การประเมินเขตศักยภาพน้ำบาดาลในจังหวัดภูเก็ตโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

Groundwater Potential Zones Assessment in Phuket Province Using GIS

เสาวนีย์ เจริญพงษ์

Saowanee Charoenpong

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

การประเมินเขตศักยภาพน้ำบาดาลในจังหวัดภูเก็ตโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

Groundwater Potential Zones Assessment in Phuket Province Using GIS

เสาวนีย์ เจริญพงษ์

Saowanee Charoenpong

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 การประเมินเขตศักยภาพน้ำบาดาลในจังหวัดภูเก็ตโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ผู้เขียน นางสาวเสาวนีย์ เจริญพงษ์

สาขาวิชา เทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

……..…
(ดร.ชนิดา สุวรรณประสิทธิ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

……..…
(รองศาสตราจารย์ ดร.พันธ์ ทองชุมนุม)

คณะกรรมการสอบ

……..... ประธานกรรมการ
(ดร.แสงดาว วงค์สาย)

……..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.พันธ์ ทองชุมนุม)

……..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.พิษณุ วงศ์พรชัย)

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

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม

……..……

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล ศรีชนะ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้เป็นผลมาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านไว้ ณ ที่นี้

ลงชื่อ_____
(ดร.ชนิดา สุวรรณประสิทธิ์)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ_____
(นางสาวเสาวนีย์ เจริญพงษ์)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ_____

(นางสาวเสาวนีย์ เจริญพงษ์)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การประเมินเขตศักยภาพน้ำบาดาลในจังหวัดภูเก็ตโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
ผู้เขียน นางสาวเสาวนีย์ เจริญพงษ์
สาขาวิชา เทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2556

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินเขตศักยภาพของแหล่งน้ำบาดาลจังหวัดภูเก็ตโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ ข้อมูลที่ใช้ ได้แก่ ปริมาณน้ำจำเพาะของบ่อบาดาลจำนวน 512 บ่อ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ย 10 ปี (ปี 2545–2554) ประกอบด้วย อัตราการซึมน้ำของดินเฉลี่ยรายปี ปริมาณน้ำฝนฉลี่ยรายปี ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี ปริมาณน้ำในดินรายปี การระเหยเฉลี่ยรายปี ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประกอบด้วย แบบจำลองความสูงเชิงเลข ความลาดชัน โครงสร้างเชิงเส้น ความหนาแน่นโครงสร้างเชิงเส้น ชั้นหิน เส้นทาง แหล่งน้ำ และการระบายน้ำรวม 13 ปัจจัย วิธีการศึกษาใช้เทคนิคสารสนเทศภูมิศาสตร์ และการวิเคราะห์ถดถอยเชิงพหุ ผลการศึกษาพบว่ามีเพียงปัจจัยความลาดชัน 1 ปัจจัย ที่สามารถใช้อธิบายศักยภาพของน้ำบาดาลได้เพียงร้อยละ 1.1 ($R^2 = 0.011$) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เนื่องจากแบบจำลองที่ได้มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจอยู่ในระดับที่ต่ำมาก จึงไม่สามารถนำแบบจำลองดังกล่าวไปใช้ประเมินศักยภาพน้ำบาดาลทั้งพื้นที่จังหวัดภูเก็ตได้ แต่ทั้งนี้สามารถนำวิธีการศึกษาไปประยุกต์ใช้เพื่อสร้างแบบจำลองการประเมินศักยภาพน้ำบาดาลในพื้นที่อื่นๆ เพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล รวมถึงการประเมินศักยภาพน้ำบาดาลในอนาคตต่อไปได้

คำสำคัญ: น้ำบาดาล ศักยภาพน้ำบาดาล ปริมาณน้ำจำเพาะของบ่อบาดาล ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

Thesis Title Groundwater Potential Zones Assessment in Phuket Province Using GIS

Author Miss Saowanee Charoenpong

Major Program Technology and Environmental Management

Academic 2013

ABSTRACT

The objective of this study was to assess the groundwater potential using geographic information system (GIS) techniques. The specific capacity of well (SPC) of 512 wells were collected and calculated. Average 10 years (2002-2011) meteorological data including infiltration rate, rainfall, runoff, soil water and evaporation were analyzed. Thirteen spatial data in vector format were prepared including digital elevation model elevation model (DEM), slope, lineament, lineament density, geology, stream, water body and drainage. Techniques in GIS and multiple linear regressions were used in this study. Results showed only slope that can be described the groundwater potential at 1.1 percentages (R^2 = 0.011, p-value < 0.05). Therefore, the model for groundwater potential assessment cannot be used in this area. However, the methodology can be applied in other areas to support groundwater resources management or assess the groundwater potential in the future.

Keywords: Groundwater potential, Groundwater, GIS, SPC, Phuket

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือจากทุกท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ขอขอบคุณ ดร.ชนิดา สุวรรณประสิทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ รองศาสตราจารย์ ดร.พันธ์ ทองชุมนุม อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ชี้แนะ เอาใจใส่ ตรวจสอบและแก้ไขในการเขียนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ด้วยดีเสมอมา

ขอขอบพระคุณ ดร.แสงดาว วงค์สาย ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.พิษณุ วงศ์พรชัย กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณา สละเวลาในการเป็นกรรมการสอบและให้คำแนะนำ ตลอดจนแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์

ขอขอบคุณสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ภูเก็ต ที่ให้ข้อมูลบ่อบาดาลทั้งหมดของจังหวัดภูเก็ต พร้อมทั้งให้คำแนะนำและปรึกษาเกี่ยวกับข้อมูลบ่อบาดาลจังหวัดภูเก็ต

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต ที่มอบทุนในการศึกษาและทุนสนับสนุนการวิจัย

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ นักศึกษา รุ่นพี่และรุ่นน้องสาขาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อมทุกท่าน ที่คอยเป็นกำลังใจ เป็นแรงผลักดัน และให้ความอุปการะด้วยดีเสมอมา

คุณงามความดีอันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ครอบครัวอันเป็นที่รักและเคารพยิ่ง และคณาจารย์ผู้ประสาทวิชาความรู้ ตลอดจนทุก ๆ ท่านที่ให้กำลังใจช่วยเหลือจนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

เสาวนีย์ เจริญพงษ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	(5)
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	(6)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
รายการตาราง	(12)
รายการรูป	(13)
สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ	(14)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	4
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	5
2.1 การเกิดน้ำบาดาล	5
2.1.1 วัฏจักรน้ำ	5
2.1.2 ลักษณะภูมิประเทศ	6
2.1.3 การเกิดน้ำบาดาล	7
2.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำบาดาล	8
2.2.1 อัตราการซึมน้ำของดิน	8
2.2.2 น้ำฝน และน้ำท่า	9
2.2.3 การระเหย	10
2.2.4 ความลาดชัน และแบบจำลองความสูงเชิงเลข	10
2.2.5 โครงสร้างเชิงเส้น และความหนาแน่นโครงสร้างเชิงเส้น	10
2.2.5 ชั้นหิน	10
2.3 อัตราการสูบ	16

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4 แบบจำลองน้ำบาดาล	19
2.4.1 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์	19
2.4.2 แบบจำลองน้ำบาดาล MODFLOW	20
2.4.3 แบบจำลองทางสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)	21
2.5 การนำน้ำบาดาลไปใช้ประโยชน์	23
2.5.1 ด้านอุปโภค-บริโภค	23
2.5.2 ด้านการเกษตรกรรม	24
2.5.3 ด้านธุรกิจ	24
2.5.3.1 ธุรกิจ(อุตสาหกรรม)	24
2.5.3.2 ธุรกิจ (บริการ)	24
2.5.3.3 ธุรกิจ (การค้า)	24
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	25
3.1 พื้นที่ศึกษา	25
3.1.1 ขนาดพื้นที่	25
3.1.2 ลักษณะภูมิประเทศ	26
3.1.3 ลักษณะภูมิอากาศ	26
3.1.3 จำนวนบ่อบาดาล	27
3.2 ข้อมูลและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา	28
3.2.1 ข้อมูล	38
3.2.2 อุปกรณ์	29
3.3 วิธีการวิจัย	29
3.3.1 ปริมาณน้ำบาดาล	29
3.3.1.1 การเตรียมข้อมูล	29
3.3.1.2 การปรับแก้ข้อมูลทุติยภูมิ	29
3.3.1.3 การหาค่าปริมาณน้ำจำเพาะของบ่อบาดาล	30
3.3.1.4 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อศักยภาพน้ำบาดาล	30
3.3.2 แบบสอบถาม	35

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.2.1 การเก็บข้อมูลแบบสอบถาม	35
3.3.2.2 สำรวจพื้นที่จริงและสอบถามผู้ใช้น้ำ	35
3.3.2.3 รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสอบถาม	35
3.3.2.4 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลแบบสอบถาม	35
บทที่ 4 ผลและบทวิจารณ์ผลการวิจัย	37
4.1 ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ศักยภาพน้ำบาดาล	37
4.1.1 ค่าปริมาณน้ำจำเพาะของบ่อบาดาล	37
4.1.2 อัตราการซึมน้ำของดินเฉลี่ย 10ปีรายปี	39
4.1.3 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 10ปีรายปี	40
4.1.4 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 10 ปีรายปี	41
4.1.5 ปริมาณน้ำในดินเฉลี่ย 10 ปีรายปี	42
4.1.6 ปริมาณการระเหยเฉลี่ย 10 ปีรายปี	43
4.1.7 ธรณีวิทยา	43
4.1.8 โครงสร้างเชิงเส้น	45
4.1.9 ความหนาแน่นของโครงสร้างเชิงเส้น	46
4.1.10 แบบจำลองความสูงเชิงเลข	47
4.1.11 ความลาดชัน	48
4.1.12 เส้นทางน้ำ	49
4.1.13 แหล่งน้ำ	50
4.1.14 การระบายน้ำของดิน	52
4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำจำเพาะของบ่อบาดาลและปัจจัยเชิงพื้นที่	53
4.2.1 แบบสอบถาม	56
4.3 สรุปและวิจารย์ผล	61
บทที่ 5 บทสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	66
5.1 สรุปผลการวิจัย	66
5.2 ข้อเสนอแนะ	67

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	69
ภาคผนวก	72
ประวัติผู้เขียน	77

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 อัตราการไหลซึมของน้ำฝนที่ไหลลงสู่แหล่งน้ำบาดาล	8
2.2 ชนิดของหินให้น้ำและความลึกสำหรับเจาะบ่อบาดาล	11
2.3 ชนิดของหินให้น้ำ	13
2.4 แสดงค่าความพรุนและค่าประสิทธิภาพในการจ่ายน้ำ	14
3.1 จำนวนบ่อบาดาลรายตำบลในจังหวัดภูเก็ต	27
3.2 ระดับศักยภาพน้ำบาดาลต่อชั้นหิน	33
4.1 ค่า SPC เฉลี่ยรายตำบลจังหวัดภูเก็ต	38
4.2 ร้อยละพื้นที่ของชั้นหินให้น้ำ	44
4.3 ร้อยละการระบายน้ำของดิน	53
4.4 ผลความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร	54
4.5 สัมประสิทธิ์	56
4.6 ความสัมพันธ์ถดถอยเชิงพหุ	56
4.7 ผลการศึกษาจากการเก็บข้อมูลแบบสอบถาม	57
4.8 ร้อยละการใช้ที่ดินต่อบ่อบาดาลทั้งหมด	60
4.9 สรุปปัจจัยรายตำบล	62

รายการรูป

รูปที่	หน้า
2.1 วัฏจักรของน้ำ	6
2.2 ปัจจัยที่ควบคุมความพรุน	12
2.3 การวัดระดับน้ำในบ่อโดยการใช้ขั้วไฟฟ้า	17
2.4 Circular Orifice Weir เพื่อวัดปริมาณการสูบจากบ่อ	18
2.5 ค่า K ตาม Orifice - Weir Formula จะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของขนาดของ Orifice กับขนาดของท่อ	19
2.6 ประเภทการใช้น้ำบาดาลในจังหวัดภูเก็ต	24
3.1 แผนที่ขอบเขตจังหวัดภูเก็ต	26
3.2 ตำแหน่งที่ตั้งบ่อบาดาลในจังหวัดภูเก็ต	28
3.3 ขั้นตอนการวิจัย	36
4.1 แผนที่อัตราการซึมน้ำของดินเฉลี่ย 10 ปีรายปี จังหวัดภูเก็ต	39
4.2 แผนที่ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 10 ปีรายปี จังหวัดภูเก็ต	40
4.3 แผนที่ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 10 ปีรายปี จังหวัดภูเก็ต	41
4.4 แผนที่ปริมาณน้ำในดินเฉลี่ย 10 ปีรายปี จังหวัดภูเก็ต	42
4.5 แผนที่การระเหยเฉลี่ย 10 ปีรายปี จังหวัดภูเก็ต	43
4.6 แผนที่ธรณีวิทยา จังหวัดภูเก็ต	45
4.7 แผนที่โครงสร้างเชิงเส้น จังหวัดภูเก็ต	46
4.8 แผนที่ความหนาแน่นโครงสร้างเชิงเส้น จังหวัดภูเก็ต	47
4.9 แผนที่แบบจำลองความสูงเชิงเลข จังหวัดภูเก็ต	48
4.10 แผนที่ความลาดชัน จังหวัดภูเก็ต	49
4.11 แผนที่เส้นทางน้ำ จังหวัดภูเก็ต	50
4.12 แผนที่แหล่งน้ำ จังหวัดภูเก็ต	51
4.13 แผนที่การระบายน้ำของดิน จังหวัดภูเก็ต	52
4.14 แผนที่ตำแหน่งแบบสอบถามบ่อบาดาลและการใช้ที่ดินจังหวัดภูเก็ต	60

สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ

Cp	Meta - Sedimentary Aquifers
DEM	Digital Elevation Model
GIS	Geographic Information System
IDW	Inverse Distance Weight
Kgr	Granitic Aquifers
Q	Pumping Rate
Qa	Colluvium Aquifer
Qb	Beach Sand Aquifers
Qt	Floodplain Aquifers
SPC	Specific Capacity
S_w	Total Drawdown in well

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ทรัพยากรน้ำเป็นสิ่งสำคัญในการดำเนินชีวิต หากขาดน้ำสิ่งมีชีวิตไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ น้ำเป็นปัจจัยพื้นฐานทางด้านเศรษฐกิจ จากการเพิ่มขึ้นของประชากรและความเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจในทุกพื้นที่ในโลก ทำให้มีความต้องการใช้น้ำมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำตามมา ทำให้การบริหารจัดการน้ำเป็นเรื่องที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง ในการรักษาน้ำให้คงอยู่กับการดำเนินชีวิตต่อไป ซึ่งปัญหาการขาดแคลนน้ำนี้เกิดขึ้นทั้งน้ำผิวดิน และน้ำบาดาลที่อยู่ใต้ดิน น้ำบาดาลนอกจากเป็นแหล่งน้ำที่ใช้ในการอุปโภคบริโภคที่สำคัญแล้วยังเป็นแหล่งน้ำสำรองที่ใช้สามารถนำมาใช้ในกรณีเกิดการขาดแคลนน้ำผิวดินขึ้น น้ำบาดาลจึงเป็นแหล่งน้ำทางเลือกที่มีศักยภาพในการนำไปใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ได้ เนื่องจากน้ำบาดาลเป็นทรัพยากรน้ำที่อยู่ใต้ดินการประเมินศักยภาพของน้ำบาดาลในเชิงปริมาณจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจและศึกษา เพื่อใช้ในการบริหารจัดการ รวมไปถึงการแก้ปัญหาการนำน้ำบาดาลมาใช้อย่างไม่เหมาะสม โดยปกติน้ำบาดาลเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีการหมุนเวียนตามวัฏจักรน้ำ แต่หากมีการวางแผน หรือการพัฒนาน้ำบาดาลขึ้นมาใช้อย่างไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ อาจทำให้เกิดผลกระทบอื่น ๆ ตามมาได้ เช่น การลดลงของระดับน้ำบาดาล ซึ่งส่งผลให้เกิดการทรุดตัวของชั้นดิน การไหลเข้าแทรกของน้ำเค็ม (สุกัญญา หนูทอง, 2550) ทำให้รัฐบาลต้องออกพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พุทธศักราช 2520 เพื่อการใช้น้ำบาดาลอย่างเหมาะสม (ทวีศักดิ์ ระมิงค์วงศ์, 2546)

ภูเก็ตเป็นหนึ่งในจังหวัดที่มีการพัฒนาในด้านต่างๆอย่างรวดเร็วในช่วงที่ผ่านมา ทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม การขยายตัวของอุตสาหกรรม โดยเฉพาะธุรกิจการท่องเที่ยว ซึ่งมีผลทำให้จำนวนประชากรในพื้นที่เพิ่มสูงขึ้น เกิดการขยายตัวของเมือง และส่งผลกระทบต่อปริมาณความต้องการใช้น้ำสำหรับการอุปโภคและบริโภค ปัญหาดังที่กล่าวมานั้น ทำให้การใช้น้ำมีปริมาณที่เพิ่มขึ้น และแหล่งบริการน้ำที่มีอยู่อาจไม่เพียงพอต่อความต้องการน้ำในแต่ละเขตพื้นที่โดยเฉพาะในช่วงฤดูกาลท่องเที่ยว ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเมษายนของทุกปี และทรัพยากรน้ำถือเป็นปัจจัยจำกัดของจังหวัดภูเก็ต เนื่องด้วยลักษณะภูมิประเทศที่เป็นเกาะจึงมักประสบปัญหาการขาด

แคลนน้ำผิวดิน ปัจจุบันจังหวัดภูเก็ตมีปริมาณน้ำต้นทุนความจุแหล่งเก็บกักน้ำประมาณ 21 ล้านลูกบาศก์เมตรและมีปริมาณน้ำที่นำมาใช้ได้ประมาณ 46 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ปริมาณความต้องการน้ำอุปโภคบริโภคเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ต่อปี

