



การประเมินน้ำต้นทุนในเขตจังหวัดภูเก็ต
Water Budget Assessment in Phuket Province

ทศวรรษ หานูภาพ
Thassawan Hanuphab

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Science in Technology and Environmental Management
Prince of Songkla University**

2556

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การประเมินน้ำต้นทุนในเขตจังหวัดภูเก็ต
ผู้เขียน นางสาวทศวรรณ หานุภาพ
สาขาวิชา เทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

คณะกรรมการสอบ

.....
(ดร.ชนิดา สุวรรณประสิทธิ์)

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.พันธ์ ทองชุมนุม)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุระ พัฒนเกียรติ)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นัยนา ศรีชัย)

.....กรรมการ
(ดร.ชนิดา สุวรรณประสิทธิ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นัยนา ศรีชัย)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและ
การจัดการสิ่งแวดล้อม

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล ศรีชนะ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ _____

(ดร.ชนิดา สุวรรณประสิทธิ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ _____

(นางสาวทศวรรณ หานุภาพ)

นักศึกษา

(4)

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และ
ไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ _____

(นางสาวทศวรรณ หานุกภาพ)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์	การประเมินน้ำต้นทุนในเขตจังหวัดภูเก็ต
ผู้เขียน	นางสาวทศวรรณ หานุกภาพ
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา	2556

บทคัดย่อ

การประเมินปริมาณน้ำต้นทุนในเขตจังหวัดภูเก็ต มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) อธิบายสถานการณ์น้ำของจังหวัดภูเก็ต 2) ประเมินปริมาณน้ำต้นทุน และ 3) ประเมินทิศทางการไหลและพื้นที่รวมน้ำ ข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วย ข้อมูลอุตุนิยมิวิทยา พ.ศ. 2515-2554 การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2552 ข้อมูลชุดดิน ข้อมูลความสูงเชิงเลข และเอกสารสถานการณ์น้ำของจังหวัดภูเก็ตจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง วิธีการศึกษาใช้การวิเคราะห์แบบกริดในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ผลการศึกษาสถานการณ์น้ำจังหวัดภูเก็ต พบว่ามีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วง 40 ปี (พ.ศ. 2515-2554) และ 10 ปี (พ.ศ. 2545-2554) อยู่ในช่วงใกล้เคียงกันคือ 150-250 มม. ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีมีปริมาณ 449.70 ล้าน ลบ.ม. อ่างเก็บน้ำทั้ง 3 แห่ง มีความจุรวมทั้งหมดประมาณ 20.20 ล้าน ลบ.ม. และแหล่งน้ำจากขุมเหมือง 91 แห่ง มีความจุรวมทั้งหมดประมาณ 36.54 ล้าน ลบ.ม. สำหรับการประเมินปริมาณน้ำต้นทุน ใช้หลักการคำนวณตามสมการสมดุลน้ำ ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์แบบกริดและการประมาณค่าเชิงพื้นที่ ผลการศึกษาการประมาณพบว่ามีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 10 ปี รายปี 1,305.69 ล้าน ลบ.ม. และมีปริมาณการระเหยเฉลี่ย 718.78 ล้าน ลบ.ม. ผลการประมาณปริมาณน้ำท่าโดยใช้สมการ SCS runoff curve number พบว่ามีปริมาณน้ำท่ารวมทั้งพื้นที่ประมาณ 651.02 ล้าน ลบ.ม./ปี มีอัตราการซึมน้ำของดินรวมประมาณ 7.10 ล้าน ลบ.ม./ปี มีปริมาณน้ำในดินรวมประมาณ 91.45 ล้าน ลบ.ม./ปี สำหรับการศึกษารายปีปริมาณน้ำต้นทุนรวมจากปริมาณน้ำท่าและปริมาณน้ำในดิน พบว่ามีปริมาณน้ำต้นทุนรวมประมาณ 821.92 ล้าน ลบ.ม./ปี เฉลี่ย 1.84 ล้าน ลบ.ม./ตร.กม. โดยทิศทางการไหลของน้ำท่าโดยใช้แบบจำลองความสูงเชิงเลขพบว่าปริมาณน้ำท่าส่วนใหญ่มีแนวโน้มไหลลงสู่ทะเล เนื่องจากสภาพพื้นที่มีลักษณะเป็นเกาะ ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่มีแนวโน้มรวมน้ำได้สูงสุด คือ ตำบลกะทู้ เนื่องจากมีแหล่งกักเก็บน้ำถึงร้อยละ 5.68 ของพื้นที่ ในขณะที่ตำบลที่ไม่มีแหล่งกักเก็บน้ำ คือ ตำบลป่าคลอกและตำบลป่าตอง คิดเป็นร้อยละ 16.59 ของพื้นที่จังหวัดภูเก็ต

คำสำคัญ: น้ำต้นทุน ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ทิศทางการไหลของน้ำ ภูเก็ต

Thesis Title Water budget assessment in Phuket province
Author Miss.Thassawan Hanuphab
Major Program Technology and Environmental Management
Academic 2013

ABSTRACT

The objectives of this study were 1) explaining water situation in Phuket province, 2) assessing water budget and 3) assessing the water flow direction 4) assessing the water flow accumulation. Meteorological data (1972-2011), land use (2009), soil series, Digital Elevation Model and water resources in Phuket were collected and analyzed using raster model in GIS. Range of average annual 40 years (1972-2011) and average annual 10 years (2002-2011) rainfall was similarly 150 to 250 mm. Average annual runoff was 449.7 million m³. In the study area, there are 3 water reservoir and 91 mining pits. The total capacity is 20.2 and 36.54 million m³, respectively. Average annual 10 years of rainfall and evaporation were interpolated, and the results were 1,305.69 and 718.78 million m³, respectively. The total runoff was calculated from SCS runoff curve number equation and the volume was 651.02 million m³/year. The total infiltration rate and soil water were 7.10 and 91.45 million m³/year, respectively. Water budget was calculated from runoff and soil water and the total water budget was 821.92 million m³/year. Digital Elevation Model was used for water flow direction and accumulation formation. Occurred runoff mostly might flow to the sea as Phuket landscape is an island characteristic. The highest water storage areas was Kathu district (5.68 % of total Phuket province area) area. While Pa Klok and Patong district have no water storage area (16.59% of Phuket province area)

Keywords: Water Budget, GIS, Flow Direction, Phuket

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ดร.ชนิดาสวรรณ ประสิทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นัยนา ศรีชัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษาชี้แนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ ปรับปรุง และแก้ไขจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.พันธ์ ทองชุมนุม ประธานกรรมการสอบ และรองศาสตราจารย์ ดร.สุระ พัฒนเกียรติ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาเสียสละเวลาในการสอบวิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องในวิทยานิพนธ์จนสำเร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำงานวิจัยครั้งนี้ และอุปกรณ์การทำงานวิจัยต่างๆ ที่ทำให้สามารถทำงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้

สุดท้ายขอขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติ พี่น้อง และมิตรสหายทุกท่าน ที่คอยเป็นกำลังใจ และคอยช่วยเหลือ ตลอดระยะเวลาที่ได้ทำการศึกษาจนข้าพเจ้าสามารถสำเร็จการศึกษา ลุล่วงไปด้วยดี

ทัฬหวรรณ หานุกาพ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	(5)
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	(6)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
รายการตาราง	(10)
รายการรูป	(11)
สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ	(13)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5 กรอบความคิด	4
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	5
2.1 วัฏจักรน้ำ (hydrological cycle)	5
2.1.1 น้ำฝน (rain)	6
2.1.2 น้ำท่า (runoff)	8
2.1.3 น้ำในดิน (soil water)	11
2.1.4 อัตราการซึมน้ำของดิน (infiltration)	13
2.1.5 น้ำระเหย (evapotranspiration)	14
2.2 การศึกษาน้ำต้นทุน (water budget)	16
2.3 การวิเคราะห์ลักษณะทางอุทกวิทยาโดยเครื่องมือ Hydrology ใน ArcGIS	19
2.4 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา	20
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	25
3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา	25
3.2 วิธีการวิจัย	27

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลและบทวิจารณ์ผลการวิจัย	33
4.1 สถานการณ์น้ำจังหวัดภูเก็ต	34
4.1.1 ปริมาณน้ำฝน	34
4.1.2 ปริมาณน้ำท่าและอ่างเก็บน้ำ	37
4.1.3 แหล่งน้ำขุมเหมือง	37
4.2 ปริมาณน้ำฝนและปริมาณการระเหยของน้ำ	38
4.2.1 ปริมาณน้ำฝน	38
4.2.1 ปริมาณการระเหยของน้ำ	39
4.3 ปริมาณน้ำท่า	44
4.4 อัตราการซึมน้ำของดิน	48
4.5 ปริมาณน้ำในดิน	64
4.6 ปริมาณน้ำต้นทุน	67
4.7 ลุ่มน้ำจังหวัดภูเก็ต	70
4.8 ทิศทางการไหลและพื้นที่รวมน้ำ	73
บทที่ 5 บทสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	76
5.1 สรุปผลการวิจัย	76
5.1.1 สถานการณ์น้ำ	76
5.1.2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำต้นทุน	77
5.1.3 สรุปปริมาณน้ำ	78
5.1.4 ทิศทางการไหลของน้ำและพื้นที่รวมน้ำ	79
5.2 ข้อเสนอแนะ	79
เอกสารอ้างอิง	81
ภาคผนวก	84
ประวัติผู้เขียน	109

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 curve number (CN) แบ่งตามชนิดดินและประเภทสิ่งปกคลุมดิน	9
2.2 ค่าสัมประสิทธิ์ในการคำนวณสัมประสิทธิ์น้ำท่า	10
2.3 ลักษณะการทำงานของชุดคำสั่งในเครื่องมือ Hydrology	19
3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา	25
3.2 จุดที่ใช้ในการประมาณค่าน้ำฝน	27
3.3 จุดที่ใช้ในการประมาณค่าการระเหย	27
3.4 ลักษณะของดินแต่ละกลุ่ม	28
3.5 กลุ่มดินจากกรมพัฒนาที่ดินแบ่งตามชนิดดินทางอุทกศาสตร์	28
3.6 ค่า CN ของแต่ละพื้นที่	29
3.7 อัตราการซึมน้ำของดินแต่ละชนิด	31
4.1 รายชื่อตำบลและขนาดพื้นที่ ของจังหวัดภูเก็ต	33
4.2 ปริมาณน้ำฝนรายเดือน ของแต่ละตำบลที่ได้จากการประมาณค่า	40
4.3 ปริมาณการระเหยรายเดือน ของแต่ละตำบลที่ได้จากการประมาณค่า	41
4.4 ปริมาณน้ำท่ารายเดือน ของแต่ละตำบล	45
4.5 ชุดดินและลักษณะการซึมผ่านของน้ำ	48
4.6 อัตราการซึมน้ำของดินรายเดือน ของแต่ละตำบล จากสมการ $D_{(A)}, D_{(B)}, D_{(C)}, D_{(D)}$	54
4.7 อัตราการซึมน้ำของดินรายเดือน ของแต่ละตำบล จากสมการ $D_{(E)}$	55
4.8 อัตราการซึมน้ำของดินรายเดือน ของแต่ละตำบล จากสมการ $D_{(F)}$	56
4.9 ปริมาณอัตราการซึมน้ำของดินในแต่ละสมการ	57
4.10 ปริมาณน้ำในดินรายเดือน ของแต่ละตำบล จากสมการ $SW_{(E)}$	65
4.11 ปริมาณน้ำต้นทุนรายเดือนของแต่ละตำบล	69
4.12 ลุ่มน้ำย่อยจังหวัดภูเก็ต	71
4.13 ปริมาณน้ำต้นทุนและร้อยละของพื้นที่สะสมและแหล่งน้ำ	74

รายการรูป

รูปที่	หน้า
1.1 กรอบแนวความคิด	4
2.1 วัฏจักรของน้ำ	6
2.2 แบบจำลองการเข้าและออกของน้ำ	17
2.3 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนสถานี ค.ท.ภูเก็ต	20
2.4 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนสถานี X.190A	21
2.5 ปริมาณน้ำฝนรายเดือน สถานีบ้านไม้เรียบ	21
2.6 เส้นทางน้ำของจังหวัดภูเก็ต	22
2.7 ความสูงภูมิประเทศจังหวัดภูเก็ต	23
3.1 ขั้นตอนการเฉลี่ยข้อมูลปริมาณน้ำฝนและการระเหยจากถาดรายเดือน 10 ปี (พ.ศ. 2545-2554)	26
3.2 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของจังหวัดภูเก็ต	30
3.3 ตัวเลขแสดงทิศทางการของการไหลของน้ำ	32
4.1 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของน้ำฝนในช่วง 40 ปี	34
4.2 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนในรอบปี ของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน 40 ปี	35
4.3 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนในช่วง 10 ปี ย้อนหลัง	36
4.4 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนในรอบปี ของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน 10 ปี	37
4.5 การกระจายของปริมาณน้ำฝนในรอบปี จากการประมาณค่าเฉลี่ย 10 ปี (พ.ศ. 2545-2554)	42
4.6 การกระจายของปริมาณการระเหยในรอบปี จากการประมาณค่าเฉลี่ย 10 ปี (พ.ศ. 2545-2554)	43
4.7 การกระจายของปริมาณน้ำท่าในรอบปี	46
4.8 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน จังหวัดภูเก็ต	47
4.9 ชุดดินจังหวัดภูเก็ต	52
4.10 การกระจายของอัตราการซึมน้ำของดินคำนวณจากสมการ D_A	58

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.11 การกระจายของอัตราอัตราการซึม ^๓ น้ำของดิน คำนวณจากสมการ D_B	59
4.12 การกระจายของอัตราอัตราการซึม ^๓ น้ำของดิน คำนวณจากสมการ D_C	60
4.13 การกระจายของอัตราอัตราการซึม ^๓ น้ำของดิน คำนวณจากสมการ D_D	61
4.14 การกระจายของอัตราอัตราการซึม ^๓ น้ำของดิน คำนวณจากสมการ D_E	62
4.15 การกระจายของอัตราอัตราการซึม ^๓ น้ำของดิน คำนวณจากสมการ D_F	63
4.16 การกระจายของปริมาณน้ำในดิน คำนวณจากสมการ SW_E	66
4.17 การกระจายของปริมาณน้ำต้นทุนรายปี ของจังหวัดภูเก็ต	69
4.18 ขอบเขตลุ่มน้ำย่อยและเส้นลำน้ำจังหวัดภูเก็ต	72
4.19 ทิศทางการไหลสะสมของน้ำ	75

สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ

CN	Cove Number
D	Infiltration
DEM	Digital Elevation Model
E	Evapotranspiration
P	Precipitation (Rain)
R	Runoff
SCS	Soil Conservation Service
SW	Soil water

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

“น้ำ” เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ และมนุษย์ได้นำน้ำมาใช้ประโยชน์ในหลากหลายด้าน เช่น อุปโภค บริโภค การเกษตร การท่องเที่ยว เป็นต้น โดยเฉพาะในจังหวัดภูเก็ตนอกจากการอุปโภคและบริโภค โดยประชากรภายในจังหวัดเองแล้ว ยังมีการใช้ทรัพยากรน้ำในส่วนของการท่องเที่ยวอีกด้วย จากข้อมูลของสำนักงานจังหวัดภูเก็ตพบว่าแนวโน้มในปี 2553 จำนวนนักท่องเที่ยวเพิ่มสูงขึ้น อัตราการจองห้องพักที่มีสูงถึงร้อยละ 79.82 และหากเป็นช่วงเทศกาล เช่น ตรุษจีน ปีใหม่ ฯลฯ จำนวนผู้เข้าพักเพิ่มขึ้นถึง ร้อยละ 90 – 100 (สำนักงานจังหวัดภูเก็ต, 2553) หากมองเฉพาะในส่วนของประชากรในจังหวัดภูเก็ต ข้อมูลในเดือนธันวาคมปี 2553 มีประชากรจำนวน 345,067 คน ปริมาณการใช้น้ำของประชากรตั้งแต่ปี 2540 – 2554 มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปี (การประปาส่วนภูมิภาค, 2554) ข้อมูลในปี 2553 จังหวัดภูเก็ตมีแหล่งกักเก็บน้ำที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ประมาณ 28.4 ล้านลูกบาศก์เมตร รวมกับน้ำทำ น้ำทะเล และน้ำใต้ดินประมาณ 46 ล้าน ลบ.ม./ปี ความจุของแหล่งน้ำต่าง ๆ ในจังหวัดภูเก็ตมีดังต่อไปนี้ (สำนักงานจังหวัดภูเก็ต, 2553)

อ่างเก็บน้ำบางวาดความจุ 7.3 ล้าน ลบ.ม. ปริมาณน้ำที่ใช้ได้ประมาณ 14 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี

อ่างเก็บน้ำคลองบางเหนียวความจุ 7.2 ล้าน ลบ.ม. ปริมาณน้ำที่ใช้ได้ประมาณ 5 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี

ขุมเหมืองของรัฐ 7 แห่ง ความจุ 1.5 ล้าน ลบ.ม. ปริมาณน้ำที่ใช้ได้ 3 ล้าน ลบ.ม./ปี (ขุมสวนหลวง 3 แห่ง, ขุมเทศบาลเมืองภูเก็ต, ประปา องค์การบริหารส่วนตำบลศรีสุนทร, ขุมประปาเทศบาลเชิงทะเล, ขุมประปาเทศบาลเทพกระษัตรี)

ขุมเหมืองเอกชน 6 แห่ง ความจุ 4.0 ล้าน ลบ.ม. ปริมาณน้ำที่ใช้ได้ 6 ล้าน ลบ.ม./ปี (ขุมอนุภาคทะลุ, ขุมพะเนียง, ขุมหน้า รพ.วชิระ, ขุมท่าหนิก, ขุมอิตเลอร์, ขุมประปา อบต.ฉลอง)

ประปาภูมิภาคภูเก็ตซื้อน้ำประปาจากบริษัท REQ. 2 แห่ง แหล่งน้ำมีความจุประมาณ 0.7 ล้าน ลบ.ม. และรับน้ำทำจากคลองธรรมชาติ รวมผลิตน้ำประปาเฉลี่ย 6 ล้าน ลบ.ม./ปี

ประปาภูมิภาคภูเก็ตซื้อน้ำประปาจากบริษัท REQ. ผลิตน้ำประปาจากน้ำทะเล
กำลังผลิต 12,000 ลบ.ม./วัน ผลิตน้ำประปาเฉลี่ย 4 ล้าน ลบ.ม./ปี

ประปาภูมิภาคภูเก็ต สูบน้ำจากคลองบางใหญ่เฉลี่ย 3 ล้าน ลบ.ม./ปี

น้ำจากบ่อบาดาลที่ขออนุญาต 95 แห่ง (กลุ่มงานข้อมูลสารสนเทศและการสื่อสาร
สำนักงานจังหวัดภูเก็ต, 2553) รวมสูบน้ำใช้ประมาณ 3 ล้าน ลบ.ม./ปี

ประปาสัมปทานในธุรกิจบ้านจัดสรรของเอกชน 5 แห่ง ใช้น้ำจากบ่อบาดาล และ
ขุมเหมือง ความจุประมาณ 0.5 ล้านลูกบาศก์เมตร รวมผลิตน้ำประปาเฉลี่ย 2 ล้าน ลบ.ม./ปี

อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำที่นำมาใช้ได้ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการทั้งหมด ข้อมูล
จากจังหวัดภูเก็ตในเรื่องของการวิเคราะห์ความต้องการน้ำ ในทุกกิจกรรมของจังหวัดภูเก็ตพบว่า มี
ความต้องการน้ำเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ต่อปี ความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและปริมาณนักท่องเที่ยว
จากปี 2547 มีความต้องการน้ำปริมาณ 42 ล้าน ลบ.ม. และในปี 2553 มีอัตราความต้องการน้ำเพิ่ม
สูงขึ้นประมาณร้อยละ 51 ล้าน ลบ.ม. จากที่กล่าวมาข้างต้นนั้นจังหวัดภูเก็ตมีอัตราความต้องการ
น้ำเพิ่มสูงขึ้นทุกปี ในขณะที่แหล่งน้ำที่สามารถนำมาใช้ได้นั้น ไม่มีอัตราเพิ่มขึ้นตามแนวโน้ม
ความต้องการใช้น้ำ ด้วยเหตุนี้จึงควรมีการวิเคราะห์หรือประเมินปริมาณน้ำ เพื่อการบริหารจัดการ
ทรัพยากรน้ำ หากมองย้อนไปในวัฏจักรน้ำแหล่งที่มาของน้ำที่สำคัญ คือ น้ำฝน ซึ่งปริมาณน้ำฝน
ในรอบ 5 ปี ของจังหวัดภูเก็ตตั้งแต่ปี 2548 – 2552 มีปริมาณฝนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นทุกปี ดังนั้นหากการ
จัดการเริ่มจากแหล่งที่มาของน้ำลำดับแรก จะช่วยให้ทราบถึงปริมาณน้ำที่เข้าสู่ระบบและช่วยให้
วางแผนการจัดการในขั้นต่อไปได้ จึงได้เกิดแนวคิดการประเมินน้ำต้นทุนในเขตจังหวัดภูเก็ต โดย
มุ่งเน้นไปที่น้ำที่เกิดจากฝนในเขตจังหวัดภูเก็ต เนื่องจากปริมาณน้ำฝนนั้นมีการเปลี่ยนแปลงดังที่
กล่าวข้างต้น การประเมินนี้เป็นการประเมินปริมาณน้ำจากน้ำฝนที่สามารถนำมาใช้ได้ เพราะฝนที่
ตกลงมานั้น บางส่วน ระเหยเป็นไอ บางส่วนซึมลงดิน ไม่สามารถนำมาใช้ได้ทั้งหมดตามปริมาณ
ที่ฝนตกลงมา นอกจากนี้ยังศึกษาในเรื่องของการวิเคราะห์ทิศทางการไหลของน้ำ และปริมาณน้ำ
ในแต่ละพื้นที่ ข้อมูลเหล่านี้สามารถใช้เป็นข้อมูลในการบริหารจัดการน้ำในแต่ละพื้นที่ เช่น หาก
ผลการศึกษาพบว่า มีปริมาณน้ำไหลไปสู่บริเวณเขตชุมชนทางหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำผล
การศึกษานี้เพื่อเตือนอุทกภัยได้ หรือหากน้ำมีการไหลสะสมในพื้นที่บริเวณป่าหรือพื้นที่ที่ไม่ได้
ใช้ประโยชน์ อาจพัฒนาพื้นที่เหล่านั้นเป็นแหล่งกักเก็บน้ำหรือหาแนวทางในการนำน้ำเหล่านั้นมา
ใช้ประโยชน์ การศึกษาในครั้งนี้ได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ (geographic
information system : GIS) มาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล GIS เป็นกระบวนการทำงานเกี่ยวกับ
ข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถแสดงข้อมูลเชิงพื้นที่และเชิงบรรยายได้ ทำให้ได้

สารสนเทศเชิงพื้นที่ที่เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น ทั้งหมดที่กล่าวมาเป็นเป็นแนวคิดที่ก่อให้เกิดการศึกษาในเรื่องนี้และผลการศึกษาที่ได้สามารถใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการน้ำเพื่อให้เกิดความยั่งยืนต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 อธิบายสถานการณ์น้ำภูเก็ต
- 1.2.2 ประเมินปริมาณน้ำต้นทุนผิวดินในพื้นที่จังหวัดภูเก็ต
- 1.2.3 ประเมินทิศทางการไหลของน้ำท่า ในแต่ละพื้นที่ของจังหวัดภูเก็ต
- 1.2.4 ประเมินพื้นที่การไหลสะสมของน้ำท่า ของพื้นที่จังหวัดภูเก็ต

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

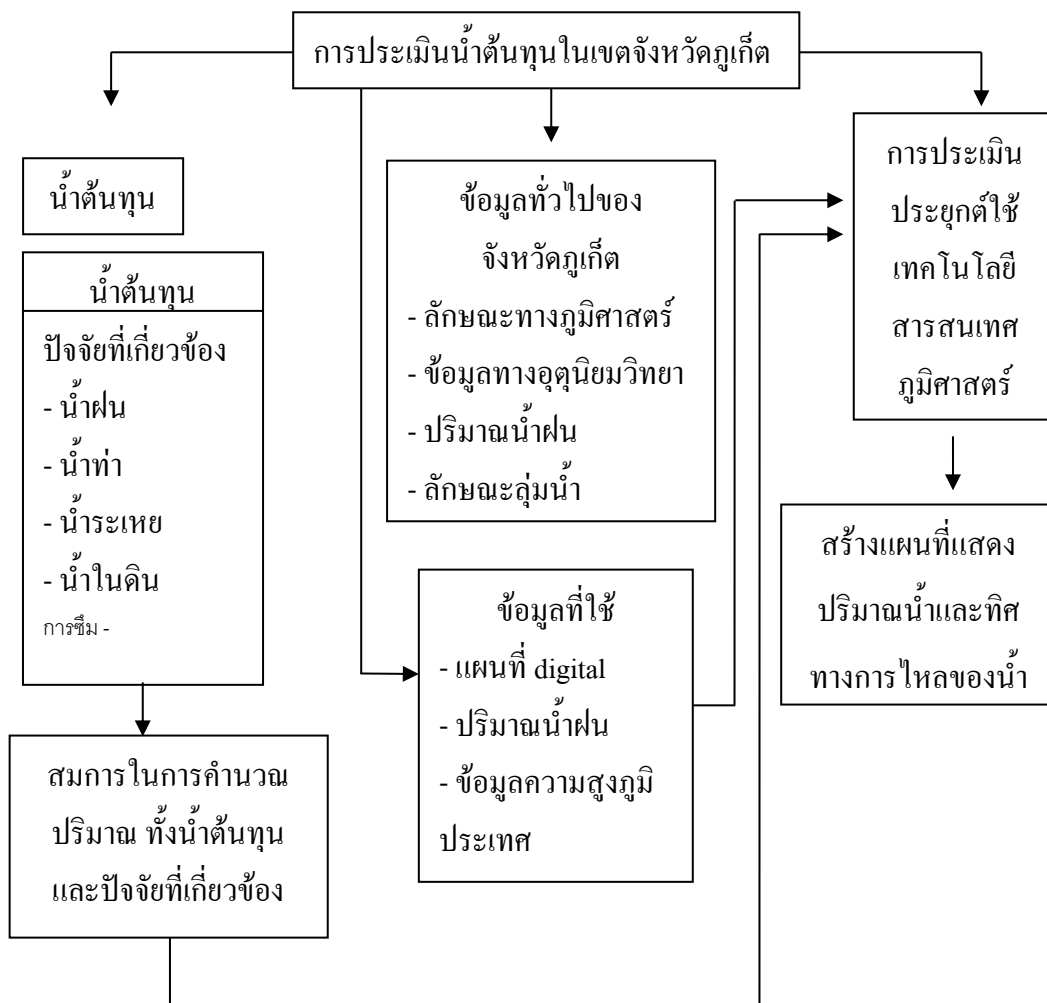
- 1.3.1 พื้นที่ศึกษา คือ จังหวัดภูเก็ต ทำการศึกษาในปี 2554 - 2555
- 1.3.2 การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่ ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาย้อนหลัง 10 ปี (พ.ศ. 2545-2554) ประกอบไปด้วย
 - 1) ปริมาณน้ำฝนรายวัน (daily rainfall)
 - 2) ค่าการคายระเหยจากผิวดิน (pan evaporation)

นอกจากนี้ยังได้ใช้ข้อมูลจากหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ในการประเมินน้ำต้นทุนที่เกิดขึ้นในเขตพื้นที่จังหวัดภูเก็ตโดยใช้โปรแกรมทางด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการศึกษา ได้แก่ ปริมาณน้ำต้นทุน ทิศทางการไหลของน้ำท่า และพื้นที่รวมน้ำ หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น หน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดภูเก็ต สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการวางแผนจัดการ สำหรับแก้ไขปัญหาทรัพยากรน้ำ เพื่อให้เกิดความยั่งยืนต่อไป

1.5 กรอบแนวความคิด



รูปที่ 1.1 กรอบแนวความคิด

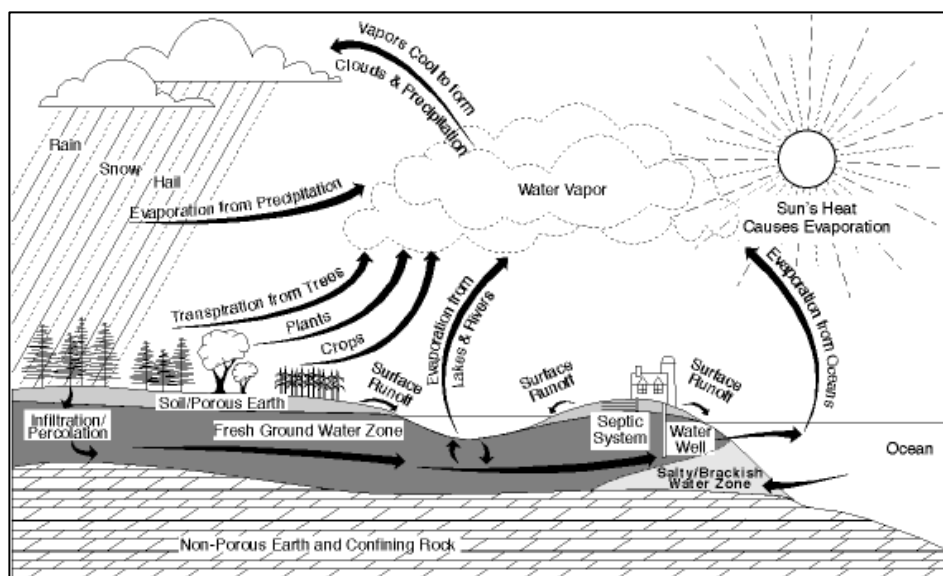
บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

น้ำต้นทุน (water budget) หรือ บัญชีน้ำ (water accounting) คือ น้ำที่มีการเก็บรักษาอยู่ภายในระบบหรือวัฏจักรอุทกวิทยา ซึ่งน้ำต้นทุน คือ น้ำที่กักเก็บอยู่บนผิวดินหรือน้ำท่า (วิมล จารุงศ์โสภณ, 2533) เป็นเครื่องมือที่นำไปสู่การประเมินน้ำที่เข้าและออกในแต่ละพื้นที่ศึกษา เป็นกรอบที่ใช้ในการอธิบายการใช้และผลผลิตที่ได้จากน้ำในพื้นที่ศึกษา สะท้อนให้เห็นถึงสถานการณ์น้ำในปัจจุบัน และนำไปสู่การบริหารจัดการน้ำได้ ซึ่งมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับน้ำต้นทุนและกระบวนการเกิดดังต่อไปนี้

2.1 วัฏจักรน้ำ (hydrological cycle)

วัฏจักรน้ำ คือ กระบวนการเกิดและการหมุนเวียนของน้ำที่ไม่ทราบถึงจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด น้ำในโลกไม่ได้สูญหายไปไหนเพียงแต่เปลี่ยนสถานะไปตามสภาพภูมิอากาศของพื้นที่นั้นๆ น้ำบนโลกเป็นมีอยู่สามสถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ สามารถอธิบายกระบวนการภายในวัฏจักร (รูปที่ 2.1) ได้ดังนี้ ไอน้ำเกิดการระเหยจากแหล่งน้ำต่างๆ เมื่อได้รับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ เปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศรวมกันเป็นกลุ่มก้อนซึ่งที่สังเกตได้ชัด คือ กลุ่มเมฆที่พบเห็นอยู่บนท้องฟ้าทั่วไปและเมื่อความชื้นในอากาศเพิ่มมากขึ้น ไอน้ำเหล่านี้เกิดการรวมตัวกันและกลั่นตัวเองตกลงมายังพื้นโลก เรียกว่าหยาดน้ำฟ้า (precipitation) ในรูปของเหลวเป็นฝนและในรูปของแข็งเป็นหิมะหรือลูกเห็บ น้ำที่ตกลงมาสู่แหล่งน้ำบางส่วนเป็นน้ำผิวดินและมีการคายระเหยกลับคืนสู่บรรยากาศ บางส่วนซึมลงดินลงลึกไปสู่ลำน้ำใต้ดิน



รูปที่ 2.1 วัฏจักรของน้ำ (Ohio Department of Natural Resources, 2011)

น้ำประเภทต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษาการประเมินน้ำต้นทุนครั้งนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1.1 น้ำฝน (rain)

เป็นหยาดน้ำฟ้าประเภทหนึ่ง กระบวนการเกิดน้ำฝน คือ น้ำหรือไอน้ำที่อยู่ในบรรยากาศได้รับความชื้นหรือความเย็นเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดการรวมตัวในบรรยากาศมากขึ้นและมีน้ำหนักมากกว่าแรงลอยตัว กลุ่มไอน้ำในบรรยากาศจึงกลั่นตัวเองลงมาสู่พื้นโลก การศึกษาปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาสามารถทำได้โดยวัดปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมา ด้วยอุปกรณ์ในการศึกษาและวัดปริมาณน้ำฝนดังต่อไปนี้

2.1.1.1 การวัดปริมาณน้ำฝน โดยสถานีภาคพื้นดิน วัดปริมาณน้ำฝนในแนวตั้งอุปกรณ์ที่ใช้กันทั่วไปมี 3 ชนิด คือ

1) อุปกรณ์วัดปริมาณน้ำฝนแบบถังกระดก (tipping-bucket gauge) ประกอบด้วยที่รองรับน้ำฝน กรวยรับน้ำฝนและถ้วยกระดก เมื่อส่วนของถ้วยรับน้ำเต็มถึงจะกระดกและเทน้ำฝนลงอ่าง

2) อุปกรณ์วัดปริมาณน้ำฝนแบบชั่งน้ำหนัก (weighting-type gauge) อุปกรณ์นี้จะชั่งน้ำหนักฝนที่ตกลงมา ในถังที่อยู่บนเครื่องชั่งและบันทึกน้ำหนักลงบนกระดาษกราฟ ค่าที่บันทึกเป็นปริมาณน้ำฝนต่อเนื่อง

3) อุปกรณ์วัดปริมาณน้ำฝนแบบทุ่นลอย (float recording gauge) เมื่อฝนตกลงมาปริมาณมากทุ่นจะลอยสูงขึ้นและบันทึกค่าบนกระดาษกราฟ ซึ่งอุปกรณ์วัดประเภทนี้บางรุ่นต้องระบายน้ำด้วยมือในขณะที่บางรุ่นเป็นการระบายแบบอัตโนมัติ

2.1.1.2 การวัดน้ำจากอากาศด้วยเรดาร์ (RADAR measurement of precipitation)

เป็นอุปกรณ์ที่วัดน้ำจากอากาศโดยการปล่อยพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็วของแสงออกไป เมื่อไปกระทบกับอนุภาคน้ำในอากาศจะเกิดการสะท้อนกลับมายังภาคพื้นดินและสามารถตรวจวัดปริมาณได้

2.1.1.3 การวัดปริมาณน้ำฝนจากอากาศด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา (meteorological satellite estimate of precipitation)

ดาวเทียมไม่สามารถวัดปริมาณน้ำฝนได้โดยตรงแต่เป็นการนำข้อมูลมาประยุกต์ใช้ เช่น การหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสว่างกับปริมาณฝนที่วัดได้จริง ซึ่งระดับความสว่างสามารถบอกถึงอุณหภูมิหรือความสูงของเมฆ เมฆที่อยู่สูงและมีความหนาจะทำให้เกิดฝนตกหนัก

2.1.1.4 การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประมาณค่าน้ำฝนเชิงพื้นที่ (interpolation technique) มีวิธีการประมาณค่าในเชิงพื้นที่ดังนี้

1) Inverse Distance Weighting (IDW) เป็นวิธีการประมาณค่า โดยการสุ่มตัวอย่างแต่ละจุดจากตำแหน่งหลักและกระจายค่าน้ำหนักไปตามจุดที่ใกล้เคียง ซึ่งจุดที่อยู่ไกลจะมีค่าน้ำหนักน้อยตามระยะทางที่ไกลออกไป IDW เป็นวิธีที่นิยมใช้อย่างมาก เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายและรวดเร็วต่อการคำนวณ

2) Spline เป็นวิธีการประมาณค่าด้วยการแทรกค่า ให้พอดีเป็นพื้นผิวที่มีความโค้งเว้าอย่างน้อยตามจุดข้อมูลตัวอย่างที่นำเข้ามา วิธีนี้เหมาะสำหรับการประมาณค่าพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลง อย่างค่อยเป็นค่อยไป เช่น พื้นผิวแสดงความสูง ความลึกของพื้นน้ำ เป็นต้น

3) Kriging เป็นวิธีประมาณค่าโดยให้ค่าน้ำหนักเป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูล วิธีการนี้สะท้อนให้เห็นความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ สามารถนำมาใช้อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ ตัวอย่างการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีนี้ เช่น การเปรียบเทียบการประมาณค่าน้ำฝนเชิงพื้นที่ 2 แบบ (Bargaouia and Chebbib, 2008) คือ การประมาณค่าแบบ 2 มิติ (พื้นที่และความหนาแน่นของน้ำฝน) ซึ่งเป็นการประมาณค่าน้ำฝนเชิงพื้นที่แบบดั้งเดิม และ แบบ 3 มิติ (พื้นที่ ระยะเวลาที่ฝนตก ความหนาแน่นของน้ำฝน) พบว่าการประมาณค่าแบบ 3 มิติให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าการประมาณค่าเชิงพื้นที่แบบ 2 มิติ

ในปี พ.ศ. 2543 ได้มีการศึกษาการประมาณค่าน้ำฝนแต่ละประเภท โดยใช้ข้อมูลน้ำฝน 42 สถานี ทั้งสถานีที่อยู่ในพื้นที่ศึกษาและพื้นที่ใกล้เคียง เปรียบเทียบการประเมินค่าน้ำฝนเชิงพื้นที่สามวิธี ในบริเวณพื้นที่ราบลุ่มน้ำเจ้าพระยา พบว่าการประมาณค่าเชิงพื้นที่ของปริมาณน้ำฝนมีข้อจำกัดในเรื่องของพื้นที่และสภาพภูมิอากาศมีความผันแปรเชิงพื้นที่ ผลการศึกษาพบว่าบางพื้นที่เหมาะสมกับวิธี IDW แต่บางพื้นที่เหมาะสมกับวิธี Kriging ทั้งนี้การเลือกวิธีขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานและพื้นที่ศึกษา เช่น วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบส่วนกลับระยะทางจะเหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่มีการกระจายของสถานีวัดน้ำฝนไม่ดีและมีพื้นที่ที่ค่อนข้างใหญ่ (Suwanwerakamtorn, 2000) ในการประมาณค่าเชิงพื้นที่มีหลายงานวิจัยที่ใช้วิธี Kriging และ IDW เช่น การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าเชิงพื้นที่ (Li and Heapa, 2010) ในงานวิจัยได้กล่าวว่า IDW, Kriging และ Co-Kriging เป็นวิธีที่ใช้ประมาณค่าในเชิงพื้นที่บ่อยครั้ง และปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อการประมาณค่า คือ รูปแบบของข้อมูล การเปรียบเทียบครั้งนี้มีการเปรียบเทียบ 53 ครั้ง มีตัวแปรกว่า 80 ตัวแปร จากการเปรียบเทียบพบว่าตัวแปรเพิ่มขึ้น ความถูกต้องของวิธีการลดลงและความหนาแน่นของการสุ่มตัวอย่าง มีผลต่อวิธีการในการประมาณค่าเชิงพื้นที่ นอกจากนี้การประมาณค่าเชิงพื้นที่นั้น ควรต้องคำนึงถึงลักษณะของภูมิประเทศด้วย เช่น การศึกษาการประมาณค่าน้ำฝน บริเวณทะเลสาบ Poyang ลุ่มน้ำจีน (Gan *et al.*, 2010) ต้องการนำปัจจัยเกี่ยวกับลักษณะทางภูมิศาสตร์ เข้ามาเป็นอีกปัจจัยหนึ่งในการประมาณค่าน้ำฝน จึงทำการศึกษาวิธีการประมาณค่าที่เหมาะสม โดยวิธีการ IDW, Ordinary Kriging และ Co-kriging มีการตรวจสอบผลโดยใช้ MAE (mean absolute error), MRE (mean relative error) และ RMSIE (root mean squared interpolation error) ผลการศึกษาพบว่า Co-kriging เป็นวิธีที่ประมาณค่าแล้วมีการพิจารณาลักษณะทางภูมิศาสตร์ หรือนำลักษณะทางภูมิศาสตร์เข้ามาเป็นปัจจัยหนึ่งในการประมาณค่า มากกว่าวิธี IDW และ Ordinary Kriging

2.1.2 น้ำท่า (runoff)

ฝนที่ตกลงมาก่อนที่ลงสู่พื้นบางส่วนถูกสกัดไว้ด้วยกิ่งก้านและใบของต้นไม้ น้ำส่วนนี้มีการระเหยกลับคืนสู่บรรยากาศ ส่วนที่ตกลงสู่พื้นตกค้างอยู่ตามหลุม บ่อ และแอ่งตามพื้นดิน น้ำบางส่วนซึมผ่านพื้นดินและหากอัตราการซึมมากกว่าการระบายสู่ชั้นดิน น้ำส่วนนี้จะไหลใต้ผิวดินลงสู่แหล่งน้ำ และหากมีปริมาณน้ำเพิ่มมากขึ้นจนถึงจุดอิ่มตัว น้ำบางส่วนไหลออกจากพื้นดินและไหลลงสู่พื้นที่ที่ต่ำกว่า เมื่อน้ำไหลอยู่ใต้ผิวดินและน้ำไหลผิวดินรวมกันจึงเกิดเป็นน้ำท่า คือ น้ำที่ไหลในลำธารซึ่งรับน้ำจากลุ่มน้ำ ข้อมูลเกี่ยวกับน้ำท่ามีความสำคัญในเรื่องของการวิเคราะห์และออกแบบงานพัฒนาแหล่งน้ำ เช่น อ่างเก็บน้ำ คลองส่งน้ำ เป็นต้น ปริมาณของน้ำท่า

สามารถคำนวณได้จากค่าปริมาณน้ำฝน ซึ่งวิธีการคำนวณปริมาณน้ำท่าเป็นวิธีที่ใช้ในงานชลประทาน ดังสมการที่ 2.1 และ 2.2 (ศักดิ์ดา หอมหวล, 2547)

$$R = (P-0.2)^2 / (P+0.8S) \quad (2.1)$$

เมื่อ R = ปริมาณน้ำท่า (ลบ.ม.)

P = ปริมาณน้ำฝน (ลบ.ม.)

S = ความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน

S หาได้จาก $S = (100/CN) - 10$

ซึ่งค่า curve number (CN) แบ่งตามชนิดดินและประเภทสิ่งปกคลุมดิน ดังแสดงในตารางที่ 2.1 การเลือกใช้ค่า CN จึงขึ้นอยู่กับพื้นที่ศึกษา

ตารางที่ 2.1 curve number (CN) แบ่งตามชนิดดินและประเภทสิ่งปกคลุมดิน (ศักดิ์ดา หอมหวล, 2547)

ชนิดดิน	ไร่ร้าง	พืชผัก	นาข้าว	พืชไร่	ทุ่งหญ้า	ป่าไม้	ชุมชน
A (sandy)	77	67	62	60	30	35	58
B (loamy)	86	76	73	72	58	60	73
C (sandy clay loam)	91	83	81	81	71	73	82
D (clay)	94	86	85	84	78	80	86

นอกจากนี้ยังมีแบบจำลองการประเมินปริมาณน้ำท่าที่นิยมใช้กัน คือ SCS (Soil Conservation Services) เป็นแบบจำลองจากประเทศสหรัฐอเมริกาและมีการนำไปใช้ในการประเมินปริมาณน้ำท่า เช่น การประมาณน้ำท่ารายเดือนสำหรับลุ่มน้ำในประเทศไทยจากน้ำฝน (เชษฐา ดิษยมาลัย, 2538) ผลการศึกษาพบว่าสามารถอธิบาย กระบวนการทางอุทกวิทยาได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงและได้มีการนำแบบจำลองนี้ ดัดแปลงเพื่อหาปริมาณน้ำท่า โดยดัดแปลงแบบจำลองดังสมการที่ 2.2 (ศักดิ์ดา หอมหวล, 2547) และในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้สมการนี้ในการคำนวณหาปริมาณน้ำท่า เนื่องจากทราบทั้งปริมาณน้ำท่าและพื้นที่

$$R = P \times Rc \times Area \quad (ลบ.ม./ตร.ม./ปี) \quad (2.2)$$

เมื่อ R = ปริมาณน้ำท่า (ลบ.ม.)

P = ปริมาณน้ำฝน (ลบ.ม.)

$Area$ = พื้นที่ (ตร.ม.)

