



การวิเคราะห์ปริมาณทรัพยากรน้ำผิวดินสำหรับการบริหารจัดการน้ำจังหวัดภูเก็ต
ประเทศไทย

**Analysis of Surface-Water Resource Amount for Water Management
in Phuket Province, Thailand**

สุชัยลาร์ สมาแอ
Suhailar Sma-air

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



การวิเคราะห์ปริมาณทรัพยากรน้ำผิวดินสำหรับการบริหารจัดการน้ำจังหวัดภูเก็ต
ประเทศไทย

**Analysis of Surface-Water Resource Amount for Water Management
in Phuket Province, Thailand**

สุฮัยลาร์ สมาแอ

Suhailar Sma-air

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 การวิเคราะห์ปริมาณทรัพยากรน้ำผิวดินสำหรับการบริหารจัดการน้ำ
 จังหวัดภูเก็ต ประเทศไทย
 ผู้เขียน นางสาวสุชัยลาร์ สมาแอ
 สาขาวิชา เทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

คณะกรรมการสอบ

.....
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชินวัชร สุรัสวดี)

..... ประธานกรรมการ
 (รองศาสตราจารย์ ดร. พันธุ์ ทองชุมนุม)

..... กรรมการ
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกัญญา วงศ์ธนะบุญ)

..... กรรมการ
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชินวัชร สุรัสวดี)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็น
 ส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและ
 การจัดการสิ่งแวดล้อม

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

(3)

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ _____

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชินวัชร สุรัสวดี)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ _____

(นางสาวสุธัยลาร์ สมาแอ)

นักศึกษา

(4)

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และ
ไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ _____

(นางสาวสุธัยลาร์ สมาแอ)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์ปริมาณทรัพยากรน้ำผิวดินสำหรับการบริหารจัดการน้ำ จังหวัดภูเก็ต ประเทศไทย
ผู้เขียน	นางสาวสุชัยลาร์ สมาแอ
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา	2555

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและวิเคราะห์ปริมาณน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินและเปรียบเทียบกับปริมาณความต้องการน้ำของจังหวัดภูเก็ต ประเทศไทย แหล่งน้ำผิวดินประกอบด้วย 2 อ่างเก็บน้ำและ 91 ชุมเหมือง การหาขอบเขตและพื้นที่ของแหล่งน้ำผิวดินนั้นใช้ข้อมูลที่สังเกตจากดาวเทียมไทยโชต (THEOS) และการสำรวจภาคพื้นดิน ความลึกของแต่ละแหล่งน้ำหาโดยใช้เครื่องหั่งสะท้อน (Echo Sounder) ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนและรายปีสำหรับแต่ละแหล่งน้ำหาโดยใช้ผลิตภัณฑ์หยาดน้ำฟ้า AMP (AMSU MIT Precipitation Retrieval Product) ที่ประมาณค่าจากการสังเกตของดาวเทียม NOAA-18 ปริมาณความต้องการน้ำคำนวณโดยใช้จำนวนของประชากรและจำนวนของนักท่องเที่ยว ผลการวิจัยพบว่า ปริมาณความต้องการน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปี พ.ศ. 2554 มีปริมาณเพิ่มขึ้นจากค่าเฉลี่ยของปี พ.ศ. 2549 – 2552 ถึงร้อยละ 26.9 ฝนรายเดือนที่ได้จากแหล่งน้ำผิวดินของเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคมมีปริมาณมากกว่าร้อยละ 30 ของความต้องการ โดยเฉพาะในเดือนพฤษภาคมมีปริมาณมากถึงร้อยละ 46 ของความต้องการ ฝนรายเดือนที่ได้จากแหล่งน้ำผิวดินของเดือนยกเว้นเดือนธันวาคม มกราคมและกุมภาพันธ์ มีปริมาณอย่างน้อยร้อยละ 17 ของความต้องการ เดือนธันวาคม มกราคมและกุมภาพันธ์ มีปริมาณฝนน้อยกว่าร้อยละ 5 ของความต้องการ น้ำจืดจากแหล่งน้ำผิวดินมีความแตกต่างกันค่อนข้างมากขึ้นอยู่กับช่วงเวลาของปี ดังนั้นการบริหารจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งเพื่อหลีกเลี่ยงการขาดแคลนน้ำจืด

คำสำคัญ: จังหวัดภูเก็ต ทรัพยากรน้ำผิวดิน เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ

Thesis Title	Analysis of Surface-Water Resource Amount for Water Management in Phuket Province, Thailand
Author	Miss Suhailar Sma-air
Major Program	Technology and Environmental Management
Academic	2012

ABSTRACT

The objective of this thesis is to analyze the amount of water from surface water sources and compare it with the amount of water requirement for Phuket Province, Thailand. Surface water sources include 2 reservoirs and 91 mining pits. Boundaries and areas of surface water sources were determined using observations from the THEOS satellite and ground survey. Echo sounder was used to find the depth. Monthly and annual rainfall amounts for each surface water source were computed using AMSU MIT Precipitation retrieval products (AMP) retrieved using observations from NOAA-18 satellite. The amount of required water was computed by using population and tourist numbers. Results show that water requirement increases rapidly particularly in year 2011, where the requirement increases more than 26.9% of the average for years 2006 – 2009. Monthly rainfalls from surface water sources for May – October are more than 30% of the requirement. Monthly rainfall for May is ~ 46% of the requirement. Monthly rainfalls from surface water sources for all months except December, January, and February are at least 17% of the requirement. Monthly rainfalls for December, January, and February are less than 5% of the requirement. Fresh water from surface water sources varies a lot for different time of year. Hence, the efficient water management is very important for avoiding the lack of fresh water.

Keywords: Phuket Province, Surface water resource and Geoinformatics technology

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชินวัชร สุรัสวดี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทาง ตลอดจนตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จอย่างสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.พันธ์ ทองชุมนุม ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกัญญา วงศ์ชนะบุญ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาสละเวลาในการเป็นกรรมการสอบและให้คำแนะนำ ตลอดจนแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์พงศ์ธีระ บัวเพชร ที่ได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์และช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลภาคสนามในจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ที่อนุเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชด การประปาเทศบาลนครภูเก็ต การประปาส่วนภูมิภาคสาขาภูเก็ต โครงการชลประทานที่ 15 จังหวัดภูเก็ต และหน่วยงานอื่น ๆ ที่เอื้อเพื่อข้อมูลในการใช้ประกอบวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบคุณคุณพรณรงค์ อ่อนชาติ และคุณธีรศักดิ์ รัตนบำรุง ที่ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมในการประมวลผลข้อมูล

สุดท้ายขอขอบพระคุณสมาชิกครอบครัวสมาชิกที่คอยเป็นกำลังใจ ช่วยเหลือและให้การสนับสนุนตลอดระยะเวลาการศึกษาจนสามารถประสบความสำเร็จในครั้งนี้

สุธัยลาร์ สมาชิก

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	(5)
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ ข)	(6)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
รายการตาราง	(11)
รายการรูป	(12)
สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ	(13)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
วัตถุประสงค์	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
นิยามศัพท์เฉพาะ	3
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	4
พื้นที่จังหวัดภูเก็ต	4
ทรัพยากรน้ำ (Water Resource)	6
หยาดน้ำ ฝน (Precipitation)	8
2.3.1 การตรวจวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน (rain gauge)	9
2.3.2 การตรวจวัดน้ำฝนด้วยเรดาร์ตรวจอากาศภาคพื้นดิน (ground-base weather radar section)	9
2.3.3 การตรวจวัดน้ำฝนด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา (weather satellite)	9
2.3.4 ระบบโทรมาตร (telemetry system)	10
น้ำผิวดิน (Surface water)	11
2.4.1 การใช้สายหยั่งความลึก	11
2.4.2 การใช้เสียงสะท้อน (echo sounder)	11
ข้อมูลดาวเทียม	12

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5.1 ดาวเทียมไทยโชติ (Thaichote)	13
2.5.2 ดาวเทียม NOAA-18	16
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	18
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	18
การสำรวจภาคสนาม	19
เครื่องมือและอุปกรณ์	20
3.3.1 ข้อมูล	20
3.3.2 อุปกรณ์	20
การเตรียมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (Digital image Interpretation)	20
3.4.1 การกันขอบเขตภาพถ่ายดาวเทียม (Image Masking)	21
3.4.2 การปรับแก้เชิงคลิ่น (Radiometric Correction)	21
3.4.3 การปรับแก้เชิงเรขาคณิต (Geometric Correction)	23
3.4.4 การปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลภาพ (Image Enhancement)	23
การประมวลผล	23
3.5.1 ข้อมูลของแหล่งน้ำผิวดินจากการสำรวจภาคสนาม	23
3.5.2 ข้อมูลดาวเทียม	24
3.5.3 ผลกระทบภัยขาดน้ำฟ้า	29
3.5.4 ข้อมูลความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค	30
บทที่ 4 ผลและบทวิจารณ์ผลการวิจัย	32
แหล่งน้ำผิวดิน	32
ปริมาณ น	38
ความต้องการ ใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค	39
ภัยคุกคามของแหล่งน้ำผิวดิน	44
บทที่ 5 บทสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	46
สรุปผลการวิจัย	46
ข้อเสนอแนะ	46

สารบัญ ต่อ

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	48
ภาคผนวก	52
ภาคผนวก ก	53
ภาคผนวก ข	85
ประวัติผู้เขียน	95

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ข้อมูลประชากรในพื้นที่จังหวัดภูเก็ตสำหรับ ปี พ.ศ. 2549 – 2554	5
2.2 ข้อมูลนักท่องเที่ยวรายปีในพื้นที่จังหวัดภูเก็ต ปี พ.ศ. 2549 – 2554	6
2.3 จำนวนวันเข้าพักเฉลี่ยของนักท่องเที่ยวในจังหวัดภูเก็ตสำหรับปี พ.ศ. 2549 – 2554	6
2.4 คุณสมบัติของดาวเทียมไทยโชด	14
2.5 ช่องสัญญาณในการถ่ายทำ ช่วงคลื่น AMSU ดาวเทียม NOAA-18	17
3.1 ค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่ม (Gain) และการชดเชย (Bias) ของดาวเทียมไทยโชด	25
3.2 ค่า Mean Solar Exoatmospheric Irradiances (Esun) ของดาวเทียมไทยโชด	25
3.3 อัตราการใช้ น้ำของประชากร (ลิตร/ราย/วัน)	31
4.1 ที่ตั้ง พื้นที่และความจุของขุมเหมือง	32
4.2 ปริมาณฝนที่ตกลงในพื้นที่แหล่งน้ำผิวดิน	49
4.3 ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค	40
4.4 ปริมาณความต้องการใช้น้ำแต่ละอำเภอและนักท่องเที่ยว	41
4.5 เปรียบเทียบปริมาณน้ำในแต่ละพื้นที่	41
4.6 เปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนต่อความต้องการใช้น้ำ	42
4.7 ค่าเฉลี่ยของความต้องการน้ำและปริมาณน้ำฝนรายเดือนที่ตกลงแหล่งน้ำผิวดินของปี 2549 – 2554 (ล้านลูกบาศก์เมตร) และค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนรายเดือนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ยของความต้องการน้ำ	43

รายการรูป

รูปที่	หน้า
2.1 วัฏจักรของอุทกวิทยา	7
2.2 วิธีการวัดความลึกของน้ำโดยใช้เสียงสะท้อน (echo sounder)	12
2.3 กราฟแสดงค่าคุณลักษณะลายเซ็นต์เชิงคลื่น (Spectral Characteristic) ดาวเทียมไทยโชด	15
3.1 ตำแหน่งแหล่งน้ำผิวดินจังหวัดภูเก็ต	18
3.2 เส้นทางการเก็บข้อมูล (สีแดง) pit4 (ชุมหม่องอนุภาษและบุตร)	19
3.3 การ Interpolate ข้อมูลความลึก pit8 (ชุมหม่องมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตภูเก็ต)	24
3.4 การปรับแก้เชิงเรขาคณิตของภาพถ่ายดาวเทียม	26
3.5 การเปรียบเทียบภาพสีผสมสำหรับภาพถ่ายดาวเทียมในพื้นที่ศึกษา	27
3.6 การทำ pansharpening สำหรับภาพถ่ายดาวเทียมในพื้นที่ศึกษา	28
3.7 อัตราการตกของหยาดน้ำฟ้า (มิลลิเมตรต่อชั่วโมง) จาก ดาวเทียม NOAA-18	29
4.1 สัดส่วนร้อยละพื้นที่แหล่งน้ำผิวดินของรัฐและเอกชนจำแนกตามการใช้ประโยชน์ในการผลิตประปา	37
4.2 ปริมาณฝนที่ตกลงในแหล่งน้ำผิวดิน pit4	38

สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ

AMP	AMSU MIT Precipitation Retrieval Products
DN	Digital Number
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
RMS error	Root Mean Square Error
RSR	Relative Spectral Response

บทที่

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีคุณค่าและมีความสำคัญต่อการดำรงชีพของมนุษย์ ใช้ประโยชน์สำหรับการอุปโภค บริโภค การคมนาคม การเกษตร และอุตสาหกรรม เป็นต้น ซึ่งน้ำที่นำมาใช้ส่วนใหญ่มาจากแหล่งน้ำในธรรมชาติ ได้แก่ น้ำในชั้นบรรยากาศ แหล่งน้ำผิวดิน และแหล่งน้ำใต้ดิน สำหรับจังหวัดภูเก็ตมีสภาพภูมิประเทศเป็นเกาะที่ถูกแยกจากแผ่นดินใหญ่ ปริมาณน้ำสะสมจึงมาจากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในพื้นที่ สะสมในแหล่งน้ำใต้ดินและแหล่งน้ำผิวดิน ซึ่งแหล่งน้ำผิวดินที่สำคัญของจังหวัดภูเก็ตได้แก่ อ่างเก็บน้ำ ลำน้ำและขุมเหมืองเก่า ที่มีกระจายอยู่ในหลายพื้นที่ทั่วเกาะ เนื่องจากในอดีตจังหวัดภูเก็ตเป็นแหล่งท่าเหมืองแร่ดีบุกที่สำคัญของประเทศ และเมื่อได้มีการยกเลิกการทำเหมืองในหลายพื้นที่ที่ถูกปล่อยร้างและมีน้ำขัง จึงกลายเป็นแหล่งน้ำผิวดินที่สำคัญ ในปัจจุบันจังหวัดภูเก็ตเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีความสำคัญและได้รับความนิยมนักท่องเที่ยวเป็นจำนวนมากจึงส่งผลให้เกิดความเปลี่ยนแปลงทางสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม ซึ่งการขยายตัวทางเศรษฐกิจการท่องเที่ยว และการอพยพย้ายถิ่นของประชากรในพื้นที่ส่งผลให้ความต้องการทางด้านสาธารณูปโภคเพิ่มขึ้น ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในหลายพื้นที่เพื่อตอบสนองในปัจจัยดังกล่าวทำให้จำนวนขุมเหมืองซึ่งเป็นแหล่งน้ำผิวดินมีจำนวนลดลงและมีแนวโน้มที่จะลดลงต่อไปเรื่อย ๆ ในอนาคตซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อปริมาณทรัพยากรน้ำผิวดินที่เป็นแหล่งน้ำสำรองในพื้นที่ นอกจากนี้ความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกปีโดยเฉพาะในฤดูร้อนซึ่งเป็นฤดูการท่องเที่ยวของจังหวัด ซึ่งเป็นช่วงที่มีความต้องการในการใช้น้ำสูง แต่ปริมาณฝนที่ตกไม่ได้กระจายตลอดทั้งปีและขาดช่วงในฤดูร้อน ทำให้ปริมาณน้ำสำรองในพื้นที่มีน้อย และประสบปัญหาขาดแคลนน้ำดิบที่จะใช้สำหรับการผลิตน้ำประปาเพื่อการอุปโภค บริโภค (เทศบาลนครภูเก็ต, 2549) จากการประเมินความต้องการใช้น้ำมีแนวโน้มที่จะมีการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค บริโภคสูงขึ้นในอนาคต (การประปาส่วนภูมิภาคสาขาภูเก็ต, 2552)

งานวิจัยนี้เพื่อการศึกษาปริมาณทรัพยากรน้ำผิวดิน ซึ่งเป็นแหล่งน้ำดิบที่สำคัญของจังหวัดภูเก็ต โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geoinformatics) ซึ่งประกอบด้วย

ระบบระบุตำแหน่งบนผิวโลก (Global Positioning System: GPS) การรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing: RS) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) โดยใช้ข้อมูลจากการสังเกตของดาวเทียมสำรวจทรัพยากรคือ ดาวเทียมไทยโชต (Thaichote) และการสำรวจภาคสนามด้วยเครื่องหยั่งสะท้อน (Echo Sounder) เพื่อศึกษาปริมาณทรัพยากรน้ำผิวดินของจังหวัดและ ข้อมูลฝนจากผลิตภัณฑ์หยาดน้ำฟ้าทั่วโลก AMP (AMSU Precipitation Retrieval Products) ที่ได้จากการสังเกตของดาวเทียม NOAA-18 เพื่อหาปริมาณของน้ำฝนที่ตกลงมาในพื้นที่ศึกษา เพื่อเปรียบเทียบกับปริมาณความต้องการใช้น้ำของจังหวัด เนื่องจากในปัจจุบันยังไม่มีศึกษาลำรวจและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำผิวดินของจังหวัดภูเก็ต ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการสำรวจพื้นที่ เพื่อให้ทราบถึงที่ตั้ง ปริมาณแหล่งน้ำและปริมาตรในการกักเก็บน้ำสำรอง เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและแหล่งน้ำดิบในพื้นที่ที่มีความสมดุลและเพียงพอต่อความต้องการสำหรับอุปโภค บริโภคต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อสำรวจปริมาณของทรัพยากรน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินและปริมาณฝนที่ตกลงในแหล่งน้ำผิวดินโดยใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ และเปรียบเทียบกับปริมาณความต้องการในการใช้น้ำของจังหวัดภูเก็ต
- 2) เพื่อนำผลการสำรวจเสนอต่อผู้เกี่ยวข้องใช้ในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในจังหวัดภูเก็ต

ขอบเขตของการวิจัย

โครงการวิจัยนี้สำรวจทรัพยากรน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินในจังหวัดภูเก็ต โดยแหล่งน้ำผิวดินที่จะพิจารณาครอบคลุมถึงอ่างเก็บน้ำและบึงเหมือง ข้อมูลน้ำฝนมาจากการสังเกตของดาวเทียม ข้อมูลปริมาณทรัพยากรน้ำผิวดินดังกล่าวจะใช้เปรียบเทียบกับปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค บริโภคของจังหวัดภูเก็ต เพื่อวิเคราะห์ความสมดุล

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ฐานข้อมูลพื้นที่แหล่งน้ำผิวดินของจังหวัดภูเก็ต

- 2) ฐานข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ตกในจังหวัดภูเก็ต
- 3) แนวทางในการบริหารจัดการน้ำในจังหวัดภูเก็ต และสามารถนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อการจัดการทรัพยากรน้ำอย่างยั่งยืนสืบไป

นิยามศัพท์: พาะ

แหล่งน้ำขุมเหมือง หมายถึง แหล่งน้ำที่เกิดจากพื้นที่ที่เคยมีการทำเหมืองแร่ มีลักษณะเป็นสระมีน้ำขังในพื้นที่

ผลิตภัณฑ์หยาดน้ำฟ้า หมายถึง น้ำที่ตกจากชั้นบรรยากาศลงสู่พื้นดิน ในสถานะที่เป็นน้ำหรือน้ำแข็ง เช่น ฝน หิมะ ลูกเห็บ เป็นต้น

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 พื้นที่จังหวัดภูเก็ต

จังหวัดภูเก็ตมีขนาดพื้นที่ประมาณ 543.03 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 336,875 ไร่ มีลักษณะภูมิประเทศเป็นเกาะตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของภาคใต้ ชายฝั่งทะเลอันดามัน ที่ละติจูด 7 องศา 45 ลิปดาถึง 8 องศา 15 ลิปดาเหนือ ลองจิจูดที่ 98 องศา 15 ลิปดาถึง 98 องศา 40 ลิปดา ตะวันออก ส่วนกว้างที่สุดของเกาะภูเก็ต เท่ากับ 21.3 กิโลเมตร ส่วนยาวที่สุดเท่ากับ 48.7 กิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อดังนี้

ทิศเหนือ ติดช่องแคบปากพระจังหวัดพังงาเชื่อมโดยสะพานสารสินและสะพานศรีสุนทร

ทิศตะวันออก ติดทะเลเขตจังหวัดพังงา

ทิศใต้ ติดทะเลอันดามัน มหาสมุทรอินเดีย

ทิศตะวันตก ติดทะเลอันดามัน มหาสมุทรอินเดีย

จังหวัดภูเก็ตมีลักษณะภูมิอากาศแบบเขตเส้นศูนย์สูตร อยู่ในเขตอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ มีอากาศร้อนชื้นตลอดปี มี 2 ฤดู ประกอบด้วย

ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือนเมษายนถึงพฤศจิกายน

ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงมีนาคม

แบ่งเขตการบริหารราชการส่วนภูมิภาค ออกเป็น 3 อำเภอ ประกอบด้วย อำเภอเมืองภูเก็ต อำเภอกะทู้ อำเภอถลาง มีตำบล 17 ตำบลและ 103 หมู่บ้าน การบริหารราชการส่วนท้องถิ่นประกอบด้วยองค์การบริหารส่วนจังหวัด 1 แห่ง เทศบาล 9 แห่ง และองค์การบริหารส่วนตำบลอีก 9 แห่ง ดังนี้ อำเภอเมือง ประกอบด้วยเทศบาลเมืองภูเก็ต (ตำบลตลาดใหญ่และตำบลตลาดเหนือ) เทศบาลตำบลกะรน ตำบลรัษฎา ตำบลวิชิต และตำบลราไวย์ องค์การบริหารส่วนตำบลเกาะแก้ว และตำบลฉลอง อำเภอกะทู้ แบ่งเป็น เทศบาลเมืองป่าตอง เทศบาลตำบลกะทู้ และองค์การบริหารส่วนตำบลกมลา อำเภอถลาง แบ่งเป็น เทศบาลตำบลเทพกระษัตรี ตำบลเชิงทะเล

องค์การบริหารส่วนตำบลเทพกระษัตรี ตำบลศรีสุนทร ตำบลเชิงทะเล ตำบลป่าคลอก ตำบลไม้ขาว และตำบลสาธุ (บรรยายสรุปจังหวัดภูเก็ต, 2554)

ตารางที่ 2.1 แสดงสถิติข้อมูลประชากรจากสำนักงานทะเบียนราษฎร (องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นจังหวัดภูเก็ต, 2555) สำหรับแต่ละเขตการปกครองของจังหวัดภูเก็ต ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 ถึง พ.ศ. 2554 จากตารางพบว่า จำนวนประชากรในจังหวัดภูเก็ตมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตารางที่ 2.2 แสดงจำนวนนักท่องเที่ยวรายปีของจังหวัดภูเก็ตสำหรับปี พ.ศ. 2549 – 2554 (กรมการท่องเที่ยว, 2555) โดยจำแนกเป็นนักท่องเที่ยวชาวไทยและชาวต่างประเทศ จากข้อมูลดังกล่าว จำนวนนักท่องเที่ยวมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในปี พ.ศ. 2554 โดยมีปริมาณเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2553 ประมาณร้อยละ 78 ตารางที่ 2.3 แสดงจำนวนวันเข้าพักเฉลี่ยของนักท่องเที่ยวในจังหวัดภูเก็ตสำหรับปี พ.ศ. 2549 – 2554 (กรมการท่องเที่ยว, 2555) จากข้อมูลดังกล่าว จำนวนวันที่เข้าพักของนักท่องเที่ยวรายปีไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลประชากรในพื้นที่จังหวัดภูเก็ตสำหรับปี พ.ศ. 2549 – 2554

พื้นที่จังหวัดภูเก็ต	จำนวนประชากร (ราย)						
	2549	2550	2551	2552	2553	2554	
อำเภอกะทู้	เทศบาลเมืองป่าตอง	16,521	17,643	18,547	18,446	18,596	19,426
	ต.กมลา	5,043	5,459	5,751	5,946	6,540	6,489
	เทศบาลเมืองกะทู้	18,794	20,239	21,329	22,347	22,855	23,476
อำเภอเมือง	ต.ตลาดใหญ่	51,027	52,192	52,538	52,695	52,375	52,361
	ต.ตลาดเหนือ	23,191	23,381	23,738	23,683	23,345	22,904
	ต.เกาะแก้ว	8,846	10,136	10,333	10,671	11,178	11,529
	เทศบาล ต.รัษฎา	31,376	33,534	36,118	38,584	41,279	43,185
	เทศบาล ต.วิชิต	37,301	38,701	40,060	40,984	41,946	43,430
	ต.ฉลอง	16,726	18,072	18,894	19,687	20,877	21,485
	เทศบาล ต.กะรน	6,557	7,094	7,349	7,539	7,616	7,995
	เทศบาล ต.ราไวย์	13,091	13,623	14,259	14,703	15,137	15,620
อำเภอถลาง	ต.สาธุ	4,386	4,496	4,743	4,888	5,255	5,437
	ต.ไม้ขาว	11,762	11,874	12,052	12,096	12,315	12,448
	ต.ป่าคลอก	11,718	12,224	12,722	13,070	13,291	13,706
	ต.เชิงทะเล	9,926	10,285	10,620	10,812	10,816	10,859

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลประชากรในพื้นที่จังหวัดภูเก็ตสำหรับปี พ.ศ. 2549 – 2554 (ต่อ)

พื้นที่จังหวัดภูเก็ต	จำนวนประชากร (ราย)					
	2549	2550	2551	2552	2553	2554
อำเภอถลาง เทศบาล ต.เชิงทะเล	3,581	3,828	4,315	4,959	5,614	6,032
ต.เทพกระษัตรี	11,600	12,079	12,395	12,583	12,704	12,963
เทศบาล ต.เทพกระษัตรี	6,107	6,241	6,476	6,654	6,780	6,814
ต.ศรีสุนทร	13,184	14,197	14,767	15,569	16,543	17,659

ตารางที่ 2.2 ข้อมูลนักท่องเที่ยวรายปีในพื้นที่จังหวัดภูเก็ต ปี พ.ศ. 2549 – 2554

จำนวนนักท่องเที่ยว	2549	2550	2551	2552	2553	2554
ชาวไทย (คน)	1,065,294	1,072,590	831,945	550,035	628,323	2,375,731
ชาวต่างชาติ (คน)	2,729,085	2,932,505	2,058,329	2,171,238	4,014,546	5,896,002
รวม (คน)	3,794,379	4,005,095	2,890,274	2,721,273	4,642,869	8,271,733

ตารางที่ 2.3 จำนวนวันเข้าพักเฉลี่ยของนักท่องเที่ยวในจังหวัดภูเก็ตสำหรับปี พ.ศ. 2549 – 2554

อัตราการเข้าพัก (ปี)	2549	2550	2551	2552	2553	2554
ชาวไทย (วัน)	4	3	4	4	3	3
ชาวต่างชาติ (วัน)	7	6	8	7	5	5

2.2 ทรัพยากรน้ำ (Water Resource)

ทรัพยากรน้ำเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติโดยมีการหมุนเวียนเคลื่อนย้ายจากที่แห่งหนึ่งไปยังอีกแห่งหนึ่งตลอดเวลา และมีการเปลี่ยนแปลงสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว และระเหยกลายเป็นไอน้ำเมื่อขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ เกิดการควบแน่นกลายเป็นเมฆและตกลงมาสู่พื้นโลก ในรูปของหยาดน้ำฟ้า (Precipitation) ต่าง ๆ เป็นระบบ เรียกว่า วัฏจักรของอุทกวิทยา (Water Cycle) ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 วัฏจักรของอุทกวิทยา (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2551)

แหล่งน้ำที่พบในธรรมชาติ มี 3 แหล่ง คือ

1) แหล่งน้ำในบรรยากาศ (Atmospheric Water) เป็นน้ำที่เกิดจากการระเหยและควบแน่นมี 3 สถานะได้แก่ สถานะไอน้ำ เช่น เมฆ หมอก สถานะของเหลว ได้แก่ ฝนและน้ำค้าง และสถานะของแข็งได้แก่ หิมะและลูกเห็บ

2) แหล่งน้ำผิวดิน (Surface Water) เป็นน้ำจากชั้นบรรยากาศที่ตกลงมาสู่ผิวโลก ไหลลงมาข้างตามแอ่ง หรือที่ต่ำ โดยปกติน้ำผิวดินจะได้รับการเติมจากฝนหรือหิมะที่ตกลงมา และจะหายไปตามธรรมชาติด้วยการระเหย การไหลออกสู่ทะเลและการซึมลงไปได้ดิน เช่น หนอง บึง คลอง แม่น้ำ ทะเล และทะเลสาบ

3) แหล่งน้ำใต้ดิน (Ground Water) เป็นแหล่งน้ำที่ไหลซึมผ่านชั้นดินและหิน ลงไปสะสมอยู่ตามช่องว่างระหว่างชั้นหินใต้พื้นดินน้ำผิวดิน

ทรัพยากรน้ำเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตในหลายด้าน และมนุษย์ใช้คุณประโยชน์จากน้ำ ดังนี้

- 1) ด้านการอุปโภค บริโภค
- 2) เป็นแหล่งอาหาร
- 3) ด้านชลประทาน ใช้ในการเกษตร เพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์
- 4) ด้านอุตสาหกรรม เพื่อการซักล้างและระบายความร้อน
- 5) ด้านการผลิตพลังงานไฟฟ้า

- 6) ด้านการคมนาคมขนส่ง
- 7) ด้านนันทนาการ เป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจ

2.3 หยาดน้ำฟ้า (Precipitation)

หยาดน้ำฟ้า หมายถึง น้ำที่ตกจากชั้นบรรยากาศลงสู่พื้นดินในสถานะที่เป็นน้ำหรือน้ำแข็ง เช่น ฝน หิมะ ลูกเห็บ เป็นต้น กระบวนการเกิดหยาดน้ำฟ้ามาจากการกลั่นตัวของไอน้ำในชั้นบรรยากาศที่เกาะตัวรวมตัวกันกลายเป็นเมฆและกลั่นตัวเป็นหยาดน้ำฟ้าที่ตกลงสู่พื้นโลกในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

