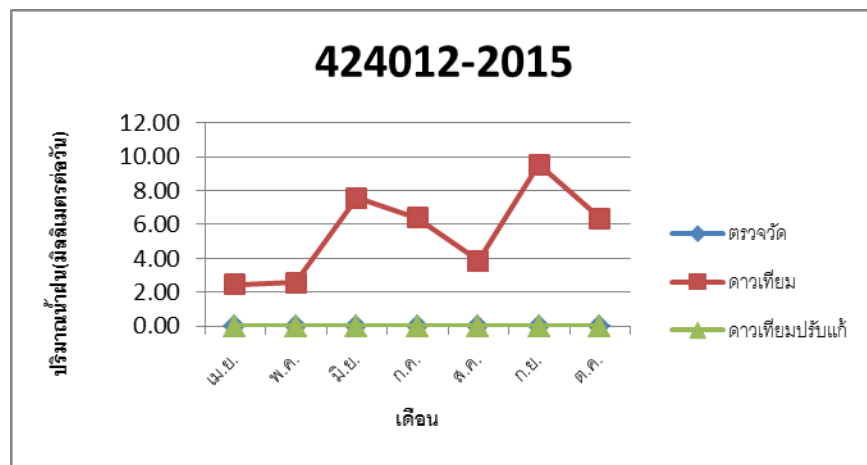
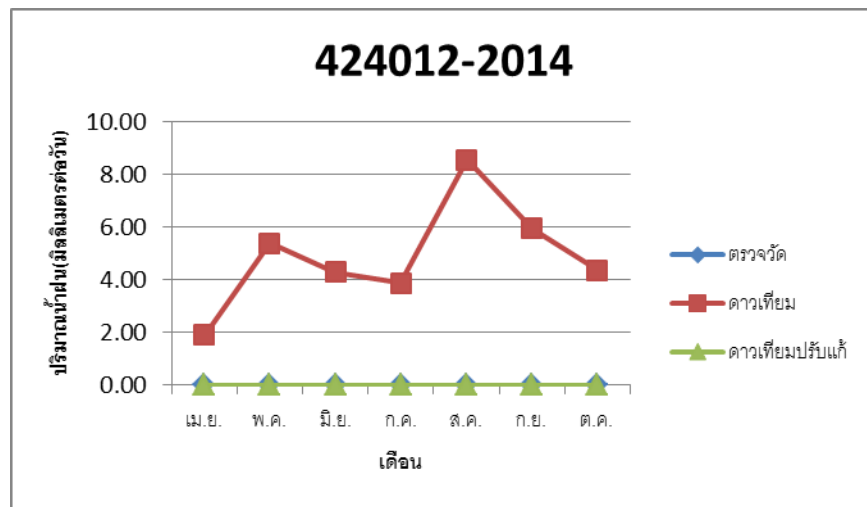
รูปที่ ค.-1 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 376401 ค.ศ. 2014-2016



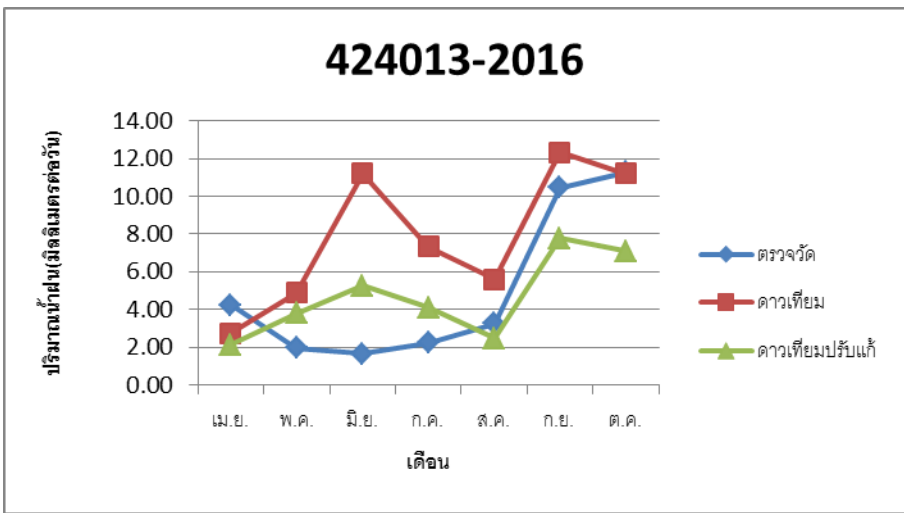
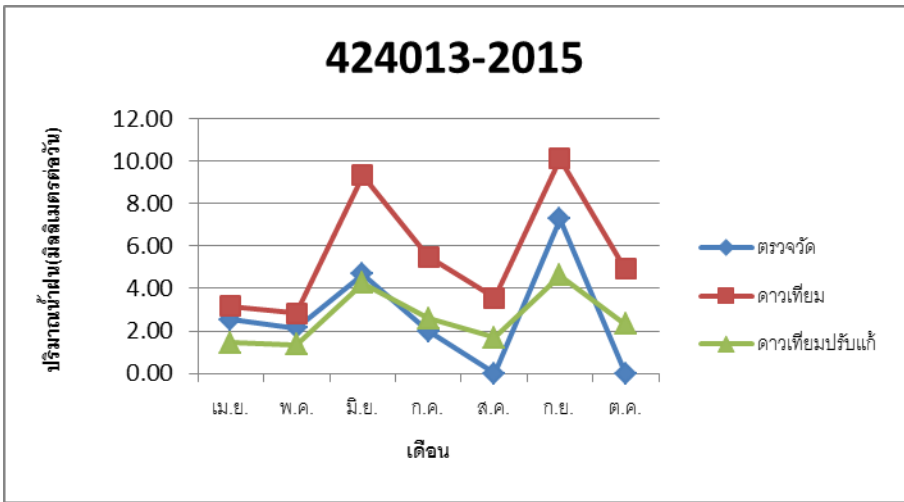
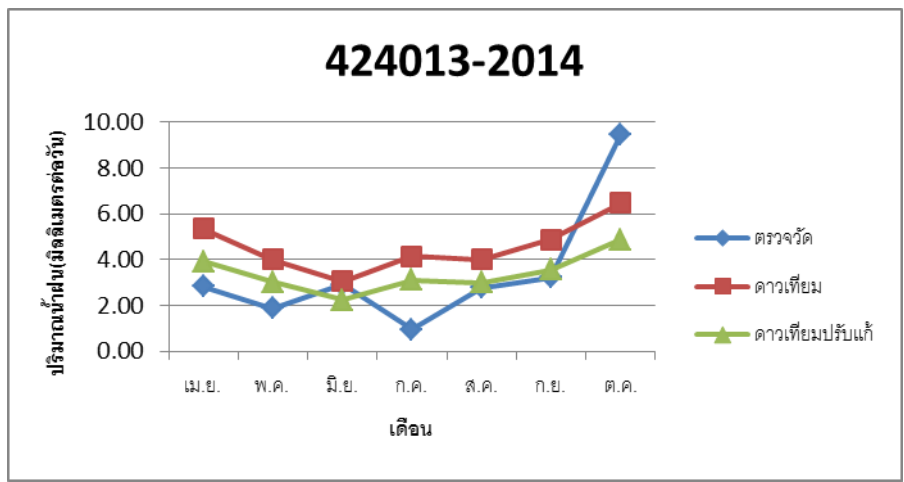
รูปที่ ค.-2 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 424008 ค.ศ. 2014-2016



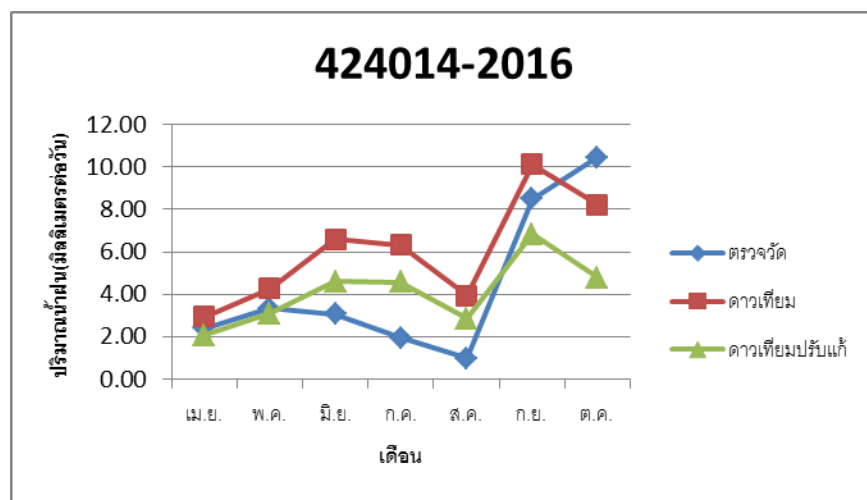
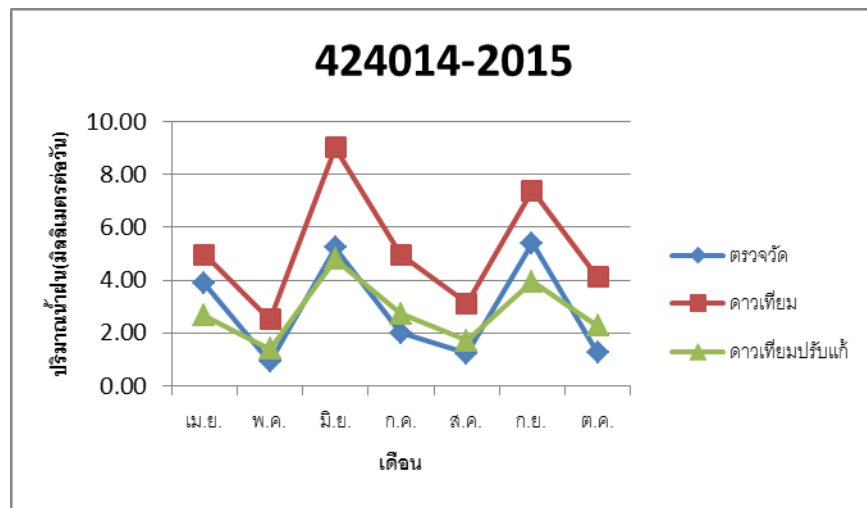
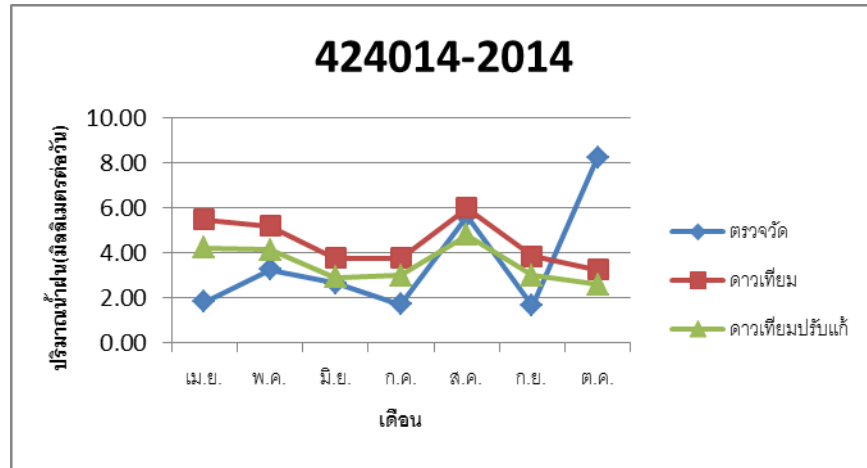
รูปที่ ค.-3 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 424011 ค.ศ. 2014-2016