จากผลการศึกษาของ อิสระ อนุกูล ปี 2554 พบว่าจังหวัดภูเก็ตจะมีความต้องการใช้น้ำในปี 2560 ประมาณ 61 ล้านลูกบาศก์เมตร ในปี 2570 ประมาณ 78 ล้านลูกบาศก์เมตร และในปี 2580 ประมาณ 101 ล้านลูกบาศก์เมตร แต่มีปริมาณน้ำที่สามารถนำมาใช้ได้จริงประมาณ 46 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นนั้น พบว่า ทรัพยากรน้ำเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของจังหวัดภูเก็ต ซึ่งแหล่งน้ำบาดาลเป็นทางเลือกสำคัญที่จะนำมาทดแทนในส่วนการขาดแคลนน้ำในจังหวัดภูเก็ตได้ ปัจจุบันได้มีการขุดเจาะน้ำบาดาลมาใช้ประโยชน์ในหลายพื้นที่ภายในจังหวัด ทำให้ไม่มีข้อมูลเพียงพอทางด้านศักยภาพน้ำบาดาลที่เหมาะสมในการนำมาใช้ประโยชน์ เนื่องด้วยลักษณะธรณีวิทยาของจังหวัดภูเก็ตประกอบไปด้วยน้ำบาดาลที่ถูกเก็บอยู่ภายในตะกอนหินร่วน และหินแข็ง มีการให้น้ำที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะของชั้นหินนั้นๆ ซึ่งในบางพื้นที่มีปริมาณน้ำที่มากแต่คุณภาพน้ำบาดาลค่อนข้างต่ำ หรือ บางพื้นที่มีคุณภาพน้ำที่ดี แต่มีปริมาณน้ำที่น้อย ประกอบกับพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นหินแข็งทำให้มีความจำเป็นในการศึกษาถึงศักยภาพน้ำบาดาลในจังหวัดภูเก็ตดังนั้นการศึกษาศักยภาพของน้ำบาดาล เพื่อให้การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำมีเพียงพอต่อปริมาณการใช้ในแต่ละพื้นที่จึงเป็นสิ่งจำเป็นและเร่งด่วนเพื่อรองรับปัญหาการขาดแคลนน้ำผิวดินที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้นี้ นอกจากนี้ปัจจัยทางด้านชั้นหิน ความลาดชัน โครงสร้างเชิงเส้น ความสูงเชิงเลข ปริมาณการซึมเฉลี่ยรายปี การระเหยเฉลี่ยรายปี น้ำท่าเฉลี่ยรายปี และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี ยังมีผลต่อศัยภาพน้ำบาดาล เนื่องจากการเกิดน้ำบาดาลนั้นมาจากปัจจัยเหล่านั้น

ปัญหาการขาดแคลนน้ำที่อาจเกิดขึ้นจึงถือเป็นอุปสรรคในการลดอัตราการลงทุนและกิจกรรมทางเศรษฐกิจต่าง ๆ ในอนาคต ดังนั้นการศึกษาศักยภาพของน้ำบาดาล เพื่อให้การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำมีเพียงพอต่อปริมาณการใช้ในแต่ละพื้นที่จึงเป็นสิ่งจำเป็นและเร่งด่วนเพื่อรองรับปัญหาการขาดแคลนน้ำผิวดินที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้นี้ การศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นการประเมินศักยภาพของน้ำบาดาล โดยได้นำข้อดีของเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้ร่วมกับข้อมูลจากหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง ที่ได้มีการเก็บรวบรวมไว้จากอดีตจนถึงปัจจุบัน มาใช้ในประเมิน และตรวจสอบศักยภาพของทรัพยากรน้ำบาดาลในเขตพื้นที่จังหวัดภูเก็ตเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ต่อการวางแผน จัดการ บริหารทรัพยากรน้ำบาดาล และรองรับการแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำผิวดินที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อประเมินเขตศักยภาพของแหล่งน้ำบาดาลจังหวัดภูเก็ต โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 การศึกษาครั้งนี้ทำการวิเคราะห์หาเขตศักยภาพน้ำบาดาลในจังหวัดภูเก็ต เฉพาะบ่อที่มีการจดทะเบียนและมีการระบุค่าพิกัดของบ่อโดยใช้ข้อมูลจากกรมทรัพยากรน้ำบาดาล

1.3.2 การศึกษาครั้งนี้คำว่าศักยภาพน้ำบาดาลหมายถึงปริมาณการกักเก็บรวมกับปริมาณน้ำเติม อยู่บริเวณชั้นหินอุ้มน้ำและสามารถสูบน้ำขึ้นมาใช้ได้จากการขุดเจาะบ่อบาดาลและมีน้ำที่ปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการ

1.3.3 การศึกษาครั้งนี้ทำการวิเคราะห์ปัจจัยดังนี้

1.3.3.1 ปริมาณน้ำจำเพาะ (Specific Capacity: SPC) (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงต่อเมตร)

1.3.3.2 อัตราการซึมน้ำเฉลี่ย 10 ปีรายปี (Infiltration) (ลูกบาศก์เมตรต่อปี)

1.3.3.3 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 10 ปีรายปี (Rainfall) (ลูกบาศก์เมตรต่อปี)

1.3.3.4 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 10 ปีรายปี (Runoff) (ลูกบาศก์เมตรต่อปี)

1.3.3.5 ปริมาณน้ำในดินเฉลี่ย 10 ปีรายปี (Soil water) (ลูกบาศก์เมตรต่อปี)

1.3.3.6 ปริมาณการระเหยเฉลี่ย 10 ปีรายปี (Evaporation) (ลูกบาศก์เมตรต่อปี)

1.3.3.7 ธรณีวิทยา **(**Geology)

1.3.3.8 โครงสร้างเชิงเส้น (Lineament)

1.3.3.9 ความหนาแน่นโครงสร้างเชิงเส้น (กิโลเมตรต่อกริดเซลล์) (Lineament Density)

1.3.3.10 แบบจำลองความสูงเชิงเลข Digital Elevation Model (DEM) (เมตร)

1.3.3.11 ความลาดชัน (Slope) (องศา)

1.3.3.12 เส้นทางน้ำ (Stream)

1.3.3.13 แหล่งน้ำ (Water Body)

1.3.3.14 การระบายน้ำของดิน (Drainage)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบถึงข้อมูลแหล่งน้ำบาดาลที่มีศักยภาพในจังหวัดภูเก็ต

1.4.2 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและการจัดการพื้นที่ที่มีศักยภาพน้ำบาดาลให้เป็นแหล่งกักเก็บน้ำบาดาล และรองรับการแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำผิวดินที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

1.5 นิยามศัพท์

น้ำบาดาล (Groundwater) หมายถึง น้ำที่ถูกกักขังอยู่ในช่องว่างของหินและตะกอนใต้ผิวดินจนเต็มช่องว่าง โดยที่ศึกษาเขตน้ำบาดาลที่อยู่ลึกจากผิวดินลงไปเกินกว่า 15 เมตร เป็นน้ำบาดาล

ธรณีอุทกวิทยา (Geohydrology) หมายถึง ต้นกำเนิดของน้ำจากน้ำในบรรยากาศและไหลซึมผ่านผิวดินจนกลายเป็นน้ำบาดาล

อุทกธรณีวิทยา (Hydrogeology) หมายถึง ลักษณะการเกิดการแพร่กระจาย และการเคลื่อนที่ของน้ำบาดาล โดยอาศัยหลักการและความรู้ทางธรณีวิทยามาใช้อธิบายกระบวนการต่าง ๆ

ปริมาณน้ำจำเพาะของบ่อบาดาลแต่ละบ่อ (Specific Capacity) หมายถึง ปริมาณน้ำบาดาลซึ่งบ่งบอกถึงความสามารถในการให้น้ำบาดาลของบ่อแต่ละบ่อ โดยคำนวณจากปริมาณน้ำที่สูบออกมา (Q) หารด้วยระยะน้ำลดในบ่อที่สูบ (S_w) (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงต่อเมตร)

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

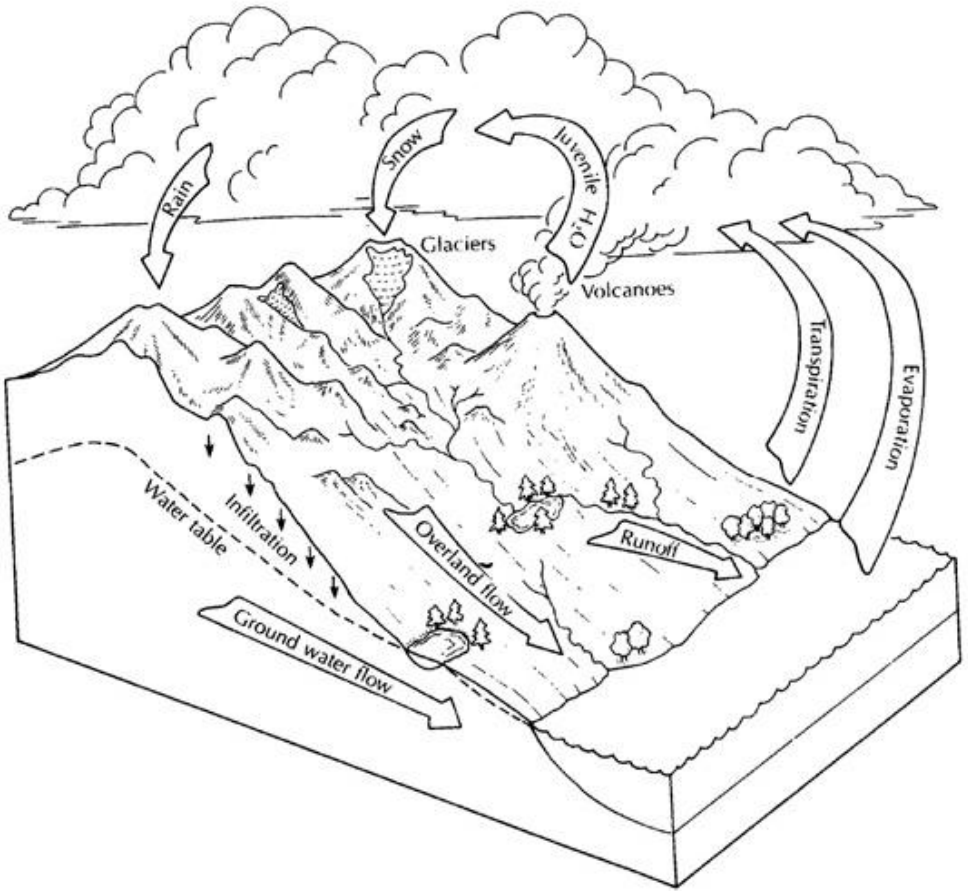
น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญ แม้ว่าน้ำที่ไหลเวียนอยู่ตามส่วนต่างๆของโลก ทั้งที่อยู่ในอากาศ บนผิวดิน และใต้ดินมีปริมาณโดยรวมคงที่ตามหลักการของสมดุลน้ำ แต่ในบางพื้นที่เกิดความแห้งแล้ง เพราะไม่มีน้ำที่มาทดแทนน้ำที่ถูกใช้หรือสูญเสียไปมาเพิ่มเติม ตัวอย่างที่ชัดเจนคือบริเวณที่มีการตัดไม้ทำลายป่า (กิจการ พรหมมา, 2547) ที่เกิดการขาดแคลนน้ำ เช่นเดียวกับในด้านปริมาณน้ำจาก แม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง ที่ในอดีตเคยมีปริมาณน้ำที่เพียงพอต่อความต้องการ แต่ปัจจุบันไม่สามารถนำน้ำกลับมาใช้ให้เหมือนเดิมได้ ดังนั้นน้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติทั้งชนิดทดแทนได้และชนิดสูญสิ้นได้ ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้สามารถเกิดขึ้นได้กับน้ำบาดาลเช่นเดียวกัน สำหรับการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย การเกิดน้ำบาดาล การตรวจวัดปริมาณน้ำบาดาล และการนำน้ำบาดาลไปใช้ประโยชน์

2.1 การเกิดน้ำบาดาล

2.1.1 วัฏจักรน้ำ

ทรัพยากรน้ำบนโลก ไม่ว่าจะเป็นส่วนของ น้ำผิวดิน (Surface Water) หรือ น้ำใต้ดิน (Subsurface Water) ล้วนมีต้นกำเนิดมาจากน้ำในบรรยากาศ (Atmospheric Water) ความสัมพันธ์ของน้ำในธรรมชาติ อยู่ในรูปของไอน้ำ ของเหลว หรือของแข็ง ทั้งที่อยู่บนดิน ใต้ผิวดิน หรือเหนือผิวดิน การเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำเหล่านี้เกิดเป็น วัฏจักรของน้ำ ส่วนน้ำที่สามารถแทรกซึมลงไปสู่น้ำใต้ดินได้นั้น ที่เป็นน้ำในบรรยากาศหรือมวลไอน้ำที่ตกลงมาสู่พื้นดินทั้งหมด ซึ่งเป็นต้นกำเนิดที่สำคัญของน้ำใต้ดิน และน้ำบาดาลดังรูปที่ 2.1 หากมนุษย์ไม่มีการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ น้ำในธรรมชาติจะหมดสิ้นไป หรือมีปริมาณไม่เพียงพอต่อความต้องการ ทั่วโลกจึงให้ความสำคัญและสนใจในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำให้อยู่คู่กับโลกให้ได้นานที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของ Najia and Lustigb (2005) การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่โดยวิธีการประเมินศักยภาพน้ำ

ที่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก โดยที่สนใจเกี่ยวกับกระบวนต่างๆของวัฏจักรน้ำเพื่อหาแนวทางการใช้น้ำให้รู้ค่า เกิดการใช้น้ำอย่างยั่งยืนและลดการใช้น้ำในเมืองซิดนีร์ ประเทศฮอสเตรเลีย เพื่อประโยชน์ทั้งทางด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม



รูปที่ 2.1 วัฏจักรของน้ำ (ทวีศักดิ์ ระมิงค์วงศ์, 2546)

2.1.2 ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศเป็นตัวบ่งชี้ถึงลักษณะของศักยภาพของน้ำบาดาล หากพื้นที่หรือบริเวณใดเป็นที่ราบลุ่ม ที่ราบเชิงเขา ทะเลทราย จะส่งผลต่อการให้น้ำของพื้นที่นั้นในลักษณะอย่างไร เช่นเดียวกับพื้นที่ในจังหวัดภูเก็ตที่มีลักษณะเป็นเกาะริมทวีป คือเป็นเกาะที่ตั้งอยู่ตามชายฝั่งทะเลหรือไม่ไกลแผ่นดินมาก จึงมีลักษณะทางธรณีวิทยาคล้ายคลึงกับแผ่นดินใหญ่ที่อยู่ใกล้เคียง มีหลักฐานทางธรณีวิทยาบ่งชี้ว่าในอดีตเคยเป็นผืนแผ่นดินเดียวกับจังหวัดพังงามาก่อน แต่ต่อมาถูกทะเลตัดขาดออกไปมีสภาพเป็นเกาะดังปัจจุบัน พื้นที่เกาะประกอบด้วยพื้นที่ลาดชัน

แบบภูเขา ที่ราบเชิงเขาและที่ราบต่ำ ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่ร้อยละ 70 เป็นภูเขาที่ทอดยาวตามแนวเหนือใต้ ซึ่งเป็นเทือกเขาต่อเนื่องมาจากเทือกเขาตะนาวศรีมียอดเขาที่สูงที่สุดคือ ยอดเขาไม้เท้าสิบสอง สูง 529 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง อยู่ในตำบลป่าตอง ภูเขาส่วนมากอยู่ทางด้านตะวันตกของจังหวัด ทำให้ที่ราบชายฝั่งทะเลทางด้านตะวันตกแคบทางทิศเหนือและด้านตะวันออกเฉียงเหนือเป็นที่ราบสูง มีคลองสายสั้น ๆ ไหลลงไปที่ราบทางตอนใต้และตะวันออกมีพื้นที่ร้อยละ 30 เป็นพื้นที่ราบ ส่วนใหญ่อยู่บริเวณตอนกลางตะวันออกและชายฝั่งตะวันตกของพื้นที่ จังหวัดภูเก็ตไม่มีแม่น้ำสายสำคัญแต่มีลำน้ำ ลำห้วยและคลองขนาดเล็กรวม 9 สาย คือ คลองหยิด คลองพม่าหลง คลองท่ามะพร้าว คลองบางโรง คลองกะลา คลองท่าเรือ คลองกมลา คลองบางใหญ่ และคลองโคกโตนด (สิ่งแวดล้อมภาคที่ 15, 2549) ซึ่งลักษณะภูมิประเทศทำให้ทราบถึงลักษณะธรณีวิทยาของพื้นที่นั้นได้เป็นอย่างดี

2.1.3 การเกิดน้ำบาดาล

น้ำบาดาล (Groundwater) หมายถึงน้ำที่ถูกกักขังอยู่ในช่องว่างของหินและตะกอนใต้ผิวดินจนเต็มช่องว่าง (กิจการ พรหมมา, 2547) และในทางกฎหมายน้ำบาดาล ตามพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ.2520 กำหนดไว้ว่า น้ำบาดาล หมายความว่า น้ำใต้ดินที่เกิดอยู่ในชั้นดิน กรวด ทราย หรือหิน ที่อยู่ลึกจากผิวดินเกินความลึกที่รัฐมนตรีกำหนด โดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา แต่จะกำหนดความลึก น้อยกว่า 15 เมตร มิได้ ซึ่งแหล่งน้ำบาดาลโดยทั่วไปมาจาก 3 แหล่งด้วยกัน คือ

2.1.3.1 เกิดจากน้ำฝนที่ตกลงมายังพื้นดินแล้วไหลซึมผ่านชั้นดินหรือชั้นหินต่างๆ ลงสู่ใต้ดิน ซึ่งเป็นการกรองตามธรรมชาติ โดยระดับน้ำจะมีแนวโน้มสูงต่ำตามปริมาณฝนที่ตกลงมา

2.1.3.2 เกิดจากน้ำในแม่น้ำ ลำคลอง สระน้ำ หรืออ่างเก็บน้ำไหลซึมลงดิน

2.1.3.3 เกิดจากการเติมน้ำลงสู่ใต้ดินโดยมนุษย์

บริเวณที่เกิดน้ำบาดาลนั้นมีลักษณะของพื้นดิน ชั้นหินและภูมิประเทศที่แตกต่าง ทำให้ระดับน้ำบาดาลในแต่ละบริเวณไม่เท่ากัน เนื่องจากความสามารถในการไหลแทรกซึม ความสามารถในการให้น้ำที่แตกต่างกันของแต่ละพื้นที่ และศักยภาพน้ำบาดาล (Groundwater Potential) ของพื้นที่ที่มีการกักเก็บให้มีปริมาณน้ำที่เพียงพอต่อความต้องการ โดยที่ปริมาณการกักเก็บน้ำบาดาลรวมกับปริมาณน้ำเติม (กิจการ พรหมมา, 2547) น้ำบาดาลอยู่บริเวณชั้นหินอุ้มน้ำที่

สามารถสูบน้ำขึ้นมาใช้ได้จากการขุดเจาะบ่อบาดาล โดยมีการตรวจวัดปริมาณน้ำบาดาลที่เหมาะในการนำน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ประโยชน์ จึงทำการขุดเจาะและสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้งาน

2.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำบาดาล

ข้อมูลปริมาณน้ำที่ใช้ในปัจจุบันได้มาจากการสำรวจ ทั้งการออกแบบสอบถามและการประมาณค่าทางอ้อม การออกแบบสอบถามเกี่ยวข้องกับบ่อที่มีการรายงานต่อราชการหรือไม่มีเครื่องมือวัดปริมาณน้ำ จึงต้องสอบถามอัตราการสูบ ระยะเวลาการสูบ และจำนวนวันที่สูบ จากนั้นนำมาคำนวณปริมาตรน้ำบาดาลที่ใช้ในเวลา 1 ปี (กิจการ พรหมมา, 2547) แล้วจึงรวมปริมาตรน้ำที่ได้จากบ่อทั้งหมดในแอ่งนั้น ปริมาณน้ำบาดาลที่เกิดขึ้นได้นั้นมีสาเหตุมาจากปัจจัยต่าง ๆ หลายประการ