- 1) ฝน (rain, rainfall) คือ หยาดน้ำฟ้าที่เกิดจากมวลไอน้ำในบรรยากาศได้รับความเย็นและกลั่นตัวรวมกันเป็นเมฆและตกลงสู่พื้นดินในรูปของเหลว มีขนาด 2-5 มิลลิเมตร
- 2) ฝนละออง (drizzle) คือ หยาดน้ำฟ้าที่ตกลงมาในรูปของเหลวเช่นเดียวกับฝน แต่มีขนาดเล็ก เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.1-0.5 มิลลิเมตร โดยทั่วไปมีปริมาณตกน้อยกว่า 1 มม./ ชั่วโมง
- 3) น้ำแข็งเคลือบ (freezing rain, glaze) คือ ฝนหรือละอองฝนที่ตกลงมาแต่มีผิวเป็นน้ำแข็งใสและเรียบเนื่องจากกระทบกับความเย็นจัดบริเวณพื้นผิว
- 4) ลูกปรายน้ำแข็ง (sleet) คือ เม็ดฝนที่ตกผ่านชั้นบรรยากาศที่เย็นจัดก่อนตกถึงพื้นโลกมีลักษณะเป็นเม็ดน้ำแข็งเล็ก ๆ โปร่งใส มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5-5 มิลลิเมตร
- 5) หิมะ (snow) คือ การตกของผลึกน้ำแข็งผ่านชั้นบรรยากาศที่เย็นจัด มีลักษณะเป็นปุยอ่อนนุ่ม และรูปร่างเป็นผลึกหกเหลี่ยม มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1-2 มิลลิเมตร
- 6) ลูกเห็บ (hail) คือ หยาดน้ำฟ้าที่เป็นเม็ดน้ำแข็ง มีหลายรูปทรงเช่น ทรงกลม ทรงกรวย มีสีขุ่นมัว มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 5 มิลลิเมตร (นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์, 2551)

ฝนเป็นหยาดน้ำฟ้าที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศ เนื่องจากปริมาณของฝนที่ตกลงมาสู่พื้นดินจะส่งผลโดยตรงต่อสมดุลของระบบนิเวศในพื้นที่ดังกล่าว ซึ่งหากมีปริมาณฝนมากเกินไปก็จะเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหาน้ำท่วม หรือดินถล่มในพื้นที่ ส่วนในกรณีที่มีปริมาณฝนน้อยเกินไปหรือฝนแล้งจะทำให้เกิดปัญหาขาดแคลนน้ำ การตรวจวัดน้ำฝนจะทำให้ทราบปริมาณฝนที่ตกลงมาในพื้นที่ซึ่งจะนำไปสู่การคาดการณ์ และการพยากรณ์ซึ่งจะนำไปสู่การวางแผนแก้ไขปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นและการบริหารจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต

การวัดปริมาณน้ำฝน คือการตรวจวัดความแรงหรือความหนาแน่นของฝนมีหน่วยเป็น มิลลิเมตรต่อช่วงเวลา สามารถแบ่งได้ (กิริติ ลีวัจนกุล, 2541; กรมอุตุนิยมวิทยา, 2551) ดังนี้

2.3.1 การตรวจวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน (rain gauge)

เป็นการวัดปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมายังพื้นดิน โดยตรงด้วยอุปกรณ์ที่ติดตั้งบนพื้นดิน มี 2 ประเภท คือ

2.3.1.1 เครื่องวัดน้ำฝนแบบธรรมดาหรือแบบไม่บันทึก เป็นการวัดปริมาณน้ำฝนในแต่ละครั้ง ไม่สามารถวัดปริมาณได้อย่างต่อเนื่อง มีรูปร่างเป็นทรงกระบอกตรงหรือก้นผายออกเพื่อให้มีความมั่นคง โดยมีความยาวและเส้นผ่านศูนย์กลางแตกต่างกัน ซึ่งจะติดตั้งบนพื้นดินที่เรียบและสูงจากพื้นไม่เกิน 1 เมตร ได้แก่ เครื่องวัดน้ำฝนแบบแก้วดวง ซึ่งจะสามารถวัดปริมาณฝนได้ทั้งหมดและวัดได้ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง

2.3.1.2 เครื่องวัดน้ำฝนแบบบันทึก เป็นการวัดน้ำฝนที่ตกลงมาในภาชนะต่อหน่วยเวลาที่กำหนดและสามารถบันทึกปริมาณฝนได้อย่างต่อเนื่อง ได้แก่ เครื่องวัดน้ำฝนแบบลูกลอย แบบถ้วยกระดก และแบบชั่งน้ำหนัก ซึ่งจะสามารถบันทึกปริมาณน้ำฝนที่วัดได้เป็นแบบรายวัน (Daily) รายสัปดาห์ (Weekly) และรายเดือน (Monthly)

2.3.2 การตรวจวัดน้ำฝนด้วยเรดาร์ตรวจอากาศภาคพื้นดิน (ground-base weather radar section)

เป็นการวัดปริมาณน้ำฝนด้วยคลื่นวิทยุจากกระยะไกลที่ส่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากงานสายอากาศ ไปกระทบวัตถุ กลุ่มเมฆหรือฝน ทำให้เกิดการสะท้อนกลับและรับคลื่น ตามขนาดของกำลังสะท้อนด้วยเรดาร์บนภาคพื้นดิน

2.3.3 การตรวจวัดน้ำฝนด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา (weather satellite)

เป็นการตรวจวัดปริมาณฝนด้วยเครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ ที่ติดตั้งบนดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

2.3.3.1 ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาแบบอยู่กับที่ (geostationary meteorological satellite) หรือ ดาวเทียมค้างฟ้า คือ ดาวเทียมที่โคจรตามเส้นศูนย์สูตรที่ระดับความสูงประมาณ 35,800 กิโลเมตร ด้วยความเร็วและทิศทางเดียวกันกับการหมุนรอบตัวเองของโลก ทำให้ตำแหน่งดาวเทียมสัมพันธ์กับตำแหน่งบนพื้นโลกจึงเหมือนดาวเทียมอยู่ประจำที่ เช่น ดาวเทียม METEOSAT และ INSAT เป็นต้น

2.3.3.2 ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาแบบโคจรผ่านขั้วโลก (polar orbiting satellite) คือ ดาวเทียมที่มีแนวการโคจรผ่านใกล้ขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ ซึ่งจะเคลื่อนที่ในแนวเหนือใต้ที่ระดับความสูงประมาณ 850 กิโลเมตร เช่น ดาวเทียม NOAA และ METEOR

2.3.4 ระบบโทรมาตร (telemetry system)

เป็นการวัดปริมาณฝนด้วยระบบการตรวจวัด ที่มีการรับส่งและจัดเก็บข้อมูลจากระยะไกลอัตโนมัติ (Remote station) ด้วยระบบดาวเทียม ใยแก้ว วิทยุ หรือโทรศัพท์ ซึ่งสามารถประมวลผลข้อมูล ได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ แต่มีข้อจำกัดคือต้องใช้งบประมาณในการติดตั้งสูง การติดตั้งโครงข่ายระบบโทรมาตรให้ครอบคลุมเป็นไปได้ยาก และเทคโนโลยีที่ใช้มีความซับซ้อน (ธนิต รัชัญญา, 2547)

วิธีการในการตรวจวัดน้ำฝนแต่ละวิธีมีข้อจำกัดที่แตกต่างกัน ลักษณะของข้อมูลที่ได้จึงไม่เหมือนกัน เช่น การตรวจวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน มีความถูกต้องและความละเอียดของข้อมูล การกระจายของฝนขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ได้จากสถานีตรวจวัด ส่วนข้อมูลที่ได้จากสถานีเรดาร์ตรวจวัดอากาศสามารถหาตำแหน่ง ความเข้ม และตรวจวัดความเร็วในการเคลื่อนที่ของของกลุ่มฝนได้ แต่มีข้อจำกัดคือความถูกต้องของข้อมูล เนื่องจากจากค่าที่วัดได้ไม่ใช่ปริมาณฝนที่ตกลงมาถึงพื้นดินโดยตรง ไม่สามารถตรวจวัดน้ำฝนที่มีปริมาณน้อยได้อย่างถูกต้อง การตรวจวัดต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีที่ซับซ้อน ซึ่งทั้งสองวิธีนี้ต้องใช้ค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง เก็บข้อมูลและบำรุงรักษาสูง โดยเฉพาะในพื้นที่ที่เข้าถึงยากและไม่สามารถติดตั้งได้ในมหาสมุทร ในขณะที่การตรวจวัดฝนด้วยดาวเทียมมีความถูกต้องใกล้เคียงกับการตรวจวัดด้วยเรดาร์และสามารถตรวจวัดได้ในพื้นที่ที่เข้าถึงได้ยากรวมถึงมหาสมุทร ซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถนำไปประมวลผลและใช้งานได้ทันที (สุจริต หวังวงศ์วิโรจน์และคณะ, 2550) ในปัจจุบันวิธีตรวจวัดน้ำฝนด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาถูกนำมาประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางโดยใช้แบบจำลองในการพยากรณ์ปริมาณฝนมีหลายวิธี

พรนภา ทองเทพ (2552) ใช้การประมาณปริมาณน้ำฝนด้วย วิธี TAMSAT (Tropical Application of Meteorological satellite) เป็นวิธีการที่ใช้ภาพของช่องสัญญาณอินฟราเรดมาประมาณอุณหภูมิยอดเมฆมาหาความสัมพันธ์กับปริมาณฝนภาคพื้นดิน โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา MSAT ในการประมาณปริมาณฝนในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย ในขณะที่ ธนิต รัชัญญา (2547) ได้ใช้ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา GMS-5 ในการประมาณปริมาณฝนสำหรับกรุงเทพมหานคร โดยวิธีใช้อัตราการลดอุณหภูมิตามความสูงของชั้นบรรยากาศเทียบกับ วิธี TAMSAT พบว่าทั้งสองวิธีมีความผิดพลาดของความสัมพันธ์เท่ากับร้อยละ 17.27 และ 15.15 ตามลำดับ ดังนั้นวิธี TAMSAT จึงมีความเหมาะสมในการประมาณปริมาณฝนสำหรับกรุงเทพมหานครในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และ Sirikantisopon (2001) ได้ใช้วิธี MM5 (Fifth-Generation NCAR/Penn State Mesoscale Model) ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนที่เกิดขึ้นในประเทศไทย

2.4 น้ำผิวดิน (Surface water)

น้ำผิวดิน หมายถึง น้ำที่ถูกขังอยู่ในที่ลุ่มบนพื้นดิน ซึ่งมาจากหยาดน้ำฟ้าที่ตกลงมาจากชั้นบรรยากาศ และถูกกักเก็บบนผิวดินโดยแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

- 1) แหล่งน้ำผิวดินที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ได้แก่ แม่น้ำ บึง ทะเลสาบ เป็นต้น
- 2) แหล่งน้ำผิวดินที่มนุษย์สร้างขึ้น ได้แก่ เขื่อน อ่างเก็บน้ำ

น้ำผิวดินในจังหวัดภูเก็ตมาจากแหล่งน้ำผิวดินทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติเป็นลำห้วยและคลองขนาดเล็กหลายสาย เช่น น้ำตกกะทู้ น้ำตกบางแป คลองบางใหญ่ คลองบางโรง คลองท่าเรือ เป็นต้น ส่วนแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น ได้แก่ อ่างเก็บน้ำบางวาด อ่างเก็บน้ำบางเหนียวดำ นอกจากนี้จังหวัดภูเก็ตยังมีแหล่งน้ำผิวดินที่เป็นขุมเหมืองเก่า (mining pit) ซึ่งเป็นพื้นที่ ที่มีลักษณะเป็นสระที่มีน้ำขัง สืบเนื่องมาจากในอดีตจังหวัดภูเก็ตเป็นแหล่งเหมืองแร่ดีบุก ที่สำคัญของประเทศ เมื่อมีการยกเลิกการทำเหมืองจึงทำให้เกิดเป็นแหล่งน้ำผิวดินที่มีความสำคัญในพื้นที่ ซึ่งมีกระจายอยู่ทั่วเกาะทั้งหมด 113 ขุม ใน 9 ตำบล ได้แก่ ตำบลฉลอง ตำบลเกาะแก้ว ตำบลรัษฎา ตำบลไม้ขาว ตำบลศรีสุนทร ตำบลเชิงทะเล ตำบลเทพกระษัตรี ตำบลกมลาและตำบลกระทู้ ส่วนใหญ่ครอบครองโดยเอกชนที่มีการใช้ประโยชน์เพียงบางส่วน ซึ่งในหลายพื้นที่ถูกปล่อยร้างหน่วยงานของรัฐไม่สามารถเข้าไปบริหารจัดการและไม่ได้มีการนำมาใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพ (โครงการชลประทาน สาขาภูเก็ต, 2553)

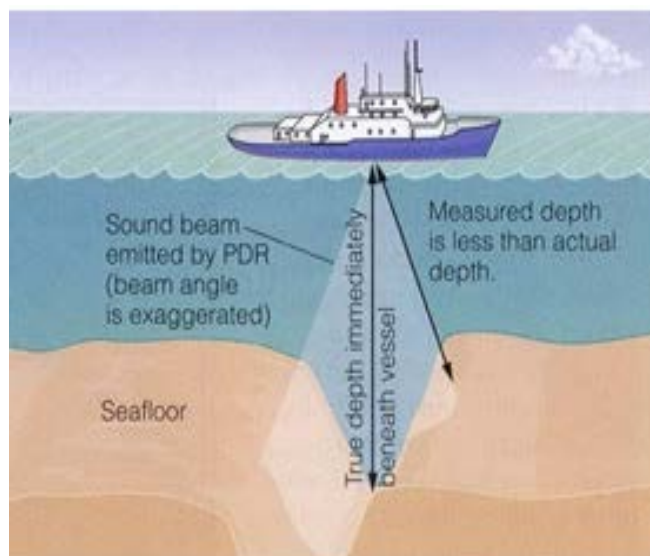
ปริมาณน้ำผิวดินในแต่ละแห่งจะมีปริมาณที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากขนาดรูปร่างและความลึก ทำให้ความจุของพื้นที่ซึ่งจะมีผลต่อการกักเก็บน้ำฝนที่ตกลงมาในพื้นที่ดังกล่าว การหาความจุของแหล่งน้ำผิวดินนั้นสามารถทำได้โดยจากการสำรวจความลึกของแหล่งน้ำซึ่งเป็นวิธีการเดียวกับการวัดความลึกของมหาสมุทร ได้แก่

2.4.1 การใช้สายหยั่งความลึก

เป็นวิธีการวัดความลึกของน้ำเป็นจุด ๆ ซึ่งจะใช้ได้ดีในบริเวณที่มีความลึกไม่มาก กระแสน้ำและลมไม่รุนแรงในขณะที่มีการตรวจวัด

2.4.2 การใช้เสียงสะท้อน (echo sounder)

เป็นวิธีการวัดความลึกของน้ำโดยใช้การตรวจวัดคลื่นเสียงที่สะท้อนกลับมาจากอุปกรณ์ตรวจวัด เป็นวิธีการที่สามารถวัดความลึกได้อย่างต่อเนื่องและถูกต้อง (มณฑล แก่นมณี, 2553) ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 วิธีการวัดความลึกของน้ำโดยการใช้เสียงสะท้อน (echo sounder) (มณฑล แก่นมณี, 2553)

2.5 ข้อมูลดาวเทียม

ข้อมูลดาวเทียมเป็นข้อมูลที่ได้จากการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) โดยใช้อุปกรณ์ตรวจวัดที่ติดตั้งบนดาวเทียม เพื่อใช้ในการสำรวจวัตถุในพื้นที่โดยอาศัยค่าการสะท้อนพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัตถุบนผิวโลก ซึ่งสามารถแบ่งประเภทของดาวเทียมเป็น 2 ระบบคือ

1) การรับรู้ระยะไกลแบบแอ็คทีฟ (Active remote sensing system) เป็นระบบของการรับรู้ระยะไกลที่สร้างพลังงานขึ้นเองและส่งพลังงานมาตกกระทบวัตถุ แล้วตรวจหาพลังงานที่สะท้อนกลับในระบบ RADAR LIDAR และ SONAR ดาวเทียมในแบบนี้เช่น RADARSAT และ ERS

2) การรับรู้ระยะไกลแบบพาสซีฟ (Passive remote sensing system) เป็นระบบของการรับรู้ระยะไกลที่อาศัยพลังงานจากดวงอาทิตย์ในการตรวจวัดค่าพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ได้จากการสะท้อน (Reflect) หรือการแผ่ (Emitted) จากพื้นผิวของวัตถุ ซึ่งพลังงานที่ตรวจวัดได้จะอยู่ในช่วงคลื่นที่สายตามองเห็น (visible) ช่วงคลื่นอินฟราเรด (infrared) และคลื่นไมโครเวฟ (microwave) ในระบบ MSS TM และ Panchromatic ดาวเทียมในแบบนี้เช่น NOAA Landsat SPOT และ IKONOS (สรศักดิ์ กลิ่นดาว, 2550) รวมถึงดาวเทียมไทยโชด

ดาวเทียมสามารถแบ่งประเภทได้เป็น 5 กลุ่มตามวัตถุประสงค์ในการใช้งาน ได้แก่ ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา (meteorological) ดาวเทียมสำรวจทางสมุทรศาสตร์ (marine observation satellite) ดาวเทียมสำรวจทรัพยากร (earth resource satellite) ดาวเทียมแสดงพิกัดตำแหน่ง (global positioning system satellite) และดาวเทียมคมนาคมหรือดาวเทียมสื่อสาร (telecommunication satellite) (ศุภทินี คนตรี, 2549) ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตของดาวเทียมสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อการศึกษาสภาพแวดล้อม การจัดการและแก้ไขปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมในหลายพื้นที่และผลที่ได้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล เป็นเครื่องมือสำคัญในการได้มาซึ่งข้อมูลที่รวดเร็วและประหยัดค่าใช้จ่าย ข้อมูลจากการรับรู้ระยะไกลในปัจจุบันมีดาวเทียมหลายดวงที่ได้มีการพัฒนาคุณสมบัติและประสิทธิภาพเฉพาะ เหมาะสำหรับการประยุกต์ใช้งานที่แตกต่างกัน เช่น ด้านการเกษตร การใช้ทรัพยากรดิน ธรณีวิทยา ทรัพยากรชายฝั่ง อุทกวิทยาและอุตุนิยมวิทยา เป็นต้น (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2552) และเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ในการวิจัยนี้ได้เลือกใช้ข้อมูลจากการสังเกตของดาวเทียมสำรวจทรัพยากรและดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาที่มีคุณสมบัติเหมาะสม ได้แก่ ดาวเทียมไทยโชต เนื่องจากสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่าย มีการถ่ายทำหลายช่วงคลื่นที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูง สามารถที่จะแยกรายละเอียดคุณภาพของวัตถุและความแตกต่างระหว่างพื้นดินกับน้ำได้ดี ในการหาขอบเขตของแหล่งน้ำ และดาวเทียม NOAA-18 ในการประมาณปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ศึกษา

2.5.1 ดาวเทียมไทยโชต (Thaichote)

ดาวเทียมไทยโชต (Thaichote) หรือดาวเทียมธีออส (THEOS) เป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรดวงแรกของไทยถูกส่งเข้าสู่วงโคจรในวันที่ 1 ตุลาคม 2551 มีวงโคจรจรแบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ (Sun Synchronous) ที่ความสูง 822 กิโลเมตร จากพื้นโลกใช้เวลา 101.4 นาทีในการโคจรรอบโลก 1 รอบ ซึ่งจะใช้เวลา 26 วันในการโคจรกลับมาถ่ายทำซ้ำในจุดเดิมในเวลา 10.00 น. ตามเวลาท้องถิ่น มีระบบการถ่ายภาพ 2 ระบบ คือ ระบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral) และระบบช่วงคลื่นความถี่กว้าง (Panchromatic) ซึ่งมีคุณสมบัติ ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติของดาวเทียมไทยโชต (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2552)

ระบบการถ่ายภาพ	ความยาวคลื่น (ไมโครเมตร)	ความละเอียดเชิงพื้นที่ (เมตร)	ความกว้างแนวภาพ (กิโลเมตร)
ระบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral)	0.45–0.52 (blue)	15	90
	0.53–0.60 (green)		
	0.62–0.69 (red)		
	0.76–0.90 (near IR)		
ระบบช่วงคลื่นความถี่กว้าง (Panchromatic)	0.45–0.90	2	22

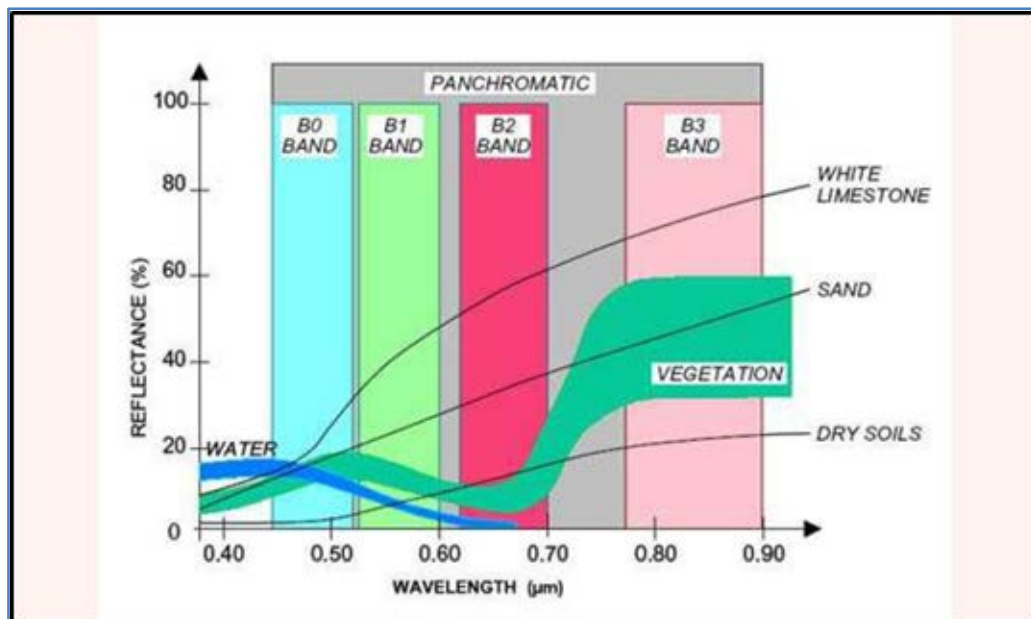
ระบบการถ่ายภาพของดาวเทียมไทยโชตมีหลายช่วงคลื่น จะให้ค่าการสะท้อนของวัตถุแต่ละชนิดที่แตกต่างกันซึ่งเป็นคุณลักษณะการสะท้อนแสงของวัตถุในแต่ละช่วงคลื่น หรือลายเส้นสเปกตรัม (Spectral Characteristic) โดยคุณลักษณะในแต่ละช่วงคลื่นของดาวเทียมไทยโชต มีคุณสมบัติดังนี้

1) ช่วงคลื่นแสงสีน้ำเงิน (0.45-0.52 ไมโครเมตร) เป็นช่วงคลื่นที่มีคุณลักษณะที่มีความสามารถในการส่องผ่านบริเวณที่เป็นแหล่งน้ำ (Water penetration band) การทะลุทะลวงผ่านและมองเห็นวัตถุที่อยู่ลึกลงไปใต้น้ำ ปะการัง หรือการประยุกต์ใช้ในด้าน Aquatic system ได้เป็นอย่างดี รวมทั้งสามารถใช้ในการจำแนก ลักษณะของพืชพรรณ ดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน

2) ช่วงคลื่นแสงสีเขียว (0.53-0.60 ไมโครเมตร) เป็นช่วงคลื่นที่จะมีค่าการสะท้อนแสงในพืชพรรณที่มีสีเขียวสูงกว่าในช่วงคลื่นแสงสีน้ำเงินและสีแดงในช่วงคลื่นนี้มีชื่อเรียกว่า “Chlorophyll Absorption Band” สามารถใช้ตรวจสอบความสมบูรณ์ของพืชพรรณ หรือวิเคราะห์งานทางด้านป่าไม้ได้เป็นอย่างดี

3) ช่วงคลื่นแสงสีแดง (0.62-0.69 ไมโครเมตร) เป็นช่วงคลื่นที่สามารถใช้ในการจำแนกขอบเขตของชนิดดินและใช้ในด้านธรณีวิทยา

4) ช่วงคลื่นแสงอินฟราเรดใกล้ (0.76-0.90 ไมโครเมตร) เป็นช่วงคลื่นที่ตอบสนองต่อมวลชีวภาพของพืชได้เป็นอย่างดี จึงสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์พืช ตรวจสอบบริเวณที่เป็นพื้นดินและแหล่งน้ำ เป็นต้น ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 กราฟแสดงค่าคุณลักษณะลายเซ็นต์เชิงคลื่น (Spectral Characteristic) ดาวเทียมไทยโชด (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2552)

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตของดาวเทียมไทยโชดที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูง มีคุณลักษณะของช่วงคลื่นที่จะให้ค่าการสะท้อนแสงที่แตกต่างกันของวัตถุต่างชนิดกัน เช่น วัตถุที่เป็นพืชพรรณ ดิน และน้ำ ในระบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral band) และระบบช่วงคลื่นเดี่ยว (Panchromatic) สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการจำแนกวัตถุบนพื้นโลกได้ โดย ชีร์สันต์ รัตนบำรุง และคณะ (2554) ได้ใช้อัลกอริทึมเครือข่ายประสาทเทียมในการศึกษาพื้นที่ป่าชายเลนในเขตพื้นที่ซึ่งมณฑล ระนอง ที่ใช้หลักการผสมสีเท็จ ค่าการสะท้อนพื้นผิว (surface reflectance) ของในช่องสัญญาณอินฟราเรดใกล้จะสามารถแยกพื้นที่แหล่งน้ำและป่าชายเลนถึงระดับขอบเขตพื้นที่ของพืชได้อย่างชัดเจน สามารถจำแนกประเภทของวัตถุต่าง ๆ สิ่งปกคลุมดิน เช่น ป่า น้ำ พื้นได้ อย่างแม่นยำและมีความถูกต้อง (Accuracy) สูง นอกจากนี้ข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาประยุกต์ในด้านทรัพยากรชายฝั่งโดยที่ ศศิธร สุขวิวัฒน์ธร (2554) ได้สำรวจปะการังโซนพื้นราบ ที่อุทยานแห่งชาติสิรินาถ ร่วมกับข้อมูลจากการสังเกตของดาวเทียมไทยโชด เนื่องจากมีช่องสัญญาณ สีน้ำเงิน ที่สามารถทะลุผ่านน้ำที่มีความโปร่งใสและมองเห็นวัตถุใต้น้ำได้ จำแนกประเภทปะการัง และวัตถุใต้น้ำ และจากการศึกษาของ Lim, *et.al.*, (2012) ได้ใช้ข้อมูลจากการสังเกตของดาวเทียมไทยโชด เพื่อการศึกษาปริมาณตะกอนของแข็ง (Total Suspended Solid) (mg/l) ในแหล่งน้ำรอบเกาะปิ้ง มาเลเซีย

2.5.2 ดาวเทียม NOAA-18

ดาวเทียม NOAA-18 เป็นดาวเทียมอวกาศแบบโคจรใกล้ขั้วโลก (Polar Operational Environmental Satellites: POES) ที่ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยความร่วมมือของ The National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) และ The National Aeronautics and Space Administration (NASA) สหรัฐอเมริกา ถูกส่งเข้าสู่วงโคจรในปี พ.ศ. 2548 เป็นดาวเทียมที่มีวงโคจรแบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ (Sun-synchronous orbit) ที่ระดับความสูง 854 กิโลเมตรเหนือผิวโลก ด้วยระยะเวลาในการโคจร 102 นาที ซึ่งจะโคจรรอบโลก 14 ครั้งต่อวัน มีอุปกรณ์ตรวจวัดในระบบ High Resolution Infrared Radiation Sounder (HIRS), Advanced Microwave Sounding Unit (AMSU), Space Environment Monitor (SEM), Data Collection System (DCS), Search and Rescue Satellite (SARSAT) Instrument, Solar Backscatter Ultraviolet Spectral Radiometer (SBUV/2) และ Microwave Humidity Sounder (MHS) สามารถทำการถ่ายภาพได้ในหลายช่วงคลื่น เช่น ในช่วงคลื่นตามองเห็น (visible) ช่วงคลื่นอินฟราเรด (infrared) และช่วงคลื่นไมโครเวฟ (microwave) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของอุปกรณ์ตรวจวัดแต่ละชนิด ซึ่งจะสามารถสังเกตสภาพอากาศที่ปกคลุมผิวโลก อุกมฆมิรอบโลก โดยให้ข้อมูลทุกวัน จากอุปกรณ์ตรวจวัดที่มีหลายระบบและสามารถถ่ายภาพได้ในหลายช่วงคลื่น จึงสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลาย เช่น การสำรวจด้านอวกาศ สมุทรศาสตร์ และอุทกศาสตร์ (The National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 2013)

อุปกรณ์ตรวจวัดระบบพาสซีฟไมโครเวฟ (Advanced Microwave Sounding Unit: AMSU) เป็นระบบที่ใช้ช่วงคลื่นไมโครเวฟที่มีช่วงคลื่นตั้งแต่ ประมาณ 1 มิลลิเมตร ถึง 1 เมตร ในการถ่ายภาพ ซึ่งมีลักษณะเด่น 2 ประการคือ การสามารถทะลุผ่านชั้นบรรยากาศได้ในทุกสภาพอากาศและการสะท้อนและการเปล่งพลังงานไมโครเวฟจากวัตถุบนพื้นผิวโลกไม่มีส่วนสัมพันธ์หรือเป็นลักษณะเดียวกับพลังงานในช่วงที่ตามองเห็น (visible) หรือในช่วงคลื่นความร้อน (infrared) (สุรภี อิงคากุล, 2548) อุปกรณ์ตรวจวัด AMSU ที่ติดตั้งบนดาวเทียม NOAA-18 มีระบบการถ่ายภาพ 20 ช่องสัญญาณ ซึ่งประกอบด้วย AMSU-A มี 15 ช่องสัญญาณ และ AMSU-B มี 5 ช่องสัญญาณ ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ช่องสัญญาณในการถ่ายทำ ด้วยอุปกรณ์ตรวจวัด AMSU ดาวเทียม NOAA-18
(ดัดแปลงจาก National Oceanic and Atmospheric Administration, 2009a; 2009b)

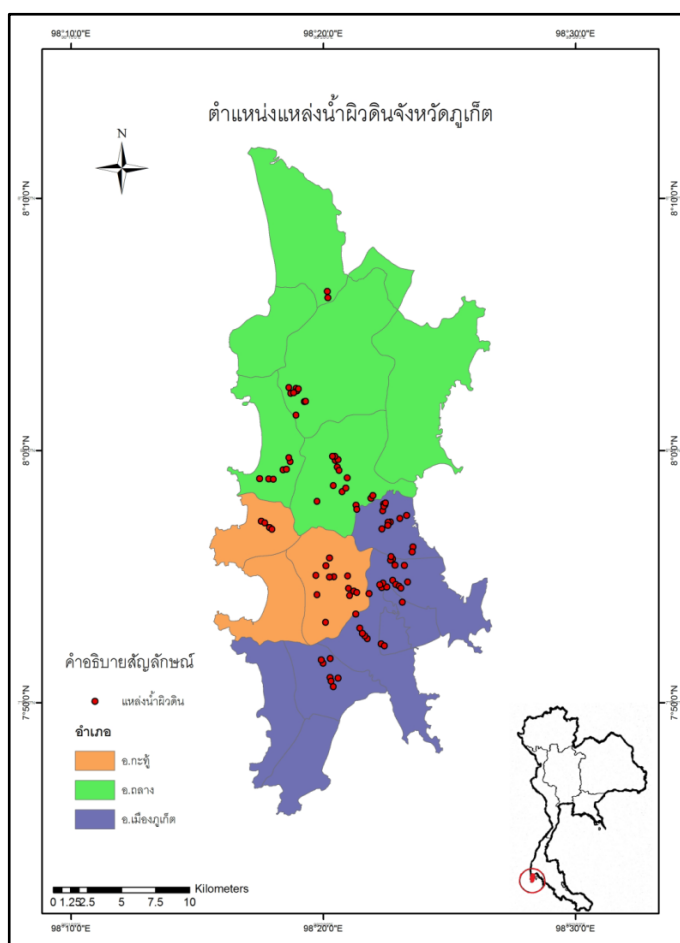
อุปกรณ์ตรวจวัด	ช่องสัญญาณ	ช่วงคลื่นความถี่ (MHz)	ความกว้างแนวภาพ (degree)
AMSU-A	1	23,800	3.3
	2	31,400	3.3
	3	50,300	3.3
	4	52,800	3.3
	5	53596±115	3.3
	6	54,400	3.3
	7	54,940	3.3
	8	55,500	3.3
	9	$f_0=57,290.344$	3.3
	10	$f_0\pm 217$	3.3
	11	$f_0\pm 322.2\pm 48$	3.3
	12	$f_0\pm 322.2\pm 22$	3.3
	13	$f_0\pm 322.2\pm 10$	3.3
	14	$f_0\pm 322.2\pm 4.5$	3.3
	15	89,000	3.3
AMSU-B	16	89.0±0.9 GHz	1.1 ±10%
	17	150.0±0.9 GHz	1.1 ±10%
	18	183.31±1.00 GHz	1.1 ±10%
	19	183.31±3.00 GHz	1.1 ±10%
	20	183.31±7.00 GHz	1.1 ±10%