Rc = สัมประสิทธิ์น้ำท่า [คำนวณจาก $(a \times P) + b$]

a = สัมประสิทธิ์ของสมการ

b = ค่าคงที่ของสมการ

จากสมการที่ 2.2 พบว่าต้องมีการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำท่าค่าคงที่และค่าสัมประสิทธิ์ของสมการ ที่นำมาใช้ในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า มีค่าดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ค่าสัมประสิทธิ์ในการคำนวณสัมประสิทธิ์น้ำท่า (ศักดิ์ดา หอมหวล, 2547)

Terrain Type	Slope	a	b
Flat area	0 – 5%	0.1293	- 6.2370
Gentle slope area	>5 – 15%	0.1293	- 3.0540
Rolling area	>15 – 30%	0.1295	1.4890
Steep area	>30%	0.1295	5.7160

ในแบบจำลองนี้มีการนำปริมาณน้ำฝนมาใช้ที่เหมือนกับวิธีที่นิยมใช้กันในงานชลประทาน นอกจากนี้ยังได้มีการนำหลักการประเมินน้ำท่าของ SCS มาใช้ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับ แบบจำลอง SCS runoff curve number ทำการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าและสร้างข้อมูลคุณลักษณะลุ่มน้ำ การศึกษาครั้งนี้ทั้งหมดรวบรวมและวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยการใช้โปรแกรม ArcView 3.2a ผลการศึกษาที่ได้สามารถนำไปใช้ศึกษาเบื้องต้นเพื่อการจัดสรรแหล่งน้ำได้ (ธีรศักดิ์ กิตติศิริวัฒนกุล, 2545)

ปริมาณน้ำท่าในจังหวัดภูเก็ตมีการศึกษาโดย ปราณิ ลีละวัฒนากุล (2546) โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากกรมชลประทานและข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา ช่วงระยะเวลา 5 ปี (พ.ศ.2540-2544) ประกอบกับข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำในจังหวัดภูเก็ต พบว่ามีปริมาณน้ำท่ารายปีระหว่าง 413,180 – 3,307,259 ลบ.ม./ตร.กม. โดยในเดือนตุลาคม มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยสูงสุดร้อยละ 19 – 23 ของปริมาณน้ำท่ารายปี ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน มีปริมาณน้ำท่าต่ำสุด นอกจากนี้ยังพบว่าในช่วงเดือนกันยายน – ตุลาคม ทวีตจังหวัดภูเก็ตมีฝนตกหนักและต่อเนื่อง อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอุทกภัยได้ ส่วนการวิเคราะห์หาทิศทางการไหลของน้ำท่า ใช้ข้อมูลน้ำท่าร่วมกับข้อมูลทางกายภาพของจังหวัดภูเก็ต ซึ่งในการวิเคราะห์หาทิศทางการไหลโดยประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้น มีขั้นตอนหลักดังนี้

2.1.2.1 การวิเคราะห์ทิศทางการไหล (flow direction) ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของภูมิประเทศนั้นๆ

2.1.2.2 การวิเคราะห์การไหลสะสม (flow accumulation) คือการวิเคราะห์ทิศทางการไหลสะสมหรือทิศทางหลักการไหลของเส้นทางน้ำที่เกิดขึ้นจากลักษณะพื้นที่นั้น ซึ่งน้ำไหลจากพื้นที่สูงสู่พื้นที่ต่ำ

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ทิศทางการไหลของน้ำท่า คือ ข้อมูลความสูงภูมิประเทศ (digital elevation model : DEM) การศึกษาที่ต้องมีการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะนี้ เช่น การศึกษาแบบจำลองเตือนภัยน้ำท่วม บริเวณลุ่มน้ำบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ในปี พ.ศ.2552 ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ขั้นตอนหนึ่งในการสร้างแบบจำลอง คือ การจัดทำขอบเขตลุ่มน้ำ โดยใช้ข้อมูล DEM วิเคราะห์ทิศทางการไหล (flow direction) หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์การไหลสะสม (flow accumulation) และนำมาวิเคราะห์ขอบเขตลุ่มน้ำ ซึ่งจากกระบวนการนี้ทำให้ทราบถึงขอบเขตพื้นที่รับน้ำ ข้อมูลเช่นนี้สามารถประยุกต์ใช้กับการศึกษาปริมาณน้ำต้นทุนได้เช่นเดียวกัน เนื่องจากทำให้รู้ทิศทางการไหลของน้ำและพื้นที่สะสมของน้ำ

2.1.3 น้ำในดิน (soil water)

น้ำในดิน คือ น้ำส่วนที่อยู่ในช่องว่างของดิน ฝนที่ตกลงมามีการให้น้ำแก่ดิน โดยน้ำซึมเข้าไปสู่ช่องว่างระหว่างเม็ดดิน และยึดติดเม็ดดินด้วยแรงยึดเหนี่ยว ระหว่างโมเลกุลของน้ำกับโมเลกุลของเม็ดดินเกิดเป็นน้ำในดินขึ้น การวัดปริมาณน้ำในดินด้วยวิธีพื้นฐานสามารถทำได้ โดยเก็บตัวอย่างดินที่ต้องการรู้ปริมาณน้ำในดินมาอบที่อุณหภูมิ 105-110 °C เป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 15 ชั่วโมง จนน้ำหนักคงที่และนำมาชั่งน้ำหนักและคำนวณน้ำหนักที่หายไป นั่นคือปริมาณน้ำในดิน

นอกจากวิธีการหาปริมาณน้ำในดินที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ยังมีวิธีการหาปริมาณน้ำในดินจากสมการน้ำในดินซึ่งได้มีผู้ศึกษาอยู่หลายท่าน (เชษฐา ดิษยมาลัย, 2538) แต่ละสมการขึ้นอยู่กับพื้นที่และวัตถุประสงค์ของผู้ศึกษา สมการคำนวณปริมาณน้ำในดิน เช่น สมการที่ 2.3 , 2.4 และ 2.5

$$\Delta S = P - (R + E + T + G) \quad (2.3)$$

เมื่อ ΔS = การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำทั้งหมด (ลบ.ม.)

P = น้ำจากอากาศ (ลบ.ม.)

R = การไหลของน้ำผิวดินสู่ทิว (ลบ.ม.)

E = การระเหย (ลบ.ม.)

T = การคายน้ำสู่ทิว (ลบ.ม.)

G = การไหลของน้ำใต้ดินสุทธิ (ลบ.ม.)

$$\Delta S = P - (R + D + ET) \quad (2.4)$$

เมื่อ ΔS = ปริมาณที่กักเก็บในดิน (ลบ.ม.)

P = ปริมาณน้ำฝน (ลบ.ม.)

R = ปริมาณน้ำท่า (ลบ.ม.)

D = ปริมาณน้ำซึมลึก (ลบ.ม.)

ET = ปริมาณน้ำคายระเหย (ลบ.ม.)

$$\Delta SM = P + (IR - Q - G - ET) \quad (2.5)$$

เมื่อ ΔSM = การเปลี่ยนแปลงของน้ำที่ถูกกักเก็บไว้ในดิน (ลบ.ม.)

P = ปริมาณน้ำฝน (ลบ.ม.)

IR = ปริมาณน้ำจากชลประทาน (ลบ.ม.)

Q = ปริมาณน้ำท่าผิวดิน (ลบ.ม.)

G = ปริมาณการซึมในดิน (ลบ.ม.)

ET = ปริมาณการคายระเหย (ลบ.ม.)

มีการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการประมาณค่าน้ำในดินในปัจจุบัน เช่น การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และข้อมูลสำรวจระยะไกลในการจัดทำแผนที่ข้อมูลความชื้นของดิน โดยการเก็บตัวอย่างและวัดค่าความชื้นของดิน หาสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นของดินกับค่าการสะท้อนพลังงานของวัตถุจากข้อมูลดาวเทียม และปัจจัยที่เกี่ยวข้องด้วยวิธีวิเคราะห์การถดถอย มีค่าความคลาดเคลื่อนจากการประเมินค่าความชื้นเท่ากับ 1.877 ข้อมูลที่ได้สามารถจัดทำแผนที่ความชื้นของดินเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาโดยเฉพาะในด้านของการเพาะปลูก (รมณีย์ ทองดารา, 2540) มีการสร้างแบบจำลองน้ำในดินรายสัปดาห์จากสมการสมดุลน้ำโดยประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยแบบจำลองน้ำในดินที่คำนวณตามชนิดดินให้ผลที่น่าเชื่อถือที่สุด ดังสมการที่ 2.6 (ศักดิ์ดา หอมหวล, 2547) ในการหาปริมาณน้ำในดินของการศึกษาครั้งนี้ใช้สมการที่ 2.6 ในการคำนวณหาปริมาณน้ำในดิน เนื่องจากแต่ละตัวแปรในสมการนี้เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับน้ำต้นทุน

$$SW = P - (R + D + E) \quad (2.6)$$

เมื่อ SW = ปริมาณน้ำในดิน (ลบ.ม.)
 P = ปริมาณน้ำฝน (ลบ.ม.)
 R = ปริมาณน้ำท่า (ลบ.ม.)
 D = อัตราการซึมเข้าของดิน (ลบ.ม.)
 E = ปริมาณการระเหยจริง (ลบ.ม.)

2.1.4 อัตราการซึมเข้าของดิน (Infiltration)

กระบวนการเคลื่อนที่ของน้ำผ่านผิวดินลงสู่ชั้นดินที่ลึกลงไป น้ำจะไหลซึมเข้าไปในช่องว่างระหว่างเม็ดดิน เรียกกระบวนการนี้ว่าการซึมผ่านผิวดิน น้ำที่ซึมลงสู่ดินจะช่วยเพิ่มความชื้นในดินทำให้พืชสามารถนำไปใช้ได้ โดยปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการซึม เช่น ชนิดและคุณสมบัติของดิน ชนิดและความหนาแน่นของพืชที่ปกคลุมดิน ความชื้นในดิน ฤดูกาล เป็นต้น แต่สิ่งสำคัญที่เป็นตัวกำหนดปริมาณความจุของดินและมีผลต่ออัตราการไหล คือ ช่องว่างระหว่างเม็ดดิน ในการหาอัตราการซึมเข้าของดิน นั้นสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.7 (Horton, 1930)

$$f_p = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt} \quad (2.7)$$

เมื่อ f_p = ความสามารถของน้ำในการซึมผ่านผิวดินที่เวลา t (ความลึก/เวลา)
 f_c = อัตราการซึมเข้าของดินผ่านผิวดินคงที่ (ความลึก/เวลา)
 f_0 = อัตราการซึมเข้าของดินผ่านผิวดินที่เวลาเริ่มต้น (ความลึก/เวลา)
 k = ค่าคงที่ของการซึม
 t = เวลานั้นนับตั้งแต่เริ่มเกิดฝน

นอกจากนี้ได้มีการศึกษาอัตราการซึมเข้าของดิน (สัคดีดา หอมหวล, 2547) ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 เกณฑ์ ดังสมการที่ 2.8 – 2.11

1. อัตราการซึมเข้าของดินที่ได้จากชนิดของดิน

$$D_{(A,B,C,D)} = D_{\text{tex}} \times D_{\text{day}} \times \text{Area} \quad (2.8)$$

เมื่อ $D_{(A,B,C,D)}$ = อัตราการซึมเข้าของดิน / สัปดาห์ ตามชนิดดิน (ลบ.ม.)
 D_{tex} = อัตราการซึมเข้าของดิน / วัน ตามชนิดดิน (มม.)
 D_{day} = จำนวนวันที่ใช้ในการศึกษา
 Area = พื้นที่ (ตร.ม.)

2. อัตราการซึมน้ำของดิน ที่มีการศึกษาไว้โดยกองวางแผนที่ดิน ซึ่งกำหนดให้ดินระดับความลึกที่ 50 เซนติเมตร สามารถสะสมน้ำได้สูงสุด 100 มม.

$$D(E) = (P-(E+R))-(100 \times \text{Area} \times 0.5) \quad (2.9)$$

เมื่อ $D(E)$ = อัตราการซึมน้ำของดินของกรมพัฒนาที่ดิน (ลบ.ม.)

3. อัตราการซึมน้ำของดินโดยคิดจาก 5% ของปริมาณน้ำฝนที่เกิดขึ้นในพื้นที่

$$D(F) = ((P \times 5)/100) \times \text{Area} \quad (2.10)$$

เมื่อ $D(F)$ = อัตราการซึมน้ำของดินเท่ากับ ร้อยละ 5 ของปริมาณน้ำฝน (ลบ.ม.)

4. อัตราการซึมน้ำของดินคิดจากความสามารถอุ้มน้ำของดินที่พิจารณาจากสัมประสิทธิ์ความพรุนในระดับความลึก 50 เซนติเมตร

$$D(G) = (P-(E+R)) - (\text{Spore} \times \text{Area} \times 0.5) \quad (2.11)$$

เมื่อ $D(G)$ = อัตราการซึมน้ำของดิน จากการอุ้มน้ำของดินชนิดต่าง ๆ (ลบ.ม.)

P = ปริมาณน้ำฝน (ลบ.ม.)

R = ปริมาณน้ำท่า (ลบ.ม.)

E = ปริมาณการระเหยจริง (ลบ.ม.)

Spore = สัมประสิทธิ์ความพรุนของดินแต่ละชนิด

2.1.5 น้ำระเหย (evaporation)

น้ำระเหย การระเหยของน้ำมีอยู่ 2 ประเภท คือ การระเหย (evaporation) และการคายระเหย (evapotranspiration) เป็นกระบวนการที่น้ำเปลี่ยนสถานะจากของเหลว เป็นก๊าซหรือไอน้ำกลับคืนสู่บรรยากาศ โดยได้รับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ เป็นการสูญเสียน้ำจากผิวดินหรือผิวน้ำ และการระเหยอีกประเภท เป็นการคายระเหยจากพืช (transpiration) ซึ่งพืชสามารถคายน้ำออกจากส่วนต่างๆ คือ ทางปากใบ ประมาณร้อยละ 80 จากรอยแยกตามกิ่งก้านของต้นประมาณร้อยละ 20 เรียกกระบวนการทั้งสองว่า การคายระเหย (evapotranspiration) ซึ่งการคายระเหยถือเป็นตัวแปรสำคัญ ที่ทำให้จำนวนของน้ำในบรรยากาศและผิวโลกเปลี่ยนแปลงไป สามารถวัดปริมาณน้ำระเหยได้ด้วยอุปกรณ์และวิธีการต่อไปนี้

2.1.4.1 ถาดวัดการระเหย (evaporation pan) วัดอัตราการระเหย จากผิวพื้นโลกเป็นปริมาตรของน้ำ ซึ่งหายไปจากการระเหย ต่อหน่วยพื้นที่ ต่อหน่วยเวลา คือ เท่ากับความลึกที่หายไปทั้งหมดจากถาดระเหย

2.1.4.2 การวัดการคายระเหยของพืชมีเครื่องมือวัด 2 ชนิดที่นิยม คือ โปโตมิเตอร์ (potometer) เป็นการหาการระเหยของพืชโดยใช้กระถางใส่ดินและต้นไม้รดน้ำลงไปน้ำไปข้างหน้า (W₁) จากนั้นใช้ถุงพลาสติกคลุมส่วนที่เป็นดินเอาไว้ ตั้งให้ต้นไม้คายน้ำและนำมาชั่งน้ำหนัก (W₂) น้ำที่หายไปคือน้ำที่พืชคายออกมา (W₁-W₂) และอีกวิธีคือ โฟโตมิเตอร์ (phytometer) มีลักษณะคล้ายกับแบบแรก แตกต่างกันเพียงแบบแรกใช้ต้นไม้ต้นเดียว แต่แบบที่สองใช้ต้นไม้หลายต้น

การหาปริมาณการคายระเหยนอกจากการวัดในพื้นที่จริงแล้ว ยังได้มีการดัดแปลงสมการของ water budget เพื่อนำมาหาค่าการคายระเหยบริเวณป่าในประเทศญี่ปุ่น (Kosugi and Katsuyama, 2006) ซึ่งใช้ข้อมูลน้ำฝน และข้อมูลน้ำท่า ในการหาปริมาณการคายระเหย เปรียบเทียบกับการหาค่าการคายระเหยจากการไหลวนอยู่ในอากาศ พบว่าทั้งสองวิธีมีค่าอยู่ในช่วง 609 มม. (ในปี 1984) ถึง 873 มม. (ในปี 2003) นอกจากนี้ยังมีสมการที่ใช้ในการคำนวณปริมาณการระเหยจริง (ศักดิ์ดา หอมหวล, 2547) ที่ใช้ในการคำนวณปริมาณการระเหยเพื่อนำมาคำนวณน้ำในดินดังสมการที่ 2.12

$$E = (P - (I + R))_n + SW_{acm}_{n-1} \quad (2.12)$$

E = ปริมาณการระเหยจริง (ลบ.ม.)

P = ปริมาณน้ำฝน (ลบ.ม.)

I = อัตราการซึม (ลบ.ม.)

R = ปริมาณน้ำท่า (ลบ.ม.)

SW_{acm} = ปริมาณน้ำในดิน (ลบ.ม.)

2.2 การศึกษาน้ำต้นทุน (water budget)

การศึกษาหรือการประเมินน้ำต้นทุนนั้นสามารถทำได้หลายวิธี โดยวิธีมาตรฐานเป็นการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการประเมินปริมาณน้ำต้นทุนในพื้นที่ศึกษา ซึ่งในปี 2009 Land and Water Management Division ได้เสนอสมการที่ใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำต้นทุน ดังสมการที่ 2.13

$$\Delta S = P - E - ET \pm SRO \pm GF \quad (2.13)$$

เมื่อ ΔS = น้ำที่กักเก็บ (ลบ.ม.)

P = ปริมาณน้ำฝน (ลบ.ม.)

E = ปริมาณการระเหย (ลบ.ม.)

ET = ปริมาณการคายระเหย (ลบ.ม.)

SRO = ปริมาณน้ำท่า (ลบ.ม.)

GF = ปริมาณน้ำใต้ดิน (ลบ.ม.)

ในขณะที่ Integrated Watershed Management (2009) ได้รวบรวมข้อมูลและแบบจำลองการประเมินน้ำต้นทุน พื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำต้นทุน ดังสมการที่ 2.14 และ 2.15

$$\text{Input} = \text{Output} + \text{Change in storage} P + \text{SWin} + \text{GWin} + \text{ANTHin} \quad (2.14)$$

$$\text{ANTHin} = \text{ET} + \text{SWout} + \text{GWout} + \text{ANTHout} + \Delta S \quad (2.15)$$

เมื่อ P = ปริมาณน้ำฝน (ลบ.ม.)

SWin = ปริมาณน้ำไหลผิวดิน (ลบ.ม.)

GWin = ปริมาณน้ำไหลใต้ผิวดิน (ลบ.ม.)

ANTHin = ปริมาณน้ำที่มาจากมนุษย์ เช่น น้ำเสีย (ลบ.ม.)

ET = ปริมาณการคายระเหย (ลบ.ม.)

SWout = ปริมาณน้ำผิวดินไหลออก (ลบ.ม.)

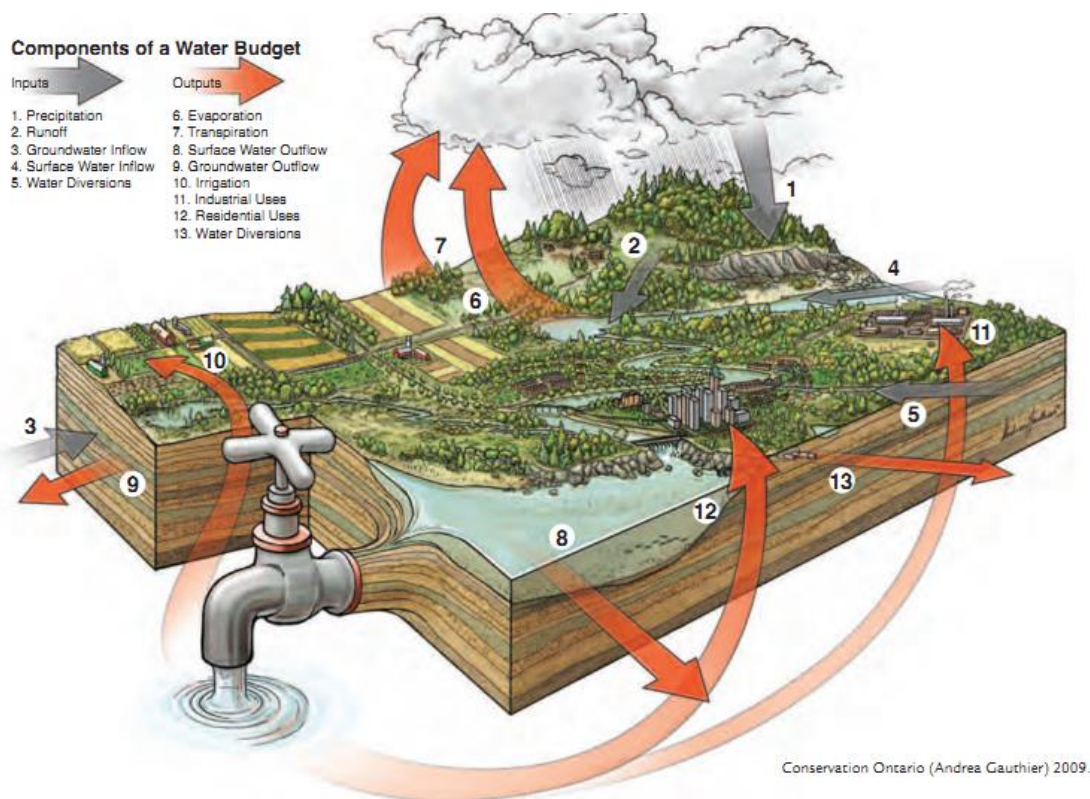
GWout = ปริมาณน้ำใต้ดินไหลออก (ลบ.ม.)

ANTHout = ปริมาณน้ำที่ใช้โดยมนุษย์ (ลบ.ม.)

ΔS = ปริมาณการเปลี่ยนแปลงการกักเก็บ (ลบ.ม.)

Input = ปริมาณน้ำที่เข้าสู่ระบบทั้งหมด (ลบ.ม.)

Output = ปริมาณน้ำที่ออกจากระบบทั้งหมด (ลบ.ม.)



รูปที่ 2.2 แบบจำลองการเข้าและออกของน้ำ (Integrated Watershed Management, 2009)

หน่วยงานด้านการจัดการน้ำของสหรัฐอเมริกา (Integrated Watershed Management, 2009) ได้เสนองค์ประกอบต่าง ๆ ของน้ำต้นทุนไว้ดังรูปที่ 2.2 จากรูปนี้ทำให้เห็นองค์ประกอบของน้ำต้นทุนได้ชัดเจนยิ่งขึ้นและนอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณน้ำต้นทุนด้วยวิธีการที่แตกต่างกันออกไป เช่น การประเมินน้ำต้นทุนใน North Cyprus (Elkiran and Ergil, 2006) ซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศที่เป็นเกาะ แหล่งน้ำสำคัญ คือ น้ำใต้ดินแต่ถูกปนเปื้อนด้วยน้ำเค็มที่มาจากทะเล ดังนั้นจึงต้องมีการวางแผนบริหารจัดการน้ำให้ดีขึ้น ทำให้เกิดการประเมินน้ำต้นทุนโดยใช้วิธี Integrated water resource analysis โดยเก็บข้อมูลแหล่งน้ำในพื้นที่และนำข้อมูลเหล่านั้นมาจัดสรรบริหารแหล่งน้ำ เป็นการประเมินน้ำต้นทุนโดยไม่ได้ใช้แบบจำลองใดๆ แต่เป็นการลงเก็บข้อมูลในพื้นที่จริงทั้งหมด แตกต่างจากการประเมินน้ำต้นทุนและการคายระเหยในประเทศอินเดีย (Narasimhan, 2008) ที่มีการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณดังสมการที่ 2.16

$$\text{Total rainfall input} = \text{Surface water flows} + \text{Groundwater recharge} + \text{Evapotranspiration} \quad (2.16)$$

นอกจากปริมาณน้ำต้นทุนที่ต้องการประเมินแล้ว ในการศึกษาครั้งนี้ยังต้องการทราบปริมาณการคายระเหยของน้ำด้วย เนื่องจากหากการคายระเหยมีปริมาณมาก นั้นหมายความว่า

ปริมาณน้ำที่ออกจากระบบมีมากตามไปด้วย จึงต้องประเมินคู่กัน ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่มีการคายระเหยประมาณร้อยละ 30 และมีน้ำประมาณ 634 ลบ.ม. ซึ่งเป็นประมาณร้อยละ 56.6 จากแหล่งน้ำที่สามารถใช้ประโยชน์ได้

จากวิธีการคำนวณพื้นฐานนำไปสู่การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วย ในการทำงานให้สะดวกและทำให้เห็นภาพรวมของปริมาณน้ำได้มากยิ่งขึ้นไม่ว่าจะเป็น การวิเคราะห์บัญชีน้ำและสมดุลน้ำในกลุ่มน้ำสาขาของกลุ่มน้ำโขง (ตะวันออกเฉียงเหนือ) โดย ปรียกร สาตารมณ (2550) การศึกษานี้ใช้ข้อมูลที่ประกอบด้วย แผนที่ภูมิประเทศ แผนที่อุทกวิทยา แผนที่น้ำบาดาล แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลน้ำฝน ข้อมูลน้ำท่า ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ เพื่อใช้สร้างแผนที่ในระบบภูมิสารสนเทศภูมิศาสตร์ วิเคราะห์สมดุลน้ำด้วยแบบจำลอง MIKE BASIN บัญชีน้ำประกอบด้วย ปริมาณน้ำเข้าทั้งหมด ปริมาณน้ำเข้าสู่สุทธิ ปริมาณน้ำที่หมดไปและปริมาณที่ไหลออก ผลการวิเคราะห์ทำให้ทราบสัดส่วนซึ่งพบว่า ปริมาณน้ำเข้าทั้งหมด 9,047 ล้าน ลบ.ม. เกิดจากปริมาณน้ำฝน ปริมาณที่หมดไป 4,596 ล้าน ลบ.ม. เกิดจากการใช้น้ำของพืชเป็นส่วนใหญ่ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 50.81 ของปริมาณน้ำฝน และมีการประเมินน้ำต้นทุน โดยใช้ HSPF-MODFLOW (Said *et al.*, 2005) ซึ่งเกิดจากการบูรณาการแบบจำลองมาใช้ร่วมกัน เช่น SWATMOD FHM MODBRANCH เป็นต้น ข้อมูลหลักๆ ที่ใช้ในการประเมินน้ำต้นทุน คือ น้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน เนื่องจากมีปฏิสัมพันธ์กันตลอดเวลา ดังนั้นการประเมินครั้งนี้จึงใช้น้ำในสองส่วนนี้เป็นหลัก พื้นที่ใช้ในการศึกษาคครั้งนี้ ได้แก่ Big Lost River Basin การตรวจสอบแบบจำลองมี 3 ขั้นตอนด้วยกัน ขั้นตอนที่หนึ่งและสองเป็นการตรวจสอบน้ำใต้ดิน โดยเปรียบเทียบกับระดับน้ำในพื้นที่จริงและขั้นที่สาม สำหรับน้ำที่ไหลอยู่บนผิวดิน คือ นำค่าที่สำรวจจริงเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากแบบจำลอง จากการศึกษาพบว่ามีการเติมน้ำให้กับน้ำบาดาล 48.37 มิลลิเมตร/วินาที มีการนำน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ 6.25 มิลลิเมตร/วินาที และเป็นน้ำผิวดิน 36.48 มิลลิเมตร/วินาที

การทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องทำให้ทราบถึงองค์ประกอบของน้ำต้นทุน ได้แก่ น้ำฝน น้ำในดิน น้ำระเหยและการซึม ข้อมูลเหล่านี้เป็นที่มาของสมการสมดุลน้ำที่ใช้ในการศึกษาคครั้งนี้ ดังสมการที่ 2.17

$$\begin{aligned} \text{Water Budget} &= R+SW & (2.17) \\ \text{เมื่อ } \text{Water Budget} &= \text{ปริมาณน้ำต้นทุน (ลบ.ม.)} \\ R &= \text{ปริมาณน้ำท่า (ลบ.ม.)} \\ SW &= \text{ปริมาณน้ำในดิน (ลบ.ม.)} \end{aligned}$$

2.3 การวิเคราะห์ลักษณะทางอุทกวิทยาโดยเครื่องมือ Hydrology ใน ArcGIS

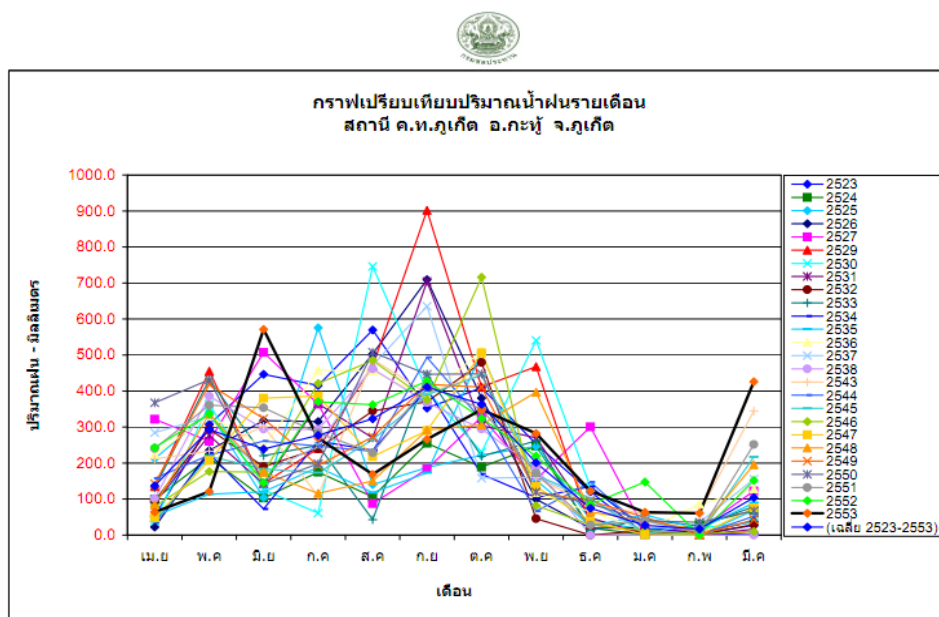
สำหรับการวิเคราะห์ลักษณะทางอุทกวิทยาด้วย GIS นั้น ชุดเครื่องมือที่ช่วยในการวิเคราะห์ คือ Hydrology เป็นชุดเครื่องมือที่สามารถสร้างแบบจำลองลักษณะทางอุทกวิทยา เช่น ทิศทางการไหล พื้นที่ลุ่มน้ำ เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการวางแผนและจัดการในงานด้านอุทกวิทยา และข้อมูลหลักที่ใช้สำหรับสร้างแบบจำลองทางอุทกวิทยา ของเครื่องมือนี้ คือ ข้อมูล Digital Elevation Model (DEM) การทำงานของคำสั่งต่างๆ ของเครื่องมือ Hydrology แสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ลักษณะการทำงานของชุดคำสั่งในเครื่องมือ Hydrology

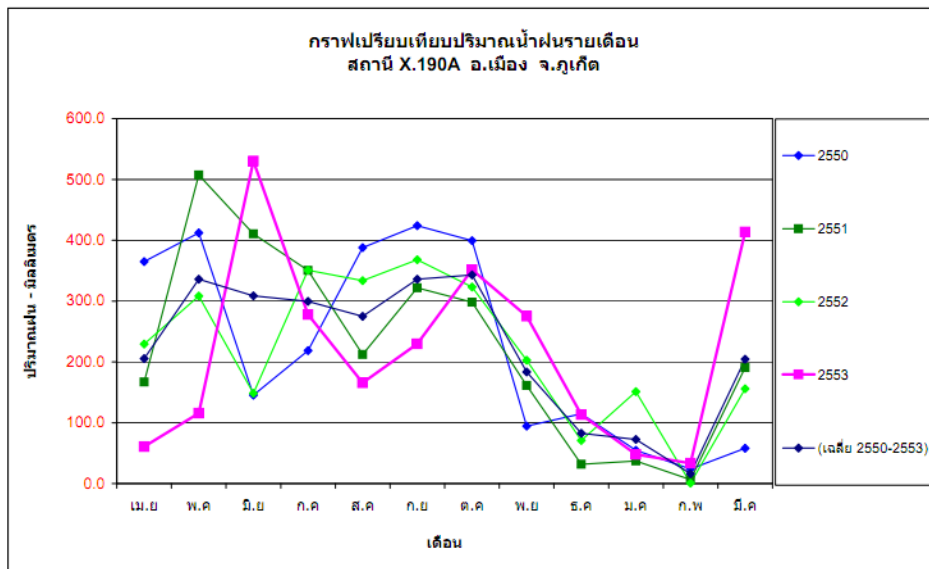
คำสั่ง	คำอธิบาย
Fill	เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับการ เติมข้อมูลพื้นผิวที่มีลักษณะต่ำกว่าพื้นที่อื่นๆ และตัดข้อมูลพื้นผิวที่สูงกว่าพื้นที่อื่นๆ ให้อยู่ในระดับความสูงที่ใกล้เคียงกัน ข้อมูลนำเข้า คือ DEM
Flow direction	นำข้อมูล DEM จำนวนเป็นทิศทางการไหล
Flow accumulation	เป็นการสร้างข้อมูลจาก Flow direction ให้เป็น raster ที่บอกการไหลสะสมของแต่ละเซลล์
Flow length	เป็นการคำนวณระยะของต้นน้ำหรือปลายน้ำ ตามเส้นทางการไหลของแต่ละเซลล์ ข้อมูลนำเข้า คือ Flow direction
Basin	เป็นการสร้างขอบเขตลุ่มน้ำจาก Flow direction
Sink	การสร้างข้อมูล raster ที่จำแนกพื้นที่การระบายน้ำภายในลุ่มน้ำ โดยคำนวณจาก Flow direction
Stream link	เป็นการเชื่อมต่อเส้นลำน้ำ ซึ่งคำนวณมาจาก Flow accumulation
Stream order	เป็นการกำหนดลำดับชั้นของเส้นลำน้ำที่เชื่อมต่อกัน
Stream feature	เป็นการแปลงข้อมูลเส้นลำน้ำที่อยู่ในรูปแบบของ raster ให้เป็นข้อมูล shape file
Watershed	เป็นการกำหนดพื้นที่ขอบเขตจากต้นน้ำไปจนถึงปลายน้ำ ซึ่งเป็นจุดที่น้ำไหลออก

2.4 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

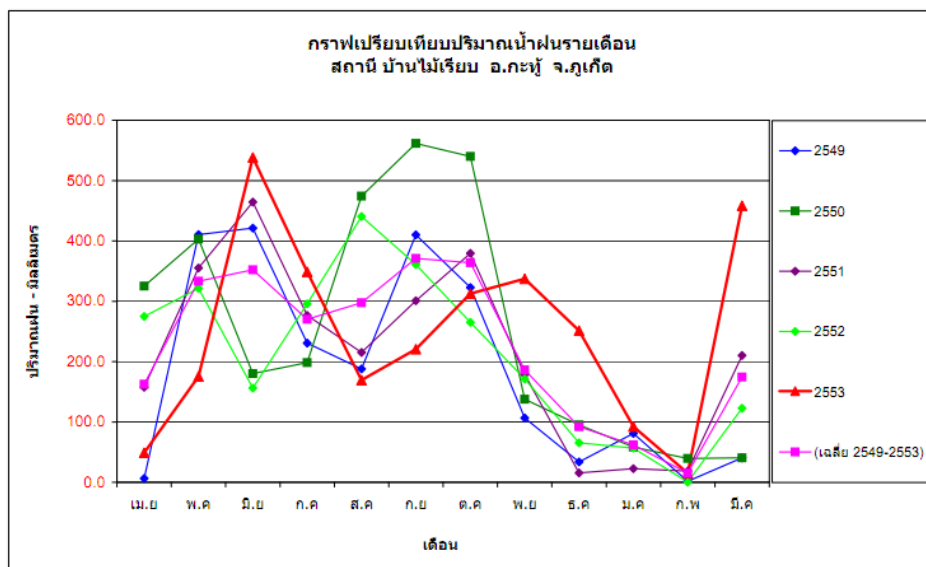
จังหวัดภูเก็ตมีลักษณะเป็นเกาะอยู่ในภาคใต้ทางฝั่งอันดามันของประเทศไทย มีพื้นที่ประมาณ 570 ตารางกิโลเมตร ภูมิประเทศมีลักษณะเป็นภูเขาสลับซับซ้อน คิดเป็นร้อยละ 70 ของพื้นที่เป็นที่ราบประมาณร้อยละ 30 (รูปที่ 2.3) ภูเก็ตไม่มีแม่น้ำสายสำคัญ มีเพียงคลองเล็กซึ่งเป็นลำน้ำสายสั้นๆ (รูปที่ 2.6) เช่น คลองบางใหญ่ คลองท่าจีน คลองบางชีเหล้า คลองกะลา คลองท่าเรือ เป็นต้น ภูเก็ตได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ส่งผลให้มีลักษณะอากาศชุ่มชื้นตลอดปี ปรากฏฤดูกาลเพียง 2 ฤดู คือ ฤดูฝนและฤดูร้อน ฤดูฝนเริ่มตั้งแต่ปลายเดือนเมษายน ถึงปลายเดือนพฤศจิกายน ส่วนฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคม อัตราเฉลี่ยฝนตกประมาณ 170 วัน ต่อปี ฝนตกชุกในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม (รูปที่ 2.3-2.5) และแล้งที่สุดระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคมปริมาณน้ำฝนในจังหวัดภูเก็ต แสดงดังกราฟต่อไปนี้



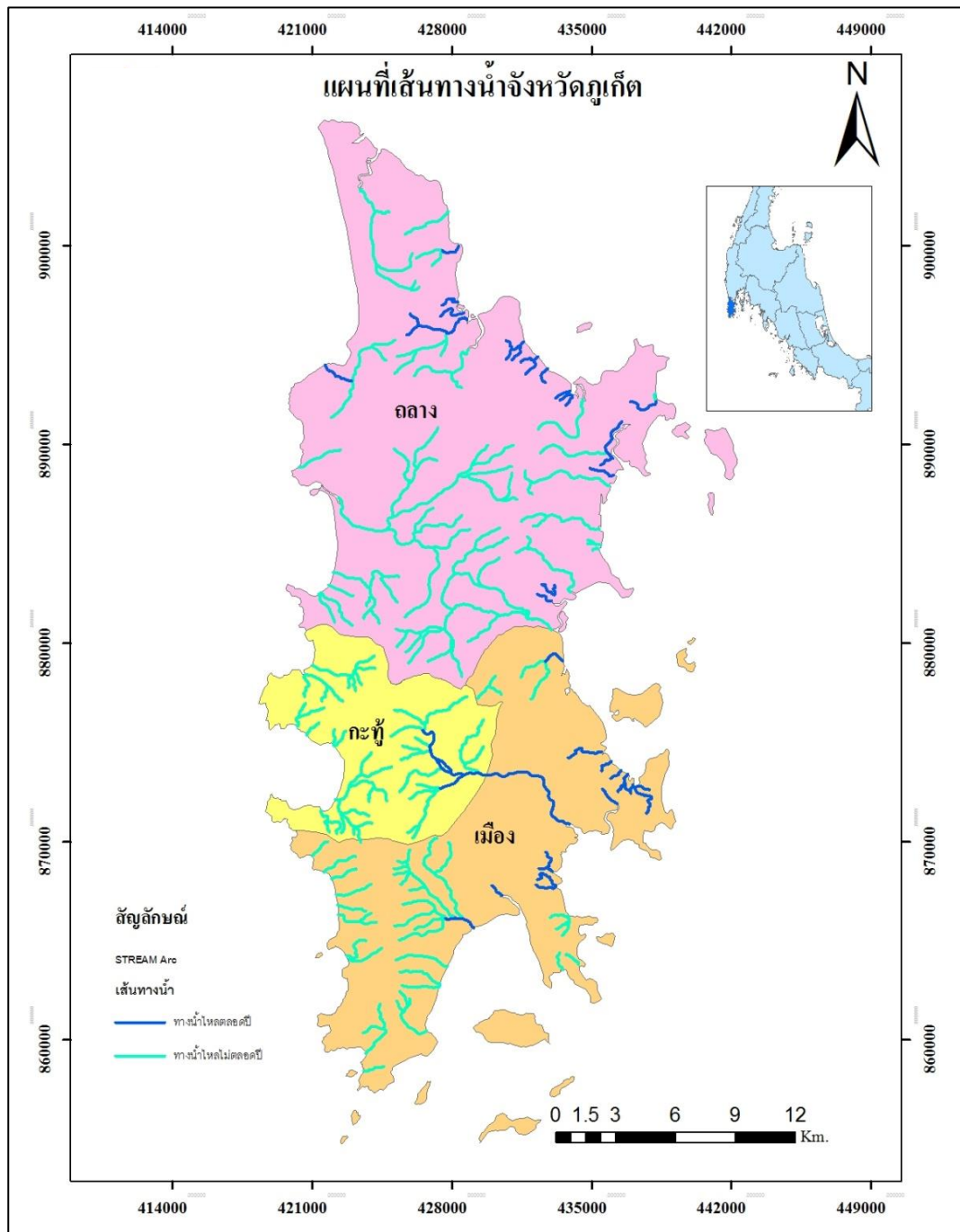
รูปที่ 2.3 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนสถานี ค.ท.ภูเก็ต (ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคใต้ กรมชลประทาน, 2554)



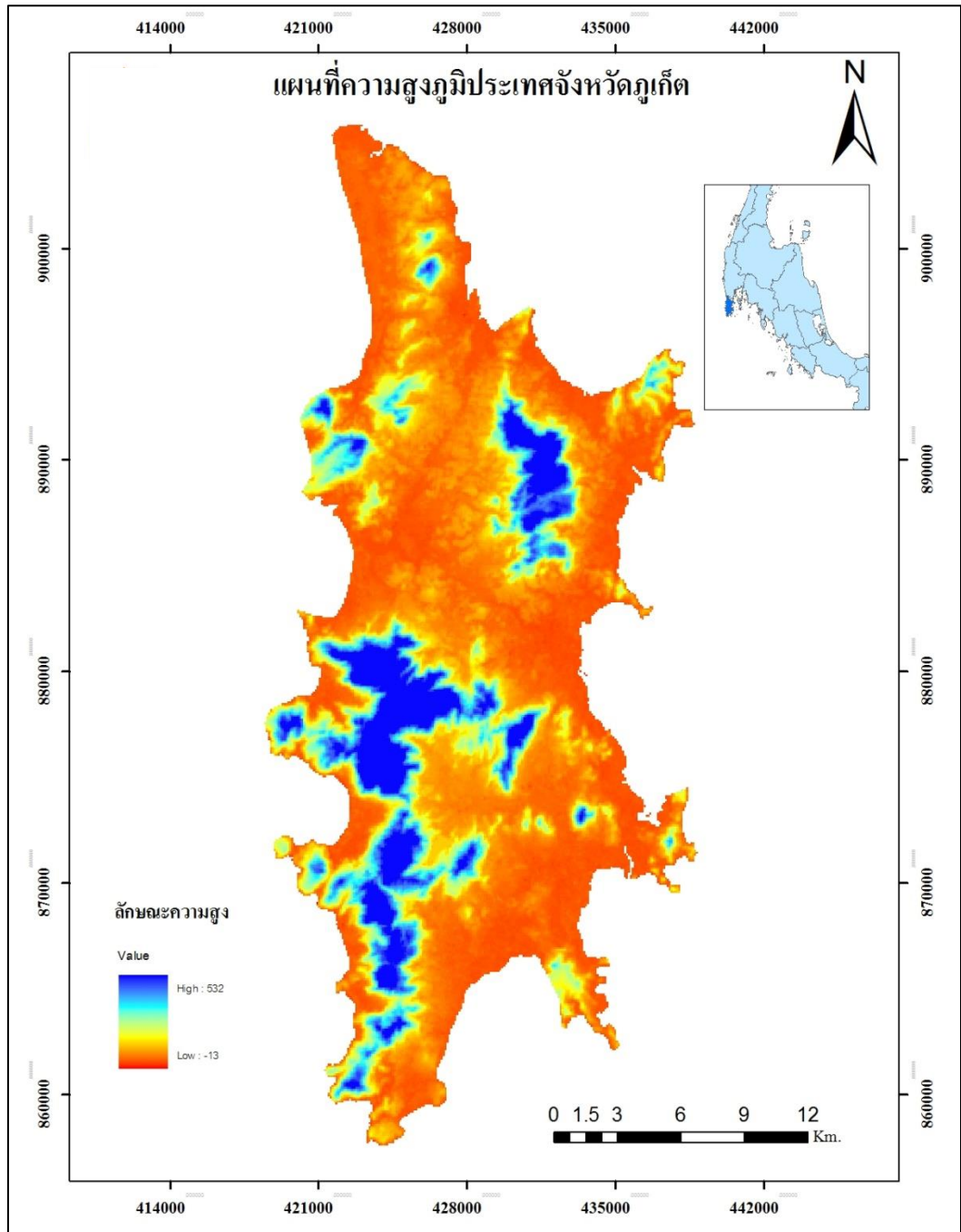
รูปที่ 2.4 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนสถานี X.190A(ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคใต้ กรมชลประทาน, 2554)



รูปที่ 2.5 ปริมาณน้ำฝนรายเดือน สถานี บ้านไม้เรียบ(ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคใต้ กรมชลประทาน, 2554)



รูปที่ 2.6 เส้นทางน้ำของจังหวัดภูเก็ต



รูปที่ 2.7 ความสูงภูมิประเทศจังหวัดภูเก็ต

จากการตรวจเอกสารที่/ ทำให้ทราบกระบวนการเกิดของน้ำต้นทุนและปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณน้ำต้นทุน ไม่ว่าจะเป็น ปริมาณน้ำฝน น้ำในดิน การคายระเหยและการซึม นอกจากส่วนของน้ำแล้ว สิ่งส่งผลต่อปริมาณน้ำต้นทุนนอกจากนี้ คือ สภาพพื้นที่ศึกษา เช่น สภาพดิน สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน สภาพภูมิประเทศ เป็นต้น ดังนั้นในการศึกษาจึงต้องคำนึงถึงปัจจัยเหล่านี้และนำมาวิเคราะห์ร่วมกัน จึงนำไปสู่กระบวนการวิเคราะห์และข้อมูลที่ต้องใช้ซึ่งจะกล่าวในบทต่อไป

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

จากการตรวจสอบเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการวิเคราะห์ปริมาณน้ำต้นทุนได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า ปริมาณน้ำในดิน ปริมาณการระเหย และอัตราการซึมน้ำของดิน สำหรับข้อมูลที่ใช้และวิธีการศึกษามีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

3.1.1 ข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จากการรวบรวมและขอความอนุเคราะห์จากหน่วยงานต่างๆ ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูล	ที่มา	หมายเหตุ
แผนที่เชิงเลข	กรมแผนที่ทหาร	ปี พ.ศ. 2545
- แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (land use)		
- แผนที่เชิงเลข (digital map)		
- แผนที่ซุดดิน(soil map)		
- แผนที่ทางน้ำ (stream map)		
- แผนที่ป่าไม้ (forest map)		
ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา	กรมอุตุนิยมวิทยา	ข้อมูลย้อนหลัง 10 ปี
- ปริมาณน้ำฝนรายวัน (daily rainfall)		(พ.ศ. 2513-2554)
- ค่าการคายระเหยจากถาด (pan evaporation)		
ข้อมูล Digital Elevation Model (DEM)		-

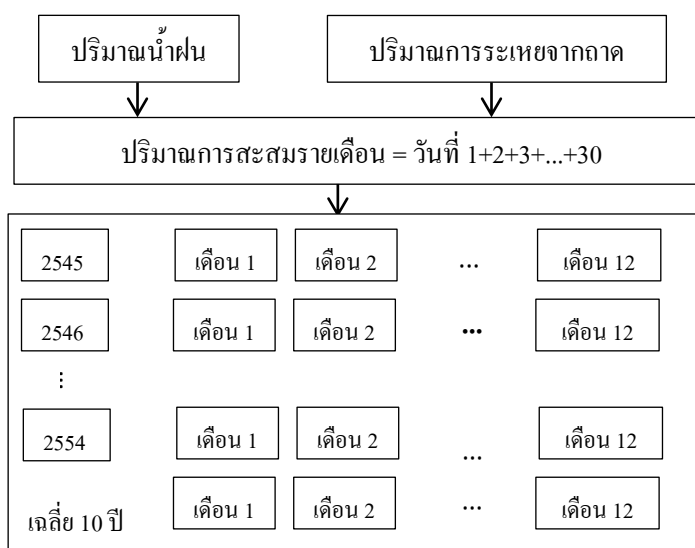
3.2 วิธีการวิจัย

สำหรับวิธีการวิจัยประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.2.1 รวบรวมเอกสาร ข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย ข้อมูลแผนที่เชิงเลขพื้นฐาน จากกรมแผนที่ทหาร ข้อมูลน้ำฝนและการระเหย จากกรมอุตุนิยมวิทยา ดังตารางที่ 3.1

3.2.2 รวบรวมข้อมูลทรัพยากรและแหล่งน้ำผิวดินในจังหวัดภูเก็ต

3.2.3 จัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำฝนและข้อมูลการระเหยจากภาค จากนั้นคำนวณหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลปริมาณน้ำฝนและการระเหยจากภาครายเดือน 10 ปี (พ.ศ.2545-2554) การคำนวณค่าเฉลี่ย 10 ปีของข้อมูลปริมาณน้ำฝนและการระเหยจากภาค ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 การเฉลี่ยข้อมูลปริมาณน้ำฝนและการระเหยจากภาครายเดือน 10 ปี (พ.ศ.2545-2554)

3.2.3.1 นำค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนและการระเหยจากภาครายเดือน 10 ปี มาประมาณค่าเชิงพื้นที่โดยใช้โปรแกรม ArcGIS ด้วยเทคนิคการประมาณค่าแบบ Kriging จุดที่ใช้ประมาณค่าปริมาณน้ำฝนมีทั้งหมด 8 สถานี แสดงดังตารางที่ 3.2 และจุดที่ใช้ในการประมาณค่าการระเหยจากภาคมีทั้งหมด 4 สถานี แสดงดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.2 จุดที่ใช้ในการประมาณค่าน้ำฝน

ลำดับ	สถานี	จังหวัด
1	สนามบินภูเก็ต	ภูเก็ต
2	อ.เมือง	
3	อ.ถลาง	
4	เขื่อนบางวาด	
5	เขื่อนบางเหนียวดำ	พังงา
6	อ.ตะกั่วป่า	
7	เกาะลันตา	
8	กระบี่	กระบี่

ตารางที่ 3.3 จุดที่ใช้ในการประมาณค่าการระเหย

ลำดับ	สถานี	จังหวัด
1	สนามบินภูเก็ต	ภูเก็ต
2	อ.เมือง	
3	เขื่อนบางวาด	
4	อ.ตะกั่วป่า	พังงา

3.1.4 ปริมาณน้ำท่า คำนวณโดยใช้สมการ SCS RUNOFF CURVE NUMBER (SCS-CN) เป็นการคำนวณปริมาณน้ำท่าที่ใช้ปัจจัยความสัมพันธ์ระหว่างชนิดดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อนำมาวิเคราะห์ค่า CN และนำไปคำนวณค่า S ในสมการ (สมการที่ 3.2)

$$R = ((P-0.2S)/2)/(P+0.8S) \times 25.4 \times \text{area} \quad (3.2)$$

$$S = (1000/CN) - 10$$

เมื่อ R = ปริมาณน้ำท่า (ลบ.ม.)