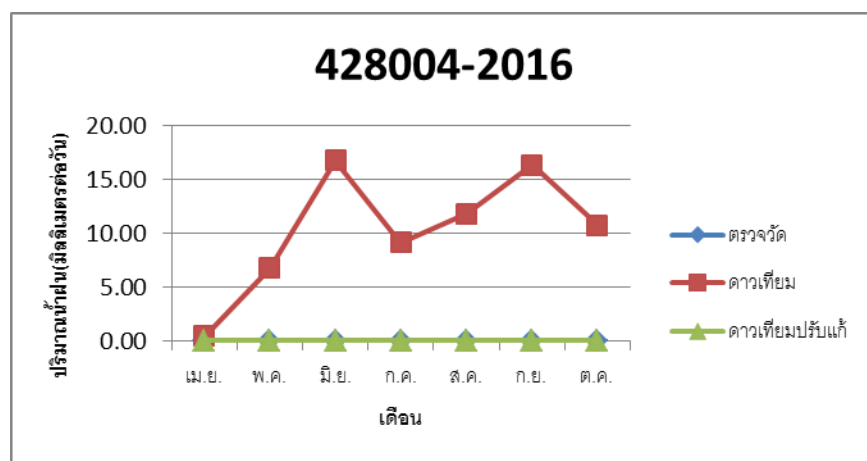
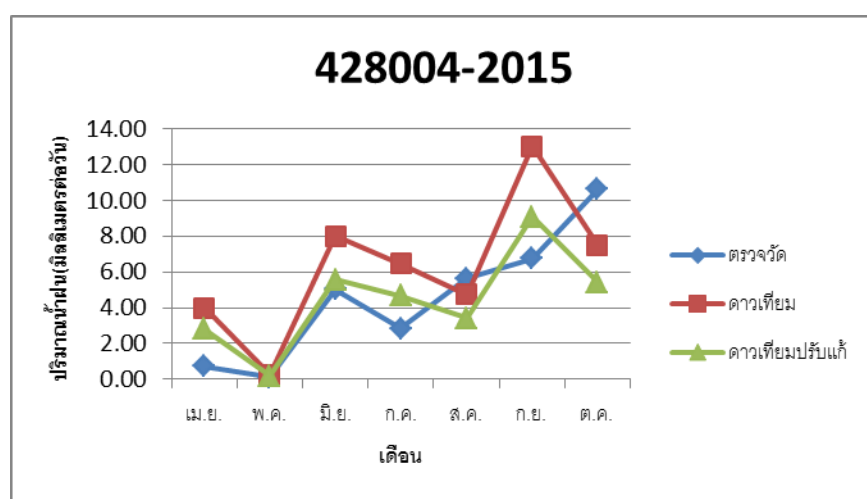
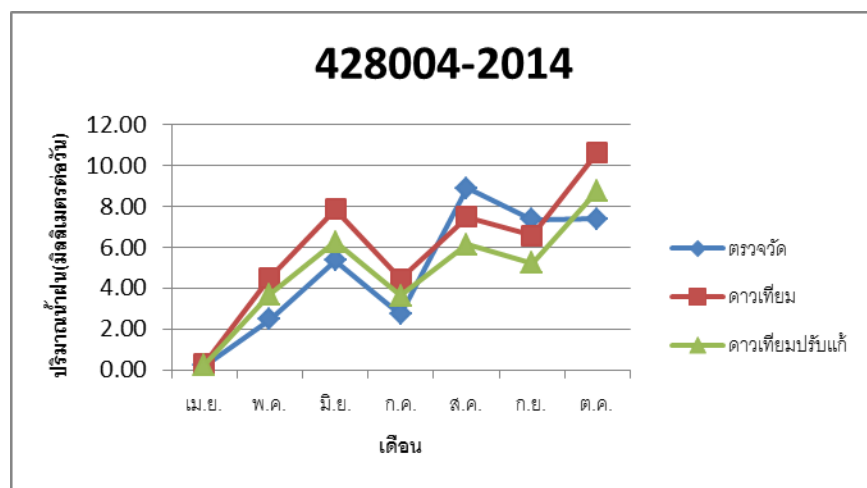
รูปที่ ค.-4 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 424012 ค.ศ. 2014-2016



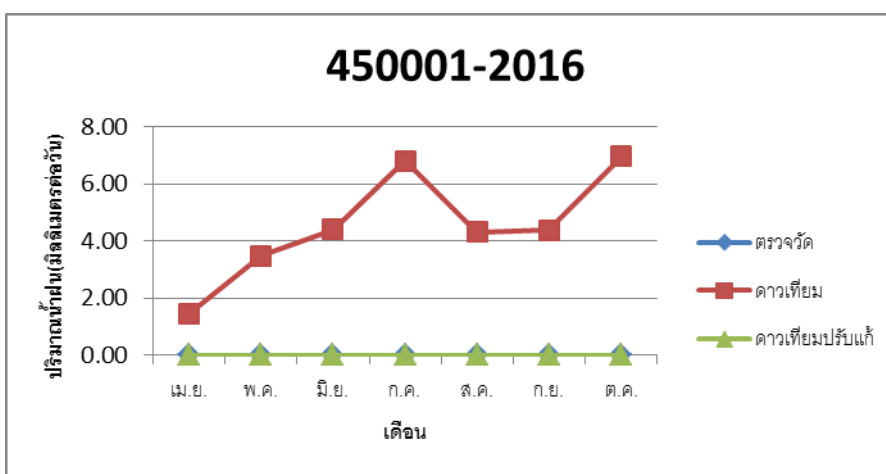
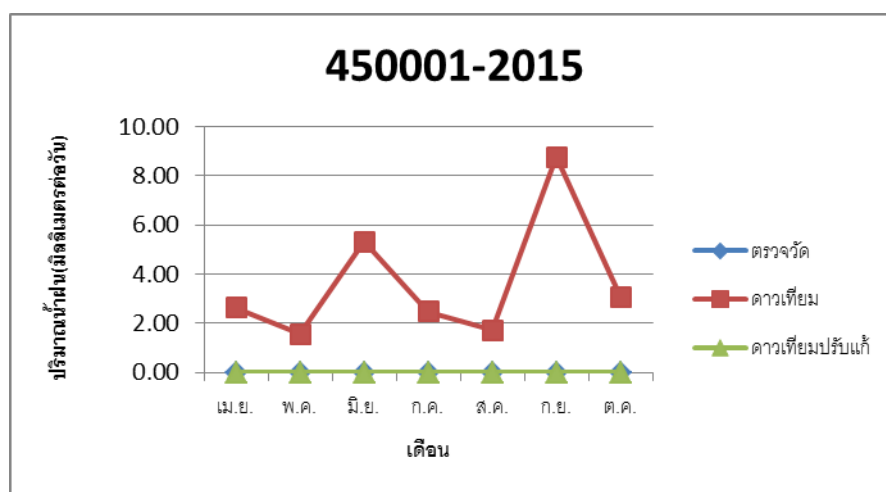
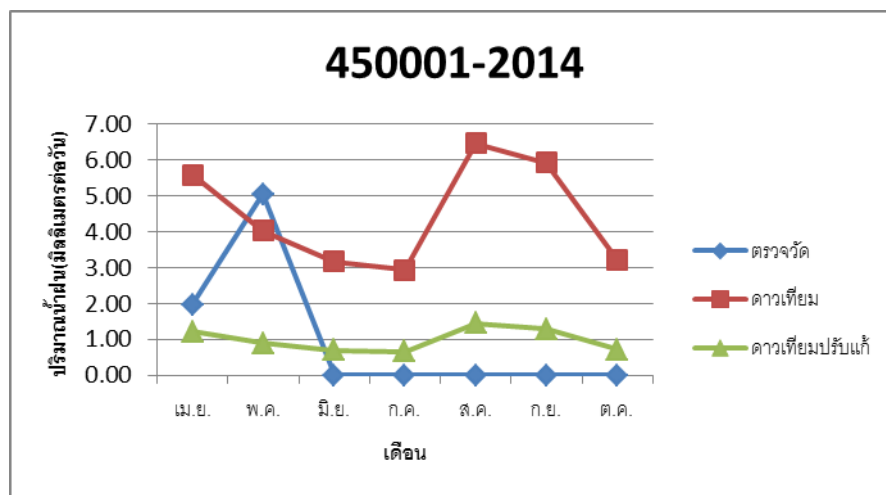
รูปที่ ค.-5 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 424013 ค.ศ. 2014-2016



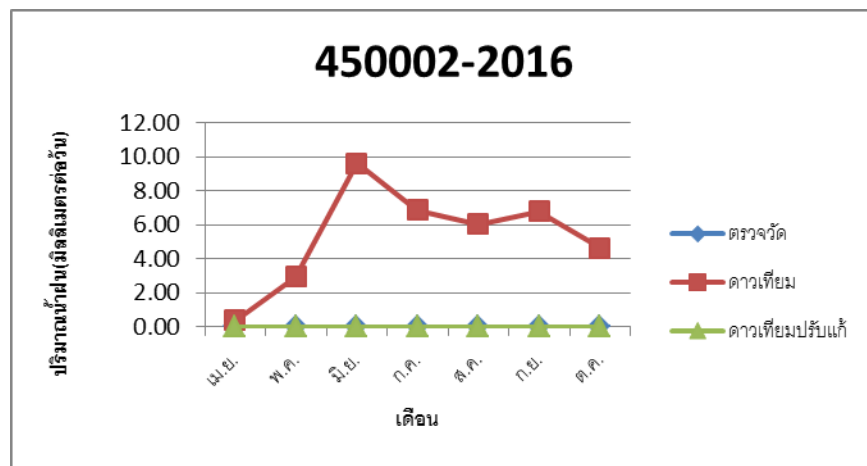
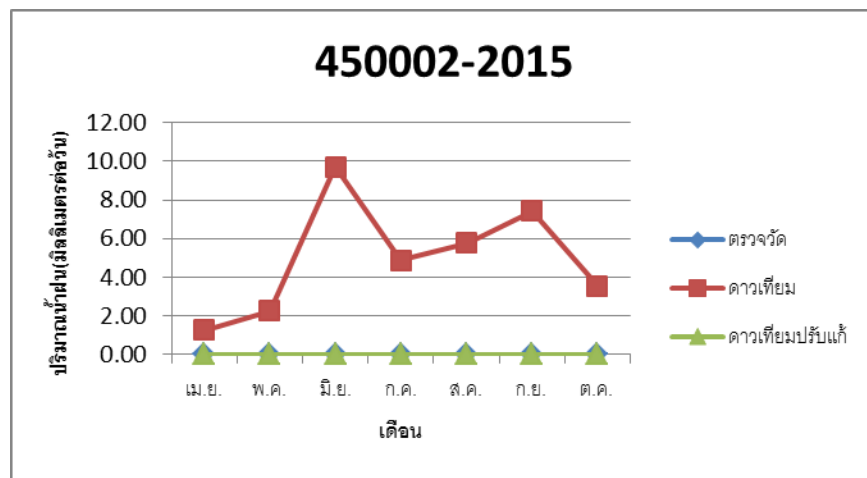
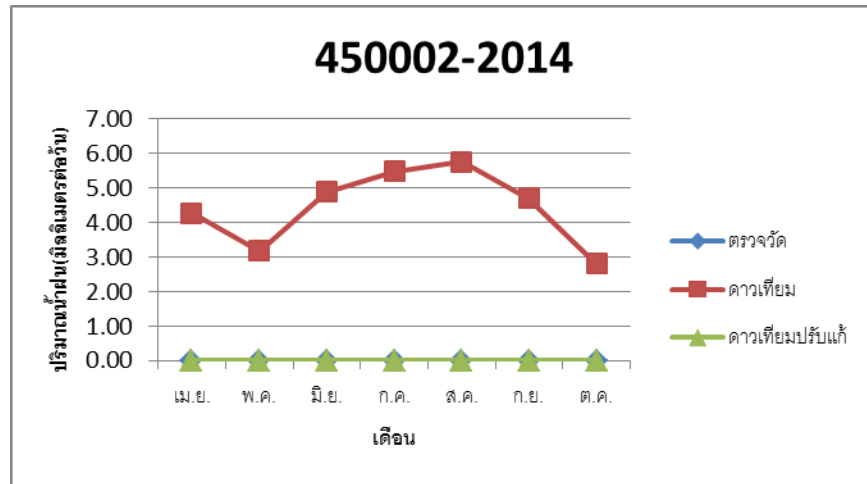
รูปที่ ค.-6 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 424014 ค.ศ. 2014-2016