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

งานวิจัยนี้เพื่อศึกษาปริมาณทรัพยากรน้ำผิวดินในจังหวัดภูเก็ตจำนวน 93 แห่ง ได้แก่ อ่างเก็บน้ำ และแหล่งน้ำขุมเหมือง ซึ่งเดิมเป็นพื้นที่การทำเหมืองแร่ดีบุกต่อมาถูกปล่อยทิ้งร้างและมีน้ำท่วมขัง พบกระจายอยู่ทั่วไปในจังหวัดภูเก็ต โดยในการศึกษารั้งนี้ได้มีการสำรวจภาคสนามเฉพาะในพื้นที่ที่ได้รับอนุญาตและสามารถเข้าถึงพื้นที่ในการสำรวจได้อย่างปลอดภัย ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ตำแหน่งแหล่งน้ำผิวดินจังหวัดภูเก็ต

3.2 การสำรวจภาคสนาม

การได้มาซึ่งข้อมูลของแหล่งน้ำผิวดินของจังหวัดภูเก็ตจำเป็นต้องมีการสำรวจภาคสนามร่วมกับการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากการรับรู้จากระยะไกล เพื่อความถูกต้องและแม่นยำของข้อมูล ทั้งนี้เนื่องจากแหล่งน้ำผิวดินส่วนใหญ่เป็นแหล่งน้ำที่เกิดจากแหล่งขุมเหมืองเก่า ที่มีขนาดพื้นที่ ความจุ และรูปร่างที่แตกต่างกัน การสำรวจข้อมูลแหล่งน้ำผิวดินในภาคสนามของงานวิจัยนี้อยู่ในช่วง เดือนเมษายน – มิถุนายน พ.ศ. 2554 โดยใช้เครื่อง GPS ระบุตำแหน่งของแหล่งน้ำ และใช้เครื่องหั่งความลึก (echo sounder) Garmin 421(s) เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดที่ได้มีการติดตั้งกับเรือสำหรับการสำรวจข้อมูลความลึกของแหล่งน้ำผิวดินที่จะทำให้ทราบค่าความลึก หน่วยเป็นเมตร ที่ตำแหน่งพิกัดนั้น ๆ ซึ่งมีระบบการทำงาน เป็นการวัดค่าการสะท้อนของสัญญาณคลื่นเสียง (sonar: sound navigation and ranging) จากหัวส่งสัญญาณ (transducer) แบบที่มี 2 ความถี่ (dual beam) คือ 50 kHz (มุม 45°) และ 200 kHz (มุม 12°) ที่สามารถระดับวัดความลึกได้ ตั้งแต่ 0.1-450 เมตร (GARMIN, 2010) โดยวัดความลึกในแนวระยะห่างของการวิ่งเรือ 15-20 เมตร ในทุก ๆ 1-5 เมตร ดังรูปที่ 3.2 ซึ่งข้อมูลความลึกแต่ละตำแหน่งที่ได้จะแสดงผลปรากฏที่หน้าจอของอุปกรณ์ตรวจวัด และถูกบันทึกไว้เพื่อนำไปสู่การประมวลผลในลำดับต่อไป



รูปที่ 3.2 เส้นทางในการเก็บข้อมูล (สีแดง) pit 4 (ขุมเหมืองอนุภาสและบุตร)

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.3.1 ข้อมูล

- ภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชต
- ข้อมูลฝนจากดาวเทียม NOAA-18
- แผนที่ภาพถ่ายออร์โธรีโธจีเชิงเลข มาตรฐาน 1:4,000
- ข้อมูลประชากร
- ข้อมูลนักท่องเที่ยว
- ข้อมูลชุมชนเหมือง

3.3.2 อุปกรณ์

- เครื่องกำหนดตำแหน่งบนโลก (GPS)
- เครื่องวัดระดับความลึกน้ำ (Echo sounder) Garmin รุ่น 421(s) และแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลท์
- ตลับเมตร
- กล้องถ่ายรูป
- เรือและพาย
- อุปกรณ์ชูชีพ
- เชือก
- คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
- โปรแกรมสำหรับการประมวลผลข้อมูล

3.4 การเตรียมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

ผลิตภัณฑ์ข้อมูลจากดาวเทียมไทยโชตมีการปรับแก้ 2 ระดับ ได้แก่

1) ระดับการปรับแก้โดยระบบ (1A) ภาพระดับ 1A จะได้รับการปรับแก้เชิงคลื่นด้วยการปรับระดับการตอบสนองสัมพัทธ์ของตัวตรวจจับ (Detector equalization) และกำจัดความผิดพลาดเชิงคลื่น ในช่วงคลื่น PAN และช่วงคลื่นสีแดง (Band3) ของระบบ MS ซึ่งเรียกว่า “ ช่วงคลื่นอ้างอิง ” จะไม่ได้รับการปรับแก้เชิงเรขาคณิต ส่วนช่วงคลื่น 3 ช่วงคลื่นที่เหลือจะได้รับการ

ขยับ (Shifted) เพื่อทดแทนการเยื้องกันของข้อมูลในแต่ละช่วงคลื่นและจะได้รับการกำหนดพิกัดอ้างอิงเชิงภูมิศาสตร์ (Geo-referenced)

2) ระดับการปรับแก้เชิงภูมิศาสตร์ (2A) ภาพระดับ 2A จะได้รับการปรับแก้เชิงคลื่นเหมือนกับระดับ 1 A นอกจากนี้ยังได้รับการแก้ไขความผิดพลาดเชิงเรขาคณิตของแต่ละช่วงคลื่น (Registered) และการปรับแก้ความบิดเบือนเชิงภูมิศาสตร์ (Geocoded) นั่นคือได้รับการจัดข้อมูลใหม่บนระบบพิกัดเชิงแผนที่ (Cartographic grid) (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2552)

ผลิตภัณฑ์ข้อมูลดาวเทียมไทยโชตที่นำมาใช้งานในปัจจุบันยังมีความคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่เกิดขึ้นจากระบบการถ่ายภาพหรือผลกระทบจากชั้นบรรยากาศในช่วงของการได้มาซึ่งข้อมูล จึงมีความจำเป็นต้องมีการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนดังกล่าวเพื่อความถูกต้องของข้อมูลก่อนการนำไปประมวลผล โดยมีขั้นตอนการเตรียมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ดังนี้

3.4.1 การกันขอบเขตภาพถ่ายดาวเทียม (Image Masking)

เนื่องจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับที่ได้จากการสังเกตของดาวเทียมไทยโชตที่มีการถ่ายภาพในระบบหลายช่วงคลื่น มีขนาดใหญ่มากกว่าพื้นที่ศึกษาโดยที่ 1 ระวังของภาพมีขนาดความกว้างของข้อมูลเท่ากับ 90 กิโลเมตร การกันขอบเขตภาพถ่ายดาวเทียม จึงเป็นการตัดข้อมูลภาพ (image subset) ให้มีขนาดเล็กลงเพื่อลดปริมาณข้อมูลก่อนโดยเลือกตัดขอบพื้นที่ให้อยู่ในแนวที่ครอบคลุมขอบเขตพื้นที่ที่ต้องการศึกษา เพื่อความรวดเร็วและประหยัดเวลาในการประมวลผลข้อมูล

3.4.2 การปรับแก้เชิงคลื่น (Radiometric Correction)

การได้มาซึ่งข้อมูลก่อนที่จะถึงเครื่องรับสัญญาณของดาวเทียมจะถูกกระทบจากชั้นบรรยากาศ หรือเครื่องรับสัญญาณทำให้คุณภาพของข้อมูลที่พรวดมัว ไม่ชัดเจนหรือถูกปิดบังด้วยเมฆ หมอก หรือควัน จึงมีความจำเป็นต้องมีการปรับแก้ ดังขั้นตอนดังนี้

3.4.2.1 การแปลงค่าข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital Number: DN) เป็น ค่าการสะท้อนพลังงาน (Radiance) เป็นการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงคลื่น โดยการแปลงค่าความสว่างเป็นค่าการแผ่รังสี สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 1

$$L_{\lambda} = \frac{DN}{Gain} + Bias \quad (1)$$

โดย	L_{λ}	= ค่า Radiance ($W/m^2/\mu m/sr$)
	DN	= ค่า Digital Number [0-225]
	Gain	= ค่า Absolute Calibration Gain แต่ละช่วงคลื่น
	Bias	= ค่า Absolute Calibration Bias แต่ละช่วงคลื่น

3.4.2.2 การปรับแก้ความคลาดเคลื่อนจากอิทธิพลของชั้นบรรยากาศ (Atmospheric Correction) และการคำนวณค่าการสะท้อน (Reflectance) เป็นการปรับแก้ค่าการสะท้อนพลังงานของวัตถุที่ถูกบิดเบือนจากชั้นบรรยากาศและแปลงเป็นค่าการสะท้อนของวัตถุโดยวิธีการ Dark Object Subtraction (DOS) (Richards and Jia, 2006) ดังสมการที่ 2

$$\rho_{\lambda} = \frac{\pi \times (L_{\lambda} - L_{\text{deep water}}) d^2}{E_{\text{sun}_{\lambda}} \times \sin \theta} \quad (2)$$

โดย	ρ_{λ}	= ค่า Reflectance [0-1]
	$L_{\text{deep water}}$	= Radiance of deep water ($W/m^2/\mu m/sr$)
	d^2	= Earth-Sun Distance in Astronomical Unit หรือ

สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$(1 - 0.01672 \times \cos ((0.9856 \times (DOY-4)) \times \pi/180))$$

* DOY = Day of Years

θ = Sun Elevation Angle (degree)

$E_{\text{sun}_{\lambda}}$ = Mean solar Exoatmospheric irradiances ($W/m^2/\mu m$)

ซึ่งค่า $E_{\text{sun}_{\lambda}}$ สามารถคำนวณได้ ดังสมการที่ 3

$$E_{\text{sun}_{\lambda}} = \frac{\int (RSR_{\lambda} \times \text{Solar Irradiance}) d\lambda}{\int RSR_{\lambda} d\lambda} \quad (3)$$

โดย	RSR	= Relative Spectral Response of λ bands
	Solar Irradiance	= Solar Irradiance of λ bands

3.4.3 การปรับแก้เชิงเรขาคณิต (Geometric Correction)

ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิตเกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย เช่น จากความบกพร่องของอุปกรณ์ตรวจวัด การหมุนรอบตัวเองของโลกซึ่งส่งผลให้ตำแหน่งของจุดภาพที่ถูกบันทึกได้มีความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งจริงบนโลก ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีการปรับแก้ข้อมูลให้มีความสอดคล้องกับพิกัด ตำแหน่งจริงบนโลกให้มากที่สุด มี 2 วิธี คือ 1) การปรับแก้แบบมีระบบ และ 2) การปรับแก้แบบไม่มีระบบ ซึ่งในแบบที่ 2 นี้ จะใช้จุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground control points: GCPs) เป็นตัวกำหนดรูปแบบสมการของการแปลงค่าพิกัดที่ใช้ในการปรับแก้ข้อมูลภาพ มี 3 วิธี (สมพร สง่าวงศ์, 2552) คือ

- 1) การแปลงจากภาพไปยังแผนที่อ้างอิง (Image to Map)
- 2) การแปลงจากภาพไปยังภาพที่อ้างอิง (Image to Image)
- 3) การแปลงข้อมูลดาวเทียมกับค่าพิกัดที่ถูกบันทึกด้วยเครื่อง GPS (Image to GPS)

3.4.4 การปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลภาพ (Image Enhancement)

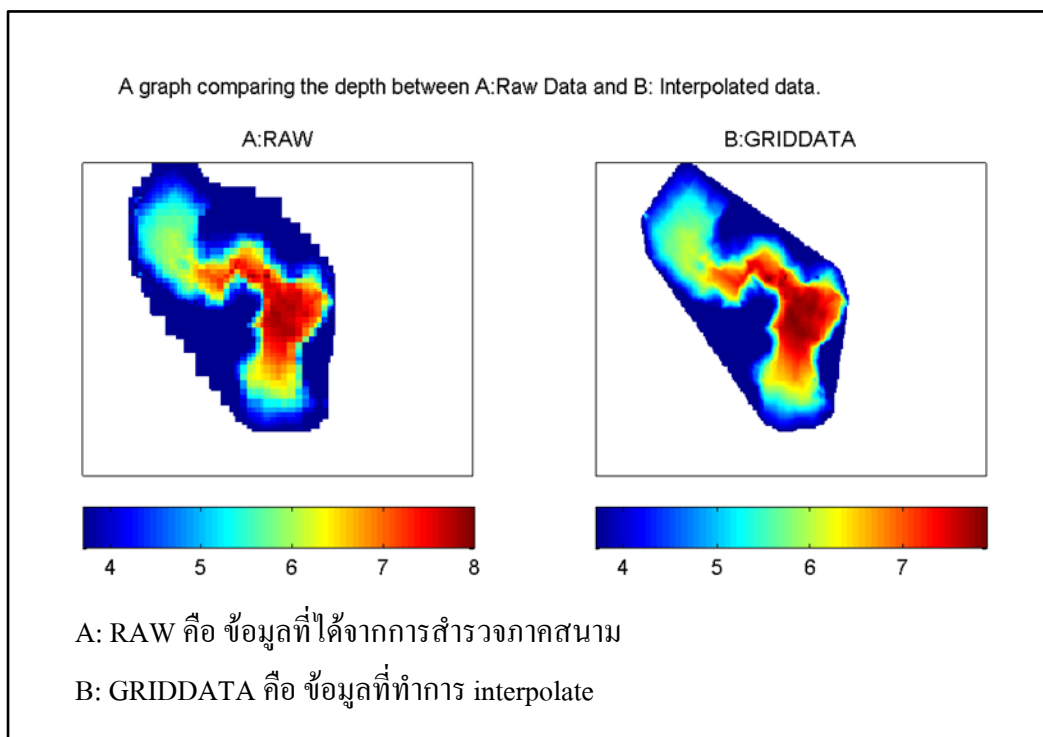
เป็นการเน้นรายละเอียดและความชัดเจนของข้อมูลภาพ หรือการเน้นความคมชัด ของวัตถุทำให้ มีความแตกต่างระหว่างวัตถุแต่ละชนิดสามารถสังเกตเห็นขอบเขตของวัตถุได้ชัดเจนขึ้น ก่อนที่จะนำผลข้อมูลที่ได้ไปแปลตีความต่อไป

3.5 การประมวลผล

การประมวลผลข้อมูลในการศึกษารังนี้ จำเป็นต้องมีข้อมูลจาก 3 ส่วน คือ ข้อมูลแหล่งน้ำผิวดินจากการสำรวจภาคสนาม ข้อมูลจากการรับรู้ระยะไกล ได้แก่ ข้อมูลจากการสังเกตด้วยดาวเทียมไทยโชตและข้อมูลผลิตภัณฑ์หยาดน้ำฟ้า AMP ที่ได้จากการสังเกตของดาวเทียม NOAA-18 และข้อมูลความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค บริโภคในพื้นที่จังหวัดภูเก็ต มาใช้ในการประมวลผลร่วมกัน ซึ่งมีวิธีการและขั้นตอนในการประมวลดังนี้

3.5.1 ข้อมูลของแหล่งน้ำผิวดินจากการสำรวจภาคสนาม

ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม ถูกนำมาใช้ในการคำนวณหาความจุของแหล่งน้ำผิวดินซึ่งสามารถทำได้โดยใช้ผลข้อมูลระดับความลึกที่ตำแหน่งพิกัดต่าง ๆ ที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม ในแต่ละพื้นที่แล้วนำมาหาปริมาตรด้วยวิธีการ ประมาณค่าในช่วง (interpolate) ซึ่ง ใช้วิธีการ cubic interpolate ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 การ interpolate ข้อมูลความลึก pit8 (บุมเหมือนมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขต ภูเก็ต)

วิธีการดังกล่าวใช้ในการคำนวณหาปริมาณค่าความจุของแหล่งน้ำทั้งหมด 85 แห่ง และพื้นที่อีก 8 แห่งใช้ข้อมูลจากกรมชลประทานที่ 15 ที่ได้มีการสำรวจในปี พ.ศ. 2548 เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวจากมีความชันและลึกมากไม่สามารถเข้าไปสำรวจได้

3.5.2 ข้อมูลดาวเทียม

การวิเคราะห์แหล่งน้ำผิวดินของจังหวัดภูเก็ตใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตของดาวเทียมไทยโชต เป็นข้อมูลระดับ 1A มีการถ่ายทำในวันที่ 18 มกราคม พ.ศ. 2553 มีการเตรียมข้อมูลโดยการปรับแก้ข้อมูลภาพก่อนการนำไปประมวลผลตามขั้นตอน ต่อไปนี้

3.5.2.1 การปรับแก้เชิงคลื่น

การแปลงค่า DN เป็นค่า Radiance ได้โดยอาศัยค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่ม (Gain) และการชดเชย (Bias) ของแต่ละช่วงคลื่นของดาวเทียมไทยโชต ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่ม (Gain) และการชดเชย (Bias) ของความเทียมไทยโชด

ช่องสัญญาณ		Bias
Blue	2.07681	0
Green	2.12232	0
Red	2.41858	0
Near IR	1.67119	0
Panchromatic	2.15319	0

การปรับแก้ความคลาดเคลื่อนจากอิทธิพลของชั้นบรรยากาศและคำนวณค่าการสะท้อนทำได้โดยอาศัยค่า Earth-Sun Distance, Sun Elevation และ E_{sun} ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมไทยโชด ที่มีการถ่ายทำตรงกับวันที่ 18 ของปี สามารถคำนวณค่า Earth-Sun Distance (d) เท่ากับ 0.98376 ใน Astronomical Unit และมีค่า Sun Elevation เท่ากับ 49.21322 และสามารถหาค่า Solar Irradiance (Thuillier et al., 2004) ในการคำนวณหาค่า E_{sun} จากสมการที่ (2) โดยที่ค่า E_{sun} ในแต่ละช่วงคลื่นของดาวเทียมไทยโชด (ธีรสันต์ รัตนบำรุงและคณะ, 2554) ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ค่า Mean Solar Exoatmospheric Irradiances (E_{sun}) ดาวเทียมไทยโชด

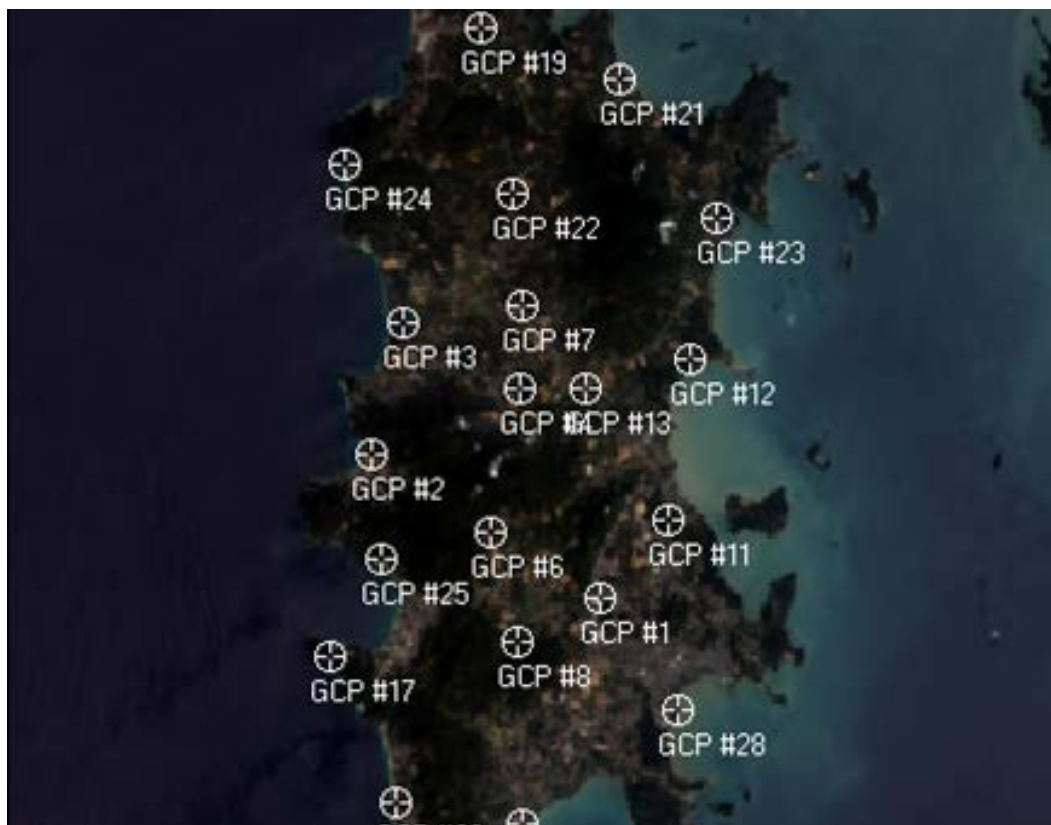
ช่องสัญญาณ (Band)	E_{sun} ($W/m^2/\mu m$)
Blue	2005.8253
Green	1848.6538
Red	1566.4886
Near IR	1064.7254
Panchromatic	1494.4

ซึ่งผลที่ได้จากการปรับแก้ค่า DN จะเป็นค่าการสะท้อนพลังงานของวัตถุจากพื้นผิวโลกซึ่งมีค่าเท่ากับ 0-1 และการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนจากอิทธิพลของชั้นบรรยากาศทำให้ผลของข้อมูลที่มีความชัดเจนขึ้น

3.5.2.2 การปรับแก้เชิงเรขาคณิต

เพื่อปรับพิกัดของภาพให้มีความถูกต้องทางตำแหน่งของพื้นที่ศึกษาด้วยแผนที่ภาพถ่ายออร์โธรีโธซีเชิงเลข มาตรฐาน 1:4,000 จากกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่ง

มีความละเอียดเชิงพื้นที่เท่ากับ 1 เมตร ใช้จุด GCPs อ้างอิงทั้งหมด 21 จุด ในการควบคุมภาพโดยใช้กรอบอ้างอิง WGS 84 ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่ง (RMS error) เท่ากับ 0.1663 หรือเท่ากับ 2.5 เมตร ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 การปรับแก้เชิงเรขาคณิตของภาพถ่ายดาวเทียม

3.5.2.3 การปรับปรุงข้อมูลภาพ

การหาขอบเขตของแหล่งน้ำผิวดินสามารถใช้คุณลักษณะลายเซ็นเชิงคลื่นของวัตถุในพื้นที่ที่ต้องการศึกษา ซึ่งค่าสะท้อนพลังงานของวัตถุแต่ละชนิดจะมีค่าแตกต่างกันมาใช้ในการจำแนกประเภทของวัตถุ ดังนี้

พืช มีลักษณะการสะท้อนพลังงานที่จะมีความแตกต่างกันตามความยาวคลื่น ซึ่งขึ้นอยู่กับ คลอโรฟิลล์ การดูดซับพลังงานของใบพืช โครงสร้างและการวางตัวของใบ คือ จะมีค่าสะท้อนพลังงานต่ำในช่วงคลื่นที่สายตามองเห็น (สีน้ำเงินและสีแดง) เนื่องจากการดูดกลืนพลังงานของคลอโรฟิลล์ แต่จะสะท้อนพลังงานมากในช่วงคลื่นสีเขียวและอินฟราเรดใกล้

ดิน มีลักษณะการสะท้อนที่ค่อนข้างสม่ำเสมอและราบเรียบ โดยความสัมพันธ์ระหว่างการสะท้อนพลังงานและความยาวคลื่นจะมีความแปรปรวนน้อยแต่จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความยาวคลื่นเพิ่มขึ้นทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่อยู่ในดิน เช่น ความชื้น ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณเหล็กออกไซด์ ลักษณะเนื้อดิน และความขรุขระของเนื้อดิน ซึ่งจะมีผลต่อค่าการสะท้อนพลังงานที่แตกต่างกัน

น้ำ มีลักษณะการสะท้อนที่แตกต่างจากวัตถุอื่นอย่างชัดเจนโดยเฉพาะในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ จะมีการดูดพลังงานมาก และมีค่าการสะท้อนพลังงานสูงในช่วงคลื่นที่สายตามองเห็น ทำให้สามารถหาตำแหน่งและขอบเขตของแหล่งน้ำได้อย่างชัดเจน โดยจะปรากฏเป็นสีดำแตกต่างจากดินและต้นไม้ แต่ค่าการสะท้อนพลังงานจะแตกต่างกันเมื่อแหล่งน้ำมีการเจือปนของวัตถุต่าง ๆ เช่น คลอโรฟิลล์ สารเคมี หรือน้ำขุ่น (จริณธร บุญญานุภาพ, 2551) จากลักษณะการสะท้อนวัตถุของข้อมูลดาวเทียมและการเน้นข้อมูลด้วยการผสมสีที่แตกต่างกันทำให้มองเห็นวัตถุได้ชัดเจนขึ้น ดังรูปที่ 3.5

(ก)



(ข)

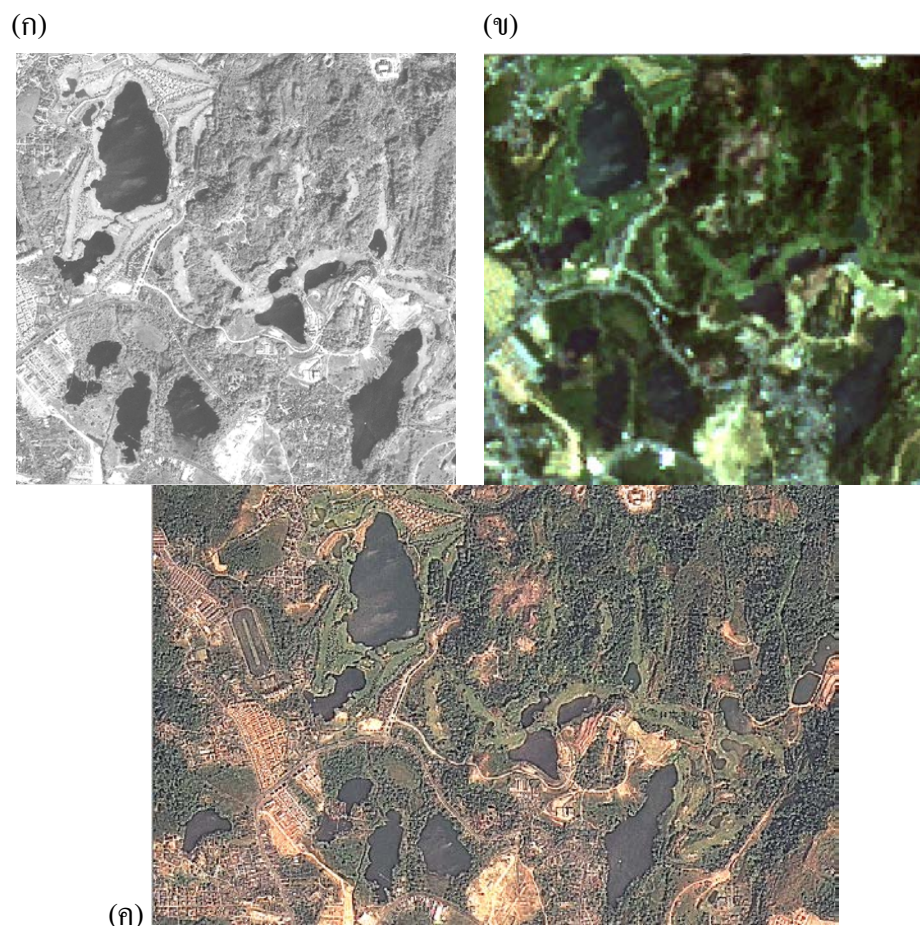


รูปที่ การเปรียบเทียบภาพสีผสมสำหรับภาพถ่ายดาวเทียมในพื้นที่ศึกษาโดยที่ (ก) ภาพสีผสมจริง (Blue Green Red) และ (ข) ภาพผสมสีเท็จ (NIR Blue Green)

จากการสำรวจภาคสนามเบื้องต้นพบว่าลักษณะของแหล่งน้ำผิวดินจะมีเส้นขอบค่อนข้างเป็นแนวตั้ง ดังนั้นระดับความสูงของน้ำมีผลน้อยต่อการหาขอบเขตจากข้อมูลดาวเทียม การสังเกตโดยใช้ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้เหนือผิวน้ำจะมีค่าการสะท้อนต่ำทำให้สามารถแยกขอบเขตของน้ำและพื้นดินได้อย่างชัดเจน การหาขอบเขตของแหล่งน้ำผิวดินจึงใช้ข้อมูลจากค่า

การสะท้อนช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ ในการเน้นค่าข้อมูลโดยการภาพผสมสีเท็จ (NIR Blue Green) ที่สามารถแบ่งแยกพื้นดินกับพื้นน้ำได้อย่างชัดเจน กว่าเมื่อเทียบกับภาพสีจริง (Blue Green Red)

นอกจากนี้การเน้นข้อมูลภาพเชิงพื้นที่ ด้วยวิธีการ pansharpened เป็นวิธีการเน้นข้อมูลเชิงพื้นที่โดยใช้ข้อมูลที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูง (panchromatic) มาเน้นข้อมูลที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ที่ต่ำกว่าแต่มีความละเอียดเชิงคลื่นสูง (multispectral) เพื่อให้ข้อมูลภาพมีความละเอียดเชิงพื้นที่และความละเอียดเชิงคลื่นสูงขึ้น (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2552) ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ข้อมูลดาวเทียมไทยโชตที่เป็นข้อมูลภาพระบบหลายช่วงคลื่นที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ 15 เมตร สามารถมาทำการเน้นรายละเอียดของข้อมูลภาพด้วยข้อมูลภาพช่วงคลื่นเดียวหรือภาพขาว-ดำ ที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ 2 เมตร ซึ่งผลจากการทำ pansharpened จะทำให้เพิ่มรายละเอียดให้กับข้อมูลภาพสีที่มีความละเอียดเท่ากับ 2 เมตร สามารถเห็นวัตถุและขอบเขตได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งง่ายต่อการนำไปวิเคราะห์ในลำดับต่อไป ดังรูปที่ 3.6