P = ปริมาณน้ำฝน (มม.)

S = ความสามารถกักเก็บน้ำของดิน (มม.)

3.1.4.1 การแบ่งชนิดดินนั้นแบ่งตามลักษณะการระบายน้ำของดิน ได้แก่ กลุ่ม A B C และ D ดังตารางที่ 3.4 ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้อ้างอิงการแบ่งชนิดดินเป็นกลุ่ม A B C และ D ตามการศึกษารวบรวมหมายเลขโค้งน้ำท่า SCS ของอำเภอในประเทศไทย (ณัฐ เทภายิต, 2547) โดยข้อมูลชนิดดินจากกรมพัฒนาที่ดินแบ่งกลุ่มดินออกเป็น 62 กลุ่มดิน และนำมาแบ่งเป็นกลุ่ม A B C และ D ได้ดังตารางที่ 3.5

3.1.4.2 การใช้ประโยชน์ที่ดินนั้นแบ่งออกเป็น 5 ประเภท คือ พืชหญ้าและพื้นที่โล่ง ป่าไม้ สิ่งปลูกสร้าง พื้นที่เกษตร แหล่งน้ำและอื่นๆ ดังรูปที่ 3.2 และค่า CN ได้มาจากความสัมพันธ์ระหว่างชนิดดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.4 ลักษณะของดินแต่ละกลุ่ม (นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์, 2551)

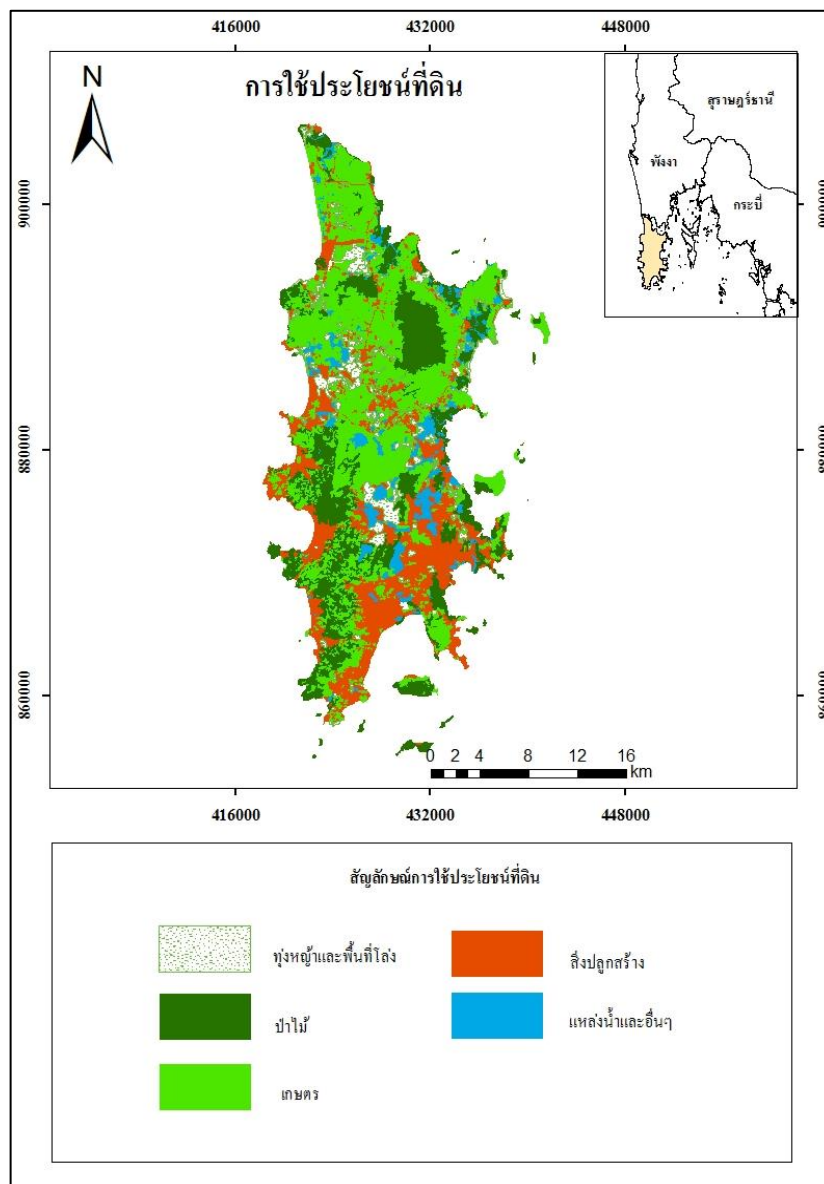
กลุ่มดิน	ลักษณะ
A	เป็นดินที่มีอัตราการซึมสูง มีศักยภาพการเกิดน้ำผิวดินต่ำ ได้แก่ ดินประเภทกรวดหรือ ดินทราย
B	เป็นดินที่มีอัตราการซึมปานกลาง ได้แก่ ดินร่วนปนตะกอน
C	เป็นดินที่มีอัตราการซึมต่ำ เนื้อดินค่อนข้างละเอียด ได้แก่ ดินร่วนเหนียวปนทราย
D	เป็นดินที่มีอัตราการซึมต่ำมาก มีศักยภาพทำให้เกิดน้ำผิวดินสูง ได้แก่ ดินเหนียว

ตารางที่ 3.5 กลุ่มดินจากกรมพัฒนาที่ดินแบ่งตามชนิดดินทางอุทกศาสตร์ (ดัดแปลงจาก: ญัฐ เทภายิต, 2547)

ชนิดดินทางอุทกศาสตร์	กลุ่มดินจากกรมพัฒนาที่ดิน
A	26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 38, 39, 40, 43, 44, 45, 46, 47, 50, 51, 52, 54, 56
B	33, 34, 37, 41, 42, 48, 49, 53, 55, 60, 61, 62
C	7, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 24, 25
D	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 23, 57, 58, 59

ตารางที่ 3.6 ค่า CN ของแต่ละพื้นที่ (นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์, 2551)

ลักษณะการใช้ประโยชน์ ที่ดิน	สภาพพื้นที่	กลุ่มดินทางอุทกศาสตร์			
		A	B	C	D
ป่าไม้	ไม่ดี	45	66	77	83
	พอใช้	36	60	73	79
	ดี	25	55	70	77
พื้นที่เกษตร (ปลูกเป็นแถว)	ไม่ดี	72	81	88	91
	ดี	67	78	85	89
สิ่งปลูกสร้าง		89	92	94	95
ทุ่งหญ้าและพื้นที่โล่ง	ไม่ดี	68	79	86	89
	พอใช้	49	69	79	84
	ดี	39	61	74	80



รูปที่ 3.2 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของจังหวัดภูเก็ต (ดัดแปลงจาก กรมพัฒนาที่ดิน, 2552)

3.2.5 อัตราการซึมน้ำของดิน คำนวณโดยใช้สมการทั้งหมด 6 สมการ คือ สมการที่ 3.3-3.5 (สีกัดดา หอมหวล, 2547) เพื่อหาสมการอัตราการซึมน้ำของดิน ที่เหมาะสมกับพื้นที่ศึกษา โดยสมการที่ 3.3 (มี 4 แบบจำลอง) อัตราการซึมน้ำของดินคำนวณจากชนิดดิน ดินแต่ละชนิดมีค่าอัตราการซึมน้ำของดินดังตารางที่ 3.7 สมการที่ 3.4 มีหลักการ คือ กำหนดให้ดินระดับความลึก 50 ซม. สามารถสะสมน้ำได้สูงสุด 100 มม. และสมการที่ 3.5 มีหลักการ คือ คัดอัตราการซึมน้ำของดินจากร้อยละ 5 ของปริมาณน้ำฝน

$$D_{(A,B,C,D)} = D_{\text{tex}} \times D_{\text{day}} \times \text{Area} \quad (3.3)$$

เมื่อ $D_{(A,B,C,D)}$ = อัตราการซึมน้ำของดิน / เดือนตามชนิดดิน (ลบ.ม.)

D_{tex} = อัตราการซึม/วัน ตามชนิดดิน (ลบ.ม.)

D_{day} = จำนวนวันที่ใช้ศึกษา (วัน)

Area = พื้นที่ (ตร.ม.)

ตารางที่ 3.7 อัตราการซึมน้ำของดินแต่ละชนิด (ศักดิ์ดา หอมหวล, 2547)

เนื้อดิน	A	B	C	D
A (clay)	4	1	1	4
B (loam)	12	2.57	3	12
C (sandy clay)	14	3	3	12
D (clay lome)	7	1.75	1	4

$$D_{(E)} = (P - (E + R)) - (100 \times \text{Area} \times 0.5) \quad (3.4)$$

เมื่อ $D_{(E)}$ = อัตราการซึมน้ำของดิน ของกรมพัฒนาที่ดิน (ลบ.ม.)

$$D_{(F)} = ((P \times 5) / 100) \times \text{Area} \quad (3.5)$$

เมื่อ $D_{(F)}$ = อัตราการซึมน้ำของดิน ที่คิดเป็นร้อยละ 5 ของปริมาณน้ำฝน (ลบ.ม.)

P = ปริมาณน้ำฝน (ลบ.ม.)

E = ปริมาณการระเหย (ลบ.ม.)

R = ปริมาณน้ำท่า (ลบ.ม.)

Area = พื้นที่ (ตร.ม.)

3.2.6 ปริมาณน้ำในดิน เป็นการคำนวณที่ต่อเนื่องจากการอัตราการซึมน้ำของดิน คำนวณโดยใช้สมการ 6 สมการ มีดังต่อไปนี้สมการที่ 3.6 (มี 4 แบบจำลอง) คำนวณน้ำในดินจากอัตราการซึมน้ำของดิน ตามชนิดดิน สมการที่ 3.7 คำนวณน้ำในดินจากอัตราการซึมน้ำของดิน ที่ศึกษาไว้โดยกองวางแผนที่ดิน สมการที่ 3.8

$$SW_{(A)}, SW_{(B)}, SW_{(C)}, SW_{(D)} = P - (E + D_{(A,B,C,D)} + R) \quad (3.6)$$

$$SW_{(E)} = P - (E + D_{(E)} + R) \quad (3.7)$$

$$SW_{(F)} = P - (E + D_{(F)} + R) \quad (3.8)$$

เมื่อ SW = ปริมาณน้ำในดิน (ลบ.ม.)

P	= ปริมาณน้ำฝน (ลบ.ม.)
E	= ปริมาณการระเหย (ลบ.ม.)
D	= อัตราการซึมน้ำของดิน (ลบ.ม.)
R	= ปริมาณน้ำท่า (ลบ.ม.)
Area	= พื้นที่ (ตร.ม.)

3.2.7 คำนวณปริมาณน้ำต้นทุน จากสมการ 3.9

$$\text{Water Budget} = R + SW \quad (3.9)$$

เมื่อ $\text{Water Budget} =$ ปริมาณน้ำต้นทุน (ลบ.ม.)

3.2.8 วิเคราะห์ทิศทางการไหลของน้ำและพื้นที่รับน้ำ การวิเคราะห์ทิศทางการไหลของน้ำทำนั้นใช้เครื่องมือ Hydrology ในโปรแกรม ArcGIS ในการวิเคราะห์ โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากข้อมูลชั้นความสูง (DEM) หลังจากนั้นศึกษาทิศทางการไหลของน้ำและพื้นที่รับน้ำ

3.2.8.1 วิเคราะห์ทิศทางการไหลโดยใช้เครื่องมือ Hydrology วิเคราะห์ flow direction โดยใช้ข้อมูล DEM เป็นข้อมูลนำเข้า flow direction มีหลักการคำนวณดังสมการที่ 3.10 ผลการวิเคราะห์เป็นตัวเลข ซึ่งหมายถึงการไหลในแต่ละทิศทางดังรูปที่ 3.2

$$\text{Flow direction} = \text{change in z-value} / (\text{distance} \times 10)$$

เมื่อ distance = ระยะทางระหว่างศูนย์กลางแต่ละเซลล์

<table border="1"> <tr> <td>32</td> <td>64</td> <td>128</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td></td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>4</td> <td>2</td> </tr> </table>			32	64	128	16		1	8	4	2	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Direction coding</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 East</td> <td>16 West</td> </tr> <tr> <td>2 South East</td> <td>32 North West</td> </tr> <tr> <td>4 South</td> <td>64 North</td> </tr> <tr> <td>8 South West</td> <td>128 North East</td> </tr> </tbody> </table>	Direction coding		1 East	16 West	2 South East	32 North West	4 South	64 North	8 South West	128 North East
32	64	128																				
16		1																				
8	4	2																				
Direction coding																						
1 East	16 West																					
2 South East	32 North West																					
4 South	64 North																					
8 South West	128 North East																					

รูปที่ 3.3 ตัวเลขแสดงทิศทางการของการไหลของน้ำ (อิสรศ กะการดี และ เอกสิทธิ์ โสมิตสกุลชัย, 2555)

3.2.8.2 วิเคราะห์พื้นที่รับน้ำ นำปริมาณน้ำต้นทุนที่คำนวณได้วิเคราะห์ร่วมกับทิศทางการไหล เพื่อประเมินว่าพื้นที่ใดที่เป็นพื้นที่ที่น้ำต้นทุนมีการไหลไปสะสม

3.2.9 สร้างแผนที่ปริมาณน้ำต้นทุนและพื้นที่รับน้ำในจังหวัดภูเก็ต

บทที่ 4

ผลและบทวิจารณ์ผลการวิจัย

การศึกษาของงานวิจัยครั้งนี้ ได้ดำเนินการดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 ผลที่นำเสนอในบทนี้ประกอบด้วยสถานการณ์น้ำในจังหวัดภูเก็ตและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ที่นำไปใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำต้นทุน ปัจจัยต่างๆ ประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝน ปริมาณการระเหย ปริมาณน้ำทำ อัตราการซึมผ่านของดิน และปริมาณน้ำในดิน ปริมาณน้ำต้นทุนที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้และ ทิศทางการไหลของน้ำและพื้นที่สะสมของน้ำการนำเสนอผลนั้นแสดงเป็นรายตำบล โดยพื้นที่การศึกษาไม่รวมเกาะบริวารของ จังหวัดภูเก็ต ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 รายชื่อตำบลและขนาดพื้นที่ ของจังหวัดภูเก็ต

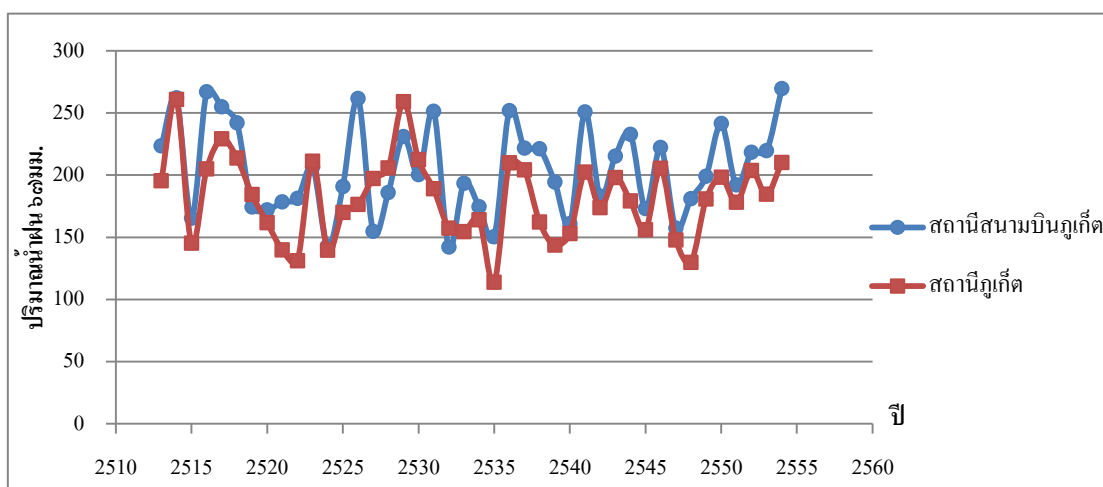
ตำบล	พื้นที่ (ตร.กม.)
ไม้ขาว	47.29
เทพกระษัตรี	66.97
สาธุ	24.02
ป่าคลอก	62.65
เชิงทะเล	28.88
ศรีสุนทร	48.28
เกาะแก้ว	19.63
กมลา	20.37
กะทู้	35.21
รัษฎา	60.25
ป่าตอง	23.48
ตลาดใหญ่	8.07
ตลาดเหนือ	5.74
กะรน	24.10
ฉลอง	23.98
ราไวย์	20.00

4.1 สถานการณ์น้ำจังหวัดภูเก็ต

สถานการณ์น้ำจังหวัดภูเก็ต เป็นการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ ปริมาณน้ำที่มีในจังหวัดภูเก็ต ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำผิวดิน หมายถึงน้ำท่า น้ำขุมเหมืองและอ่างเก็บน้ำ เพื่อให้เห็นภาพรวมในเบื้องต้นว่า ในจังหวัดภูเก็ตนั้นมีปริมาณน้ำและสถานการณ์ปัจจุบันเป็นอย่างไรบ้าง

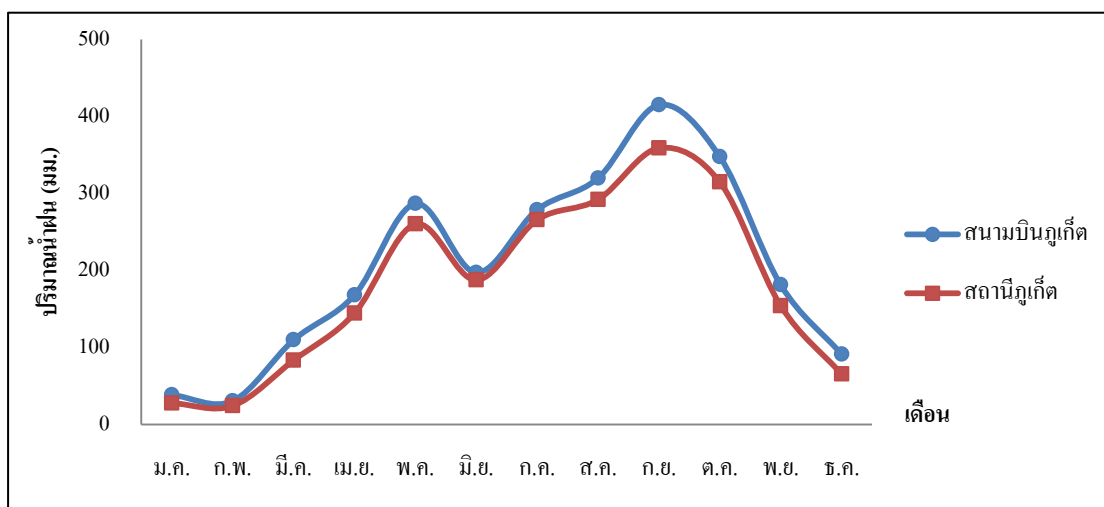
4.1.1 ปริมาณน้ำฝน

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจังหวัดภูเก็ต ได้รวบรวมจากกรมอุตุนิยมวิทยาเพื่อพิจารณาช่วงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนในช่วงระยะเวลา 40 ปี (พ.ศ. 2515-2554) ประกอบด้วย 2 สถานี คือ สถานีบิณฑุกีตและภูเก็ต สถานีบิณฑุกีตมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 203.09 มม./ปี และสถานีภูเก็ตมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 179.42 มม./ปี แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนในช่วง 40 ปี (รูปที่ 4.1) พบว่าข้อมูลจากทั้งสองสถานีมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่สอดคล้องกัน โดยปริมาณน้ำฝนอยู่ในช่วง 150-250 มม. และเมื่อพิจารณาในช่วง 10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2523-2533 พบว่าปริมาณน้ำฝนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงสุดในปี พ.ศ.2528 และมีแนวโน้มลดลงหลังจากนั้น และปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533-2543 พบว่ามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของน้ำฝนมีลักษณะคล้ายในช่วงปี พ.ศ. 2523-2533 และในช่วงปีล่าสุด พ.ศ. 2543-2554 ในปี พ.ศ. 2548 ปริมาณน้ำฝนมีแนวโน้มลดต่ำลง แต่หลังจากนั้นพบว่า มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งแตกต่างกับในปี พ.ศ.2528 และ พ.ศ.2538 ที่ปริมาณน้ำฝนสูงขึ้นและหลังจากนั้นปริมาณน้ำฝนลดต่ำลง และตั้งแต่ปี พ.ศ.2548 มีแนวโน้มของปริมาณน้ำฝนเพิ่มสูงขึ้นทั้งสองสถานี



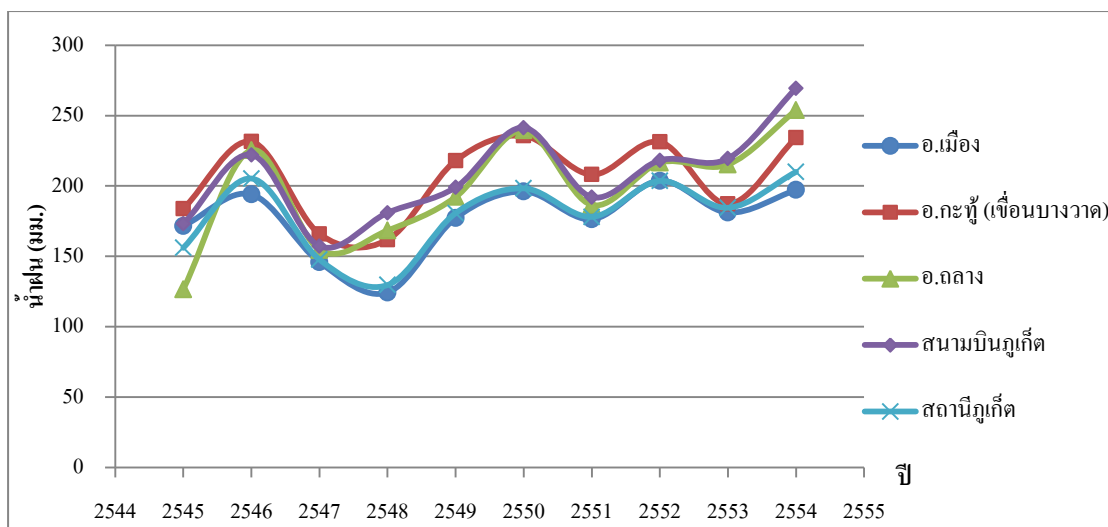
รูปที่ 4.1 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของน้ำฝนในช่วง 40 ปี (พ.ศ. 2515-2554)

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ย 40 ปี ของสถานีสนามบินภูเก็ต และภูเก็ต คล้ายคลึงกันดังแสดงในรูปที่ 4.2 และมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนในรอบปี ดังรูปที่ 4.2 จากรูปพบว่าเดือนธันวาคม – กุมภาพันธ์ เป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนต่ำสุดในรอบปี เดือนกุมภาพันธ์ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 26.39 และ 20.73 มม. ตามลำดับ ปริมาณน้ำฝนเริ่มสูงขึ้นในเดือนมีนาคม และมีปริมาณน้ำฝนสูงสุดในเดือนกันยายน เดือนกันยายน มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 415.69 และ 359.41 มม. ตามลำดับ และตั้งแต่เดือนตุลาคมปริมาณน้ำฝนมีแนวโน้มลดลง



รูปที่ 4.2 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนในรอบปี ของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน 40 ปี

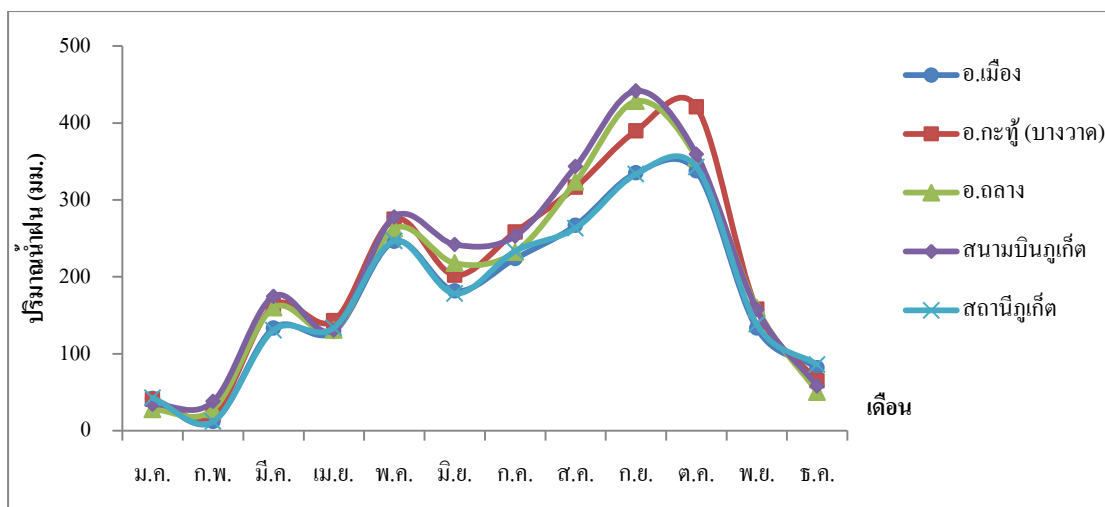
นอกจากนี้ยังได้รวบรวมปริมาณน้ำฝนจากกรมชลประทานเพิ่มเติม 3 สถานี ซึ่งเป็นข้อมูลย้อนหลัง 10 ปี (พ.ศ. 2545 - 2555) ได้แก่ข้อมูลปริมาณน้ำฝน อ. เมือง อ.กะทู้ และ อ.ถลาง พิจารณาร่วมกับปริมาณน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยา คือ สถานีสนามบินภูเก็ตและสถานีภูเก็ต ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีของ 10 ปี สถานี อ.เมือง อ.กะทู้ อ.ถลาง สนามบินภูเก็ตและภูเก็ต มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 176.72, 205.73, 197.86, 207.31 และ 179.35 มม./ปี ตามลำดับ แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในช่วง 10 ปี พิจารณาจากรูปที่ 4.3 พบว่า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 ปริมาณน้ำฝนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นถึงปี พ.ศ. 2544 หลังจากนั้นปริมาณน้ำฝนลดต่ำลงและลดต่ำสุดในปี พ.ศ. 2548 หลังจากนั้นปริมาณน้ำฝนมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น สรุปได้ว่าปัจจุบันปริมาณน้ำฝนมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นกว่าในอดีต



รูปที่ 4.3 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนในช่วง 10 ปี (พ.ศ. 2545-2554)

การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 10 ปี (รูปที่ 4.4) เปรียบเทียบกับการเปลี่ยนแปลงในรอบปีของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน 40 ปี (รูปที่ 4.2) นั้นระหว่างเดือนธันวาคม – เดือนกุมภาพันธ์ เป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนต่ำสุดในรอบปี และปริมาณน้ำฝนสูงสุดอยู่ในเดือนกันยายนเช่นเดียวกัน แต่การเปลี่ยนแปลงในรอบปีของปริมาณน้ำฝนในช่วง 10 ปี ย้อนหลังแตกต่างจากปริมาณน้ำฝนในช่วง 40 ปี ย้อนหลังคือ ในช่วงเดือนเมษายนปริมาณน้ำฝนลดลง ในขณะที่ปริมาณน้ำฝนในช่วง 40 ปี ย้อนหลัง ในช่วงเดือนเมษายนยังคงมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น

จากการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณน้ำฝนในจังหวัดภูเก็ตพบว่า ปริมาณน้ำฝนในจังหวัดภูเก็ตโดยเฉลี่ยอยู่ในช่วง 100-250 มม. ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 ปริมาณน้ำฝนในจังหวัดภูเก็ตมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น และในรอบปีนั้นเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนต่ำ คือ เดือนธันวาคม – เดือนกุมภาพันธ์ เดือนที่มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด คือ เดือนกันยายน



รูปที่ 4.4 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนในรอบปีของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน 10 ปี (พ.ศ. 2545-2554)

4.1.2 ปริมาณน้ำท่าและอ่างเก็บน้ำ

จากการศึกษาของ สุทธิญา วงศ์ชนะบุรณ์ และคณะ (2553)พบว่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีในจังหวัดภูเก็ตมีปริมาณ 449.7 ล้าน ลบ.ม. โดยคำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า พบว่าอำเภอที่มีปริมาณน้ำท่ารายปีสูงสุด คือ อ.ดกลาง มีปริมาณน้ำท่า 246.22 ล้าน ลบ.ม. ลำดับต่อมา คือ อ.เมือง มีปริมาณน้ำท่า 118.46 ล้าน ลบ.ม. และอำเภอที่มีปริมาณน้ำท่ารายปีต่ำสุด คือ อ.กะทู้ มีปริมาณน้ำท่า 85 ล้าน ลบ.ม.

ในส่วนของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำในจังหวัดภูเก็ตมีอ่างเก็บน้ำที่สร้างเสร็จแล้ว 2 แห่ง ได้แก่ อ่างเก็บน้ำบางวาด ขนาดความจุ 7.31 ล้าน ลบ.ม. และอ่างเก็บน้ำบางเหนียวดำ ขนาดความจุ 7.2 ล้าน ลบ.ม. อ่างเก็บน้ำที่อยู่ระหว่างการก่อสร้าง 1 แห่ง ได้แก่ อ่างเก็บน้ำคลองกะทะ ขนาดความจุ 4.7 ล้าน ลบ.ม. จำนวนอ่างเก็บน้ำ 3 แห่ง มีความจุรวมทั้งหมดประมาณ 20.2 ล้าน ลบ.ม. (บริษัท สแปน คอนซัลแตนท์ จำกัด, 2555)

4.1.3 แหล่งน้ำชุมชนเมือง

จากการศึกษาของ สุทธิลาร์ สมาแอ (2555) โดยการลงเก็บข้อมูลภาคสนามร่วมกับข้อมูลจากการสังเกตของดาวเทียมไทยโชด พบว่าจังหวัดภูเก็ตมีแหล่งกักเก็บน้ำ 93 แห่ง ประกอบด้วยชุมชนเมือง 91 แห่ง และอ่างเก็บน้ำ 2 แห่ง โดยอยู่ใน อ.เมือง 43 แห่ง มีความจุรวมประมาณ 7.91 ล้าน ลบ.ม. อ.กะทู้ 16 แห่ง มีความจุรวมประมาณ 14.76 ล้าน ลบ.ม. และ อ.ดกลาง 34 แห่ง มีความจุรวม ประมาณ 13.87 ล้าน ลบ.ม. คิดเป็นปริมาตรรวมทั้งหมด 36.54 ล้าน ลบ.ม.

มีพื้นที่รวมประมาณ 5.04 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.93 ของพื้นที่จังหวัดภูเก็ต โดยแหล่งน้ำขุมเหมื่อนั้นไม่สามารถนำมาใช้โดยสาธารณะได้ทั้งหมดเนื่องจากมีจำนวนขุมเหมื่อน 72 แห่ง ถูกรองโดยภาคเอกชน ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 3.30 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 65.47 ของพื้นที่แหล่งน้ำผิวดินทั้งหมด และถูกรองโดยภาครัฐเพียงจำนวน 21 แห่ง มีพื้นที่ประมาณ 1.74 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 34.53 ของพื้นที่แหล่งน้ำผิวดินทั้งหมด และจากแหล่งน้ำขุมเหมื่อน 93 แห่ง มี 24 แห่ง ที่นำมาใช้ในการผลิตน้ำประปา และนอกจากนี้นำไปใช้ประโยชน์เพื่อการค้าและสำหรับธุรกิจส่วนบุคคล

4.2 ปริมาณน้ำฝนและปริมาณการระเหยของน้ำ

สำหรับผลการศึกษาปริมาณน้ำฝน และปริมาณการระเหย ของพื้นที่จังหวัดภูเก็ต ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้มาจากการประมาณค่า (interpolation) แบบ Kriging ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีการประมาณค่าด้วยเทคนิคค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก จากจุดข้อมูลที่อยู่รอบตำแหน่ง และใช้การวัดระยะห่างของจุดข้อมูลทุกคู่ เพื่อแสดงความสัมพันธ์ในเชิงพื้นที่ ผลจากการศึกษามีดังต่อไปนี้

4.2.1 ปริมาณน้ำฝน

การประมาณค่าน้ำฝนใช้จุดในการประมาณค่า 8 จุด ประกอบด้วยสถานีในจังหวัดภูเก็ตและจังหวัดใกล้เคียง (ตารางที่ 3.2) ผลจากการประมาณค่าพบว่า ปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ศึกษามีปริมาณเฉลี่ย 2,395 มม. หรือ 239.56 ลบ.ม. ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30 ปี (พ.ศ. 2523-2552) ในจังหวัดภูเก็ตพบว่าปริมาณน้ำฝนประมาณ 2,384 มม./ปี (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2554) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาปริมาณน้ำฝนจากการประมาณค่าในช่วงระยะเวลา 10 ปี (พ.ศ.2545-2554) และมีปริมาณน้ำฝนรวมจากการประมาณค่าทั้งพื้นที่เท่ากับ 1,305.69 ล้าน ลบ.ม. ปริมาณน้ำฝนรายตำบลแสดงดังตารางที่ 4.2 โดยเดือนกุมภาพันธ์เป็นเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนต่ำที่สุดเท่ากับ 13.19 ล้าน ลบ.ม. (เฉลี่ย 0.38 ล้าน ลบ.ม./ตร.กม.) และเดือนกันยายนมีปริมาณน้ำฝนสูงสุดเท่ากับ 206.53 ล้าน ลบ.ม. (เฉลี่ย 6.22 ล้าน ลบ.ม./ตร.กม.) ปริมาณน้ำฝนในแต่ละตำบลซึ่งได้จากการประมาณค่าน้ำฝน 10 ปี พบว่าตำบลที่มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด คือ ตำบลเทพกระษัตรี ในเดือนกันยายนมีปริมาณน้ำฝนรวมทั้งพื้นที่ 28.90 ล้าน ลบ.ม. (เฉลี่ย 0.43 ลบ.ม./ตร.กม.) และตำบลที่มีปริมาณน้ำฝนต่ำสุด คือ ตำบลตลาดเหนือ ในเดือนกุมภาพันธ์ มีปริมาณน้ำฝนรวมทั้งพื้นที่ 0.08 ล้าน ลบ.ม. (เฉลี่ย 0.01 ล้าน

ลบ.ม./ตร.กม.) การกระจายของปริมาณน้ำฝนจากการประมาณค่าน้ำฝน 10 ปีในรอบปีนั้น บริเวณฝั่งตะวันออกของพื้นที่ มีการกระจายของปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า พื้นที่ทางฝั่งตะวันตก ดังรูปที่ 4.5

4.2.1 ปริมาณการระเหยของน้ำ

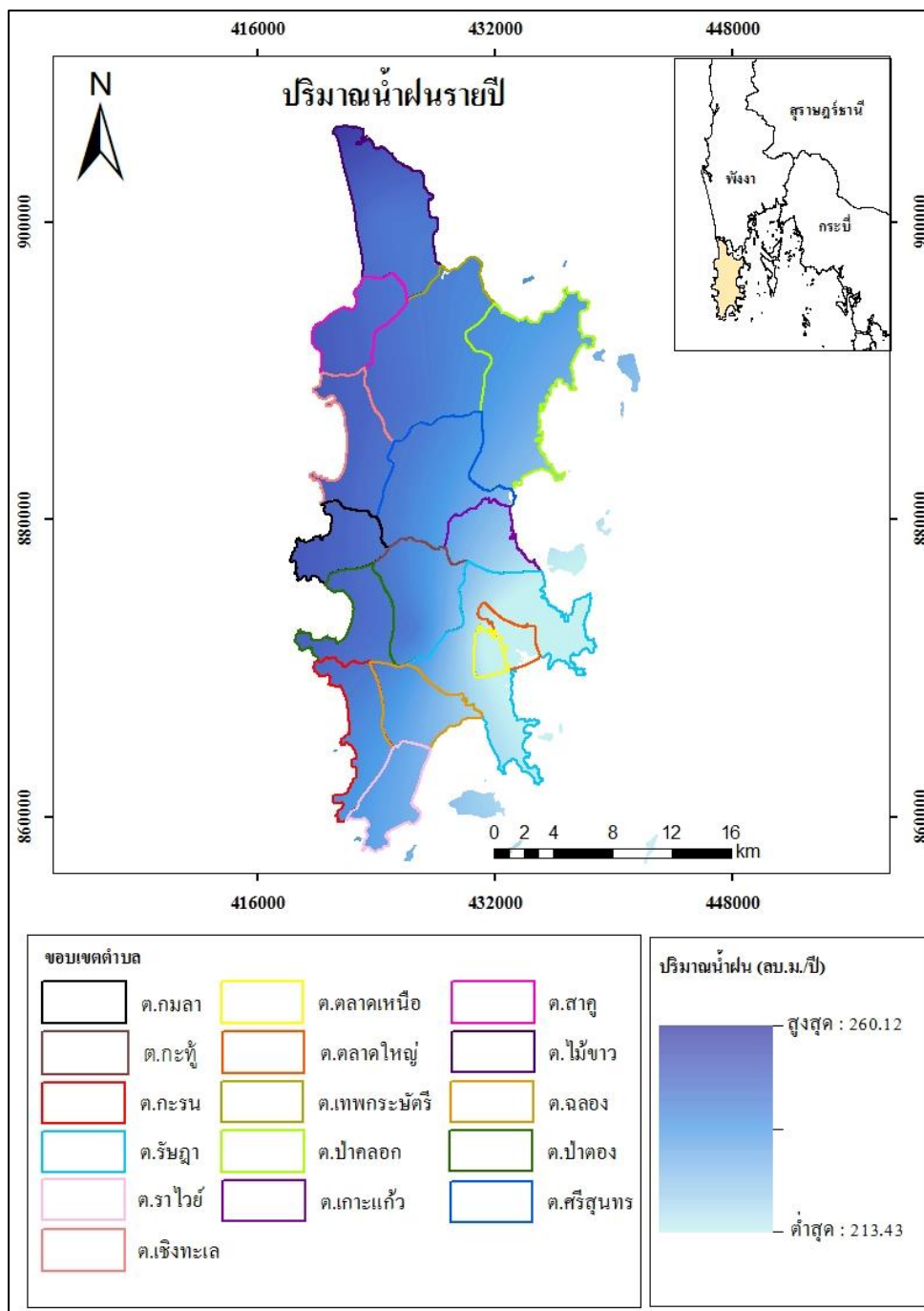
การศึกษาครั้งนี้ได้ประมาณค่าปริมาณการระเหยจากถาด 10 ปี ของกรมอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลที่ใช้ในการประมาณค่า 4 จุด ประกอบด้วยสถานีประกอบด้วยสถานีในจังหวัดภูเก็ตและจังหวัดใกล้เคียง (ตารางที่ 3.3) ผลการประมาณค่าการระเหยเฉลี่ย 10 ปี (พ.ศ. 2545-2554) พบว่าพื้นที่จังหวัดภูเก็ตมีปริมาณการระเหยเฉลี่ย 1,393.28 มม. หรือ 139.33 ลบ.ม./ปี ข้อมูลภูมิอากาศเฉลี่ยจากกรมอุตุนิยมวิทยา ช่วงระยะเวลา 30 ปี (พ.ศ.2511-2540) มีปริมาณการระเหยเฉลี่ย 1,554.5 มม. และข้อมูลเฉลี่ยอีกช่วงระยะเวลา 30 ปี (พ.ศ.2525-2552) ปริมาณการระเหยเฉลี่ย 1,613.1 มม. ซึ่งสอดคล้องกับการประมาณค่าในช่วง 10 ปี (พ.ศ.2545-2554) และมีปริมาณการระเหยรวมจากการประมาณค่าทั้งพื้นที่เท่ากับ 718.78 ล้าน ลบ.ม. ปริมาณการระเหยรายเดือนของแต่ละตำบลแสดงดังตารางที่ 4.3 โดยเดือนมิถุนายนเป็นเดือนที่มีปริมาณการระเหยต่ำที่สุดเท่ากับ 39.32 ล้าน ลบ.ม. (เฉลี่ย 1.20 ล้าน ลบ.ม./ตร.กม.) เดือนกุมภาพันธ์มีปริมาณการระเหยสูงสุดเท่ากับ 88.83 ล้าน ลบ.ม. (เฉลี่ย 2.56 ล้าน ลบ.ม./ตร.กม.) ตำบลที่มีปริมาณการระเหยสูงสุด คือ ตำบลเทพกระษัตรี ในเดือนกุมภาพันธ์มีปริมาณการระเหยสูงสุดเท่ากับ 11.12 ล้าน ลบ.ม. (เฉลี่ย 2.56 ล้าน ลบ.ม./ตร.กม.) และตำบลที่มีปริมาณการระเหยต่ำสุด คือ ตำบลตลาดเหนือ ในเดือนกุมภาพันธ์มีปริมาณการระเหย 0.53 ล้านลบ.ม. (เฉลี่ย 0.09 ล้าน ลบ.ม./ตร.กม.) ปริมาณการระเหยเฉลี่ย 10 ปี บริเวณตอนใต้ของจังหวัดภูเก็ตมีปริมาณการระเหยเฉลี่ย 10 ปี น้อยกว่าทางตอนเหนือของจังหวัด ดังรูปที่ 4.6

ตารางที่ 4.2 ปริมาณน้ำฝนรายเดือน ของแต่ละตำบลที่ได้จากการประมาณค่า

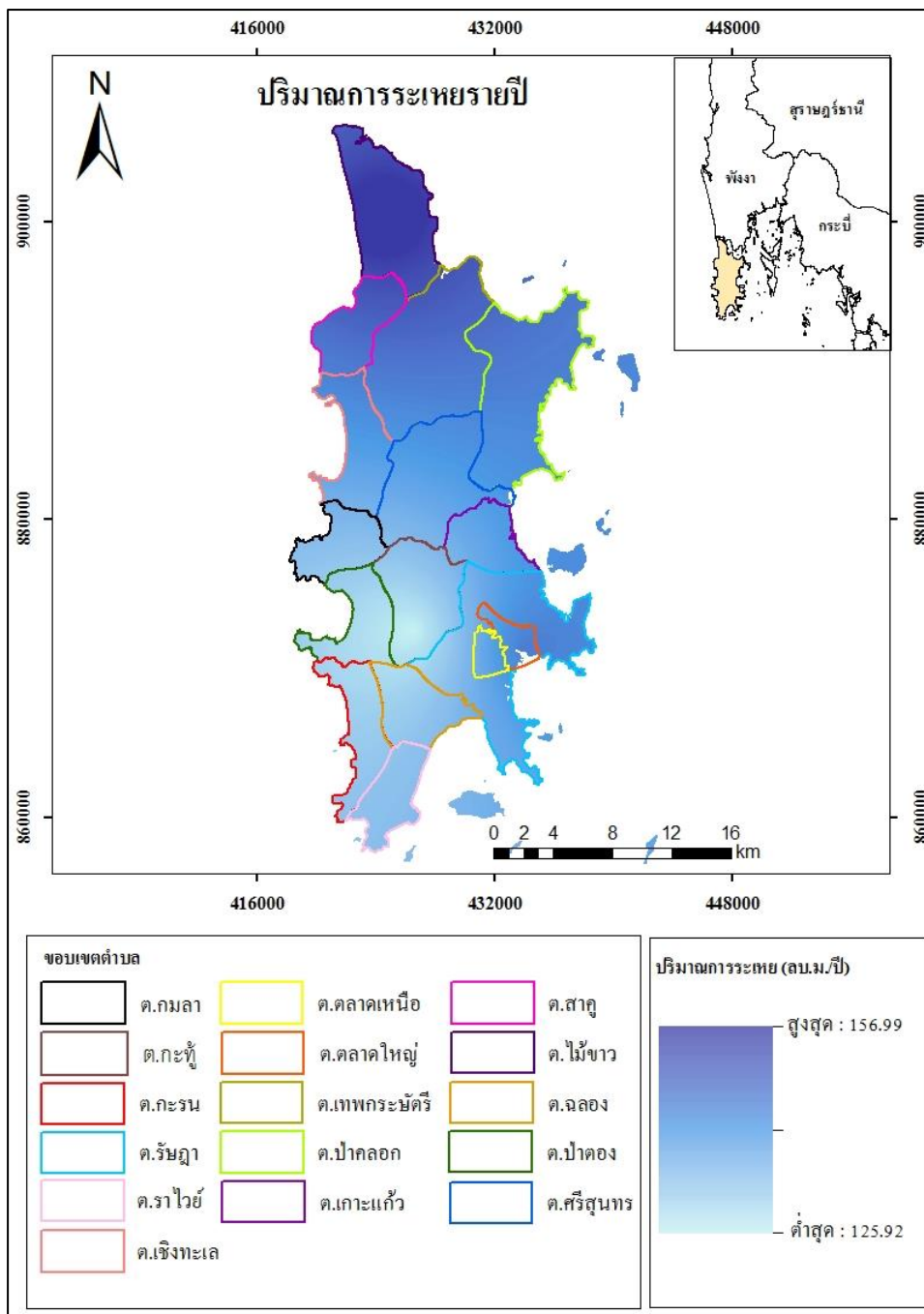
ตำบล	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
	ปริมาณน้ำฝน (ล้าน ลบ.ม.)											
ไม้ขาว	1.52	1.63	7.71	13.00	13.00	10.73	11.93	16.07	20.29	16.70	7.90	3.24
เทพกระษัตรี	2.07	2.08	10.90	18.32	18.32	15.36	16.67	22.41	28.90	23.75	10.83	3.84
สาธุ	0.74	0.78	3.89	6.69	6.69	5.60	6.08	8.23	10.50	8.64	3.94	1.44
ป่าคลอก	2.20	1.75	10.09	16.40	16.40	13.33	15.22	19.65	25.32	21.69	9.93	4.02
เชิงทะเล	0.96	0.86	4.64	8.11	8.11	6.65	7.42	9.81	12.44	10.67	4.60	1.60
ศรีสุนทร	1.69	1.28	7.56	13.13	13.13	10.53	12.03	15.57	19.81	17.56	7.45	2.74
เกาะแก้ว	0.78	0.42	2.92	5.15	5.15	3.92	4.75	5.89	7.42	7.10	2.88	1.26
กมลา	0.78	0.55	3.22	5.74	5.74	4.48	5.35	6.79	8.41	7.79	3.21	1.20
กะทู้	1.49	0.81	5.39	9.72	9.72	7.20	9.10	11.14	13.66	13.57	5.36	2.16
รัชฎา	2.61	0.94	8.37	15.27	15.27	11.11	14.38	16.79	20.83	21.61	8.52	4.34
ป่าตอง	0.99	0.58	3.67	6.59	6.59	4.95	6.25	7.66	9.32	9.16	3.69	1.44
ตลาดใหญ่	0.32	0.10	0.97	1.82	1.82	1.31	1.69	1.96	2.45	2.58	0.98	0.54
ตลาดเหนือ	0.26	0.08	0.78	1.46	1.46	1.04	1.35	1.59	1.95	2.08	0.77	0.41
กระรน	1.05	0.51	3.65	6.59	6.59	4.91	6.36	7.55	9.10	9.25	3.75	1.65
ฉลอง	1.07	0.46	3.55	6.47	6.47	4.73	6.19	7.28	8.82	9.16	3.63	1.65
ราไวย์	0.89	0.37	2.97	5.34	5.34	4.00	5.21	6.06	7.29	7.53	3.10	1.48