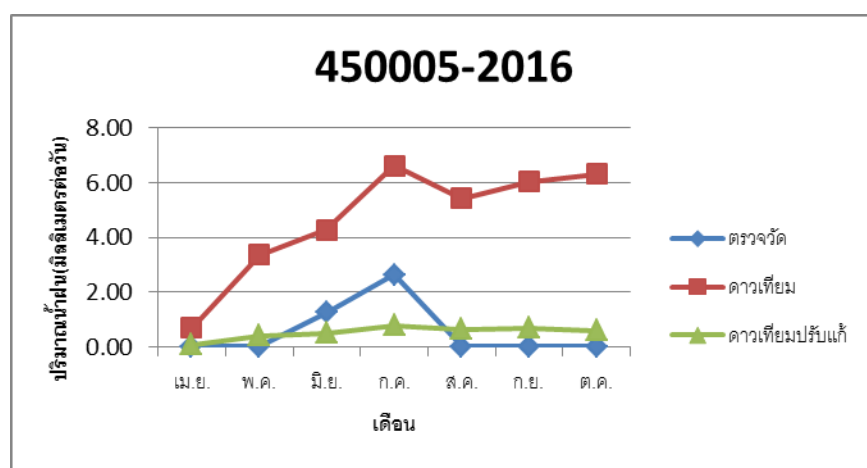
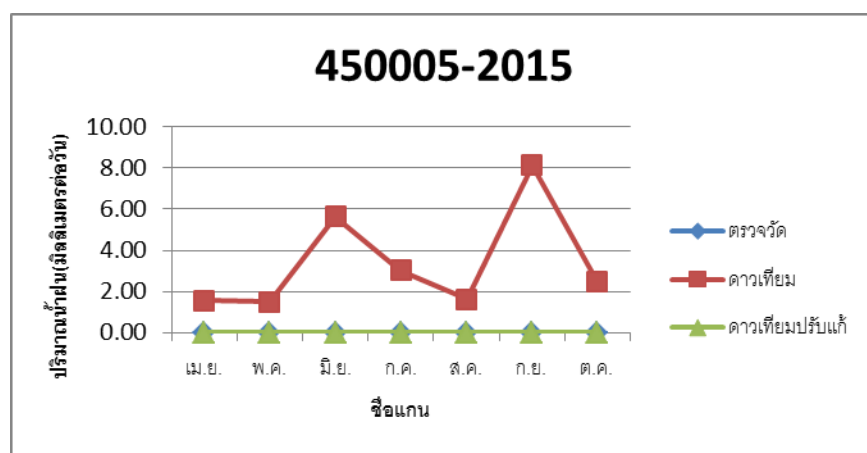
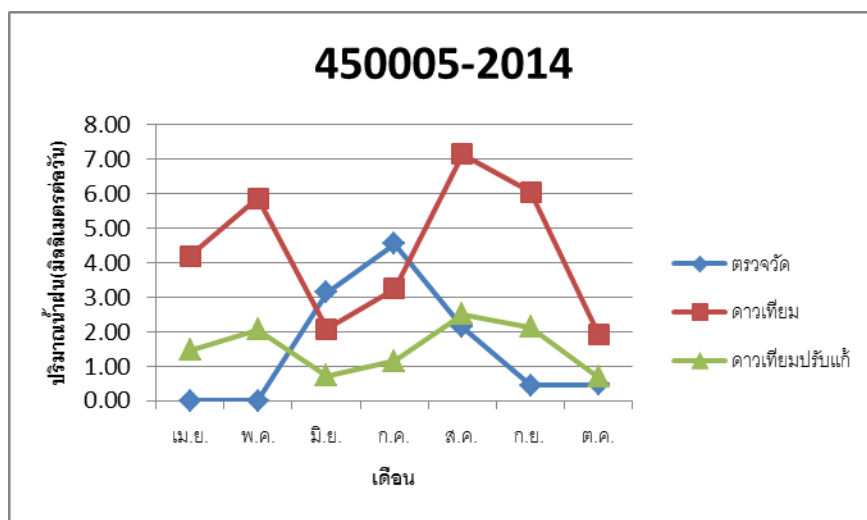
รูปที่ ค.-7 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 428004 ค.ศ. 2014-2016



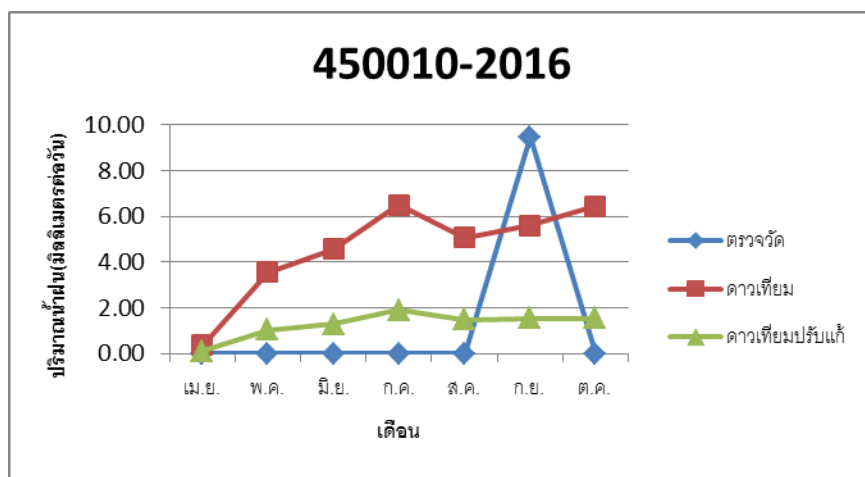
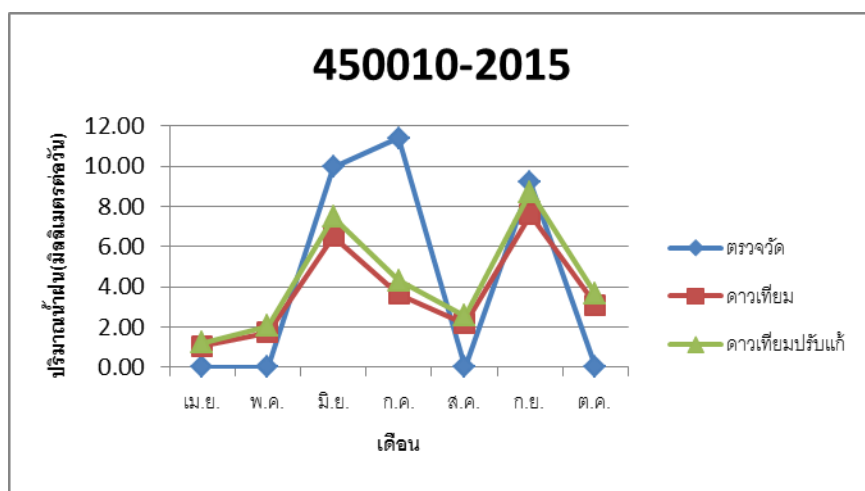
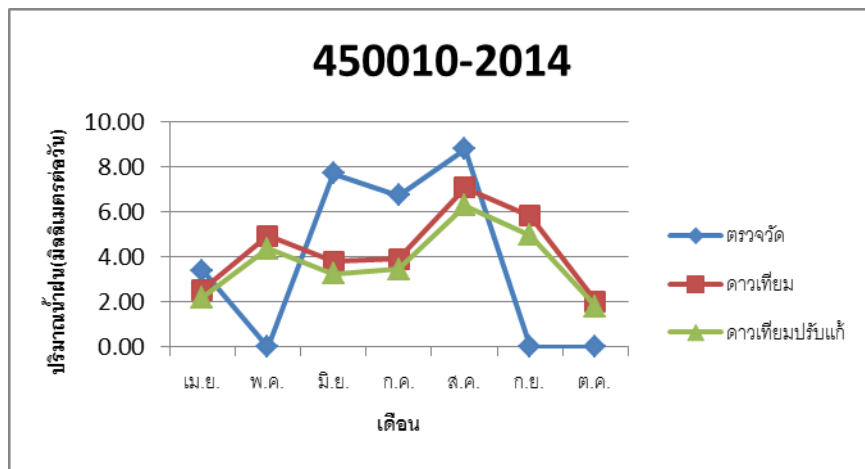
รูปที่ ค.-8 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 450001 ค.ศ. 2014-2016



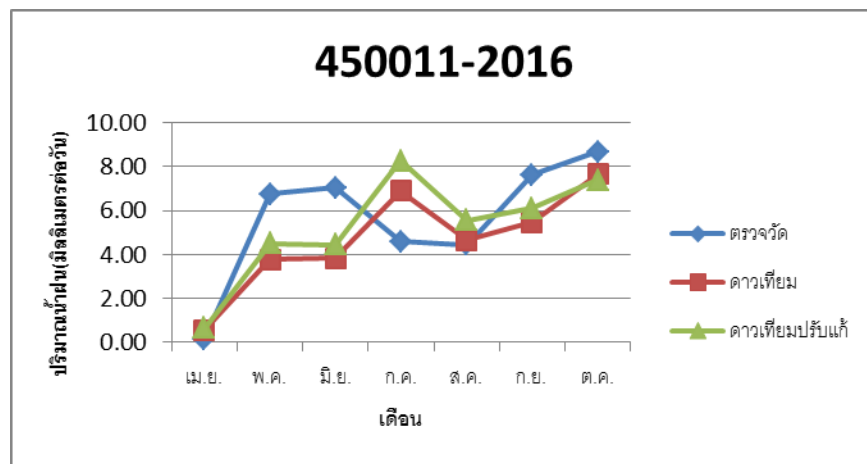
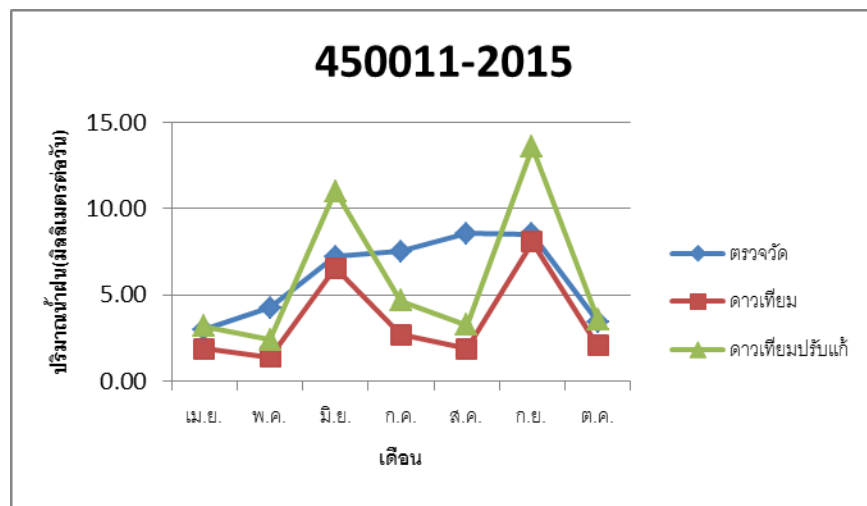
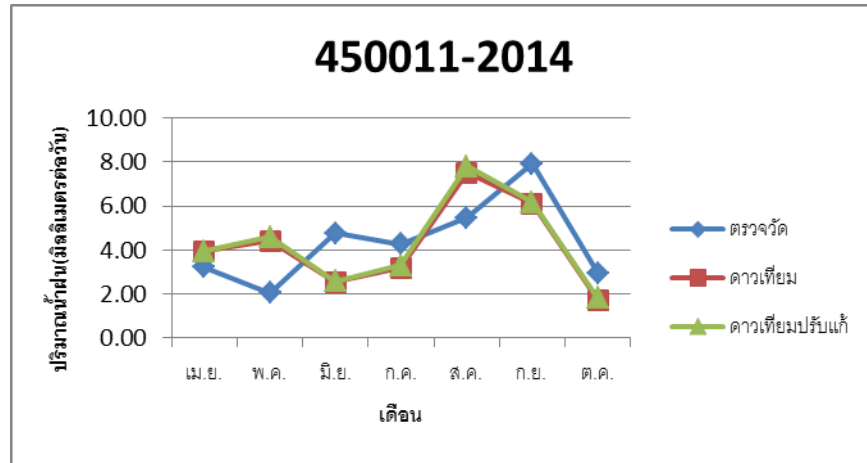
รูปที่ ค.-9 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 450002 ค.ศ. 2014-2016