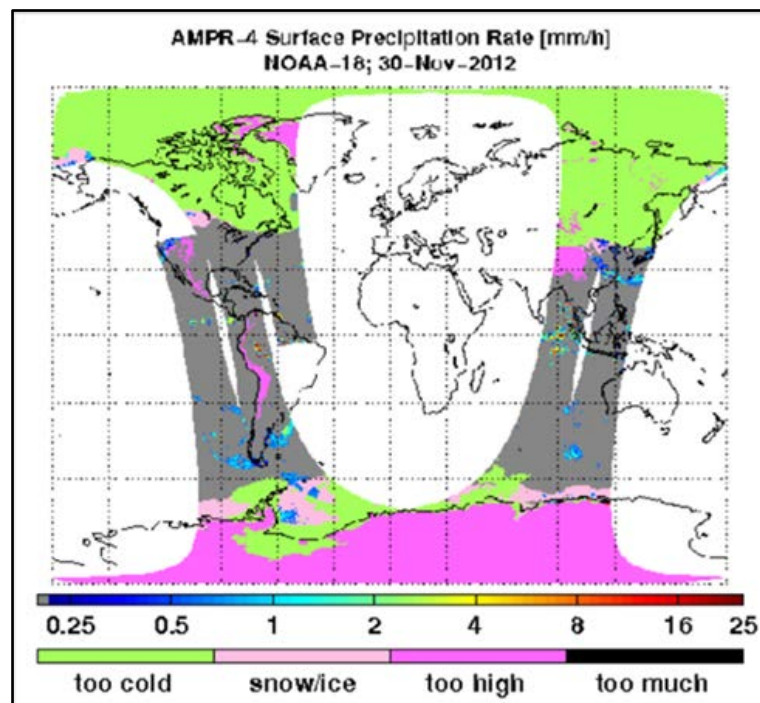


รูปที่ 3.6 การทำ pansharpening สำหรับภาพถ่ายดาวเทียมในพื้นที่ศึกษาโดยใช้ข้อมูล (ก) panchromatic และ (ข) multispectral (ค) ภาพ pansharpened

การวิเคราะห์ข้อมูลสามารถทำได้โดย การซ้อนทับของชั้นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตของดาวเทียมไทยโชตที่ได้มีการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนและเน้นภาพ ร่วมกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจข้อมูลภาคสนาม เป็นขอบเขตของพื้นที่แหล่งน้ำ ในแต่ละแห่ง

3.5.3 ผลกระทบหยาดน้ำฟ้า

ในปัจจุบันการนำข้อมูลดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา มาใช้ในการตรวจวัดและพยากรณ์สภาพภูมิอากาศ เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางเนื่องจากมีความแม่นยำและถูกต้องของข้อมูล สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับทุกสภาพพื้นที่ทั่วโลก ซึ่งการประเมินหยาดน้ำฟ้า AMP (AMSU MIT Precipitation Retrieval Products) เป็นอัลกอริทึมที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้วิธีเครือข่ายประสาทเทียม (Neural network) เป็นเครื่องมือในการประมาณค่าผลิตภัณฑ์หยาดน้ำฟ้า (precipitation rates) ได้แก่ น้ำฝน (rain water) หิมะ (snow) ลูกปรายหิมะ (graupel) น้ำในเมฆ (cloud liquid water) น้ำแข็งในเมฆ (cloud ice) และความเร็วลมสูงสุดในแนวตั้ง (peak vertical wind) ที่ได้จากการสังเกตของดาวเทียมที่มีอุปกรณ์รับรู้อิมมิลลิเมตรเวฟแบบพาสซีฟ (passive millimeterwave) (Surussavadee, 2013) เช่นผลิตภัณฑ์หยาดน้ำฟ้าที่ดาวเทียม NOAA-18 สามารถสังเกตได้ ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 อัตราการตกของหยาดน้ำฟ้า (มิลลิเมตรต่อชั่วโมง) จาก ดาวเทียม NOAA-18 (ANdaman Environment and natural Disaster research center (ANED), 2556)

Surussavadee and Staelin (2006; 2007) ได้ศึกษาข้อมูลฝนที่ได้จากผลิตภัณฑ์หยาดน้ำฟ้าทั่วโลก AMP จากอุปกรณ์ตรวจวัด Advanced Microwave Sounding Unit (AMSU) ที่ได้มีการติดตั้งบนดาวเทียม NOAA-15, NOAA-16, NOAA-17 และ NOAA-18 ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 มีช่องสัญญาณในการสังเกตการณ์ 20 ช่วงคลื่นตั้งแต่ 23 ถึง 191 GHz ซึ่งมี 2 ระบบคือ AMSU-A มี 15 ช่องสัญญาณ มีความละเอียดเชิงพื้นที่ 50 กิโลเมตร และ AMSU-B มี 5 ช่องสัญญาณ มีความละเอียดเชิงพื้นที่ 15 กิโลเมตร ซึ่งสามารถประเมินปริมาณหยาดน้ำฟ้าในรูปแบบของฝนและหิมะ (มิลลิเมตร/ชั่วโมง) น้ำในเมฆ (มิลลิเมตร) และสามารถคำนวณความเร็วลมในแนวตั้ง (เมตร/วินาที) จากพายุที่สังเกตได้ในสถานที่และเวลาที่แตกต่างกันจากทั่วโลกซึ่งมีความสอดคล้องกับการประเมินด้วย MM5/BTSCAT เช่นเดียวกับการเปรียบเทียบกับสถานีตรวจวัดจากทั่วโลกที่มีความสอดคล้องกับการประมาณค่าของ Global Precipitation Climate Project (GPCP) (Surussavadee and Staelin, 2009) และได้มีการตรวจสอบความถูกต้องกับสัญญาณเรดาร์โครงร่างแนวตั้ง (Cloud Profiling Radar) พบว่าข้อมูลผลิตภัณฑ์ AMP มีความถูกต้องแม่นยำสูง (Surussavadee and Staelin, 2008a; 2008b) นอกจากนี้ AMP ที่ได้มีการพัฒนาอัลกอริทึมในเวอร์ชัน 5 (AMP-5) เพื่อแก้ไขผลเนื่องจากการระเหยของหยาดน้ำฟ้าที่ให้ความถูกต้องในการประเมินปริมาณหยาดน้ำฟ้าในพื้นที่สูงที่ปกคลุมด้วยหิมะหรือน้ำแข็งเมื่อเปรียบเทียบกับการสังเกตจากมาตรวัดฝนทั่วโลกและค่าการสะท้อนจากเรดาร์ (Surussavadee and Staelin, 2009; 2011)

ผลิตภัณฑ์หยาดน้ำฟ้าจากทั่วโลก AMP ที่ใช้ในการศึกษารุ่นนี้ได้มาจากอุปกรณ์ตรวจวัด AMSU และ MHS บนดาวเทียม NOAA-18 ที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ 15 กิโลเมตร ซึ่งได้ถูกแทรกค่า (interpolate) ลงบนกริดขนาด 1×1 เมตร เพื่อใช้ในการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนเป็นรายเดือนที่ตกลงในพื้นที่แหล่งน้ำผิวดินแต่ละแห่ง ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2549 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2554 โดยข้อมูลที่ได้จากการสังเกตของดาวเทียม NOAA-18 ได้มาจาก NOAA's Comprehensive Large Array-data Stewardship System ที่เว็บไซต์ <http://www.class.ncdc.noaa.gov>

3.5.4 ข้อมูลความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค

การศึกษาคำความต้องการในการใช้น้ำของจังหวัดภูเก็ต มีวิธีการคิดอัตราความต้องการในการใช้น้ำโดยการคำนวณ จากจำนวนประชากรและจำนวนนักท่องเที่ยวโดยใช้

3.5.4.1 ข้อมูลประชากร

ความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค ของประชากรในจังหวัดภูเก็ตใช้ข้อมูลประชากร ปี พ.ศ. 2549 – 2554 จากสำนักงานทะเบียนราษฎร (องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นจังหวัดภูเก็ต, 2555) แยกเป็นเขตการปกครองจากรายที่ 2.1 สามารถนำมาคำนวณหาปริมาณการ

ใช้น้ำของประชากร (ลิตร/ราย/วัน) เนื่องจากในแต่ละเขตการปกครองมีลักษณะทางเศรษฐกิจ สังคม การบริการของสาธารณูปโภคที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่จะมีความสัมพันธ์กับปริมาณการใช้น้ำที่ทำให้อุปนิสัยและลักษณะในการใช้น้ำของประชากรแตกต่างกัน การคิดอัตราการใช้น้ำของประชากรจึงใช้อัตราที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 อัตราการใช้น้ำของประชากร (ลิตร/ราย/วัน) (กรมทรัพยากรน้ำ, 2549)

จำนวนประชากร ราย	อัตราการ ใช้น้ำ (ลิตร คน วัน)
3,000 - 10,000	120
10,001 - 20,000	170
20,001- 30,000	200
30,001- 50,000	250
มากกว่า 50,000	300

โดยที่ตารางที่ 3.3 คำนวณจากอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยของประชากรในเขตบริการของการประปาส่วนภูมิภาคโดยใช้สถิติย้อนหลัง 14 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2529 – 2542 แบ่งตามขนาดของกลุ่มประชากร โดยมีวิธีการคำนวณดังนี้

$$\text{ปริมาณการใช้น้ำ (ลิตร/วัน)} = \text{จำนวนประชากร (คน)} \times \text{อัตราการใช้น้ำ (ลิตร/คน/วัน)}$$

3.5.4.2 ข้อมูลนักท่องเที่ยว

การประเมินความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภคของนักท่องเที่ยวสามารถคำนวณได้โดยใช้ข้อมูลจำนวนนักท่องเที่ยวของจังหวัดภูเก็ต ในปี พ.ศ. 2549 – 2554 (ตารางที่ 2.2) ร่วมกับจำนวนวันเข้าพักของนักท่องเที่ยวในจังหวัดภูเก็ต (ตารางที่ 2.3) ในการศึกษานี้คิดอัตราการใช้น้ำสำหรับนักท่องเที่ยวเท่ากับ 350 ลิตร/คน/วัน (สำนักงานเทศบาลนครภูเก็ต, 2549) นอกจากนี้ยังใช้จำนวนวันของเข้าพักของนักท่องเที่ยวซึ่งมีความแตกต่างกันของชาวไทยและชาวต่างชาติในแต่ละปีมาใช้ในการคำนวณ โดยมีวิธีการคำนวณดังนี้

$$\text{ปริมาณการใช้น้ำ (ลิตร/วัน)} = \text{จำนวนนักท่องเที่ยว (ราย)} \times \text{อัตราการเข้าพัก (วัน)} \times \text{อัตราการใช้น้ำ (ลิตร/คน/วัน)}$$

บทที่ 4

ผลและบทวิจารณ์ผลการวิจัย

4.1 แหล่งน้ำผิวดิน

การได้มาซึ่งโครงร่างในแนวดิ่งของแต่ละขุมเหมืองที่ได้จากการสำรวจแหล่งน้ำผิวดินในภาคสนามร่วมกับข้อมูลจากการสังเกตของดาวเทียมไทยโชด ทั้งหมด 93 แห่ง ประกอบด้วย อ่างเก็บน้ำ 2 แห่ง และ ขุมเหมือง 91 แห่ง แสดงได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ที่ตั้ง พื้นที่และความจุของขุมเหมือง

ชื่อ	พิกัด		พื้นที่ (ตารางเมตร)	ความจ ลูกบาศก์เมตร
	ละติจูด	ลองจิจูด		
pit1	7.9042057	98.350586	22,927.00	119,886.19
pit2	7.9162518	98.340131	90,544.00	574,821.32
pit3	7.9162005	98.337350	74,901.00	427,366.09
pit4	7.9170684	98.349544	163,616.00	996,299.71
pit5	7.9174054	98.328625	41,237.00	207,068.88
pit6	7.9088977	98.350034	16,344.00	31,106.44
pit7	7.9046681	98.329079	5,652.00	25,492.36
pit8	7.8917132	98.354644	26,976.00	137,649.14
pit9	7.9067065	98.354066	85,324.00	359,322.99
pit10	7.8498222	98.337595	56,075.00	312,727.02
pit11	7.8475046	98.338372	24,958.00	177,873.95
pit12	7.8437921	98.339958	126,071.00	702,425.23
pit13	7.8496422	98.342694	70,547.00	370,054.55
pit14	7.8596028	98.333093	95,020.00	438,367.97
pit15	7.8616277	98.331913	20,423.00	86,130.31

ตารางที่ 4.1 ที่ตั้ง พื้นที่และความจุของขุมเหมือง (ต่อ)

ชื่อ	พิกัด		พื้นที่ (ตารางเมตร)	ความจ ถูกบาศก์เมตร
	ละติจูด	ลองจิจูด		
pit16	7.8624769	98.337968	50,416.00	371,759.32
pit17	7.9554143	98.384792	24,342.00	72,871.95
pit18	7.9552138	98.382961	14,311.00	44,474.50
pit19	7.9525288	98.377837	9,716.00	23,676.42
pit20	7.9525280	98.376115	19,444.00	22,332.46
pit21	7.9504850	98.375863	67,405.00	389,445.56
pit22	7.9481405	98.372182	29,754.00	131,222.74
pit23	7.9601028	98.372574	26,792.00	39,476.27
pit24	7.9644893	98.373253	7,451.00	26,600.66
pit25	7.9640085	98.374125	10,095.00	29,124.09
pit26	7.9629698	98.373495	19,040.00	66,850.80
pit27	7.9649790	98.374273	12,546.00	22,284.19
pit28	7.9571212	98.388290	16,854.00	98,614.18
pit29	7.9363058	98.392517	29,970.00	87,744.75
pit30	7.9328486	98.392127	55,375.00	127,785.90
pit31	7.9531676	98.292224	9,971.00	39,619.08
pit32	7.9520484	98.294636	11,434.00	57,084.02
pit33	7.9488814	98.297705	17,397.00	128,974.07
pit34	7.9479736	98.299415	5,359.00	16,204.10
pit35	7.9240512	98.386803	17,320.00	94,597.60
pit36	7.9280973	98.379307	46,780.00	148,454.88
pit37	7.9273393	98.377728	42,636.00	187,368.01
pit38	7.9299565	98.378130	22,176.00	102,604.41
pit39	7.9241845	98.380595	21,314.00	99,149.32
pit40	7.9141003	98.379080	55,571.00	171,707.17
pit41	7.9131177	98.388943	64,166.00	184,315.01
pit42	7.9114295	98.381162	88,085.00	295,283.95

ตารางที่ 4.1 ที่ตั้ง พื้นที่และความจุของขุมเหมือง (ต่อ)

ชื่อ	พิกัด		พื้นที่ (ตารางเมตร)	ความจ ลูกบาศก์เมตร
	ละติจูด	ลองจิจูด		
pit43	7.9101996	98.383279	41,448.00	156,495.68
pit44	7.9090743	98.384505	13,022.00	58,842.46
pit45	7.9092806	98.371891	15,961.00	131,587.64
pit46	7.9054237	98.363456	10,404.00	59,214.67
pit47	7.8998615	98.385498	34,801.00	206,524.10
pit48	7.8720264	98.371603	67,752.00	188,285.39
pit49	7.8707242	98.373790	30,110.00	99,781.65
pit50	7.875357	98.362202	48,390.00	262,301.01
pit51	7.8775665	98.360717	40,299.00	248,953.97
pit52	7.8795846	98.359219	126,620.00	492,141.86
pit53	7.8828049	98.357647	70,735.00	390,559.32
pit54	7.9813824	98.291151	14,435.00	42,758.84
pit55	7.9812758	98.297160	7,663.00	21,326.29
pit56	7.9809713	98.300163	4,398.00	14,318.51
pit57	7.9872261	98.305961	6,441.00	18,740.82
pit58	7.9871622	98.307210	14,488.00	61,065.22
pit59	7.9873109	98.309031	16,092.00	102,303.66
pit60	7.9926731	98.311417	66,569.00	376,029.76
pit61	7.9953086	98.310485	13,083.00	14,668.44
pit62	8.1052371	98.335982	36,132.00	86,136.01
pit63	8.1008895	98.336378	11,848.00	22,524.35
pit64	7.9933952	98.341267	46,035.00	156,562.02
pit65	7.9889006	98.342478	37,969.00	225,678.07
pit66	7.9938803	98.343091	16,701.00	77,561.86
pit67	7.996094	98.340980	41,725.00	190,865.36
pit68	7.9961195	98.339388	16,600.00	112,920.72
pit69	7.9868074	98.343812	75,790.00	490,394.81

ตารางที่ 4.1 ที่ตั้ง พื้นที่และความจุของขุมเหมือง (ต่อ)

ชื่อ	พิกัด		พื้นที่ (ตารางเมตร)	ความจ ลูกบาศก์เมตร
	ละติจูด	ลองจิจูด		
pit70	7.9735598	98.346604	227,785.00	1,145,952.67
pit71	7.9765029	98.340101	115,890.00	983,215.29
pit72	7.9683559	98.364789	72,057.00	461,086.49
pit73	7.9702492	98.366016	13,369.00	25,361.65
pit74	7.9637683	98.354860	54,579.00	159,630.95
pit75	7.9609898	98.355451	68,944.00	364,712.29
pit76	8.0295353	98.321113	24,588.00	173,024.12
pit77	8.0319705	98.320723	51,082.00	142,494.85
pit78	8.0324281	98.321725	6,103.00	23,311.04
pit79	8.0409661	98.315373	21,995.00	133,571.82
pit80	8.0393207	98.316005	24,060.00	61,750.29
pit81	8.0406844	98.316760	5,255.00	12,518.91
pit82	8.0414284	98.310396	17,676.00	38,500.91
pit83	8.0378321	98.311758	12,502.00	42,817.58
pit84	8.0380154	98.313645	14,860.00	53,581.64
pit85	8.0232888	98.315281	156,260.00	646,314.80
pit86*	7.9289246	98.337260	171,648.00	3,027,250.00
pit87*	7.9239408	98.335047	36,986.00	109,865.50
pit88*	7.8856490	98.334579	599,446.00	8,500,000.00
pit89*	7.9098207	98.375371	35,073.00	208,037.00
pit90*	7.9122100	98.373089	86,028.00	249,001.00
pit91*	7.9110551	98.370341	41,513.00	230,000.00
pit92	7.9816469	98.348754	18,294.00	192,011.43
pit93*	7.9669178	98.329408	522,610.00	7,200,000.00
	รวม		5,040,449.00	36,538,770.28

หมายเหตุ * คือข้อมูลความจุที่ได้จากการสำรวจของโครงการชลประทาน

ในการสำรวจภาคสนามเพื่อคำนวณหาพื้นที่แหล่งน้ำผิวดินและความจุของแหล่งน้ำผิวดินที่ทั้งหมด 93 แห่ง มีพื้นที่ ดังนี้ ใน 3 อำเภอ ของจังหวัดภูเก็ต

อำเภอถลาง 34 แห่ง ตั้งอยู่ที่ ตำบลเชิงทะเล 8 แห่ง ตำบลไม้ขาว 2 แห่ง ตำบลศรีสุนทร 14 แห่ง และตำบลเทพกระษัตรี 10 แห่ง มีความจุรวม ประมาณ 13.87 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีพื้นที่รวมทั้งหมดประมาณ 1.85 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.34 ของพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดภูเก็ต

อำเภอเมือง 43 แห่ง ตั้งอยู่ที่ ตำบลฉลอง 7 แห่ง ตำบลเกาะแก้ว 14 แห่ง ตำบลรัษฎา 15 แห่ง ตำบลตลาดใหญ่ 1 แห่ง และตำบลวิชิต 6 แห่ง มีความจุรวมประมาณ 7.91 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีพื้นที่รวมทั้งหมดประมาณ 1.81 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.33 ของพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดภูเก็ต

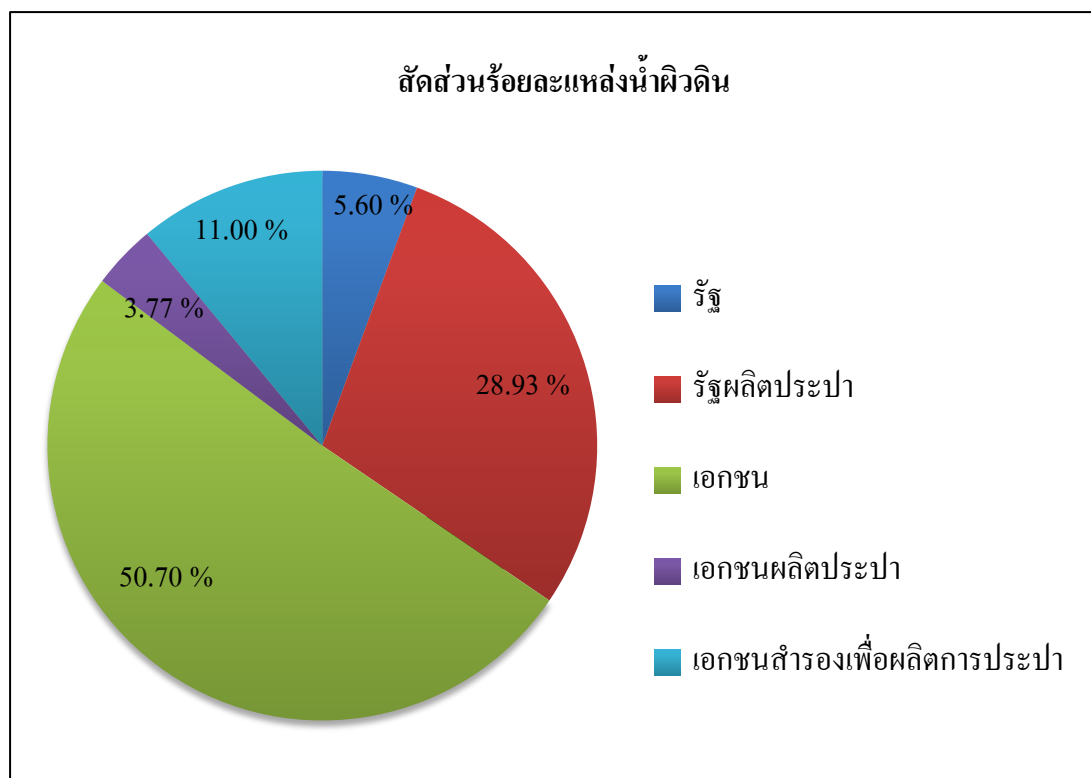
อำเภอกะทู้ 16 แห่ง ตั้งอยู่ที่ ตำบล กะทู้ 12 แห่ง และ ตำบลกมลา 4 แห่ง มีความจุรวม ประมาณ 14.76 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีพื้นที่รวมทั้งหมดประมาณ 1.38 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.25 ของพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดภูเก็ต

แหล่งน้ำผิวดินแต่ละแห่งจะมีลักษณะของพื้นที่ รูปร่างที่ไม่แน่นอน และขนาดแตกต่างกัน กระจายอยู่เกือบทุกพื้นที่ของจังหวัด ปัจจุบันพบว่ามีการใช้ประโยชน์ดังนี้

- 1) แหล่งน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำประปาสำหรับการอุปโภค บริโภค
- 2) แหล่งทำการประมง เช่น บางพื้นที่ได้เปลี่ยนเป็นบ่อเลี้ยงกุ้ง
- 3) แหล่งกักเก็บน้ำเพื่อการเกษตร เช่น ปลูกพืช หรือเลี้ยงสัตว์
- 4) แหล่งพักผ่อน และนันทนาการ

แหล่งน้ำผิวดินทั้งหมด 93 แห่งมีปริมาตรรวมประมาณ 36.54 ล้านลูกบาศก์เมตร มีพื้นที่รวมประมาณ 5.04 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.93 ของพื้นที่จังหวัดภูเก็ต แหล่งน้ำผิวดินที่ถือครองโดยรัฐมีจำนวน 21 แห่ง มีพื้นที่ประมาณ 1.74 ตารางกิโลเมตรหรือคิดเป็นร้อยละ 34.53 ของพื้นที่แหล่งน้ำผิวดินทั้งหมด โดยมี 12 แห่ง (แหล่งน้ำผิวดินหมายเลข 1, 8, 11, 48, 48, 54, 57, 58, 67, 88, 90 และ 93 ดังแสดงในตารางที่ 4.1) ใช้เป็นแหล่งน้ำดิบเพื่อการผลิตประปา และที่ถือครองโดยเอกชนจำนวน 72 แห่ง มีพื้นที่ประมาณ 3.30 ตารางกิโลเมตรหรือคิดเป็นร้อยละ 65.47 ของพื้นที่แหล่งน้ำผิวดินทั้งหมด โดยมีเพียง 4 แห่ง (แหล่งน้ำผิวดินหมายเลข 3, 16, 29 และ 47 ดังแสดงในตารางที่ 4.1) ใช้เป็นแหล่งน้ำดิบเพื่อการผลิตประปา แหล่งน้ำสำรองเพื่อการผลิตประปา จำนวน 8 แห่ง (แหล่งน้ำผิวดินหมายเลข 4, 14, 17, 18, 30, 51, 52 และ 89 ดังแสดงในตารางที่ 4.1) และส่วนที่เหลืออีกจำนวน 60 แห่ง มีการใช้ประโยชน์เพียงบางส่วนเช่น การสูบน้ำเพื่อขายหรือใช้ใน

กิจการส่วนบุคคล และหลายพื้นที่ยังไม่มีข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ชัดเจน ซึ่งสัดส่วนของพื้นที่ของรัฐและเอกชนจำแนกตามการใช้ประโยชน์ในการผลิตประปาสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 สัดส่วนร้อยละพื้นที่แหล่งน้ำผิวดินของรัฐและเอกชนจำแนกตามการใช้ประโยชน์ในการผลิตประปา

จากแหล่งน้ำผิวดินทั้งหมดจำนวน 93 แห่ง มีเพียง 24 แห่ง เท่านั้นที่นำมาใช้ประโยชน์เพื่อการผลิตน้ำประปา จากข้อมูลการสำรวจลักษณะโครงสร้างของแหล่งน้ำผิวดินสามารถแบ่งขนาดของแหล่งน้ำผิวดินตามขนาดปริมาตรความจุได้เป็น 4 ขนาด คือ

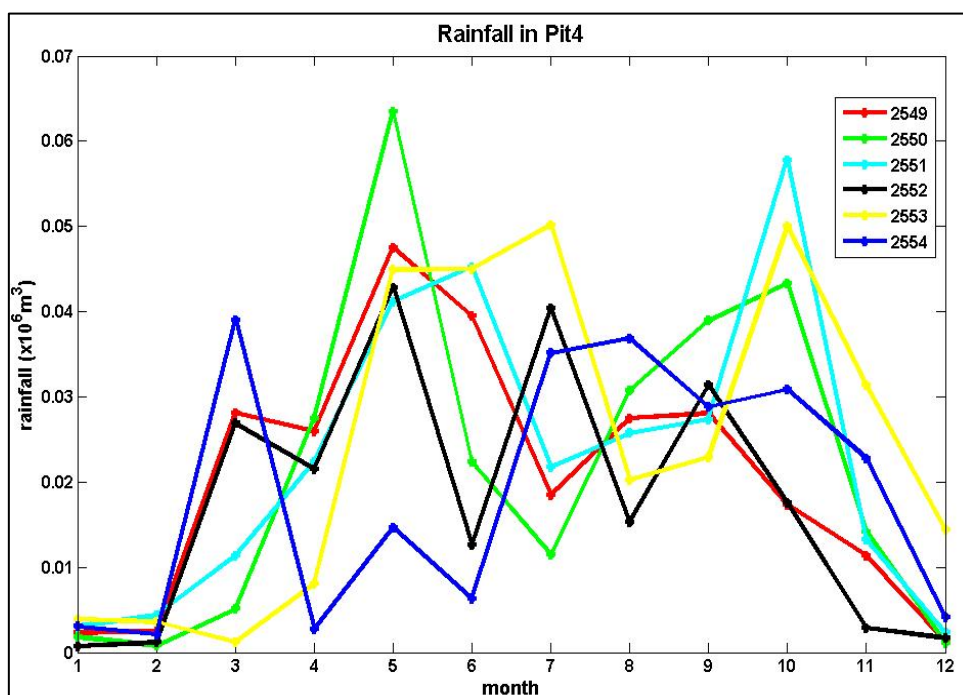
มากกว่า 5,000,000	ลูกบาศก์เมตร มี 2 แห่ง เป็นอ่างเก็บน้ำ
500,000-5,000,000	ลูกบาศก์เมตร มี 7 แห่ง เป็นแหล่งน้ำผิวดินขนาดใหญ่
50,000-500,000	ลูกบาศก์เมตร มี 62 แห่ง เป็นแหล่งน้ำผิวดินขนาดกลาง
น้อยกว่า 50,000	ลูกบาศก์เมตร มี 22 แห่ง เป็นแหล่งน้ำผิวดินขนาดเล็ก

ข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่าแหล่งน้ำผิวดินส่วนใหญ่ที่มีขนาดความจุ ตั้งแต่ 50,000-500,000 ลูกบาศก์เมตร ถูกถือครองทั้งโดยรัฐและเอกชนหลายแห่งยังไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์ แหล่งน้ำดังกล่าวถือว่ามีศักยภาพในการที่จะสามารถพัฒนาใช้เป็นแหล่งน้ำดิบเพื่อการ

ผลิตประปา ทั้งนี้ต้องมีการปรับปรุงสภาพพื้นที่ คุณภาพน้ำให้มีความเหมาะสมสำหรับการผลิตน้ำประปาในลำดับต่อไป

4.2 ปริมาณ น

ผลการศึกษาปริมาณน้ำฝน โดยใช้ ผลลัพธ์ภัยขาดน้ำฟ้า AMP ที่ได้จากการสังเกตของดาวเทียม NOAA-18 ซึ่งถูกแทรกค่า (interpolate) ลงบนกริดขนาด 1×1 เมตร เพื่อใช้ในการหาปริมาณน้ำฝนรายเดือนที่ตกลงในแหล่งน้ำผิวดินแต่ละแห่ง โดยมีสมมุติฐานที่ใช้คือ ในกรณีที่แหล่งน้ำผิวดินเหล่านี้มีการบริหารจัดการที่ดี น้ำฝนที่ตกลงแหล่งน้ำจะถูกนำไปใช้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ การศึกษาวิจัยในครั้งนี้จึงไม่ได้พิจารณาเหตุการณ์น้ำล้น การระเหย และการซึมลงดินของน้ำ สามารถคำนวณหาปริมาณฝนที่ตกลงในพื้นที่แต่ละแห่ง รวมทั้งหมด 93 แห่ง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 – 2554 ดังตัวอย่าง pit4 แสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ปริมาณฝนที่ตกลงในแหล่งน้ำผิวดิน pit4

ผลการศึกษาโดยใช้ผลลัพธ์ภัยขาดน้ำฟ้า AMP คำนวณหาปริมาณฝนที่ตกลงในพื้นที่แหล่งน้ำทั้ง 93 แห่ง เป็นรายเดือนสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ปริมาณฝนที่ตกลงในพื้นที่แหล่งน้ำผิวดิน