2.2.1 อัตราการซึมน้ำของดิน

อัตราการไหลซึมของน้ำฝนที่ไหลลงสู่ลงแหล่งน้ำบาดาลในหินประเภทต่างๆดังแสดงในตารางที่ 2.1 จากข้อมูลอัตราการไหลซึมดังกล่าว เมื่อทราบพื้นที่ชั้นหินของแต่ละชนิดที่รองรับ สามารถคำนวณปริมาณน้ำฝนที่ไหลซึมลงสู่แหล่งน้ำบาดาลเปรียบเทียบกับน้ำไหลผ่านได้

ตารางที่ 2.1 อัตราการไหลซึมของน้ำฝนที่ไหลลงสู่แหล่งน้ำบาดาล (ทวีศักดิ์ ระมิงค์วงศ์, 2546)

ประเภทแหล่งน้ำบาดาล	อัตราการไหลซึม (ร้อยละของน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี)
หินร่วน	10
หินแข็งอุ้มน้ำมาก	5
หินแข็งอุ้มน้ำปานกลาง	3
หินแข็งอุ้มน้ำน้อย	2

จากข้อมูลในตารางที่ 2.1 เพื่อแสดงถึงศักยภาพของน้ำบาดาลในพื้นที่ต่างๆเนื่องจากหินประเภทต่างกันส่งผลให้มีความสามารถในการกักเก็บน้ำที่ต่างกันด้วย และในส่วนของเทคโนโลยีการหาศักยภาพน้ำบาดาล ได้มีการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เข้ามาประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลายเพื่อให้การทำงานสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น พรอุษา อุดมศิลป์ (2547) ได้สร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่ศักยภาพน้ำบาดาลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในอำเภอเมือง จังหวัด

ขอนแก่น เพื่อศึกษาศักยภาพทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆที่สอดคล้องกับลักษณะภูมิประเทศแบบที่ราบสูงและมีชั้นหินแข็งรองรับอยู่ด้านล่าง และประเมินความถูกต้องของแผนที่ศักยภาพน้ำบาดาลด้วยปริมาณการให้น้ำของบ่อบาดาลที่ได้จากการสูบทดสอบ ผลการสร้างแบบจำลองศักยภาพเชิงปริมาณแบบจำลองที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่จากการบูรณาการปัจจัย 5 ปัจจัย ได้แก่ ความลาดชัน การใช้ประโยชน์ที่ดิน ความหนาแน่นของชั้นหินอุ้มน้ำ ลำดับชั้นดิน หินและธรณีสัญฐาน โดยแบ่งศักยภาพตามปริมาณการให้น้ำและคุณภาพน้ำบาดาลเป็นตัวกำหนดระดับน้ำบาดาลทั้ง 5 ระดับ นอกจากนี้ยังพบว่าแบบจำลองในการศึกษาเหมาะสมสำหรับสภาพพื้นที่แบบที่ราบสูงที่รองรับด้วยชั้นหินแข็งมากกว่าภูมิประเทศแบบที่ราบน้ำท่วมถึงหรือตะกอนน้ำพา

2.2.2 น้ำฝน และน้ำท่า

น้ำท่า หรือน้ำไหลผ่าน (Runoff) หมายถึงปริมาณน้ำทั้งหมดที่ไหลผ่านไปรวมกันกับทางน้ำที่อยู่ใกล้เคียงในพื้นที่ที่ฝนตก โดยที่ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดน้ำไหลผ่านประกอบด้วย ความรุนแรงและระยะเวลาที่ฝนตก ความซึมได้ของวัสดุที่ผิวดิน ชนิดของพืชคลุมดิน ความชื้นในดิน สภาพภูมิประเทศของพื้นที่รับน้ำ ความลึกของระดับน้ำบาดาล เป็นต้น (กิจการ พรหมมา, 2546)

ซึ่งสามารถแยกประเภทของน้ำไหลผ่านได้ 4 ประเภท ดังนี้

2.2.2.1 Surface Runoff (Overland Flow) หมายถึง น้ำฝนที่ไหลล้นบ่าไปตามหน้าดินลงสู่แม่น้ำลำธาร โดยตรง โดยไม่ได้ไหลซึมผ่านชั้นดินลงไป

2.2.2.2 Interflow (Secondary Base Flow) หมายถึง น้ำฝนที่ซึมผ่านผิวดินลงไปแต่ก่อนที่จะถึงระดับน้ำบาดาลจะมีชั้นของดินที่น้ำซึมผ่านได้ยากรองรับ ทำให้ไหลซึมในแนวระนาบแล้วไหลออกลงสู่แม่น้ำ ลำธารต่อไป โดยทั่วไป จะเกิดขึ้นที่ความลึกประมาณ 2-3 นิ้ว จากผิวดินลงไป

2.2.2.3 Groundwater Runoff (Base Flow) หมายถึง น้ำฝนที่ซึมผ่านผิวดินลงไปสู่แหล่งกักเก็บน้ำบาดาล จากนั้นเคลื่อนที่ลงสู่แม่น้ำ ลำธาร ต่อไป

2.2.2.4 Direct Precipitation (Channel Precipitation) หมายถึง ฝนที่ตกลงมาสู่ แม่น้ำลำธาร โดยตรง ซึ่งถ้าพิจารณาสำหรับแต่ละบริเวณแล้ว จะมีปริมาณน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำไหลผ่านประเภทอื่นๆ

2.2.3 การระเหย

น้ำฝนที่ตกลงมาสู่พื้นผิวโลกจะกลับคืนสู่บรรยากาศในรูปแบบไอน้ำ โดยผ่านการระเหย (Evaporation) การระเหยนั้นเกิดจากการคำนวณค่าน้ำฝน น้ำท่า น้ำในดินสะสม คำนวณร่วมกันในการหาค่าการระเหย อัตราการระเหยขึ้นอยู่กับลักษณะของผิวที่มีการระเหย อัตราการระเหยจากผิวดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำจะประมาณเท่ากับอัตราการระเหยจากผิวน้ำบริเวณข้างเคียงที่อุณหภูมิเดียวกัน (นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์, 2551)

2.2.4 ความลาดชัน และ แบบจำลองความสูงเชิงเลข

แสดงถึงพื้นที่เติมน้ำ และอัตราการซึมสู่ชั้นน้ำบาดาลของน้ำผิวดิน หรือน้ำฝน โดยบริเวณที่มีความลาดชันต่ำ หรือเป็นพื้นราบย่อมมีโอกาสที่น้ำจะสามารถไหลซึมลงสู่ชั้นดินด้านล่างได้มากกว่าบริเวณที่เป็นภูเขาและที่สูง รวมถึงบริเวณที่มีความสูงหรือเมื่อมีความลาดชันมากขึ้นจะเปลี่ยนจากพื้นที่เพิ่มเติมน้ำกลายเป็นทำหน้าที่รับน้ำฝนเพื่อให้กระจายตัวและไหลไปตามต้นน้ำลำธารลงสู่ทางน้ำสายใหญ่ในรูปของน้ำผิวดิน ตลอดจนยังเป็นตัวบ่งชี้ถึงทิศทางการไหลของน้ำบาดาลที่ต้องไหลจากที่สูงไปสู่ที่ต่ำกว่า (พรอุษา อุดมศิลป์, 2547) และแบบจำลองความสูงเชิงเลข หรือ Digital Elevation Model (DEM) ใช้แสดงการไหลซึมของน้ำสู่ใต้ดิน ในบริเวณที่มีความลาดชันต่ำ มีผลต่อศักยภาพน้ำบาดาลสูง ในบริเวณที่มีความลาดชันสูงจะทำให้ในพื้นที่นั้นมีศักยภาพน้ำบาดาลต่ำ ลักษณะเดียวกับความลาดชัน

2.2.5 โครงสร้างเชิงเส้น และความหนาแน่นโครงสร้างเชิงเส้น

โครงสร้างเชิงเส้นทางธรณีวิทยา เป็นตัวบ่งบอกถึงปริมาณและการไหลของน้ำบาดาล น้ำบาดาลกักเก็บในบริเวณที่มีรอยแตก รอยแยกในชั้นหิน ผลมาจากโครงสร้างเชิงเส้นทางธรณีวิทยาแบบต่างๆ หากในบริเวณที่มีโครงสร้างเชิงเส้นทำให้สามารถมีน้ำบาดาลมากกว่า ในบริเวณที่ไม่ปรากฏรอยแตก รอยเลื่อนของโครงสร้างเชิงเส้นทางธรณีวิทยา

2.2.6 ชั้นหิน

2.2.6.1 ลักษณะอุทกธรณีวิทยาและความลึกของน้ำบาดาล

ศักยภาพของน้ำบาดาลมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณและความลึกของน้ำในการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ประโยชน์โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ

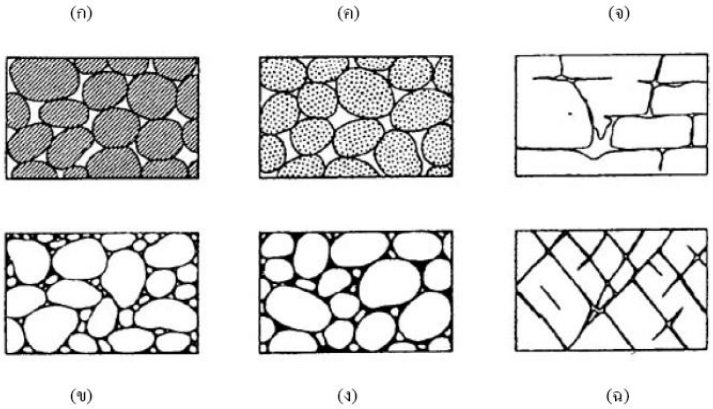
อุตสาหกรรม หรือแม้กระทั่งการท่องเที่ยวเช่นเดียวกับจังหวัดภูเก็ตที่มีการให้ความสำคัญศึกษาถึงศักยภาพน้ำบาดาล สิ่งแวดล้อมภาคที่ 15 ภูเก็ต (2549) และกรมทรัพยากรน้ำบาดาล (2554) โดยพบว่า ปริมาณและความลึกของน้ำอาจมีความแตกต่างกันในบางพื้นที่มีความลึกมากแต่ความสามารถในการให้น้ำมีปริมาณที่น้อย แต่ในบางพื้นที่มีความลึกมากแต่กลับมีความสามารถในการให้น้ำมาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของหินนั้นๆ ของแต่ละพื้นที่ ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ชนิดของหินให้น้ำและความลึกสำหรับเจาะบ่อบาดาล (วิทิต ศิริโภคากิจ, 2549)

อำเภอ	ชนิดของหินกักเก็บน้ำบาดาล	ความลึกเฉลี่ย(เมตร)	ระดับน้ำปกติโดยเฉลี่ย(เมตร)
กะทู้	1. ทรายชายหาด	3-5	1-3
	2. กรวด ทราย ทรายแป้ง	15-20	1-3
	3. หินควอร์ตไซต์ หินทราย หินทรายแป้ง หินดินดานกึ่งหินฟิลไลต์ หินดินดานกึ่งชนวน หินดินดาน หินกรวดมน	25-35 25-30	4-6 5-7
	4. หินแกรนิต		
ถลาง	1. ทรายชายหาด	3-5	2-3
	2. กรวด ทราย ทรายแป้ง	8-15 (บางแห่ง 30)	3-5
	3. หินควอร์ตไซต์ หินทราย หินทรายแป้ง หินดินดานกึ่งหินฟิลไลต์ หินดินดานกึ่งชนวน หินดินดาน หินกรวดมน	25-35 (บางแห่ง 65)	7-9 (บางแห่ง 2)
	4. หินแกรนิต	15-20	4-6 (บางแห่ง 10)
เมือง	1. ทรายชายหาด	2-4	1-2
	2. กรวด ทราย ทรายแป้ง	15-25	1-3
	3. หินควอร์ตไซต์ หินทราย หินทรายแป้ง หินดินดานกึ่งหินฟิลไลต์ หินดินดานกึ่งชนวน หินดินดาน หินกรวดมน	25-35	3-5
	4. หินแกรนิต	25-35	3-5

นอกจากความลึกและชนิดของหินกักเก็บน้ำบาดาลแล้ว คุณสมบัติทางอุทกธรณีวิทยายังมีผลต่อปริมาณน้ำเช่นเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 2.2 โดยที่หินแต่ละประเภทมีความสามารถในการให้น้ำที่แตกต่างกัน โดยสภาพธรณีวิทยาแล้วหินประเภทต่างๆ ที่พบบนเปลือกโลกไม่ว่าจะเป็นหินร่วน (Unconsolidated Rock) พวกกรวด ทราย ตะกอนธารน้ำหรือหินแข็ง (Consolidated Rock) ที่มีรูพรุน เช่น หินทราย หินที่มีรอยแตก หรือหินที่ละลายน้ำได้ เช่น หินปูน หินโดโลไมต์ ซึ่งมีช่องว่างที่สามารถกักเก็บน้ำไว้ได้ เรียกรวมกันว่า หินกักเก็บน้ำ (Water - Bearing Rock) แต่หินกักเก็บน้ำนี้อาจจะจ่ายน้ำได้ไม่เพียงพอในการสูบขึ้นมาใช้สอย ซึ่งจะขึ้นอยู่กับคุณลักษณะทางอุทกธรณีของหิน ชั้นหินที่อิ่มตัวด้วยน้ำและสามารถปล่อยน้ำบาดาลให้ได้เป็นปริมาณมากและเพียงพอต่อการสูบน้ำขึ้นมาใช้สอย เรียกว่า ชั้นหินอุ้มน้ำ (Aquifer) (ทวีศักดิ์ ระมิงค์วงศ์, 2546) และแสดงลักษณะอุทกธรณีวิทยาของจังหวัดภูเก็ตของชั้นหินให้น้ำในตารางที่ 2.3

เมื่อชั้นหินต่างๆที่มีความสามารถในการให้น้ำแล้วความพรุนยังมีส่วนในการให้น้ำของชั้นหินด้วย ซึ่งปริมาณของช่องว่างในหิน ที่มีความพรุนของหินต่างๆถูกควบคุมโดยปัจจัยและกระบวนการทางธรณีวิทยาหลายๆอย่าง ทั้งรูปร่างและการเรียงตัวของเม็ดตะกอน(Shapes and Packing) ความดีเลวของการคัดขนาด (Sorting) การเชื่อมประสาน (Cementation) ช่องว่างที่เกิดจากการละลายของเนื้อหิน (Solution opening) รอยแตกต่างๆ (Fractures) ทำให้ความสามารถในการให้น้ำมีความแตกต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ปัจจัยที่ควบคุมความพรุน (ทวีศักดิ์ ระมิงค์วงศ์, 2546)

จากรูป (ก) การคัดขนาดดีมีความพรุนสูง (ข) การคัดขนาดไม่ดี มีความพรุนต่ำ (ค) การคัดขนาดดีเนื้อหินมีความพรุนอยู่แล้ว (ง) ความพรุนลดลง เนื่องจากสารเชื่อมประสาน (จ) ความพรุนเนื่องมาจากเนื้อหินถูกละลายชะล้าง และ (ฉ) ความพรุนเนื่องมาจากรอยแตกในหิน นอกจาก

ปัจจัยดังที่กล่าวมาแล้ว หินแต่ละประเภทมี ค่าความพรุนและค่าประสิทธิภาพในการจ่ายน้ำที่แตกต่างกันด้วย ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ชนิดของหินให้น้ำ (วิทิต ศิริโภคากิจ, 2549)

หน่วยเรียกทางอุทกธรณีวิทยา	ประเภทหิน	คุณสมบัติทางอุทกธรณีวิทยา
1. แหล่งน้ำบาดาลในตะกอนร่วน		
1.1 ชั้นหินให้น้ำทรายชายหาด (Beach sand Aquifer : Qbs)	ทราย ทรายปนกรวดและทรายแป้ง	บริเวณสันทรายชายหาด น้ำบาดาลถูกกักเก็บอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดทราย ความลึกถึงชั้นน้ำบาดาลอยู่ระหว่าง 2-4 เมตร
1.2 ชั้นหินให้น้ำตะกอนน้ำพา (Flood Plain Deposited Aquifer : Qfd)	กรวด ทรายแป้ง ทราย ทรายและทรายแป้ง ลูกรัง และเศษหิน	น้ำบาดาลถูกกักเก็บในชั้นกรวดทราย ที่สะสมตัวอยู่ในบริเวณที่ราบลุ่มน้ำหลากที่ราบชายฝั่งทะเล และบริเวณแนวคดโค้งของทางน้ำความลึกของชั้นน้ำบาดาล อยู่ระหว่าง 15-25 เมตร
1.3 ชั้นหินให้น้ำตะกอนเศษหินเชิงเขา (Colluvial Aquifer : Qcl)	หินทรายเนื้อกรวดหินโคลน	น้ำบาดาลถูกกักเก็บในชั้นกรวดทราย เศษหินและลูกรัง ความลึกของชั้นน้ำบาดาลอยู่ระหว่าง 15-25 เมตร
2. แหล่งน้ำบาดาลในหินแข็ง		
2.1 หินตะกอนกึ่งหินแปร ชั้นหินให้น้ำหินตะกอนกึ่งหินแปรอายุเพอร์โมคาร์บอนิเฟอรัส(Permo-Carboniferous Meta-Sedimentary Aquifers :PCms)	กรวด หินควอร์ตไซต์ หินฮอร์นเฟล หินฟิลไลต์และหินชีสต์	น้ำบาดาลกักเก็บอยู่ในรอยแตก รอยแยก รอยเลื่อน รอยต่อ ระหว่างชั้นและบริเวณหินผุ ความลึกถึงชั้นน้ำบาดาลอยู่ระหว่าง 25-35 เมตร
2.2 หินอัคนี ชั้นหินให้น้ำแกรนิต (Granitic Aquifers: Gr)	หินแกรนิตและหินไบโอไทต์-มัสโคไวต์แกรนิต	น้ำบาดาลถูกกักเก็บอยู่ในรอยแตก รอยแยก รอยเลื่อนและบริเวณที่หินผุ ความลึกถึงชั้นน้ำบาดาลอยู่ระหว่าง 25-35เมตร

ตารางที่ 2.4 แสดงค่าความพรุนและค่าประสิทธิภาพในการจ่ายน้ำ (Brassington, 1988 อ้างอิงโดย ทวีศักดิ์ ระมิงค์วงศ์, 2546)

วัสดุ	ค่าความพรุน (%)	ค่าประสิทธิภาพในการจ่ายน้ำ (%)
กรวดหยาบ	28	23
กรวดขนาดกลาง	32	24
ทรายหยาบ	39	27
ทรายขนาดกลาง	39	28
ทรายละเอียด	43	23
ดินเหนียว	42	3
หินปูน	30	14
หินโดโลไมต์	26	-
ดินเหลือง	49	18
ตะกอนหิน	35	12
หินดินเหนียว	43	-
หินดินดาน	6	-
หินแกรนิต	45	-