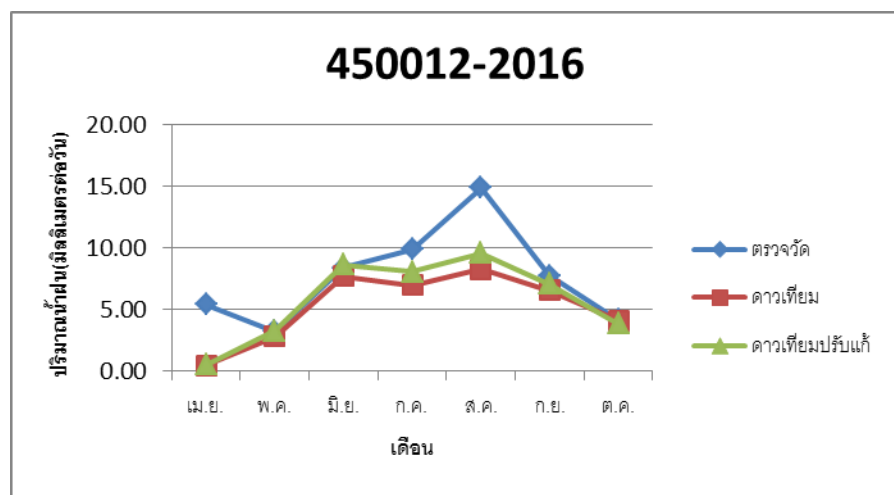
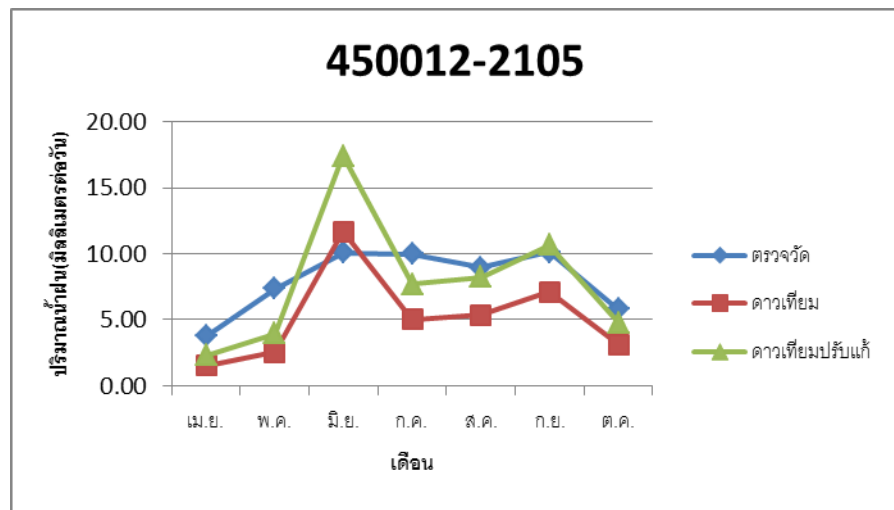
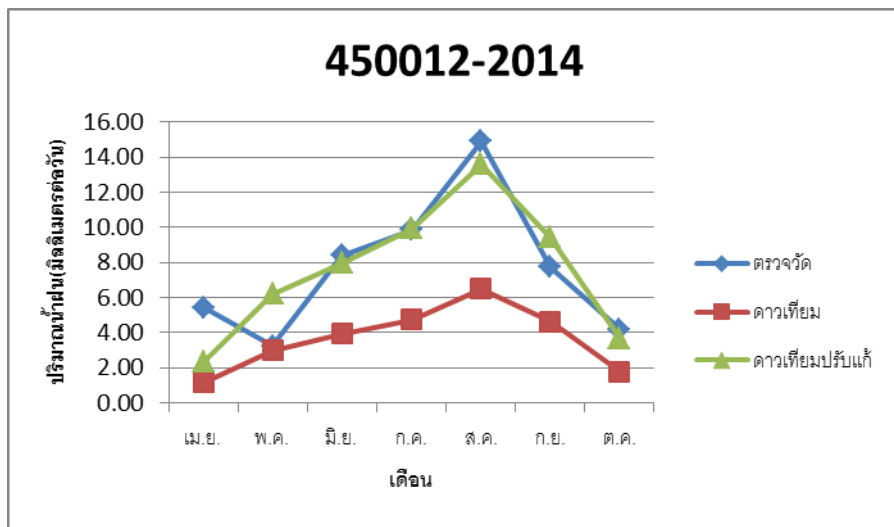
รูปที่ ค.-10 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 450005 ค.ศ. 2014-2016



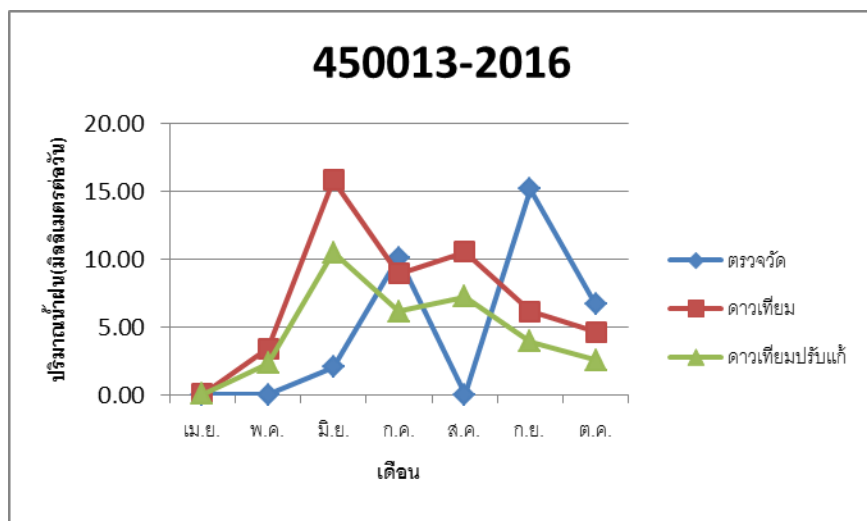
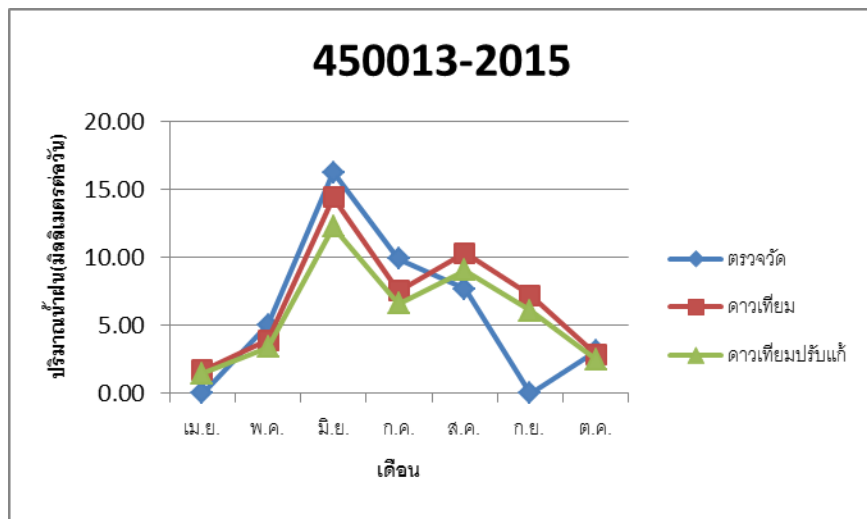
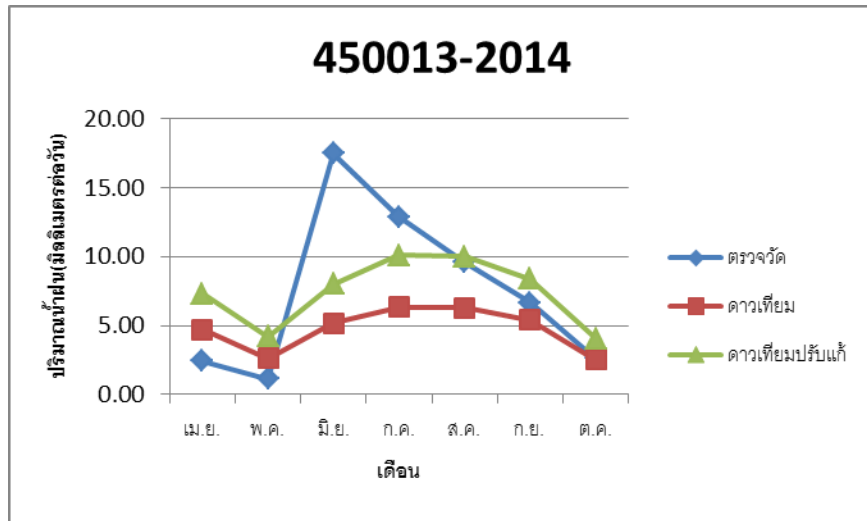
รูปที่ ค.-11 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 450010 ค.ศ. 2014-2016



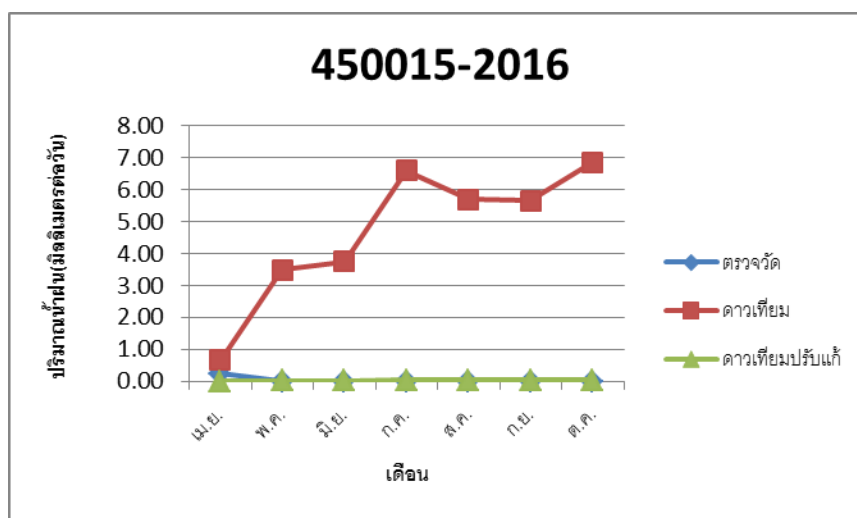
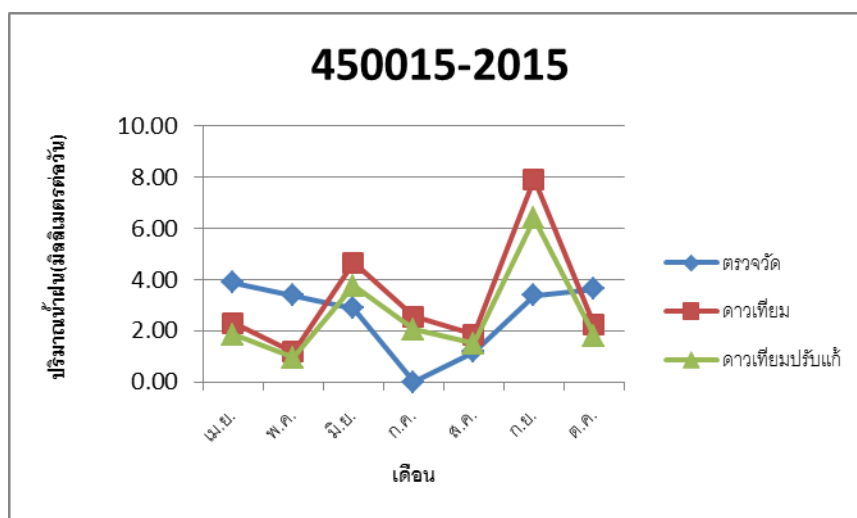
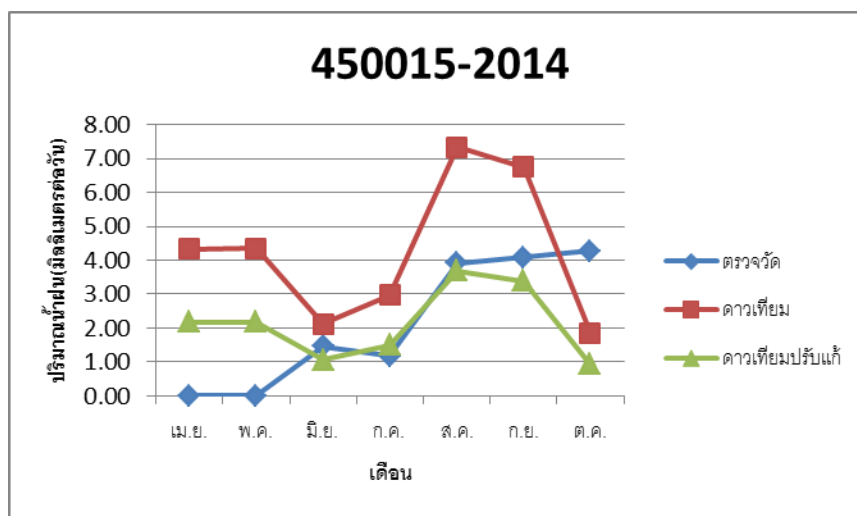
รูปที่ ค.-12 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 45011 ค.ศ. 2014-2016