ตารางที่ 4.3 ปริมาณการระเหยรายเดือน ของแต่ละตำบลที่ได้จากการประมาณค่า

ตำบล	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
	ปริมาณการระเหย (ล้าน ลบ.ม.)											
ไม้ขาว	7.11	7.94	7.74	6.89	5.99	3.97	5.43	5.39	4.96	5.30	5.40	5.46
เทพกระษัตรี	9.64	11.12	10.56	9.17	7.99	5.26	7.17	7.23	6.59	7.26	7.37	7.35
สาธู	3.49	3.97	3.82	3.34	2.91	1.92	2.61	2.63	2.41	2.62	2.66	2.67
ป่าคลอก	8.86	10.41	9.73	8.36	7.26	4.80	6.56	6.61	5.99	6.68	6.79	6.74
เชิงทะเล	3.94	4.61	4.36	3.81	3.30	2.19	3.00	3.02	2.73	3.00	3.02	2.98
ศรีสุนทร	6.54	7.77	7.25	6.29	5.44	3.61	4.97	4.99	4.49	4.99	5.03	4.95
เกาะแก้ว	2.66	3.22	2.96	2.55	2.20	1.46	2.03	2.02	1.81	2.03	2.05	2.01
กมลา	2.62	3.13	2.93	2.58	2.23	1.49	2.06	2.07	1.85	2.02	2.02	1.97
กะทู้	4.49	5.46	5.04	4.38	3.80	2.51	3.45	3.51	3.14	3.48	3.47	3.36
รัชฎา	8.08	9.93	9.03	7.82	6.68	4.47	6.27	6.19	5.49	6.16	6.24	6.08
ป่าตอง	2.91	3.53	3.28	2.90	2.50	1.67	2.30	2.33	2.08	2.27	2.25	2.17
ตลาดใหญ่	1.01	1.24	1.13	0.97	0.82	0.55	0.79	0.76	0.68	0.76	0.78	0.76
ตลาดเหนือ	0.78	0.95	0.87	0.75	0.64	0.43	0.61	0.59	0.53	0.59	0.60	0.58
กะรน	3.00	3.67	3.39	3.03	2.60	1.75	2.43	2.43	2.15	2.33	2.32	2.23
ฉลอง	3.05	3.75	3.44	3.03	2.60	1.74	2.42	2.42	2.15	2.36	2.36	2.27
ราไวย์	2.55	3.13	2.88	2.58	2.20	1.49	2.06	2.06	1.82	1.97	1.97	1.90



รูปที่ 4.5 การกระจายของปริมาณน้ำฝนในรอบปี จากการประมาณค่าเฉลี่ย 10 ปี (พ.ศ. 2545-2554)



รูปที่ 4.6 การกระจายของปริมาณการระเหยในรอบปี จากการประมาณค่าเฉลี่ย 10 ปี (พ.ศ. 2545-2554)

4.3 ปริมาณน้ำท่า

การประเมินปริมาณน้ำท่าในการศึกษารั้งนี้ ใช้หลักการของ SCS runoff curve number (Soil Conservation Service, 1986) เพื่อคำนวณปริมาณน้ำท่า ในพื้นที่จังหวัดภูเก็ต โดยมีปัจจัยหลัก ได้แก่ ชนิดดิน การใช้ประโยชน์ที่ดินและปริมาณน้ำฝนที่เกิดขึ้นในพื้นที่ จากการศึกษาชนิดดินโดยแบ่งชนิดดินตามหลักทางอุทกศาสตร์ พบว่าจังหวัดภูเก็ตมีชนิดดิน 4 ประเภท ได้แก่ 1) A 2) B 3) C และ 4) D (ตารางที่ 3.4) ประมาณร้อยละ 37.7, ร้อยละ 23.6, ร้อยละ 6.9 และร้อยละ 31.8 ตามลำดับ

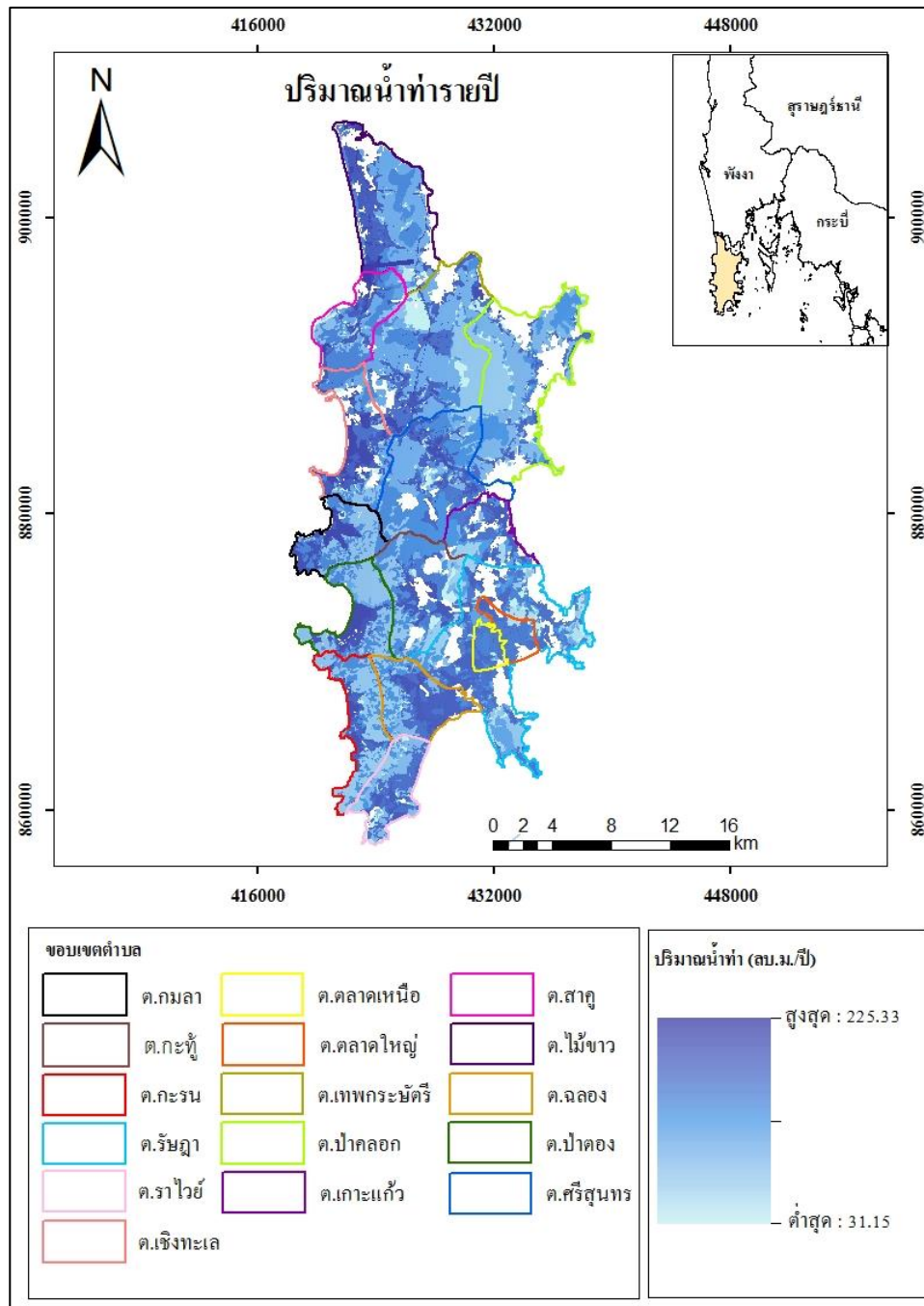
การใช้ประโยชน์ที่ดินแบ่งออกเป็น 5 ประเภท ดังรูปที่ 4.8 แสดงแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินดัดแปลงมาจากแผนที่กรมพัฒนาที่ดิน ปี 2552 ความสัมพันธ์ของชนิดดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินนั้น นำมาคำนวณค่า CN (Runoff Curve Number) ผลการศึกษาพบว่าในจังหวัดภูเก็ตมีค่า CN เท่ากับ 67 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ฌัฐ เทภาสิต (2542) เมื่อนำมาคำนวณปริมาณน้ำท่า พบว่าจังหวัดภูเก็ตมีปริมาณน้ำท่ารวมทั้งพื้นที่ที่มีค่าประมาณ 651.02 ล้าน ลบ.ม. ในขณะที่ข้อมูลของโครงการชลประทานภูเก็ต สำนักชลประทานที่ 15 (มปป.) พบว่าจังหวัดภูเก็ตมีปริมาณน้ำท่ารวมประมาณ 450 ล้าน ลบ.ม. ผลการคำนวณในการศึกษารั้งนี้ที่สูงกว่า เนื่องจากมีการคำนวณด้วยวิธีที่แตกต่างกัน โดยโครงการชลประทานภูเก็ต สำนักชลประทานที่ 15 ใช้หลักการคำนวณปริมาณน้ำท่าด้วยความลาดชันในลุ่มน้ำภายในจังหวัดภูเก็ต แต่การศึกษารั้งนี้ใช้วิธี SCS runoff curve number ซึ่งเน้นความสัมพันธ์ของชนิดดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในการคำนวณปริมาณน้ำท่า

รูปที่ 4.8 ข้อมูลลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดภูเก็ต ปี 2552 ของกรมพัฒนาที่ดิน แสดงว่าพื้นที่จังหวัดภูเก็คนั้นมีสิ่งปลูกสร้างหรือที่อยู่อาศัยอยู่จำนวนมาก คิดเป็นร้อยละ 24.48 ของพื้นที่ พื้นที่เกษตรคิดเป็นร้อยละ 55.88 ของพื้นที่พื้นที่ป่าคิดเป็นร้อยละ 16.9 ของพื้นที่และอื่นๆร้อยละ 2.74 ของพื้นที่ ลักษณะของพื้นที่แต่ละประเภทมีผลทำให้น้ำท่ามีปริมาณที่แตกต่างกัน โดยพื้นที่ที่อยู่อาศัยมีการเกิดน้ำท่าสูงกว่าพื้นที่เกษตร และพื้นที่ป่า (นิคยา หวังวงศ์วิโรจน์, 2551) จากเหตุผลข้างต้นจึงทำให้น้ำท่าเฉลี่ย 10 ปี รวมทั้งพื้นที่ที่คำนวณได้ในการศึกษารั้งนี้ มีปริมาณสูงกว่าที่โครงการชลประทานภูเก็ต สำนักชลประทานที่ 15 คำนวณได้ สำหรับปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ย 10 ปี ในแต่ละตำบลของจังหวัดภูเก็ตแสดงดังตารางที่ 4.4 โดยตำบลที่มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 10 ปี เดือนที่มีปริมาณน้ำท่าสูงสุด คือ เดือนกันยายน มีปริมาณน้ำท่า 140.31 ล้าน ลบ.ม. เฉลี่ย 1.69 ล้าน ลบ.ม./ตร.กม. และบริเวณตำบลเทพกระษัตรีในเดือนกันยายน เป็นบริเวณที่มีปริมาณน้ำท่าสูงสุด 19.48 ล้าน ลบ.ม. (เฉลี่ย 0.13 ล้าน ลบ.ม./ตร.กม.) เดือนที่มีปริมาณ

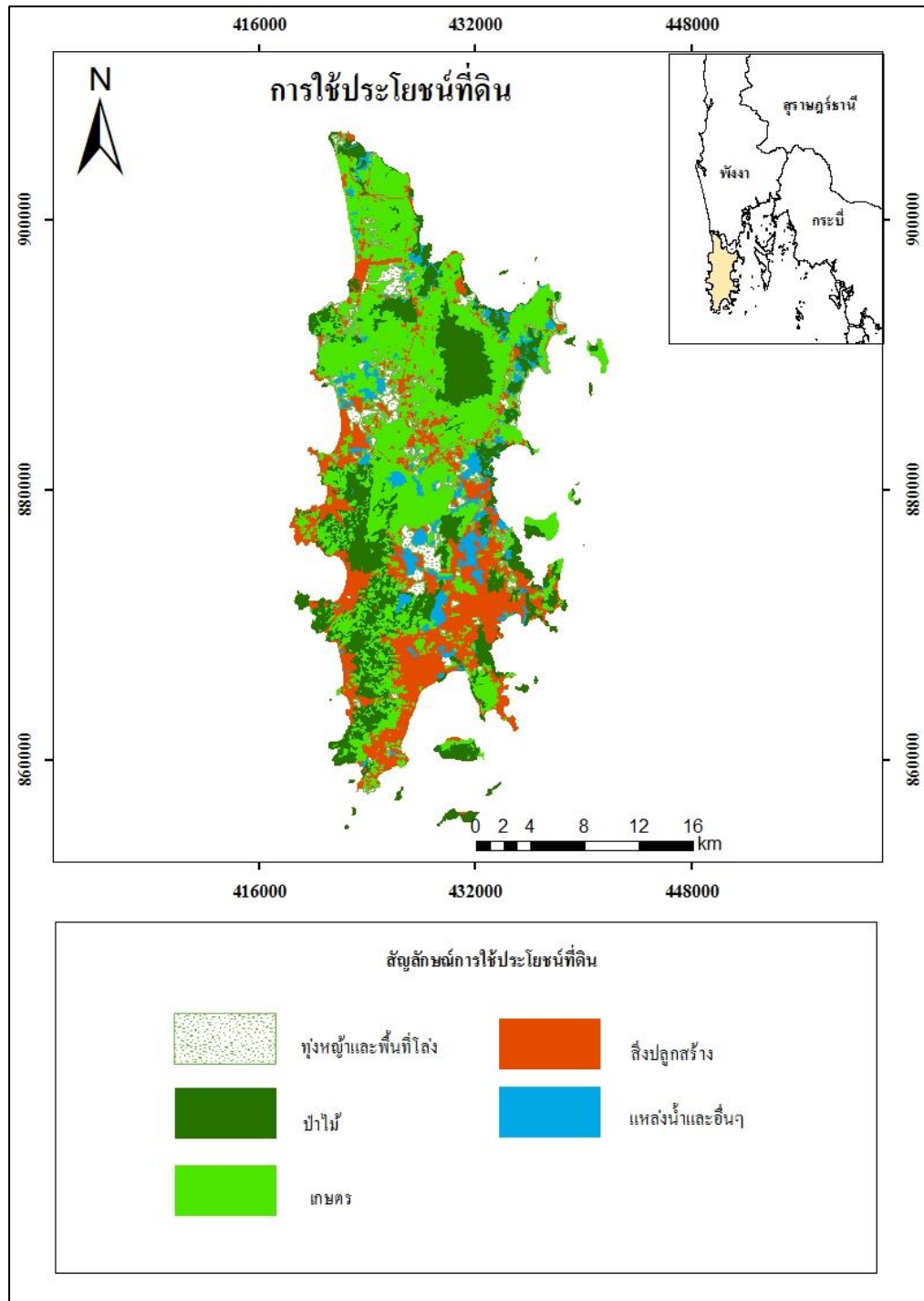
น้ำท่าต่ำสุด คือ เดือนกุมภาพันธ์ 1.82 ล้าน ลบ.ม. (เฉลี่ย 0.22 ล้าน ลบ.ม./ตร.กม.) บริเวณตำบลตลาดเหนือและตำบลตลาดใหญ่ มีปริมาณน้ำท่าต่ำสุด 0.02 ล้าน ลบ.ม. (เฉลี่ย 0.18 และ 0.17 ล้าน ลบ.ม./ตร.กม.) ตามลำดับ จากรูปที่ 4.7 พบว่าปริมาณน้ำท่าในรอบปี สูงบริเวณที่เป็นสิ่งปลูกสร้าง ในขณะที่บริเวณที่ปริมาณน้ำท่าต่ำ คือ พื้นที่ป่า และบริเวณที่เป็นสีขาว คือ บริเวณที่เป็นแหล่งน้ำ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้นำบริเวณที่เป็นแหล่งน้ำมาใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำท่า เนื่องจากตามหลักการของการคำนวณน้ำท่าด้วยสมการ SCS-CN บริเวณที่เป็นแหล่งน้ำนั้นค่า CN ถูกกำหนดให้เป็นศูนย์ ในการศึกษานี้จึงไม่คำนวณน้ำท่าบริเวณที่เป็นแหล่งน้ำ

ตารางที่ 4.4 ปริมาณน้ำท่ารายเดือน ของแต่ละตำบล

ตำบล	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
	ปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)											
ไม้ขาว	0.24	0.28	3.82	2.96	7.72	6.01	6.89	10.06	13.37	10.57	3.97	0.99
เทพกระษัตรี	0.24	0.24	5.00	3.62	10.68	8.35	9.37	14.01	19.48	15.13	4.95	0.77
สาธุ	0.11	0.12	2.07	1.61	4.33	3.42	3.82	5.64	7.60	5.99	2.10	0.41
ป่าคลอก	0.19	0.11	3.80	2.62	7.84	5.83	7.04	10.05	14.02	11.44	3.70	0.71
เชิงทะเล	0.22	0.19	2.60	2.18	5.32	4.16	4.77	6.70	8.86	7.41	2.57	0.54
ศรีสุนทร	0.29	0.16	4.10	3.36	8.67	6.50	7.74	10.78	14.48	12.48	4.01	0.76
เกาะแก้ว	0.22	0.07	1.58	1.40	3.23	2.31	2.92	3.78	4.96	4.71	1.55	0.48
กมลา	0.17	0.09	1.82	1.66	3.99	2.87	3.64	4.94	6.42	5.85	1.81	0.38
กะทู้	0.28	0.09	2.61	2.49	5.91	3.95	5.42	7.06	9.12	9.03	2.59	0.57
รัชฎา	0.71	0.15	3.99	3.90	8.63	5.79	8.02	9.70	12.53	13.12	4.08	1.57
ป่าตอง	0.19	0.08	1.89	1.83	4.35	2.93	4.05	5.31	6.82	6.68	1.91	0.39
ตลาดใหญ่	0.16	0.02	0.71	0.71	1.47	1.01	1.35	1.59	2.04	2.16	0.72	0.34
ตลาดเหนือ	0.13	0.02	0.59	0.60	1.23	0.83	1.12	1.34	1.69	1.81	0.58	0.26
กะรน	0.19	0.06	1.80	1.78	4.23	2.80	4.03	5.09	6.49	6.62	1.87	0.46
ฉลอง	0.40	0.09	2.29	2.29	4.86	3.31	4.61	5.61	7.03	7.34	2.35	0.79
ราไวย์	0.24	0.06	1.65	1.63	3.64	2.49	3.53	4.28	5.39	5.61	1.75	0.57



รูปที่ 4.7 การกระจายของปริมาณน้ำท่าในรอบปี



รูปที่ 4.8 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน จังหวัดจันทบุรี (ดัดแปลงจาก กรมพัฒนาที่ดิน, 2552)

4.4 อัตราการซึมน้ำของดิน (infiltration)

อัตราการซึมน้ำของดินนั้นมีความสัมพันธ์โดยตรงกับชนิดดิน ซึ่งแต่ละชนิดดินนั้นแสดงถึงลักษณะการซึมผ่านของน้ำ สำหรับชนิดดินของจังหวัดภูเก็ต จากการจำแนกชนิดดินของกรมพัฒนาที่ดิน พบว่าจังหวัดภูเก็ตมีทั้งหมด 61 ชนิดดิน (ตารางที่ 4.5) ดินแต่ละชนิดมีความสัมพันธ์กับการซึมผ่านของน้ำลงสู่ดิน พบว่าลักษณะการซึมผ่านของน้ำของชนิดดินในจังหวัดภูเก็ต อยู่ในระดับปานกลาง – ช้ำ และจากรูปที่ 4.9 แสดงให้เห็นการกระจายของดินแต่ละชนิดที่กระจายอยู่บริเวณต่างๆ ของจังหวัดภูเก็ต จากรูปพบว่าบริเวณที่เป็นเนินเขาถูกจัดอยู่ในชนิดดินที่ลาดเชิงชัน (S.C.) เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันมากกว่า 35 % และกรมพัฒนาที่ดินไม่ได้ระบุไว้ว่าลักษณะการซึมผ่านน้ำของดินเป็นอย่างไร แต่จากการศึกษาการวิเคราะห์หมายเลขไค้งน้ำท่า SCS ของอำเภอในประเทศไทย (ณัฐ เทภาสิต, 2547) มีการจัดกลุ่มดินแบ่งตามลักษณะการซึมผ่านของน้ำ ซึ่งดินชนิดนี้ถูกจัดอยู่ในกลุ่ม การซึมผ่านของน้ำปานกลาง ดังนั้นภาพรวมของลักษณะการซึมผ่านของน้ำของชนิดดินในจังหวัดภูเก็ต อยู่ในระดับปานกลาง – ช้ำ

ตารางที่ 4.5 ชนิดดินและลักษณะการซึมผ่านของน้ำ (ดัดแปลงจาก:กรมพัฒนาที่ดิน, 2554)

ลำดับ	ชื่อชนิดดิน	ตัวย่อ	ลักษณะ
1	ดินตะกอนลำนํ้าที่มีการระบายน้ำเลวอยู่ปะปนกัน	AC-p	การระบายน้ำเลวถึงค่อนข้างเลว
2	ดินชุดอ่าวลึก	Ak	การซึมผ่านได้ของน้ำช้าถึงปานกลาง
3	ดินคล้ายดินชุดอ่าวลึกแต่มีอนุภาคดินเหนียวอยู่ 35-60 %	Ak-fc	การซึมผ่านได้ของน้ำช้า
4	ดินชุดบางนรา	Ba	การซึมผ่านได้ของน้ำช้า
5	ดินชุดบาเจาะ	Bc	การซึมผ่านได้ของน้ำเร็ว
6	ดินชุดบ้านทอน	Bh	การซึมผ่านได้ของน้ำเร็วในดินบนและช้าในดินล่าง
7	หน่วยไม่สัมพันธ์ของดินชุดบ้านทอนและดินคล้ายดินชุดบ้านทอน	Bh & Bh-d	การซึมผ่านได้ของน้ำเร็วในดินบนและช้าในดินล่าง
8	ดินชุดฉลอง	Chl	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง
9	ดินคล้ายดินชุดฉลองแต่มีศิลาแลงในดินล่าง	Chl-ir	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง
10	ดินคล้ายดินชุดฉลองแต่มีจุดประ	Chl-m	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง

ตารางที่ 4.5 ชุดดินและลักษณะการซึมผ่านของน้ำ (ต่อ)

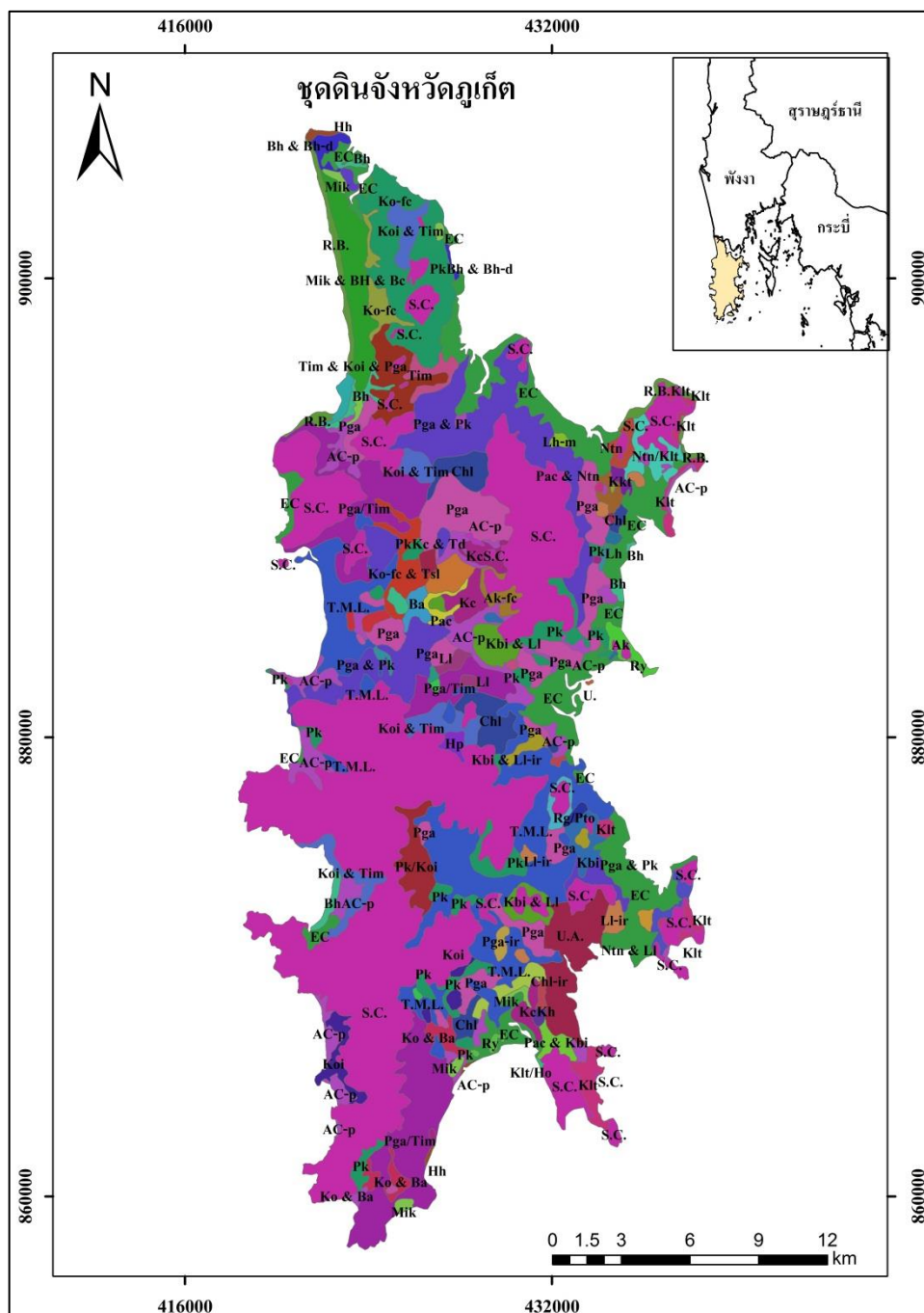
ลำดับ	ชื่อชุดดิน	ตัวย่อ	ลักษณะ
11	ดินตะกอนชะวากทะเลอยู่ปะปนกัน	EC	การระบายน้ำเลวมาก
12	ดินชุดห้วยหิน	Hh	การซึมผ่านได้ของน้ำเร็ว
13	หน่วยไม่สัมพันธ์ของดินชุดห้วยหินดิน ชุดบาเจาะและดินชุดบ้านทอน	Hh & Bc & Bh	การระบายน้ำค่อนข้างมาก
14	ดินชุดห้วยโป่ง	Hp	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง
15	ดินชุดกระบี่	Kbi	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง
16	ดินชุดกันตัง	Kat	การซึมผ่านได้ของน้ำช้า
17	หน่วยไม่สัมพันธ์ของดินชุดกระบี่ และดินชุดนาทอน	Kbi & Ntn	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง
18	หน่วยไม่สัมพันธ์ของดินชุดกระบี่ และดินคล้ายดินชุดลำภูรา	Kbi & Ll-ir	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง
19	หน่วยไม่สัมพันธ์ของดินชุดกระบี่ และดินชุดลำภูรา	Kbi & Ll	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง
20	หน่วยไม่สัมพันธ์ของดินชุดคลองซาก และดินชุดตราด	Kc & Td	การซึมผ่านได้ของน้ำเร็ว
21	ดินชุดคลองซาก	Kc	การซึมผ่านได้ของน้ำเร็ว
22	ดินชุดคอหงษ์	Kh	การซึมผ่านได้ของน้ำเร็ว
23	ดินชุดเขาขาด	Kkt	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง
24	ดินชุดคลองเต็ง	Klt	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง
25	หน่วยสัมพันธ์ของดินชุดคลองเต็ง /ดินชุดห้วยยอด	Klt/Ho	การซึมผ่านได้ของน้ำเร็ว
26	ดินชุดโคกเคียน	Ko	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง
27	หน่วยไม่สัมพันธ์ของดินชุดโคกเคียน และดินชุดบางนรา	Ko & Ba	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง
28	หน่วยไม่สัมพันธ์ของดินชุดโคกเคียน และดินชุดแกลง	Ko & Kl	การซึมผ่านได้ของน้ำค่อนข้างช้า
29	ดินคล้ายดินชุดโคกเคียน แต่มีอนุภาคดินเหนียวอยู่ 35-60 %	Ko-fc	การซึมผ่านได้ของน้ำช้า
30	หน่วยไม่สัมพันธ์ของดินคล้ายดิน ชุดโคกเคียนและดินชุดท่าศาลา	Ko-fc & Tsl	การซึมผ่านได้ของน้ำช้า
31	ดินชุดโคกกลอย	Koi	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง

ตารางที่ 4.5 ชุดดินและลักษณะการซึมผ่านของน้ำ (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อชุดดิน	ตัวย่อ	ลักษณะ
33	หน่วยไม่สัมพันธ์ของดินชุดโลกกลอยและดินชุดท้ายเหมือง	Koi & Tim	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง
34	ดินชุดละหาร	Lh	-
35	ดินคล้ายดินชุดละหารแต่มีจุดประ	Lh-m	-
36	ดินชุดลำภูรา	Ll	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง
37	ดินคล้ายดินชุดลำภูราแต่มีสีลาแดงในดินล่าง	Ll-ir	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง
38	ดินคล้ายดินชุดลำภูราแต่มีจุดประ	Ll-m	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง
39	ดินชุดไม้ขาว	Mik	การซึมผ่านได้ของน้ำเร็ว
40	หน่วยไม่สัมพันธ์ของดินชุดไม้ขาวดินชุดบ้านทอนและดินชุดบาเจาะ	Mik & BH & Bc	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง
41	ดินชุดนาทอน	Ntn	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง
42	หน่วยไม่สัมพันธ์ของดินชุดนาทามและดินชุดย่านตาขาว	Ntm & Yk	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง
43	ดินชุดนาทอน/ดินชุดคลองเต็ง	Ntn/Klt	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง
44	หน่วยไม่สัมพันธ์ของดินชุดนาทอนและดินชุดลำภูรา	Ntn & Ll	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง
45	ดินชุดปากจั่น	Pac	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง
46	หน่วยไม่สัมพันธ์ของดินชุดปากจั่นและดินชุดกระบี่	Pac & Kbi	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง
47	ดินชุดพังงา	Pga	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง
48	หน่วยไม่สัมพันธ์ของดินชุดปากจั่นและดินชุดนาทอน	Pac & Ntn	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง
49	หน่วยไม่สัมพันธ์ของดินชุดพังงาและดินชุดภูเก็ต	Pga & Pk	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง
50	หน่วยสัมพันธ์ของดินชุดพังงา/ดินชุดท้ายเหมือง	Pga/Tim	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง
51	ดินชุดสุไหงปาดี	Pi	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง
52	ดินคล้ายดินชุดพังงาแต่มีสีลาแดงในดินล่าง	Pga-ir	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง
53	ดินชุดภูเก็ต	Pk	การซึมผ่านได้ของน้ำช้า

ตารางที่ 4.5 ชุดดินและลักษณะการซึมผ่านของน้ำ (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อชุดดิน	ตัวย่อ	ลักษณะ
54	หน่วยสัมพัทธ์ของดินชุดภูเก็ต /ดินชุดโคกกลอย	Pk/Koi	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง
55	หาดทรายใหม่	R.B.	
56	หน่วยสัมพัทธ์ของดินชุดระนอง /ดินชุดพะโต๊ะ	Rg/Pto	การซึมผ่านได้ของน้ำเร็ว
57	ที่ลาดเชิงชัน	S.C.	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง
58	ดินชุดระยอง	Ry	การซึมผ่านได้ของน้ำเร็ว
59	ดินชุดสตูล	Stu	การซึมผ่านได้ของน้ำช้า
60	พื้นที่เหมืองแร่	T.M.L.	
61	หน่วยไม่สัมพัทธ์ของดินชุดท้ายเหมือง ชุดโคกกลอยและชุดพังงา	Tim & Koi & Pga	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง
62	ดินชุดท้ายเหมือง	Tim	การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลาง



รูปที่ 4.9 ชุดดินจังหวัดภูเก็ต

อัตราการซึมผ่านของดินในการศึกษาครั้งนี้ คำนวณที่สมการที่ 3.3-3.5 ผลจากการคำนวณอัตราการซึมผ่านมีดังต่อไปนี้ สมการ $D_{(A)}$, $D_{(B)}$, $D_{(C)}$, $D_{(D)}$ เป็นการคำนวณอัตราการซึมผ่านของดินโดยใช้ชนิดดิน (ตารางที่ 3.5) เป็นปัจจัยหลักในการคำนวณอัตราการซึมผ่านของดิน ซึ่งสอดคล้องกับชนิดดินทางอุทกศาสตร์สำหรับการใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำท่าทั้ง 4 สมการ และไม่ได้นำ

ปริมาณน้ำฝน น้ำท่า หรือการระเหย มาเป็นปัจจัยร่วมในการคำนวณอัตราการซึมน้ำของดิน ผลการศึกษาอัตราการซึมน้ำของดินในพื้นที่ศึกษา จากทั้ง 4 สมการพบว่า สมการ $D_{(A)}, D_{(B)}, D_{(C)}, D_{(D)}$ มีอัตราการซึมน้ำของดินรวมทั้งพื้นที่ของทั้ง 4 สมการดังนี้ 127.75, 28.97, 28.87 และ 115.48 ล้าน ลบ.ม/ปี ตามลำดับ อัตราการซึมน้ำของดินรายตำบลแสดงดังตารางที่ 4.6 สมการ $D_{(A)}, D_{(B)}, D_{(C)}, D_{(D)}$ บริเวณที่มีอัตราการซึมน้ำของดินต่ำสุด คือ ตำบลตลาดเหนือ มีอัตราการซึมน้ำของดินที่คำนวณได้ในแต่ละสมการเท่ากับ 1.56, 0.35, 0.36, 1.46 ล้าน ลบ.ม. ตามลำดับ และสมการ $D_{(A)}, D_{(B)}$ บริเวณที่มีอัตราการซึมน้ำของดินสูงสุด คือ ตำบลรัชฎา มีอัตราการซึมน้ำของดิน 14.23, 3.27 ล้าน ลบ.ม. ตามลำดับ สมการ $D_{(C)}, D_{(B)}$ บริเวณที่มีอัตราการซึมน้ำของดินสูงสุด คือ ตำบลเทพกระษัตรี มีอัตราการซึมน้ำของดินเท่ากับ 3.20 และ 12.80 ล้าน ลบ.ม. ตามลำดับ

อัตราการซึมน้ำของดินจากสมการ $D_{(E)}$ ซึ่งมีหลักการ คือ ดินระดับความลึก 50 ซม. สามารถสะสมน้ำได้สูงสุด 100 มม. และใช้ปัจจัยในการคำนวณ คือ ปริมาณน้ำฝน น้ำท่า และการระเหย มาร่วมในการคำนวณอัตราการซึมน้ำของดิน ผลที่ได้พบว่า สมการ $D_{(E)}$ มีอัตราการซึมน้ำของดินทั้งหมด 7.10 ล้าน ลบ.ม. (เฉลี่ย 0.18 ล้าน ลบ.ม./ตร.กม.) อัตราการซึมน้ำของดินแต่ละตำบลในแต่ละเดือนนั้น แสดงดังตารางที่ 4.6 เดือนที่มีอัตราการซึมน้ำของดินสูงสุด คือ เดือนกันยายน มีอัตราการซึมน้ำของดิน 2.37 ล้าน ลบ.ม. (เฉลี่ย 0.06 ล้าน ลบ.ม./ตร.กม.) บริเวณตำบลที่มีอัตราการซึมน้ำของดินสูงสุด คือ ตำบลเทพกระษัตรี อัตราการซึมน้ำของดิน 0.68 ล้าน ลบ.ม. (เฉลี่ย 0.01 ล้าน ลบ.ม./ตร.กม.) อัตราการซึมน้ำของดินต่ำสุด คือ 0 ลบ.ม. ซึ่งมีตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน – เมษายน อัตราการซึมน้ำของดินจากสมการ $D_{(E)}$ มีความสอดคล้องกันปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า ในช่วงเดือนกันยายนนั้นปริมาณน้ำฝนมีปริมาณสูง ปริมาณน้ำท่าสูงเช่นเดียวกัน ทำให้เกิดการซึมของน้ำได้มากกว่า เดือนมกราคม ที่ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท้าน้อย ส่งผลให้เกิดอัตราการซึมน้ำของดินได้น้อยลง

ตารางที่ 4.6 อัตราการซึมผ่านของดินรายเดือน ของแต่ละตำบล จากสมการ $D_{(A)}, D_{(B)}, D_{(C)}, D_{(D)}$

ตำบล	D_A	D_B	D_C	D_D
	อัตราการซึมผ่านของดิน (ล้านลบ.ม.)			
ไม้ขาว	9.27	2.20	1.92	7.70
เทพกระษัตรี	14.09	3.25	3.20	12.80
สาธู	6.66	1.48	1.55	6.18
ป่าคลอก	13.26	3.07	2.97	11.89
เชิงทะเล	6.12	1.44	1.26	5.04
ศรีสุนทร	12.67	2.84	2.92	11.70
เกาะแก้ว	4.99	1.15	0.99	3.96
กมลา	6.61	1.44	1.60	6.38
กะทู้	10.72	2.37	2.49	9.94
รัชฎา	14.23	3.27	3.09	12.35
ป่าตอง	7.83	1.70	1.89	7.56
ตลาดใหญ่	2.19	0.49	0.51	2.03
ตลาดเหนือ	1.56	0.35	0.36	1.46
กะรน	7.69	1.67	1.88	7.53
ฉลอง	6.16	1.40	1.35	5.41
ราไวย์	3.70	0.86	0.89	3.55

ตารางที่ 4.7 อัตราการซึมน้ำของดินรายเดือน ของแต่ละตำบล จากสมการ $D_{(E)}$

ตำบล	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
	อัตราการซึมน้ำของดิน (ล้าน ลบ.ม.)											
ไม้ขาว	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.05	0.02	0.06	0.10	0.06	0.00	0.00
เทพกระษัตรี	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.32	0.22	0.42	0.68	0.45	0.00	0.00
สาธุ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.05	0.03	0.07	0.11	0.07	0.00	0.00
ป่าคลอก	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.09	0.07	0.12	0.23	0.14	0.00	0.00
เชิงทะเล	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.07	0.05	0.09	0.15	0.10	0.00	0.00
ศรีสุนทร	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.06	0.05	0.08	0.15	0.10	0.00	0.00
เกาะแก้ว	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.03	0.01	0.00	0.00
กมลา	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.09	0.02	0.00	0.00
กะทู้	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.05	0.04	0.07	0.19	0.10	0.00	0.00
รัชฎา	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.07	0.07	0.11	0.21	0.18	0.00	0.00
ป่าตอง	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.01	0.00	0.00
ตลาดใหญ่	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
ตลาดเหนือ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
กะรน	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.11	0.03	0.00	0.00
ฉลอง	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.02	0.00	0.00
ราไวย์	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05	0.05	0.07	0.12	0.11	0.00	0.00

การคำนวณอัตราการซึมน้ำของดินจากสมการ $D_{(F)}$ เป็นสมการที่คิดอัตราการซึมน้ำของดินจาก ร้อยละ 5 ของน้ำฝนที่เกิดขึ้นในพื้นที่ ปัจจัยหลักในการคำนวณอัตราการซึมน้ำของดินของสมการนี้ คือ ปริมาณน้ำฝนเท่านั้น ไม่ได้นำปริมาณน้ำท่าและการระเหย เป็นปัจจัยร่วมในการคำนวณ ผลจากการคำนวณอัตราการซึมน้ำของดินด้วยสมการนี้พบว่า มีอัตราการซึมน้ำของดินทั้งพื้นที่รวม 61.89 ล้าน ลบ.ม.(เฉลี่ย 1.89 ล้าน ลบ.ม./ตร.กม.) อัตราการซึมน้ำของดินรายตำบลแสดงดังตารางที่ 4.8 ตำบลและเดือนที่มีอัตราการซึมน้ำของดินสูงสุด คือ เดือนกันยายน มีอัตราการซึมน้ำของดิน 10.33 ล้าน ลบ.ม.(เฉลี่ย 0.31 ล้าน ลบ.ม./ตร.กม.) ตำบลที่มีอัตราการซึมน้ำของดินสูงสุด คือ ตำบลเทพกระษัตรี ในเดือนกันยายน มีอัตราการซึมน้ำของดินเท่ากับ 1.44 ล้าน ลบ.ม. เดือนที่มีอัตราการซึมน้ำของดินต่ำสุด คือ เดือนกุมภาพันธ์ มีอัตราการซึมน้ำของดิน 0.66 ล้าน

ลบ.ม. (เฉลี่ย 0.02 ล้าน ลบ.ม./ตร.ม.) ตำบลที่มีอัตราการซึมน้ำของดินต่ำ คือ ตำบลตลาดเหนือและ ตำบลตลาดใหญ่ มีอัตราการซึมน้ำของดินทั้งพื้นที่เท่ากับ 0 ลบ.ม.