เดือน	ปริมาณ ทรายป ล้ำนลูกบาศก์เมตร					
	2549	2550	2551	2552	2553	2554
มกราคม	0.07	0.06	0.09	0.02	0.12	0.09
กุมภาพันธ์	0.09	0.02	0.13	0.04	0.11	0.07
มีนาคม	0.83	0.16	0.37	0.80	0.04	1.19
เมษายน	0.81	0.87	0.67	0.65	0.24	0.10
พฤษภาคม	1.43	1.92	1.25	1.29	1.34	0.46
มิถุนายน	1.20	0.70	1.38	0.40	1.38	0.20
กรกฎาคม	0.57	0.37	0.66	1.22	1.51	1.06
สิงหาคม	0.83	0.95	0.80	0.47	0.64	1.14
กันยายน	0.85	1.22	0.86	0.95	0.71	0.88
ตุลาคม	0.54	1.31	1.74	0.53	1.52	0.95
พฤศจิกายน	0.34	0.42	0.39	0.09	0.95	0.68
ธันวาคม	0.04	0.03	0.07	0.05	0.43	0.13
รวม	7.61	8.04	8.42	6.52	8.98	6.94

จากการศึกษาโดยใช้ AMP ในการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในแหล่งน้ำผิวดิน พบว่ามีฝนตกลงในพื้นที่แหล่งน้ำผิวดินในปริมาณที่แตกต่างกันในแต่ละเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 – 2554 โดยที่ในแต่ละปีมีปริมาณน้ำเท่ากับ 7.61, 8.04, 8.42, 6.52, 8.98 และ 6.94 ล้านลูกบาศก์เมตร คิดเฉลี่ยเดือนละ 0.63, 0.67, 0.70, 0.54, 0.75 และ 0.58 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

4.3 ความต้องการ นการ ช้่น้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค

การประเมินความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค บริโภคสำหรับประชากรและนักท่องเที่ยว ในแต่ละเดือน ช่วงระยะเวลา 6 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 – 2554 ของจังหวัดภูเก็ตซึ่งสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค

เดือน	ความต้องการน้ำรายปี ล้านลูกบาศก์เมตร					
	2549	2550	2551	2552	2553	2554
มกราคม	2.56	2.56	2.70	2.61	3.01	3.46
กุมภาพันธ์	2.44	2.44	2.57	2.47	2.88	3.32
มีนาคม	2.57	2.64	2.71	2.61	3.03	3.47
เมษายน	2.55	2.51	2.67	2.54	2.67	3.34
พฤษภาคม	2.62	2.58	2.74	2.61	2.75	3.42
มิถุนายน	2.56	2.52	2.68	2.55	2.68	3.35
กรกฎาคม	2.48	2.57	2.51	2.69	2.79	3.03
สิงหาคม	2.48	2.58	2.51	2.69	2.80	3.04
กันยายน	2.42	2.52	2.45	2.63	2.73	2.97
ตุลาคม	2.80	2.73	2.71	2.71	2.89	3.46
พฤศจิกายน	2.75	2.67	2.64	2.65	2.82	3.39
ธันวาคม	2.81	2.74	2.72	2.72	2.90	3.47
รวม	31.05	31.06	31.60	31.49	33.95	39.72

จากตารางการคำนวณปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค บริโภคของ ประชากรและนักท่องเที่ยวในพื้นที่จังหวัดภูเก็ต (ข้อมูลในตารางที่ 2.1 และ 2.2) ในแต่ละช่วงปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 – 2554 เท่ากับ 31.05, 31.06, 31.60, 31.49, 33.95 และ 39.72 ล้านลูกบาศก์เมตร พบว่ามีอัตราที่เพิ่มขึ้น ในแต่ละปี เท่ากับ 0.01, 0.54, -0.11, 2.46 และ 5.77 ล้านลูกบาศก์เมตร คิดเป็นร้อยละ 0.04, 1.71, -0.347, 0.82 และ 16.99 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าในปี พ.ศ. 2553 และปี พ.ศ. 2554 มีปริมาณการใช้น้ำเพิ่มขึ้นจากปีก่อนหน้าอย่างเห็นได้ชัด โดยอัตราการเพิ่มขึ้นของการ ใช้น้ำในปี พ.ศ. 2553 ที่เพิ่มขึ้นจากค่าเฉลี่ยปี พ.ศ. 2549 – 2552 ร้อยละ 8.47 และในปี พ.ศ. 2554 เพิ่มขึ้น ร้อยละ 26.90 ทั้งนี้เนื่องจากจำนวนนักท่องเที่ยวที่เพิ่มขึ้นเป็นอย่างรวดเร็ว และเมื่อศึกษา ความต้องการน้ำของประชากรในแต่ละพื้นที่อำเภอพบว่า มีปริมาณที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 1 ปริมาณความต้องการน้ำแต่ละอำเภอและนักท่องเที่ยว

ป	ความต้องการ น้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค ลูกบาศก์เมตร			
	อำเภอกะทู้	อำเภอเมือง	อำเภอ กลาง	นักท่องเที่ยว
2549	2,558,500.78	16,138,454.45	4,178,020.37	8,177,669.85
2550	2,737,760.67	16,696,654.15	4,345,267.76	7,284,480.00
2551	2,899,675.82	17,266,873.66	4,501,682.09	6,928,044.20
2552	3,009,640.61	17,739,186.01	4,650,914.55	6,089,582.10
2553	3,084,943.06	18,389,715.08	4,790,870.35	7,685,194.65
2554	3,171,145.03	18,791,989.00	4,944,375.18	12,812,521.05

ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภคของประชากรในพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่เนื่องจากจำนวนประชากร และการคิดอัตราการใช้น้ำของประชากรในแต่ละพื้นที่แตกต่างกัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าในเขตพื้นที่อำเภอเมือง ซึ่งมีจำนวนประชากรในพื้นที่มากจะมีปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค บริโภคมากที่สุด รองลงมา คือ อำเภอกลางและอำเภอกะทู้ ตามลำดับ สำหรับอัตราการใช้น้ำของนักท่องเที่ยวมีอัตราการใช้น้ำเพิ่มขึ้นและแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี ทั้งนี้เนื่องจากจำนวนนักท่องเที่ยวที่มีจำนวนเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน

จากการศึกษาพบว่าอัตราการใช้น้ำในแต่ละพื้นที่มีความสัมพันธ์กับจำนวนประชากรในพื้นที่ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณแหล่งน้ำสำรองและปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในแต่ละพื้นที่ มีปริมาณที่แตกต่างกันดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4. เปรียบเทียบปริมาณน้ำในแต่ละพื้นที่

พื้นที่	พื้นที่	ความจ	น เลี้ย
	ตารางเมตร	ลูกบาศก์เมตร	(ล้านลูกบาศก์เมตร
อำเภอกะทู้	1,379,762.00	14,758,009.89	2.165340
อำเภอเมือง	1,806,809.00	7,907,048.92	2.826876
อำเภอกลาง	1,853,878.00	13,873,711.47	2.760674
รวม	5,040,449.00	36,538,770.28	7.75

ผลการศึกษาพบว่าอำเภอกลางมีพื้นที่แหล่งน้ำผิวดินมากที่สุด รองลงมา คือ อำเภอเมือง และอำเภอกะทู้ตามลำดับ ในขณะที่ผลการคำนวณด้านความจุของโครงสร้างแหล่งน้ำผิวดินในเขต

อำเภอกะทู้มีความจุของแหล่งน้ำผิวดินมากที่สุด รองลงมา คือ อำเภอถลาง และอำเภอเมือง เนื่องจากพื้นที่อำเภอกะทู้และอำเภอถลางมีแหล่งน้ำผิวดินขนาดใหญ่ คือ อ่างเก็บน้ำบางวาด และ อ่างเก็บน้ำบางเหนียวดำที่มีขนาดพื้นที่กว้างและลึก ทำให้สามารถเก็บกักน้ำได้ในปริมาณมาก สำหรับพื้นที่เขตอำเภอเมืองแม้ว่าจะมีแหล่งน้ำผิวดินหลายแห่งกระจายทั่วไป แต่ไม่มีแหล่งน้ำผิวดินขนาดใหญ่ มีเพียงแหล่งน้ำผิวดินระดับความจุน้อยมากเท่านั้น ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่าปริมาณความต้องการใช้น้ำของประชากรในแต่ละพื้นที่ที่มีปริมาณมากกว่าปริมาณความจุของแหล่งน้ำผิวดิน และปริมาณของฝนที่ตกลงในแต่ละพื้นที่ โดยเฉพาะในเขตพื้นที่อำเภอเมือง (ไม่รวมพื้นที่อ่างเก็บน้ำคลองกะทะ เนื่องจากอยู่ในช่วงการก่อสร้างขณะทำการสำรวจข้อมูล)

และเมื่อนำมาศึกษาทั้งพื้นที่โดยภาพรวมของจังหวัดภูเก็ตเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในพื้นที่แหล่งน้ำผิวดิน (ตารางที่ 4.2) กับปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค (ตารางที่ 4.3) แล้วพบว่าปริมาณความต้องการน้ำที่ได้จากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในพื้นที่คิดเป็นจำนวนร้อยละ ของปริมาณน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภคทั้งหมด ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนต่อความต้องการใช้น้ำ

เดือน	ปริมาณน้ำ นรายปี (ร้อยละ)					
	2549	2550	2551	2552	2553	2554
มกราคม	2.70	2.18	3.38	0.84	3.83	2.74
กุมภาพันธ์	3.87	1.02	5.16	1.78	3.95	1.99
มีนาคม	32.32	6.06	13.70	30.79	1.22	34.24
เมษายน	31.70	34.61	25.19	25.59	8.91	2.99
พฤษภาคม	54.73	74.46	45.70	49.49	48.80	13.41
มิถุนายน	46.98	27.94	51.43	15.69	51.43	5.91
กรกฎาคม	22.90	14.53	26.36	45.22	53.95	35.01
สิงหาคม	33.59	36.65	31.84	17.48	22.94	37.48
กันยายน	35.27	48.34	35.08	36.08	25.94	29.59
ตุลาคม	19.11	48.13	64.11	19.71	52.50	27.33
พฤศจิกายน	12.33	15.84	14.92	3.30	33.80	20.13
ธันวาคม	1.40	1.25	2.64	1.87	14.91	3.78
รวม	24.50	25.90	26.65	20.70	26.46	17.48

จากการศึกษาความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค และปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในพื้นที่แหล่งน้ำผิวดินในระยะเวลา 6 ปี ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2549 – 2554 พบว่าปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในพื้นที่แหล่งน้ำผิวดินคิดเป็นร้อยละ 24.50, 25.90, 26.65, 20.70, 26.46 และ 17.48 ของความต้องการน้ำใช้เพื่อการอุปโภค บริโภคเท่านั้น

นอกจากนี้ปริมาณฝนที่ตกลงในพื้นที่ในแต่ละเดือนจะมีปริมาณที่แตกต่างกันสำหรับในช่วงเดือนธันวาคม – มีนาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อนและตรงกับช่วงฤดูการท่องเที่ยวของจังหวัดภูเก็ต จัดเป็นช่วงเวลาที่มีความต้องการใช้น้ำมากแต่มีปริมาณฝนที่ตกลงในพื้นที่น้อย อัตราส่วนของน้ำฝนที่สามารถนำไปใช้เพื่อการอุปโภค บริโภคจึงมีน้อย และสำหรับช่วงเดือนเมษายน – พฤศจิกายน จัดเป็นช่วงฤดูฝนมีปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในพื้นที่มากทำให้อัตราส่วนของน้ำฝนที่สามารถนำไปใช้เพื่อการอุปโภค บริโภคจึงมีมากกว่าเมื่อเทียบกับฤดูร้อน ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยของความต้องการน้ำและปริมาณน้ำฝนรายเดือนที่ตกลงแหล่งน้ำผิวดินของปี พ.ศ. 2549 – 2554 (ล้านลูกบาศก์เมตร) และค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนรายเดือนคิดเป็นร้อยละของค่าเฉลี่ยของความต้องการน้ำ

เดือน	1 ล้านลูกบาศก์เมตร	2 ล้านลูกบาศก์เมตร	3 (ร้อยละ)
มกราคม	2.82	0.08	2.66
กุมภาพันธ์	2.69	0.08	2.85
มีนาคม	2.84	0.57	19.91
เมษายน	2.71	0.56	20.52
พฤษภาคม	2.79	1.28	45.99
มิถุนายน	2.72	0.88	32.19
กรกฎาคม	2.68	0.90	33.54
สิงหาคม	2.68	0.81	30.00
กันยายน	2.62	0.91	34.80
ตุลาคม	2.88	1.10	38.09
พฤศจิกายน	2.82	0.48	16.96
ธันวาคม	2.89	0.13	4.32

- โดยที่ 1 = ค่าเฉลี่ยของความต้องการน้ำ
 2 = ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนรายเดือนที่ตกลงแหล่งน้ำผิวดิน
 3 = ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนรายเดือนคิดเป็นร้อยละของค่าเฉลี่ยของความต้องการน้ำ

จากตารางที่ 4.7 แสดงค่าเฉลี่ยของความต้องการน้ำและปริมาณน้ำฝนรายเดือนที่ตกลงแหล่งน้ำผิวดินช่วงปี พ.ศ. 2549 – 2554 (ล้านลูกบาศก์เมตร) และค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนรายเดือนคิดเป็นร้อยละของค่าเฉลี่ยของความต้องการน้ำ ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำฝนรายเดือนที่ได้จากแหล่งน้ำผิวดินช่วงเดือนพฤษภาคม – เดือนตุลาคมมีค่ามากกว่าร้อยละ 30 ของปริมาณความต้องการน้ำรายเดือน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเดือนพฤษภาคมมีปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแหล่งน้ำผิวดินถึงร้อยละ 46 ของปริมาณความต้องการน้ำรายเดือน นอกจากนี้ปริมาณฝนรายเดือนของทุกเดือนยกเว้นเดือนธันวาคม มกราคม และกุมภาพันธ์ คิดเป็นปริมาณอย่างน้อยร้อยละ 17 ของปริมาณความต้องการน้ำรายเดือนใน เดือนธันวาคม มกราคม และกุมภาพันธ์ มีปริมาณฝนน้อยกว่าร้อยละ 5 ของปริมาณความต้องการน้ำรายเดือน

4.4 ภัยคุกคามของแหล่งน้ำผิวดิน

จากการศึกษาปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคของจังหวัดภูเก็ต พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปี เนื่องจากจำนวนประชากรที่เข้ามาอยู่อาศัยในพื้นที่เพิ่มมากขึ้นทั้งในส่วนของประชากรที่มีการลงทะเบียนและประชากรแฝง รวมถึงจำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้ามาท่องเที่ยวในพื้นที่จังหวัดภูเก็ตเพิ่มมากขึ้นทุกปี ในขณะที่แหล่งน้ำผิวดินซึ่งเป็นแหล่งรองรับและกักเก็บน้ำฝนหลักกลับมีปริมาณที่จำกัดและมีแนวโน้มลดลงทุกปี เนื่องจากความต้องการด้านการใช้ที่ดินสำหรับการพัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อรองรับด้านการท่องเที่ยว เป็นต้น หรือความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำทำให้คุณภาพน้ำไม่สามารถนำมาผลิตน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภคได้ โดยสาเหตุและปัจจัยต่าง ๆ ที่จะเป็นภัยคุกคามต่อแหล่งน้ำผิวดินสามารถสรุปได้ดังนี้

- 1) การปรับพื้นที่โดยการถมแหล่งน้ำเพื่อเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดิน เช่น การสร้างสาธารณูปโภคต่าง ๆ การก่อสร้างที่อยู่อาศัย การตัดถนน เป็นต้น
- 2) การชะล้างพังทลายของหน้าดินจากที่สูงหรือพื้นที่บริเวณโดยรอบแหล่งน้ำ ซึ่งที่จะส่งผลให้ตะกอนถูกพัดพาลงสู่แหล่งน้ำ
- 3) การก่อสร้างอาคาร หรือบ้านพักอาศัยเดิมรุกล้ำพื้นที่แหล่งน้ำ

- 4) การทิ้งขยะและของเสียต่าง ๆ ลงสู่แหล่งน้ำ
- 5) การเลี้ยงสัตว์ในพื้นที่หรือบริเวณใกล้เคียงแหล่งน้ำ
- 6) การระบายน้ำทิ้ง สิ่งปฏิกูล จากอาคาร หรือที่พักอาศัยลงสู่แหล่งน้ำ
- 7) การเจริญเติบโตของวัชพืชและไม้น้ำ จนทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน

ซึ่งผลกระทบที่เกิดจากปัจจัยต่าง ๆ ที่เป็นภัยคุกคามต่อแหล่งน้ำผิวดินจะก่อให้เกิดปัญหาในหลายพื้นที่จนเกิดความตื้นเขินของแหล่งน้ำทำให้ประสิทธิภาพในการกักเก็บน้ำฝนที่ตกลงในพื้นที่ลดลง นอกจากนี้ผลจากการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำที่ผิดประเภท การขาดมาตรการควบคุมอนามัยสิ่งแวดล้อมของชุมชนจะทำให้แหล่งน้ำเกิดการเน่าเสียได้

บทที่ 5

บทสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาปริมาณทรัพยากรน้ำผิวดินจังหวัดภูเก็ตโดยการสำรวจภาคสนาม ร่วมกับการสังเกตจากดาวเทียมไทยโชต และผลิตภัณฑ์หยาดน้ำฟ้า AMP ที่สังเกตได้จากดาวเทียม NOAA-18 สำหรับ แหล่งน้ำผิวดิน 93 แห่ง มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 36.54 ล้านลูกบาศก์เมตร มีพื้นที่รวมประมาณ 5.04 ตารางกิโลเมตร ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงแหล่งน้ำผิวดินมีปริมาณที่แตกต่าง กันในแต่ละปีในระยะเวลาตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2549 – 2554 คือ 7.61, 8.04, 8.42, 6.52, 8.98 และ 6.94 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และจากการศึกษาความต้องการในการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค ของประชากรและนักท่องเที่ยวมีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปี คือ 31.05, 31.06, 31.60, 31.49, 33.95 และ 39.72 ล้านลูกบาศก์เมตร พบว่า ปริมาณความต้องการน้ำมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แหล่งน้ำผิวดิน ซึ่งรวมถึงขุมเหมืองและอ่างเก็บน้ำนั้น เป็นแหล่งน้ำที่มีความสำคัญของจังหวัดและควรที่จะมีการ บริหารจัดการอย่างมีประสิทธิภาพ ปริมาณน้ำฝนที่ได้จากขุมเหมืองและอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยรายปีคิด เป็นประมาณร้อยละ 23.4 ของปริมาณความต้องการน้ำ น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินสำหรับเดือน พฤษภาคมถึงเดือนตุลาคมมีปริมาณมากกว่าร้อยละ 30 ของปริมาณความต้องการน้ำรายเดือน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเดือนพฤษภาคมมีปริมาณมากถึงร้อยละ 46 สำหรับเดือนธันวาคม มกราคม และ กุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงฤดูการท่องเที่ยวของจังหวัดนั้น มีปริมาณน้ำที่ได้จากขุมเหมืองและอ่างเก็บ น้ำน้อยกว่าร้อยละ 5 ของปริมาณความต้องการน้ำ ดังนั้นในช่วงเวลาดังกล่าวมีความจำเป็นในการ ได้มาของน้ำจากแหล่งน้ำประเภทอื่น

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาสำรวจแหล่งน้ำผิวดินในหลายพื้นที่ พบว่ามีสภาพเปลี่ยนแปลงไป จากเดิมเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน และสภาพแวดล้อมรอบ ๆ บริเวณ การ ถมที่ การสร้างที่อยู่อาศัยที่รุกล้ำพื้นที่แหล่งน้ำ ส่งผลให้แหล่งน้ำผิวดินมีจำนวนลดลง หรือตื้นเขิน และในบางพื้นที่มีการใช้ประโยชน์อย่างไม่เหมาะสม เช่น การเลี้ยงสัตว์ในบริเวณใกล้เคียง เป็น

แหล่งทิ้งขยะและการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำทำให้คุณภาพน้ำไม่ดี น่าเสีย ไม่สามารถนำมาใช้ งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำสำรองของจังหวัดภูเก็ต ที่ทำให้ แหล่งน้ำดังกล่าวมีความสามารถในการกักเก็บน้ำและปริมาณความจุลดลง จากปัญหาดังกล่าว ทำให้ในฤดูร้อนปริมาณน้ำขาดแคลนไม่เพียงพอต่อความต้องการ และเกิดปัญหาน้ำท่วมในฤดูฝน เนื่องจากพื้นที่รองรับน้ำลดลง สำหรับการป้องกันและแก้ไขปัญหาดังกล่าวสามารถทำได้โดย

1) การควบคุมด้านการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อป้องกันการ ถมพื้นที่แหล่งน้ำผิวดิน

2) การขุดลอกแหล่งน้ำ เป็นการกำจัดโคลนหรือเลนใต้ท้องน้ำจะทำให้แหล่งน้ำมี ความลึกมากขึ้น และการสร้างคันดินกั้นขอบเขตแหล่งน้ำให้มีความสูงและแข็งแรง จะเป็นการเพิ่ม พื้นที่หรือความจุของแหล่งน้ำและลดปัญหาการทรุดตัวของตลิ่ง

3) การกำจัดวัชพืชหรือพืชน้ำในแหล่งน้ำ เนื่องจากเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดเป็นการ ทับถมของซากเศษต้นไม้และเมื่อเน่าเปื่อยจะส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำเน่าเสียได้การจัดการสามารถทำได้ ควบคู่กับการขุดลอกกำจัด

4) การควบคุมด้านการก่อสร้างที่อยู่อาศัยรุกล้ำพื้นที่แหล่งน้ำ

5) การควบคุมและป้องกันการทิ้งขยะและของเสียต่าง ๆ ลงสู่แหล่งน้ำซึ่งจะทำให้ แหล่งน้ำสกปรกและตื้นเขิน

6) การบำรุงรักษา และปรับปรุงสภาพพื้นที่ คุณภาพน้ำของแหล่งน้ำให้ดีขึ้น

การป้องกันและแก้ไขปัญหาดังกล่าวมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้ความร่วมมือ จากภาครัฐ เอกชน และประชาชนในพื้นที่ เนื่องจากแหล่งน้ำส่วนใหญ่เอกชนเป็นผู้ถือครอง การให้ ความรู้หรือขอความร่วมมือจากเจ้าของพื้นที่ หรือชุมชนรอบ ๆ บริเวณในมีส่วนร่วมในการรักษา ความสะอาดของแหล่งน้ำจะทำให้พื้นที่จังหวัดมีแหล่งน้ำสำรองที่มีคุณภาพดีเพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถ นำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กรมการท่องเที่ยว. (2555). “สถิตินักท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ <http://www.tourism.go.th/tourism/th/home/tourism.php>. (วันที่ 14 ธันวาคม 2555).
- กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2551). “วัฏจักรของอุทกวิทยา.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ http://local.environnet.in.th/formal_data2.php?id=262. (วันที่ 7 พฤษภาคม 2556).
- กรมอุตุนิยมวิทยา. (2551). “ความรู้อุตุนิยมวิทยา.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ <http://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=84>. (วันที่ 16 มกราคม 2556).
- การประปาส่วนภูมิภาคสาขาภูเก็ต. (2553). “รายละเอียดข้อมูลด้านโครงสร้างพื้นฐาน (การประปา).”, *เอกสารการประปาส่วนภูมิภาค จังหวัดภูเก็ต*.
- กิริติ ลีวัจนกุล. (2543). *อุทกวิทยา*, SPEC, ปทุมธานี.
- โครงการชลประทานที่ 15 จังหวัดภูเก็ต. (2553). “รายชื่อขุมเหมืองในจังหวัดภูเก็ต.”, *เอกสารกรมชลประทาน จังหวัดภูเก็ต*.
- จรัญธร บุญญานภาพ. (2551). “ความรู้พื้นฐานรีโมตเซนซิง.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ http://conf.agi.nu.ac.th/webnewasp/ereading/Jaruntorn%5CRemote_Sensing/RS_Lab_Week04_Part1_2007.pdf (วันที่ 18 ธันวาคม 2554).
- ชนิด ชาญหาญ. (2547). “การประมาณปริมาณฝนด้วยดาวเทียมสำหรับกรุงเทพมหานครในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ, คณะวิศวกรรม, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กรมทรัพยากรน้ำ. (2549). “การประเมินความต้องการน้ำอุปโภค บริโภคและอุตสาหกรรม.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ <http://www.prapathai.com> (วันที่ 10 เมษายน 2555).
- ธีรสันต์ รัตนบำรุง, ชินวัชร สุรัสวดี และ วิจารย์ มีผล. (2553) “การประเมินสังคมพืชป่าชายเลนโดยใช้ THEOS: กรณีศึกษาพื้นที่สงวนชีวมณฑลระนอง.” การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมและการจัดการสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 3, ณ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 50-51.
- นิตยา หวังวงศ์โรจน์. (2551). *อุทกวิทยา*, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

- พรนภา ทองเทพ. (2552). “การศึกษาการประมาณปริมาณน้ำฝนด้วยข้อมูลดาวเทียมสำหรับภาคเหนือของประเทศไทย.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- มณฑล แก่นมณี. (2553). “การวัดความลึกของมหาสมุทร.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ http://www.agri.kmitl.ac.th/elearning/courseware/aquatic/1_2.html (8 กุมภาพันธ์ 2556).
- ศศิธร สุขวิวัฒน์พร. (2554). “อัลกอริทึมสำหรับการจำแนกสภาพแนวปะการังโซนพื้นราบโดยใช้ข้อมูลดาวเทียม THEOS: กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติสิรินาถ.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม, คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ศุทธิณี ดนตรี. (2549). *ความรู้พื้นฐานด้านการสำรวจระยะไกล*, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- สำนักงานเทศบาลนครภูเก็ต. (2549). “โครงการศึกษาเพื่อกำหนดรูปแบบและแนวทางในการจัดหาแหล่งน้ำดิบเพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำของเทศบาลนครภูเก็ต.” 113 หน้า.
- สรรคัใจ กลิ่นดาว. (2550). *การสำรวจระยะไกล: การประมวลผลภาพเชิงเลขเบื้องต้น*, โอ. เอส. พรินติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ.
- สมพร สง่าวงศ์. (2552). *การสำรวจจากระยะไกลในด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดินและการประยุกต์*, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย. (2552). *ตำราเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศศาสตร์*, สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), กรุงเทพฯ.
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). 2552. คู่มือดาวเทียม THEOS: คุณลักษณะดาวเทียม.(ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ http://www.gistda.or.th/gistda_n/index.php/service. (วันที่ 1 ธันวาคม 2553).
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา. (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ http://www.gistda.or.th/knowledge/html/sat_meteo.html (วันที่ 9 เมษายน 2554).

- สำนักงานจังหวัดภูเก็ต. (2554). “บรรยายสรุปจังหวัดภูเก็ต.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ <http://www.phuket.go.th/webpk/contents.php> (วันที่ 23 เมษายน 2555).
- สุจริต คุณชนกุลวงศ์, วิรัช นัตตรรงค์ และ อรอนงค์ วรรณราช. (2550). การประเมินและพยากรณ์น้ำฝนจากข้อมูลระยะไกล. (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ <http://project-wre.eng.Chula.ac.th/watercu>. (วันที่ 5 กรกฎาคม 2554).
- สุรณี อิงคากุล. (2548). *การวิเคราะห์ข้อมูลระยะไกล*, สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ANdaman Environment and natural Disaster research center (ANED). (2556). “surface precipitation rate.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ http://www.worldmeteorology.com/precipitation_data.htm. (วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2556).
- Garmin, Ltd. (2010). “GPSMAP 400/500 series owner’s manual.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ <http://www.garmin.com> (วันที่ 24 ธันวาคม 2555).
- H. S. Lim, M. Z. MatJafri, K. Abdullah and Robabeh Asadpour. (2012). “TSS Mapping Using THEOS Imagery over Penang Island, Malaysia.”, Proceeding of The First International Conference on Interdisciplinary Research and Development, Thailand , 31 May-1 June, 2011.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).(2009a). “NOAA KLM USER'S GUIDE Section 3.3.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/pod-guide/ncdc/docs/klm/html/c3/sec3-3.htm> (วันที่ 25 มกราคม 2556).
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).(2009b). “NOAA KLM USER'S GUIDE Section 3.4.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/pod-guide/ncdc/docs/klm/html/c3/sec3-4.htm> (วันที่ 25 มกราคม 2556).
- Richards, J. A. and Jia, X. (2006). *Remote Sensing Digital Image Analysis*, Springer.
- Sirikantisopon, T. (2001). “Rainfall Precipitation for Thailand Using Mesoscale (MM5).”, Master Thesis Mathematic, Faculty of Science, King Mongkut’s University of Technology Thonburi.
- Surussavadee, C. (2011). “AMSU MIT Precipitation Retrieval Products (AMP).” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ <http://web.mit.edu/surusc/www/AMP>. (วันที่ 9 มกราคม 2556).