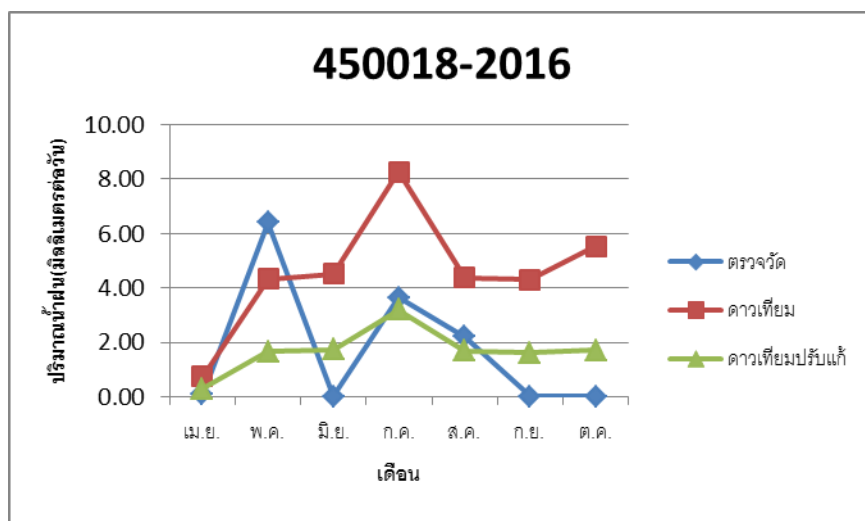
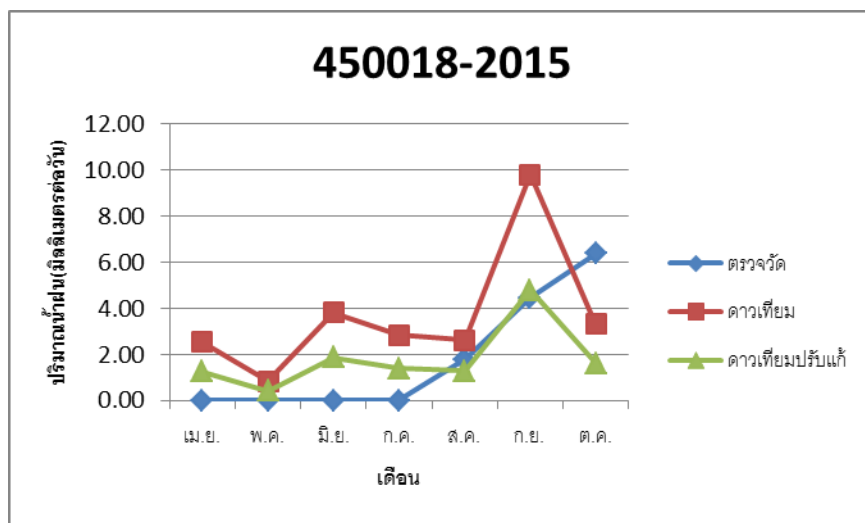
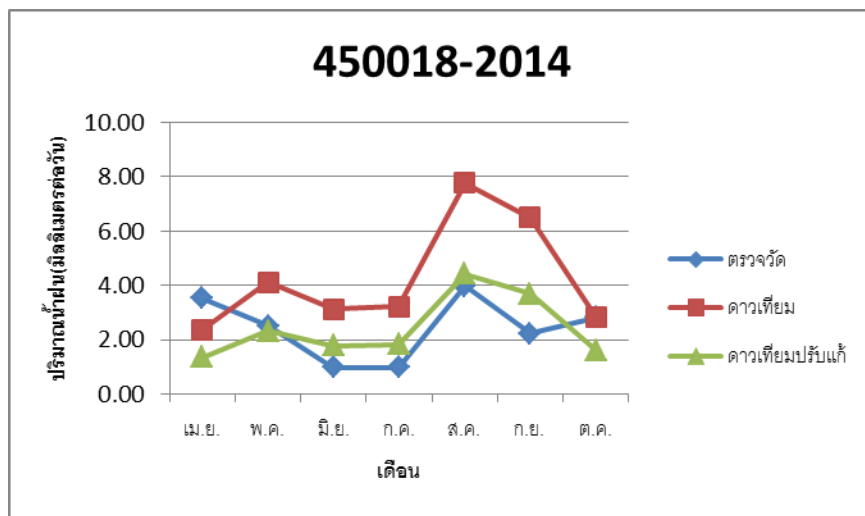
รูปที่ ค.-13 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 450012 ค.ศ. 2014-2016



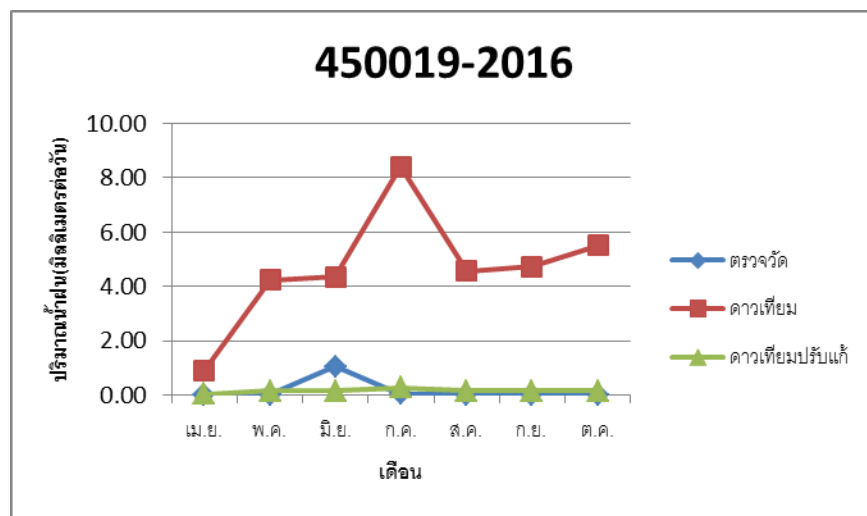
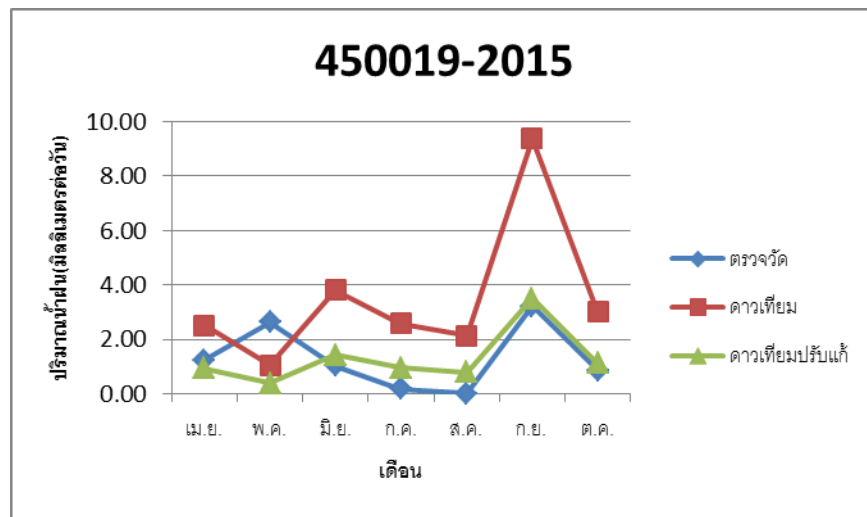
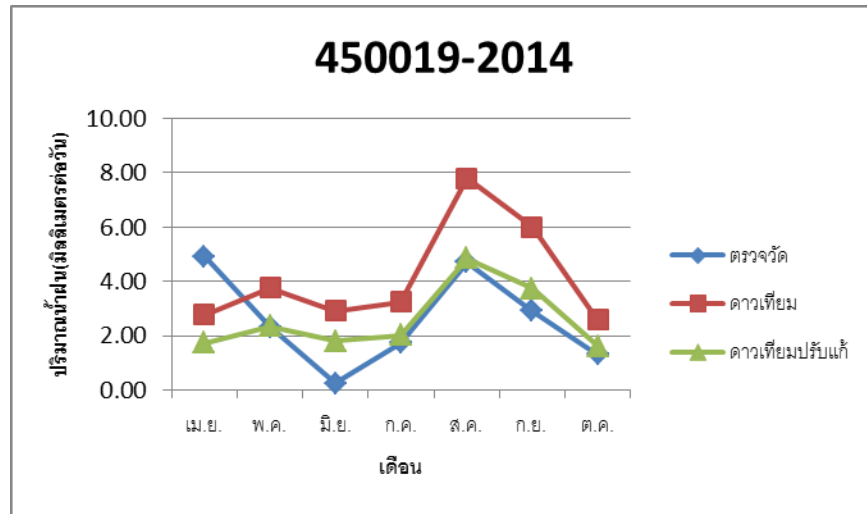
รูปที่ ค.-14 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 450013 ค.ศ. 2014-2016



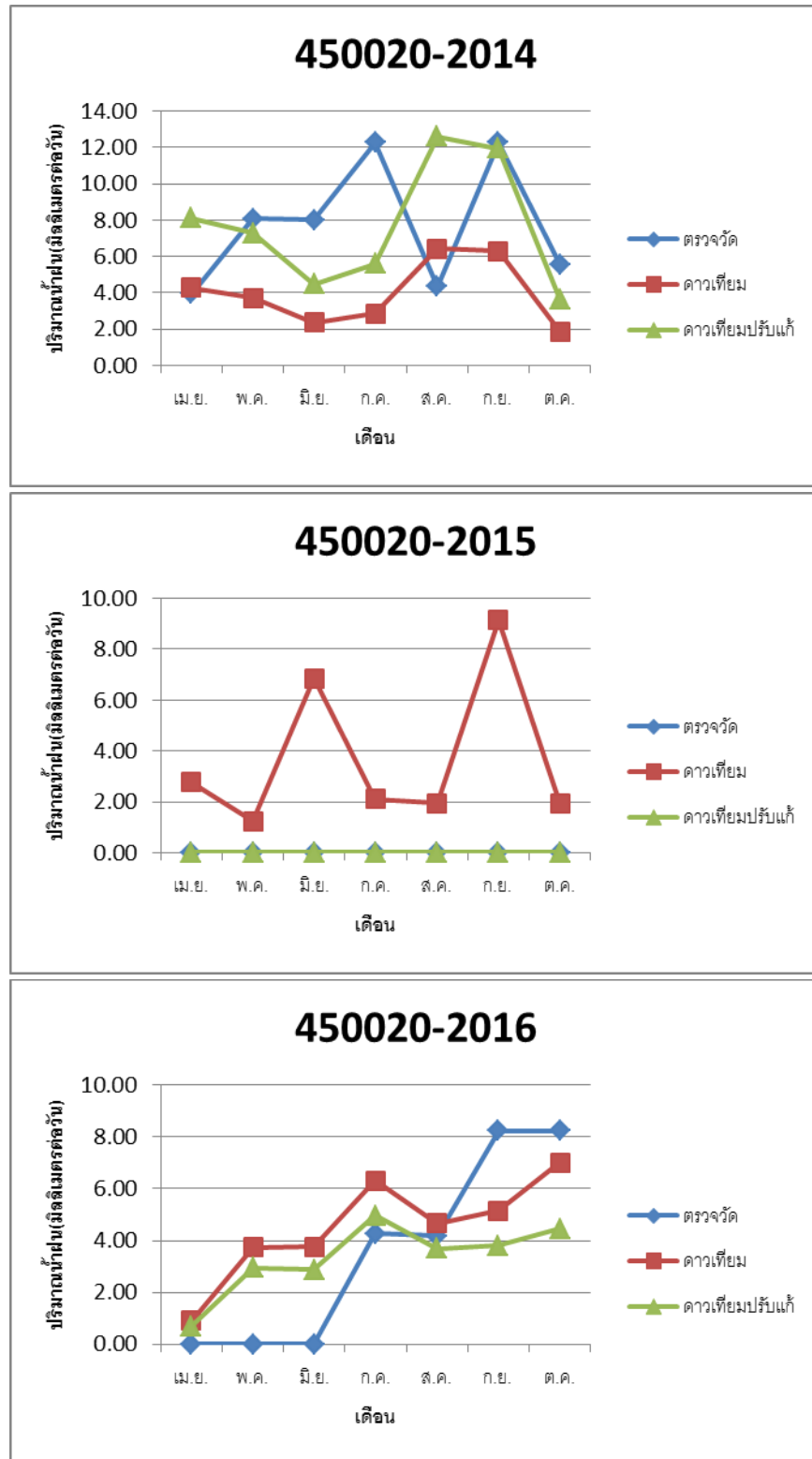
รูปที่ ค.-15 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 450015 ค.ศ. 2014-2016