ตารางที่ 4.8 อัตราการซึมน้ำของดินรายเดือน ของแต่ละตำบล จากสมการ $D_{(F)}$

ตำบล	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
	อัตราการซึมน้ำของดิน (ล้าน ลบ.ม.)											
ไม้ขาว	0.08	0.08	0.39	0.32	0.65	0.54	0.60	0.80	1.01	0.83	0.39	0.16
เทพกระษัตรี	0.10	0.10	0.54	0.44	0.92	0.77	0.83	1.12	1.44	1.19	0.54	0.19
สาธู	0.04	0.04	0.19	0.16	0.33	0.28	0.30	0.41	0.53	0.43	0.20	0.07
ป่าลือก	0.11	0.09	0.50	0.40	0.82	0.67	0.76	0.98	1.27	1.08	0.50	0.20
เชิงทะเล	0.05	0.04	0.23	0.20	0.41	0.33	0.37	0.49	0.62	0.53	0.23	0.08
ศรีสุนทร	0.08	0.06	0.38	0.33	0.66	0.53	0.60	0.78	0.99	0.88	0.37	0.14
เกาะแก้ว	0.04	0.02	0.15	0.13	0.26	0.20	0.24	0.29	0.37	0.35	0.14	0.06
กมลา	0.04	0.03	0.16	0.15	0.29	0.22	0.27	0.34	0.42	0.39	0.16	0.06
กะทู้	0.07	0.04	0.27	0.26	0.49	0.36	0.45	0.56	0.68	0.68	0.27	0.11
รัชฎา	0.13	0.05	0.42	0.41	0.76	0.56	0.72	0.84	1.04	1.08	0.43	0.22
ป่าตอง	0.05	0.03	0.18	0.18	0.33	0.25	0.31	0.38	0.47	0.46	0.18	0.07
ตลาดใหญ่	0.02	0.00	0.05	0.05	0.09	0.07	0.08	0.10	0.12	0.13	0.05	0.03
ตลาดเหนือ	0.01	0.00	0.04	0.04	0.07	0.05	0.07	0.08	0.10	0.10	0.04	0.02
กะรน	0.05	0.03	0.18	0.18	0.33	0.25	0.32	0.38	0.46	0.46	0.19	0.08
ฉลอง	0.05	0.02	0.18	0.18	0.32	0.24	0.31	0.36	0.44	0.46	0.18	0.08
ราไวย์	0.04	0.02	0.15	0.15	0.27	0.20	0.26	0.30	0.36	0.38	0.15	0.07

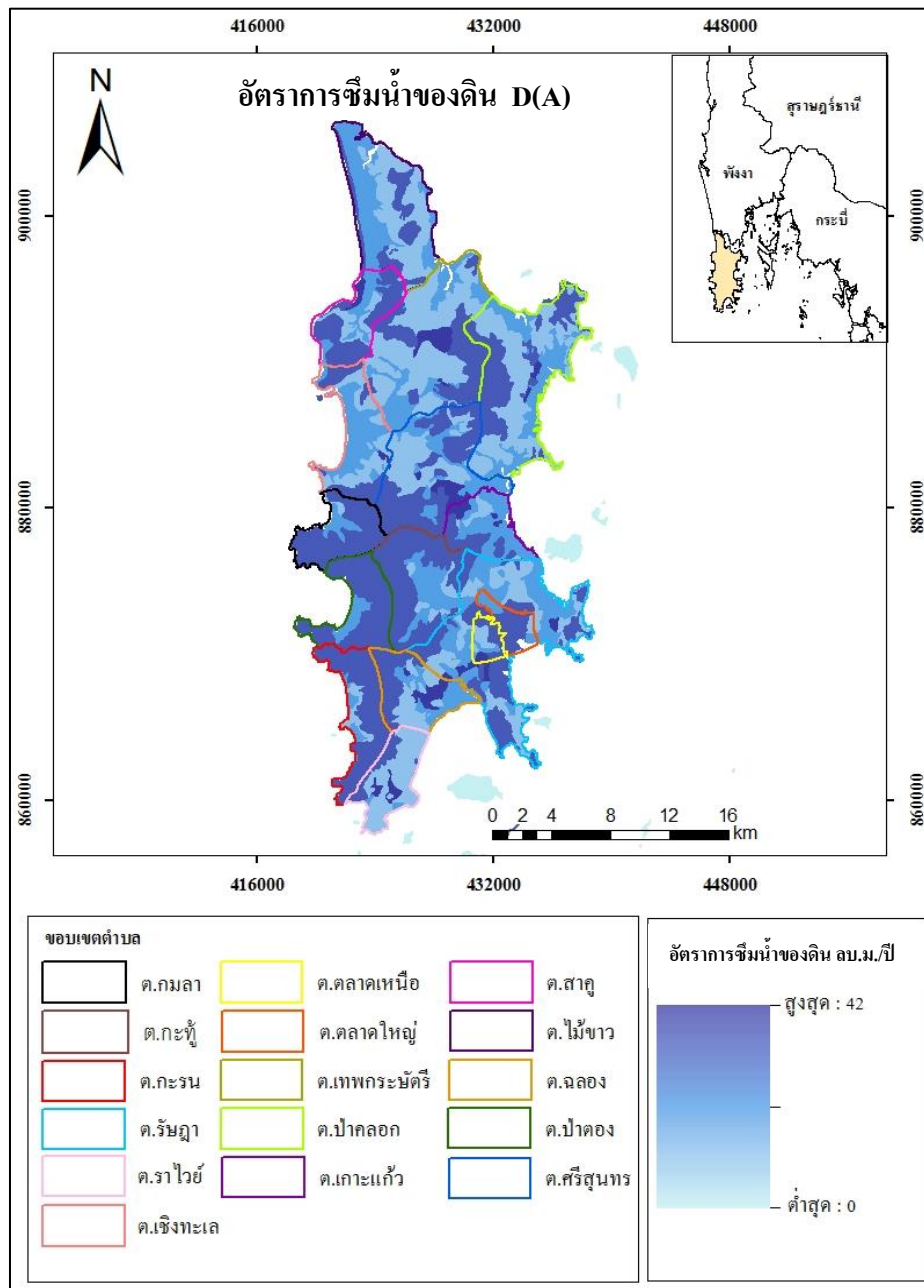
จากการคำนวณอัตราการซึมน้ำของดินเฉลี่ยรายตำบลของทั้ง 6 สมการ พบว่าได้ อัตราการซึมน้ำของดินที่แตกต่างกันออกไป (ตารางที่ 4.9) ผลการศึกษาพบว่าสมการที่คำนวณได้ อัตราการซึมน้ำของดินสูงสุด คือ $D_{(A)}$ มีปริมาณอัตราการซึมน้ำของดินทั้งหมด 127.5 ล้าน ลบ.ม. และสมการที่คำนวณอัตราการซึมน้ำของดินต่ำสุด คือ $D_{(B)}$ มีอัตราการซึมน้ำของดิน 7.10 ล้าน ลบ.ม. อัตราการซึมน้ำของดินต้องนำไปใช้ในการคำนวณน้ำต้นทุนต่อไป สมการอัตราการซึมน้ำของดินที่เหมาะสม ที่นำไปใช้ในการคำนวณน้ำต้นทุนต่อไปคือ สมการ $D_{(E)}$ เนื่องจากอัตราการซึมน้ำของดินจากสมการนี้ ใช้ปัจจัยร่วมในการคำนวณ คือ น้ำฝน การระเหย น้ำท่า ตามหลักการของวัฏจักรน้ำนั้น น้ำฝนที่ตกลงมายังผิวดินมีเพียงบางส่วนเท่านั้นที่ซึมลงดิน บางส่วนเป็นน้ำท่า และระเหย

(นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์, 2551) สมการ $D_{(A)}$, $D_{(B)}$, $D_{(C)}$, $D_{(D)}$ ใช้ปัจจัยการคำนวณตามชนิดดิน และจำนวนวันที่ฝนตก และสมการ $D_{(F)}$ ปัจจัยที่ใช้ในการคำนวณอัตราการซึมน้ำของดินมีเพียงน้ำฝนเท่านั้น ซึ่งเหล่านี้ไม่เป็นไปตามหลักการของวัฏจักรน้ำ

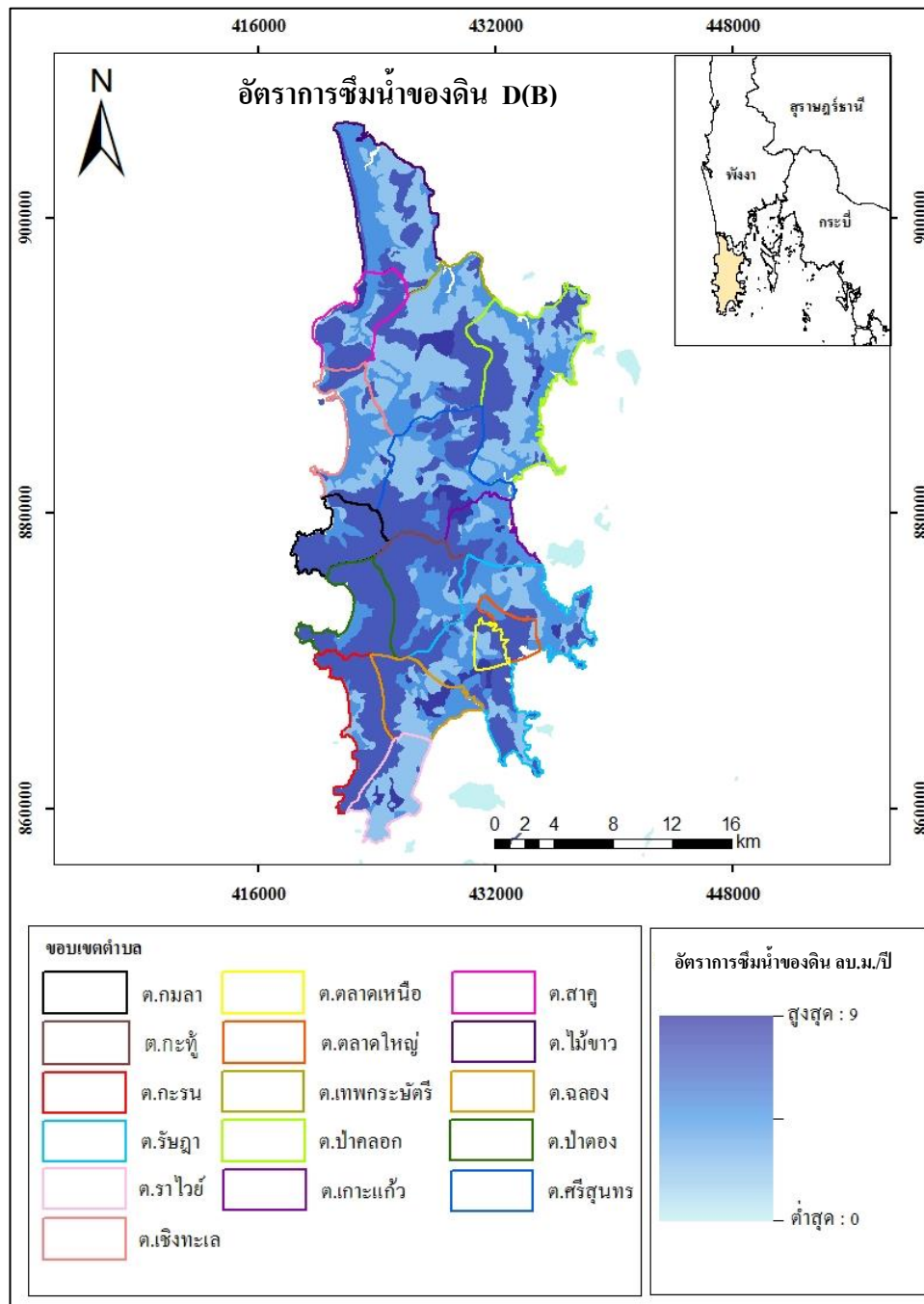
ในรูปที่ 4.10 - 4.15 แสดงการกระจายของอัตราการซึมน้ำของดิน ที่คำนวณจากแต่ละสมการ ผลการศึกษาพบว่าบริเวณที่อัตราการซึมน้ำของดินนั้นอยู่บริเวณที่เป็นพื้นที่เกษตรและพื้นที่ป่าไม้ ในส่วนของพื้นที่ปลูกสร้างนั้นพบว่า มีอัตราการซึมน้ำของดินน้อยกว่าพื้นที่ป่าและเกษตร ในทั้ง 6 สมการ

ตารางที่ 4.9 ปริมาณอัตราการซึมน้ำของดินในแต่ละสมการ

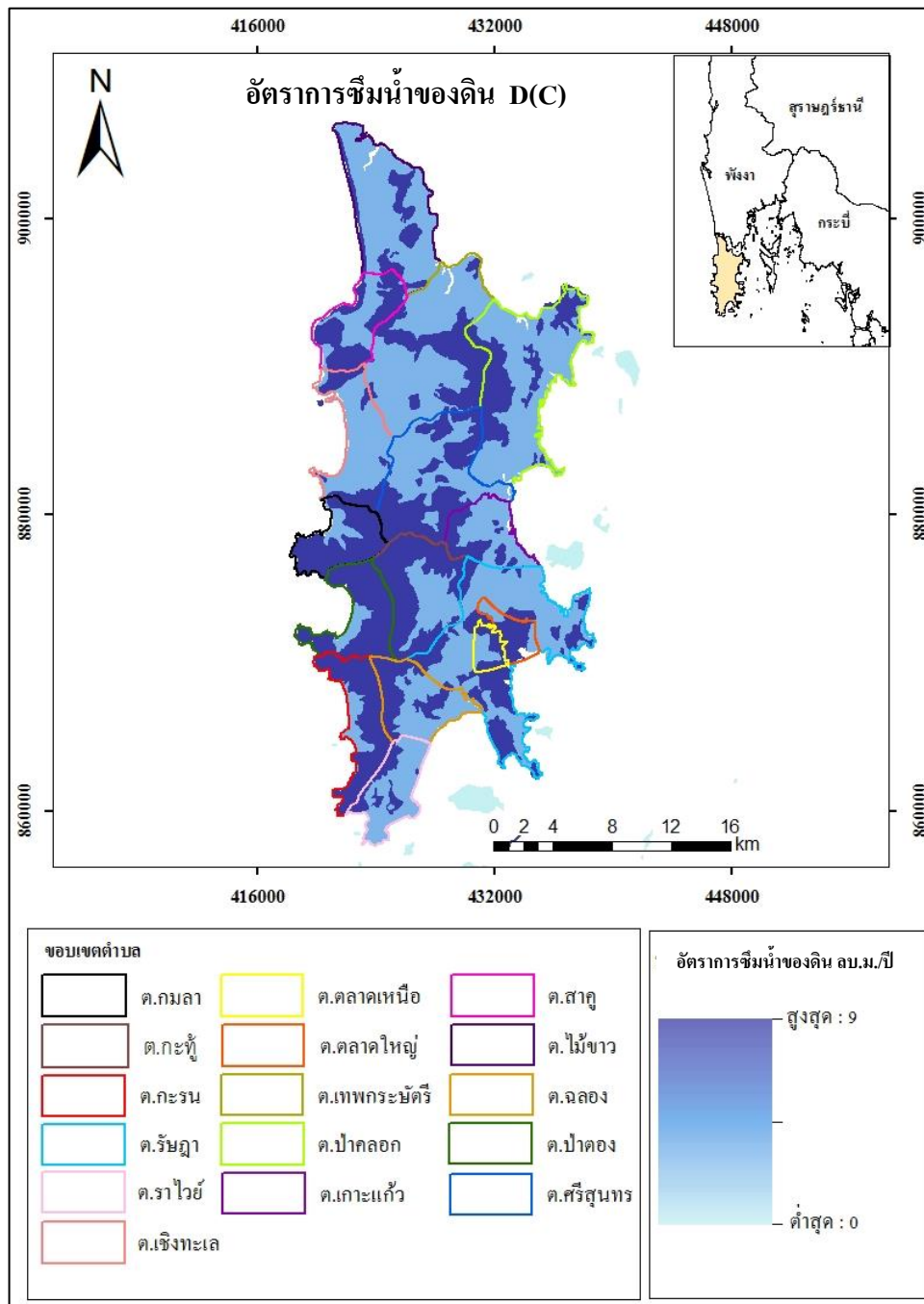
ตำบล	D_A	D_B	D_C	D_D	D_E	D_F
	อัตราการซึมน้ำของดิน (ลิตร/ลบ.ม.)					
ไม้ขาว	9.27	2.20	1.92	7.70	0.30	5.86
เทพกระษัตรี	14.09	3.25	3.20	12.80	2.30	8.20
สาธู	6.66	1.48	1.55	6.18	0.37	2.99
ป่าดง	13.26	3.07	2.97	11.89	0.72	7.38
เชิงทะเล	6.12	1.44	1.26	5.04	0.52	3.59
ศรีสุนทร	12.67	2.84	2.92	11.70	0.49	5.80
เกาะแก้ว	4.99	1.15	0.99	3.96	0.06	2.26
กมลา	6.61	1.44	1.60	6.38	0.17	2.53
กะปู้	10.72	2.37	2.49	9.94	0.48	4.24
รัชฎา	14.23	3.27	3.09	12.35	0.73	6.65
ป่าตอง	7.83	1.70	1.89	7.56	0.13	2.89
ตลาดใหญ่	2.19	0.49	0.51	2.03	0.04	0.79
ตลาดเหนือ	1.56	0.35	0.36	1.46	0.03	0.63
กะรน	7.69	1.67	1.88	7.53	0.19	2.90
ฉลอง	6.16	1.40	1.35	5.41	0.11	2.83
ราไวย์	3.70	0.86	0.89	3.55	0.45	2.36
สูงสุด	14.23	3.27	3.20	12.80	2.30	8.20
ต่ำสุด	1.56	0.35	0.36	1.46	0.03	0.63
รวม	127.75	28.97	28.87	115.48	7.10	61.89



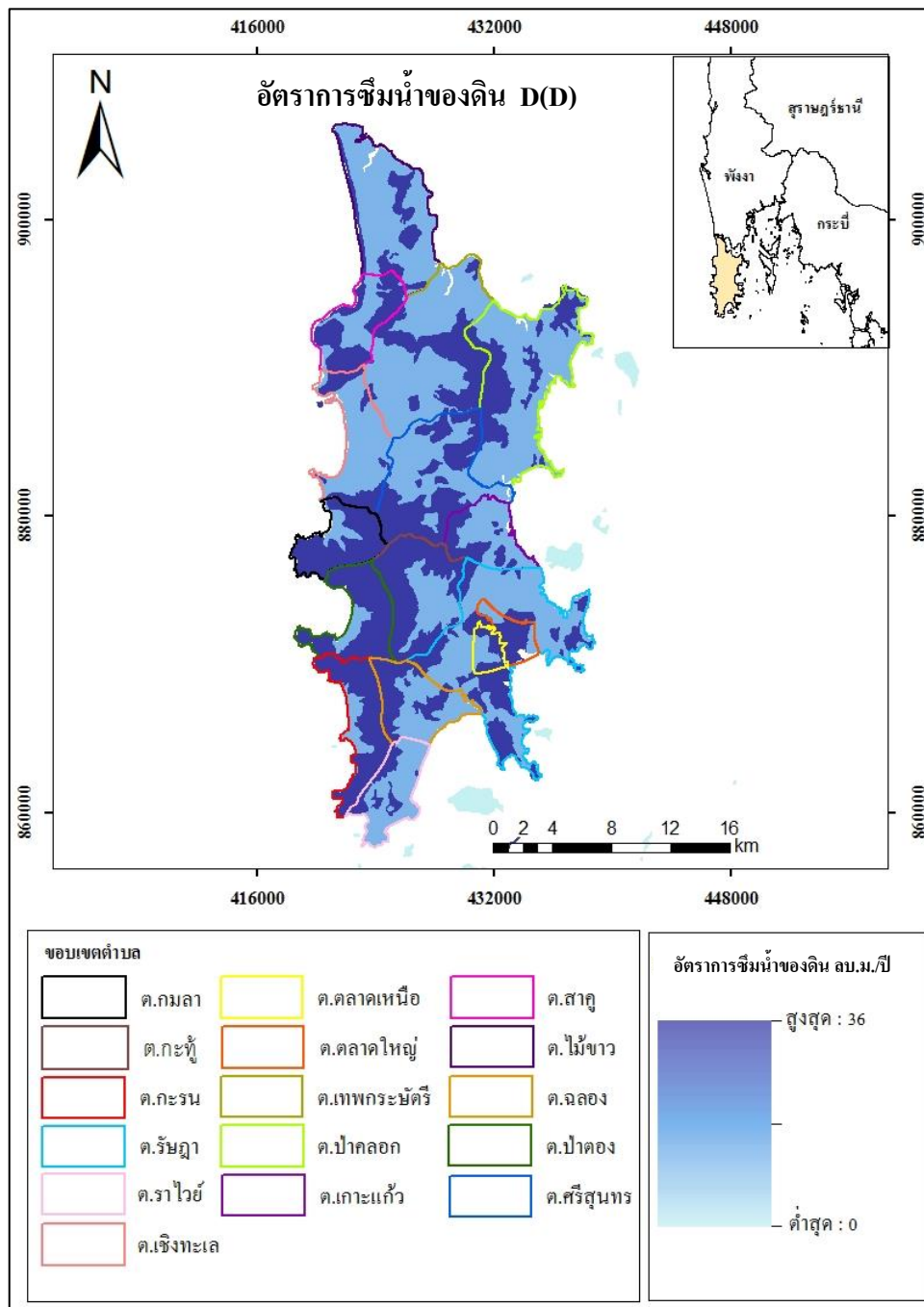
รูปที่ 4.10 การกระจายของอัตราการซึมน้ำของดินคำนวณจากสมการ $D_{(A)}$



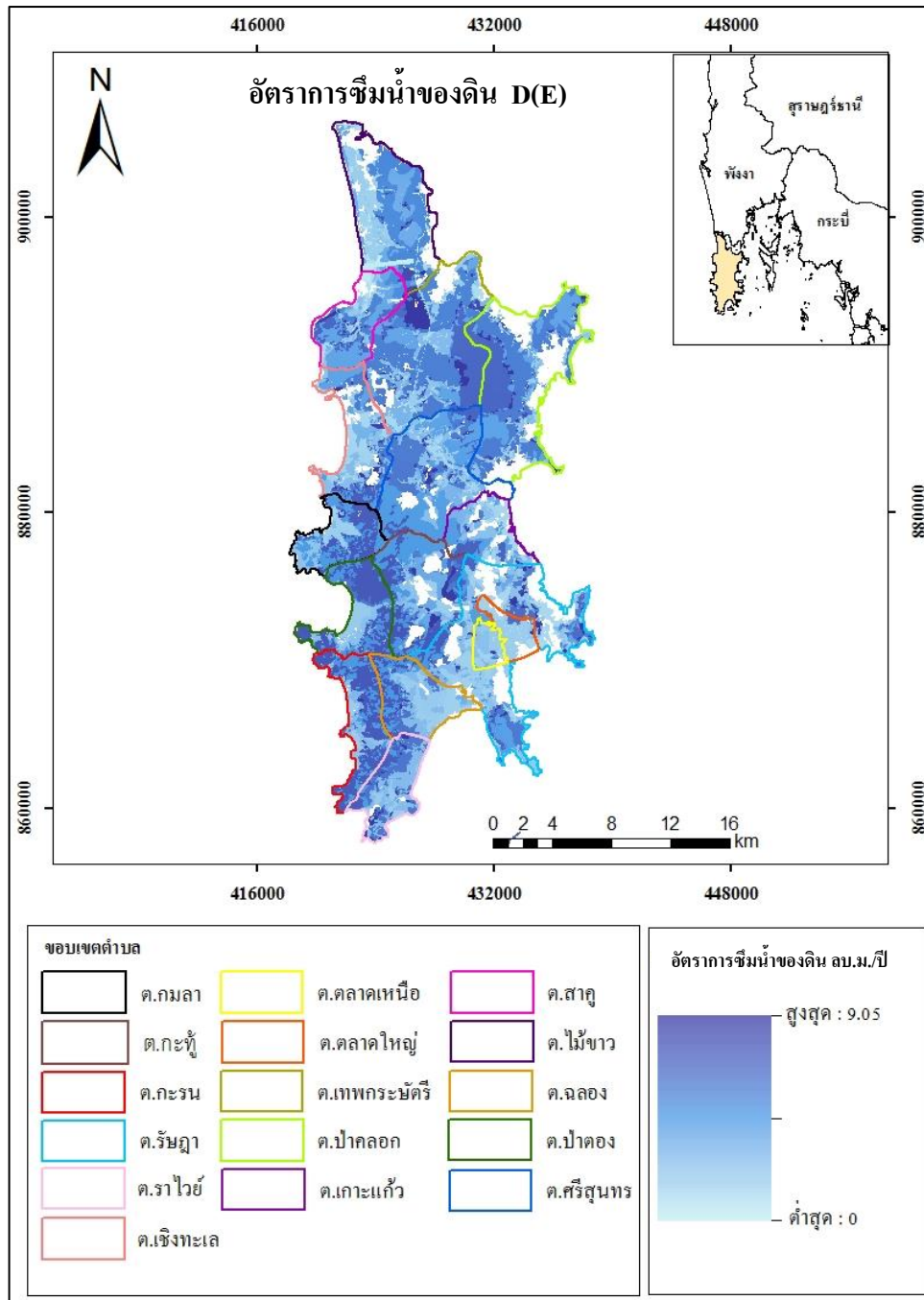
รูปที่ 4.11 การกระจายของอัตราการซึมน้ำของดิน คำนวณจากสมการ $D_{(B)}$



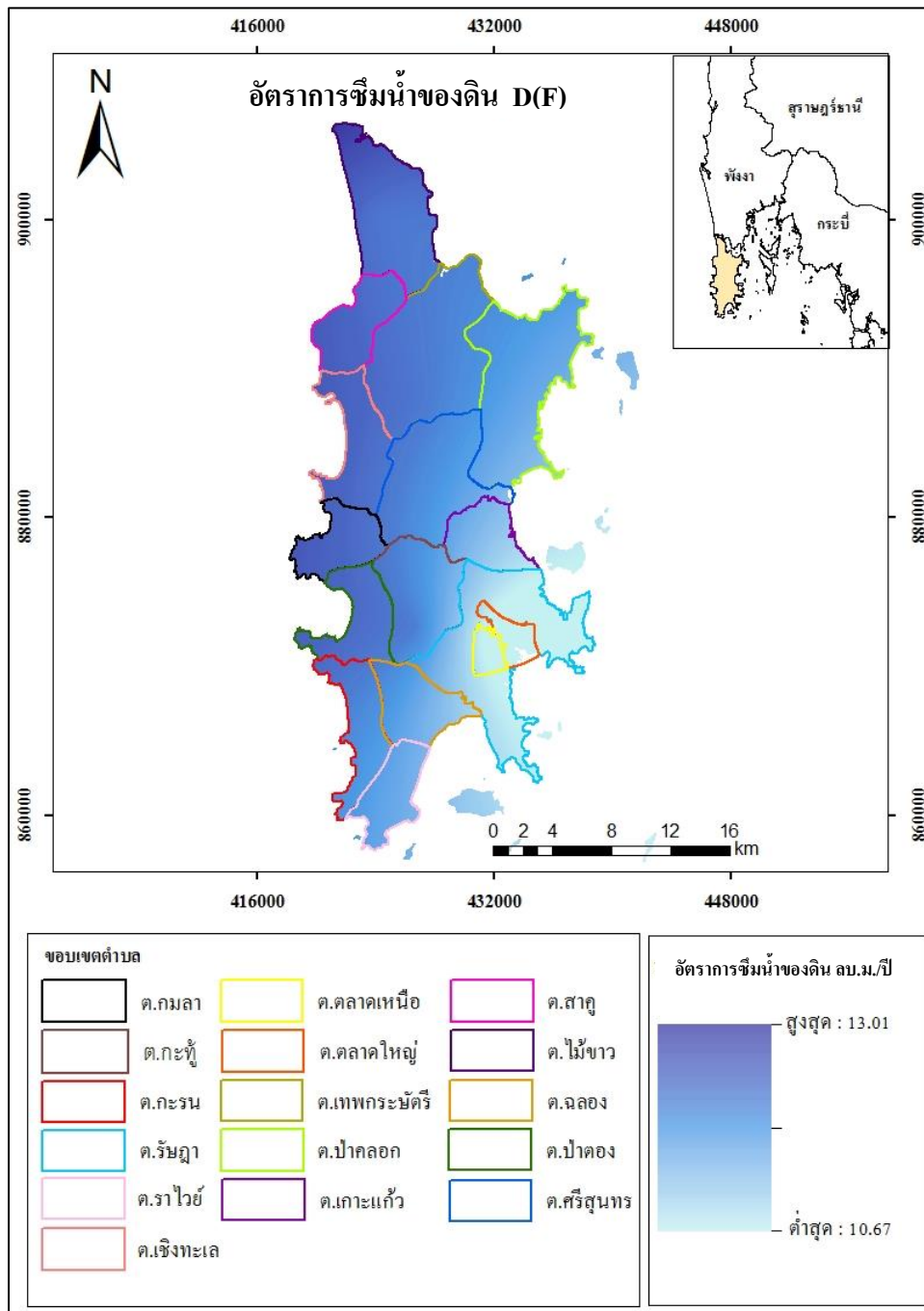
รูปที่ 4.12 การกระจายของอัตราการซึมน้ำของดินคำนวณจากสมการ D_c



รูปที่ 4.13 การกระจายของอัตราการซึมน้ำของดิน คำนวณจากสมการ $D_{(D)}$



รูปที่ 4.14 การกระจายของอัตราการซึมผ่านของดินคำนวณจากสมการ $D_{(E)}$



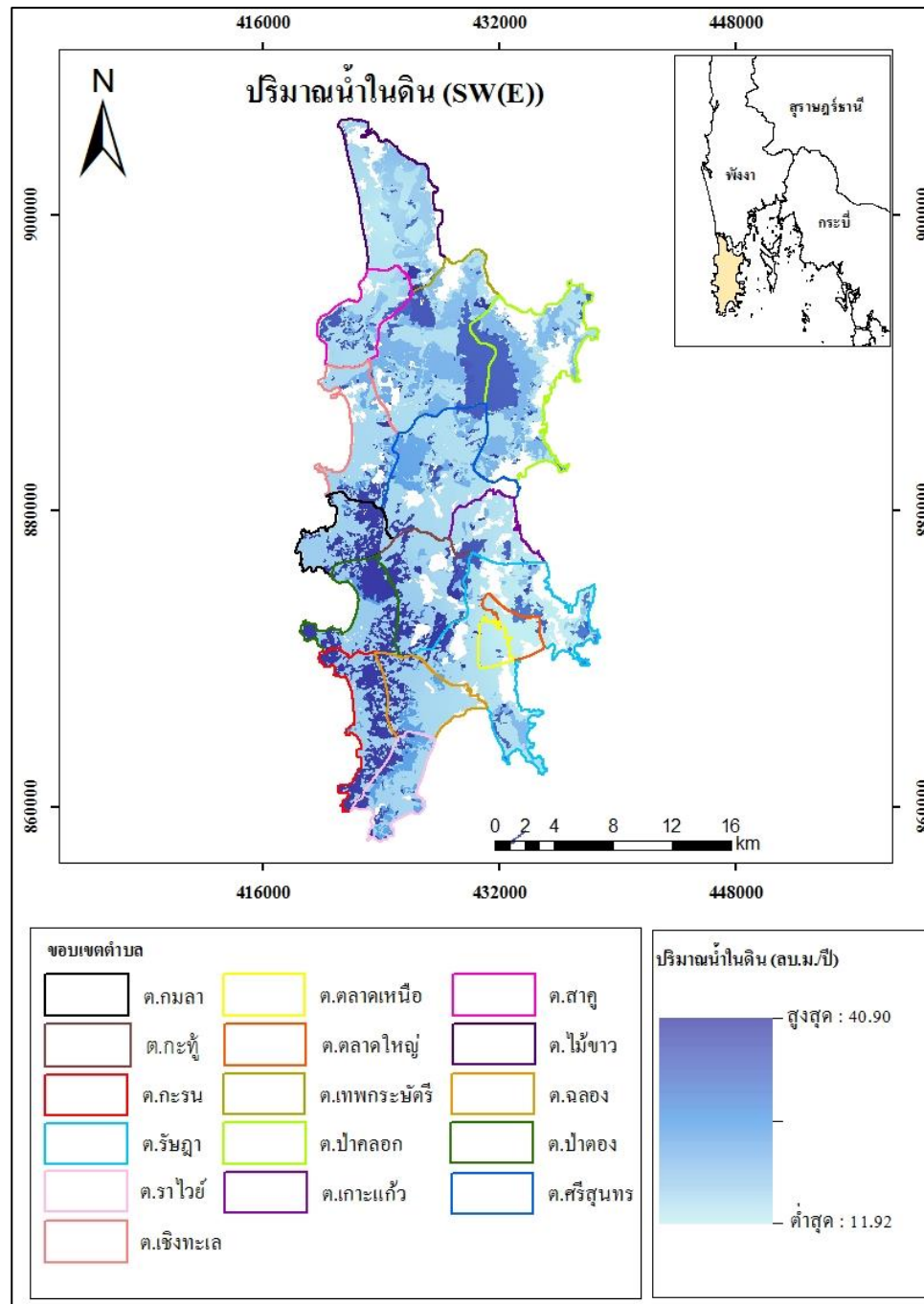
รูปที่ 4.15 การกระจายของอัตราการซึมน้ำของดิน คำนวณจากสมการ $D_{(F)}$

4.5 ปริมาณน้ำในดิน

การคำนวณปริมาณน้ำในดินใช้ปัจจัยในการคำนวณ คือ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณการระเหย ปริมาณน้ำท่า และอัตราการซึมน้ำของดิน และจากการคำนวณอัตราการซึมน้ำของดิน พบว่าสมการการคำนวณอัตราการซึมน้ำที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาี้ คือ สมการ $D_{(E)}$ ดังนั้นจึงเสนอผลการคำนวณปริมาณน้ำในดิน ที่ใช้สมการ $SW_{(E)}$ แสดงในตารางที่ 4.10 พบว่ามีปริมาณน้ำในดินในช่วงพฤษภาคม-พฤศจิกายน และในช่วงเดือนธันวาคม-เมษายน ปริมาณน้ำในดินมีค่าเท่ากับศูนย์ ปริมาณน้ำในดินจากสมการ $SW_{(E)}$ ทั้งพื้นที่ที่มีค่าเท่ากับ 91.45 ล้าน ลบ.ม. (เฉลี่ย 2.87 ล้าน ลบ.ม./ตร.กม.) เดือนที่มีปริมาณน้ำในดินสูงสุด คือ เดือนกันยายน มีปริมาณน้ำในดินเท่ากับ 6.86 ล้าน ลบ.ม. (เฉลี่ย 0.20 ล้าน ลบ.ม./ตร.กม.) และตำบลที่มีปริมาณน้ำในดินสูงสุด คือ ตำบลเทพกระษัตรี มีปริมาณน้ำในดินเท่ากับ 1.26 ล้าน ลบ.ม. (เฉลี่ย 0.01 ล้าน ลบ.ม./ตร.กม.) รูปที่ 4.16 แสดงการกระจายของปริมาณน้ำในดินรายปี $SW_{(E)}$ มีการสะสมของน้ำในดินปริมาณมาก บริเวณที่เป็นป่าไม้ ส่วนบริเวณเขตเมืองนั้นมีการสะสมของปริมาณน้ำในดินน้อยกว่า ปริมาณน้ำในดินที่คำนวณมาได้นั้น ใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำต้นทุนต่อไป

ตารางที่ 4.10 ปริมาณน้ำในดินรายเดือน ของแต่ละตำบล จากสมการ SW_(E)

ตำบล	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
	ปริมาณน้ำในดิน (ล้าน ลบ.ม.)											
ไม้ขาว	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.35	5.23	0.08	0.31	0.12	0.03	0.00
เทพกระษัตรี	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	1.29	8.23	0.75	1.29	0.79	0.20	0.00
สาธุ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.26	3.09	0.16	0.25	0.17	0.03	0.00
ป่าคลอก	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.96	6.39	0.52	1.00	0.57	0.06	0.00
เชิงทะเล	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.25	3.69	0.17	0.25	0.19	0.05	0.00
ศรีสุนทร	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.45	6.36	0.26	0.46	0.30	0.05	0.00
เกาะแก้ว	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.11	2.16	0.08	0.12	0.10	0.00	0.00
กมลา	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.36	3.18	0.29	0.37	0.35	0.05	0.00
กะทู้	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.51	4.83	0.43	0.53	0.51	0.09	0.00
รัชฎา	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.42	5.95	0.30	0.48	0.40	0.06	0.00
ป่าตอง	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.59	3.87	0.48	0.60	0.58	0.10	0.00
ตลาดใหญ่	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.83	0.02	0.03	0.02	0.00	0.00
ตลาดเหนือ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.71	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
กระรน	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.56	3.82	0.46	0.62	0.61	0.10	0.00
ฉลอง	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.23	3.60	0.17	0.25	0.23	0.03	0.00
ราไวย์	0.00	0.00	0.00	0.01	0.11	0.29	2.92	0.18	0.31	0.27	0.06	0.00



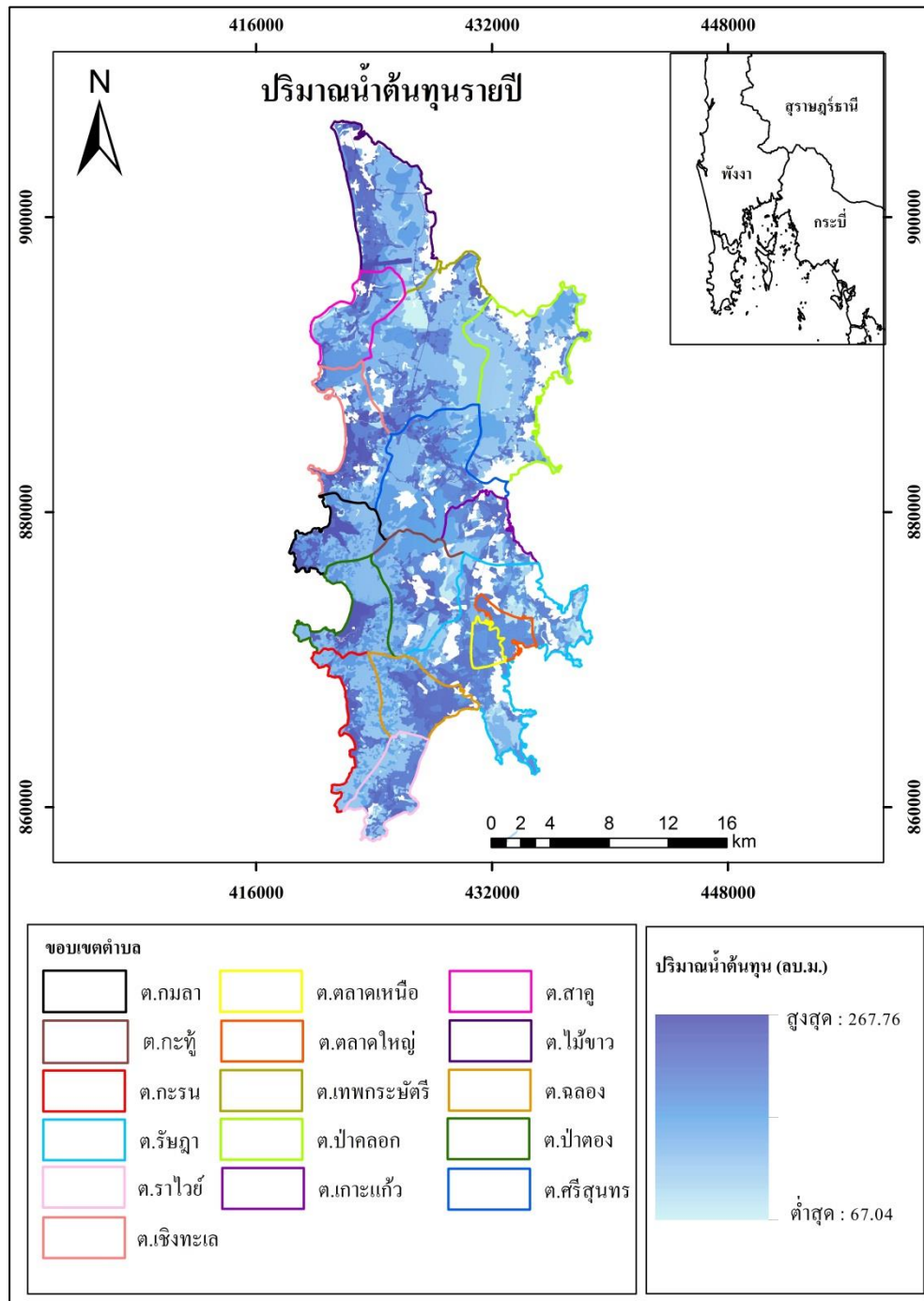
รูปที่ 4.16 การกระจายของปริมาณน้ำในดิน คำนวณจากสมการ SW_E

4.6 ปริมาณน้ำต้นทุน

การคำนวณปริมาณน้ำต้นทุนในการศึกษารังนี้ใช้ข้อมูล ปริมาณน้ำฝน ปริมาณการระเหย ปริมาณน้ำท่า อัตราการซึมน้ำของดิน และปริมาณน้ำในดินที่คำนวณโดยใช้สมการที่ดัดแปลงมาจากสมการสมดุลน้ำ (ยังยุทธ โสถสภาและคณะ, 2541) (สมการที่ 3.9) ผลการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำต้นทุนทั้งหมดในจังหวัดภูเก็ตมีปริมาณ 821.92 ล้าน ลบ.ม./ปี (เฉลี่ย 1.84 ล้าน ลบ.ม./ตร.กม.) ปริมาณน้ำต้นทุนรายเดือนของแต่ละตำบลแสดงในตารางที่ 4.11 พบว่าบริเวณที่มีปริมาณน้ำต้นทุนสูงสุด คือ ตำบลเทพกระษัตรี ซึ่งพบว่าในเดือนกรกฎาคมมีปริมาณน้ำต้นทุนรวมทั้งพื้นที่ตำบล 17.60 ล้าน ลบ.ม./เดือน และบริเวณที่มีปริมาณน้ำต้นทุนต่ำสุด คือ บริเวณตำบลตลาดเหนือและตลาดใหญ่ ในเดือนกุมภาพันธ์มีปริมาณน้ำต้นทุน 0.02 ล้าน ลบ.ม./เดือน เมื่อคิดปริมาณน้ำต้นทุนรายปีพบว่า ตำบลเทพกระษัตรีมีปริมาณน้ำสูงสุด 104.80 ล้าน ลบ.ม./ปี ตำบลที่มีปริมาณน้ำต่ำสุด คือ ตำบลตลาดเหนือ มีปริมาณน้ำต้นทุน 10.93 ล้าน ลบ.ม./ปี และรูปที่ 4.16 แสดงให้เห็นถึงการกระจายของปริมาณน้ำต้นทุนของจังหวัดภูเก็ต

ตารางที่ 4.11 ปริมาณน้ำต้นทุนรายเดือนของแต่ละตำบล

ตำบล	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
	ปริมาณน้ำต้นทุน (ล้าน ลบ.ม.)											
ไม้ขาว	0.24	0.28	3.82	2.96	7.78	6.36	12.12	10.15	13.68	10.69	4.00	0.99
เทพกระษัตรี	0.24	0.24	5.00	3.62	11.09	9.64	17.60	14.76	20.77	15.92	5.15	0.77
สาธู	0.11	0.12	2.07	1.61	4.42	3.68	6.90	5.79	7.85	6.15	2.13	0.41
ป่าคอก	0.19	0.11	3.80	2.62	8.06	6.79	13.43	10.56	15.02	12.01	3.76	0.71
เชิงทะเล	0.22	0.19	2.60	2.19	5.42	4.41	8.46	6.86	9.11	7.60	2.62	0.54
ศรีสุนทร	0.29	0.16	4.10	3.36	8.79	6.96	14.11	11.04	14.94	12.78	4.06	0.76
เกาะแก้ว	0.22	0.07	1.58	1.40	3.28	2.41	5.08	3.87	5.08	4.81	1.56	0.48
กมลา	0.17	0.09	1.82	1.66	4.17	3.23	6.82	5.23	6.79	6.20	1.86	0.38
กะทู้	0.28	0.09	2.61	2.49	6.21	4.46	10.25	7.49	9.65	9.54	2.68	0.57
รัชฎา	0.71	0.15	3.99	3.90	8.83	6.20	13.97	9.99	13.02	13.51	4.14	1.57
ป่าตอง	0.19	0.08	1.89	1.83	4.66	3.51	7.92	5.79	7.42	7.26	2.01	0.39
ตลาดใหญ่	0.16	0.02	0.71	0.71	1.48	1.03	2.17	1.61	2.07	2.18	0.72	0.34
ตลาดเหนือ	0.13	0.02	0.59	0.60	1.23	0.84	1.83	1.35	1.69	1.82	0.58	0.26
กะรน	0.19	0.06	1.80	1.79	4.54	3.37	7.85	5.55	7.10	7.23	1.97	0.46
ฉลอง	0.40	0.09	2.29	2.30	4.96	3.53	8.22	5.78	7.28	7.57	2.39	0.79
ราไวย์	0.24	0.06	1.65	1.64	3.75	2.78	6.46	4.46	5.70	5.88	1.81	0.57



รูปที่ 4.17 การกระจายของปริมาณน้ำต้นทุนรายปี ของจังหวัดภูเก็ต

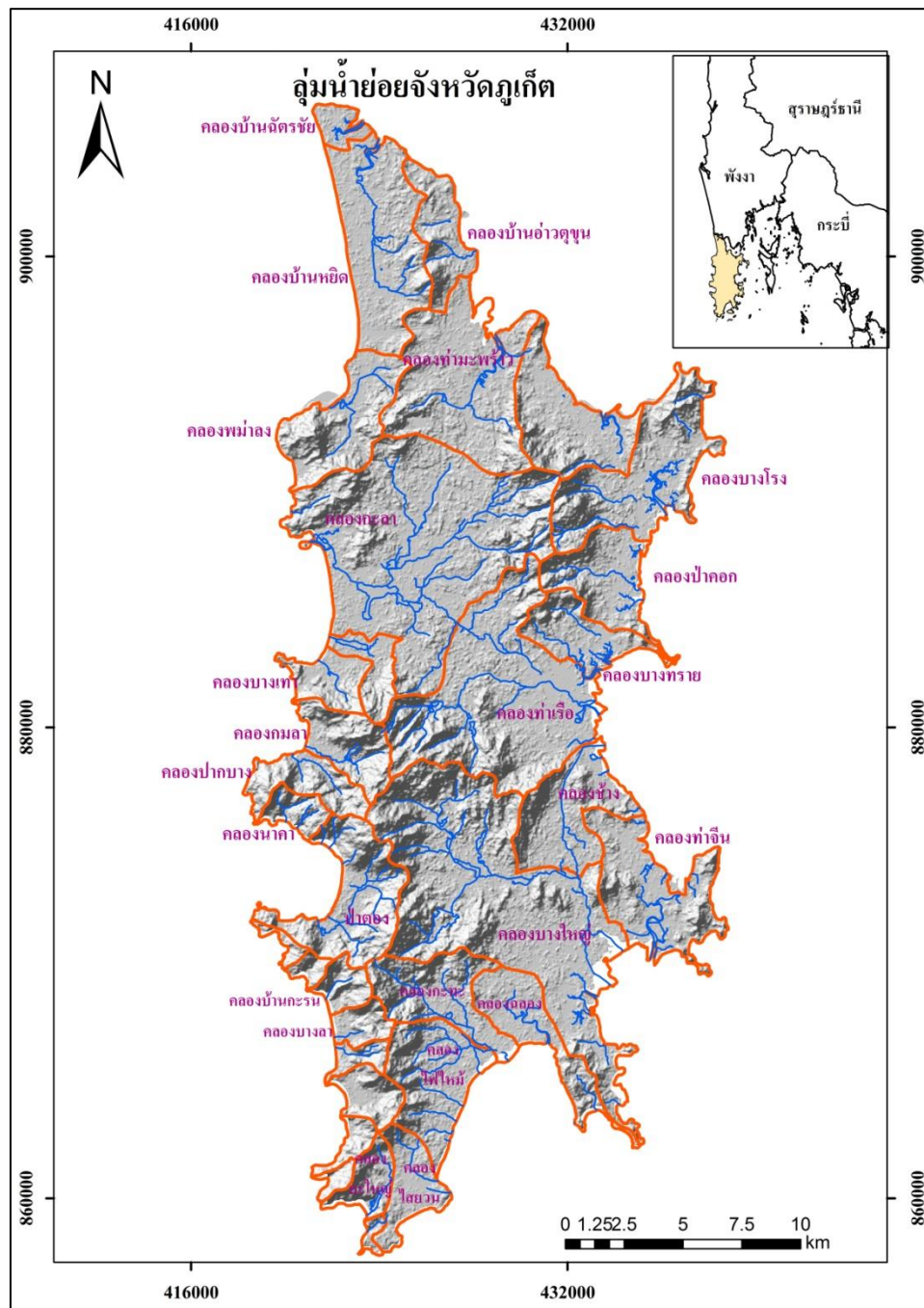
4.7 กลุ่มน้ำจังหวัดภูเก็ต

การคำนวณทิศทางการไหลของน้ำใช้ลักษณะทางภูมิศาสตร์ และลักษณะของกลุ่มน้ำเป็นตัวกำหนด เนื่องจากจังหวัดภูเก็ตมีลักษณะพื้นที่เป็นเกาะ และมีสภาพภูมิประเทศที่เป็นเนินเขา ดังนั้นกลุ่มน้ำย่อยที่แบ่งได้จึงมีขนาดเล็ก โดยกลุ่มน้ำย่อยที่ได้มีเกณฑ์การแบ่งโดยใช้แนวสันเขาเป็นหลัก ดังรูปที่ 4.18 ส่วนชื่อกลุ่มน้ำย่อยใช้ชื่อคลองสายหลักหรือลำน้ำสายหลักเป็นชื่อกลุ่มน้ำย่อยนั้นๆ รายชื่อกลุ่มน้ำย่อยแสดงดังตารางที่ 4.12 มีทั้งหมด 28 กลุ่มน้ำย่อย (บริษัท สเปน คอนซัลแตนท์ จำกัด, 2555) โดยกลุ่มน้ำย่อยที่มีพื้นที่มากกว่า 40 ตร.กม. มีทั้งหมด 3 กลุ่มน้ำย่อย คือ กลุ่มน้ำย่อยคลองบางใหญ่มีพื้นที่ 71.58 ตร.กม. มีลำคลองสายหลัก คือ คลองบางใหญ่ เกิดจากคลองบางทองและคลองเกิดไฮ้ไหลมาบรรจบกัน มีต้นกำเนิดจากเขาเหนียวดำ และเขาจะตรา น้ำจากคลองบางใหญ่ไหลออกสู่ทะเลฝั่งตะวันออก กลุ่มน้ำย่อยต่อมา คือ กลุ่มน้ำย่อยคลองกะลามีพื้นที่ 71.53 ตร.กม. มีคลองกะลาเป็นคลองสายหลัก เกิดจากคลองถวางและทางน้ำ ที่มีต้นกำเนิดมาจากเขาพารา ไหลมาบรรจบคลองพังและรวมเป็นคลองกะลา น้ำไหลออกสู่ทะเลทางฝั่งตะวันตกของเกาะ และกลุ่มน้ำย่อยสุดท้าย คือ กลุ่มน้ำย่อยคลองท่าเรือมีพื้นที่ 49.23 ตร.กม. มีคลองท่าเรือเป็นคลองสายหลัก เกิดจากคลองวูวและทางน้ำไหลมารวมกัน น้ำไหลออกสู่ทะเลทางฝั่งตะวันออกของเกาะ

สำหรับกลุ่มน้ำย่อยที่มีพื้นที่ 20 – 40 ตร.กม. ได้แก่ กลุ่มน้ำย่อยคลองท่ามะพร้าว เกิดจากการไหลมารวมกันของทางน้ำ ที่มีต้นกำเนิดมาจากเขาตาเกลี้ยงและเขาพารา น้ำไหลออกสู่ทะเลทางทิศเหนือของเกาะ กลุ่มน้ำย่อยคลองบ้านหยิด มีต้นกำเนิดจากเขาคอเอน น้ำไหลออกสู่ทะเลทางฝั่งตะวันตก และกลุ่มน้ำย่อยคลองบางโรง มีต้นกำเนิดจากเขาบางแป น้ำไหลออกสู่ทะเลทางฝั่งตะวันออกของเกาะ กลุ่มน้ำย่อยอื่นๆ ที่มีขนาดเล็กกว่า 20 ตร.กม. กระจายอยู่ทั่วไปของเกาะ และด้วยภูมิประเทศที่เป็นเกาะทำให้น้ำที่ไหลมาจากเขาจะไหลตามเส้นทางน้ำลงสู่ทะเล