- Surussavadee, C., and Staelin, D. H. (2011). "Evaporation Correction Methods for Microwave Retrievals of Surface Precipitation Rate." *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 49, 4763-4770.
- Surussavadee, C., and Staelin, D. H. (2010). "Global Precipitation Retrievals Using the NOAA AMSU Millimeter-Wave Channels: Comparisons with Rain Gauges." *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 49, 124-135.
- Surussavadee, C., and Staelin, D. H. (2009). "Satellite Retrievals of Arctic and Equatorial Rain and Snowfall Rates Using Millimeter Wavelengths." *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 47, 3697-3707.
- Surussavadee, C., and Staelin, D. H. (2008). "Global Millimeter-Wave Precipitation Retrievals Trained With a Cloud-Resolving Numerical Weather Prediction Model, Part I: Retrieval Design." *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 46, 99-108.
- Surussavadee, C., and Staelin, D. H. (2008). "Global Millimeter-Wave Precipitation Retrievals Trained With A Cloud-Resolving Numerical Weather Prediction Model, Part II: Performance Evaluation." *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 46, 109-118.
- Surussavadee, C., and Staelin, D. H. (2007). "Millimeter-Wave Precipitation Retrievals and Observed-versus-Simulated Radiance Distributions: Sensitivity to Assumptions." *Journal of the Atmospheric Science-Special Section*, 64, 3808-3826.
- Surussavadee, C., and Staelin, D. H. (2006). "Comparison of AMSU Millimeter-Wave Satellite Observations, MM5/TBSCAT Predicted Radiances and Electromagnetic Models for Hydrometeors." *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 44, 2667-2678.
- Thuillier, G., Floyd, L., Woods, T. N., Cebula, R., Hilsenrath, E., Hersé, M., and Labs, D. (2004). "Solar Irradiance Reference Spectra, in Solar Variability and its Effects on Climate." *Geophysical Monograph*, 141, p.171.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลแหล่งน้ำผิวดิน

ตารางภาคผนวกที่ ก1 ข้อมูลขุมเหมือง

ที่ตั้ง		ชื่อ	ความลึก (สูงสุด m)	สิทธิ อครอง	
อำเภอ	ตำบล				
กะทู้	ต.กะทู้	pit1	ขุมเหมืองสรรพมิตร	10.40	รัฐ/ผลิตประปา
		pit2	ขุมเหมืองอุปีติสิงค์	12.20	เอกชน
		pit3	ขุมเหมืองนายบันลือ(REQ)	12.55	เอกชน/ผลิตประปา
		pit4	ขุมเหมืองอนุภายและบุตร	13.50	เอกชน/สำรวจ
		pit5	ขุมเหมืองนายบันลือ	8.80	เอกชน
		pit6	ขุมเหมืองบริษัทอนุภาย	4.15	เอกชน
		pit7	ขุมเหมืองนายเหล็ง	6.30	เอกชน
		pit8	ขุมเหมืองมอ.	8.40	รัฐ/ผลิตประปา
		pit9	ขุมเหมืองแฝด	11.25	เอกชน
เมือง	ฉลอง	pit10	ขุมเหมืองโกยสมบูรณ์	12.50	เอกชน
		pit11	ขุมเหมืองประปา อบตฉลอง	17.95	รัฐ/ผลิตประปา
		pit12	ขุมเหมืองแลนด์แอนเฮาส์	10.60	เอกชน
		pit13	ขุมเหมืองไม่มีชื่อ	13.80	เอกชน
		pit14	ขุมเหมือง บ.เกียนหงวน จำกัด	9.50	เอกชน/สำรวจ
		pit15	ขุมเหมือง บ.โกยสมบูรณ์ จำกัด	8.05	เอกชน
		pit16	ขุมเหมืองนากก	18.60	เอกชน/ผลิตประปา
เมือง	เกาะแก้ว	pit17	ขุมเหมืองคร.อาทิตย์ อุไรรัตน์#1	9.00	เอกชน/สำรวจ
		pit18	ขุมเหมืองคร.อาทิตย์ อุไรรัตน์#2	5.60	เอกชน/สำรวจ
		pit19	ขุมเหมืองไม่มีชื่อ	3.50	เอกชน
		pit20	ขุมเหมืองไม่มีชื่อ	2.45	เอกชน
		pit21	ขุมเหมืองคร.อาทิตย์ อุไรรัตน์ #4	11.40	เอกชน
		pit22	ขุมเหมืองคร.อาทิตย์ อุไรรัตน์ #5	8.70	เอกชน
		pit23	ขุมเหมืองนางจรงค์ จิตเกื้อ#1	5.60	เอกชน
		pit24	ขุมเหมืองไทยอุตสาหกรรมโกโก้	7.85	เอกชน
		pit25	ขุมเหมือง บ.จตุพานิช จำกัด #2	7.25	เอกชน

ตารางภาคผนวกที่ ก1 ข้อมูลขุมเหมือง (ต่อ)

ที่ตั้ง		ชื่อ	ความลึก สูงสุด (m)	สิทธิ ครอบครอง	
อำเภอ	ตำบล				
เมือง	เกาะแก้ว	pit26	ขุมเหมืองนางจรงรักษ์ จิตเกื้อ #2	10.40	เอกชน
		pit27	ขุมเหมือง บ.จตุพานิช จำกัด #1	4.45	เอกชน
		pit28	ขุมเหมืองนายประดิษฐ์	13.15	เอกชน
		pit29	ขุมเหมือง บ.โอ้ยเชียง จำกัด #1	5.20	เอกชน/ผลิตประปา
		pit30	ขุมเหมืองนางกาญจนา ณ ระนอง	5.20	เอกชน/สำรอง
กะทู้	กมลา	pit31	ขุมเหมือง บ.เหมืองแร่กมลา	9.85	เอกชน
		pit32	ขุมเหมืองในหาน	8.05	เอกชน
		pit33	ขุมเหมืองนางคิม๊ะ กิจสาร #1	13.10	เอกชน
		pit34	ขุมเหมืองนางคิม๊ะ กิจสาร #2	4.30	เอกชน
เมือง	รัชฎา	pit35	ขุมเหมืองก้องเฟ่ง	9.25	เอกชน
		pit36	ขุมเหมือง บ.นายกลม จำกัด #3	6.00	เอกชน
		pit37	ขุมเหมือง บ.เทียนหงวน จำกัด #3	8.55	เอกชน
		pit38	ขุมเหมืองสยามนิรมิต	8.60	เอกชน
		pit39	ขุมเหมือง บ.โป๊ทพัฒนา	8.25	เอกชน
		pit40	ขุมเหมืองไม่มีชื่อ	7.60	เอกชน
		pit41	ขุมเหมือง บ.โอ้ยเชียง จำกัด	4.10	รัฐ
		pit42	ขุมเหมืองไทยวิลเลจ #1	5.85	เอกชน
		pit43	ขุมเหมืองไทยวิลเลจ #2	6.40	เอกชน
		pit44	ขุมเหมืองโครงการชลประทาน	6.80	รัฐ
		pit45	ขุมเหมือง บ.นายกลม #1	15.60	เอกชน
		pit46	ขุมเหมือง บ.เทียนหงวน	14.65	เอกชน
เมือง	ตลาดใหญ่	pit47	ขุมเหมือง ช.รุ่งระวี	10.65	เอกชน/ผลิตประปา
เมือง	วิชิต	pit48	ขุมเหมืองเฉลิมพระเกียรติ #1	4.70	รัฐ/ผลิตประปา
		pit49	ขุมเหมืองเฉลิมพระเกียรติ #2	5.70	รัฐ/ผลิตประปา
		pit50	ขุมเหมืองซอฟต์แวร์พาร์ค	13.40	เอกชน

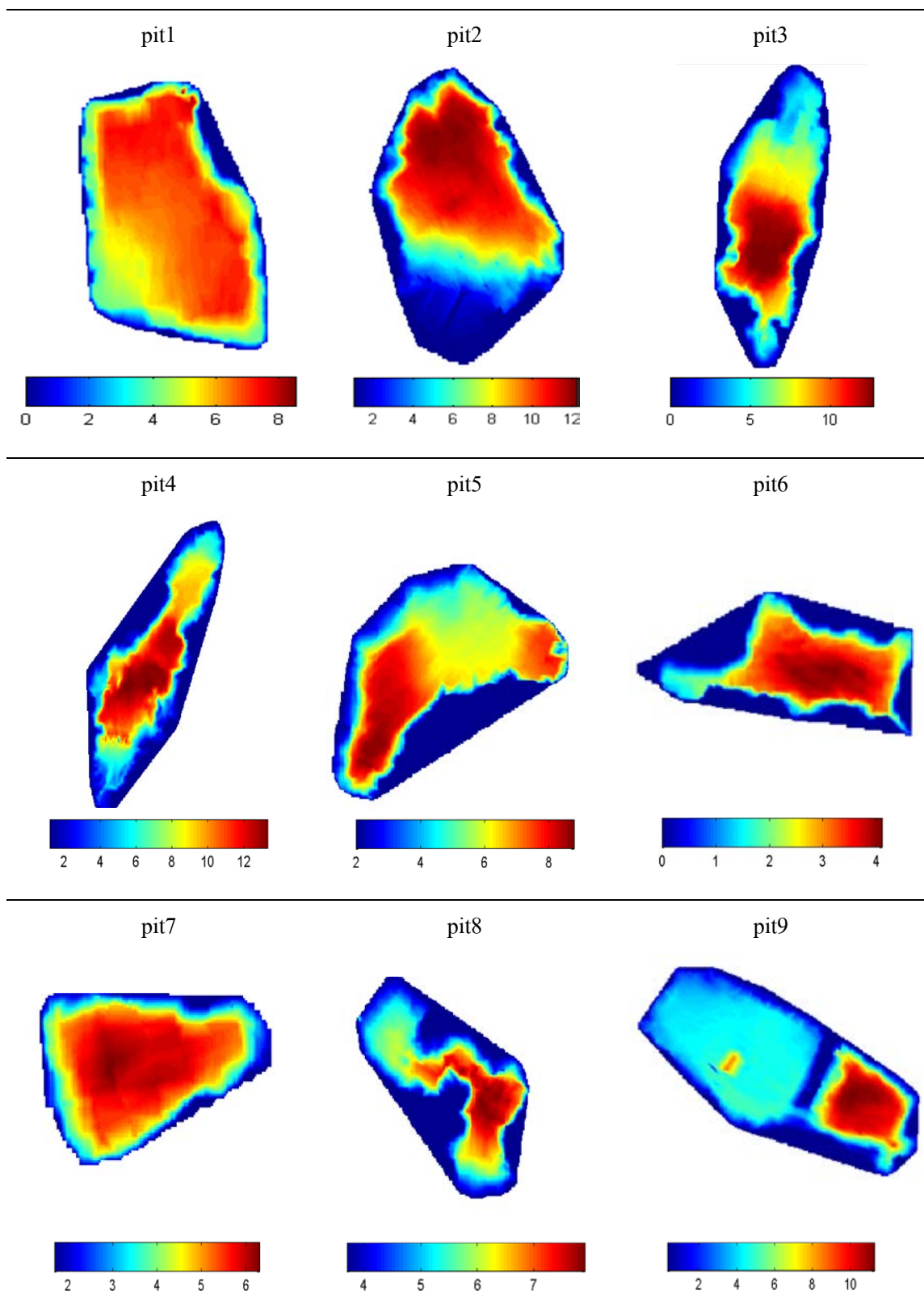
ตารางภาคผนวกที่ ก1 ข้อมูลขุมเหมือง (ต่อ)

ที่ตั้ง		ชื่อ	ความลึก สูงสุด (m)	ลักษณะ ครอบง	
อำเภอ	ตำบล				
		pit51	ขุมเหมืองเจ้าฟ้า # 1	10.20	เอกชน/สำรวจ
		pit52	ขุมเหมืองเจ้าฟ้า # 2	10.90	เอกชน/สำรวจ
		pit53	ขุมเหมืองไม่มีชื่อ	23.15	เอกชน
กลาง	เชิงทะเล	pit54	ขุมเหมืองอ้ายจุก	5.80	รัฐ/ผลิตประปา
		pit55	ขุมเหมืองมัศยิดคารุลเอียะ	5.50	รัฐ
		pit56	ขุมเหมืองไม่มีชื่อ	5.70	รัฐ
		pit57	ขุมเหมืองประปา ต.เชิงทะเล#1	5.30	รัฐ/ผลิตประปา
		pit58	ขุมเหมืองประปา ต.เชิงทะเล#2	8.20	รัฐ/ผลิตประปา
		pit59	ขุมเหมืองจินาคาแคร์	13.00	เอกชน
		pit60	ขุมเหมืองไม่มีชื่อ	13.90	เอกชน
		pit61	ขุมเหมืองไม่มีชื่อ	1.75	เอกชน
กลาง	ไม้ขาว	pit62	ขุมเหมืองนายรวัช ดันพิริยกิจ	4.15	เอกชน
		pit63	ขุมเหมืองเมืองใหม่	4.10	เอกชน
กลาง	ศรีสุนทร	pit64	ขุมเหมืองรพช.#1	6.00	รัฐ
		pit65	ขุมเหมืองรพช.#2	13.45	รัฐ
		pit66	ขุมเหมืองบางมะรวน#1	7.90	รัฐ
		pit67	ขุมเหมืองรพช.#3	8.75	รัฐ/ผลิตประปา
		pit68	ขุมเหมืองบางมะรวน#2	11.70	รัฐ
		pit69	ขุมเหมืองบางมะรวน#3	12.40	รัฐ
		pit70	ขุมเหมืองนก	25.05	เอกชน
		pit71	ขุมเหมืองคุณประดิษฐ์	19.95	เอกชน
		pit72	ขุมเหมืองเจียรวานิช #1	12.10	เอกชน
		pit73	ขุมเหมืองเจียรวานิช #2	3.35	เอกชน
		pit74	ขุมเหมืองไม่มีชื่อ	5.45	เอกชน
		pit75	ขุมเหมืองไม่มีชื่อ	11.80	เอกชน

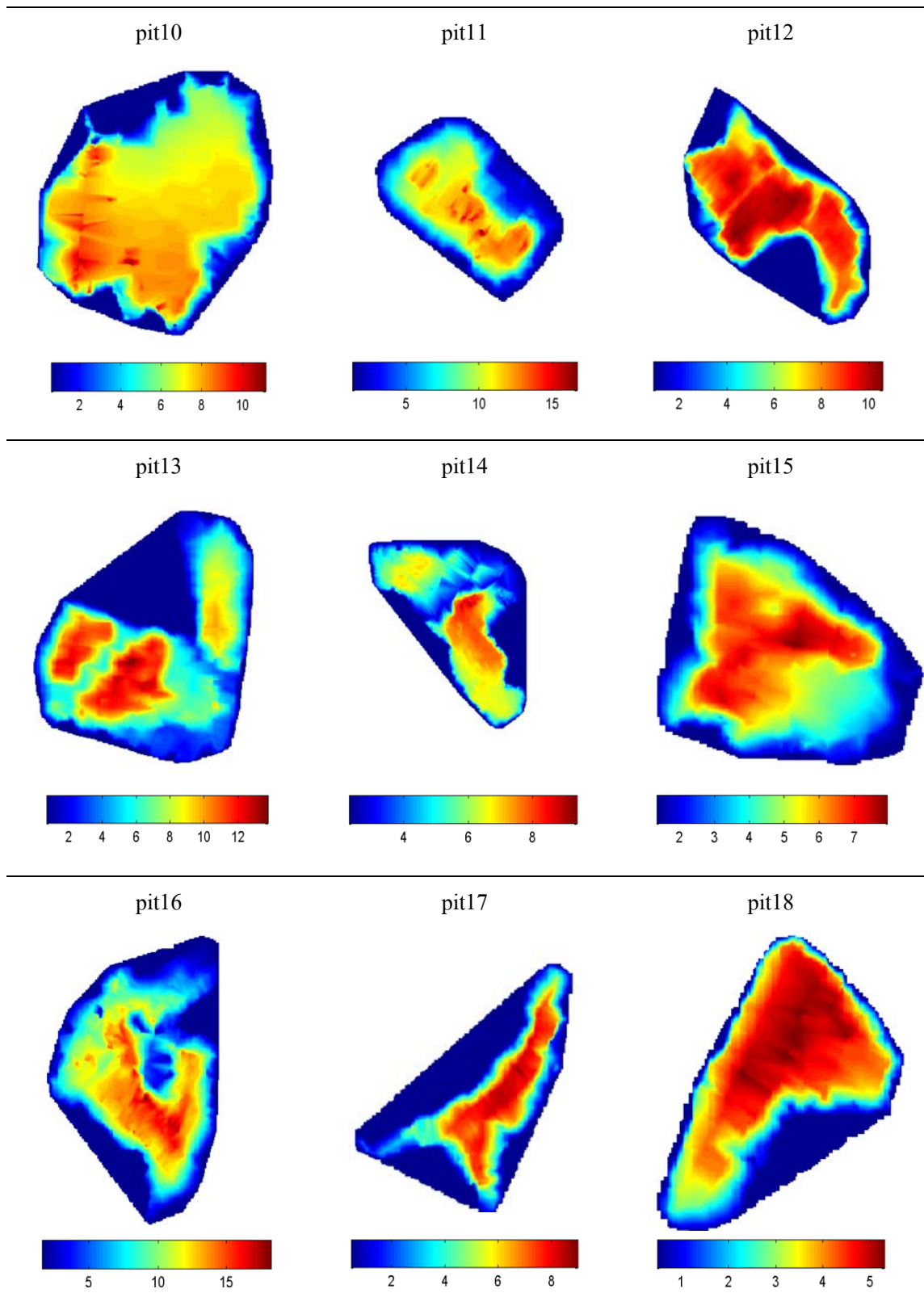
ตารางภาคผนวกที่ ก1 ข้อมูลขุมเหมือง (ต่อ)

อำเภอ	ที่ตั้ง		ชื่อ	ความลึก สูงสุด (m)	litho อครอง
	ตำบล				
กลาง	เทพกระษัตรี	pit76	ขุมเหมืองไม่มีชื่อ	12.50	เอกชน
		pit77	ขุมเหมืองไม่มีชื่อ	5.40	เอกชน
		pit78	ขุมเหมืองไม่มีชื่อ	5.00	เอกชน
		pit79	ขุมเหมือง บ.ทีแอนด์ที#1	10.45	เอกชน
		pit80	ขุมเหมือง บ.ทีแอนด์ที#2	5.75	เอกชน
		pit81	ขุมเหมือง บ.ทีแอนด์ที#3	5.15	เอกชน
		pit82	ขุมเหมืองคูนเบญจพล#1	4.55	เอกชน
		pit83	ขุมเหมืองคูนเบญจพล#2	8.15	เอกชน
		pit84	ขุมเหมืองคูนเบญจพล#3	5.25	เอกชน
		pit85	ขุมเหมืองไม่มีชื่อ	13.50	เอกชน
		กะทู้	กะทู้	pit86	ขุมเหมืองลือคปาล์ม#1*
pit87	ขุมเหมืองลือคปาล์ม#2*				เอกชน
pit88	อ่างเก็บน้ำบางวาด*				รัฐ/ผลิตประปา
เมือง	รัชฎา	pit89	ขุมเหมืองซอยพะเนียง *		เอกชน/สำรวจ
		pit90	ขุมเหมืองเทศบาล ซ.พะเนียง*		รัฐ/ผลิตประปา
		pit91	ขุมเหมืองศรีสุชาติ*		เอกชน
กลาง	ศรีสุนทร	pit92	ขุมเหมืองภูเก็ตวิลล่า*		เอกชน
		pit93	อ่างเก็บน้ำบางเหนียวดำ*		รัฐ/ผลิตประปา

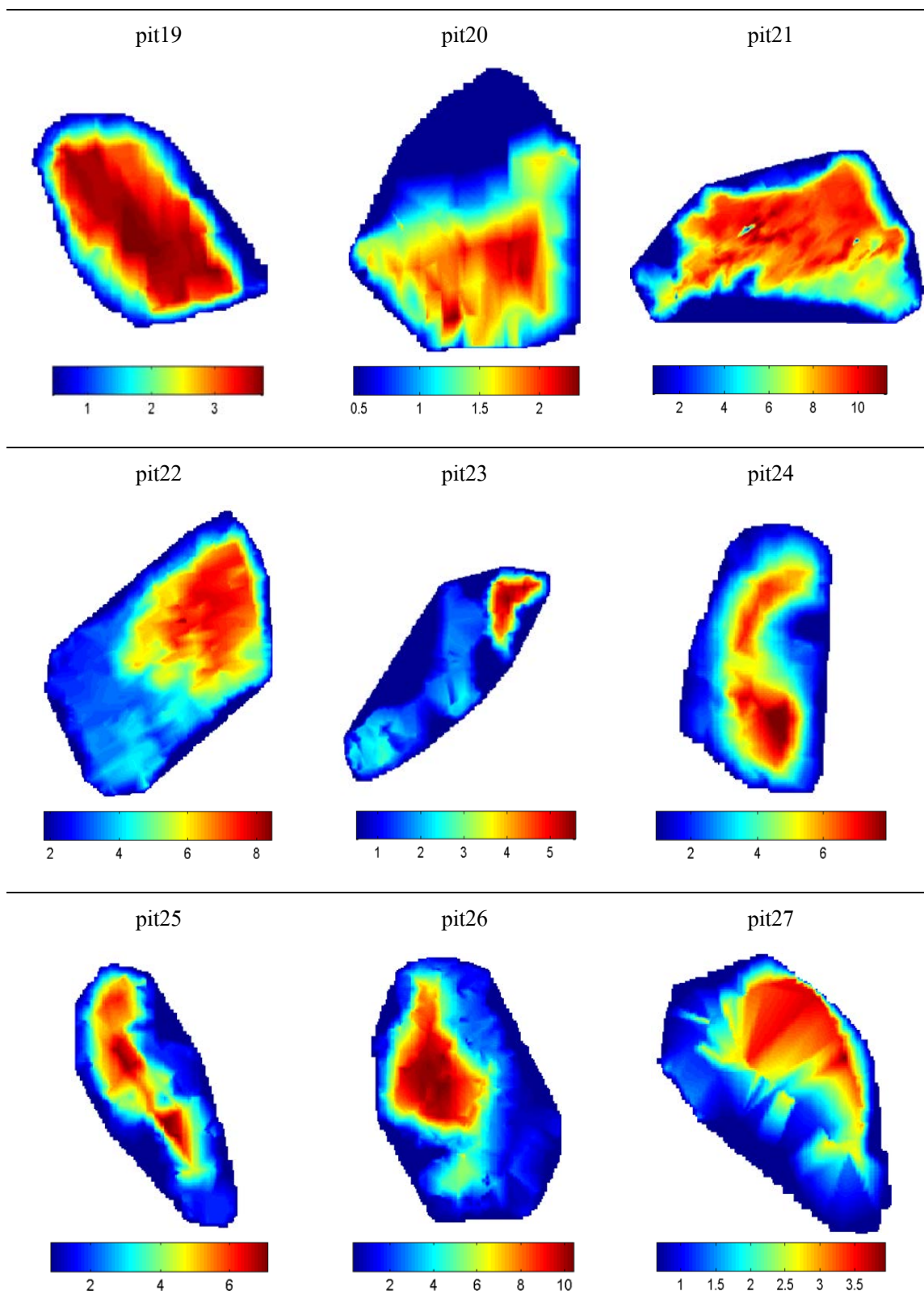
* ใช้ข้อมูลความจุจากโครงการชลประทานที่ 15



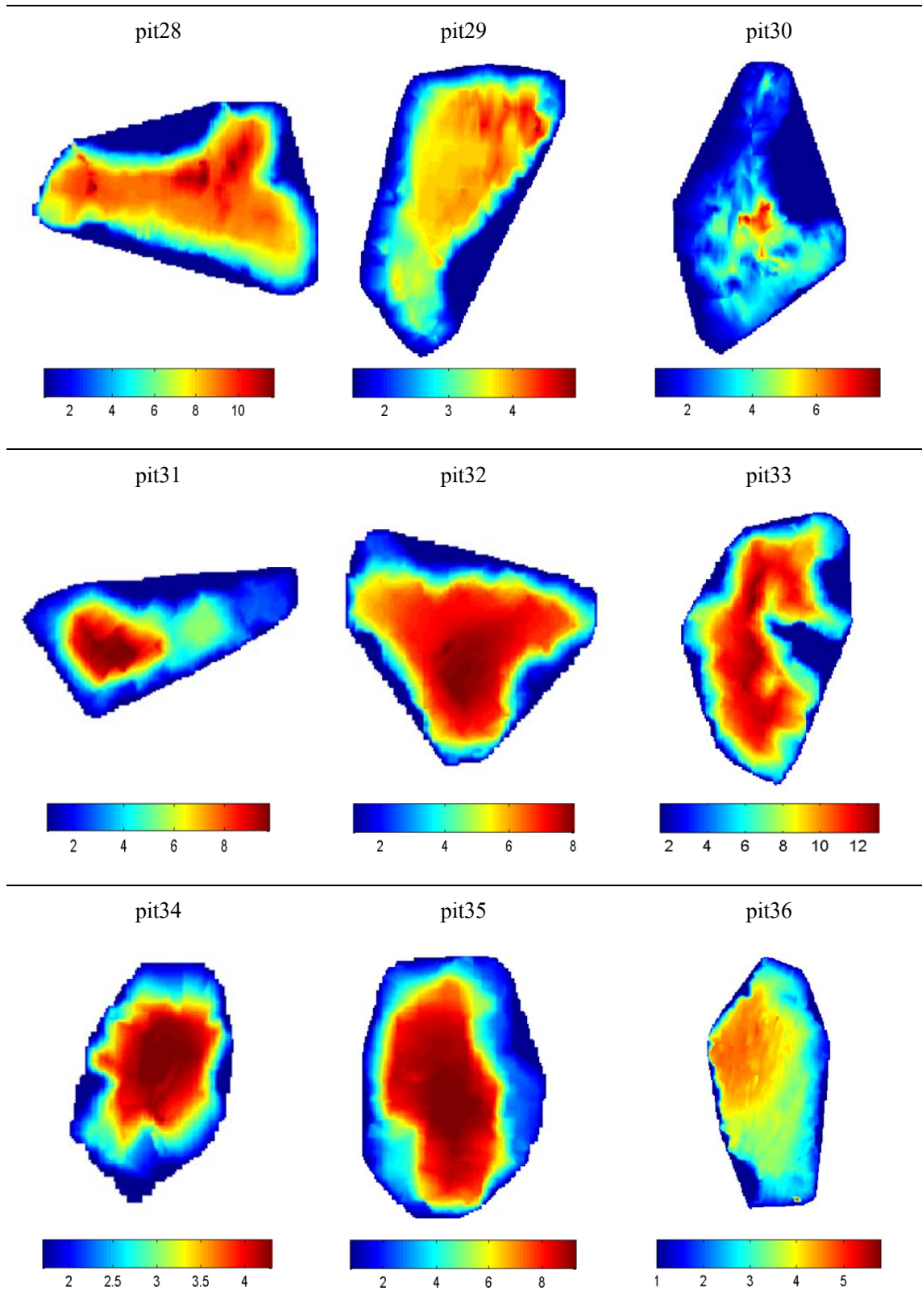
รูปภาคผนวกที่ ก1 แผนภาพแสดงความลึก (เมตร) ของแหล่งน้ำผิวดิน pit 1- pit 9



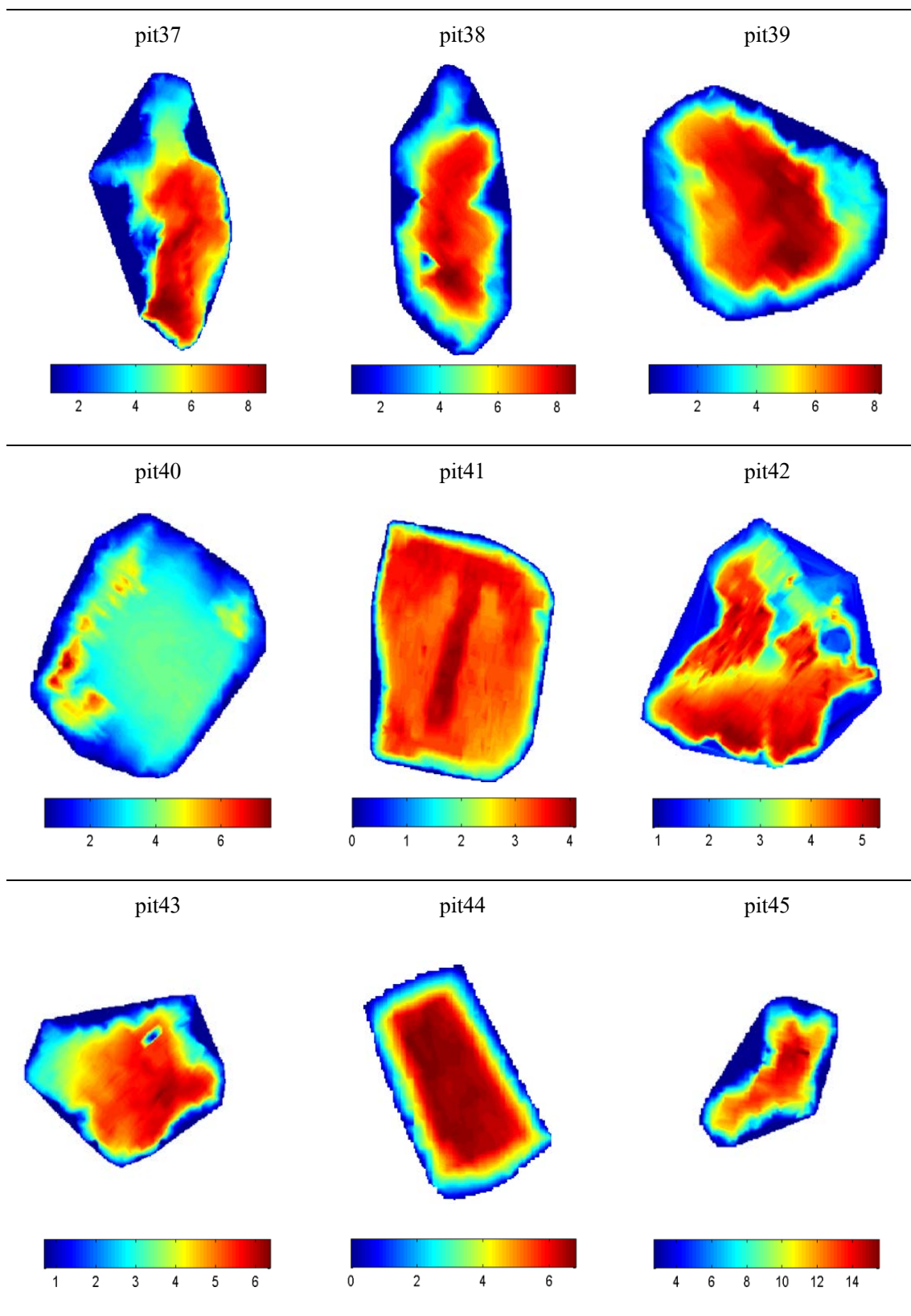
รูปภาคผนวกที่ ก2 แผนภาพแสดงความลึก (เมตร) ของแหล่งน้ำผิวดิน pit 10- pit 18



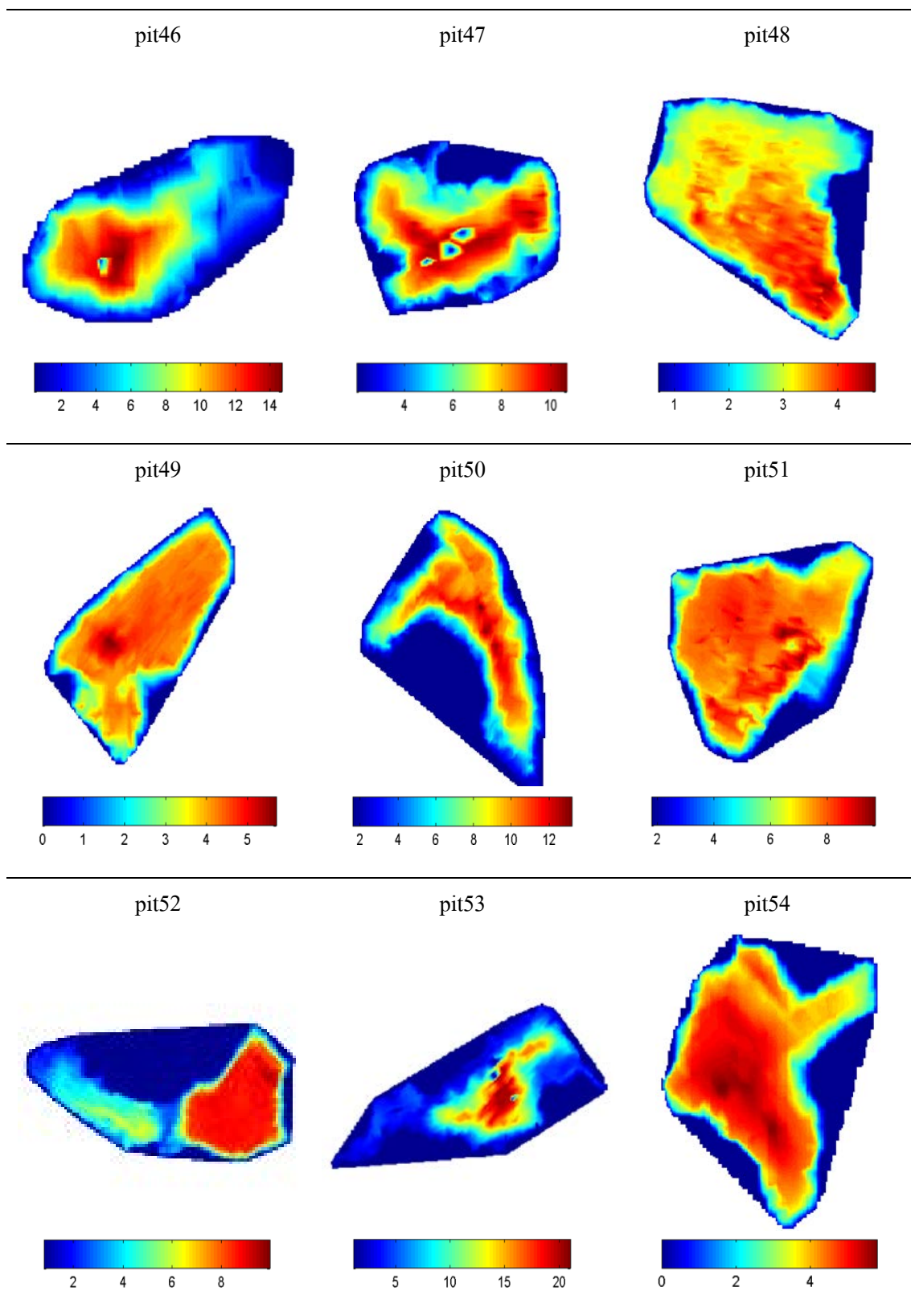
รูปภาคผนวกที่ ก3 แผนภาพแสดงความลึก (เมตร) ของแหล่งน้ำผิวดิน pit 19- pit 27