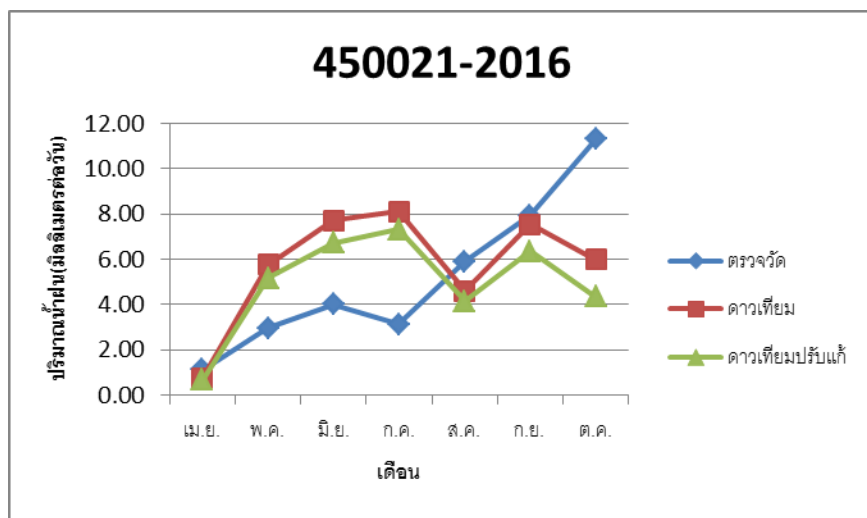
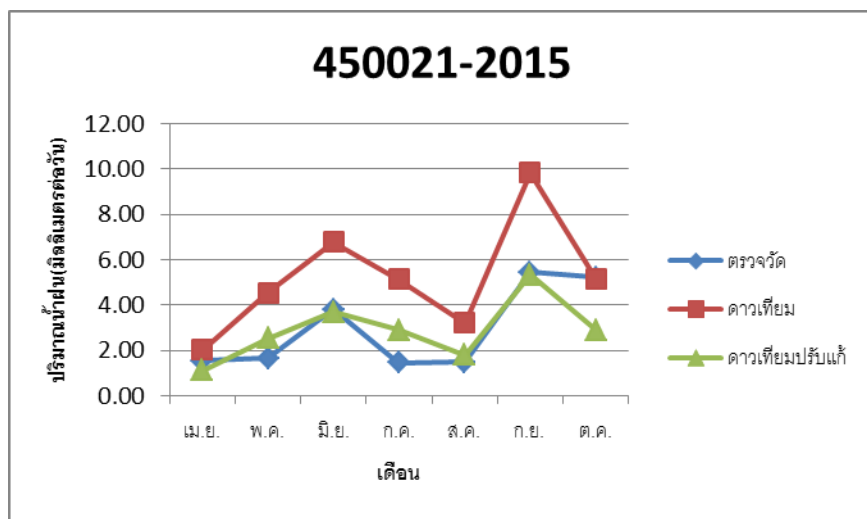
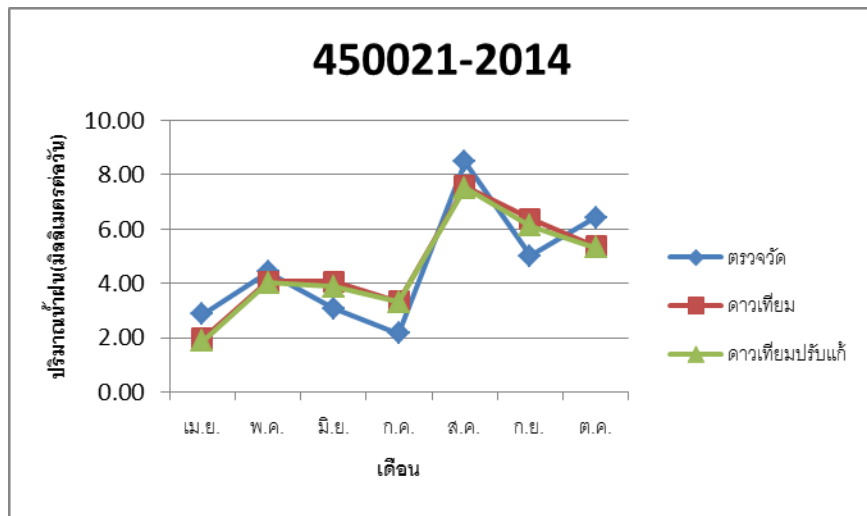
รูปที่ ค.-16 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 450018 ค.ศ. 2014-2016



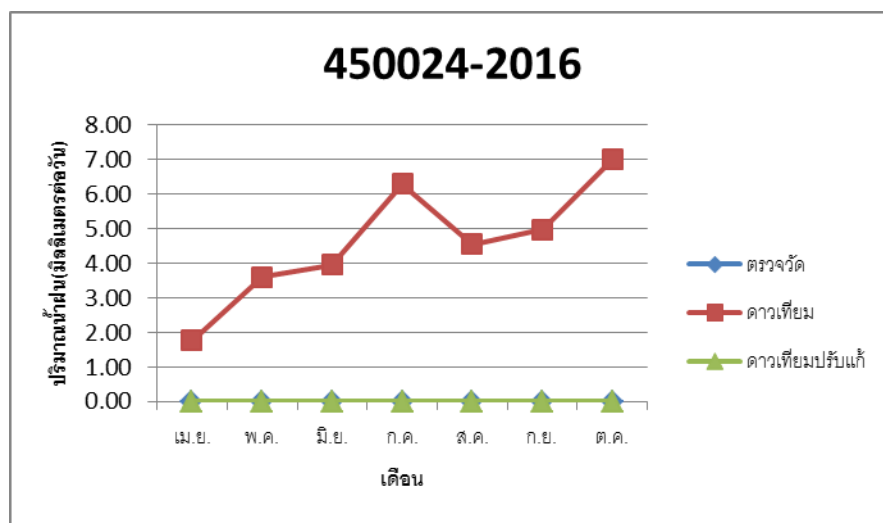
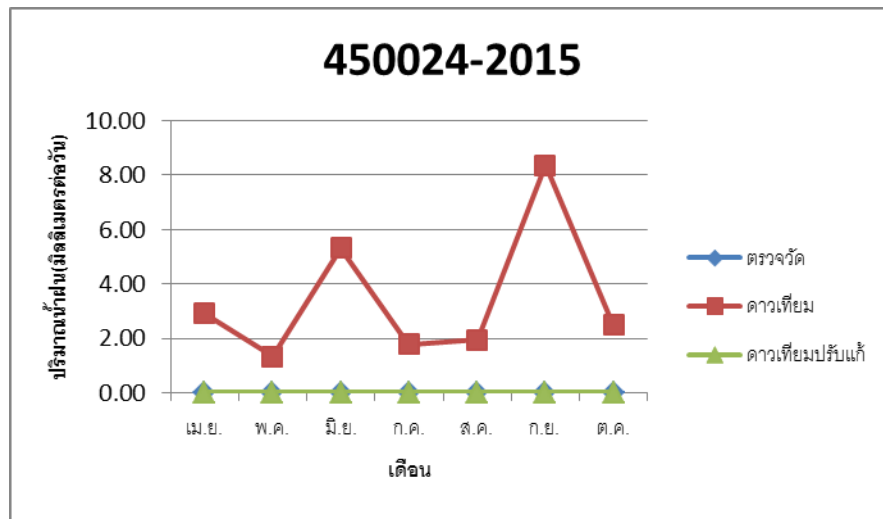
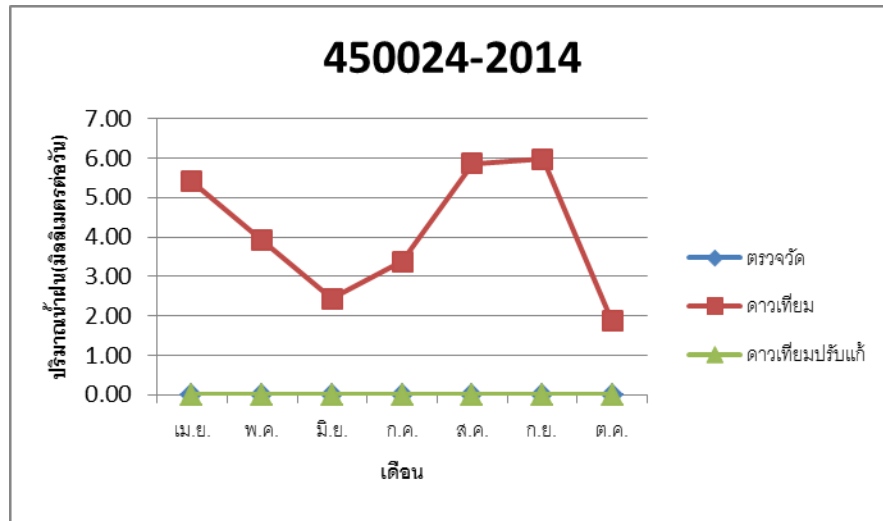
รูปที่ ค.-17 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 450019 ค.ศ. 2014-2016



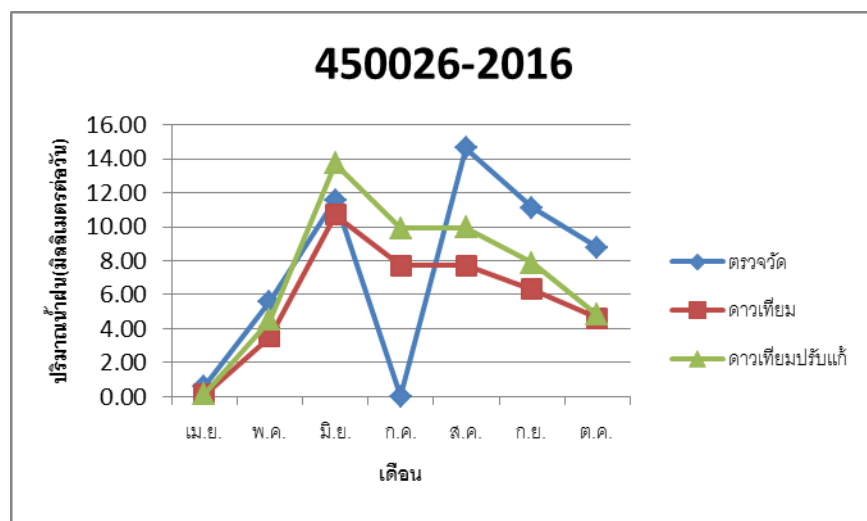
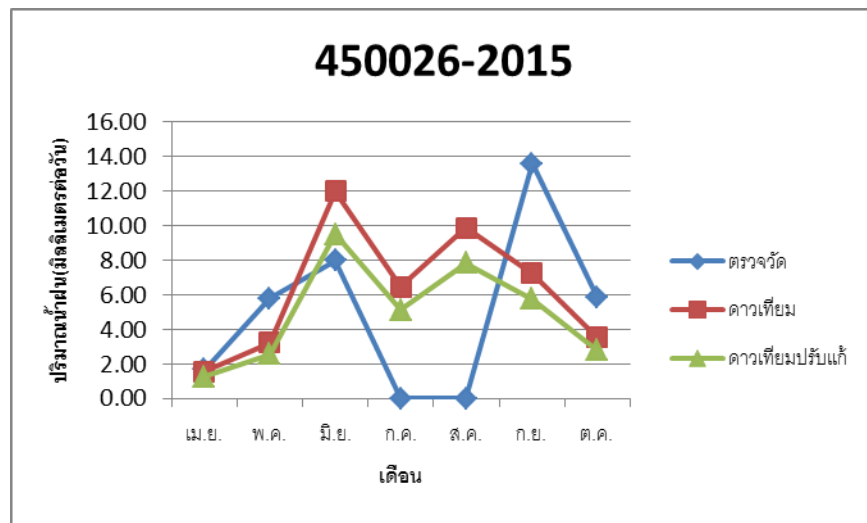
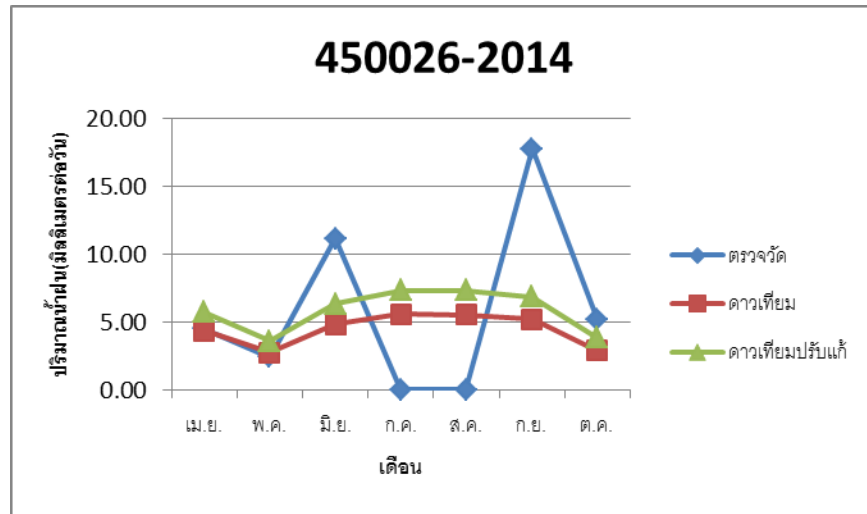
รูปที่ ค.-18 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 450020 ค.ศ. 2014-2016