ตารางที่ 4.12 กลุ่มน้ำย่อยจังหวัดภูเก็ต

ลำดับ	ชื่อกลุ่มน้ำย่อย	พื้นที่กลุ่มน้ำย่อย (ตร.กม.)	พื้นที่ครอบคลุมกลุ่มน้ำย่อย
1	กลุ่มน้ำคลองกมลา	9.90	ตอนบน ต.กมลา
2	กลุ่มน้ำคลองบ้านกะรน	3.90	ตอนบน ต.กะรน
3	กลุ่มน้ำคลองไฟไหม้	16.76	ตอนใต้ ต.ฉลอง, ตอนเหนือ ต.ราไวย์
4	กลุ่มน้ำคลองบ้านหิวด	26.88	ฝั่งตะวันตก ต.ไม้ขาว
5	กลุ่มน้ำคลองกะลา	71.53	ตอนใต้ ต.เทพกระษัตรี, ตอนเหนือ ต.เชิงทะเล, ต.ศรีสุนทร
6	กลุ่มน้ำคลองพม่าลง	16.47	ต.สาธุ
7	กลุ่มน้ำคลองท่ามะพร้าว	32.74	ตอนใต้ ต.ไม้ขาว , ตอนเหนือ ต.เทพกระษัตรี
8	กลุ่มน้ำคลองนาคา	3.98	ตอนใต้ ต.กมลา
9	กลุ่มน้ำป่าตอง	19.02	ต.ป่าตอง
10	กลุ่มน้ำคลองยะใหญ่	5.34	ตอนใต้ ฝั่งตะวันออก ต.ราไวย์
11	กลุ่มน้ำคลองไสยวน	8.24	ตอนใต้ ฝั่งตะวันตก ต.ราไวย์
12	กลุ่มน้ำคลองท่าเรือ	49.23	ฝั่งตะวันออก ต.ศรีสุนทร, ตอนเหนือ ต.เกาะแก้ว
13	กลุ่มน้ำคลองอ่าวกึ่ง	17.91	ตอนเหนือฝั่งตะวันตก ต.ป่าคลอก
14	กลุ่มน้ำคลองป่าคลอก	13.53	ตอนกลาง ต.ป่าคลอก
15	กลุ่มน้ำคลองบางใหญ่	71.58	ต.กะทู้, ตอนกลาง ต. รัชฎา, ต.ตลาดเหนือและต.ตลาดใหญ่
16	กลุ่มน้ำคลองบ้านฉัตรชัย	3.04	ตอนเหนือ ต.ไม้ขาว
17	กลุ่มน้ำคลองบ้านอ่าวตุน	9.73	ฝั่งตะวันออก ต.ไม้ขาว
18	กลุ่มน้ำคลองบางโรง	25.89	ตอนเหนือและตอนกลาง ต.ป่าคลอก
19	กลุ่มน้ำคลองบางทราย	10.11	ตอนใต้ ต.ป่าคลอก
20	กลุ่มน้ำคลองช้าง	17.00	ตอนใต้ ต.เกาะแก้ว, ตอนเหนือ ต.รัชฎา
21	กลุ่มน้ำคลองท่าจีน	20.72	ฝั่งตะวันออก ต.รัชฎา
22	กลุ่มน้ำคลองฉลอง	12.31	เขตติดต่อ ต.ฉลองและต.รัชฎา
23	กลุ่มน้ำคลองกะทะ	14.87	ตอนเหนือ ต.ฉลอง
24	กลุ่มน้ำคลองบ้านคอกช้าง	2.57	ตอนกลาง ต.กะรน
25	กลุ่มน้ำคลองบางลา	3.80	ตอนกลาง ต.กะรน
26	กลุ่มน้ำคลองปากบาง	8.55	ตอนกลาง ต.กมลา
27	กลุ่มน้ำคลองบางเทา	6.47	ตอนใต้ ต.เชิงทะเล
28	กลุ่มน้ำคลองสาธารณะในดี	5.77	ตอนกลาง ต.เชิงทะเล



รูปที่ 4.18 ลุ่มน้ำย่อยและเส้นลำน้ำจังหวัดภูเก็ต

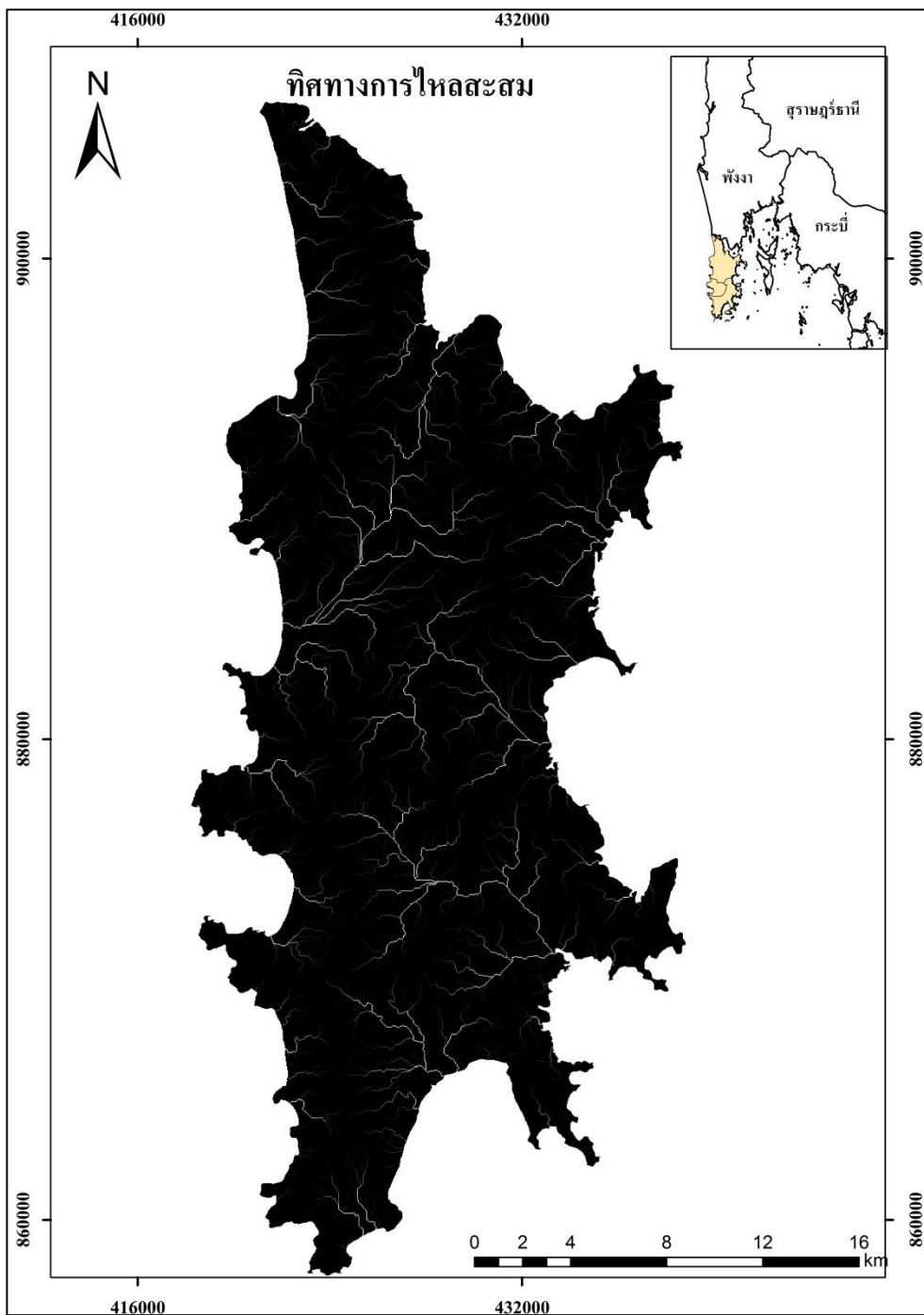
4.8 ทิศทางการไหลและพื้นที่รวมน้ำ

การศึกษานี้ใช้ข้อมูลความสูงเชิงเลข หรือ DEM (Digital Elevation Model) ในการวิเคราะห์ทิศทางการไหลและการไหลสะสมของน้ำ โดยผลจากการวิเคราะห์ทำให้เห็นแนวโน้มของการไหลของน้ำได้ชัดเจนขึ้น เส้นสีข้างแสดงในรูปที่ 4.19 แสดงถึงบริเวณที่มีโอกาสที่น้ำจะไหลมาสะสมได้สูง และทิศทางการไหลในจังหวัดภูเก็ต พบว่า เมื่อน้ำไหลมาสะสมแล้วนั้นหากไม่มีแหล่งกักเก็บน้ำ น้ำมีโอกาสไหลลงสู่ทะเล เนื่องจากสภาพทางภูมิศาสตร์ของจังหวัดภูเก็ต ที่มีลักษณะเป็นเกาะ ทั้งสองฝั่งของจังหวัดติดกับทะเล

จากตารางที่ 4.13 แสดงให้เห็นถึงปริมาณน้ำต้นทุนของแต่ละตำบล ร้อยละของการไหลของน้ำสะสมต่อพื้นที่ และร้อยละของพื้นที่แหล่งน้ำต่อพื้นที่ของแต่ละตำบล บริเวณตำบลป่าคลอกและตำบลป่าตองนั้น ไม่มีพื้นที่แหล่งน้ำอยู่เลย ดังนั้นน้ำที่สามารถไหลมาสะสมได้ประมาณร้อยละ 0.86 และ 0.95 ของพื้นที่จะไหลลงสู่ทะเล น้ำต้นทุนบริเวณตำบลป่าคลอกและป่าตองปริมาณ 77.05 และ 42.94 ล้าน ลบ.ม. ตามลำดับ มีโอกาสไหลลงสู่ทะเลทั้งหมดเนื่องจากไม่มีแหล่งน้ำที่สามารถกักเก็บได้รองรับน้ำ ในขณะที่ตำบลอื่นๆ มีโอกาสได้กักเก็บได้ตามแหล่งน้ำต่างๆ

ตารางที่ 4.13 ปริมาณน้ำต้นทุนและร้อยละของพื้นที่สะสมและแหล่งน้ำ

ตำบล	น้ำต้นทุน ล้าน ลบ.ม/ปี	ร้อยละของพื้นที่ไหลสะสม/พื้นที่	ร้อยละของพื้นที่แหล่งน้ำ/พื้นที่
ไม้ขาว	73.05	1.17	1.29
เทพกระษัตรี	104.80	0.58	0.73
สาธุ	41.26	0.55	0.35
ป่าคลอก	77.05	0.86	-
เชิงทะเล	50.22	0.47	3.46
ศรีสุนทร	81.35	0.48	3.26
เกาะแก้ว	29.83	0.46	1.87
กมลา	38.44	0.39	0.46
กะทู้	56.34	0.63	5.68
รัชฎา	79.99	0.78	2.08
ป่าตอง	42.94	0.95	-
ตลาดใหญ่	13.22	0.42	0.51
ตลาดเหนือ	10.93	0.65	2.77
กะรน	41.91	0.83	0.05
ฉลอง	45.59	0.59	2.16
ราไวย์	35.00	0.68	0.05



รูปที่ 4.19 ทิวทางการไหลสะสมของน้ำ

บทที่ 5

บทสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การประเมินปริมาณน้ำต้นทุนจังหวัดภูเก็ตในการศึกษาคั้งนี้ เริ่มจากการรวบรวมข้อมูลสถานการณ์น้ำของจังหวัดภูเก็ต และการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำต้นทุน จากการศึกษาพบปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณการระเหย ปริมาณน้ำท่า อัตราการซึม น้ำของดิน และปริมาณน้ำในดิน การคำนวณปริมาณน้ำต้นทุนของการศึกษาคั้งนี้มีหลักการคือ

$$\text{ปริมาณน้ำต้นทุน} = \text{น้ำท่า} + \text{น้ำในดิน}$$

ในการประเมินปริมาณน้ำต้นทุนจึงจำเป็นต้องมีการคำนวณปริมาณน้ำต่างๆ ที่เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดหาปริมาณน้ำต้นทุนที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่ จากนั้นจึงวิเคราะห์ทิศทางของน้ำท่าผิวดินที่เกิดขึ้นเพื่อประเมินพื้นที่รวมน้ำต่อไป ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1 สถานการณ์น้ำ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนในช่วงระยะเวลา 40 ปีและ 10 ปี ปริมาณน้ำฝนในช่วงระยะเวลา 40 ปี (พ.ศ. 2515-2554) มีข้อมูลสถานีตรวจวัดสภาพอากาศจำนวน 2 สถานี ได้แก่ สถานีสนามบินภูเก็ตและสถานีภูเก็ต โดยสถานีสนามบินภูเก็ตมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 203.09 มม./ปี และสถานีภูเก็ตมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 179.42 มม./ปี

ในช่วง 40 ปี ปริมาณน้ำฝนอยู่ในช่วงระหว่าง 150-250 มม. เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงในรอบปีพบว่า ปริมาณน้ำฝนในช่วงระยะเวลา 40 ปี ในช่วงเดือนธันวาคม-กุมภาพันธ์ สถานีสนามบินภูเก็ตและสถานีภูเก็ต เป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนต่ำสุดในรอบปี ปริมาณน้ำฝนเริ่มสูงขึ้นในเดือนมีนาคม และมีปริมาณน้ำฝนสูงสุดในเดือนกันยายน ปริมาณน้ำฝนในช่วงระยะเวลา 10 ปี (พ.ศ. 2554 - 2555) มีข้อมูล 5 สถานี ได้แก่ สถานี อ. เมือง สถานี อ.กะทู้ สถานี อ.ถลาง สถานี สนามบินภูเก็ต และสถานีภูเก็ต ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 10 ปี รายปี ของสถานี อ.เมือง อ.กะทู้ อ.ถลาง สถานี สนามบินภูเก็ตและภูเก็ต เท่ากับ 176.72, 205.73, 197.86, 207.31 และ 179.35 มม./ปี ตามลำดับ เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงในรอบปีของปริมาณน้ำฝนในช่วงระยะเวลา 10 ปี พบว่าเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนสูงสุด คือ เดือนกันยายน และเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนต่ำสุด คือ เดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งการ

เปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนในช่วง 40 และ 10 ปี นั้นไม่แตกต่างกันมากนัก และการเปลี่ยนแปลงในรอบปีของทั้งสองช่วงเวลา มีความสอดคล้องกัน แสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำฝนที่เกิดขึ้นในจังหวัดภูเก็ต เฉลี่ยแล้วมีปริมาณน้ำฝนใกล้เคียงกันจากอดีตถึงปัจจุบัน ไม่ได้เกิดปริมาณฝนน้อยลงหรือสูงไปกว่าในอดีตที่ผ่านมา

ปริมาณน้ำท่าจากข้อมูลปี 2553 พบว่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีในจังหวัดภูเก็ตมีปริมาณ 449.7 ล้าน ลบ.ม. อ.ถลาง อ.เมือง และอ.กะทู้ มีปริมาณน้ำท่า 246.22, 118.4, และ 85 ล้าน ลบ.ม. ตามลำดับ ส่วนของอ่างเก็บน้ำ 3 แห่ง (อ่างเก็บน้ำบางวาด อ่างเก็บน้ำบางเหนียวดำ อ่างเก็บน้ำคลองกะทะ (กำลังก่อสร้าง)) มีความจุรวมทั้งหมดประมาณ 20.2 ล้าน ลบ.ม. มีขุมเหมือง 91 แห่ง ปริมาตรรวมทั้งหมดมีประมาณ 36.54 ล้าน ลบ.ม. มีพื้นที่รวมประมาณ 5.04 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.93 ของพื้นที่จังหวัดภูเก็ต (สุชัยลาภ์ สมาเอ, 2555)

5.1.2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำต้นทุน

ปริมาณน้ำฝน ผลจากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ในช่วงระยะเวลา 10 ปี (พ.ศ. 2545-2554) พบว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ในพื้นที่ศึกษาเท่ากับ 2,395 มม. หรือ 239.56 ลบ.ม./100 ตร.ม./ปี มีปริมาณน้ำฝนรวมจากการประมาณค่าทั้งพื้นที่จังหวัดภูเก็ตที่เท่ากับ 1,305.69 ล้าน ลบ.ม./ปี เดือนกุมภาพันธ์เป็นช่วงที่ปริมาณน้ำฝนต่ำสุด และเดือนกันยายนเป็นเดือนที่ปริมาณน้ำฝนสูงสุด

ปริมาณการระเหย ผลการประมาณค่าการระเหยเฉลี่ย 10 ปี (พ.ศ. 2545-2554) พบว่าพื้นที่จังหวัดภูเก็ตมีปริมาณการระเหยเฉลี่ย 1,393.28 มม. หรือ 139.33 ลบ.ม./100 ตร.ม./ปี คิดรวมทั้งพื้นที่จังหวัดภูเก็ตมีปริมาณน้ำการระเหยเท่ากับ 718.78 ล้าน ลบ.ม./ปี เดือนมิถุนายนเป็นเดือนที่มีปริมาณการระเหยต่ำที่สุดและเดือนที่มีการระเหยสูงสุด คือ เดือนกุมภาพันธ์

การประเมินปริมาณน้ำท่าด้วยหลักการของ SCS runoff curve number (Soil Conservation Service, 1986) พบว่าจังหวัดภูเก็ตมีปริมาณน้ำท่ารวมทั้งพื้นที่มีค่าประมาณ 651.02 ล้าน ลบ.ม./ปี เดือนที่มีปริมาณน้ำท่าสูงสุด คือ เดือนกันยายน มีปริมาณน้ำท่า 140.31 ล้าน ลบ.ม./ปี เดือนที่มีปริมาณน้ำท่าต่ำสุด คือ เดือนกุมภาพันธ์ มีปริมาณน้ำท่า 1.82 ล้าน ลบ.ม./ปี

จากการรวบรวมข้อมูลชนิดดินของจังหวัดภูเก็ต พบว่าลักษณะการซึมผ่านของน้ำของชุดดินในจังหวัดภูเก็ต อยู่ในระดับปานกลาง – ช้า จากการศึกษาอัตราการซึมน้ำของดินนั้น คำนวณจาก 6 สมการ (สมการที่ 3.2-3.4) ผลจากการคำนวณอัตราการซึมน้ำของดินมีดังต่อไปนี้ สมการ $D_{(A)}$, $D_{(B)}$, $D_{(C)}$, $D_{(D)}$, $D_{(E)}$, $D_{(F)}$ จากสมการการคำนวณอัตราการซึมน้ำของดินทั้งหมดพบว่า สมการที่เหมาะสมในการนำไปคำนวณน้ำต้นทุนต่อไป คือ สมการ $D_{(E)}$ เนื่องจากอัตราการซึมน้ำของดินจากสมการนี้ ใช้ปัจจัยร่วมในการคำนวณ คือ น้ำฝน การระเหย น้ำท่า ในขณะที่สมการอื่นๆ

ใช้ปัจจัยร่วมที่แตกต่างออกไป อัตราการซึมน้ำของดินจากสมการ $D_{(E)}$ มีหลักการ คือ ดินระดับความลึก 50 ซม. สามารถสะสมน้ำได้สูงสุด 100 มม. และใช้ปัจจัยในการคำนวณ คือ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า และปริมาณการระเหย มาร่วมในการคำนวณอัตราการซึมน้ำของดิน ในการคำนวณอัตราการซึมน้ำของดิน ผลที่ได้พบว่า สมการ $D_{(E)}$ มีอัตราการซึมน้ำของดินทั้งหมด 7.10 ล้าน ลบ.ม./ปี (เฉลี่ย 0.18 ล้าน ลบ.ม./ตร.กม./ปี) เดือนที่มีอัตราการซึมน้ำของดินสูงสุด คือ เดือนกันยายน มีอัตราการซึมน้ำของดิน 2.37 ล้าน ลบ.ม./เดือน (เฉลี่ย 0.06 ล้าน ลบ.ม./ตร.กม./เดือน) อัตราการซึมน้ำของดินต่ำสุด เท่ากับ 0 ลบ.ม./เดือน ระหว่างเดือนพฤศจิกายน – เมษายน

ปริมาณน้ำในดินนั้น ปัจจัยที่ใช้ในการคำนวณ คือ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณการระเหย ปริมาณน้ำท่า เป็นการคำนวณที่ต่อเนื่องจากการคำนวณอัตราการซึมน้ำของดิน ได้สมการคำนวณปริมาณน้ำในดิน คือ สมการ $SW_{(E)}$ ปริมาณน้ำในดินจากสมการ $SW_{(E)}$ ทั้งพื้นที่เท่ากับ 91.45 ล้าน ลบ.ม./ปี (เฉลี่ย 2.87 ล้าน ลบ.ม./ตร.กม./ปี) เดือนที่มีปริมาณน้ำในดินสูงสุด คือ เดือนกันยายน มีปริมาณน้ำในดินเท่ากับ 6.86 ล้าน ลบ.ม./เดือน (เฉลี่ย 0.20 ล้าน ลบ.ม./ตร.กม./เดือน) ปริมาณต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 0 ลบ.ม./ตร.กม./เดือน

ปริมาณน้ำต้นทุนในจังหวัดภูเก็ตทั้งหมด มีปริมาณน้ำต้นทุนรวม 821.92 ล้าน ลบ.ม./ปี (เฉลี่ย 1.84 ล้าน ลบ.ม./ตร.กม.) ตำบลเทพกระษัตรี ในเดือนกรกฎาคม มีปริมาณน้ำต้นทุนรวมทั้งพื้นที่สูงสุด 17.60 ล้าน ลบ.ม./เดือน และบริเวณที่มีปริมาณน้ำต้นทุนต่ำสุด คือ บริเวณตำบลตลาดเหนือและตลาดใหญ่ ในเดือนกุมภาพันธ์มีปริมาณน้ำต้นทุนรวม 0.02 ล้าน ลบ.ม. และเมื่อคำนวณปริมาณน้ำต้นทุนเป็นรายปีพบว่า ตำบลเทพกระษัตรีมีปริมาณน้ำต้นทุนสูงสุดเท่ากับ 104.80 ล้าน ลบ.ม./ปี ตำบลที่มีปริมาณน้ำต้นทุนต่ำสุด คือ ตำบลตลาดเหนือ มีปริมาณน้ำต้นทุน 10.93 ล้าน ลบ.ม./ปี

5.1.3 สรุปปริมาณน้ำ

น้ำที่เข้าสู่พื้นที่ คือ ปริมาณน้ำฝน จากการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำฝนรวมทั้งพื้นที่เฉลี่ย 1,305.69 ล้าน ลบ.ม./ปี เมื่อเกิดน้ำฝนขึ้น ส่งผลให้เกิดเป็นน้ำท่า น้ำระเหย อัตราการซึมน้ำของดิน และน้ำในดิน น้ำที่ออกจากพื้นที่ คือ น้ำระเหย อัตราการซึมน้ำของดิน จากการศึกษาพบว่าปริมาณเฉลี่ยรวม 718.78 ล้าน ลบ.ม./ปี และ 7.10 ล้าน ลบ.ม./ปี ตามลำดับ และน้ำที่เหลือเป็นน้ำต้นทุน คือ น้ำท่าและน้ำในดิน จากการศึกษาพบว่าปริมาณเฉลี่ยรวม 651.02 ล้าน ลบ.ม./ปี และ 91.45 ล้าน ลบ.ม./ปี ตามลำดับ

5.1.4 ทิศทางการไหลของน้ำและพื้นที่รวมน้ำ

ในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับลุ่มน้ำในจังหวัดภูเก็ต ซึ่งสามารถใช้อธิบายทิศทางการไหลของน้ำและพื้นที่รวมน้ำ จากการรวมข้อมูลพบว่าจังหวัดภูเก็ตมีลุ่มน้ำย่อย 28 ลุ่มน้ำย่อย ลุ่มน้ำย่อยที่มีขนาดใหญ่ที่สุด คือ ลุ่มน้ำย่อยบางใหญ่มีพื้นที่ 71.58 ตร.กม. มีลำคลองสายหลัก คือ คลองบางใหญ่ เกิดจากคลองบางทองและคลองเก็ตโฮ่ไหลมาบรรจบกัน มีต้นกำเนิดจากเขาเหนียวดำ และเขาจะตรา น้ำจากคลองบางใหญ่ไหลออกสู่ทะเลฝั่งตะวันออก และลุ่มน้ำอื่นมีต้นกำเนิดจากเทือกเขาที่ต่างกันออกไป แต่การทิศทางการไหลทั้งหมด ไปลงสู่ทะเลเนื่องจาก สภาพของจังหวัดภูเก็ตมีลักษณะเป็นเกาะ ผลการศึกษาบริเวณตำบลป่าคลอกและป่าตองพบว่า เป็นพื้นที่ที่ไม่มีแหล่งกักเก็บน้ำรองรับน้ำต้นทุนที่เกิดขึ้น ปริมาณน้ำท่าส่วนใหญ่จึงไหลลงสู่ทะเล เช่นเดียวกับในหลายๆ พื้นที่ของจังหวัดภูเก็ตที่มีโอกาสที่น้ำท่าที่เกิดจะไหลลงสู่ทะเล เนื่องจากไม่มีหรือมีแหล่งกักเก็บน้ำรองรับไม่เพียงพอต่อปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้น จากการศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงปริมาณน้ำต้นทุนในบริเวณต่างๆ และทิศทางการไหลของน้ำท่าและการไหลสะสมของน้ำท่า ผลการศึกษาสามารถใช้เป็นแนวทางให้หน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำของจังหวัดภูเก็ต ใช้สำหรับวางแผน แก้ไขปัญหาทรัพยากรน้ำ รวมไปถึงการบริหารจัดการน้ำให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น เพื่อแก้ปัญหาความต้องการน้ำที่เพิ่มขึ้นในอนาคต

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) เนื่องจากมีข้อจำกัดทางด้านข้อมูลทุติยภูมิ ที่ได้จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมอุตุนิยมวิทยาและกรมชลประทานค่อนข้างน้อยและไม่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาเท่าที่ควร ทำให้ผลการประมาณค่าเชิงพื้นที่เพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนและปริมาณการระเหยของทั้งพื้นที่ศึกษาอาจมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นหากต้องการความถูกต้องมากขึ้น จึงควรมีการติดตั้งสถานีวัดน้ำฝนเพิ่มเติม ซึ่งจะส่งผลให้ผลการศึกษาที่มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

2) วิธีการ Thiessen polygon เป็นอีกวิธีการที่อาจจะนำมาใช้สำหรับการประมาณค่าเชิงพื้นที่ของข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาในการศึกษาครั้งต่อไป โดยวิธีการนี้อาจจะสามารถลดปัญหาที่เกิดจากการกระจายของสถานีวัดน้ำฝนแบบไม่สม่ำเสมอได้

3) การคำนวณปริมาณน้ำท่าด้วยหลักการของ SCS runoff curve number ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินควรเป็นแผนที่ในช่วงปี ที่ใกล้กับปีการศึกษาให้มากที่สุด และควรมีการศึกษาเพิ่มเติมสำหรับการคำนวณปริมาณน้ำท่า ในพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างรวดเร็ว อย่างเช่น จังหวัดภูเก็ต เพื่อให้เกิดความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

4) สำหรับการศึกษ้อัตราการซึมผ่านของดินและปริมาณน้ำในดิน ด้วยสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้น ยังมีการศึกษาวิจัยไม่มากนัก ซึ่งทำให้ผู้ศึกษารวบรวมเอกสารหรือข้อมูลที่มาอ้างอิงได้ไม่ครบถ้วน ดังนั้นควรศึกษ้อัตราการซึมผ่านของดินและปริมาณน้ำในดินในเชิงลึก อาจเป็นอีกหนึ่งหัวข้อวิจัยที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการคำนวณอัตราการซึมผ่านของดินและปริมาณน้ำในดินของแต่ละพื้นที่ได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น

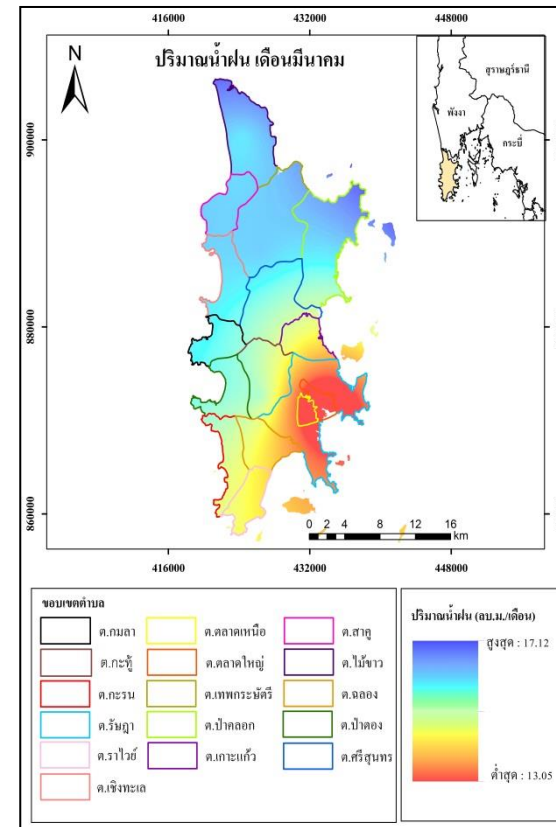
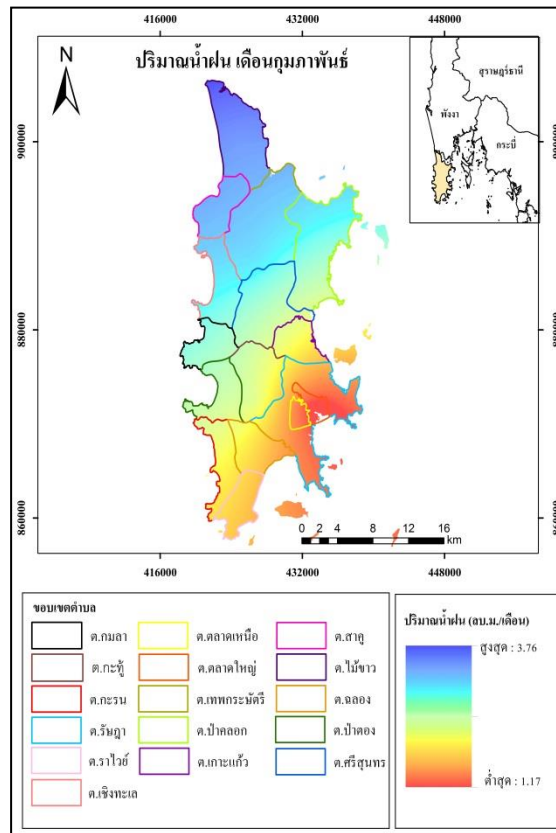
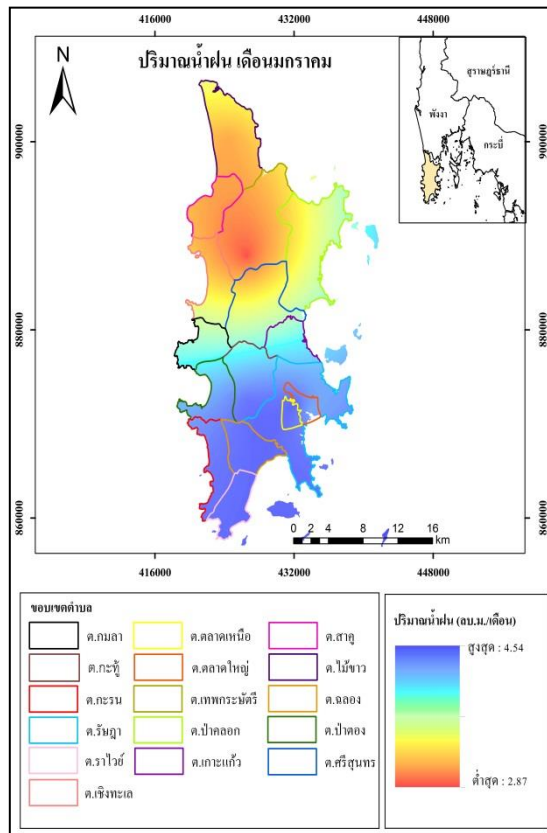
เอกสารอ้างอิง

- การประปาส่วนภูมิภาค. (2554). “การประปาส่วนภูมิภาคสาขาภูเก็ต.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ <http://www.pwa.co.th/province/cgi-bin/index.php?Province=83&pwa=5550223> (วันที่ 16 ธันวาคม 2554).
- กรมชลประทาน. (2554). “ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคใต้.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ <http://hydro-8.com/index.htm> (วันที่ 14 พฤศจิกายน 2554).
- กรมพัฒนาที่ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2556). “สำนักสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ http://oss101.ldd.go.th/web_thaisoils/62_soilgroup/main_62_soilgroup.htm (วันที่ 13 มิถุนายน 2556).
- เชษฐา ดิษยมาลัย. (2538). “การประยุกต์หลักของ SCS เพื่อประมาณน้ำท่ารายเดือนสำหรับลุ่มน้ำในประเทศไทย.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมทรัพยากรแหล่งน้ำ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ณัฐ เทภาสิต. (2542). “การวิเคราะห์หมายเลขโค้งน้ำท่า SCS ของอำเภอในประเทศไทย.” วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมแหล่งน้ำ, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธีรศักดิ์ กิตติศิริวัฒนกุล. (2545). “การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับแบบจำลอง SCS RUNOFF CURVE NUMBER เพื่อพยากรณ์ปริมาณน้ำท่า.” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหิดล.
- บริษัท สเปน คอนซัลแตนท์ จำกัด. (2555). *โครงการศึกษาและการจัดทำแผนแม่บทการแก้ไขปัญหาหน้าภูเกิด, ภูเก็ต.*
- นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์. (2551). *อุทกวิทยา, สำนักพิมพ์ด้านสุทธา, กรุงเทพฯ.*
- ปรีयर สาธารมณ. (2550). “บัญชีและสมมูลน้ำในลุ่มน้ำโขง (ตะวันออกเฉียงเหนือ).” วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมแหล่งน้ำ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิมล จารุงศ์โสภณ. (2533). “ศักยภาพของทรัพยากรน้ำในจังหวัดภูเก็ต.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาภูมิศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- รมณีย์ ทองดารา. (2540). “การประยุกต์ใช้ระบบภูมิศาสตร์และข้อมูลสำรวจระยะไกลในการจัดทำแผนที่ความชื้นของดิน กรณีศึกษา : ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจาก

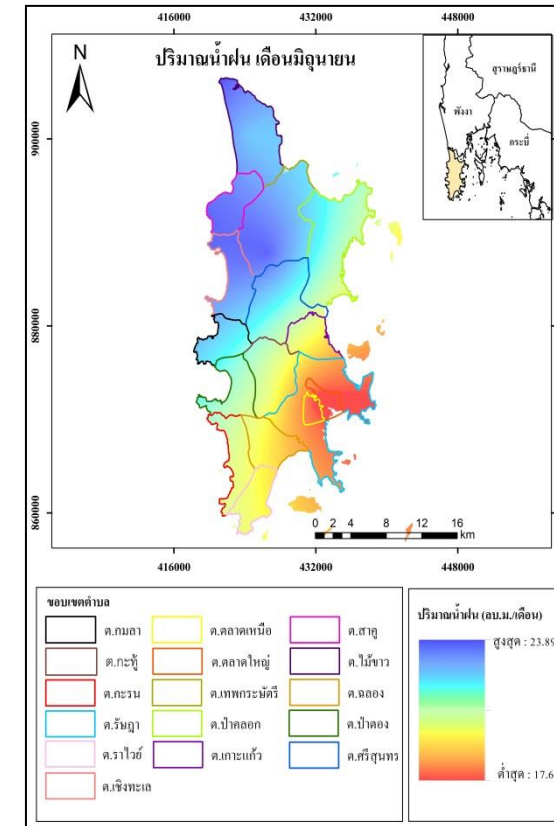
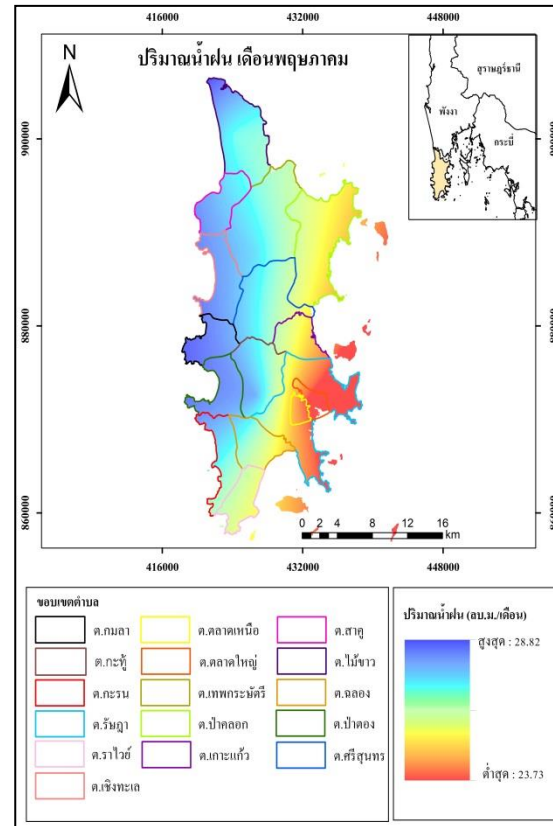
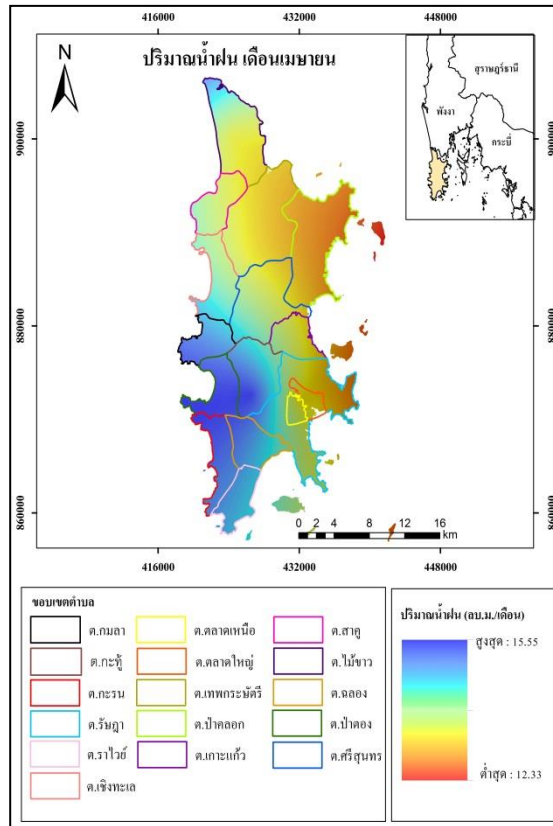
- พระราชดำริ.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร, คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ศักดิ์ดา หอมหวล. (2547). “การสร้างแบบจำลองน้ำในดินเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจด้านการปลูกพืชโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.”, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สำนักงานจังหวัดภูเก็ต. (2553). “บรรยายสรุปจังหวัดภูเก็ต” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ <http://123.242.171.10/dscr/introduce/dataPK53/water.php> (วันที่ 16 ธันวาคม 2554).
- สุกัญญา วงศ์ธนะบุรณ์, กนกพร บุษานบุญ, รัชนิวรรธน์ หมั่นพันธ์, และชุตินา ศรียาภรณ์. (2553). “การศึกษาปริมาณน้ำจังหวัดภูเก็ต.”, มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต.
- สุชัยลาร์ สมาเอ. (2555). “การวิเคราะห์ปริมาณทรัพยากรน้ำผิวดินสำหรับการบริหารจัดการน้ำ.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม, คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สายสุนีย์ พุทธาคุณเจริญ. (2551). *วิศวกรรมอุทกวิทยา*, พิมพ์ครั้งที่ 3., มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหา นคร, กรุงเทพฯ.
- ขงยุทธ โอสถสภาก. (2541). *ปฏิวัติวิทยาเบื้องต้น*, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อิสเรศ กะการดี และ เอกสิทธิ์ โนมิตตสกุลชัย. “การหาทิศทางกรไหลและขอบเขตลุ่มน้ำในพื้นที่ราบลุ่มด้วยข้อมูล DEM.”, *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 17 ประจำปี 2555*, โรงแรม เซ็นทารา แอนคอนเวนชันเซ็นเตอร์ อุดรธานี: 9-11 พฤษภาคม 2555.
- Bargaouia, Z., and Chebbib, A. (2008). “Comparison of two kriging interpolation methods applied to spatiotemporal rainfall.” *Journal of Hydrology*. 363(1-2), 56-73.
- Elkiran, G., and Ergil, M. (2006). “The assessment of a water budget of North Cyprus.” *Building and Environmental.*, 41,1671-1677.
- Gan, W., Chen, X., Cai, X., Zhang, J., Feng, L., Xie, X. (2010). “Spatial interpolation of precipitation considering geographic and topographic influences - A case study in the Poyang Lake Watershed, china.” *Geoscience and Remote Sensing Symposium.*, 3972 – 3975.
- Integrated Watershed Management. (2009). “A Water Budget Overview for Ontario.” (Online) Available on http://www.conservationontario.on.ca/watershed_management/reports/IWM_WaterBudgetOverview_Final_Jun2.pdf (25 June 2011).

- Kosugi, Y., and Katsuyama, M. (2006). "Evapotranspiration over a Japanese cypress forest. II. Comparison of the eddy covariance and water budget methods." *Journal of Hydrology*, 334, 305-311.
- Land and Water Management Division. (2010). "General Guidelines for Calculating a Water Budget." (Online) Available on http://www.michigan.gov/documents/deq/lwm-waterbudget_202791_7.pdf (25 June 2011).
- Li, J., and Heaps, D. A. (2010). "A review of comparative studies of spatial interpolation methods in environmental sciences: Performance and impact factors." *Ecological Informatics*, 6(3-4), 228-241.
- Narasimhan, T. (2008). "A note on India's water budget and evapotranspiration." *J. Earth Syst. Sci.*, 117(3), 237-240.
- Said, A., Stevens, K. D., Sehlke, G. (2005). "Estimating water budget in a regional aquifer using HSPF-MODFLOW integrated model." *Journal Of The American Water Resources Association*, 41(1), 55-66
- Soil Conservation Service. (1986). "Urban Hydrology for Small Watershed." U.S. Department of Agriculture, Washington D.C.
- Suwanwerakamtorn, R. (2000). "Comparison of Interpolation Methods for Spatial Rainfall Pattern using GIS: A case study of Nam Choen Watershed." *Journal of Remote Sensing and GIS Association of Thailand*, 1(3).