2.2.6.2 การไหล

ธรรมชาติน้ำบาดาลจะมีการเคลื่อนที่หรือไหลไปตามช่องว่างของหินที่สามารถกักเก็บสะสมตัวอยู่ด้วยอัตราความเร็วที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติและหลักการทางชลศาสตร์ การไหลของน้ำบาดาลเป็นการไหลในลักษณะผ่านตัวกลางที่มีรูพรุน (Porous Media) ในกระบวนไหลของน้ำบาดาล

1) กฎของดาร์ซี (Darcy's Law)

เมื่อปี พ.ศ.2399 (ค.ศ.1856) Henry Darcy วิศวกรชาวฝรั่งเศส ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมการไหลของน้ำผ่านวัสดุที่มีรูพรุน (Porous Media) โดยทำการทดลองในชั้นทราย ผลการศึกษาพบว่าอัตราการไหลของน้ำผ่านวัสดุที่มีรูพรุนจะแปรผันตรงกับการลดลงของความดันชลศาสตร์ (Head Loss) และแปรผกผันกับระยะทางหรือความยาวที่น้ำไหลผ่าน นอกจากนั้น ปริมาณการไหลของน้ำจะขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์ของการซึมได้ (Hydraulic Conductivity, K) ของวัสดุนั้นๆ (ทวีศักดิ์ ระมิงค์วงศ์, 2546) การไหลของบาดาลเป็นไปอย่างช้า

มาก วัดโดยใช้หน่วยเป็นเซนติเมตรต่อวัน หรือต่อปี ความเร็วในการไหลขึ้นอยู่กับ ปัจจัยหลัก คือ ความพรุน และ ความซึมได้ที่เกิดจากความสามารถในการดูดซึมหรือปล่อยน้ำออกมาจากชั้นหินซึ่งการที่น้ำจะไหลผ่านวัตถุต่างๆได้นั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับขนาดของช่องว่างเท่านั้น ยังต้อง พิจารณาถึงทางติดต่อระหว่างช่องว่าง (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2554) แม้กระทั่งลักษณะภูมิประเทศที่มีลักษณะแตกต่างกันที่ทำให้ความสามารถในการไหลของน้ำต่างกัน หรือการเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดิน เพื่อทำนายพื้นที่ดินเค็มจากการศึกษาของรัชประศาสน์ ฉั่วอนุสรณ์ (2540) โดยใช้หลัก Darcy's Law ในแนวดิ่งผ่านชั้นต้านน้ำโดยที่อัตราการเคลื่อนที่ขึ้นของน้ำบาดาลสูงและค่าความนำไฟฟ้าของน้ำบาดาลสูงด้วย พื้นที่นั้นมีโอกาสเกิดดินเค็มในอนาคต แต่ถ้าค่าทั้งสองหรือมีการเคลื่อนที่ลงของน้ำใต้ดินระดับตื้นลงสู่ชั้นน้ำบาดาลพื้นที่นั้นอาจไม่มีโอกาสเกิดดินเค็ม เกิดจากการเปรียบเทียบผลการจำลองสภาพดินเค็ม (บริเวณหนองหาน อ.กุมภวาปี จ.อุดรธานี) กับผลการสำรวจหลายๆวิธี (ได้แก่ การวัดความนำไฟฟ้าปรากฏของดิน การวัดความนำไฟฟ้าของสารละลายจากตัวอย่างดินที่เก็บจากพื้นที่ศึกษา และวัดความนำไฟฟ้าของน้ำจากบ่อตื้นในพื้นที่ศึกษา) พบว่าจากการจำลองกับผลการสำรวจมีค่าใกล้เคียงกัน

2) อัตราการเคลื่อนที่ของน้ำบาดาล

ความเร็วของการไหลของน้ำบาดาลจะแตกต่างกันมาก ขึ้นอยู่กับสภาพธรณีวิทยาของแต่ละพื้นที่ ปกติจะมีความเร็วตั้งแต่ 2 เมตรต่อปี ถึง 2 เมตรต่อวัน ความเร็วจะลดลงเมื่อความลึกเพิ่ม เนื่องจากความพรุนและความซึมได้ของหินจะลดลง ความเร็วของการไหลอาจจะน้อยมากๆ ไปจนถึง ความเร็วสูงมาก (Turbulent Flow) เช่น ในกรณีของการไหลของน้ำบาดาลในโพรงหินปูนหรือบะซอลต์ บ่อน้ำบาดาลจะเป็นกลไกหนึ่งที่ทำให้ความเร็วของการไหลเพิ่มมากขึ้นได้ โดยเฉพาะบริเวณรอบ ๆ บ่อซึ่งจะได้กล่าวโดยละเอียดต่อไป สอดคล้องกับการศึกษาของนพดล เฉลิมชัยรัตนกุล (2545) โดยศึกษาพฤติกรรมทางชลศาสตร์ของการไหลและไหลออกจากบ่อน้ำบาดาล ในการศึกษาได้จัดทำแบบจำลองบ่อบาดาล ชั้นน้ำขึ้นมา 2 แบบ เพื่อทำการทดลองการไหลภายใต้แรงดันประกอบด้วยแบบจำลองการไหลในแนวรัศมี และแบบจำลองการไหลในทิศทางเดียว นอกจากนี้ยังได้ทดลองการไหลแบบมาตรฐานในเพอร์เมียมิเตอร์ เพื่อหาค่าพารามิเตอร์พื้นฐานที่ใช้อธิบายพฤติกรรมทางชลศาสตร์ ได้แก่ ค่าเรย์โนลด์วิกฤติ ค่าความนำชลศาสตร์ พารามิเตอร์ดาร์ซี พารามิเตอร์นอนดาร์ซี สัมประสิทธิ์ของการไหลนำพา และความสูญเสียบ่อน้ำบาดาล ผลการทดลองพบว่า การไหลเข้าและไหลออกจากบ่อน้ำบาดาลในการทดลอง มีเฮดสูญเสียจากการไหลประกอบด้วยความสูญเสียของบ่อน้ำบาดาลและเฮดสูญเสียจากการไหลในชั้นน้ำ ซึ่งเฮดสูญเสียจากการไหลสามารถแบ่งออกเป็นเฮดสูญเสียจากการไหลแบบเชิงเส้นและเฮดสูญเสียการไหลแบบไม่

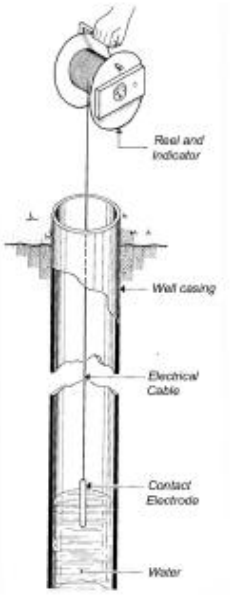
เชิงเส้น โดยระยะจากศูนย์กลางบ่อน้ำบาดาลที่มีการเปลี่ยนสภาพการไหล คือ รัศมีวิกฤติบ่อน้ำบาดาลซึ่งคำนวณจากค่าเรย์โนลด์วิกฤต ในการเปรียบเทียบผลการทดลองการไหลเข้าและออกจากบ่อน้ำบาดาล ให้ค่าเรย์โนลด์วิกฤติใกล้เคียงกัน ค่าความนำชลศาสตร์ของการไหลเข้าสูงกว่าการไหลออก พารามิเตอร์ดาร์ซี พารามิเตอร์นอนดาร์ซีและสัมประสิทธิ์ของการไหลนำพาของการไหลออกสูงกว่าการไหลเข้า ทำให้เฮดสูญเสียจากการไหลแบบไม่เชิงเส้นและแบบเชิงเส้นออกจากบ่อน้ำบาดาลมีค่าเฉลี่ย 1.06 และ 1.02 เท่าของการไหลเข้า ตามลำดับ ขณะที่ความสูญเสียบ่อน้ำบาดาลจากการไหลเข้ามีค่าเฉลี่ยประมาณ 1.49 เท่าของการไหลออกและเฮดสูญเสียในทุกเรื่องลดลงเมื่อขนาดทรายใหญ่ขึ้น

2.3 อัตราการสูบ

การสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ในแต่ละครั้งต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและการใช้งานอย่างยั่งยืน ตามที่ประกาศพระราชบัญญัติน้ำบาดาล มาตรา 5 การกำหนดเขตท้องที่ใดให้เป็นเขตน้ำบาดาลตามพระราชบัญญัตินี้ ให้รัฐมนตรี โดยคำแนะนำของคณะกรรมการมีอำนาจกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษาในกรณีที่การสูบน้ำบาดาลในเขตท้องที่ใด จะทำให้ชั้นน้ำบาดาลเสียหาย หรือเสื่อมสภาพหรืออาจก่อให้เกิดความเสียหายแก่ทรัพยากรของชาติ หรือทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ หรือเป็นอันตรายแก่ทรัพย์สิน หรือสุขภาพของประชาชน หรือทำให้แผ่นดินทรุด ให้รัฐมนตรีโดยคำแนะนำของคณะกรรมการมีอำนาจ กำหนดเขตท้องที่นั้นให้เป็นเขตห้ามสูบน้ำบาดาลโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา (สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา, 2535) ในการวัดระดับน้ำบาดาลในบ่อทั้งบ่อที่ทำการสูบทดสอบ (Test Well) และบ่อสังเกตการณ์ (Observation Well) กระทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่นิยมใช้และสะดวกที่สุดโดยการหย่อนขั้วไฟฟ้า ซึ่งต่อกับสายไฟเข้าแอมมิเตอร์ที่ปากบ่อ ดังแสดงในรูปที่ 2.3 เมื่อขั้วไฟฟ้าสัมผัสกับผิวน้ำหรือระดับน้ำในบ่อ จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลหรือครบวงจร เข็มบนแอมมิเตอร์ที่อยู่ที่ปากบ่อก็จะกระดิก ทำให้ทราบว่าถึงระดับน้ำแล้ว บนสายไฟจะมีมาตราส่วนไว้ทำให้ทราบระดับความลึกของน้ำบาดาลจากผิวดินได้ การวัดระดับน้ำอาจจะใช้เทปวัดระยะทำการวัดโดยตรง (Wetted Tape) โดยปลายเทปที่หย่อนลงไปจะมีน้ำหนักผูกติดไว้เพื่อเป็นตัวถ่วง และใช้ชอล์กทาบริเวณปลายเทปไว้ เมื่อหย่อนเทปลงไปถึงระดับน้ำรอยชอล์กที่ทาไว้ก็จะหายไปบางส่วน และเมื่อดึงเทปขึ้นมาจะสามารถคำนวณระดับน้ำในบ่อได้ โดยลบความยาวส่วนที่เปียกออกจากความยาวทั้งหมดที่หย่อยลงไป วิธีการวัดโดยใช้เทปนี้จะมีข้อเสียคือ จำเป็นต้องทราบระดับความลึกของระดับน้ำโดยประมาณก่อนและถ้าระดับน้ำอยู่ลึก

มากกว่า 30 เมตรลงไปการใช้เทปจะมีความยุ่งยากและควบคุมการใช้ยากขึ้น (ทวีศักดิ์ ระมิงค์วงศ์, 2546)

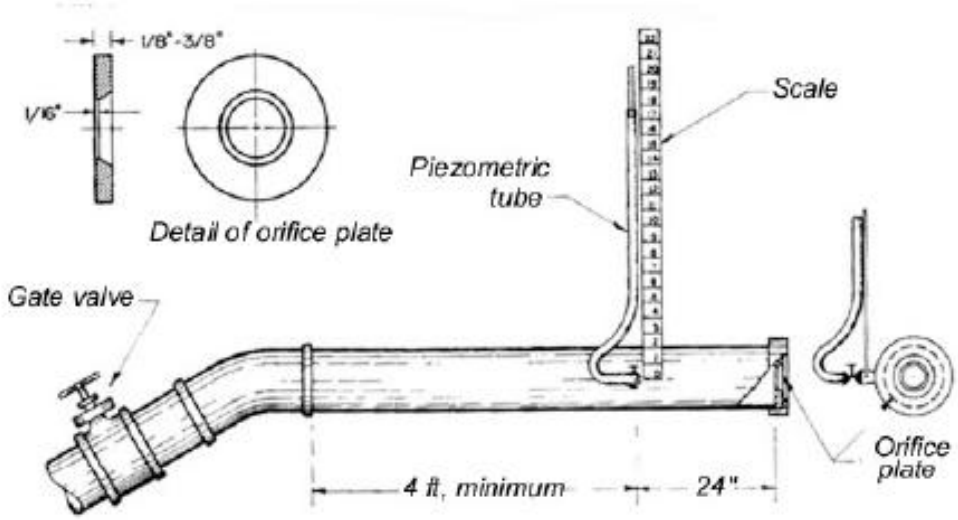
ก่อนที่จะทำการสูบทดสอบ ระดับน้ำบาดาลในบริเวณของบ่อที่จะทำการสูบทดสอบ จะต้องอยู่ในสภาวะสมดุลตามธรรมชาติ ถ้าหากว่าในบริเวณใกล้เคียงมีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ก่อนหน้าการสูบทดสอบ ควรทิ้งช่วงเวลาเพื่อให้น้ำได้คืนตัวสู่ระดับธรรมชาติของมัน เป็นระยะเวลาที่ไม่น้อยกว่าระยะเวลาที่ได้ทำการสูบน้ำออกจากบ่อ หรือเท่ากับระยะที่คาดว่าจะทำการสูบทดสอบ



รูปที่ 2.3 การวัดระดับน้ำในบ่อโดยการใช้ขั้วไฟฟ้า (Division, 1975 อ้างอิงโดยทวีศักดิ์ ระมิงค์วงศ์, 2546)

การวัดอัตราหรือปริมาณที่สูบออกจากบ่อ โดยวัดอัตราการไหลสามารถทำได้โดยตรง คือ การใช้ถังน้ำที่มีปริมาตรแน่นอนรองรับน้ำที่สูบจากบ่อบาดาล แล้วใช้นาฬิกาจับเวลาตั้งแต่น้ำตกถึงก้นจนกระทั่งน้ำเต็มถังว่าใช้เวลาเท่าไร แล้วนำปริมาตรของถังน้ำที่ใช้รองหารด้วยเวลา และทำการวัดซ้ำกัน 10 ครั้ง อีกวิธีการที่นิยมใช้ Circular Orifice Weir ดังแสดงรูปที่ 2.4 ที่มีรูเปิดอยู่ศูนย์กลางของแผ่นเหล็กทรงกลมตอนปลายของท่อส่งน้ำ ท่อส่งน้ำวางในแนวราบอย่างน้อย 4 ฟุตนับจาก Orifice Plate ต่อเข้ากับ Piezometer ซึ่งใช้วัดความดันที่มีอยู่ในท่อส่งน้ำและตรวจวัด

อัตราการไหลของน้ำ โดย กิจการ พรหมมา (2547) ระดับความสูงของท่อน้ำที่วัดได้จาก Piezometric Tube จะเป็นตัวบอกถึงระดับความดันในท่อส่งน้ำ เมื่อน้ำถูกสูบผ่าน Orifice ปริมาณน้ำหรืออัตราการสูบจะขึ้นอยู่กับความดัน



รูปที่ 2.4 Circular Orifice weir เพื่อวัดปริมาณการสูบจากบ่อ (Division, 1975 อ้างอิงโดยทวีศักดิ์ ระมิงค์วงศ์, 2546)

การคำนวณอัตราการสูบน้ำหรือปริมาณน้ำที่ไหลผ่านสามารถทำได้ เมื่อทราบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง Orifice และของท่อส่งน้ำจาก Orifice-Weir Formula (ดังแสดงในรูปที่ 2.4) ดังนี้ (ทวีศักดิ์ ระมิงค์วงศ์, 2546)

$$Q=KA\sqrt{2gh} = 8.02\ KA\sqrt{h} \quad \text{.....} \quad (2.1)$$

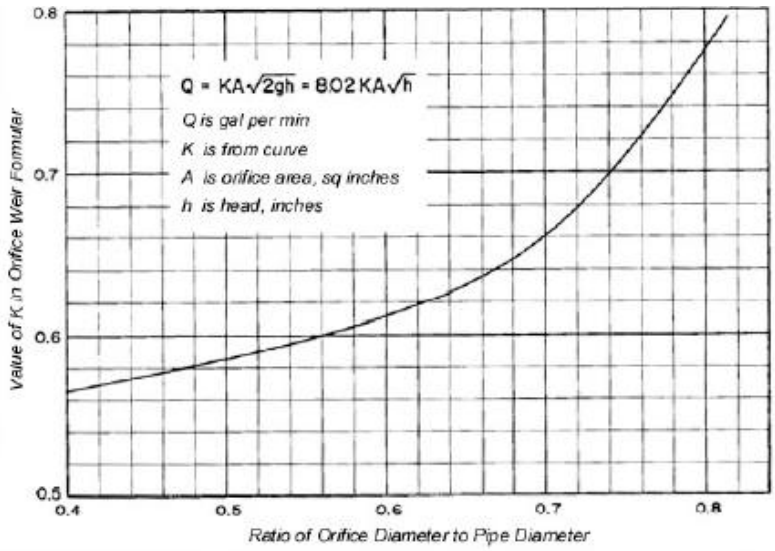
โดยมี Q = อัตราการสูบน้ำ (แกลลอนต่อนาที)

K = ค่าคงที่ หาได้จากรูปที่ 2.5

A = Orifice area (ตารางนิ้ว)

h = ระดับความสูงของน้ำใน Piezometer tube (นิ้ว)

ค่า K จากรูปที่ 2.5 สามารถใช้ได้กับหน่วยวัดข้างต้นเท่านั้น



รูปที่ 2.5 ค่า K ตาม Orifice-Weir Formula จะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของขนาดของ Orifice กับขนาดของท่อ (Division, 1975 อ้างอิงโดยทวีศักดิ์ ระมิงค์วงศ์, 2546)

นอกจากนี้ยังมีวิธีการวางแปลงสุ่มตัวอย่างเพื่อคำนวณปริมาณการสูบน้ำบาดาลระดับตื้น จากการศึกษาของสุกัญญา หนูทอง (2550) ทำการศึกษาเพื่อหาวิธีการสุ่มตัวอย่างบ่อน้ำบาดาลระดับตื้นที่เหมาะสมซึ่งให้ค่าใกล้เคียงกับปริมาณการสูบน้ำทั้งหมด วิธีการวิจัยประกอบด้วยการสุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มแบบใส่กล่องแบบเจาะจง และแบบจับสลาก แปลงสุ่มมีรูปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัส ทำการสุ่ม 100 ซ้ำ จากนั้นเปรียบเทียบปริมาณการสูบน้ำบาดาลที่สุ่มได้กับปริมาณการสูบน้ำบาดาลทั้งหมด ซึ่งได้มาจากการตรวจวัดทุกบ่อและสัมภาษณ์เจ้าของบ่อ ผลการศึกษาพบว่า ในกรณีวิธีการสุ่มเดียวกันแปลงสุ่มที่มีขนาดเหมาะสมคือ 0.7 X 0.7 ตร.กม. ในกรณีขนาดแปลงเท่ากัน วิธีการสุ่มที่เหมาะสมคือ แบบใส่กล่อง แบบเจาะจง และแบบจับสลากตามลำดับ