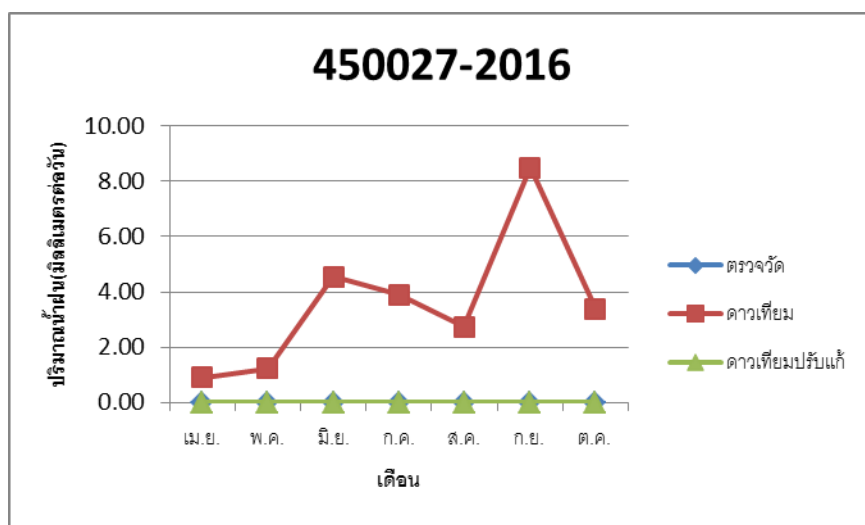
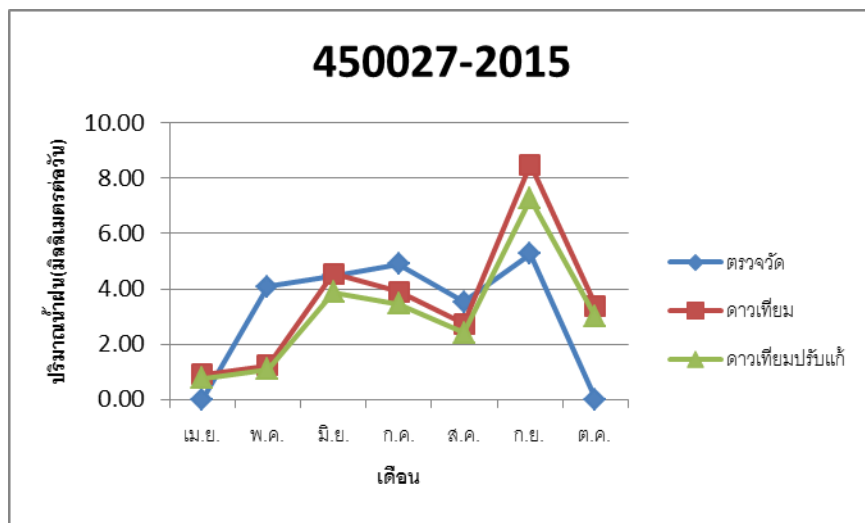
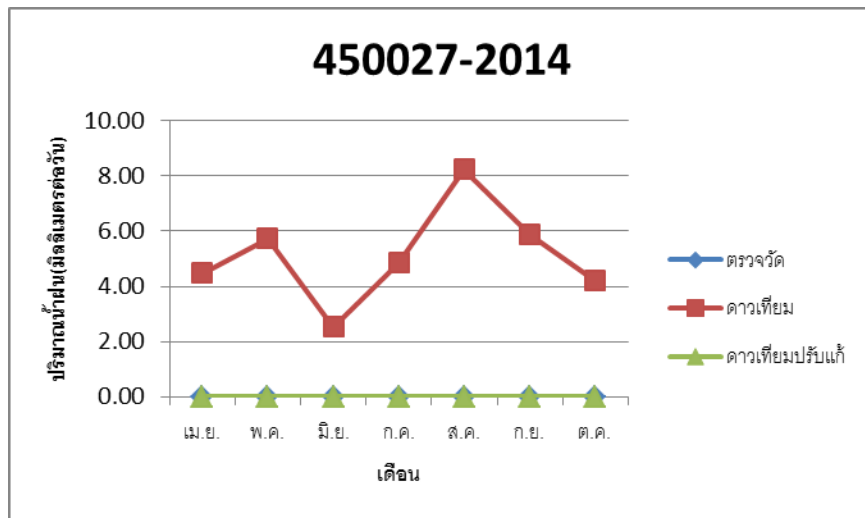
รูปที่ ค.-19 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 450021 ค.ศ. 2014-2016



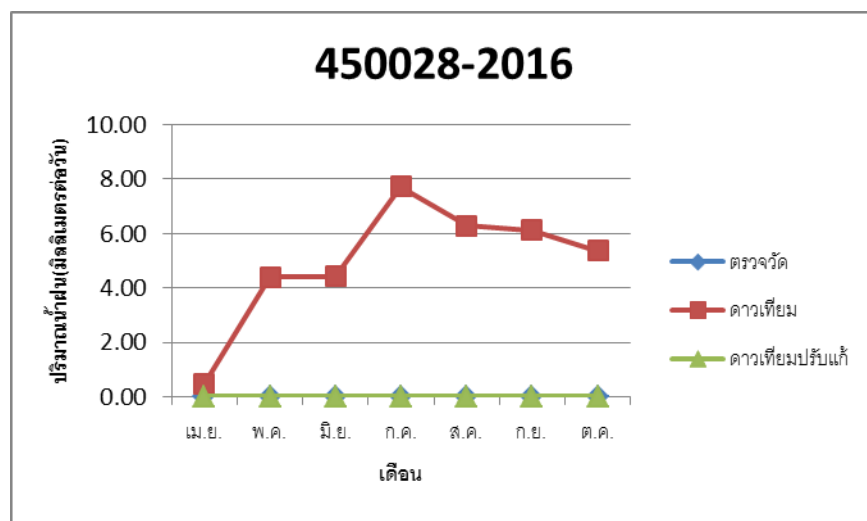
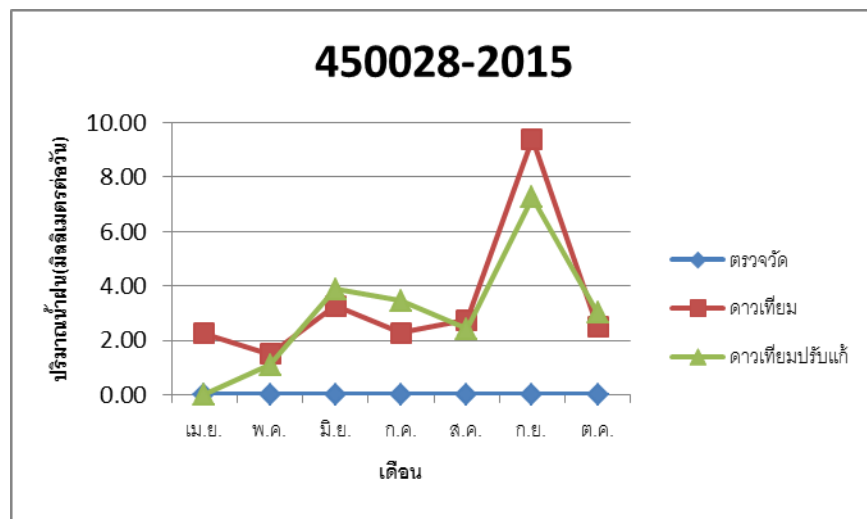
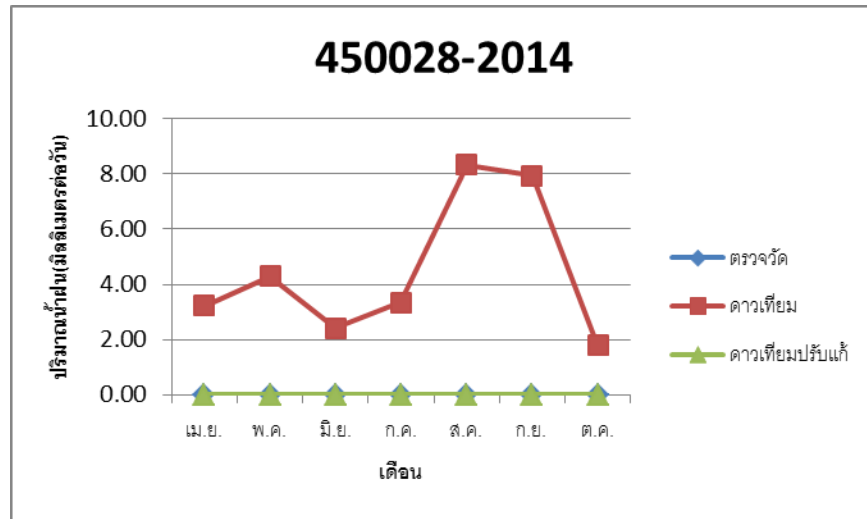
รูปที่ ค.-20 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 450024 ค.ศ. 2014-2016



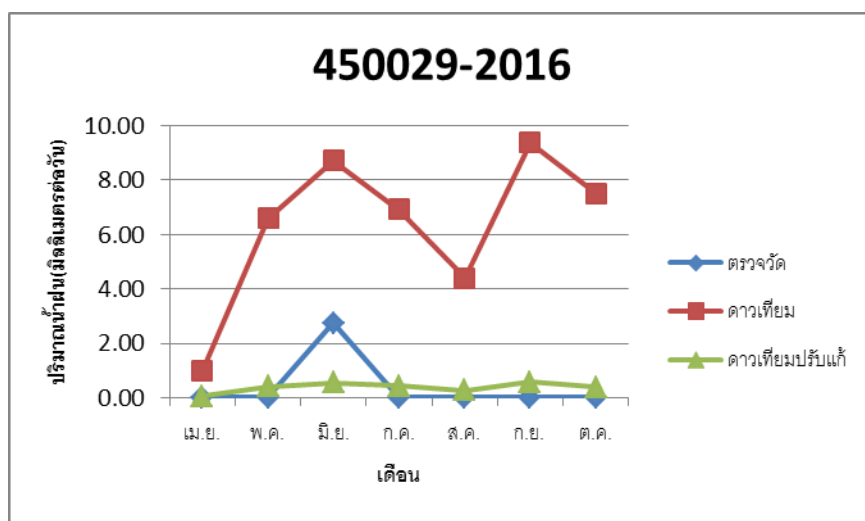
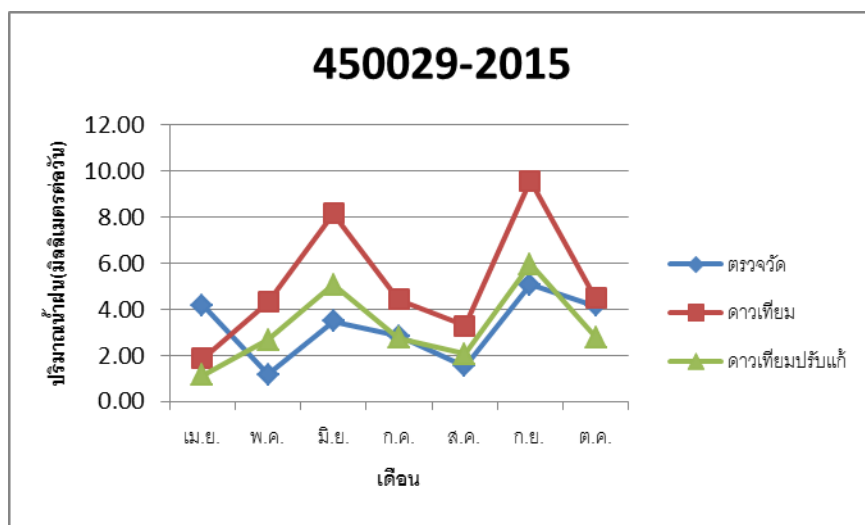
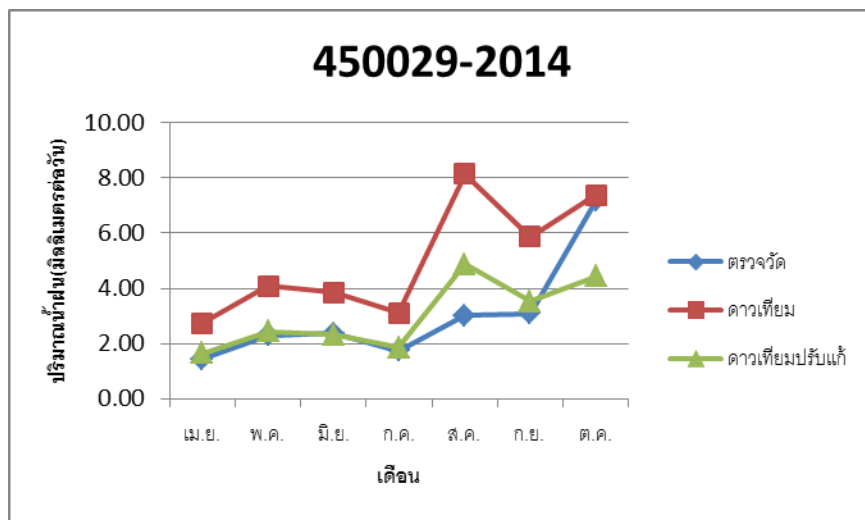
รูปที่ ค.-21 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 450026 ค.ศ. 2014-2016