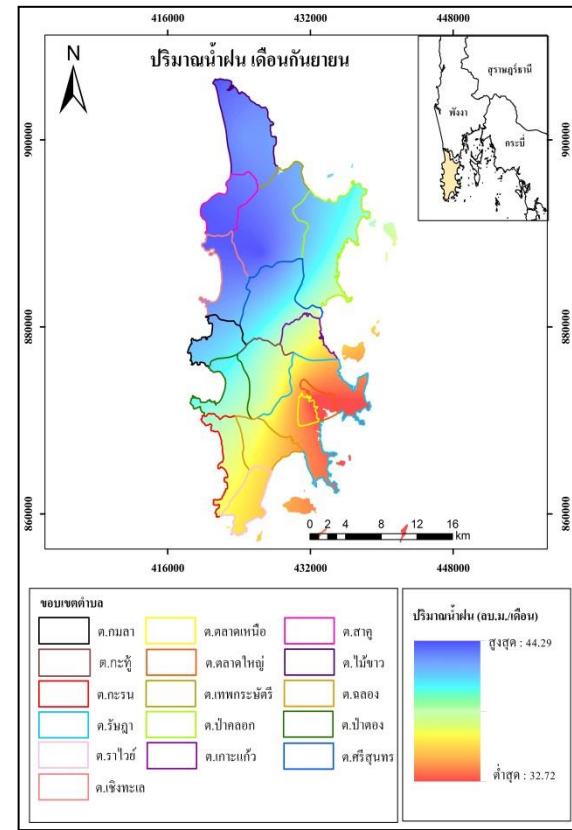
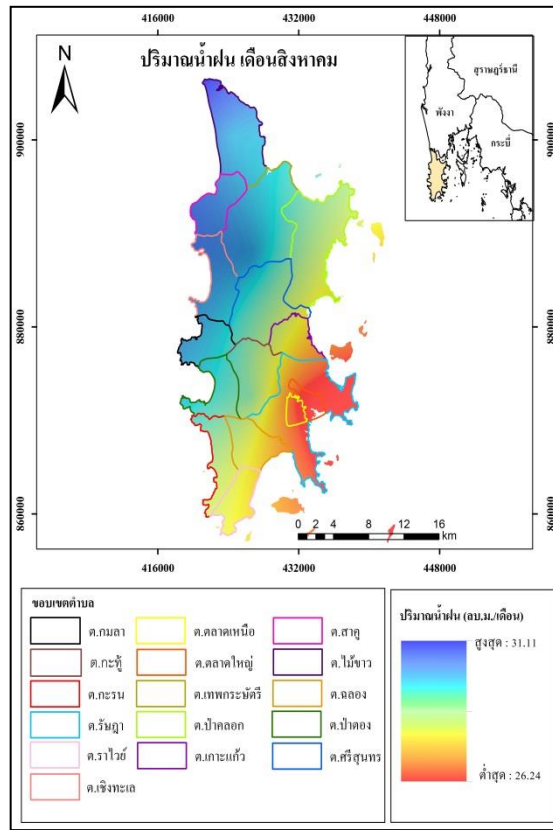
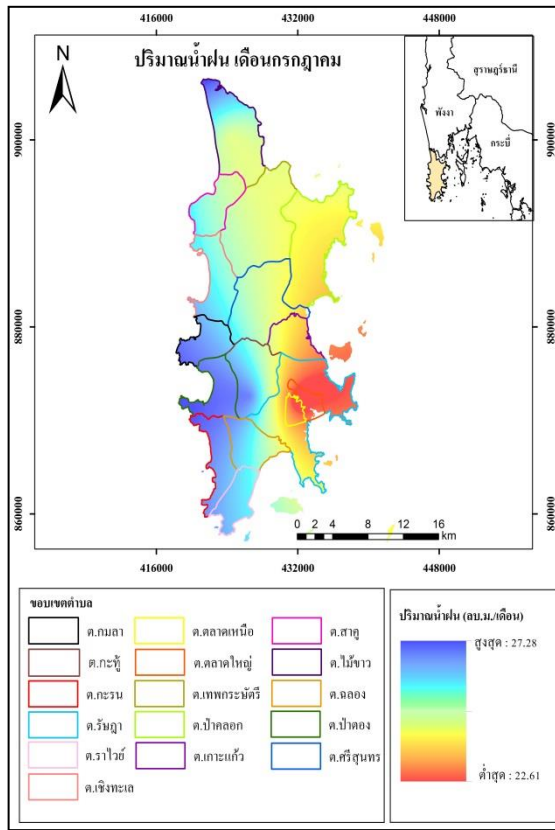
ภาคผนวก



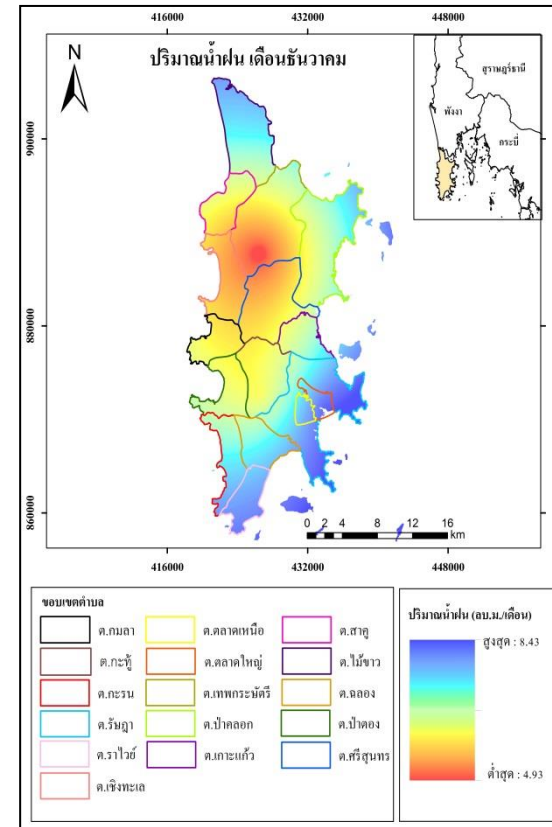
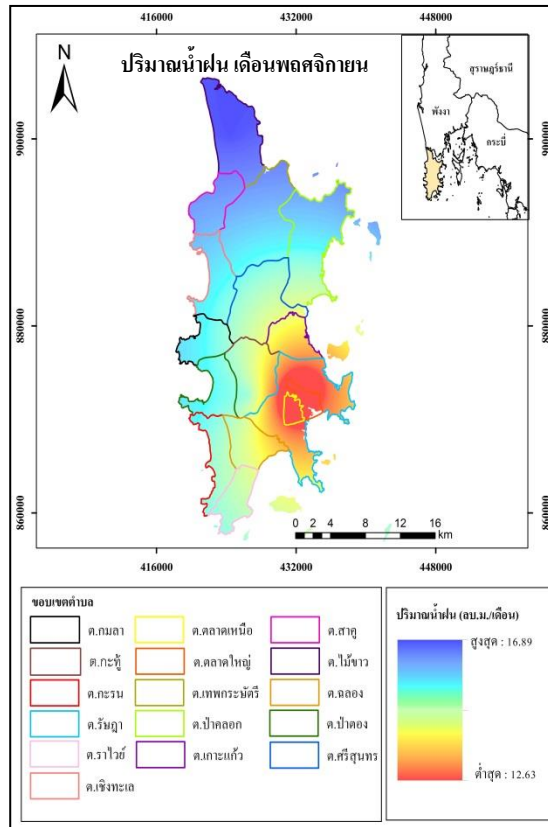
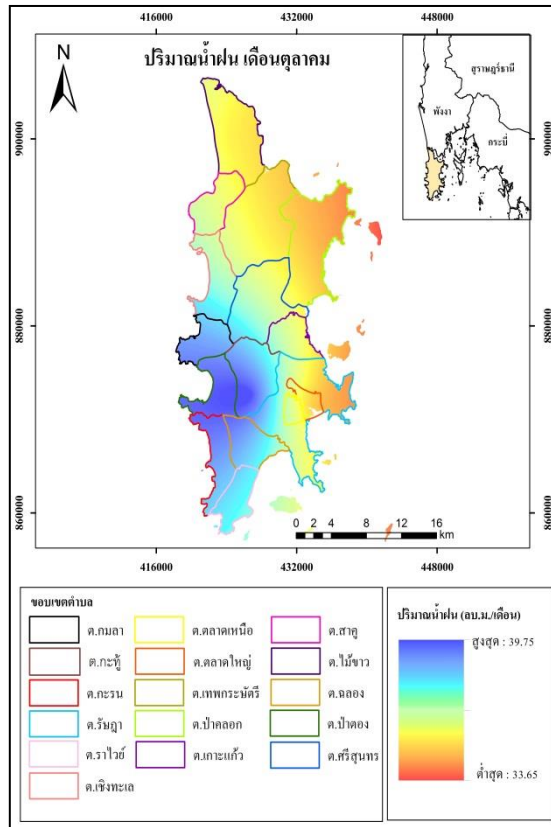
รูปที่ 1 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเดือน มกราคม กุมภาพันธ์ และ มีนาคม



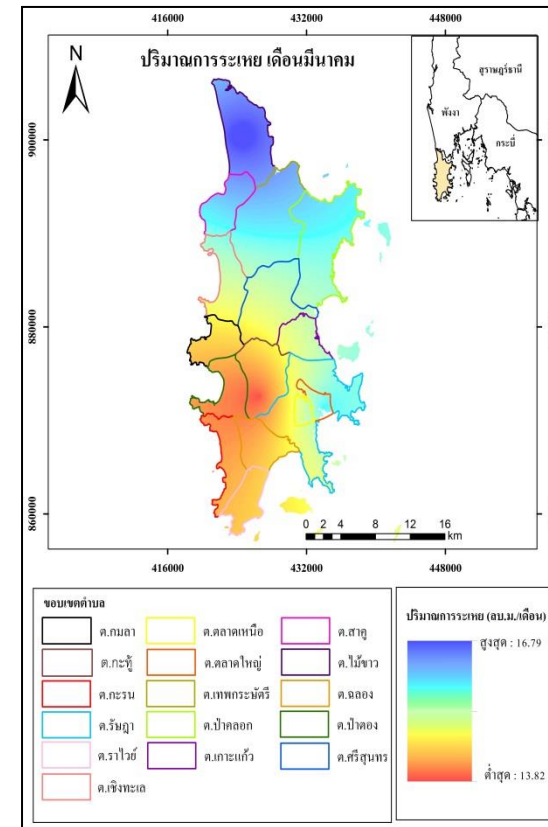
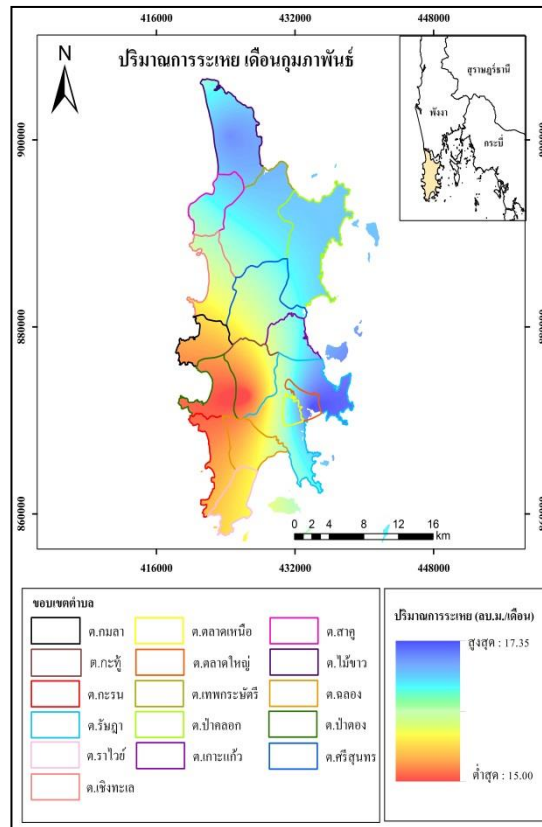
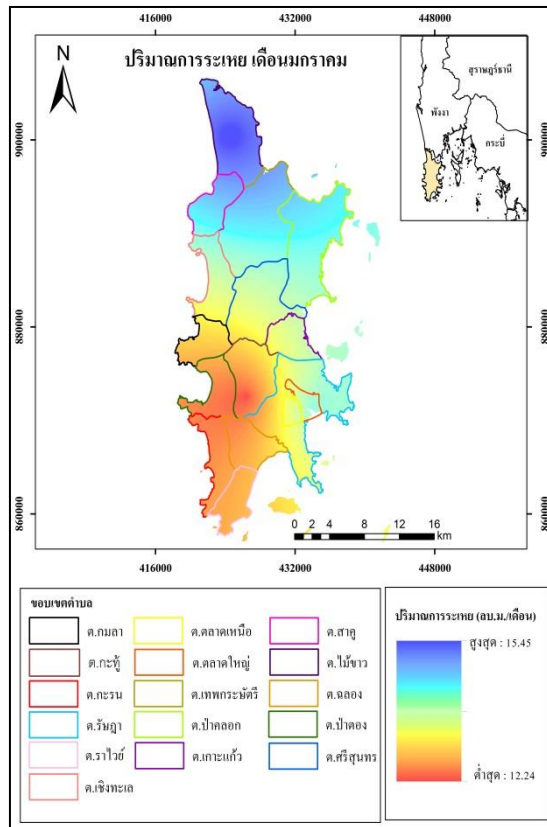
รูปที่ 2 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเดือน เมษายน พฤษภาคม และมิถุนายน



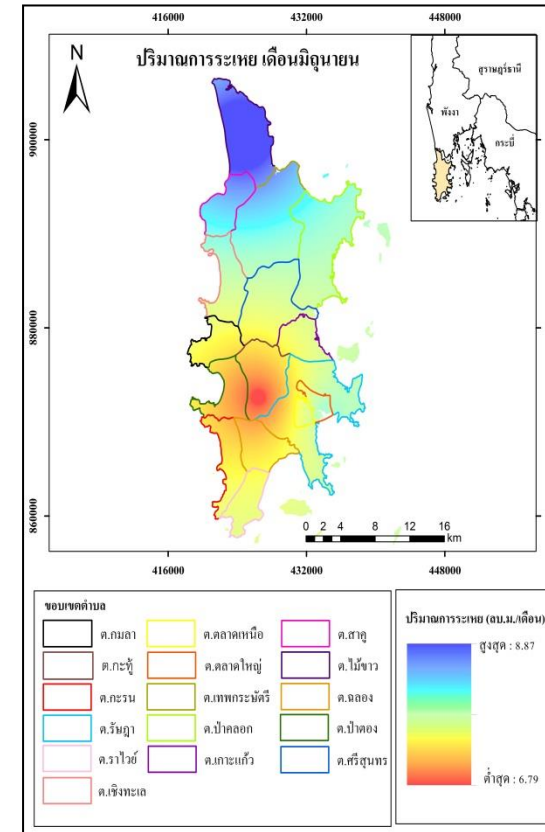
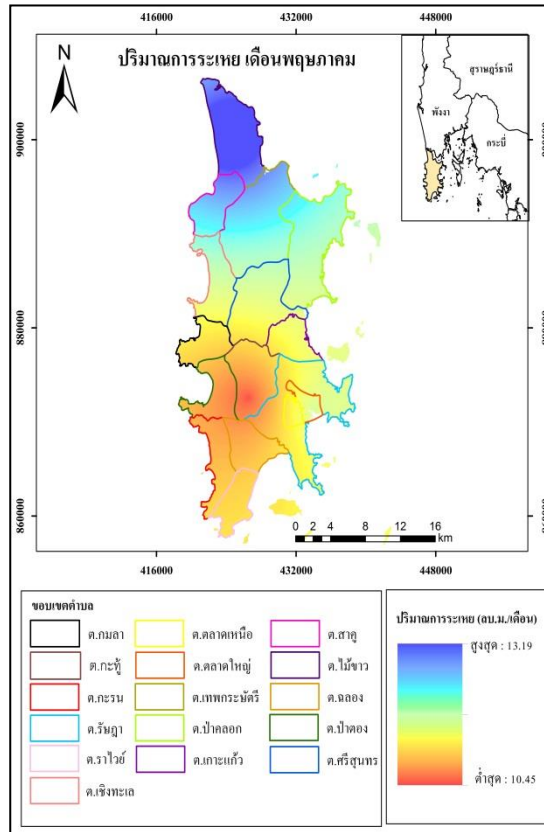
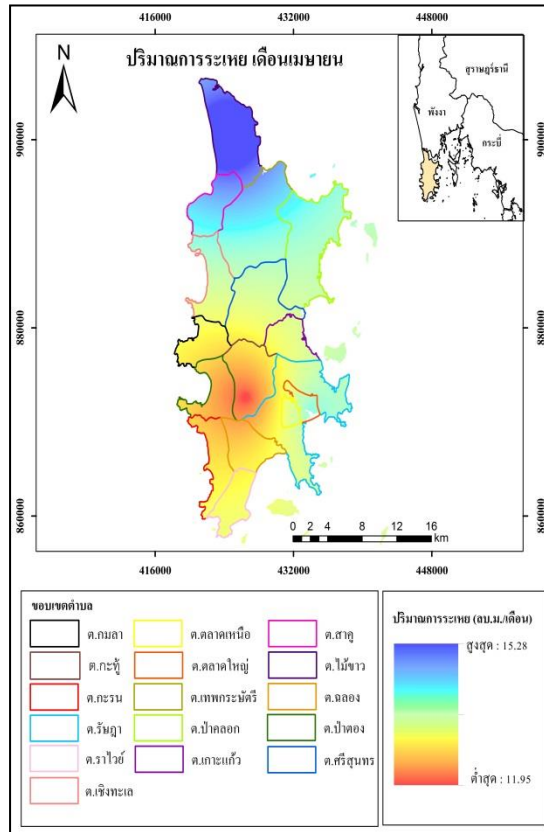
รูปที่ 3 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเดือน กรกฎาคม สิงหาคม และกันยายน



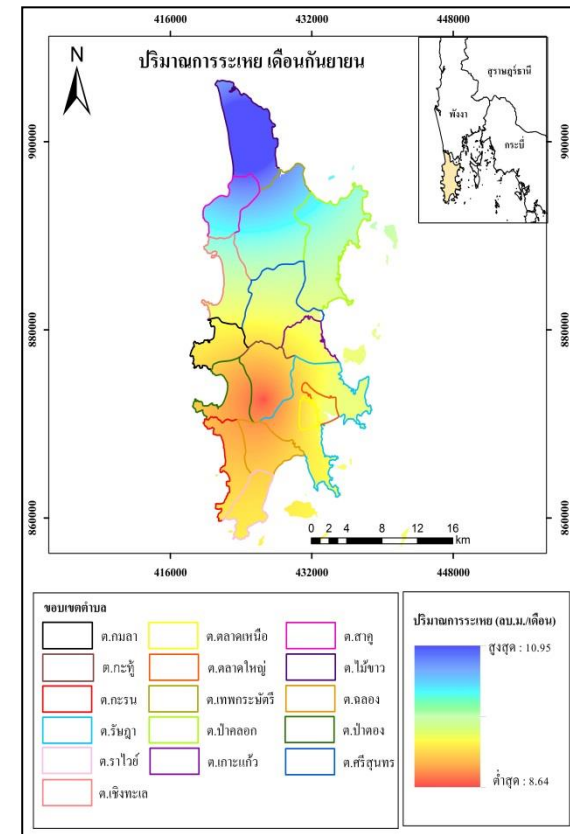
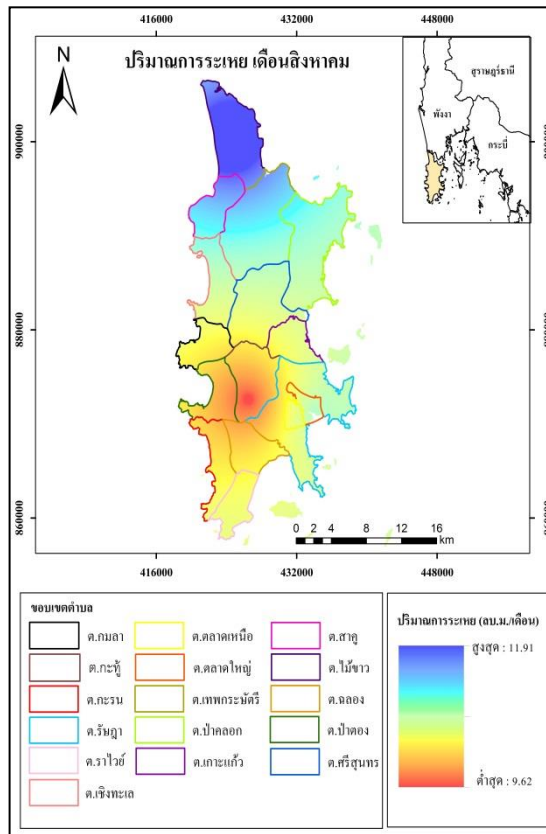
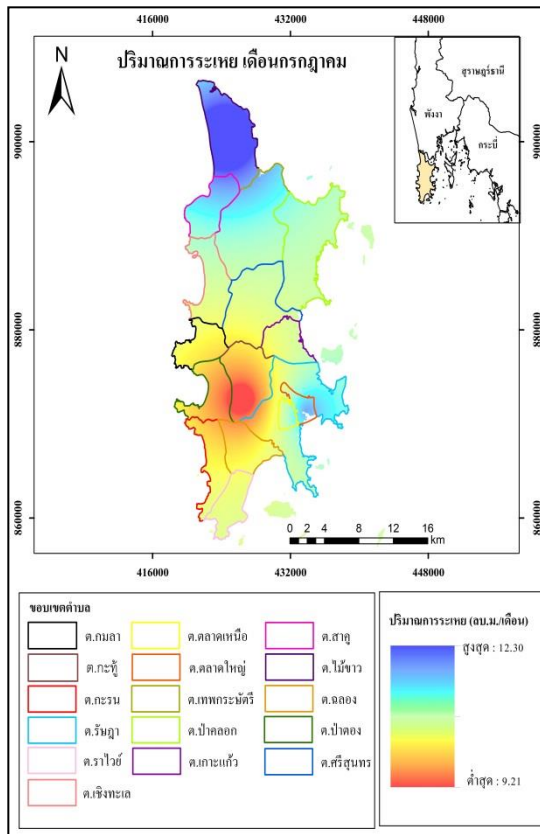
รูปที่ 4 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเดือน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม



รูปที่ 5 ปริมาณการระเหยเฉลี่ยเดือน มกราคม กุมภาพันธ์ และ มีนาคม

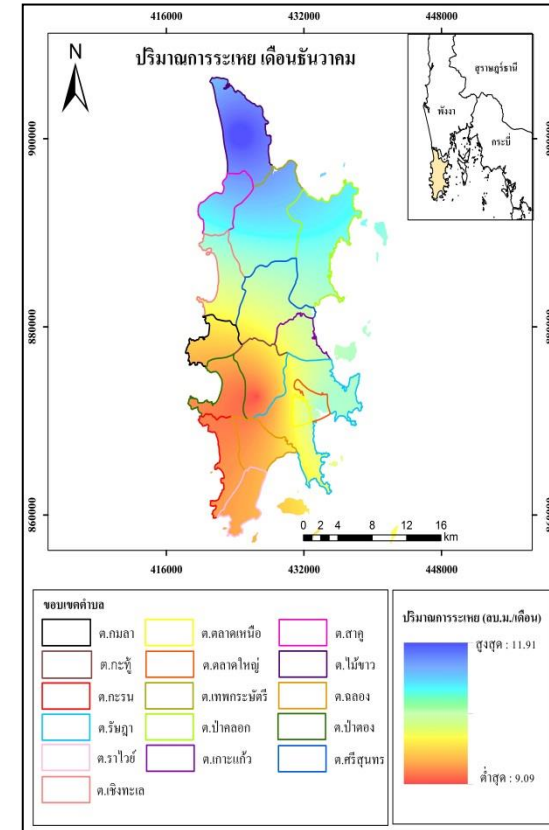
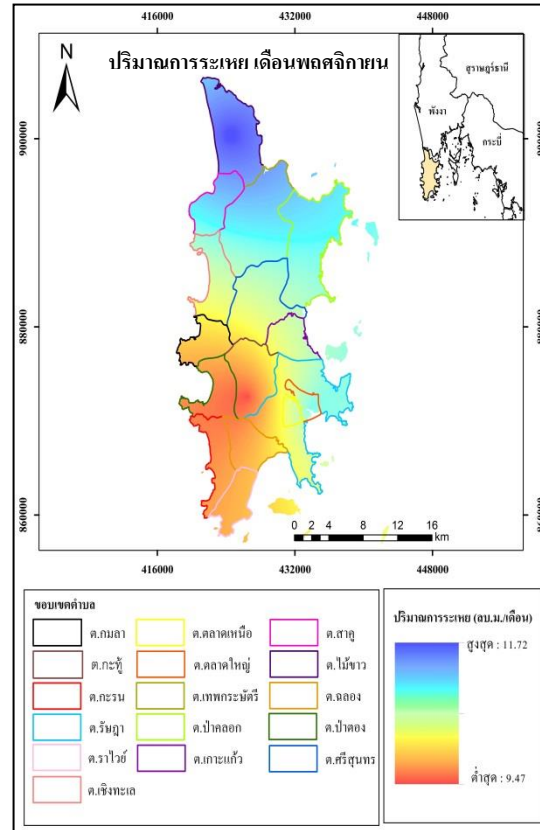
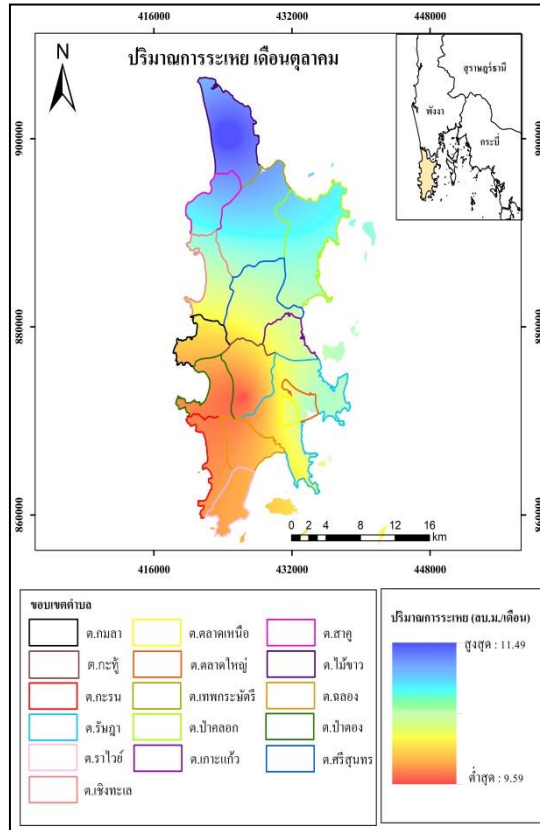


รูปที่ 6 ปริมาณการระเหยเฉลี่ยเดือน เมษายน พฤษภาคมและมิถุนายน

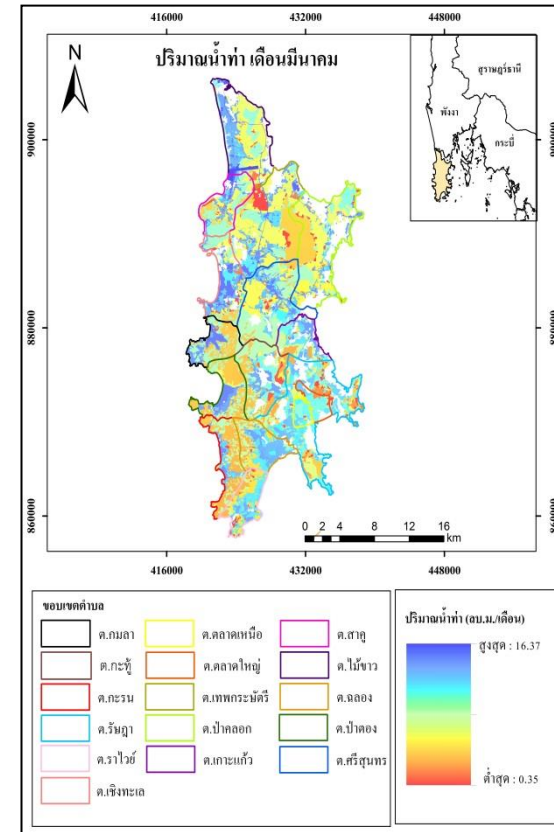
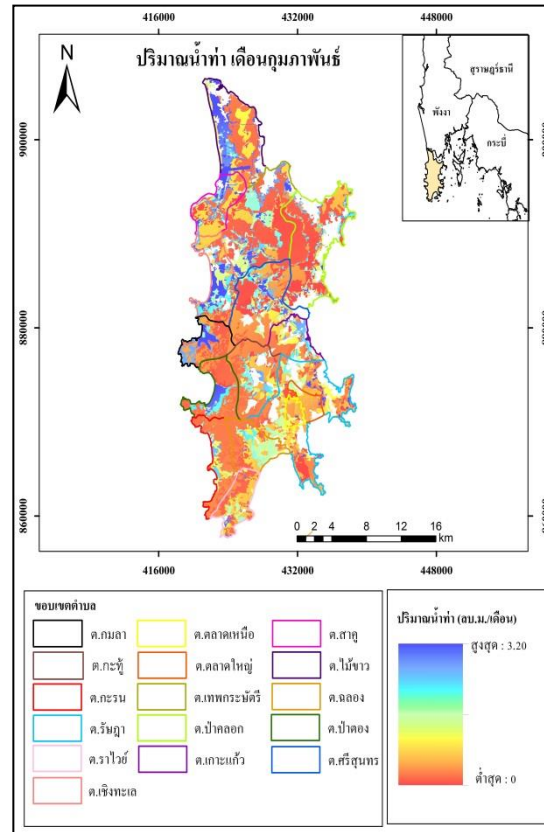
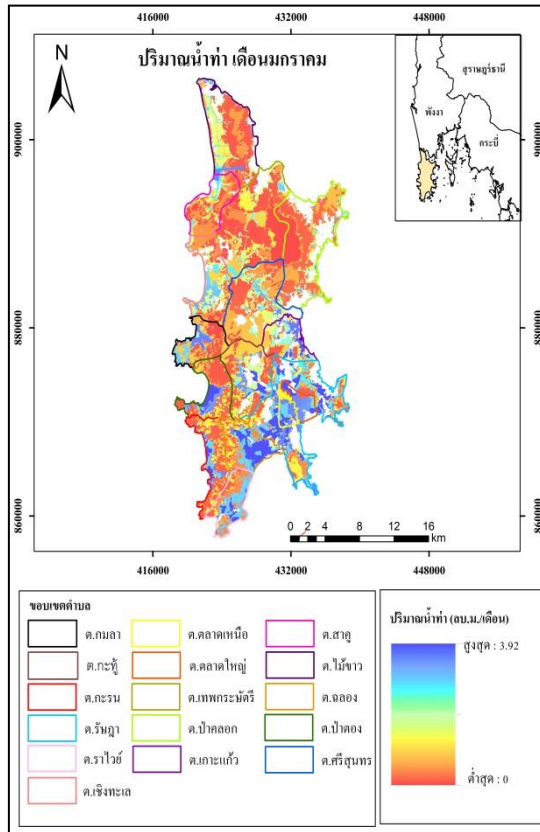


รูปที่ 7 ปริมาณการระเหยเฉลี่ยเดือน กรกฎาคม สิงหาคม และกันยายน

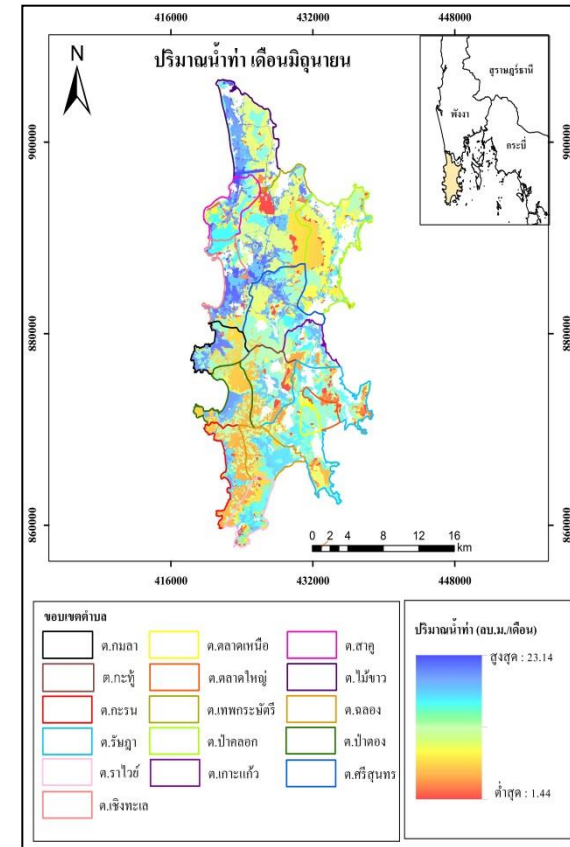
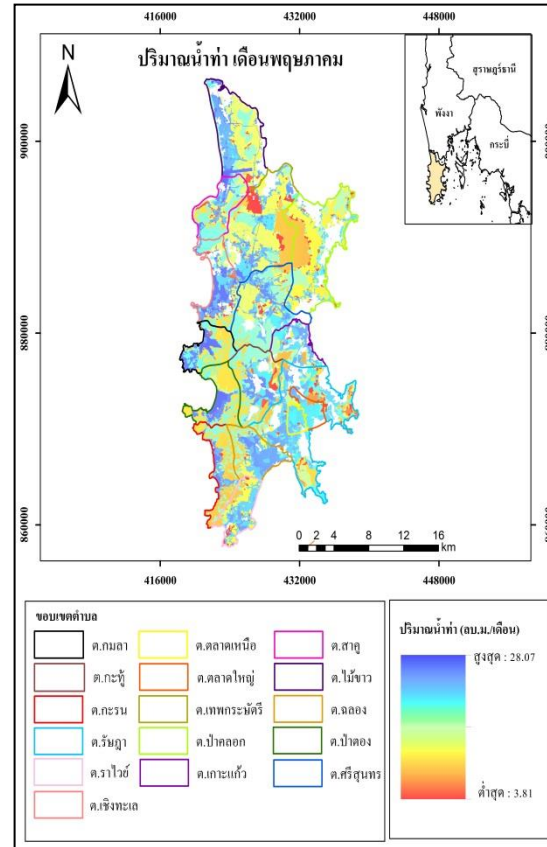
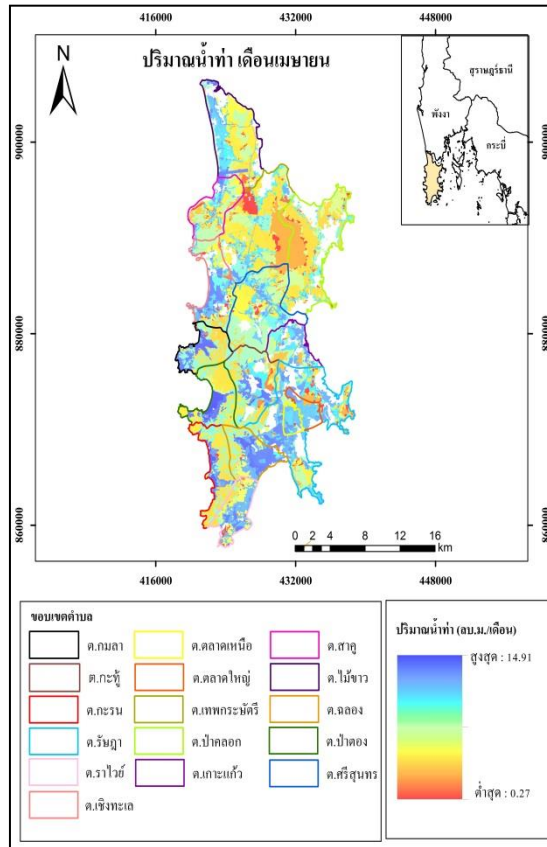
ปริมาณน้ำฝน เดือนพฤศจิกายน



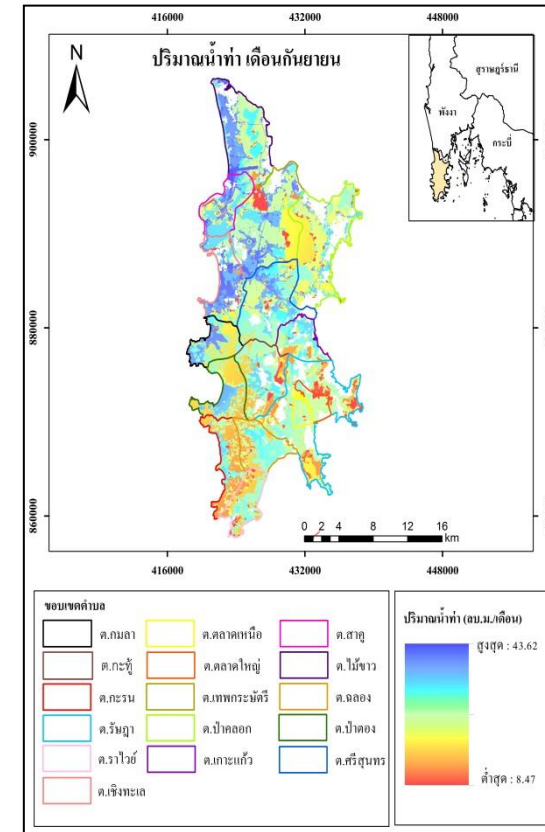
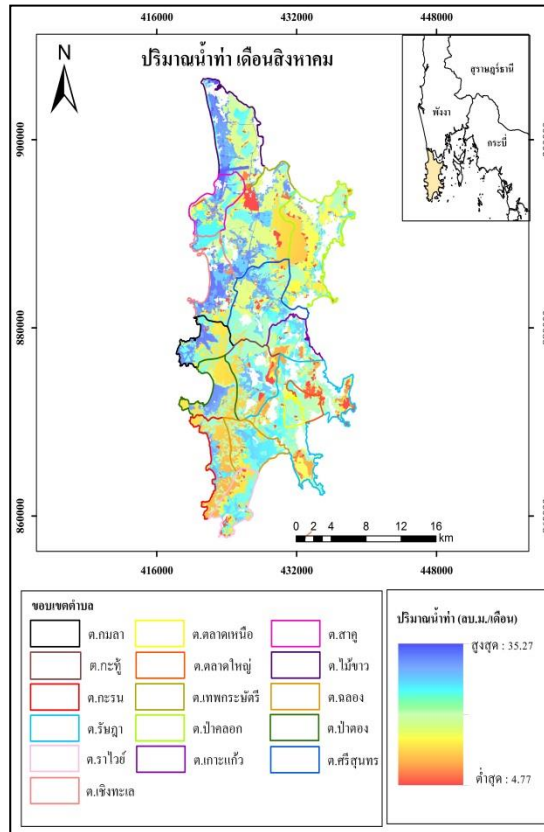
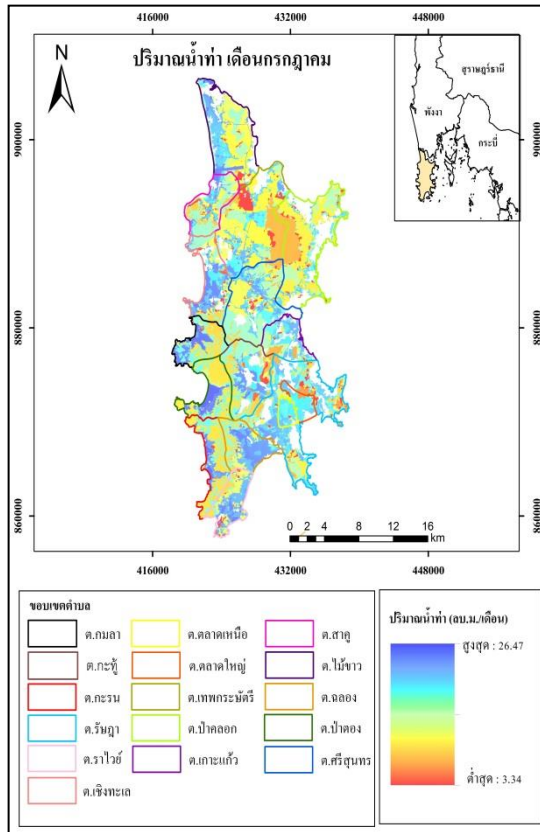
รูปที่ 8 ปริมาณการระเหยเฉลี่ยเดือน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม



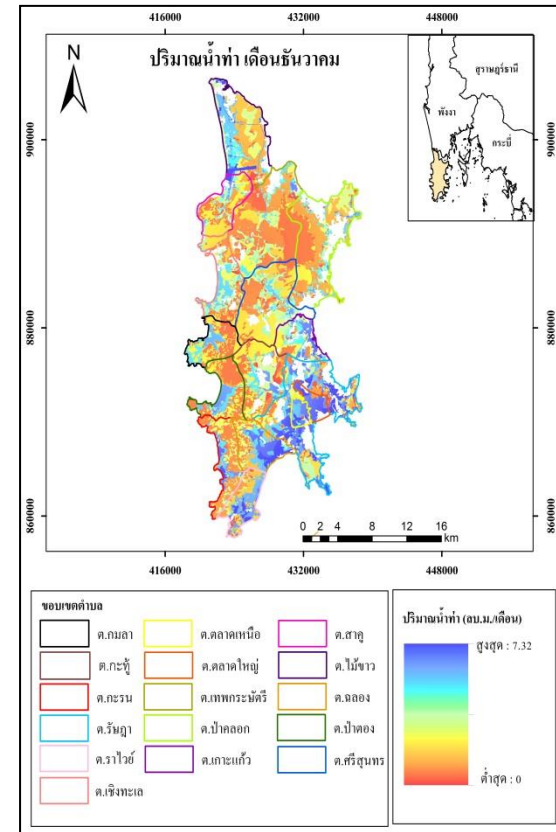
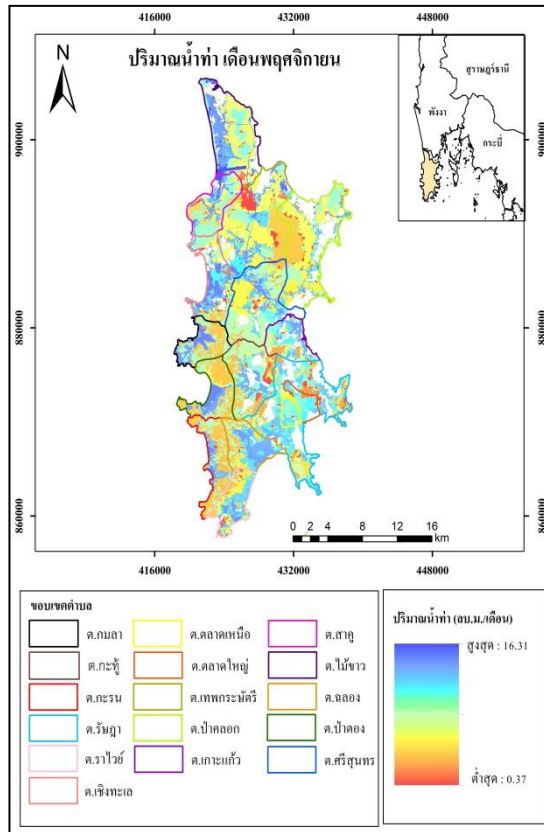
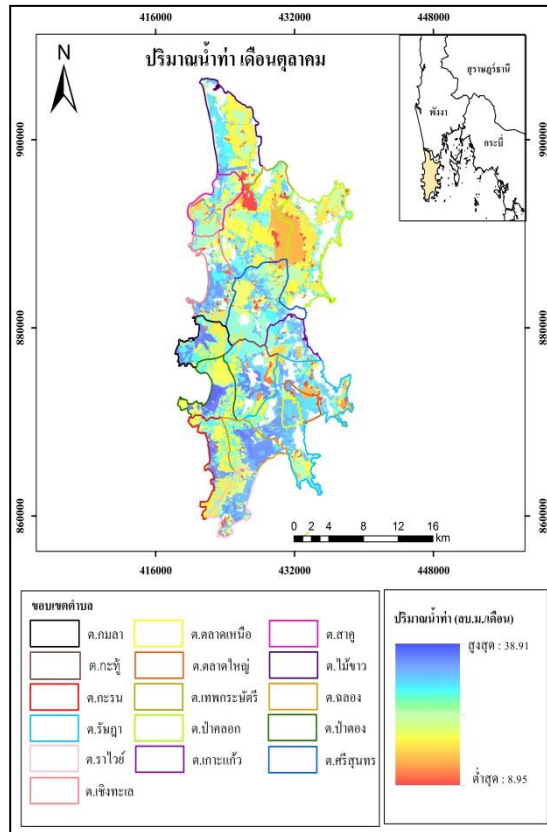
รูปที่ 9 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยเดือน มกราคม กุมภาพันธ์ และธันวาคม



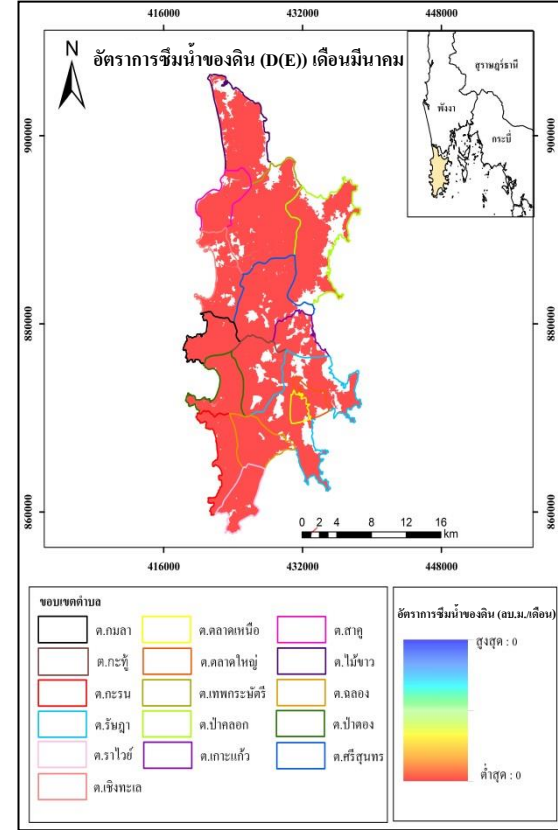
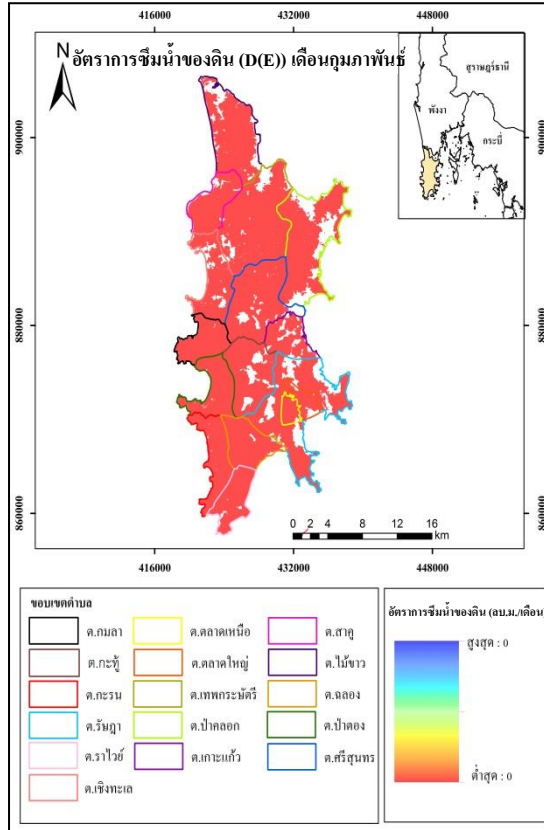
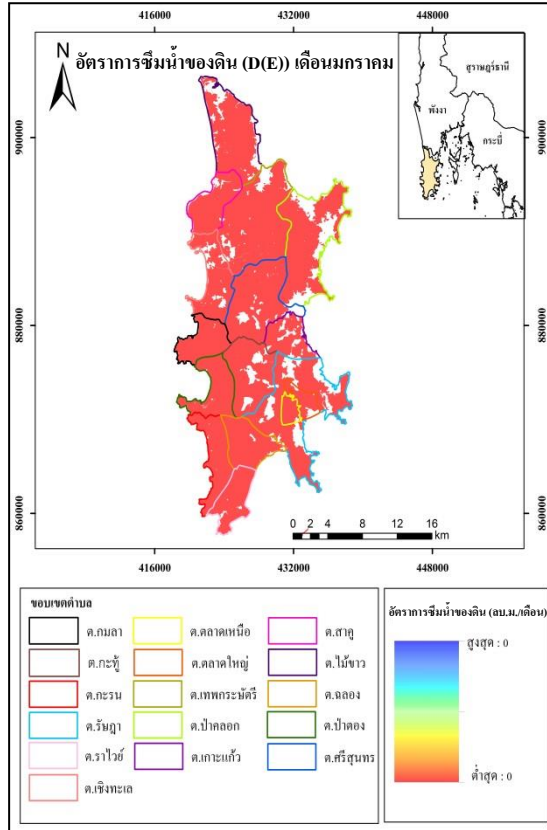
รูปที่ 10 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยเดือน เมษายน พฤษภาคม และมิถุนายน



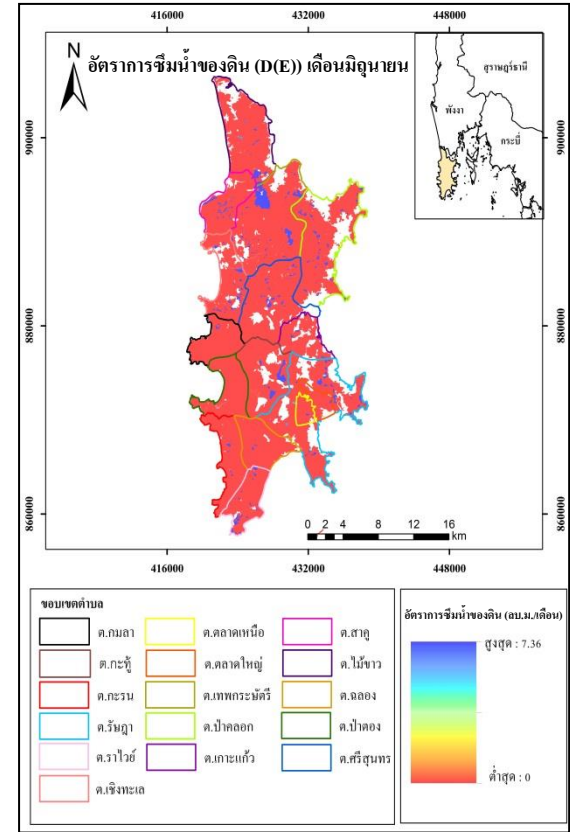
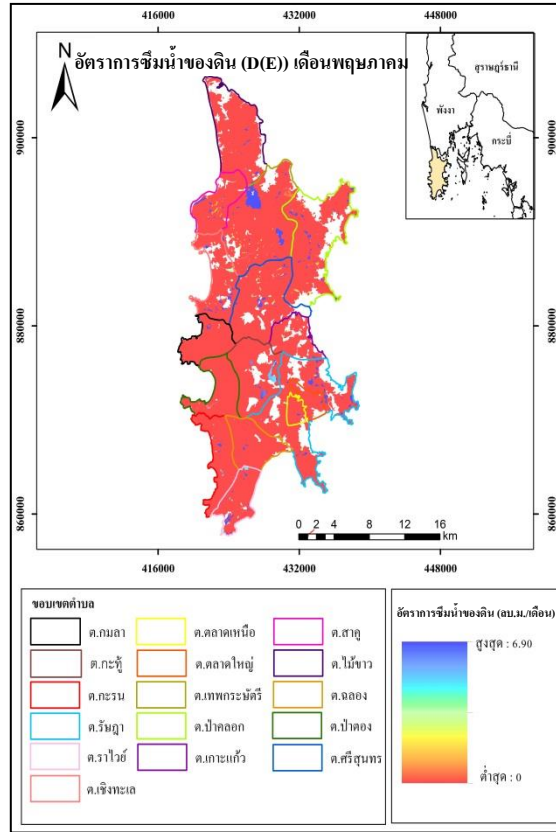
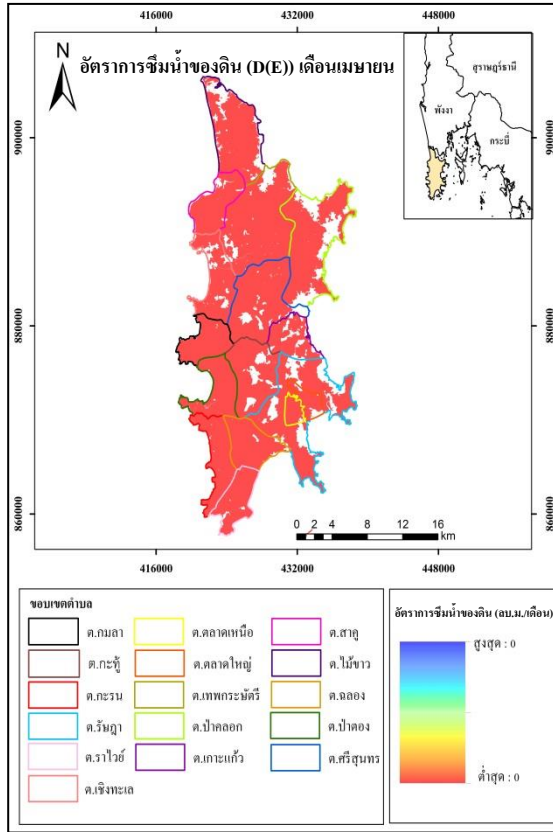
รูปที่ 11 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยเดือน กรกฎาคม สิงหาคม และกันยายน