2.4 แบบจำลองน้ำบาดาล

2.4.1 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาและประเมินสภาพของแหล่งน้ำบาดาลในธรรมชาติ โดยนำวิธีการทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการคำนวณและการวิเคราะห์ระบบน้ำบาดาลแทนแบบจำลองกายภาพ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถวิเคราะห์ได้รวดเร็ว ถูกต้อง การปรับเปลี่ยนค่าจำลองต่าง ๆ ทำได้ง่าย ในการศึกษาทางอุทกธรณีวิทยา

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถประยุกต์ใช้ในการศึกษาปัญหาทางด้านน้ำบาดาลได้หลากหลาย ที่ผ่านมาได้มีการประยุกต์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการศึกษาเกี่ยวกับ (1) ทิศทางขนาดการไหลของน้ำบาดาล (Groundwater Flow Model) เพื่อศึกษาการไหลของน้ำบาดาลในกรณีต่าง ๆ อาทิ การไหลแบบคงที่ในชั้นหินอุ้มน้ำ การเปลี่ยนแปลงความดันชลศาสตร์ เนื่องมาจากน้ำไหลเข้าและน้ำไหลออกจากชั้นหินอุ้มน้ำ (2) การเคลื่อนที่ของมวลสารหรือสารละลาย (Mass /Solute Transport Model) (3) การเคลื่อนที่ของความร้อน (Heat Transport Model) โดยเฉพาะ อย่างยิ่งในพื้นที่กักเก็บของเสียที่เป็นสารกัมมันตรังสี และมีการถ่ายเทปล่อยความร้อนเข้ามาในระบบของน้ำบาดาล การกักเก็บพลังงานความร้อนไว้ในชั้นหินอุ้มน้ำ เป็นต้นและ (4) การแปรรูปของชั้นหินอุ้มน้ำ (Aquifer Deformation Model) ใช้ศึกษาในกรณีการเกิดแผ่นดินทรุดอันเนื่องมาจากการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้มากเกินไป เป็นต้น (ทวีศักดิ์ ระมิงค์วงศ์, 2546) สอดคล้องกับการศึกษาจิระเดช มาจันแดง (2548) การประเมินค่าสภาพนำชลศาสตร์สำหรับแบบจำลองน้ำบาดาลบริเวณตอนบนของที่ราบภาคกลางตอนล่าง โดยใช้แบบจำลองน้ำบาดาลทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือช่วยในการศึกษาทำนายสภาพน้ำบาดาล ในการประเมินค่าสภาพนำชลศาสตร์ ผลการจำลองการไหลของน้ำบาดาลของแบบจำลอง 2 กลุ่มคือ (1) แบบจำลองที่ใช้ค่าสภาพนำชลศาสตร์โดยตรงและ(2) แบบจำลองที่ใช้ค่าสภาพนำชลศาสตร์จากโปรแกรมประเมินค่าพารามิเตอร์ พบว่าผลการจำลองของทั้ง 2 แบบจำลองในชั้นหินอุ้มน้ำชั้นที่ I มีค่าเฮดที่คำนวณได้ครอบคลุมพื้นที่ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากในชั้นหินอุ้มน้ำชั้นที่ I มีจำนวนข้อมูลค่าสภาพนำชลศาสตร์ค่อนข้างมากและมีการกระจายตัวเกือบทั้งพื้นที่ ส่วนในชั้นหินอุ้มน้ำชั้นที่ II III และ IV ค่าเฮดที่คำนวณจากแบบจำลองที่สองมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดได้ในสนามมากกว่าแบบจำลองที่หนึ่ง ดังนั้นโปรแกรมประเมินค่าพารามิเตอร์จึงเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมในการประเมินค่าสภาพนำชลศาสตร์ในพื้นที่ที่มีจำนวนข้อมูลค่าสภาพนำชลศาสตร์น้อย

2.4.2 แบบจำลองน้ำบาดาล MODFLOW

แบบจำลองในตระกูล MODFLOW (มอด-โฟล) เป็นแบบจำลองการไหลของน้ำบาดาลผลต่างอันตะสามมิติ (Three - Dimensional Finite - Difference Groundwater Flow Model) สามารถประยุกต์ใช้ในชั้นหินอุ้มน้ำทั้งแบบมีแรงดัน ไม่มีแรงดัน หรือทั้งสองกรณีรวมกัน และเป็นการไหลแบบสามมิติ แบบจำลองนี้สามารถใช้จำลองในเรื่องของปริมาณน้ำที่ลงไปเพิ่มเติม (Recharge) การระเหยคายน้ำ (Evapotranspiration) การไหลเข้าสู่บ่อบาดาล (Flow to Wells) การไหลเข้าสู่ทางน้ำ (Flow to Drains) และอื่น ๆ โดยแยกเป็นชุดของโปรแกรม (Modules) เพื่อให้เกิด

ความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน ซึ่งได้แก่ โปรแกรม Visual MODFLOW ในโปรแกรม Visual MODFLOW นี้ ยังได้รวมเอาโปรแกรม MODPATH และโปรแกรม MT3D เข้าไว้ด้วย MODPATH เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณความเร็วของการไหลของน้ำบาดาล แนวทิศทางการไหล (Flow Path Lines) และเวลาที่ใช้ในการเดินทาง (Travel Times) ของน้ำบาดาล ในขณะที่ MT3D เป็นโปรแกรมซึ่งใช้ในการคำนวณหาความเข้มข้นของสารปนเปื้อนในน้ำบาดาล และสามารถจำลองสถานการณ์ของการนำพาสารปนเปื้อน ตลอดจนการสลายตัวของสารปนเปื้อนในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ด้วย ดังนั้น ในการสร้างแบบจำลองน้ำบาดาล ควรใช้ MODFLOW จำลองการไหลของน้ำบาดาล ตามด้วยการใช้ MODPATH เพื่อจำลองทิศทางการไหล (Flow Paths) และ MT3D เพื่อการคำนวณความเข้มข้นของสารปนเปื้อนต่าง ๆ ที่เคลื่อนที่ไปในทิศทางการไหลของน้ำบาดาล (ทวีศักดิ์ ระมิงค์วงศ์, 2546)

2.4.3 แบบจำลองทางสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นระบบที่นำมาใช้กับการเก็บข้อมูลทางภูมิศาสตร์หรือทางกายภาพ ที่มีข้อมูลจำนวนมากได้อย่างเป็นระบบ และสามารถทำการวิเคราะห์และเสนอข้อมูลได้อย่างรวดเร็วในการศึกษาทางอุทกธรณีวิทยาบางโครงการจะมีจำนวนของข้อมูลค่อนข้างมาก อาจจะมีจำนวนของบ่อสังเกตการณ์หรือบ่อเฝ้าติดตาม (Monitoring wells) จำนวน 20 – 50 บ่อ แต่ละบ่อจะมีข้อมูลที่เกี่ยวข้องกันหลายลักษณะ เช่น ข้อมูลของลักษณะธรณีวิทยา ข้อมูลการหยั่งธรณี ข้อมูลคุณภาพน้ำบาดาลหลาย ๆ ชุดที่เก็บในเวลาที่ต่างกัน นอกจากนี้ ในพื้นที่ศึกษายังมีข้อมูลของสภาพลักษณะภูมิประเทศ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลอุทกวิทยา ข้อมูลลักษณะของชั้นดินและประเภทของการใช้ที่ดิน ข้อมูลถนนหนทางและอื่น ๆ เมื่อมีจำนวนข้อมูลมาก ๆ ในลักษณะดังกล่าว จึงเป็นการยากที่จะจัดเก็บข้อมูลให้เป็นระบบเพื่อสามารถเรียกใช้วิเคราะห์ แปลความหมาย และการนำเสนอ ด้วยเหตุนี้จึงมีการพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์(Geographic Information System, GIS) ซึ่งสามารถ จัดเก็บ วิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูลในลักษณะที่เป็นระดับหรือชั้น (Layers) ต่าง ๆ กัน ในลักษณะของแผนที่

ปัจจุบันมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถนำมาเพื่อใช้งานเช่น ARCInfo, ARCView MAPInfo และArcGIS นอกจากนี้ ข้อมูลต่าง ๆ ที่จัดเก็บ ยังสามารถนำเสนอในลักษณะที่เป็นข้อมูลกำกับของบ่อน้ำบาดาลแต่ละบ่อได้ เช่น ระดับน้ำบาดาล การจัดลำดับชั้นหิน ชั้นดิน คุณภาพน้ำในพื้นที่หรือบริเวณบ่อบาดาลแต่ละบ่อ (ทวีศักดิ์ ระมิงค์วงศ์, 2546) และศักยภาพของแหล่งน้ำบาดาล จากการศึกษาของวิลาวัณย์ ไทยสงคราม (2551) โดยการประยุกต์ระบบสารสนเทศ

ภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ เพื่อศึกษาความเหมาะสมในการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลสำหรับการอุปโภคบริโภค ในเขตพื้นที่อำเภอพระทองคำ จังหวัดนครราชสีมา ผลการศึกษาพบว่าความเหมาะสมในการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลแบ่งออกเป็น 4 ระดับได้แก่ ความเหมาะสมมาก ปานกลาง น้อยและไม่มีความเหมาะสม โดยหมู่บ้านที่มีความเหมาะสมมากในการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลร้อยละ 9.64 ความเหมาะสมปานกลางร้อยละ 28.43 ความเหมาะสมน้อยร้อยละ 54.13 และไม่มีความเหมาะสมร้อยละ 7.78 ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่มีความเหมาะสมในการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลต่ำ และปานกลาง เนื่องจากคุณภาพน้ำบาดาลกร่อยเค็ม จึงไม่มีความเหมาะสมในการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาล แม้กระทั่งการศึกษาศักยภาพของลุ่มน้ำในการทำแผนที่โดยใช้ GIS กับการสำรวจระยะไกล เข้ามาช่วยในการทำงานโดยการศึกษาของ Ganapuram, *et al*. (2009) เพื่อหาศักยภาพพื้นที่ทางการเกษตรของลุ่มน้ำ Musi โดยศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โครงสร้างทางธรณีวิทยา ธรณีวิทยาสัณฐาน การระบายน้ำ ความชัน การใช้ประโยชน์ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดิน เข้ามาช่วยการแบ่งศักยภาพดีมาก ดี ปานกลาง ไม่ดี ไม่มีเลย ซึ่งจัดทำออกในรูปแบบของแผนที่เพื่อใช้น้ำในการชลประทานในพื้นที่ดังกล่าว ผลการศึกษาพบว่า แผนที่น้ำบาดาลมีการปรับปรุงเพิ่มขึ้นจากปีก่อนๆ เพราะความต้องการใช้น้ำที่มากขึ้น อีกทั้งข้อมูลปัจจัยในการศึกษาน้ำบาดาลมีจำนวนมากดังที่กล่าวมาข้างต้น ดังนั้นการแบ่งเขตศักยภาพน้ำบาดาลโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองทางสารสนเทศภูมิศาสตร์จึงเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกในการปรับปรุงข้อมูลในการแผนที่ศักยภาพน้ำบาดาล แม้ในประเทศเกาหลีการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้มีผู้สนใจศึกษาเป็นจำนวนมากเช่นเดียวกับ Hyun-Joo Oha (2011) โดย การจัดทำแผนที่ GIS ในการแบ่งศักยภาพน้ำบาดาล ทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำจำเพาะของบ่อบาดาลแต่ละบ่อ Specific Capacity (SPC) กับปัจจัยทางอุทกวิทยาในการประเมินความอ่อนไหวแต่ละปัจจัยในการทำแผนที่ศักยภาพน้ำบาดาลโดยใช้ GIS ผลการศึกษาพบว่า พื้นผิวดินมีผลต่อศักยภาพน้ำบาดาลมากกว่าระดับพื้นดิน และข้อมูลแผนที่นั้นสามารถนำมาใช้ในการจัดการน้ำบาดาลและการสำรวจน้ำบาดาลได้

การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในประเทศ ได้มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะองค์กรขนาดใหญ่ หรืองานวิจัยต่างๆในการประเมินสถานการณ์ เช่นแผ่นดินไหว ดินถล่ม น้ำท่วม หรือแม้กระทั่งการใช้ GIS ในการประเมินศักยภาพมลพิษสารกำจัดศัตรูพืชในภาคกลางของประเทศไทย Thapinta (2003) โดยศึกษาในจังหวัดกาญจนาบุรี จังหวัดราชบุรีและจังหวัดสุพรรณบุรี ปัจจัยในการศึกษาคือ ประเภทดิน ความลาดชัน การใช้ประโยชน์ที่ดิน ความลึกของบ่อบาดาล และปริมาณน้ำฝนซึ่งปัจจัยเหล่านี้อาจมีผลต่อการปนเปื้อนของสารเคมีได้ และให้ถ่วเฉลี่ยค่าน้ำหนักแต่ละปัจจัย จากการศึกษาพบว่าความลึกที่ดีที่สุดอย่างมี

นัยสำคัญระหว่างการปนเปื้อนน้ำบาดาล พื้นที่การเกษตรในภาคกลางของประเทศไทยโดยทั่วไปมีดินที่ปรับพื้นผิวและไม่รวมกันจนถึงชั้นหินอุ้มน้ำบ่อลึก หากลักษณะเหล่านี้ลดลงการคุกคามของการปนเปื้อนยาฆ่าแมลงจะลดลงด้วย นอกจากนี้การขุดเจาะหาแหล่งน้ำบาดาลนับได้ว่ามีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการประยุกต์ใช้ GIS ทำให้ประหยัดงบประมาณในการขุดเจาะและลดเวลาในการทำงานจากการศึกษา วัณจี รุ่งอุราภรณ์ (2543) ที่มุ่งศึกษาจำนวนและการกระจายของบ่อบาดาล ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนบ่อบาดาล กับข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจ สังคม กับลักษณะทางกายภาพของแหล่งน้ำบาดาล เพื่อให้สามารถระบุพื้นที่ชนบท ที่ยังขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภค ซึ่งจะเป็นแนวทางในการจัดสรรงบประมาณได้ตรงตามเป้าหมายที่แท้จริงและมีทิศทางที่แน่นอน ผลการศึกษาพบว่าในพื้นที่ชนบทของประเทศไทยได้มีการเจาะบ่อบาดาล โดยส่วนราชการ มีหมู่บ้านที่มีน้ำอุปโภคบริโภคเพียงพอคิดเป็นร้อยละ 70 และยังมีพื้นที่ขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภคคิดเป็นร้อยละ 30 แยกเป็นหมู่บ้านที่มีศักยภาพในการเจาะบ่อบาดาลได้ร้อยละ 71ไม่มีศักยภาพในการเจาะบ่อบาดาล แต่มีแหล่งน้ำผิวดินคิดเป็นร้อยละ 25 ไม่มีศักยภาพในการเจาะบ่อบาดาลและไม่มีแหล่งน้ำผิวดินคิดเป็นร้อยละ 4 ทำให้สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์และกระจายข้อมูลแหล่งน้ำบาดาลต่อไป

2.5 การนำน้ำบาดาลไปใช้ประโยชน์

ประเภทการใช้น้ำบาดาล ตามมติคณะกรรมการน้ำบาดาลในการประชุมครั้งที่ 3/2538 เมื่อวันที่ 30 มีนาคม 2538ได้กำหนดประเภทการใช้น้ำบาดาลและคำจำกัดความไว้ดังนี้

2.5.1 ด้านอุปโภค-บริโภค

2.5.1.1 การใช้น้ำบาดาลเพื่อเป็นน้ำดื่มน้ำใช้ที่ผู้เป็นเจ้าของบ่อน้ำบาดาลสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ในครัวเรือนของตนเอง หรือแบ่งปันให้ผู้อื่นโดยมิได้มีการซื้อขาย

2.5.1.2 โรงพยาบาลของรัฐ สถานที่ราชการ สถาบันการศึกษาและ ศาสนสถาน

2.5.1.3 การใช้น้ำบาดาลเพื่อบริการในกิจการอาคารชุด แฟลต อพาร์ตเม้นต์หอพัก บ้านเช่า หมู่บ้านจัดสรร ที่ดินจัดสรรเพื่ออยู่อาศัยและเพื่อสวนเกษตรและกิจการอื่น ในลักษณะเดียวกัน

ภูเก็ตมีจำนวนบ่อบาดาล เพื่อการอุปโภค-บริโภค 253 บ่อ จากทั้งหมด 888 บ่อ

2.5.2 ด้านเกษตรกรรม

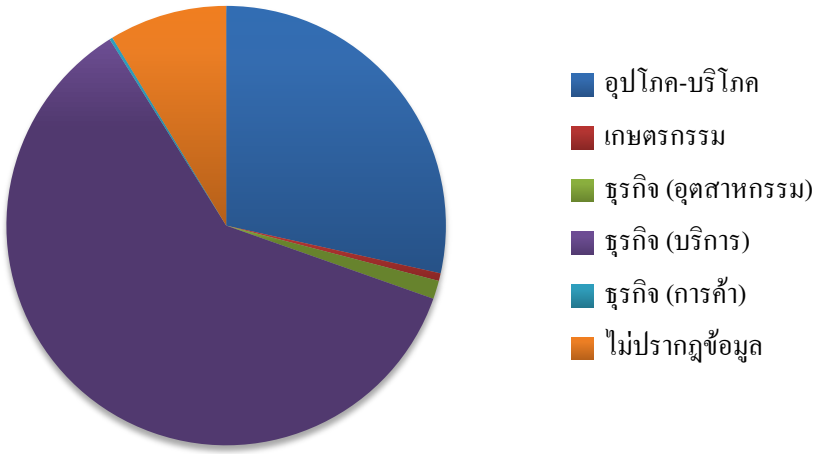
ได้แก่การใช้น้ำบาดาลเพื่อ การเพาะปลูก การเลี้ยงสัตว์ โดยที่ภูเก็ตมีจำนวนบ่อบาดาล เพื่อการเกษตรกรรม 5 บ่อ จากทั้งหมด 888 บ่อ

2.5.3 ด้านธุรกิจ

2.5.3.1 ธุรกิจ (อุตสาหกรรม) ได้แก่การใช้น้ำบาดาลในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานผลิตเบียร์ สุรา ห้องเย็น เหล็กเส้น อาหารกระป๋อง หน่วยผลิตคอนกรีตผสมเสร็จ โกดัง แฟลต หรือหอพักคนงาน เป็นต้น โดยที่ภูเก็ตมีจำนวนบ่อบาดาล เพื่อการธุรกิจ (อุตสาหกรรม) 12 บ่อ จากทั้งหมด 888 บ่อ