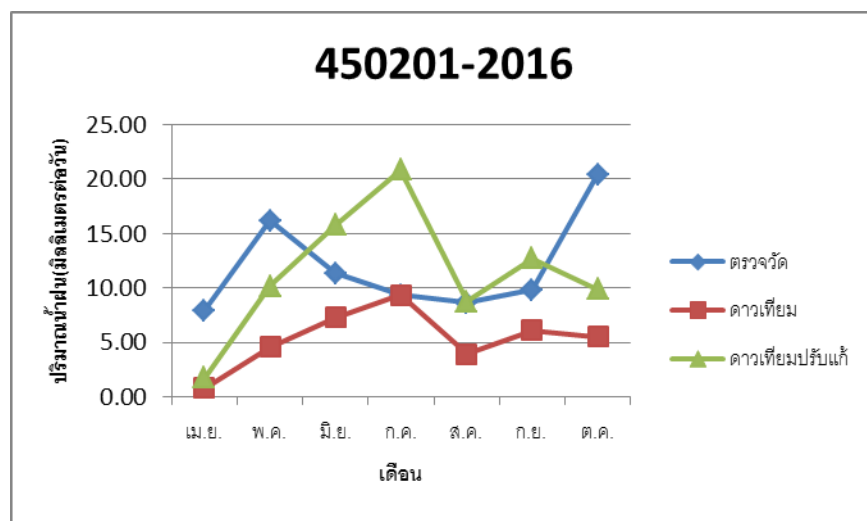
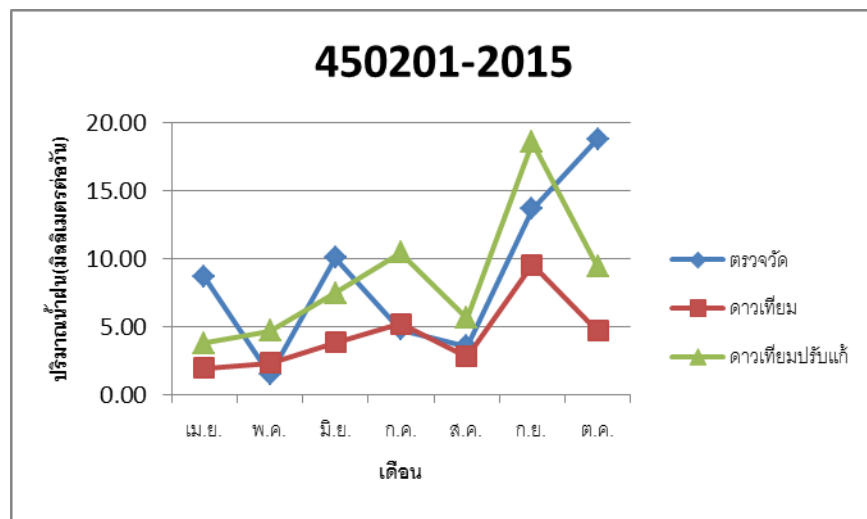
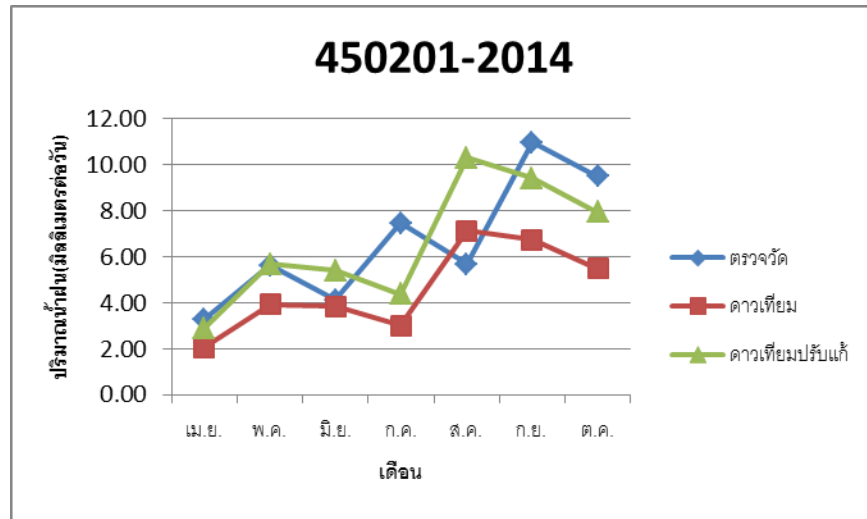
รูปที่ ค.-22 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 450027 ค.ศ. 2014-2016



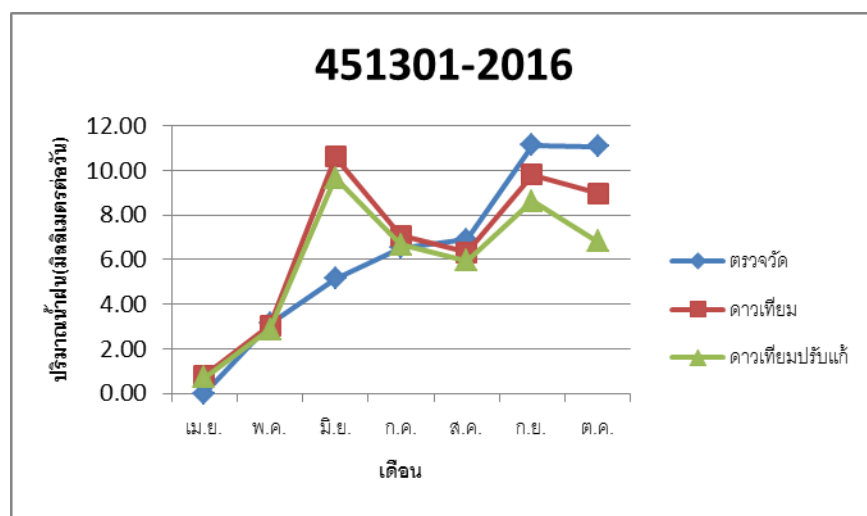
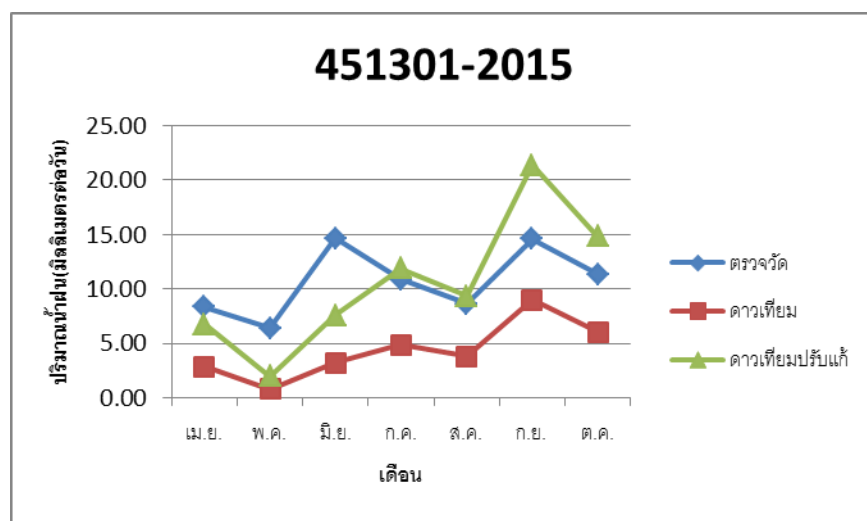
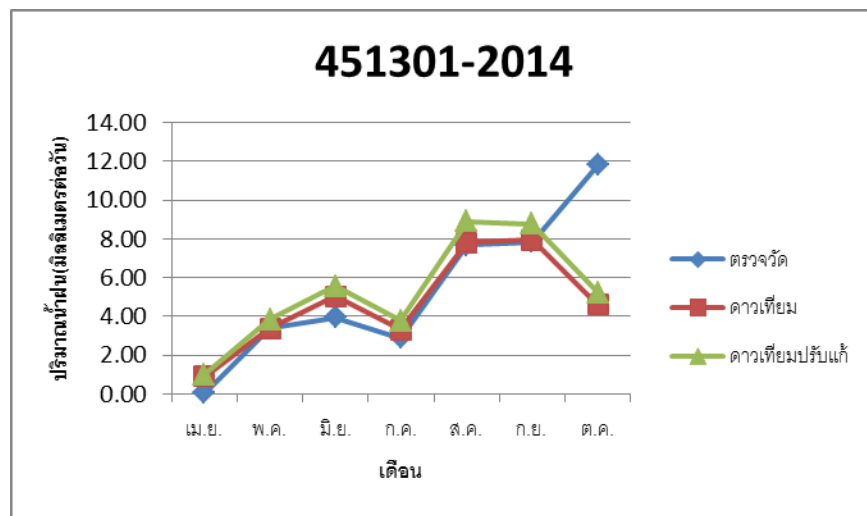
รูปที่ ค.-23 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 450028 ค.ศ. 2014-2016



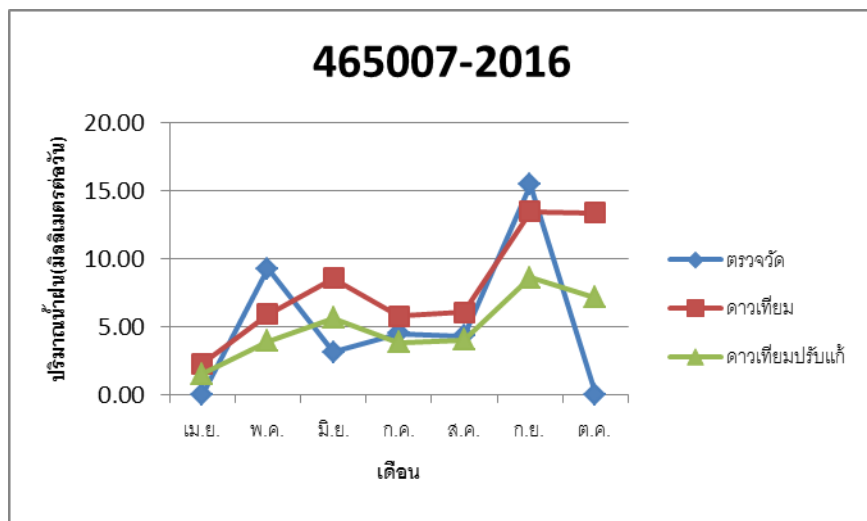
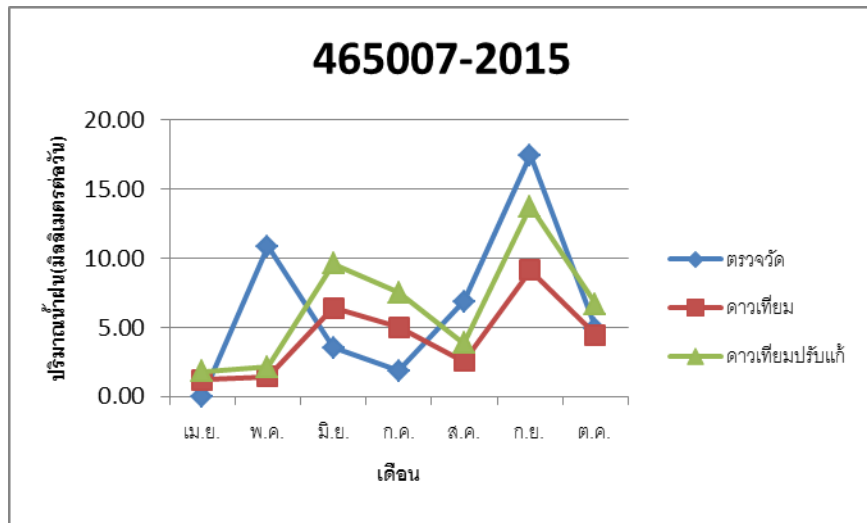
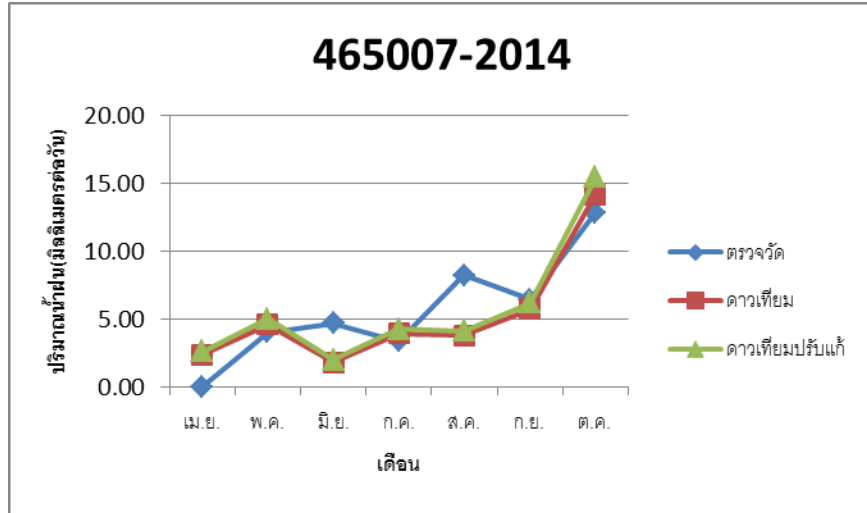
รูปที่ ค.-24 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 450029 ค.ศ. 2014-2016



รูปที่ ค.-25 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 450201 ค.ศ. 2014-2016



รูปที่ ค.-26 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 451301 ค.ศ. 2014-2016



รูปที่ ค.-27 กราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนทั้ง 3 ข้อมูลของสถานี 465007 ค.ศ. 2014-2016