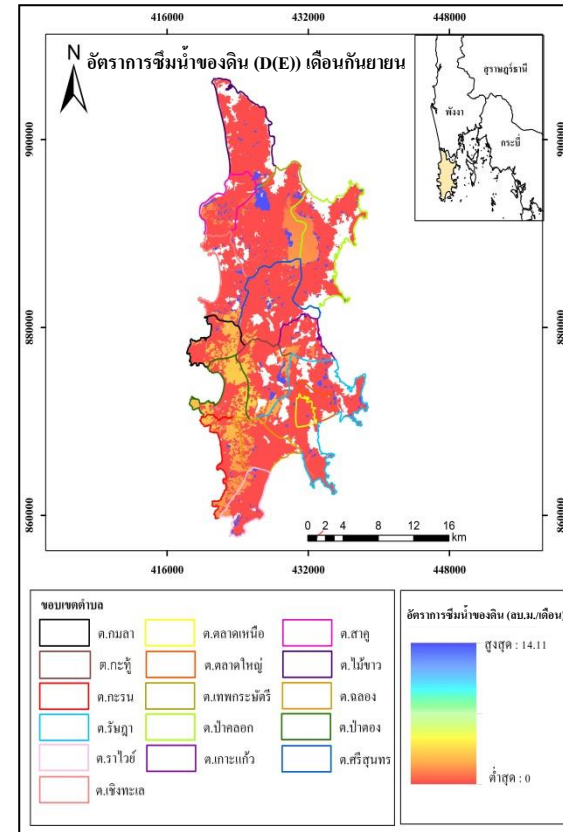
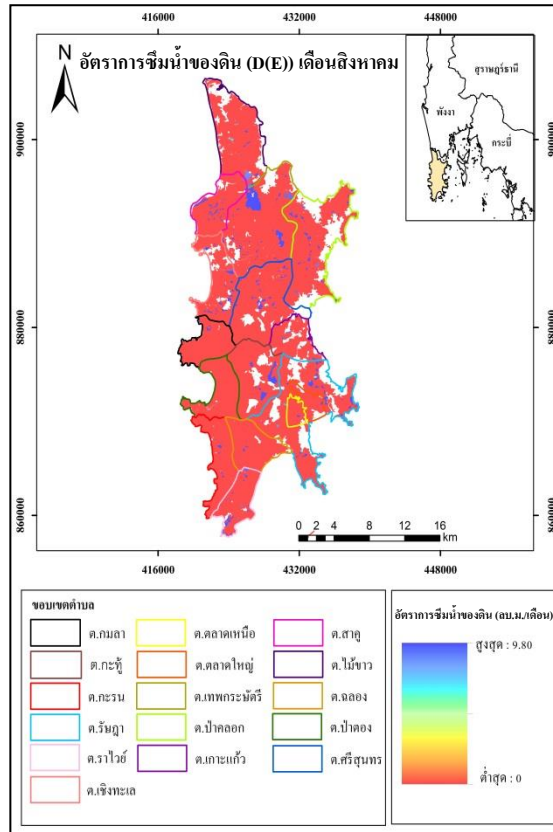
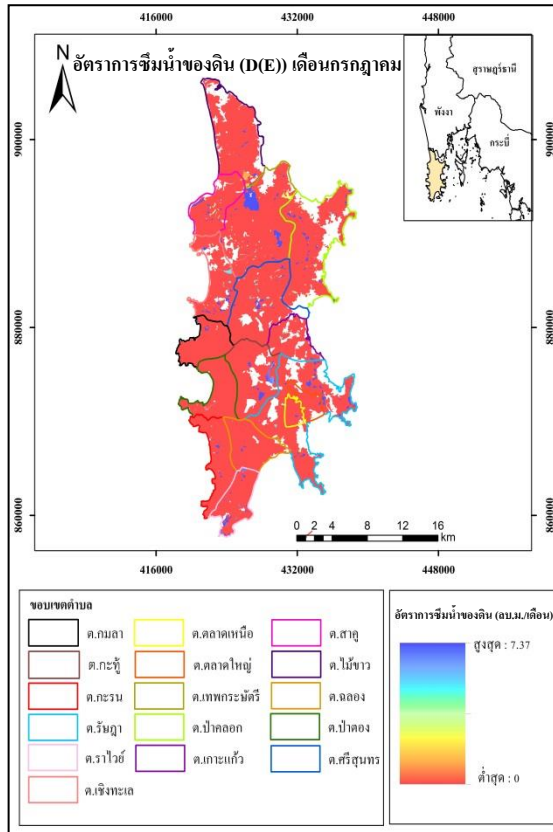
รูปที่ 12 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยเดือน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม



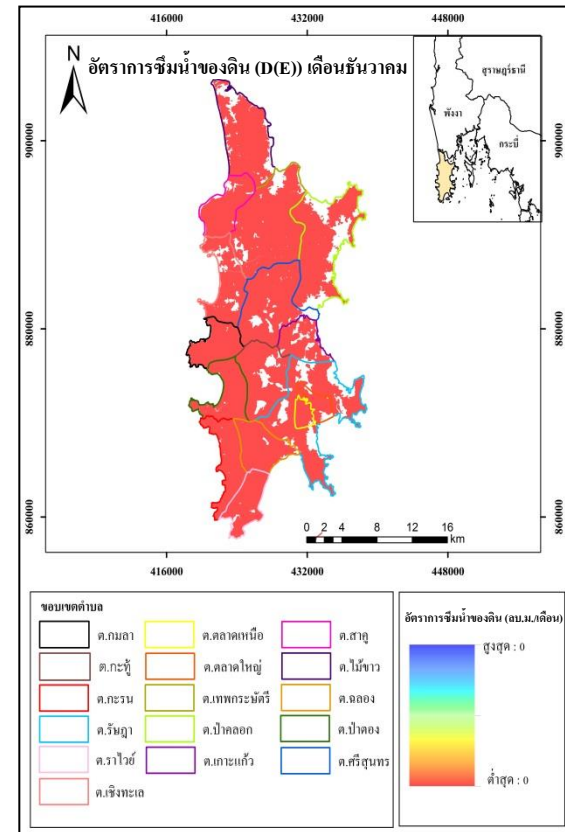
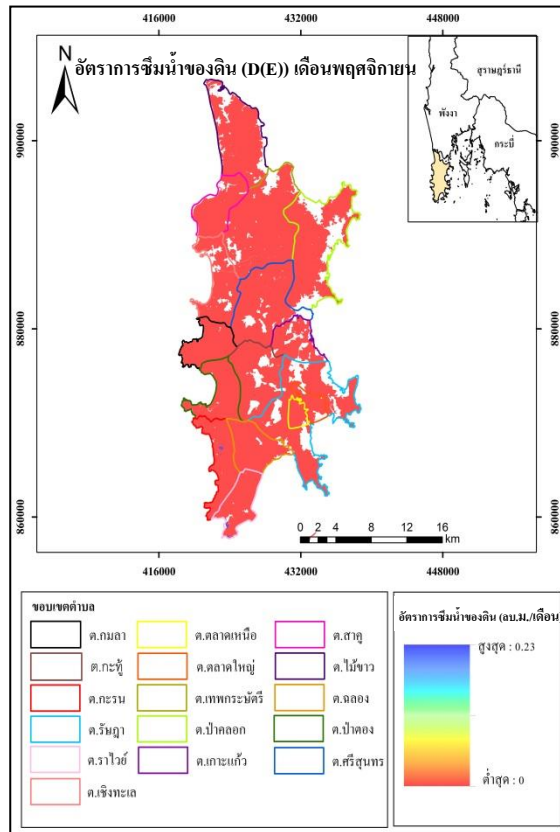
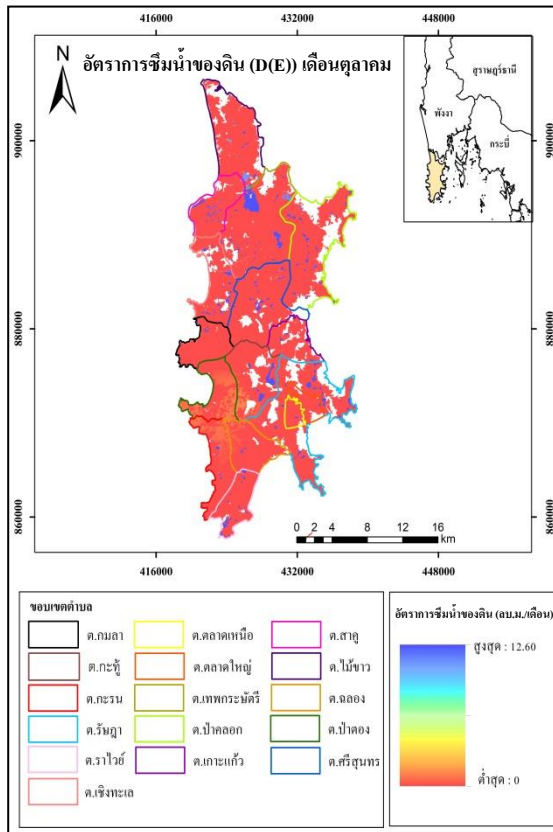
รูปที่ 13 อัตราการผลิตน้ำของดินเฉลี่ยเดือน มกราคม กุมภาพันธ์ และ มีนาคม



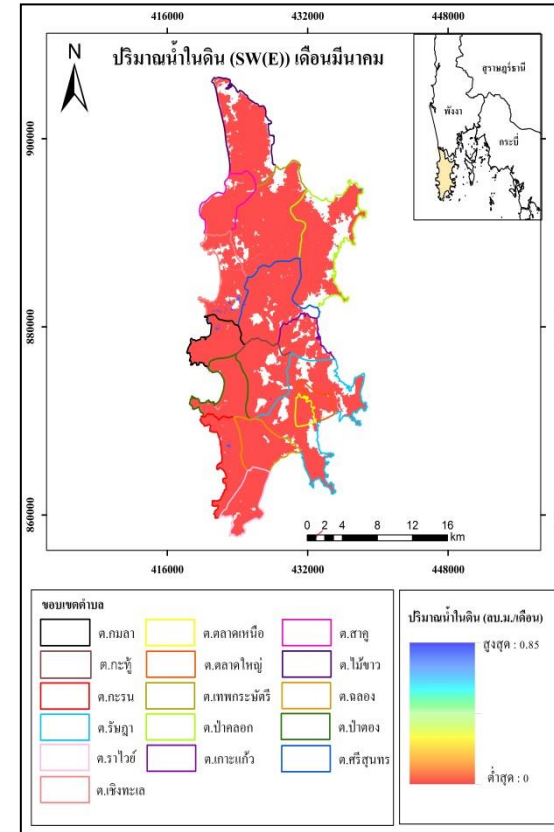
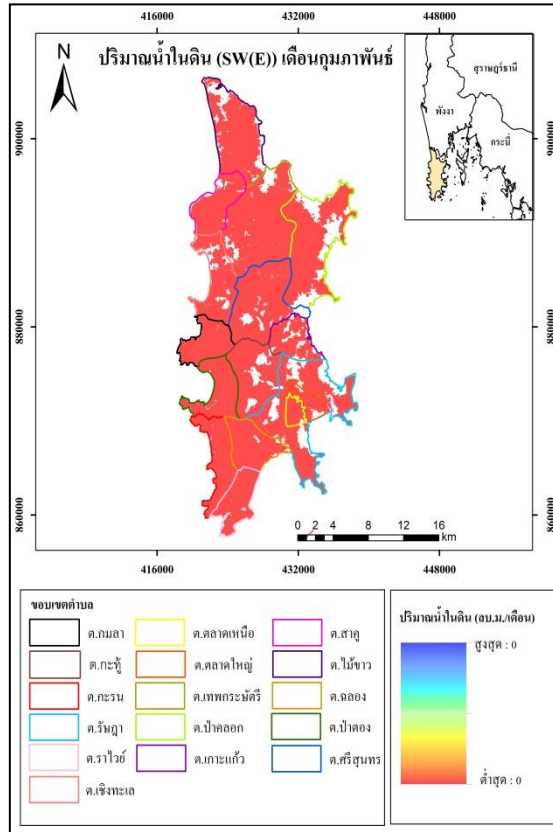
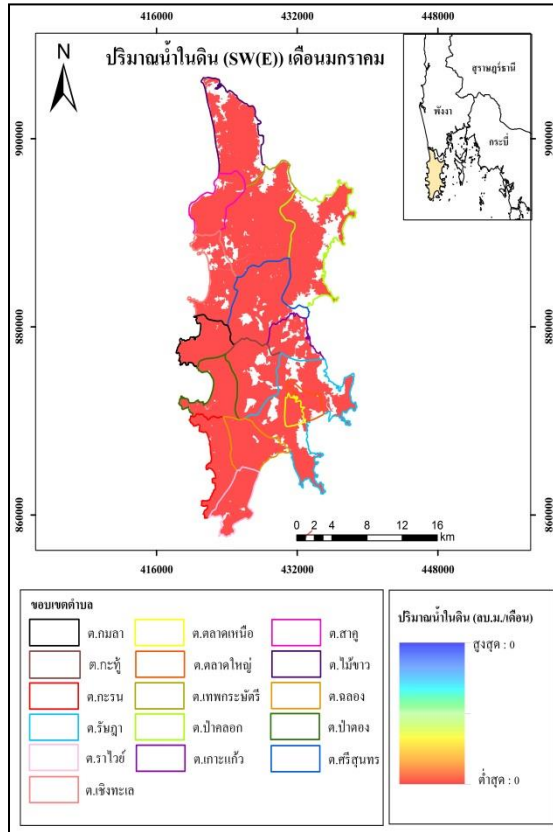
รูปที่ 14 อัตราการผลิตน้ำของดินเฉลี่ยเดือน เมษายน พฤษภาคม และมิถุนายน



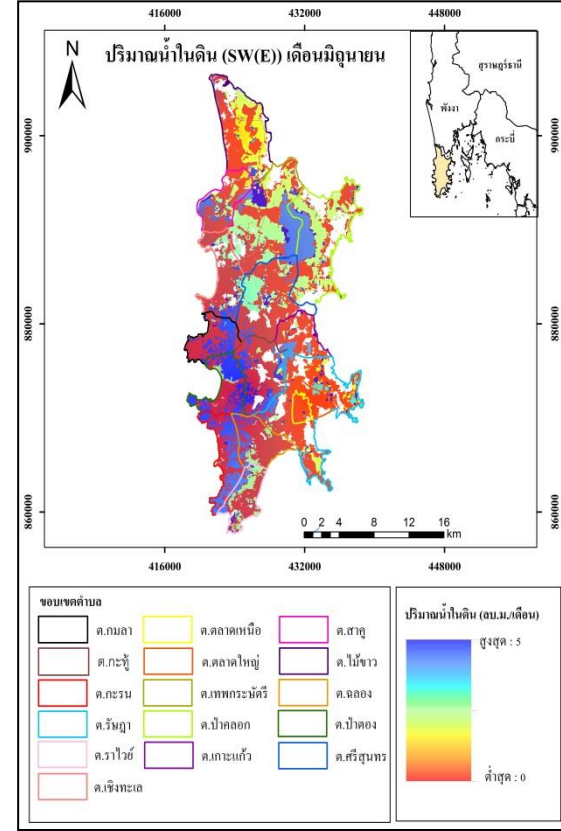
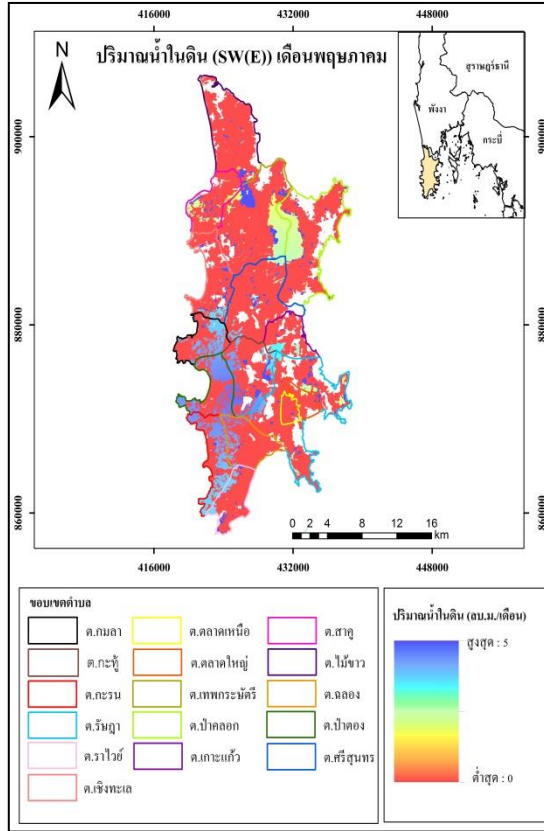
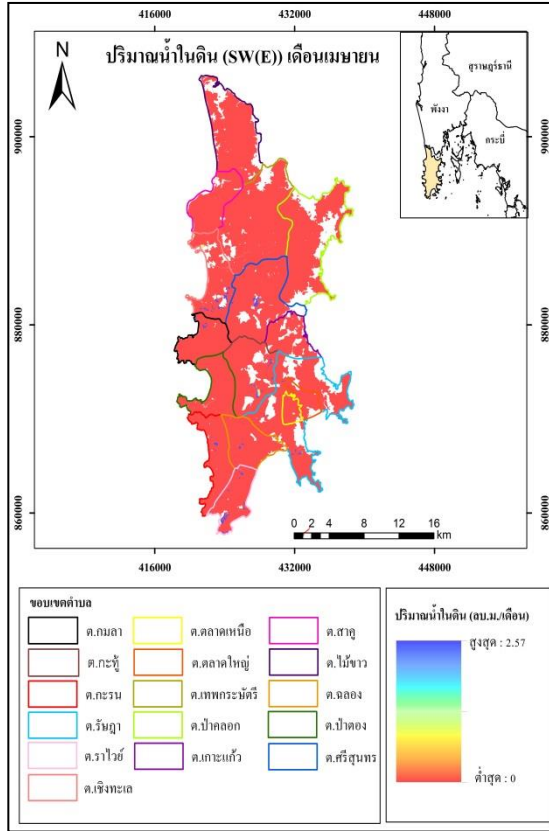
รูปที่ 15 อัตราการจัดน้ำของดินเฉลี่ยเดือน กรกฎาคม สิงหาคม และกันยายน



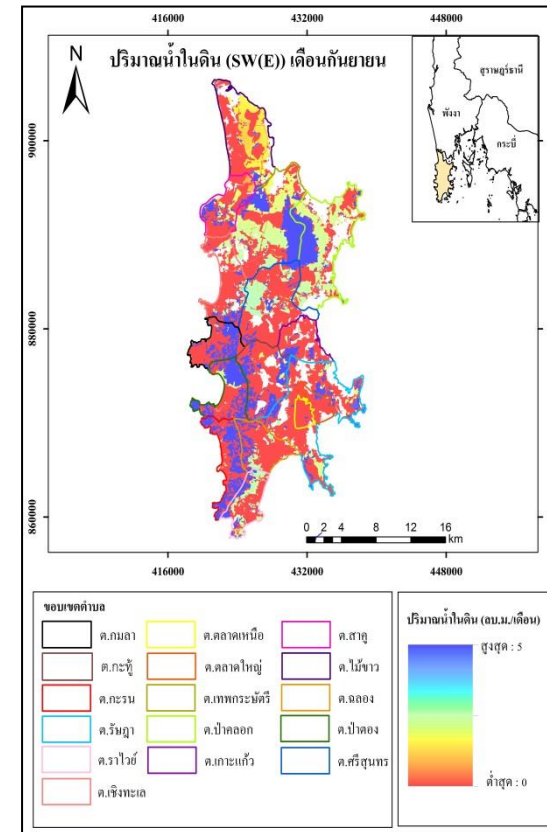
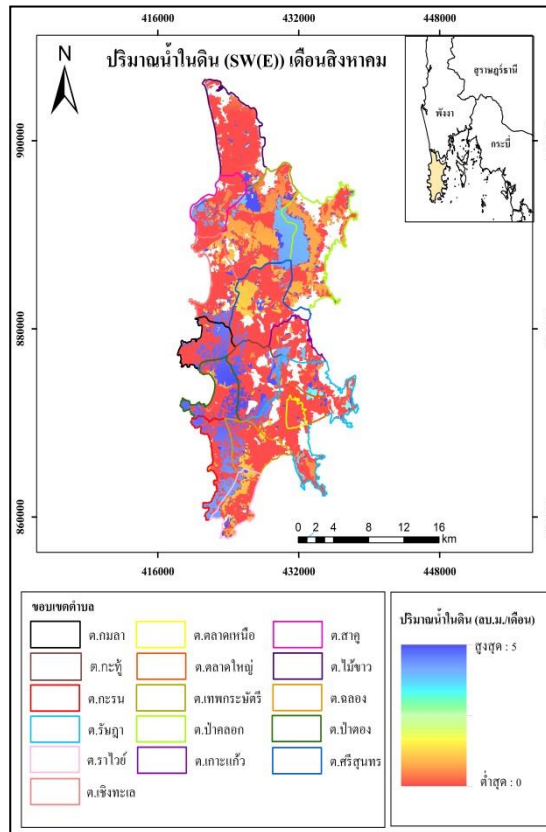
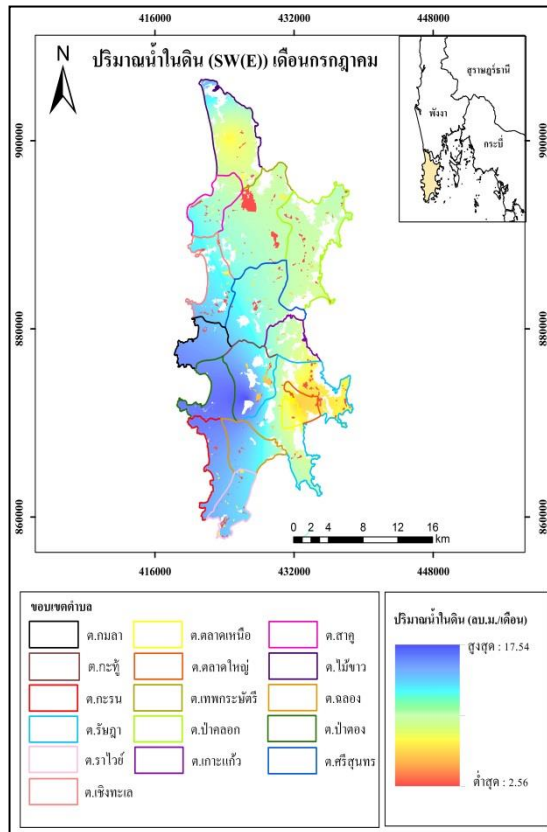
รูปที่ 16 อัตราการซึมน้ำของดินเฉลี่ยเดือน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม



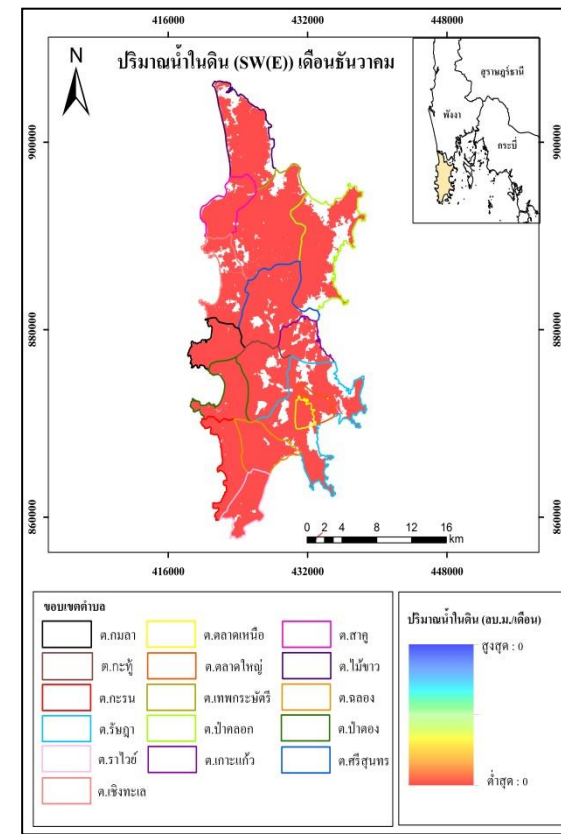
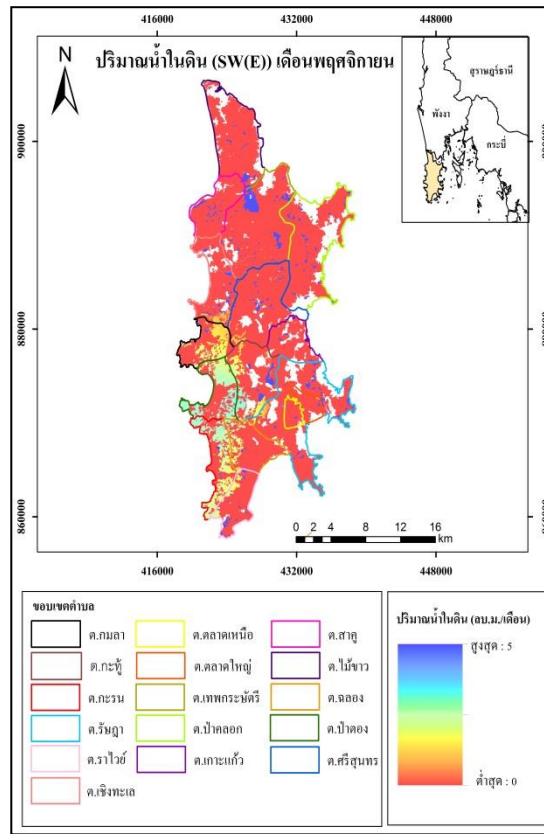
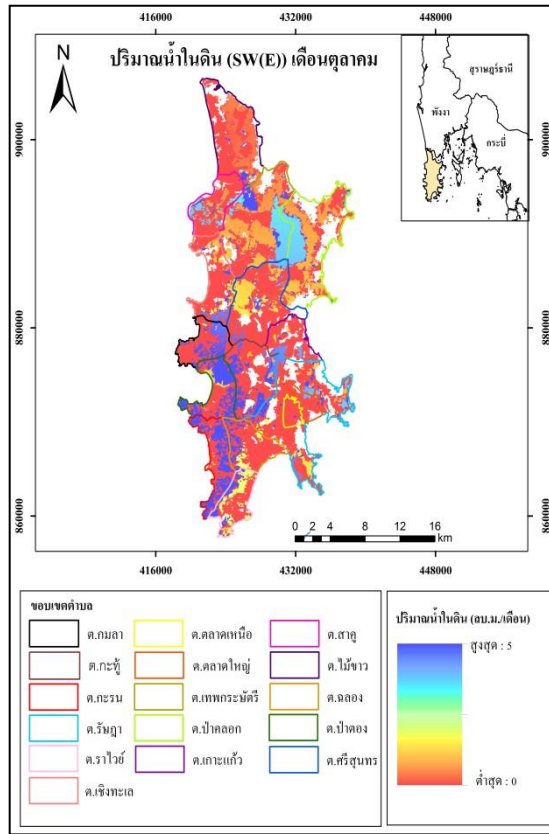
รูปที่ 17 ปริมาณน้ำในดินเฉลี่ยเดือน มกราคม กุมภาพันธ์ และ มีนาคม



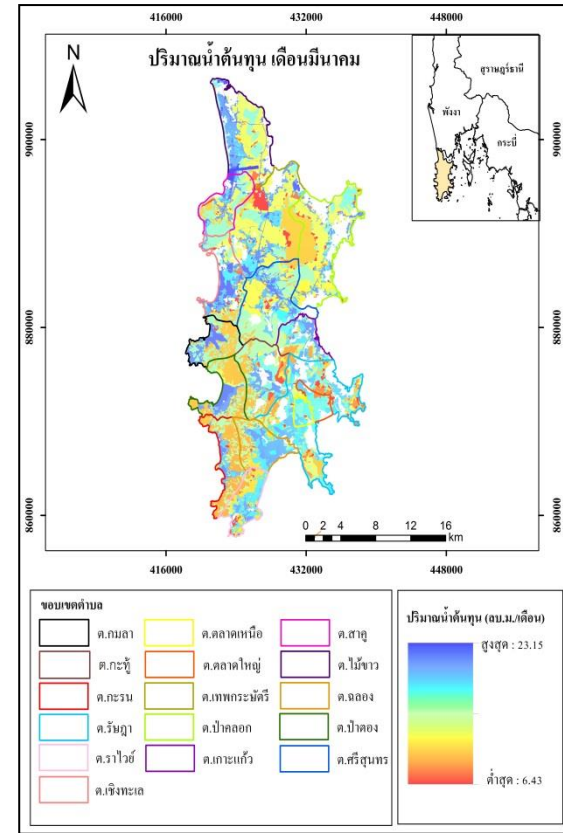
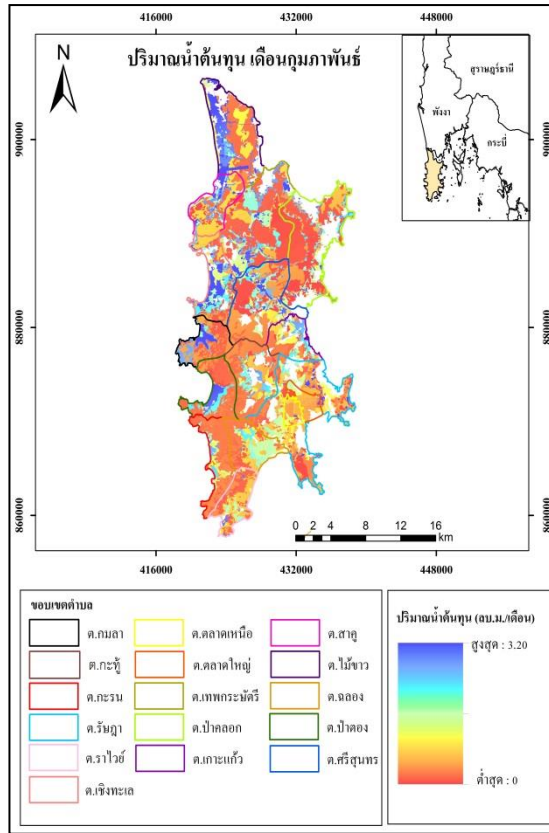
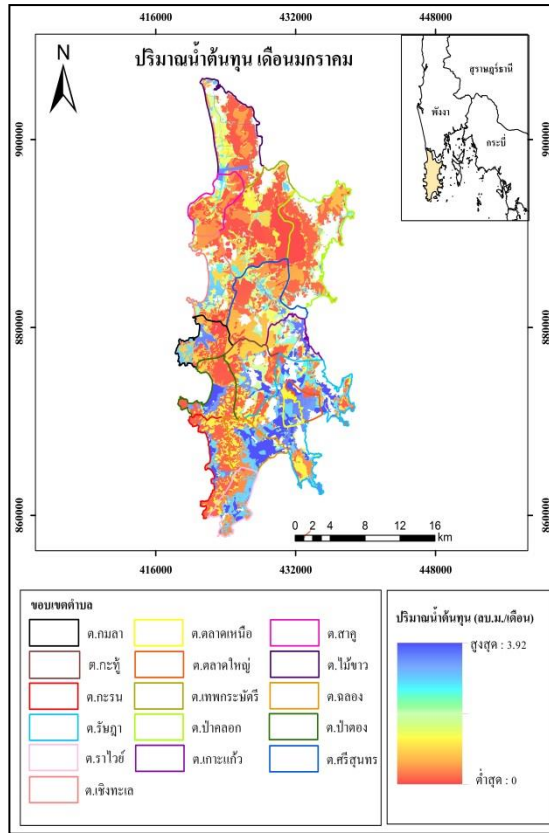
รูปที่ 18 ปริมาณน้ำในดินเฉลี่ยเดือน เมษายน พฤษภาคม และมิถุนายน



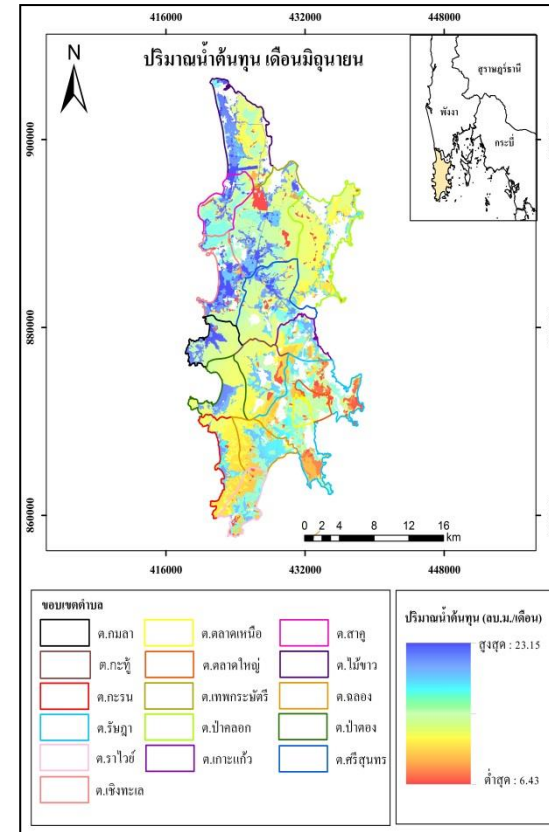
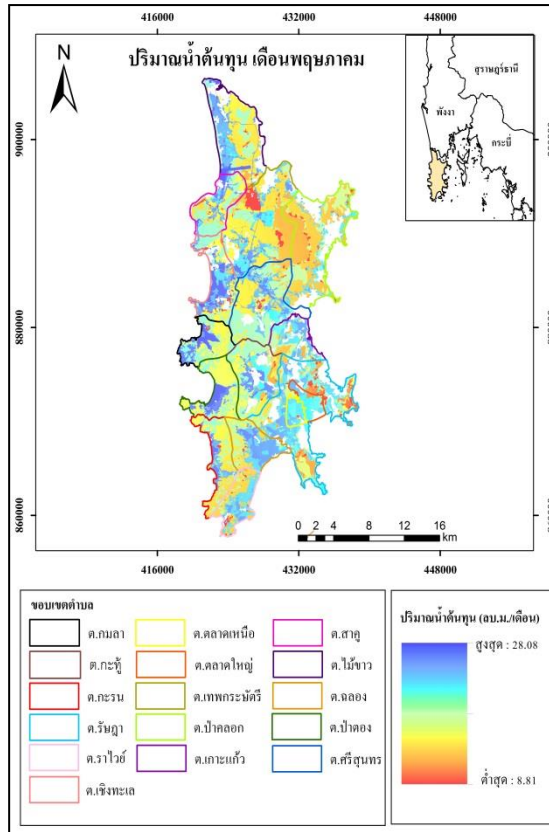
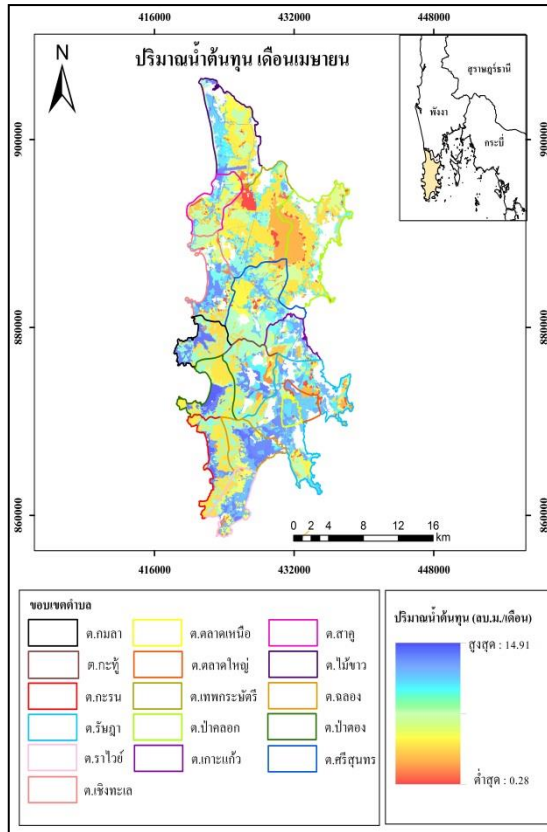
รูปที่ 19 ปริมาณน้ำในดินเฉลี่ยเดือน กรกฎาคม สิงหาคม และกันยายน



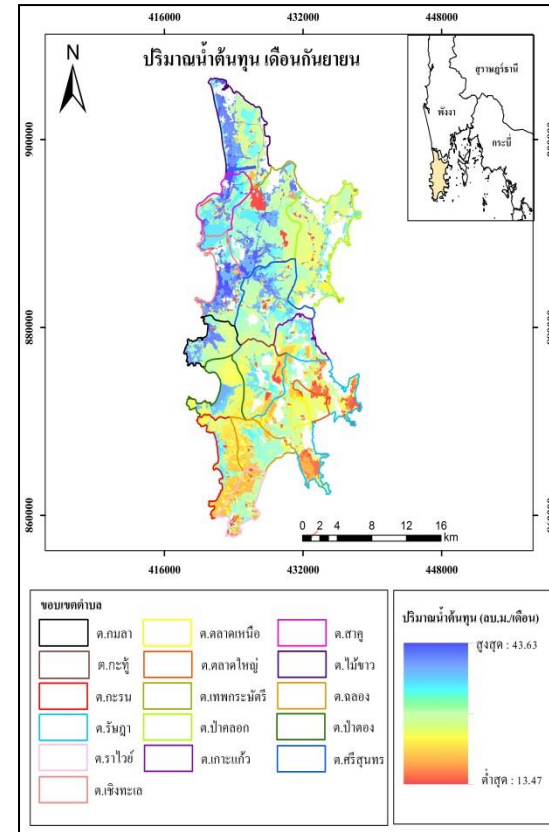
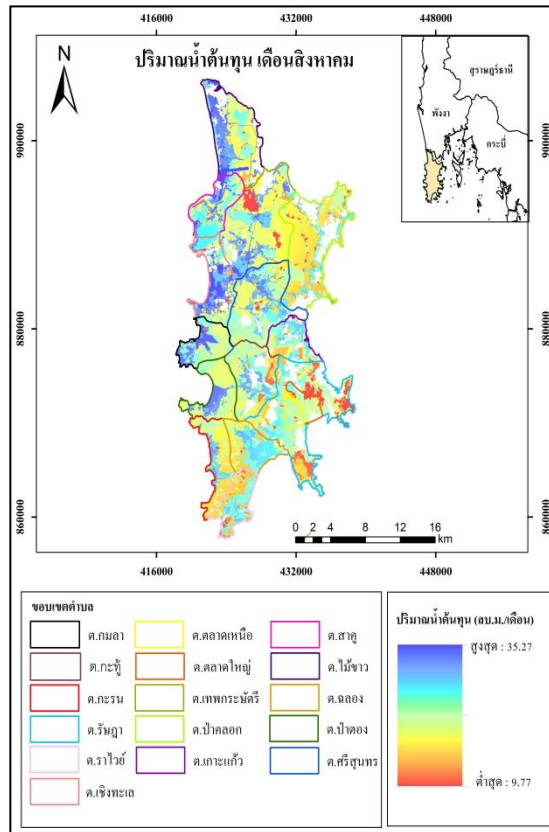
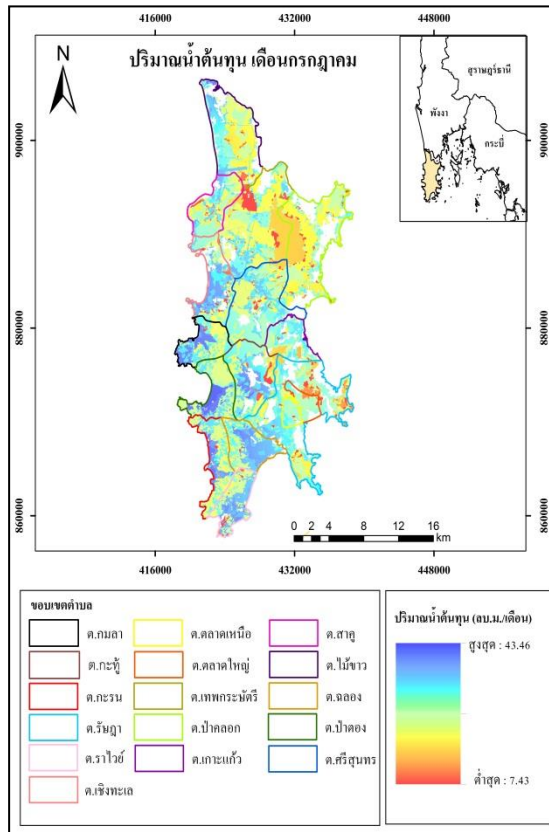
รูปที่ 20 ปริมาณน้ำในดินเฉลี่ยเดือน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม



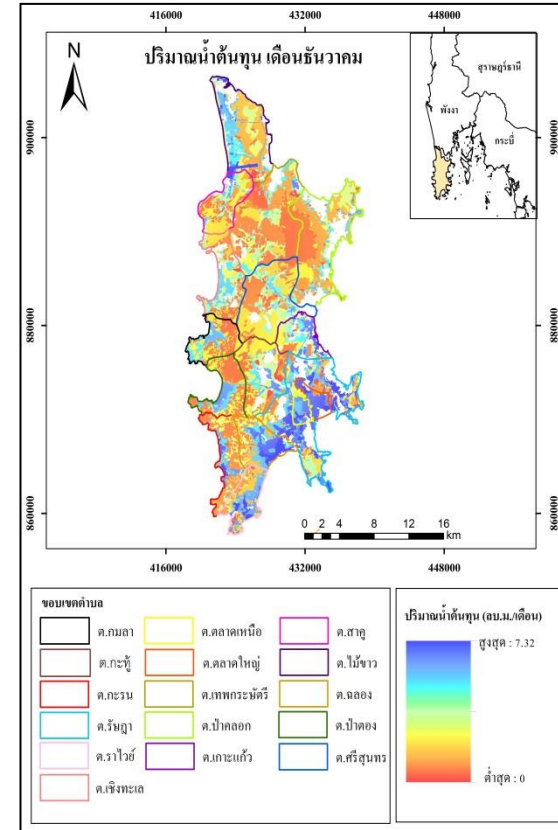
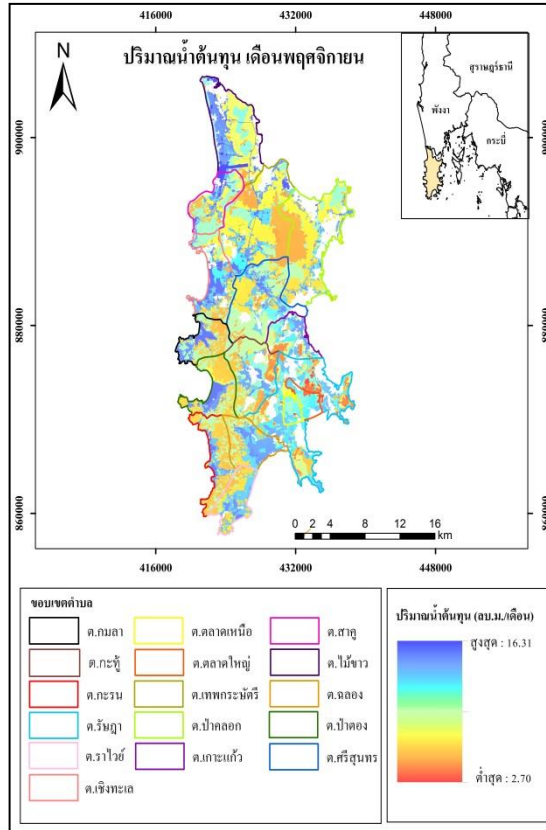
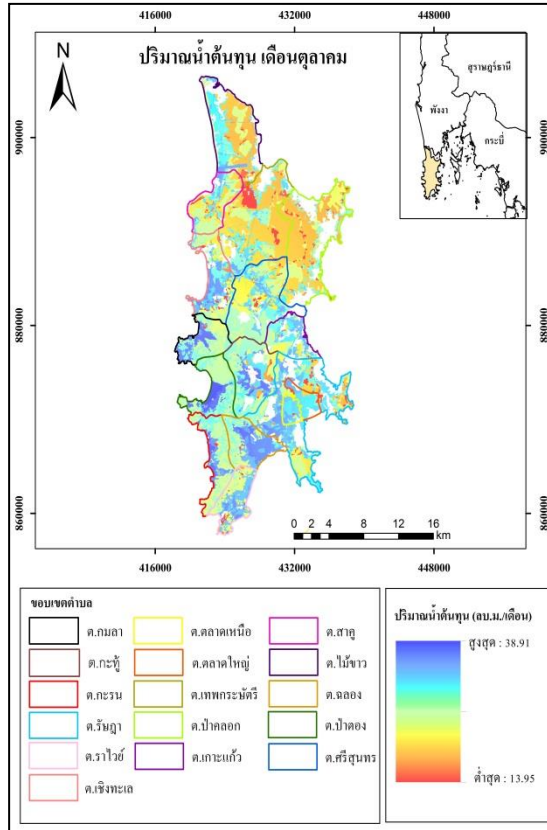
รูปที่ 21 ปริมาณน้ำต้นทุนเฉลี่ยเดือน มกราคม กุมภาพันธ์ และมีนาคม



รูปที่ 22 ปริมาณน้ำต้นทุนเฉลี่ยเดือน เมษายน พฤษภาคม และมิถุนายน



รูปที่ 23 ปริมาณน้ำต้นทุนเฉลี่ยเดือน กรกฎาคม สิงหาคม และกันยายน



รูปที่ 24 ปริมาณน้ำต้นทุนเฉลี่ยเดือน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล	นางสาวทศวรรณ หานุกาพ		
รหัสประจำตัวนักศึกษา	5430220004		
วุฒิการศึกษา			
	วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
	วิทยาศาสตร์บัณฑิต	มหาวิทยาลัยบูรพา	2553

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

Hanuphab, N., Suwanprasit, C., and Srichai, N. (2012). "Effects of DEM resolution and source on hydrological modeling", Proceeding of The 33rd Asian Conference on Remote Sensing, Ambassador City Jomtien Hotel, Pattaya, Thailand, 26-30 November 2012

ชนิดา สุวรรณประสิทธิ์, ทศวรรณ หานุกาพ, และนัยนา ศรีชัย. (2556). "สมการที่เหมาะสมสำหรับการประเมินปริมาณน้ำท่าด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์", เอกสารการประชุมวิชาการด้านภูมิสารสนเทศสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยบูรพาและนักวิจัยรุ่นใหม่ครั้งที่ 1, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี: 19 – 21 มิถุนายน 2556.