2.5.3.2 ธุรกิจ (บริการ) ได้แก่การใช้น้ำบาดาลเพื่อการบริการลูกค้า เช่น โรงแรม โรงภาพยนตร์ สถานอาบอบนวด ศูนย์การค้า ตลาด ร้านอาหาร หรือภัตตาคาร สถานีบริการน้ำมัน อาคารพาณิชย์ สนามกีฬา สนามกอล์ฟ สวนสัตว์ สวนสนุก สำนักงาน รวมทั้งห้องแสดงสินค้า โรงพยาบาลเอกชน เป็นต้น และให้รวมถึงน้ำบาดาลที่ใช้สำหรับคนงานก่อสร้าง โดยที่ภูเก็ตมีจำนวนบ่อบาดาล เพื่อการธุรกิจ (บริการ) 539 บ่อ จากทั้งหมด 888 บ่อ

2.5.3.3 ธุรกิจ (การค้า) ได้แก่การใช้น้ำบาดาลเป็นหลักในการดำเนินการธุรกิจ เช่น ผลิตน้ำแข็ง น้ำอัดลม น้ำดื่มบรรจุขวด หรือขายน้ำ เป็นต้น โดยที่ภูเก็ตมีจำนวนบ่อบาดาล เพื่อการธุรกิจ (การค้า) 2 บ่อ จากทั้งหมด 888 บ่อ



รูปที่ 2.6 ประเภทการใช้น้ำบาดาลในจังหวัดภูเก็ต

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาศักยภาพน้ำบาดาลในจังหวัดภูเก็ต โดยใช้เทคนิคทางสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ร่วมกับวิธีทางสถิติ ซึ่งเป็นการนำข้อมูลทุติยภูมิจากกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ข้อมูลแบบสอบถามผู้ใช้น้ำบาดาล และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับศักยภาพน้ำบาดาล โดยในบทนี้กล่าวถึงลักษณะของพื้นที่ศึกษา และขั้นตอนกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

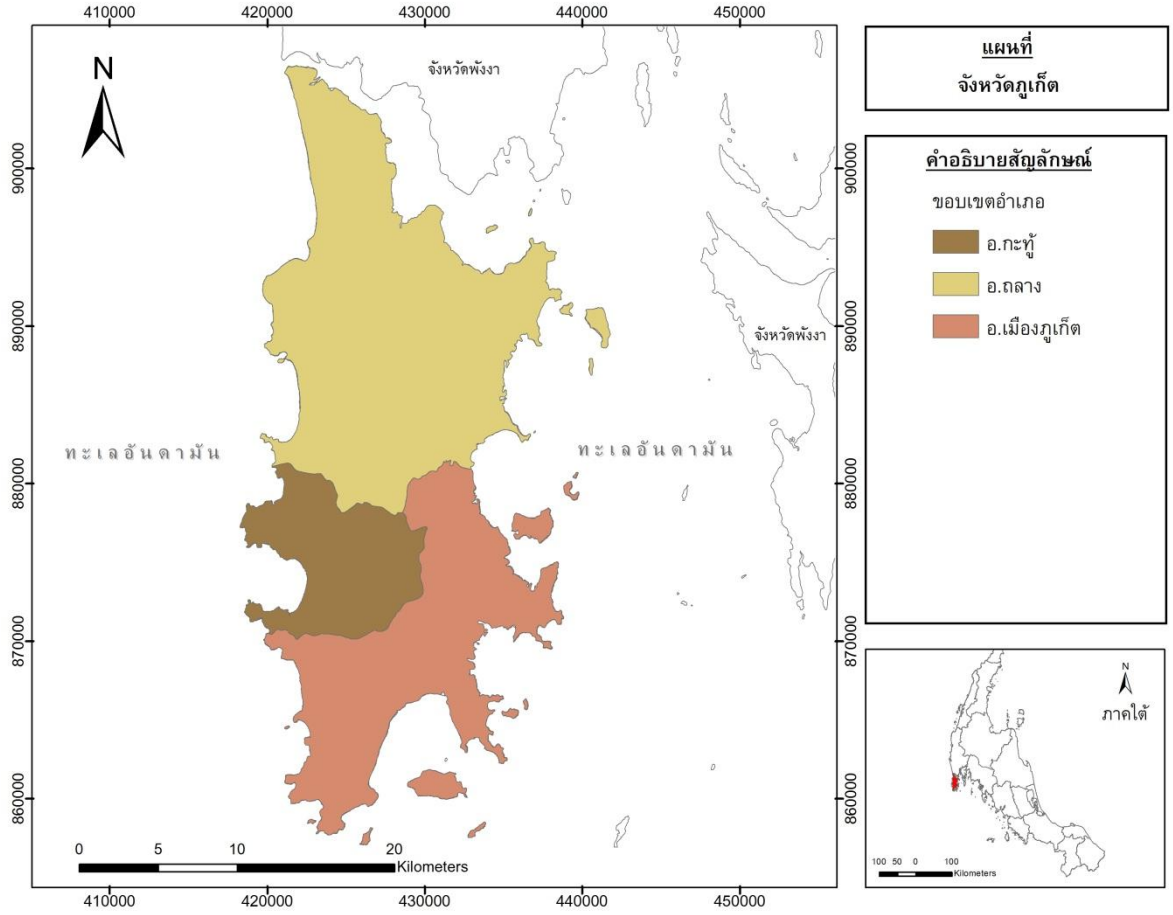
3.1 พื้นที่ศึกษา

3.1.1 ขนาดพื้นที่

จังหวัดภูเก็ตเป็นจังหวัดในภาคใต้ตอนบนของประเทศไทยมีลักษณะเป็นเกาะจัดเป็นเกาะที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของประเทศไทยตั้งอยู่ระหว่างละติจูดที่ 7 องศา 45 ลิปดาถึง 8 องศา 15 ลิปดาเหนือและลองจิจูดที่ 98 องศา 15 ลิปดา ถึง 98 องศา 40 ลิปดาตะวันออก ทางทิศตะวันตกของภาคใต้ในทะเลอันดามันมหาสมุทรอินเดีย มีเกาะบริวาร 32 เกาะส่วนกว้างที่สุดของเกาะภูเก็ตเท่ากับ 21 กิโลเมตรส่วนยาวที่สุดของเกาะภูเก็ตเท่ากับ 48 กิโลเมตรเฉพาะ เกาะภูเก็ตมีพื้นที่ 543 ตารางกิโลเมตรส่วนเกาะบริวารมีพื้นที่ 27 ตารางกิโลเมตร รวมพื้นที่ทั้งหมด 570 ตารางกิโลเมตร หรือ 356,271 ไร่ (สำนักงานเทศบาล, 2549)

3.1.2 ลักษณะภูมิประเทศ

จังหวัดภูเก็ตมีลักษณะเป็นหมู่เกาะวางตัวในแนวจากทิศเหนือไปทิศใต้พื้นที่ส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 70 เป็นภูเขามียอดเขาที่สูงที่สุดคือยอดเขาไม้เท้าสิบสองสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 529 เมตรและประมาณร้อยละ 30 เป็นพื้นที่ราบอยู่ตอนกลางและตะวันออกของเกาะพื้นที่ชายฝั่งด้านตะวันออกเป็นดินเลนและป่าชายเลนส่วนชายฝั่งทะเลด้านตะวันตกเป็นภูเขาและหาดทรายที่สวยงาม (สำนักงานเทศบาล, 2549) ดังแสดงลักษณะของเกาะภูเก็ตและอาณาเขตที่ติดกับจังหวัดพังงา แสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนที่ขอบเขตจังหวัดภูเก็ต

3.1.3 ลักษณะภูมิอากาศ

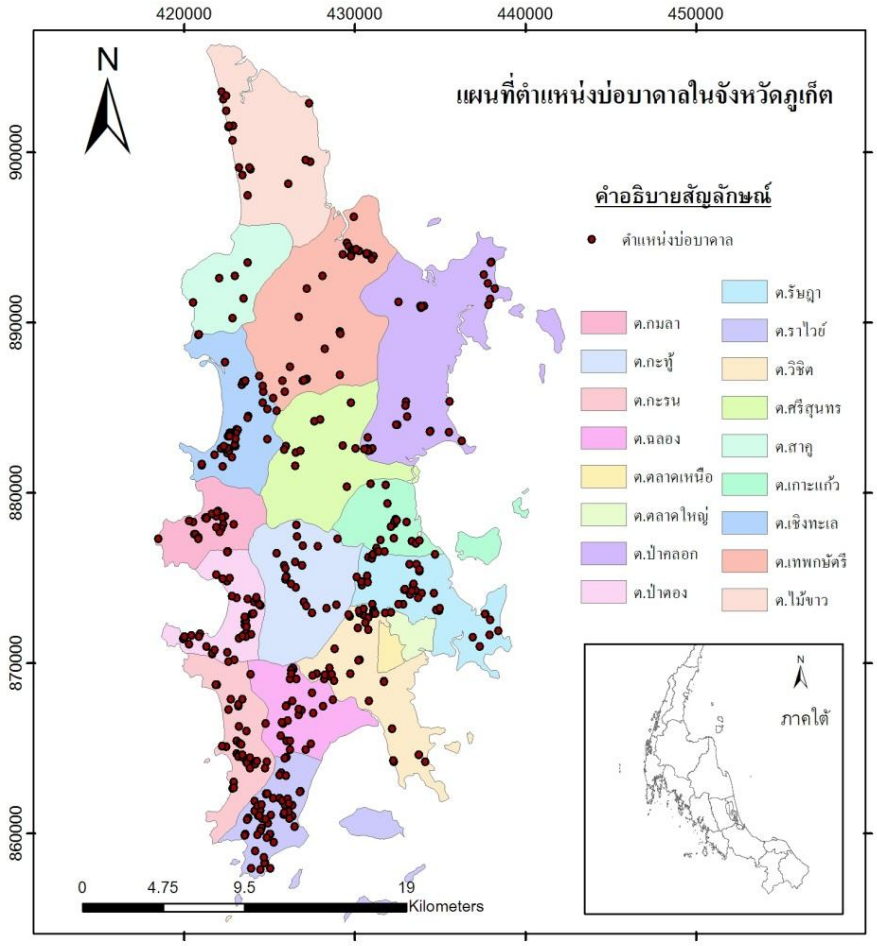
จังหวัดภูเก็ต มีลักษณะภูมิกาศที่ร้อนเนื่องจากอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร และมีภูมิอากาศชุ่มชื้นตลอดปี เป็นผลจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ที่พัดเอาความชื้นและฝนจากมหาสมุทรอินเดียและลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ที่พัดผ่านอ่าวไทยนำความชุ่มชื้นมา ฤดูกาลแบ่งได้ 2 ฤดู คือ ฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง เดือนพฤศจิกายน โดยมีฝนตกชุกในช่วงปลายเดือนพฤษาคมถึง เดือนตุลาคมส่วนฤดูร้อนเกิดเป็นช่วงสั้นๆเริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคม โดยอาจมีฝนตกประปรายเป็นครั้งคราว (กรมทรัพยากรธรณี, 2556)

3.1.4 จำนวนบ่อบาดาล

จำนวนบ่อบาดาลที่ขึ้นทะเบียนกับกรมทรัพยากรน้ำบาดาลในเขตจังหวัดภูเก็ต (ข้อมูลบ่อบาดาล ตั้งแต่ พ.ศ. 2538 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2555) รวมทั้งหมด 1,211 บ่อ สำหรับข้อมูลบ่อบาดาลแยกตามรายอำเภอและตำบล ดังแสดงในตารางที่ 3.1 และรูปที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 จำนวนบ่อบาดาลรายตำบลในจังหวัดภูเก็ต (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2555)

ตำบล	จำนวนบ่อบาดาล
อำเภอถลาง	
เชิงทะเล	106
เทพกระษัตรีย์	98
ไม้ขาว	110
ป่าคลอก	129
ศรีสุนทร	29
สาคู	16
อำเภอเมือง	
ตลาดใหญ่	23
ตลาดเหนือ	16
เกาะแก้ว	32
กะรน	112
ฉลอง	61
รัษฎา	87
ราไวย์	120
วิชิต	62
อำเภอกะทู้	
กมลา	75
กะทู้	50
ป่าตอง	85
รวม	1,211



รูปที่ 3.2 ตำแหน่งที่ตั้งบ่อบาดาลในจังหวัดภูเก็ต

3.2 ข้อมูลและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

3.2.1 ข้อมูล

3.2.1.1 ข้อมูลทุติยภูมิแหล่งน้ำบาดาลจากกรมทรัพยากรน้ำบาดาลปี พ.ศ. 2538 - พ.ศ.2555 จำนวน 1,211 บ่อ (แต่มีเพียง 512 บ่อที่มีการระบุค่าพิกัด)

3.2.1.2 แผนที่ภูมิประเทศ (Topography Map) ชุด L7018 ขนาดมาตราส่วน 1:50,000 จากกรมแผนที่ทหาร

3.2.1.3 แบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) ความละเอียด 30 เมตร จาก ASTER Global Digital Elevation Map (GDEM)

3.2.1.4 ข้อมูลชุดดิน พ.ศ.2548 และข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ.2552 จากกรมพัฒนาที่ดิน

3.2.1.5 แผนที่อุทกธรณีวิทยา และแผนที่โครงสร้างเชิงเส้น จากกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2545

3.2.1.6 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ในช่วง 10 ปี ตั้งแต่ พ.ศ.2545-2554 จากสถานีเขื่อนบางวาด สถานีภูเก็ต สถานีสนามบินภูเก็ต สถานีเกาะลันตา สถานีกระบี่ และสถานีตะกั่วป่า ประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝนรายวัน และค่าคายระเหยจากถาด

3.2.2 อุปกรณ์

3.2.2.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ ใช้ในการรวบรวมข้อมูลและจัดทำรายงาน

3.2.2.2 โปรแกรม ArcGIS ใช้ออกแบบและวิเคราะห์ข้อมูล

3.2.2.3 เครื่อง GPS ในการเก็บค่าพิกัด

3.3 วิธีการวิจัย

สำหรับขั้นตอนกระบวนการศึกษาครั้งนี้ ได้อธิบายเป็นแผนผังแสดงในรูปที่ 3.3 โดยมีรายละเอียดขั้นตอนดังนี้

3.3.1 ปริมาณน้ำบาดาล

3.3.1.1 การเตรียมข้อมูล

ขอความอนุเคราะห์ข้อมูลแหล่งน้ำบาดาลที่มีอยู่ทั้งหมดในจังหวัดภูเก็ต พ.ศ. 2538 - พ.ศ.2555 จำนวน 1,211 บ่อ ประกอบด้วย ข้อมูลรายชื่อผู้ใช้น้ำบาดาล ตำแหน่งที่ตั้งของบ่อบาดาล ข้อมูลปริมาณน้ำบาดาล อัตราการไหลของน้ำบาดาล ขนาดบ่อบาดาล ความลึกบ่อบาดาล และประเภทการใช้ประโยชน์น้ำบาดาล จากสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดภูเก็ต

3.3.1.2 การปรับแก้ข้อมูลทุติยภูมิ

นำเข้าข้อมูลที่ได้จาก 3.3.1.1 มาตรวจสอบข้อมูล ปรับแก้ข้อมูล และแยกข้อมูลเป็นรายอำเภอ รายตำบล และประเภทการใช้ประโยชน์น้ำบาดาลประกอบด้วย ประเภทอุปโภคบริโภค ประเภทธุรกิจ และประเภทเกษตรกรรม จากนั้นนำข้อมูลมาประมาณค่าเชิงพื้นที่โดยนำเข้าค่าพิกัด และจัดทำฐานข้อมูลเบื้องต้น

3.3.1.3 การหาค่าปริมาณน้ำจำเพาะของบ่อบาดาล (Specific Capacity ,SPC)

นำข้อมูลจาก 3.3.1.1 มาคำนวณหาปริมาณน้ำจำเพาะของบ่อบาดาล (Specific Capacity of a Well) ซึ่งบ่งบอกถึงความสามารถในการให้น้ำบาดาลของบ่อแต่ละบ่อ โดยคำนวณจากปริมาณน้ำที่สูบออกมา (Q) หารด้วยระยะน้ำลดในบ่อที่สูบ (S_w) (ทวีศักดิ์ ระมิงวงศ์, 2546)

$$\text{Specific Capacity} = \frac{Q}{s_w} \qquad (3.1)$$

เมื่อคำนวณค่า SPC ทั้งหมดที่ได้แล้ว ทำการตรวจสอบค่าที่ได้ และปรับแก้ข้อมูลที่ไม่สามารถแสดงผลได้ พร้อมจัดทำฐานข้อมูลของค่า SPC ของบ่อบาดาลที่ได้จากการคำนวณทั้งสิ้น 512 บ่อ

3.3.1.4 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อศักยภาพน้ำบาดาล

ปัจจัยที่มีผลต่อศักยภาพน้ำบาดาลในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย 13 ปัจจัย ได้แก่ อัตราการซึมน้ำของดินเฉลี่ย 10 ปีรายปี (Infiltration) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 10 ปีรายปี (Rainfall) ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 10 ปีรายปี (Runoff) ปริมาณน้ำในดินเฉลี่ย 10 ปี รายปี (Soil Water) ปริมาณการระเหยเฉลี่ย 10 ปีรายปี (Evaporation) ธรณีวิทยา (Geology) โครงสร้างเชิงเส้น (Lineament) ความหนาแน่นของโครงสร้างเชิงเส้น (Lineament Density) แบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model Elevation Model: DEM) ความลาดชัน (Slope) เส้นทางน้ำ (Stream) แหล่งน้ำ (Water Body) การระบายน้ำ (Drainage)

1) อัตราการซึมน้ำของดินเฉลี่ย 10 ปีรายปี (Infiltration)

อัตราการซึมน้ำของดิน สามารถคำนวณได้จากปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า ปริมาณการระเหย และชนิดของดิน อ้างอิงมาจากผลการศึกษาของนัฐพงษ์ พวงแก้ว (2556) ในการที่น้ำฝนแทรกซึมลงมาถึงชั้นใต้ดิน อัตราการซึมน้ำของดินนั้นส่งผลโดยตรงกับน้ำบาดาล เนื่องมาจากน้ำบาดาลในจังหวัดภูเก็ตถูกกักเก็บอยู่ในชั้นหินแข็งหากทราบอัตราการซึมน้ำของดินทำให้สามารถทราบปริมาณการเติมน้ำในชั้นน้ำบาดาลได้

2) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 10 ปีรายปี (Rainfall)

ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 10 ปี อ้างอิงมาจากผลการศึกษาของนัฐพงษ์ พวงแก้ว (2556) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 10 ปีเป็นปริมาณน้ำตั้งต้นที่สามารถเป็นแหล่งน้ำเติมของน้ำบาดาล การวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยจากสถานีวัดน้ำฝนที่อยู่ใน

จังหวัดภูเก็ต และสถานีวัดน้ำฝนใกล้เคียงของกรมอุตุนิยมวิทยาจำนวน 4 สถานี คือ สถานีเกาะลันตา จังหวัดกระบี่ สถานีภูเก็ต สถานีสนามบินภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต และสถานีตะกั่วป่า จังหวัดพังงา โดยใช้ข้อมูลช่วงสถิติข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ.2545 – 2554 (10 ปี) และประมาณค่าเชิงพื้นที่ (Spatial Interpolation) ด้วยวิธี Kriging

3) ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 10 ปีรายปี (Runoff)

การคำนวณปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี อ้างอิงมาจากผลการศึกษาของนัฐพงษ์ พวงแก้ว (2556) ซึ่งคำนวณปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีจากการหาสัมประสิทธิ์น้ำท่าใช้วิธี SCS (Soil Conservation Service) จากประเภทของชนิดดิน (Soil Type) และประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use Type) ดังตารางที่ 3.1 แล้วนำมาคำนวณในสมการที่ 3.2 และสมการที่ 3.3 ตามลำดับ

$$R = ((P-0.2S)\ 2\ /\ (P+\ 0.8S)\ /1000) * Area \qquad (3.2)$$

โดยที่ $P >= 0.2S$

$$S = (25400/CN) -254 \qquad (3.3)$$

เมื่อ R = ปริมาณน้ำท่า (ลูกบาศก์เมตร)

P = ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)

S = ความสามารถกักเก็บน้ำของดิน (มิลลิเมตร)

Area = พื้นที่ 100 ตารางเมตร

CN = Curve Number

4) ปริมาณน้ำในดินเฉลี่ย 10 ปี รายปี (Soil Water)

การศึกษาน้ำในดินอ้างอิงมาจากผลการศึกษาของนัฐพงษ์ พวงแก้ว (2556) การคำนวณจากอัตราการซึมน้ำของดินที่พิจารณาจากสัมประสิทธิ์ความพรุน (ลูกบาศก์เมตร)

$$SW = (P)-(E+D+R) \qquad (3.4)$$

เมื่อ SW = ปริมาณน้ำในดิน (ลูกบาศก์เมตร)

P = ปริมาณน้ำฝน (ลูกบาศก์เมตร)

R = ปริมาณน้ำท่า (ลูกบาศก์เมตร)

D = อัตราการซึมน้ำของดิน (ลูกบาศก์เมตร)

E = ปริมาณการระเหยจริง (ลูกบาศก์เมตร)

5) ปริมาณการระเหยเฉลี่ย 10 ปีรายปี (Evaporation)

การคำนวณการระเหยเฉลี่ยรายปีจากข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ.2545 – 2554 (10 ปี) อ้างอิงมาจากผลการศึกษาของนัฐพงษ์ พวงแก้ว (2556) ซึ่งคำนวณโดยใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดสภาพอากาศ 5 สถานี ได้แก่ สถานีภูเก็ต สถานีสนามบินภูเก็ต สถานีเขื่อนบางวาด จังหวัดภูเก็ต สถานีตะกั่วป่า จังหวัดพังงา สถานีกระบี่ จังหวัดกระบี่ จากการประมาณค่าเชิงพื้นที่ (Spatial Interpolation) ด้วยวิธีการ Kriging

6) ธรณีวิทยา (Geology)

พื้นที่จังหวัดภูเก็ตสามารถแบ่งธรณีวิทยาออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่คือ ธรณีวิทยาหินอัคนี ธรณีวิทยาหินตะกอน และธรณีวิทยาตะกอนร่วน โดยส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 50 ของพื้นที่ ประกอบด้วยหินอัคนีชนิดหินแกรนิตเป็นหลัก โดยหินที่มีอายุเก่าแก่ที่สุดอยู่ในตะกอนในกลุ่มภูเก็ต (Carboniferous - Sedimentary Rocks) โดยมีหินแกรนิตแทรกสลับอยู่ในหินโคลนเนื้อกรวด (Pebbly Mudstone) (กรมทรัพยากรธรณี ,2556)

ลักษณะอุทกธรณีวิทยาของจังหวัดภูเก็ต (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2549) แหล่งน้ำบาดาลในจังหวัดภูเก็ตประกอบด้วยน้ำบาดาลที่ถูกกักเก็บอยู่ภายในตะกอนหินร่วน น้ำบาดาลที่ถูกกักเก็บอยู่ภายในช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอนที่ยังไม่แข็งตัวและยังไม่มีการเชื่อมประสาน ได้แก่ ชั้นหินให้น้ำในตะกอนทรายชายหาด (Beach Sand Aquifers: Qbs : Qb) ประกอบด้วย ทรายละเอียด ถึงทรายหยาบที่สะสมตัวตามแนวชายหาดที่พบบริเวณชายหาดของทุกอำเภอในจังหวัดภูเก็ต ชั้นหินให้น้ำตะกอนน้ำพา (Floodplain Aquifers: Qfd :Qt) ประกอบด้วย กรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว โดยน้ำบาดาลจะกักเก็บอยู่ในช่องว่างเม็ดกรวดและทราย ที่สะสมตัวอยู่ในราบลุ่มน้ำหลาก พบน้ำบาดาลประเภทนี้ เป็นแนวยาวจากอำเภอเมืองไปทางทิศใต้จนจรดแหลมพรหมเทพ และชั้นหินให้น้ำตะกอนเศษหินเชิงเขา (Colluvium Aquifer : Qcl :Qa) ประกอบด้วย กรวด ทราย ทรายแป้ง ดินเหนียว และเศษหินแตกหัก มีลักษณะของชั้นตะกอนแบบชั้นตะกอนหนา ที่ไม่มีการคัดขนาดของเม็ดตะกอนพบบริเวณที่ราบเชิงเขา น้ำบาดาลจะถูกกักเก็บอยู่ภายในช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอน ความลึกของชั้นหินให้น้ำค่อนข้างแปรเปลี่ยน ขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศ และความลาดชันของเชิงเขา พบแผ่กระจายค่อนข้างมากได้แก่ ที่ราบระหว่างภูเขาบริเวณตำบลกะทู้ อำเภอกะทู้ ที่ราบเชิงเขาที่เป็นรอยต่อระหว่าง อำเภอกะทู้กับ อำเภอเมือง ที่ราบเชิงเขาใน อำเภอเมือง และแหล่งน้ำบาดาลในหินแข็งแหล่งชั้นหินให้น้ำบาดาลที่ถูกกักเก็บอยู่ใน ชั้นหินให้น้ำตะกอนกึ่งหินแปร(Meta - Sedimentary Aquifers : PCms :Cp) ประกอบด้วย หิน

ทรายกึ่งควอร์ตไซต์ หินดินดานกึ่งฟิลไลต์ และหินดินดานกึ่งชนวน น้ำบาดาลถูกกักเก็บอยู่ภายในรอยแตก รอยแยก รอยเลื่อน บริเวณหินผุ ในจังหวัดภูเก็ตพบแหล่งน้ำบาดาลประเภทนี้ครอบคุลมเป็นบริเวณกว้างโดยพบทุกในอำเภอ และ ชั้นหินให้น้ำหินอัคนี (Granitic Aquifers : Gr : Kgr) ประกอบด้วย หินแกรนิตซึ่งส่วนใหญ่เป็นพวกไบโอไทต์-ฮอร์นเบลนด์แกรนิต หินลูโคร-แกรนิต เพ็กมาไทต์ และควอตซ์ พบกระจายตัวอยู่ทั่วไปเป็นภูเขาสูงในจังหวัดภูเก็ต ศักยภาพในการให้น้ำของหินชนิดนี้ค่อนข้างต่ำ หรือในบางบริเวณไม่มีศักยภาพในการให้น้ำเลย น้ำถูกกักเก็บอยู่ในรอยแตก รอยแยก รอยเลื่อน และในบริเวณหินผุ

ข้อมูลชั้นหินที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นข้อมูลที่ไม่อยู่ในกลุ่มข้อมูลตัวเลข จึงต้องทำการแบ่งประเภทชั้นหินให้เป็นเป็นตัวเลขเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ทางสถิติ ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ระดับศักยภาพน้ำบาดาลต่อชั้นหิน (วัณรี รุ่งอุราภรณ์, 2543)

ปัจจัย	ประเภท	ระดับศักยภาพ
ชั้นหิน	Cp (ตะกอนกึ่งหินแปร)	1
	Kgr (หินแกรนิต)	1
	Qb (ทราย,ทรายปนกรวด)	2
	Qt (ตะกอนน้ำพา)	3
	Qa (เศษหินเชิงเขา)	4

7) โครงสร้างเชิงเส้น (Lineament)

จังหวัดภูเก็ตมีโครงสร้างเชิงเส้นหลักพาดผ่าน ประกอบด้วยแนวคดโค้ง (Fold) และรอยเลื่อน (Fault) โดยสามารถพบรอยเลื่อนหรือแนวแตกที่สำคัญวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ และมีมุมเอียงเทไปทางทิศตะวันออกมากกว่า 75 องศา ขนานกับ รอยเลื่อนคลองมะรุ่ย (Klong Marui Fault Zone) (กรมทรัพยากรธรณี , 2556) โครงสร้างเชิงเส้นทางธรณีวิทยา เป็นตัวบ่งบอกถึงปริมาณและการไหลของน้ำบาดาล น้ำบาดาลกักเก็บในบริเวณที่มีรอยแตก รอยแยกในชั้นหิน ผลมาจากการปรากฏโครงสร้างเชิงเส้นทางธรณีวิทยาแบบต่างๆ ในบริเวณที่มีโครงสร้างเชิงเส้นสามารถให้น้ำบาดาลมากกว่าในบริเวณที่ไม่ปรากฏรอยแตก รอยเลื่อนของโครงสร้างเชิงเส้นทางธรณีวิทยาในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการนำข้อมูลโครงสร้างเชิงเส้นมาสร้างแนวกันชน (Buffer) 2000 เมตร เพื่อหาศักยภาพน้ำบาดาล โดยที่หากในพื้นที่ใดมีการปรากฏของโครงสร้างเชิงเส้นให้มีค่าเป็น 4 และในบริเวณที่ไม่มีการปรากฏของโครงสร้างเชิงเส้นให้มีการเป็น 1 จากนั้นทำการสะกัดข้อมูลออกมาเพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

8) ความหนาแน่นของโครงสร้างเชิงเส้น (Lineament Density)

ความหนาแน่นของโครงสร้างเชิงเส้นมีลักษณะเช่นเดียวกับ โครงสร้างเชิงเส้นโดยคำนวณจากความหนาแน่นของพื้นที่ต่อกริดเซลล์ ในหน่วยของกิโลเมตรต่อพื้นที่ขนาดเซลล์ 100 ตารางเมตร (10X10 เมตร)

9) แบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model Elevation Model, DEM)

แบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model, DEM) รายละเอียดเชิงพื้นที่ 30 เมตร จาก ASTER Global Digital Elevation Map (GDEM) เพื่อวิเคราะห์หาความลาดชันของพื้นที่ต่อไป

10) ความลาดชัน (Slope)

ข้อมูลความลาดชันคำนวณจากแบบจำลองความสูงเชิงเลข โดยคำนวณเป็นขนาดองศาของความลาดชัน หากในพื้นที่ใดมีความลาดชันสูงอาจส่งผลให้มีปริมาณการไหลบ่าของน้ำท่าผิวดิน และทำให้อัตราการซึมน้ำของดินมีน้อย และปริมาณการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลมีน้อยลง หรือทางกลับกันหากพื้นที่ใดมีความลาดชันน้อยทำให้มีโอกาสที่น้ำฝนซึมผ่านชั้นดินและเติมลงสู่ชั้นน้ำบาดาลสูงขึ้น

11) เส้นทางน้ำ (Stream) และแหล่งน้ำ (Water Body)

เส้นทางน้ำ และแหล่งน้ำจังหวัดภูเก็ตวิเคราะห์จากการกำหนดค่าข้อมูลของเส้นทางน้ำ แหล่งน้ำที่ปรากฏให้มีค่าเท่า 4 และบริเวณที่ไม่ปรากฏให้มีค่าเท่ากับ 1 (Krishnamurthy, et al. (2010) โดยสร้างแนวกันชน 200 เมตร จากเส้นทางน้ำและแหล่งน้ำที่ปรากฏ เนื่องจากเส้นทางน้ำและแหล่งน้ำถือเป็นจุดเชื่อมต่อและจุดเติมหรือถ่ายเทน้ำกับแหล่งน้ำบาดาลโดยธรรมชาติ

12) การระบายน้ำ (Drainage)

การระบายน้ำของดินคำนวณจากข้อมูลชุดดินจังหวัดภูเก็ต โดยการระบายน้ำแต่ละประเภทชุดดินแบ่งการระบายน้ำออกเป็น 5 กลุ่ม คือ 1) ไม่มีการระบายน้ำ พบบริเวณทางตอนกลางของจังหวัดภูเก็ต 2) การระบายน้ำเลว พบบริเวณภูเขาทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัดภูเก็ต 3) การระบายน้ำค่อนข้างเลว พบบริเวณแนวชายฝั่งของจังหวัดภูเก็ตทั้งทางทิศตะวันออก และทิศตะวันตก 4) การระบายน้ำดีถึงปานกลาง พบบริเวณทางตอนเหนือของจังหวัดภูเก็ต และ 5) การระบายน้ำดี พบกระจายอยู่ทั่วทั้งจังหวัด แต่พบมากทางตอนเหนือของจังหวัดภูเก็ต (รัชชิตา จุลโสม, 2550) การระบายน้ำของชุดดิน

ที่ส่งผลต่อการแทรกซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล หากบริเวณใดมีการระบายน้ำดีทำให้โอกาสการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลมีสูงขึ้น

3.3.1.5 วิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้ใช้หลักการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ร่วมกับการวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาแบบจำลองในการประเมินศักยภาพน้ำบาดาลในพื้นที่ โดยใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้ง 13 ปัจจัยข้างต้น ร่วมกับวิธีการทางสถิติด้วยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเชิงพื้นที่และปริมาณน้ำจำเพาะของบ่อ เพื่อใช้สร้างแบบจำลองในการประเมินศักยภาพน้ำบาดาลจังหวัดภูเก็ตต่อไป

3.3.2 แบบสอบถาม

3.3.2.1 การเก็บข้อมูลแบบสอบถาม

การเก็บข้อมูลแบบสอบถามโดยใช้ประเภทของผู้ใช้น้ำเป็นหลัก โดยปกติประเภทผู้ใช้น้ำ มี 3 ประเภท คือ น้ำบาดาลด้านอุปโภคบริโภค ด้านธุรกิจ และด้านการเกษตร แต่จังหวัดภูเก็ตมีประเภทผู้ใช้น้ำบาดาลเพียง 2 กลุ่ม คือด้านอุปโภคบริโภค และด้านธุรกิจ หลังจากได้ออกแบบสอบถามแล้วนั้น ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ วิจารณ์ และปรับแก้ตามความเหมาะสม

3.3.2.2 สำรวจพื้นที่จริงและสอบถามผู้ใช้น้ำ

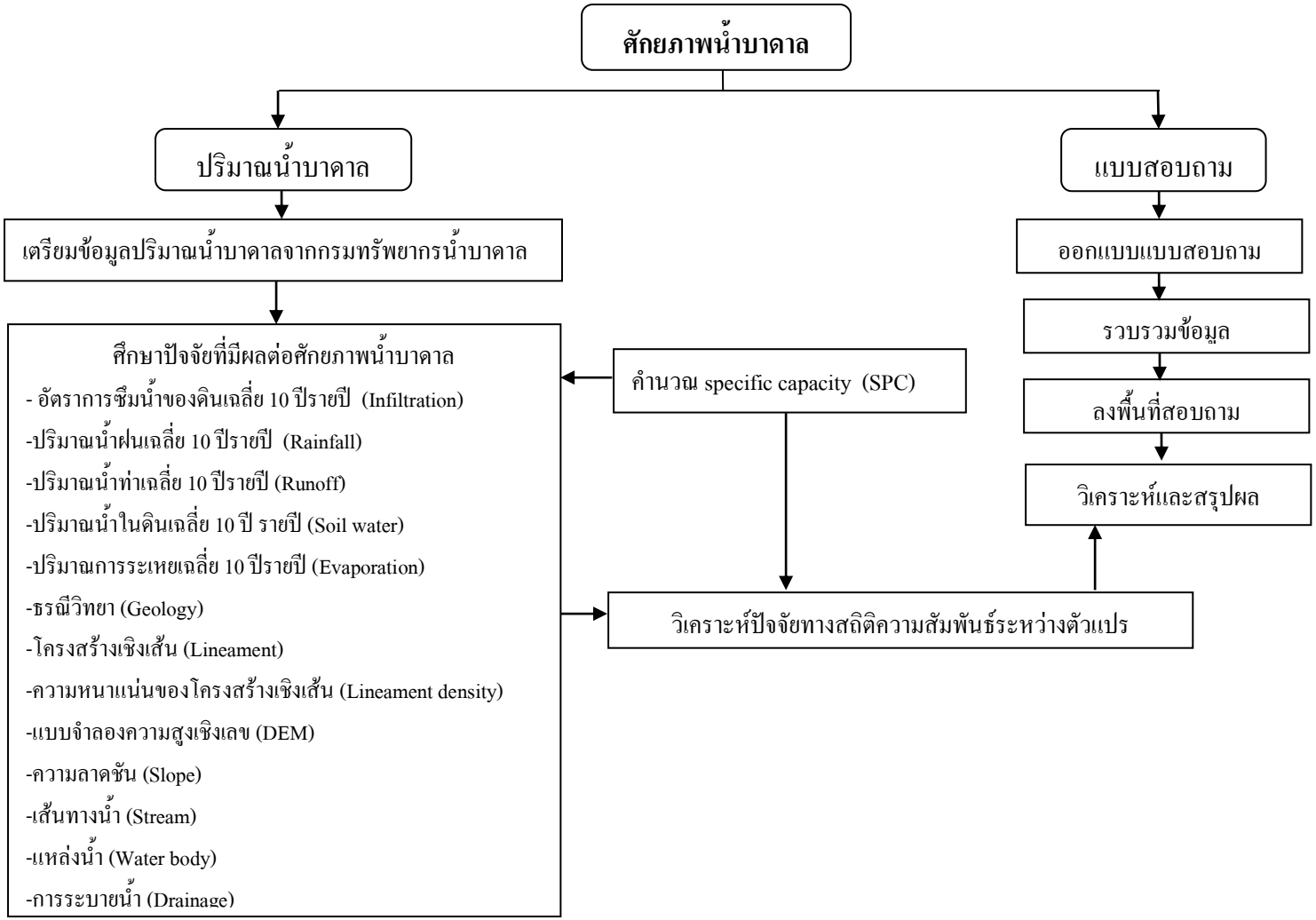
โดยใช้แบบสอบถามจาก 3.3.2.1 ที่ได้ผ่านการอนุมัติจากผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นแยกข้อมูลบ่อบาดาลทั้งหมดโดยกระจายเป็นรายตำบลทั้งจังหวัดภูเก็ต ใช้จำนวนบ่อบาดาลร้อยละ 10 จากจำนวนบ่อบาดาลทั้งหมดที่มีอยู่จริงจนถึง พ.ศ.2555 (1,211 บ่อ) ทำการเก็บแบบสอบถาม 120 ชุด กระจายทั่วทั้งพื้นที่จากร้อยละ 10 ของตำบลที่มีบ่อบาดาล

3.3.2.3 รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสอบถาม

ทำการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่ได้ทำการเก็บแบบสอบถาม 120 ชุด โดยจัดเก็บข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบฐานข้อมูล