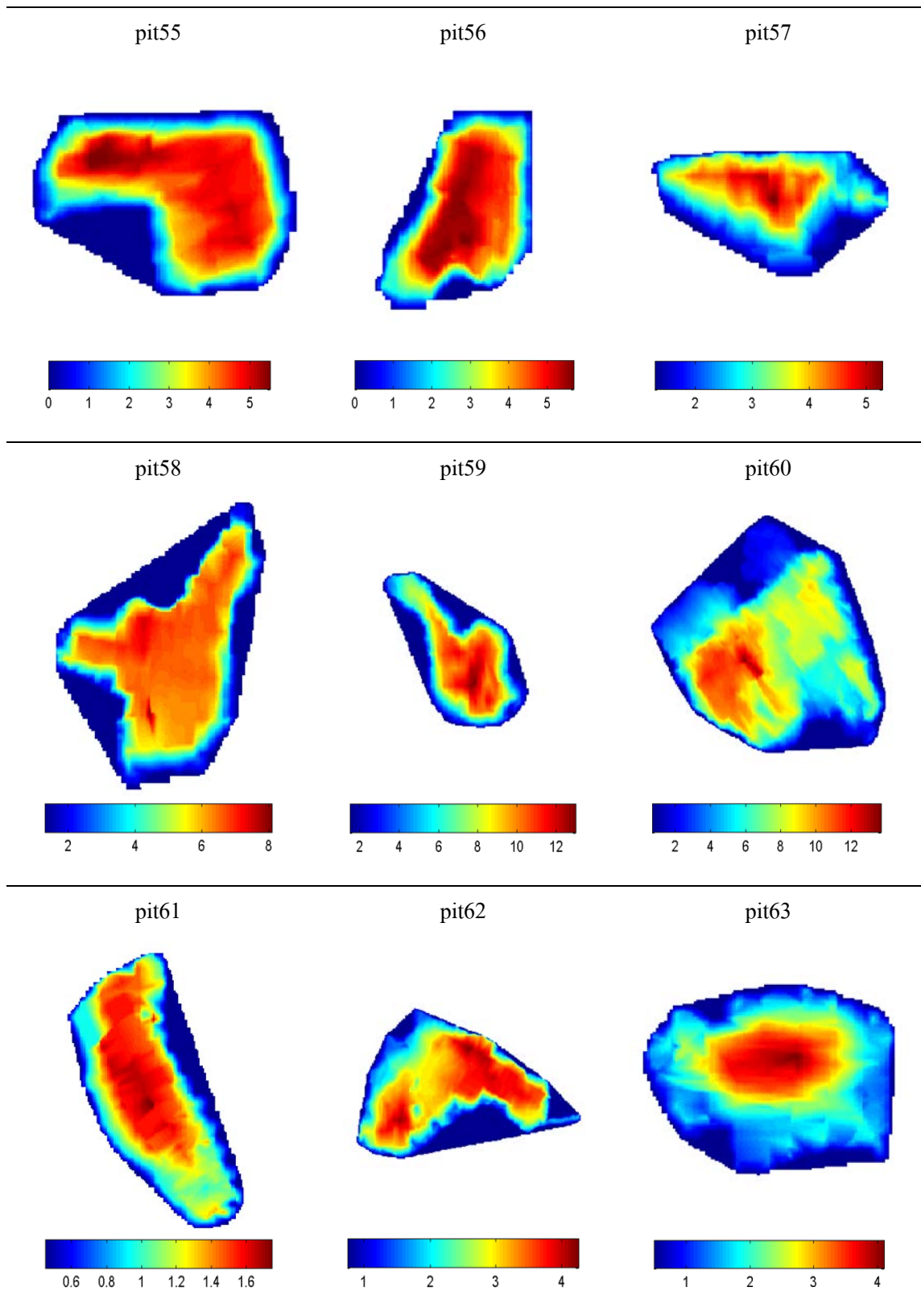
รูปภาคผนวกที่ ก4 แผนภาพแสดงความลึก (เมตร) ของแหล่งน้ำผิวดิน pit 28 - pit 36



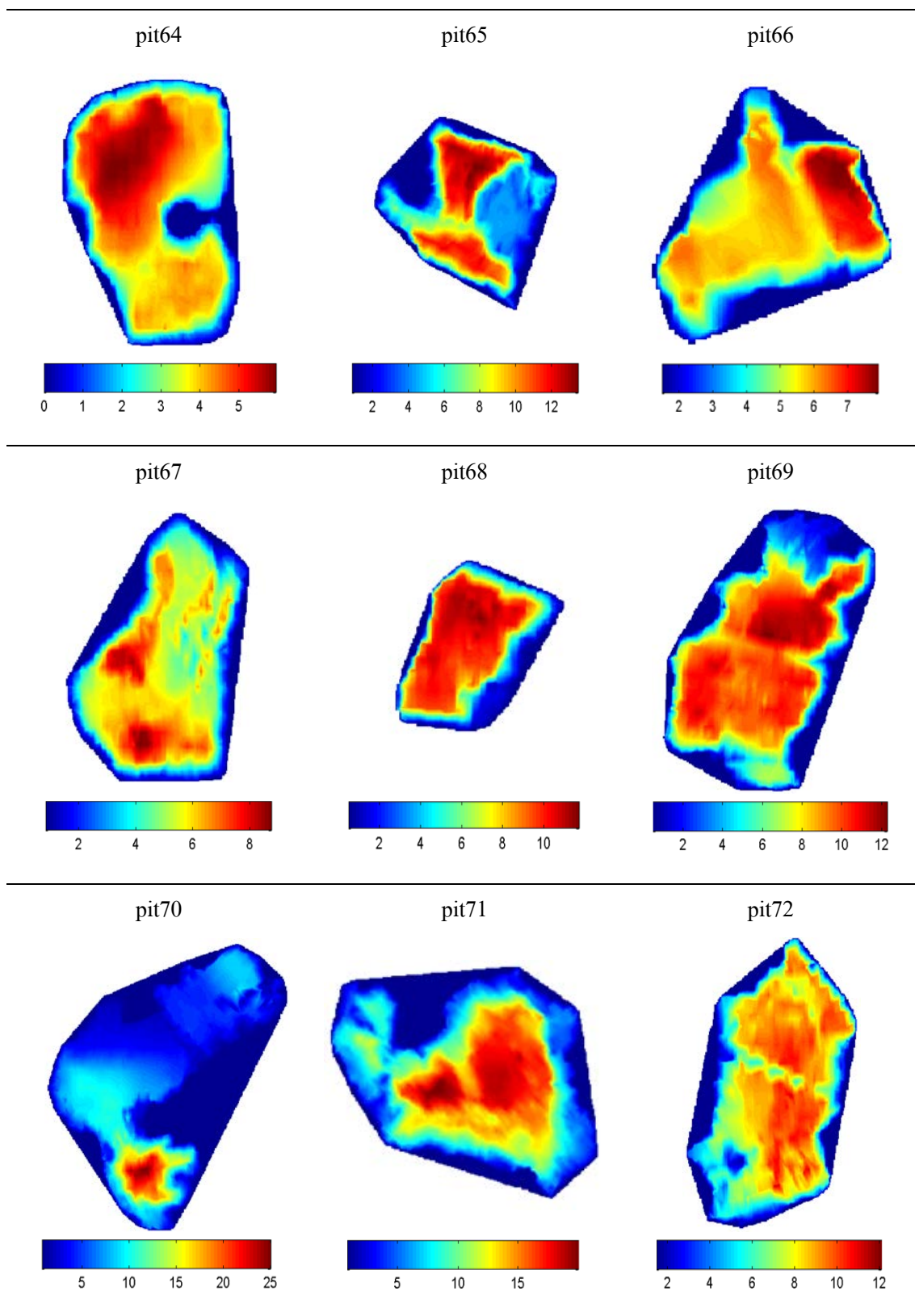
รูปภาคผนวกที่ ก5 แผนภาพแสดงความลึก (เมตร) ของแหล่งน้ำผิวดิน pit 37- pit 45



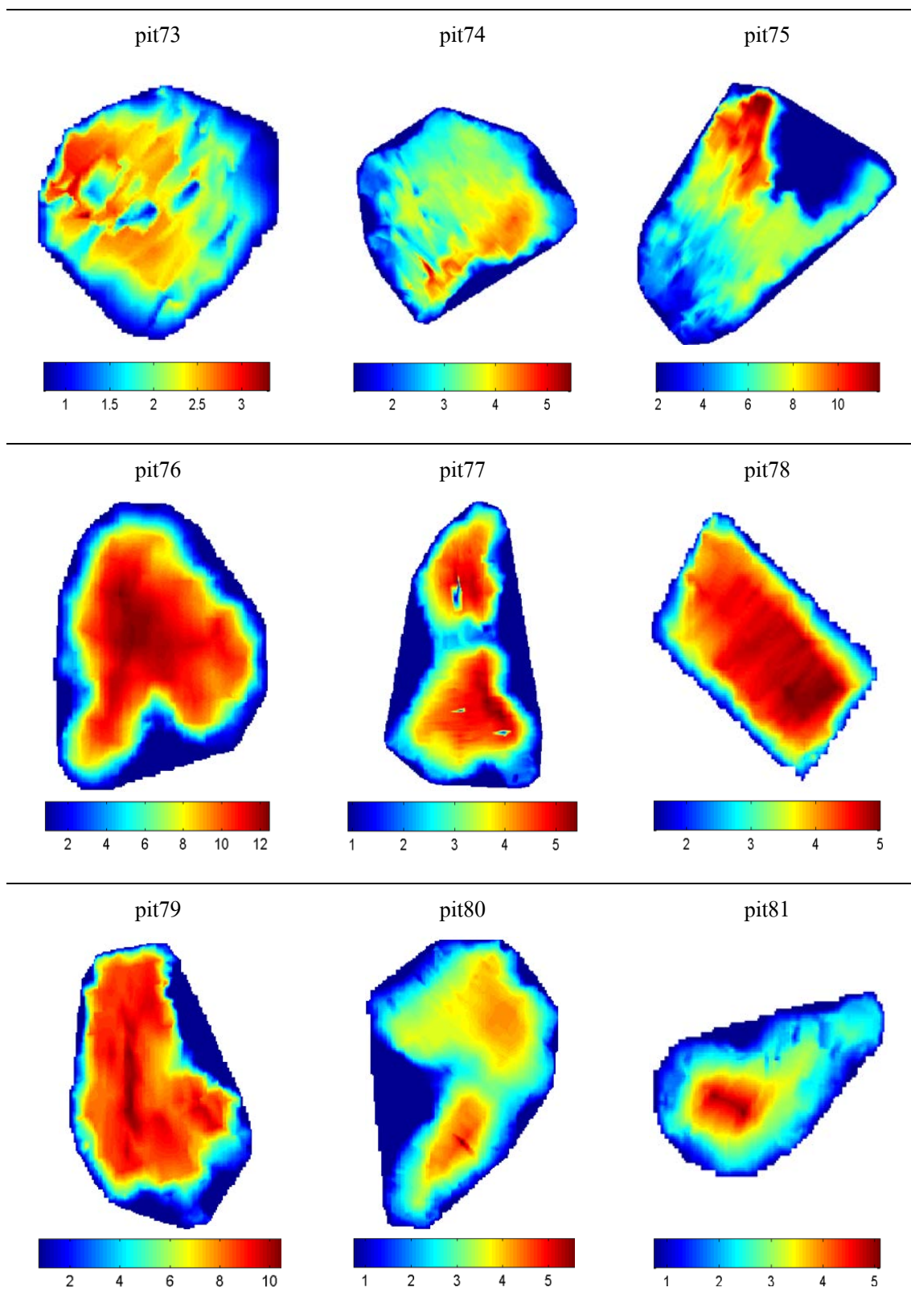
รูปภาคผนวกที่ ก6 แผนภาพแสดงความลึก (เมตร) ของแหล่งน้ำผิวดิน pit 46- pit 54



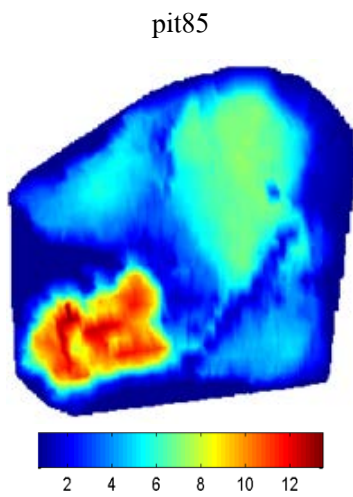
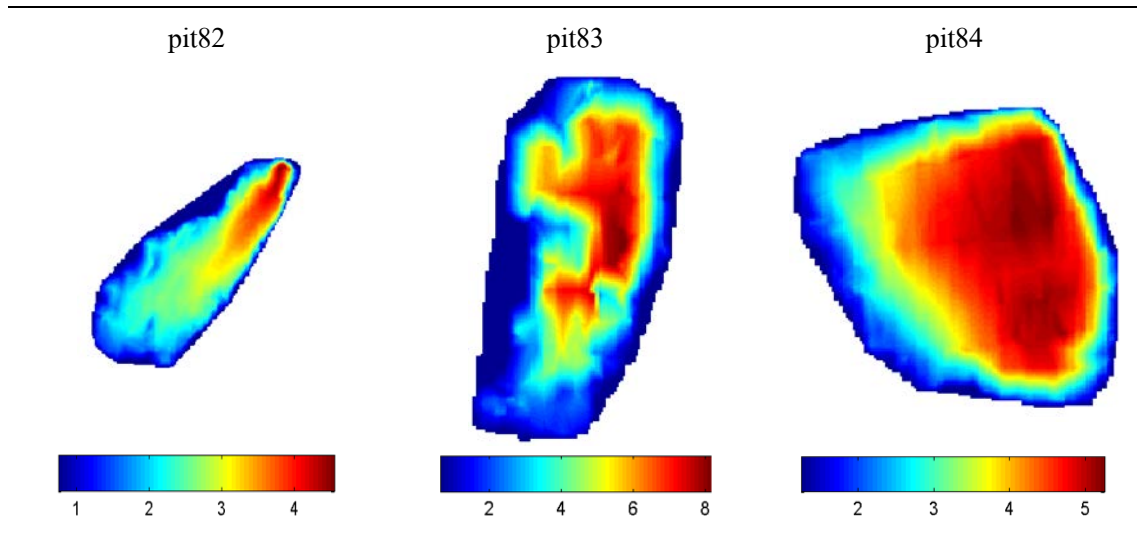
รูปภาคผนวกที่ ก7 แผนภาพแสดงความลึก (เมตร) ของแหล่งน้ำผิวดิน pit 55- pit 63



รูปภาคผนวกที่ ก8 แผนภาพแสดงความลึก (เมตร) ของแหล่งน้ำผิวดิน pit 64- pit 72



รูปภาคผนวกที่ ก9 แผนภาพแสดงความลึก (เมตร) ของแหล่งน้ำผิวดิน pit 73- pit 81



รูปภาคผนวกที่ ก แผนภาพแสดงความลึก (เมตร) ของแหล่งน้ำผิวดิน pit 82- pit 85



รูปภาคผนวกที่ ก การเก็บข้อมูลภาคสนาม

ตารางภาคผนวกที่ ก2 ปริมาณฝนที่ตกลงในแหล่งน้ำผิวดิน

	ปริมาณ นที่ตกลง นแหล่งน้ำผิวดิน ล้านลูกบาศก์เมตร					
	2549	2551	2552	2553	2554	
pit1	0.035372	0.036555	0.038959	0.030488	0.041958	0.031891
pit2	0.138455	0.145285	0.153257	0.119033	0.164319	0.125486
pit3	0.114551	0.120418	0.126914	0.098478	0.136058	0.103822
pit4	0.249956	0.260802	0.275842	0.214899	0.295816	0.226589
pit5	0.063026	0.066689	0.070040	0.054161	0.075024	0.057160
pit6	0.025126	0.026061	0.027696	0.021637	0.029781	0.022698
pit7	0.008723	0.009147	0.009676	0.007514	0.010407	0.007868
pit8	0.042013	0.042931	0.046141	0.036300	0.049901	0.037677
pit9	0.131383	0.135682	0.144580	0.113195	0.155614	0.118564
pit10	0.090137	0.090597	0.099049	0.078443	0.108388	0.079498
pit11	0.040187	0.040308	0.044137	0.034989	0.048335	0.035410
pit12	0.203555	0.203448	0.223351	0.177345	0.244885	0.179084
pit13	0.113392	0.113580	0.124400	0.098693	0.136172	0.099995
pit14	0.151678	0.153874	0.167101	0.131764	0.182290	0.134301
pit15	0.032551	0.033096	0.035884	0.028266	0.039119	0.028847
pit16	0.080293	0.081354	0.088351	0.069722	0.096324	0.071172
pit17	0.036051	0.037734	0.039501	0.030779	0.041891	0.033211
pit18	0.021200	0.022212	0.023242	0.018100	0.024648	0.019528
pit19	0.014425	0.015138	0.015838	0.012322	0.016807	0.013274
pit20	0.028870	0.030333	0.031715	0.024658	0.033653	0.026566
pit21	0.100250	0.105194	0.110113	0.085663	0.116926	0.092163
pit22	0.044338	0.046564	0.048747	0.037901	0.051794	0.040722
pit23	0.039545	0.041877	0.043538	0.033720	0.046067	0.036514
pit24	0.010959	0.011636	0.012070	0.009336	0.012751	0.010139
pit25	0.014853	0.015756	0.016352	0.012656	0.017280	0.013739
pit26	0.028038	0.029734	0.030871	0.023895	0.032633	0.025922

ตารางภาคผนวกที่ ก2 ปริมาณฝนที่ตกลงในแหล่งน้ำผิวดิน (ต่อ)

	ปริมาณ ฝนที่ตกลง ในแหล่งน้ำผิวดิน ล้านลูกบาศก์เมตร					
	2549	2551	2552	2553	2554	
pit27	0.018445	0.019579	0.020309	0.015713	0.021453	0.017068
pit28	0.024924	0.026055	0.027281	0.021273	0.028919	0.022977
pit29	0.045051	0.046266	0.049113	0.038621	0.052453	0.041148
pit30	0.083458	0.085530	0.090958	0.071593	0.097250	0.076117
pit31	0.014834	0.016485	0.016769	0.012646	0.017715	0.013674
pit32	0.017025	0.018875	0.019227	0.014517	0.020322	0.015685
pit33	0.025966	0.028666	0.029280	0.022158	0.030987	0.023887
pit34	0.008004	0.008821	0.009019	0.006832	0.009549	0.007360
pit35	0.026289	0.026875	0.028674	0.022589	0.030741	0.023887
pit36	0.070799	0.072954	0.077457	0.060776	0.082894	0.064450
pit37	0.064566	0.066573	0.070671	0.055431	0.075643	0.058760
pit38	0.033514	0.034607	0.036688	0.028757	0.039236	0.030534
pit39	0.032354	0.033219	0.035364	0.027796	0.037898	0.029403
pit40	0.085019	0.086774	0.092865	0.073183	0.099845	0.076933
pit41	0.098216	0.099499	0.106910	0.084576	0.115044	0.088822
pit42	0.135029	0.137367	0.147339	0.116295	0.158568	0.122045
pit43	0.063594	0.064546	0.069332	0.054786	0.074655	0.057446
pit44	0.019997	0.020263	0.021789	0.017231	0.023472	0.018054
pit45	0.024515	0.025060	0.026827	0.021118	0.028877	0.022141
pit46	0.016031	0.016438	0.017584	0.013818	0.018943	0.014457
pit47	0.053815	0.054154	0.058557	0.046455	0.063271	0.048400
pit48	0.107054	0.106744	0.116650	0.092865	0.127066	0.095233
pit49	0.047683	0.047520	0.051924	0.041378	0.056654	0.042504
pit50	0.076284	0.076707	0.083412	0.066121	0.090708	0.067941
pit51	0.063423	0.063932	0.069398	0.054949	0.075410	0.056540
pit52	0.198948	0.201065	0.217864	0.172289	0.236551	0.177528

ตารางภาคผนวกที่ ก2 ปริมาณฝนที่ตกลงในแหล่งน้ำผิวดิน (ต่อ)

	ปริมาณ ฝนที่ตกลง ในแหล่งน้ำผิวดิน ล้านลูกบาศก์เมตร					
	2549	2551	2552	2553	2554	
pit53	0.110901	0.112418	0.121549	0.095986	0.131844	0.099082
pit54	0.020997	0.023832	0.023843	0.017791	0.024939	0.019603
pit55	0.011145	0.012601	0.012630	0.009445	0.013216	0.010404
pit56	0.006398	0.007217	0.007242	0.005422	0.007580	0.005971
pit57	0.009320	0.010523	0.010540	0.007890	0.011009	0.008723
pit58	0.020964	0.023651	0.023697	0.017747	0.024753	0.019620
pit59	0.023281	0.026237	0.026300	0.019708	0.027472	0.021789
pit60	0.095883	0.108312	0.108311	0.081075	0.112933	0.089956
pit61	0.018804	0.021296	0.021256	0.015890	0.022141	0.017664
pit62	0.047214	0.057295	0.053822	0.038836	0.053650	0.046830
pit63	0.015542	0.018790	0.017702	0.012799	0.017680	0.015380
pit64	0.066207	0.073368	0.074025	0.056011	0.077270	0.062104
pit65	0.054804	0.060485	0.061212	0.046411	0.064004	0.051300
pit66	0.024008	0.026582	0.026828	0.020309	0.028001	0.022524
pit67	0.059875	0.066499	0.066978	0.050622	0.069842	0.056236
pit68	0.023822	0.026485	0.026663	0.020140	0.027801	0.022375
pit69	0.109578	0.120638	0.122294	0.092843	0.127980	0.102469
pit70	0.332877	0.362199	0.370437	0.282879	0.389595	0.309371
pit71	0.168976	0.185096	0.188558	0.143480	0.198028	0.157280
pit72	0.105682	0.113182	0.116795	0.089943	0.123171	0.097959
pit73	0.019577	0.020977	0.021631	0.016655	0.022798	0.018162
pit74	0.080368	0.086360	0.089069	0.068452	0.094039	0.074353
pit75	0.101735	0.109059	0.112683	0.086701	0.119087	0.094007
pit76	0.034338	0.039629	0.038875	0.028794	0.039987	0.032779
pit77	0.071190	0.082336	0.080638	0.059660	0.082863	0.068040
pit78	0.008502	0.009830	0.009628	0.007124	0.009892	0.008127

ตารางภาคผนวกที่ ก2 ปริมาณฝนที่ตกลงในแหล่งน้ำผิวดิน (ต่อ)

	ปริมาณ นที่ตกลง นแหล่งน้ำผิวดิน ล้านลูกบาศก์เมตร					
	2549	2551	2552	2553	2554	
pit79	0.030425	0.035558	0.034578	0.025439	0.035397	0.029210
pit80	0.033329	0.038887	0.037860	0.027878	0.038784	0.031971
pit81	0.007271	0.008488	0.008259	0.006080	0.008456	0.006979
pit82	0.024445	0.028673	0.027833	0.020434	0.028481	0.023476
pit83	0.017342	0.020267	0.019725	0.014510	0.020215	0.016625
pit84	0.020609	0.024058	0.023425	0.017243	0.024007	0.019757
pit85	0.219417	0.252995	0.248686	0.184243	0.256363	0.208841
pit86	0.259931	0.275703	0.288470	0.222897	0.307955	0.236882
pit87	0.056230	0.059521	0.062409	0.048264	0.066727	0.051136
pit88	0.938401	0.967844	1.036632	0.811378	1.122002	0.839740
pit89	0.053842	0.054930	0.058854	0.046381	0.063353	0.048636
pit90	0.131831	0.134926	0.144254	0.113506	0.155143	0.119209
pit91	0.063677	0.065242	0.069733	0.054835	0.075013	0.057555
pit92	0.026557	0.029030	0.029567	0.022530	0.031008	0.024773
pit93	0.768194	0.841532	0.859210	0.653489	0.905012	0.712025
รวม	7.607252	8.043129	8.421323	6.519443	8.982455	6.943758

ตารางภาคผนวกที่ ก3 ปริมาณความต้องการในการใช้น้ำ ปี พ.ศ. 2549 (ลูกบาศก์เมตร)

พื้นที่	เดือน											
	ม ค	ก พ	มี ค	เม ย	พ ค	มิ ย	ก ค	ส ค	ก ย	ต ค	พ ย	ธ ค
เทศบาลเมืองป่าตอง	83,203	78,165	83,909	81,544	84,615	82,227	85,321	85,674	83,252	86,381	83,936	87,066
ตำบลกมลา	18,020	16,920	18,154	17,633	18,288	17,762	18,421	18,488	17,957	18,622	18,086	18,760
เทศบาลเมืองกะทู้	109,783	103,275	111,011	108,024	112,239	109,212	113,466	114,080	110,994	115,308	112,182	116,523
ตำบลตลาดใหญ่	474,012	443,474	474,105	458,856	474,198	458,946	474,291	474,337	459,081	474,430	459,171	474,551
ตำบลตลาดเหนือ	144,088	134,769	144,038	139,368	143,989	139,320	143,939	143,914	139,248	143,865	139,200	143,784
ตำบลเกาะแก้ว	45,802	42,916	45,949	44,538	46,097	44,681	46,244	46,318	44,895	46,466	45,038	46,618
ตำบลฉลอง	82,033	77,263	83,150	81,008	84,267	82,090	85,385	85,943	83,711	87,060	84,793	88,146
เทศบาลตำบลรัษฎา	233,670	219,400	235,391	228,630	237,111	230,295	238,832	239,692	232,793	241,413	234,458	243,164
เทศบาลตำบลวิชิต	284,138	266,227	285,037	276,278	285,936	277,148	286,835	287,285	278,453	288,184	279,323	289,083
เทศบาลตำบลกระรน	23,823	22,335	23,927	23,206	24,031	23,306	24,135	24,187	23,458	24,292	23,558	24,392
เทศบาลตำบลราไวย์	67,482	63,257	67,756	65,703	68,030	65,969	68,304	68,441	66,366	68,716	66,632	68,990
ตำบลสาธุ	15,687	14,727	15,799	15,343	15,910	15,451	16,022	16,078	15,613	16,189	15,721	16,316
ตำบลไม้ขาว	61,158	57,282	61,306	59,400	61,453	59,543	61,601	61,675	59,757	61,822	59,900	61,986

ตารางภาคผนวกที่ ก3 ปริมาณความต้องการในการใช้น้ำ ปี พ.ศ. 2549 (ลูกบาศก์เมตร) (ต่อ)

พื้นที่	เดือน											
	ม ค	ก พ	มี ค	เม ย	พ ค	มิ ย	ก ค	ส ค	ก ย	ต ค	พ ย	ธ ค
ตำบลป่าคอก	59,546	55,891	59,946	58,206	60,347	58,594	60,747	60,948	59,175	61,348	59,563	61,754
ตำบลศรีสุนทร	67,250	63,104	67,662	65,678	68,073	66,076	68,484	68,689	66,672	69,100	67,070	69,480
ตำบลเชิงทะเล	50,392	47,303	50,740	49,271	51,087	49,608	51,435	51,609	50,113	51,957	50,449	52,310
ตำบลเทพกระษัตรี	60,389	56,557	60,526	58,640	60,663	58,772	60,800	60,869	58,971	61,006	59,104	61,132
เทศบาลตำบลเชิงทะเล	12,562	11,818	12,704	12,362	12,845	12,499	12,987	13,057	12,704	13,199	12,841	13,321
เทศบาลตำบลเทพกระษัตรี	21,702	20,389	21,888	21,272	22,074	21,452	22,260	22,353	21,722	22,539	21,902	22,718
นักท่องเที่ยวชาวไทย	121,808	121,808	121,808	148,093	148,093	148,093	101,879	101,879	101,879	125,356	125,356	125,356
นักท่องเที่ยวชาวต่างชาติ	522,918	522,918	522,918	541,717	541,717	541,717	436,458	436,458	436,458	727,660	727,660	727,660

ตารางภาคผนวกที่ ก4 ปริมาณความต้องการในการใช้น้ำ ปี พ.ศ. 2550

พื้นที่	เดือน											
	ม ค	ก พ	มี ค	เม ย	พ ค	มิ ย	ก ค	ส ค	ก ย	ต ค	พ ย	ธ ค
เทศบาลเมืองป่าตอง	87,561	82,375	91,408	86,175	89,543	87,134	90,533	91,029	88,572	92,019	89,531	92,979
ตำบลกมลา	18,890	17,793	19,768	18,659	19,411	18,911	19,671	19,802	19,289	20,062	19,541	20,307
เทศบาลเมืองกะทู้	117,267	110,397	122,586	115,644	120,243	117,084	121,731	122,475	119,244	123,963	120,684	125,482
ตำบลตลาดใหญ่	475,453	445,623	492,653	462,735	479,062	464,481	480,866	481,768	467,100	483,572	468,846	485,386
ตำบลตลาดเหนือ	143,883	134,693	148,730	139,530	144,280	139,722	144,479	144,578	140,010	144,776	140,202	144,962
ตำบลเกาะแก้ว	47,188	44,676	49,885	47,318	49,464	48,419	50,603	51,172	50,072	52,310	51,173	53,417
ตำบลฉลอง	88,736	83,564	92,817	87,587	91,097	88,730	92,278	92,868	90,443	94,048	91,586	95,239
เทศบาลตำบลรัษฎา	244,559	230,086	255,328	240,720	250,139	243,420	252,929	254,324	247,470	257,114	250,170	259,889
เทศบาลตำบลวิชิต	289,990	272,129	301,216	283,268	293,617	285,023	295,430	296,337	287,655	298,150	289,410	299,933
เทศบาลตำบลกระรน	24,559	23,132	25,697	24,253	25,229	24,577	25,564	25,731	25,063	26,066	25,387	26,390
เทศบาลตำบลราไวย์	69,221	64,972	71,933	67,662	70,149	68,111	70,613	70,845	68,784	71,308	69,233	71,793
ตำบลสาคร	16,349	15,326	16,946	15,919	16,483	15,984	16,550	16,584	16,081	16,651	16,146	16,725
ตำบลไม้ขาว	62,033	58,075	64,132	60,170	62,223	60,262	62,318	62,365	60,399	62,460	60,491	62,576

ตารางภาคผนวกที่ ก4 ปริมาณความต้องการในการใช้น้ำ ปี พ.ศ. 2550 (ต่อ)

พื้นที่	เดือน											
	ม ค	ก พ	มี ค	เม ย	พ ค	มิ ย	ก ค	ส ค	ก ย	ต ค	พ ย	ธ ค
ตำบลป่าคอก	61,975	58,184	64,431	60,619	62,861	61,047	63,303	63,525	61,690	63,967	62,118	64,420
ตำบลศรีสุนทร	69,922	65,825	73,092	68,952	71,693	69,809	72,578	73,021	71,094	73,906	71,951	74,818
ตำบลเชิงทะเล	52,468	49,231	54,487	51,235	53,101	51,541	53,417	53,575	52,000	53,891	52,306	54,202
ตำบลเทพกระษัตรี	61,343	57,582	63,757	59,976	62,186	60,384	62,608	62,818	60,996	63,240	61,404	63,656
เทศบาลตำบลเชิงทะเล	13,399	12,608	13,993	13,194	13,712	13,345	13,868	13,946	13,572	14,103	13,723	14,240
เทศบาลตำบลเทพกระษัตรี	22,759	21,329	23,578	22,144	22,923	22,223	23,004	23,045	22,342	23,127	22,421	23,217
นักท่องเที่ยวชาวไทย	84,807	84,807	84,807	121,676	121,676	121,676	71,636	71,636	71,636	97,287	97,287	97,287
นักท่องเที่ยวชาวต่างชาติ	506,494	506,494	506,494	458,625	458,625	458,625	490,316	490,316	490,316	597,318	597,318	597,318

ตารางภาคผนวกที่ ก5 ปริมาณความต้องการในการใช้น้ำ ปี พ.ศ. 2551

พื้นที่	เดือน											
	ม ค	ก พ	มี ค	เม ย	พ ค	มิ ย	ก ค	ส ค	ก ย	ต ค	พ ย	ธ ค
เทศบาลเมืองป่าตอง	93,374	87,719	94,164	91,509	94,955	92,274	95,745	96,141	93,422	96,931	94,187	97,743
ตำบลกมลา	20,397	19,164	20,575	19,998	20,754	20,171	20,932	21,022	20,430	21,200	20,603	21,394
เทศบาลเมืองกะทู้	126,046	118,442	127,174	123,618	128,303	124,710	129,431	129,995	126,348	131,124	127,440	132,240
ตำบลตลาดใหญ่	485,655	454,575	486,195	470,772	486,734	471,294	487,274	487,543	472,077	488,083	472,599	488,603
ตำบลตลาดเหนือ	145,148	135,958	145,520	141,006	145,892	141,366	146,264	146,450	141,906	146,822	142,266	147,176
ตำบลเกาะแก้ว	53,501	50,128	53,670	52,020	53,838	52,183	54,007	54,091	52,428	54,260	52,591	54,455
ตำบลฉลอง	95,603	89,775	96,330	93,575	97,058	94,279	97,785	98,148	95,334	98,876	96,038	99,571
เทศบาลตำบลรัษฎา	261,555	246,413	265,259	258,450	268,871	261,945	272,482	274,288	267,188	277,900	270,683	279,915
เทศบาลตำบลวิชิต	300,809	282,221	302,560	293,648	304,312	295,343	306,063	306,939	297,885	308,690	299,580	310,465
เทศบาลตำบลกระรน	26,468	24,833	26,624	25,841	26,780	25,992	26,937	27,015	26,219	27,171	26,370	27,338
เทศบาลตำบลราไวย์	72,073	67,684	72,631	70,559	73,190	71,099	73,748	74,028	71,910	74,586	72,451	75,145
ตำบลสาธุ	16,803	15,792	16,959	16,488	17,116	16,639	17,272	17,350	16,866	17,506	17,017	17,644
ตำบลไม้ขาว	62,655	58,687	62,813	60,863	62,971	61,016	63,129	63,208	61,246	63,366	61,399	63,514

ตารางภาคผนวกที่ ก5 ปริมาณความต้องการในการใช้น้ำ ปี พ.ศ. 2551 (ต่อ)

พื้นที่	เดือน											
	ม ค	ก พ	มี ค	เม ย	พ ค	มิ ย	ก ค	ส ค	ก ย	ต ค	พ ย	ธ ค
ตำบลป่าคอก	64,642	60,678	65,085	63,199	65,527	63,628	65,970	66,191	64,270	66,634	64,699	67,045
ตำบลศรีสุนทร	75,071	70,464	75,577	73,384	76,083	73,874	76,589	76,842	74,608	77,348	75,098	77,822
ตำบลเชิงทะเล	54,350	50,981	54,645	53,025	54,940	53,310	55,235	55,382	53,739	55,678	54,024	55,967
ตำบลเทพกระษัตรี	63,793	59,806	64,067	62,133	64,341	62,399	64,615	64,752	62,796	65,027	63,062	65,322
เทศบาลตำบลเชิงทะเล	14,393	13,607	14,698	14,371	15,003	14,666	15,308	15,460	15,109	15,765	15,404	16,052
เทศบาลตำบลเทพกระษัตรี	23,291	21,858	23,440	22,756	23,589	22,900	23,737	23,812	23,116	23,961	23,260	24,091
นักท่องเที่ยวชาวไทย	90,580	90,580	90,580	124,971	124,971	124,971	69,324	69,324	69,324	103,366	103,366	103,366
นักท่องเที่ยวชาวต่างชาติ	551,149	551,149	551,149	533,604	533,604	533,604	344,293	344,293	344,293	492,061	492,061	492,061

ตารางภาคผนวกที่ 6 ปริมาณความต้องการในการใช้น้ำ ปี พ.ศ. 2552

พื้นที่	เดือน											
	ม ค	ก พ	มี ค	เม ย	พ ค	มิ ย	ก ค	ส ค	ก ย	ต ค	พ ย	ธ ค
เทศบาลเมืองป่าตอง	97,701	91,353	97,611	94,416	97,521	94,330	97,432	97,384	94,197	97,295	94,110	97,210
ตำบลกมลา	21,453	20,128	21,576	20,941	21,699	21,060	21,822	21,885	21,236	22,008	21,355	22,119
เทศบาลเมืองกะทู้	132,767	124,694	133,821	130,014	134,875	131,034	135,929	136,456	132,564	137,510	133,584	138,551
ตำบลตลาดใหญ่	488,724	457,307	488,966	473,310	489,208	473,544	489,450	489,571	473,895	489,812	474,129	490,064
ตำบลตลาดเหนือ	147,200	137,727	147,250	142,524	147,300	142,572	147,349	147,374	142,644	147,424	142,692	146,835
ตำบลเกาะแก้ว	54,560	51,139	54,771	53,106	54,982	53,310	55,193	55,298	53,616	55,509	53,820	56,236
ตำบลฉลอง	99,919	93,798	100,615	97,706	101,310	98,379	102,006	102,354	99,389	103,050	100,062	103,750
เทศบาลตำบลรัษฎา	281,511	264,843	284,704	277,065	287,897	280,155	291,090	292,687	284,790	295,880	287,880	299,026
เทศบาลตำบลวิชิต	311,062	291,552	312,255	302,760	313,449	303,915	314,642	315,239	305,648	316,433	306,803	317,626
เทศบาลตำบลกระรน	27,398	25,686	27,517	26,687	27,636	26,802	27,755	27,814	26,975	27,933	27,090	28,045
เทศบาลตำบลราไวย์	75,340	70,662	75,730	73,476	76,120	73,853	76,510	76,705	74,419	77,095	74,797	77,485
ตำบลสาธุ	17,689	16,589	17,778	17,248	17,867	17,334	17,956	18,001	17,464	18,090	17,550	18,183
ตำบลไม้ขาว	63,530	59,451	63,567	61,537	63,604	61,572	63,646	63,662	61,628	63,698	61,664	63,746

ตารางภาคผนวกที่ 6 ปริมาณความต้องการในการใช้น้ำ ปี พ.ศ. 2552 (ต่อ)

พื้นที่	เดือน											
	ม ค	ก พ	มี ค	เม ย	พ ค	มิ ย	ก ค	ส ค	ก ย	ต ค	พ ย	ธ ค
ตำบลป่าคอก	67,198	63,005	67,503	65,474	67,809	65,770	68,115	68,268	66,213	68,573	66,509	68,879
ตำบลศรีสุนทร	78,175	73,462	78,881	76,679	79,588	77,362	80,294	80,647	78,387	81,353	79,070	82,049
ตำบลเชิงทะเล	56,052	52,514	56,220	54,488	56,389	54,652	56,558	56,642	54,896	56,811	55,060	56,979
ตำบลเทพกระษัตรี	65,406	61,265	65,575	63,541	65,743	63,704	65,912	65,996	63,949	66,165	64,112	66,312
เทศบาลตำบลเชิงทะเล	16,253	15,392	16,654	16,312	17,056	16,700	17,458	17,659	17,284	18,061	17,672	18,447
เทศบาลตำบลเทพกระษัตรี	24,147	22,641	24,258	23,530	24,370	23,638	24,481	24,537	23,800	24,649	23,908	24,753
นักท่องเที่ยวชาวไทย	40,531	40,531	40,531	102,634	102,634	102,634	53,612	53,612	53,612	59,906	59,906	59,906
นักท่องเที่ยวชาวต่างชาติ	438,888	438,888	438,888	367,174	367,174	367,174	480,800	480,800	480,800	486,315	486,315	486,315

ตารางภาคผนวกที่ ก7 ปริมาณความต้องการในการใช้น้ำ ปี พ.ศ. 2553

พื้นที่	เดือน											
	ม ค	ก พ	มี ค	เม ย	พ ค	มิ ย	ก ค	ส ค	ก ย	ต ค	พ ย	ธ ค
เทศบาลเมืองป่าตอง	97,210	91,028	97,400	94,340	97,579	94,523	97,769	97,864	94,804	98,085	94,855	98,001
ตำบลกมลา	22,119	20,904	22,573	22,064	23,027	22,504	23,481	23,708	23,162	24,184	23,476	24,329
เทศบาลเมืองกะทู้	138,551	129,908	139,184	135,000	139,816	135,612	140,449	140,765	136,530	141,434	137,004	141,701
ตำบลตลาดใหญ่	490,064	458,238	489,617	473,607	489,171	473,175	488,724	488,501	472,536	487,887	471,762	487,088
ตำบลตลาดเหนือ	146,835	137,240	146,574	141,720	146,314	141,468	146,053	145,923	141,084	145,440	140,412	144,739
ตำบลเกาะแก้ว	56,236	52,815	56,679	55,065	57,122	55,493	57,575	57,838	56,228	58,365	56,738	58,908
ตำบลฉลอง	122,059	115,026	123,857	120,744	125,122	121,428	125,841	126,561	123,174	127,999	124,566	129,437
เทศบาลตำบลรัษฎา	299,026	281,982	303,831	296,355	308,636	301,005	313,457	314,743	305,835	317,316	308,325	319,912
เทศบาลตำบลวิชิต	317,626	297,932	319,331	309,855	321,036	311,505	322,741	323,206	313,230	324,136	314,130	325,082
เทศบาลตำบลกระรน	28,045	26,260	28,097	27,216	28,149	27,266	28,201	28,227	27,342	28,279	27,392	28,332
เทศบาลตำบลราไวย์	77,485	72,658	77,854	75,521	78,223	75,878	78,618	78,844	76,520	79,298	76,959	79,772
ตำบลสาคร	18,183	17,142	18,466	18,007	18,749	18,281	19,032	19,173	18,691	19,463	18,877	19,549
ตำบลไม้ขาว	63,746	59,737	63,973	62,016	64,199	62,235	64,426	64,536	62,567	64,784	62,750	64,900

ตารางภาคผนวกที่ ก7 ปริมาณความต้องการในการใช้น้ำ ปี พ.ศ. 2553 (ต่อ)

พื้นที่	เดือน											
	ม ค	ก พ	มี ค	เม ย	พ ค	มิ ย	ก ค	ส ค	ก ย	ต ค	พ ย	ธ ค
ตำบลป่าคอก	68,879	64,544	69,111	66,994	69,343	67,218	69,575	69,690	67,555	69,922	67,725	70,044
ตำบลศรีสุนทร	82,049	77,436	83,197	80,927	84,046	81,748	84,894	85,321	82,977	86,186	83,887	87,182
ตำบลเชิงทะเล	56,979	53,308	56,995	55,162	57,011	55,177	57,021	57,032	55,146	57,048	55,182	57,000
ตำบลเทพกระษัตรี	66,307	62,079	66,413	64,326	66,523	64,433	66,634	66,687	64,586	66,803	64,719	66,950
เทศบาลตำบลเชิงทะเล	18,447	17,463	18,890	18,493	19,333	18,922	19,776	19,995	19,562	20,438	19,991	20,884
เทศบาลตำบลเทพกระษัตรี	24,753	23,198	24,846	24,088	24,939	24,178	25,032	25,077	24,314	25,170	24,412	25,222
นักท่องเที่ยวชาวไทย	62,193	62,193	62,193	55,537	55,537	55,537	46,593	46,593	46,593	55,591	55,591	55,591
นักท่องเที่ยวชาวต่างชาติ	758,011	758,011	758,011	472,005	472,005	472,005	518,086	518,086	518,086	593,717	593,717	593,717

ตารางภาคผนวกที่ ๘ ปริมาณความต้องการในการใช้น้ำ ปี พ.ศ. 2554

พื้นที่	เดือน											
	ม ค	ก พ	มี ค	เม ย	พ ค	มิ ย	ก ค	ส ค	ก ย	ต ค	พ ย	ธ ค
เทศบาลเมืองป่าตอง	98,449	92,516	99,350	96,579	100,246	97,446	101,142	101,590	98,756	102,159	98,971	102,375
ตำบลกมลา	24,306	22,717	24,262	23,458	24,217	23,414	24,173	24,150	23,353	24,135	23,360	24,139
เทศบาลเมืองกะทู้	141,986	133,093	142,557	138,246	143,139	138,798	143,710	143,995	139,638	144,714	140,454	145,551
ตำบลตลาดใหญ่	487,078	455,645	487,060	471,339	487,041	471,321	487,022	487,013	471,294	486,995	471,276	486,957
ตำบลตลาดเหนือ	144,510	134,972	144,051	139,182	143,592	138,738	143,133	142,904	138,072	142,445	137,628	142,005
ตำบลเกาะแก้ว	59,066	55,403	59,382	57,620	59,699	57,926	60,015	60,173	58,385	60,489	58,691	60,758
ตำบลฉลอง	129,754	121,678	130,386	126,486	131,018	127,098	131,651	131,967	128,016	132,599	128,628	133,207
เทศบาลตำบลรัษฎา	321,354	301,970	324,237	315,173	327,120	317,963	330,003	331,444	322,163	333,498	323,318	334,684
เทศบาลตำบลวิชิต	325,903	305,646	327,546	317,775	329,189	319,365	330,832	331,654	321,758	333,847	324,398	336,583
เทศบาลตำบลกระรน	28,332	26,775	28,718	27,932	29,009	28,213	29,299	29,444	28,692	29,682	28,757	29,741
เทศบาลตำบลราไวย์	79,993	75,040	80,436	78,056	80,879	78,484	81,321	81,543	79,116	81,943	79,484	82,317
ตำบลสาธุ	19,604	18,392	19,716	19,134	19,828	19,242	19,939	19,995	19,404	20,107	19,512	20,233
ตำบลไม้ขาว	64,958	60,821	65,074	63,031	65,190	63,143	65,306	65,364	63,311	65,480	63,424	65,601

ตารางภาคผนวกที่ ๘ ปริมาณความต้องการในการใช้น้ำ ปี พ.ศ. 2554 (ต่อ)

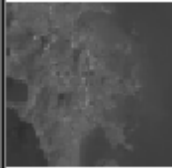

พื้นที่	เดือน											
	ม ค	ก พ	มี ค	เม ย	พ ค	มิ ย	ก ค	ส ค	ก ย	ต ค	พ ย	ธ ค
ตำบลป่าคอก	70,228	65,870	70,597	68,498	70,966	68,855	71,335	71,519	69,391	71,888	69,748	72,231
ตำบลศรีสุนทร	87,672	82,474	88,652	86,267	89,632	87,215	90,612	91,102	88,638	92,083	89,587	93,063
ตำบลเชิงทะเล	57,021	53,357	57,058	55,233	57,095	55,269	57,132	57,143	55,315	57,180	55,355	57,227
ตำบลเทพกระษัตรี	67,066	62,848	67,298	65,239	67,530	65,464	67,762	67,878	65,800	68,109	66,025	68,315
เทศบาลตำบลเชิงทะเล	21,044	19,836	21,364	20,830	21,684	21,139	22,004	22,164	21,578	22,346	21,672	22,439
เทศบาลตำบลเทพกระษัตรี	25,233	23,615	25,255	24,451	25,277	24,473	25,300	25,311	24,505	25,333	24,527	25,348
นักท่องเที่ยวชาวไทย	268,618	268,618	268,618	181,454	181,454	181,454	148,936	148,936	148,936	232,497	232,497	232,497
นักท่องเที่ยวชาวต่างชาติ	937,304	937,304	937,304	965,270	965,270	965,270	601,890	601,890	601,890	934,871	934,871	934,871

ภาคผนวก ข

ข้อมูลดาวเทียมไทยโชด

ข้อมูลประกอบภาพถ่ายดาวเทียม ข

THEOS-1 DIMAP product data-sheet

	Type	THEOS1 SCENE level 1A	
	Layer	SCENE T1 P 2010/01/18 03:38:43.0 0261-0334 0	
	Format	DIMAP	
	Raster	GEOTIFF	

General information	
Map Name	SCENE T1 P 2010/01/18 03:38:43.0 0261-0334 0
Geometric Processing Level	RAW
Radiometric Processing Level	SYSTEM

Image dimensions	
Number of pixels per line	12000
Number of lines	12000
Number of spectral bands	1

Dataset framing				
Corner	Longitude (DEG)	Latitude (DEG)	Line	Pixel
#1	E98°17' 33"	N08°01' 26"	1	1
#2	E98°30' 24"	N07°59' 19"	1	12000
#3	E98°14' 33"	N07°48' 21"	12000	1
#4	E98°27' 24"	N07°46' 15"	12000	12000
Center	E98°22' 27"	N07°53' 51"	6000	6000

Dataset sources	
SCENE T1 P 2010/01/18 03:38:43.0 0261-0334 0	
Id	SCENE T1 P 2010/01/18 03:38:43.0 0261-0334 0
K - J	0261-0334
Line shift	0
Date	2010-01-18
Time	03:38:43.032537
Instrument	TCP1
Sensor	PAN
Satellite incidence angle	18.590492
Satellite azimuth angle	321.705129
Viewing angle along track	10.434563
Viewing angle across track	12.893213
Sun azimuth	135.115168
Sun elevation	49.377145

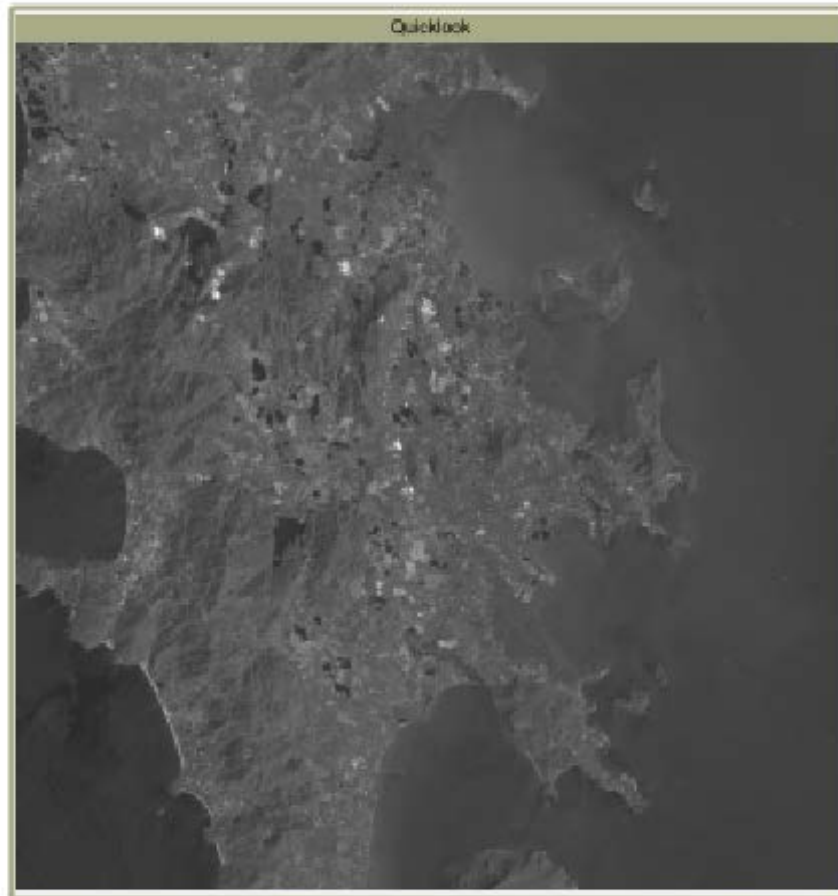
THEOS-1 DIMAP product data-sheet

Dataset Strip / Calibration	
Data strip id	TS1_2010018_07149_003_PAN
Filename	3
Revolution number	07149
Calibration type	NOMINAL
Calibration filename	THEOS_1_20091119_050000_20091119_110000.CPF
BAND DESCRIPTION	Band 1
	Gain number : 5
	Physical Gain : 2.1531898999999999e+00
	Physical Bias : 0.0000000000000000e+00

Coordinate Reference System	
Horizontal Coordinate System	
Geocoding tables identification	EPSG(5.2)
Horizontal Coordinate System type	GEOGRAPHIC
Horizontal coordinate system identification name	WGS 84
Geographic Coordinate System	

Production	
Production Date	2010-05-10 11:18:20.000000
Job identification	TH_CAT_100610064440768_1
Product type identification	THEOS1 SCENE
Dataset Producer identification	GISTDA
Producer link	http://www.gistda.or.th



THEOS-1 DIMAP product data-sheet



รูปภาคผนวกที่ ข ข้อมูลประกอบภาพถ่ายดาวเทียม

ข้อมูลประกอบภาพถ่ายดาวเทียม ข2

THEOS-1 DIMAP product data-sheet

	Type	THEOS1 SCENE level 1A	
	Level	SCENE T1 P 2010/01/18 03:38:39.6 0261-0334 0	
	Format	DIMAP	
	Raster	GEOTIFF	

General Information	
Map Name	SCENE T1 P 2010/01/18 03:38:39.6 0261-0334 0
Geometric Processing Level	RAW
Radiometric Processing Level	SYSTEM

Image dimensions	
Number of pixels per line	12000
Number of lines	12000
Number of spectral bands	1

Dataset framing				
Corner	Longitude (DEG)	Latitude (DEG)	Line	Pixel
#1	E98°28' 18"	N08°13' 24"	1	1
#2	E98°33' 09"	N08°11' 18"	1	12000
#3	E98°17' 18"	N08°08' 21"	12000	1
#4	E98°30' 09"	N07°58' 14"	12000	12000
Center	E98°28' 12"	N08°05' 50"	6000	6000

Dataset sources	
SCENE T1 P 2010/01/18 03:38:39.6 0261-0334 0	
Id	SCENE T1 P 2010/01/18 03:38:39.6 0261-0334 0
K - J	0261-0334
Line shift	0
Date	2010-01-18
Time	03:38:39.637937
Instrument	TOP1
Sensor	PAN
Satellite incidence angle	18.589044
Satellite azimuth angle	321.714207
Viewing angle along track	10.433101
Viewing angle across track	12.892787
Sun azimuth	135.306728
Sun elevation	49.255834

THEOS-1 DIMAP product data-sheet

Dataset Strip / Calibration	
Data strip id	TS1_2010018_07149_003_PAN
Filename	3
Revolution number	07149
Calibration type	NOMINAL
Calibration filename	THEOS_1_20091119_050000_20091119_110000.CPF
BAND DESCRIPTION	Band 1
	Gain number : 5
	Physical Gain : 2.1531889999999999e+00
	Physical Bias : 0.0000000000000000e+00

Coordinate Reference System	
Horizontal Coordinate System	
Geocoding tables identification	EPSG(5.2)
Horizontal Coordinate System type	GEOGRAPHIC
Horizontal coordinate system identification name	WGS 84
Geographic Coordinate System	

Production	
Production Date	2010-06-10 11:06:10.000000
Job identification	TH_CAT_100810084347143_1
Product type identification	THEOS1 SCENE
Dataset Producer identification	GISTDA
Producer link	http://www.gistda.or.th



THEOS-1 DIMAP product data-sheet



รูปภาคผนวกที่ ข2 ข้อมูลประกอบภาพถ่ายดาวเทียม

ข้อมูลประกอบภาพถ่ายดาวเทียม ข3

THEOS-1 DIMAP product data-sheet

	Type	THEOS1 SCENE level 1A	
	Layer	SCENE T1 M 2010/01/18 03:38:38.4 0261-0334 0	
	Format	DIMAP	
	Raster	GEOTIFF	

General Information	
Map Name	SCENE T1 M 2010/01/18 03:38:38.4 0261-0334 0
Geometric Processing Level	SYSTEM
Radiometric Processing Level	SYSTEM

Image dimensions	
Number of pixels per line	6000
Number of lines	6000
Number of spectral bands	4

Dataset framing				
Corner	Longitude (DEG)	Latitude (DEG)	Line	Pixel
#1	E98°04' 45"	N08°37' 21"	1	1
#2	E98°58' 56"	N08°28' 27"	1	6000
#3	E97°54' 18"	N07°51' 37"	6000	1
#4	E98°48' 24"	N07°42' 44"	6000	6000
Center	E98°26' 12"	N08°10' 09"	3000	3000

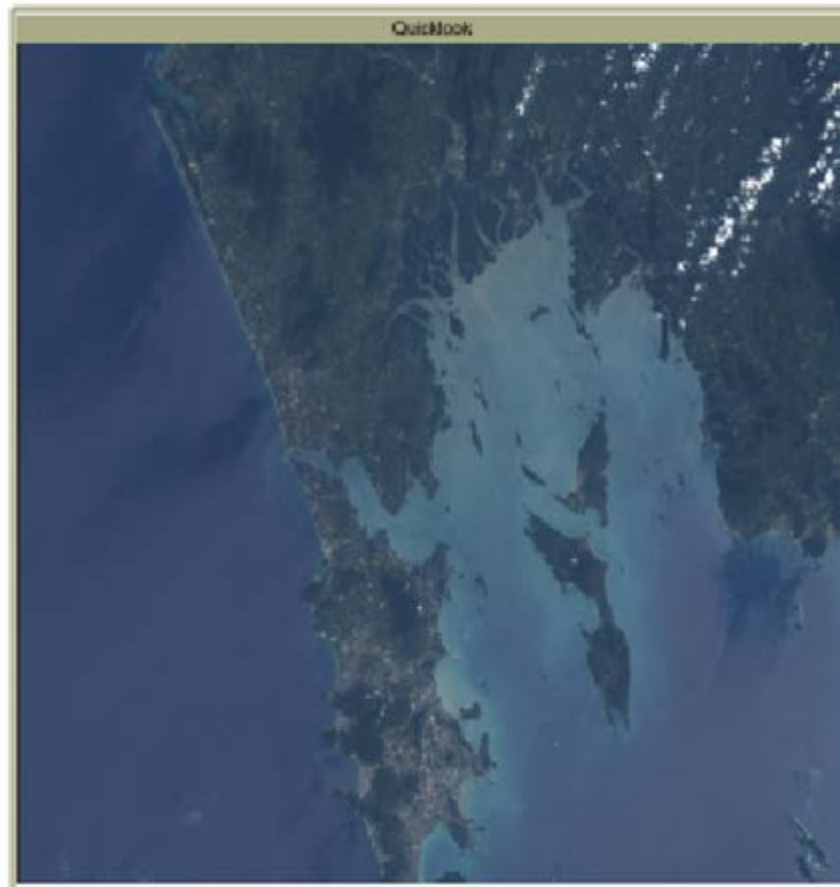
Dataset sources	
SCENE T1 M 2010/01/18 03:38:38.4 0261-0334 0	
ID	SCENE T1 M 2010/01/18 03:38:38.4 0261-0334 0
K - J	0261-0334
Line shift	0
Date	2010-01-18
Time	03:38:38.472046
Instrument	TOP2
Sensor	MS
Satellite incidence angle	18.864783
Satellite azimuth angle	321.667295
Viewing angle along track	10.413943
Viewing angle across track	12.875689
Sun azimuth	135.377487
Sun elevation	49.213222

THEOS-1 DIMAP product data-sheet

Dataset Strip / Calibration	
Data strip id	TS1_2010018_07149_004_MS
Filename	4
Revolution number	07149
Calibration type	NOMINAL
Calibration filename	THEOS_1_20091119_050000_20091119_110000.CRF
BAND DESCRIPTION	
	Band 1
	Gain number : 5
	Physical Gain : 2.076810000000000e+00
	Physical Bias : 0.000000000000000e+00
	Band 2
	Gain number : 5
	Physical Gain : 2.123200000000002e+00
	Physical Bias : 0.000000000000000e+00
	Band 3
	Gain number : 5
	Physical Gain : 2.418500000000000e+00
	Physical Bias : 0.000000000000000e+00
	Band 4
	Gain number : 4
	Physical Gain : 1.671190000000000e+00
	Physical Bias : 0.000000000000000e+00

Coordinate Reference System	
Horizontal Coordinate System	
Geocoding tables identification	EPSG(8.2)
Horizontal Coordinate System type	GEOGRAPHIC
Horizontal coordinate system identification name	WGS 84
Geographic Coordinate System	

Production	
Production Date	2010-07-08 09:52:44 00000
Job identification	TH_CAT_100708004610831_1
Product type identification	THEOS1_SCENE
Dataset Producer identification	GISTDA
Producer link	http://www.gistda.or.th

THEOS-1 DIMAP product data-sheet

รูปภาคผนวกที่ ข3 ข้อมูลประกอบภาพถ่ายดาวเทียม

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวสุฮัยลาร์ สมาชิก

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5230220018

วิชาการศึกษา

วิชา	ขอสอบ	ผลการศึกษาที่สำเร็จ
วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)	มหาวิทยาลัยรามคำแหง	2542

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

สุฮัยลาร์ สมาชิก, ชินวัชร สุรัสวดี และพงศ์ธีระ บัวเพชร. (2556). “การวิเคราะห์ปริมาณทรัพยากรน้ำผิวดินสำหรับการบริหารจัดการน้ำจังหวัดภูเก็ต ประเทศไทย”, เอกสารการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 14. ณ วิทยาลัยการปกครองท้องถิ่นมหาวิทยาลัยขอนแก่นขอนแก่น: 22 กุมภาพันธ์, 2556.