3.3.2.4 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลแบบสอบถาม

วิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามจากฐานข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณาในการอธิบายผลการศึกษา เพื่อใช้ประกอบการอธิบายศักยภาพและปัญหาจากการใช้น้ำบาดาลในแต่ละพื้นที่



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการวิจัย

บทที่ 4

ผลและบทวิจารณ์ผลการวิจัย

การศึกษาศักยภาพน้ำบาดาลของจังหวัดภูเก็ตครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินศักยภาพของแหล่งน้ำบาดาลจังหวัดภูเก็ตด้วยเทคนิคทางด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์และสถิติ โดยใช้ข้อมูลจากสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จังหวัดภูเก็ต มาคำนวณค่าปริมาณน้ำจำเพาะของบ่อบาดาลที่บ่งบอกถึงความสามารถในการให้น้ำบาดาลของบ่อแต่ละบ่อ (Specific Capacity) วิธีการนี้เป็นเพียงวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการประเมินศักยภาพน้ำบาดาล การวิจัยครั้งนี้ได้คัดเลือกปัจจัยเชิงพื้นที่ที่มีผลต่อการประเมินศักยภาพน้ำบาดาลของจังหวัดภูเก็ต จำนวน 13 ปัจจัย ได้แก่ อัตราการซึมน้ำของดิน ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า ปริมาณน้ำในดิน การะเหย ธรณีวิทยา โครงสร้างเชิงเส้น ความหนาแน่นของโครงสร้างเชิงเส้น แบบจำลองความสูงเชิงเลข ความลาดชัน เส้นทางน้ำ แหล่งน้ำ การระบายน้ำของดิน และนำปัจจัยทั้งหมดมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำจำเพาะของบ่อบาดาลเพื่อใช้สร้างแบบจำลองในการประเมินศักยภาพน้ำบาดาลของทจังหวัดภูเก็ตต่อไป ผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

4.1 ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ศักยภาพน้ำบาดาล

4.1.1 ค่าปริมาณน้ำจำเพาะของบ่อบาดาล หรือ Specific Capacity (SPC)

ปริมาณน้ำจำเพาะของบ่อบาดาลบ่งบอกถึงความสามารถในการให้น้ำบาดาลของบ่อแต่ละบ่อ โดยคำนวณจากปริมาณน้ำที่สูบออกมา (Pumping Rate : Q) หารด้วยระยะน้ำลดในบ่อที่สูบ (Total Drawdown in Well : S_w) ดังรายละเอียดจาก 3.3.1.3 บทที่ 3 โดยใช้ข้อมูลบ่อบาดาลเฉพาะที่มีการระบุค่าพิกัดของบ่อ 512 บ่อ จากจำนวนบ่อบาดาลที่จดทะเบียนทั้งสิ้น 1,211 บ่อ (นับถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2555) นำมาคำนวณหาปริมาณน้ำจำเพาะ ดังแสดงตารางที่ 4.1 สำหรับบ่อที่มีค่าปริมาณน้ำจำพาะของบ่อบาดาลสูง แสดงให้เห็นถึงความสามารถหรือศักยภาพในการนำน้ำบาดาลมาใช้ได้สูง

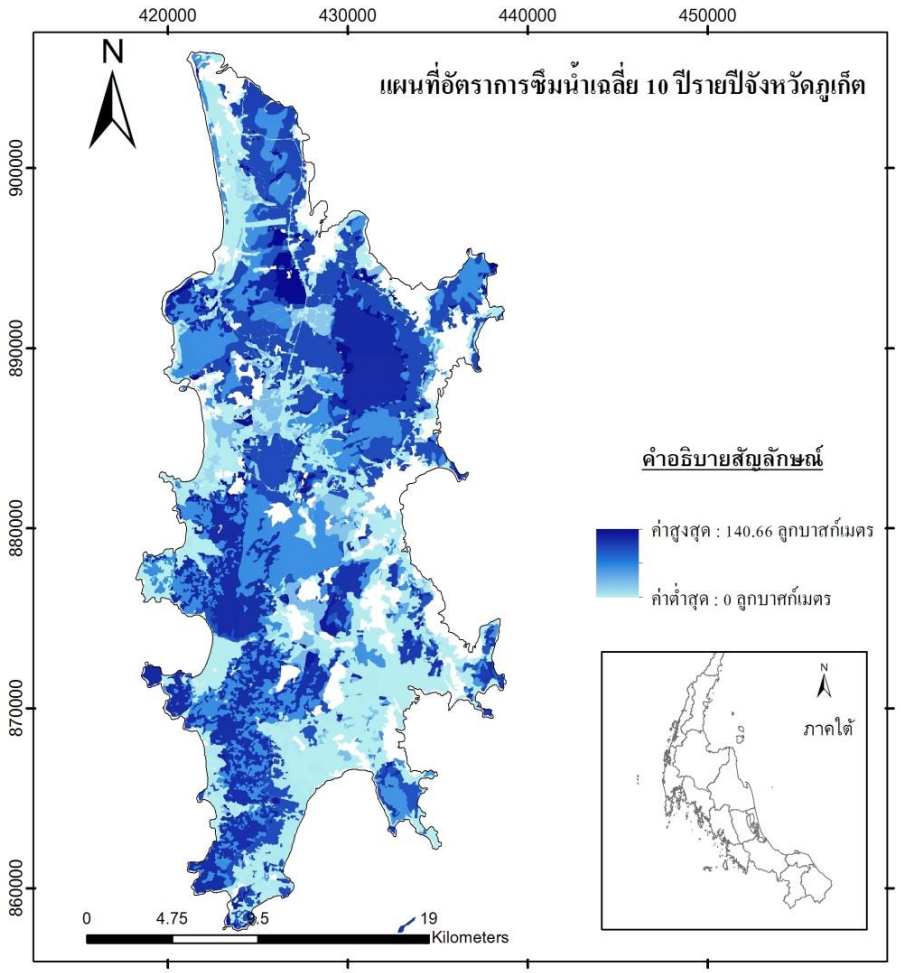
ตารางที่ 4.1 ค่า SPC เฉลี่ยรายตำบลจังหวัดภูเก็ต

อำเภอ	ตำบล	SPC เฉลี่ย (ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง/เมตร)	จำนวนบ่อบาดาล (บ่อ)
กะทู้	กมลา	0.093	39
	ป่าตอง	0.087	50
	กะทู้	0.152	23
ถลาง	ป่าคลอก	0.187	36
	เชิงทะเล	0.114	51
	เทพกระษัตรีย์	0.197	28
	ไม้ขาว	0.067	25
	ศรีสุนทร	0.138	13
	สาคู	0.063	8
เมือง	ตลาดใหญ่	0.275	2
	ตลาดเหนือ	0.385	1
	ราไวย์	0.116	61
	ฉลอง	0.080	27
	กะรน	0.092	44
	รัษฎา	0.184	55
	วิชิต	0.153	36
	เกาะแก้ว	0.111	13

จากตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลปริมาณน้ำจำเพาะเฉลี่ยของบ่อบาดาลรายตำบลโดยที่บ่อบาดาลที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 0.385 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง/เมตร ในตำบลตลาดเหนือ อำเภอเมืองทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัดภูเก็ต มีลักษณะพื้นที่ราบมีค่าความชัน 2.58 องศา อยู่ในชั้นหินตะกอนกึ่งหินแปร ค่าเฉลี่ยน้ำฝน 10 ปี 226.2 ลูกบาศก์เมตร/ปี ส่วนค่าเฉลี่ยต่ำสุดมีค่า 0.063 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง/เมตร ในตำบลสาคู อำเภอถลางทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัดภูเก็ต มีลักษณะพื้นที่ราบมีค่าความชัน 8.87 องศา บ่อบาดาลส่วนใหญ่อยู่ในชั้นหินแกรนิต ค่าเฉลี่ยน้ำฝน 10 ปี 243 ลูกบาศก์เมตร/ปี

4.1.2 อัตราการซึมน้ำของดินเฉลี่ย 10 ปีรายปี (Infiltration)

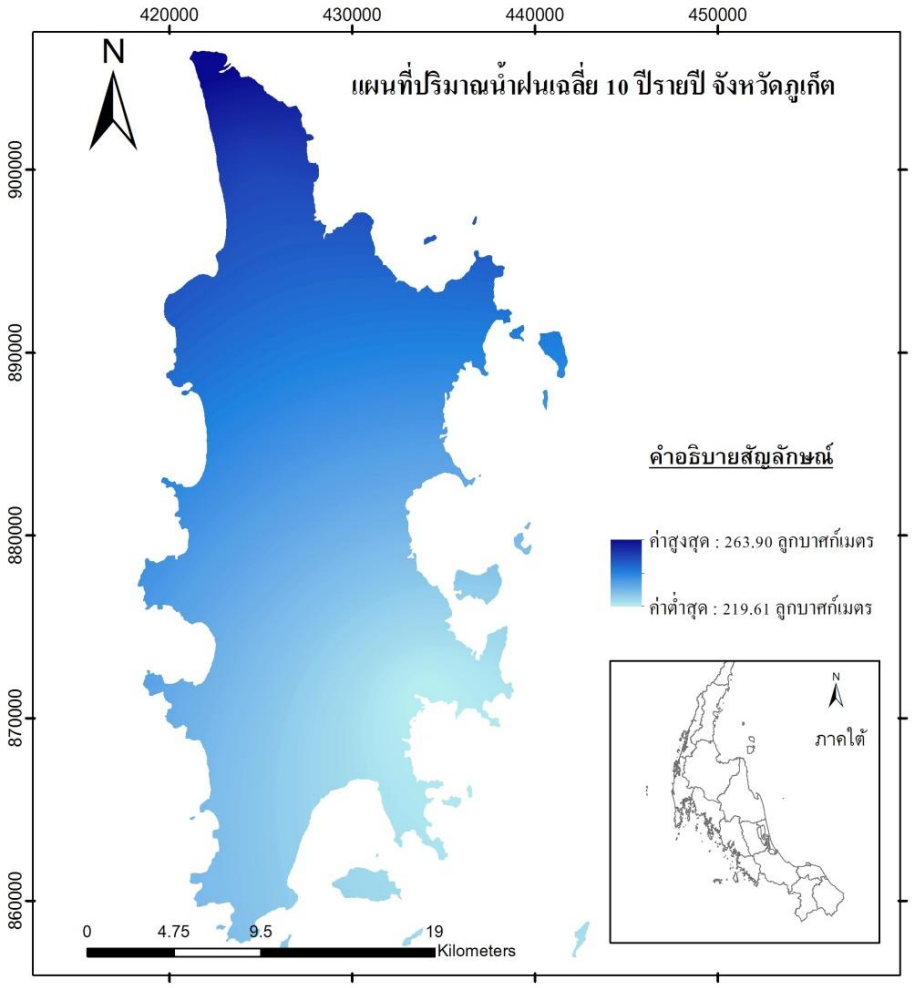
ผลการศึกษาอัตราการซึมน้ำของดินเฉลี่ย 10 ปีของจังหวัดภูเก็ต พบว่าอยู่ในช่วง 0 – 140.66 ลูกบาศก์เมตร/ปี (นัฐพงษ์ พวงแก้ว, 2556) ดังแสดงในรูปที่ 4.1 โดยพื้นที่ที่มีอัตราการซึมน้ำของดินเฉลี่ยรายปีสูงสุด กระจายอยู่บริเวณทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัดภูเก็ต ส่วนอัตราการซึมน้ำของดินต่ำอยู่ในบริเวณพื้นที่เมือง และพื้นที่ชายหาด



รูปที่ 4.1 แผนที่อัตราการซึมน้ำของดินเฉลี่ย 10 ปีรายปี จังหวัดภูเก็ต

4.1.3 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 10 ปีรายปี (Rainfall)

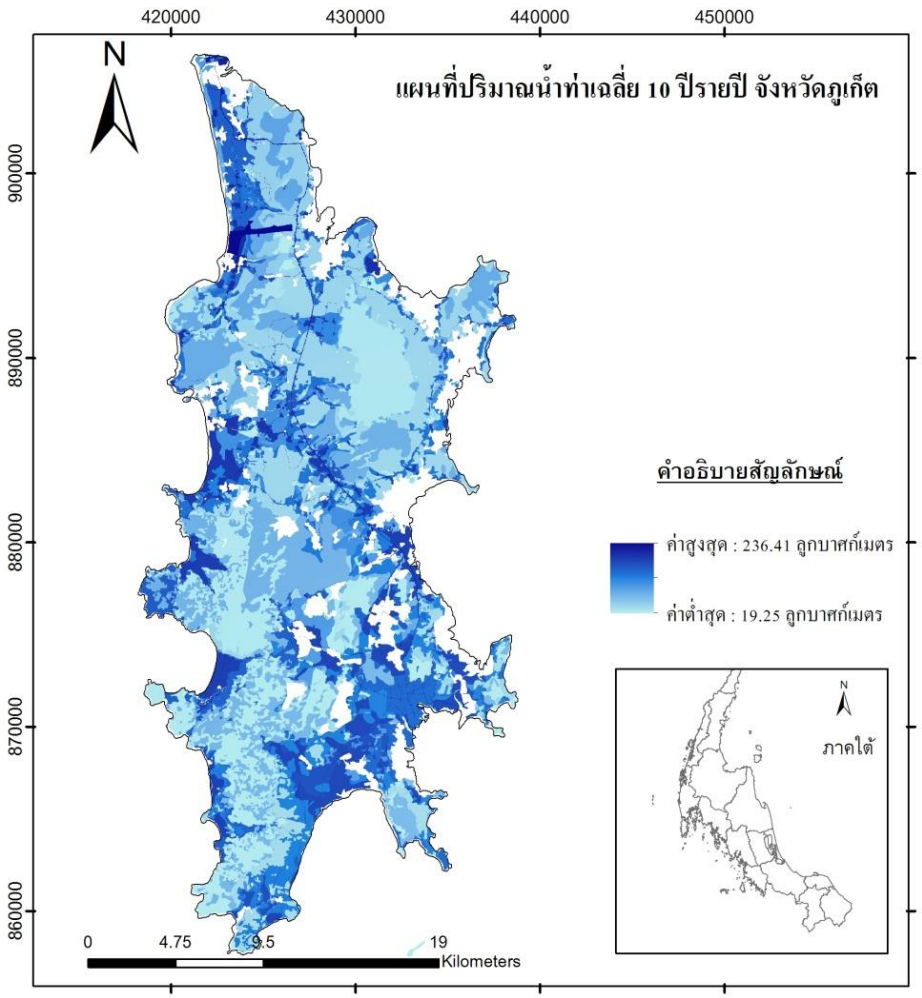
ผลการศึกษาปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 10 ปีรายปี พบว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 10 ปีรายปี อยู่ในช่วง 220-264 ลูกบาศก์เมตรต่อปี (นัฐพงษ์ พวงแก้ว, 2556) ดังแสดงในรูปที่ 4.2 ส่วนใหญ่ปริมาณน้ำฝนมีการกระจายอยู่ทั้งจังหวัดภูเก็ต โดยบริเวณที่มีปริมาณน้ำฝนมากสุด ครอบคลุมทางด้านแนวชายฝั่งทิศตะวันตกเฉียงเหนือของจังหวัดภูเก็ต หรือบริเวณตำบลไม้ขาว ตำบลสาคู ตำบลเชิงทะเล ตำบลกมลา ตำบลป่าตอง และบริเวณที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยอยู่บริเวณทางด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ตั้งแต่ตำบลศรีสุนทร ตำบลรัษฎา ตำบลเกาะแก้ว ตำบลตลาดใหญ่ และตำบลวิชิต



รูปที่ 4.2 แผนที่ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 10 ปีรายปี จังหวัดภูเก็ต

4.1.4 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 10 ปีรายปี (Runoff)

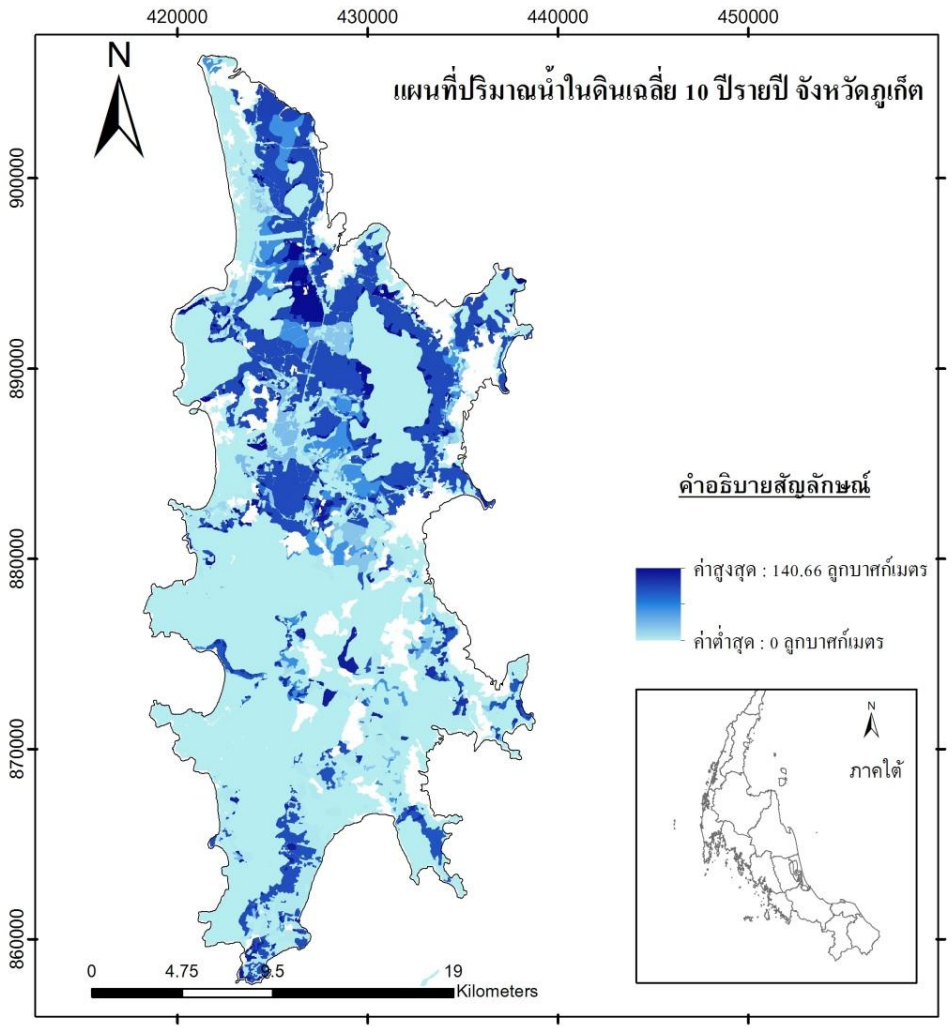
ผลการศึกษาปริมาณน้ำท่าในรูปที่ 4.3 ปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นอยู่ในช่วง 10 – 236 ลูกบาศก์เมตร/ปี บริเวณที่พบปริมาณน้ำท่าต่ำ พื้นที่ตำบลป่าคลอก ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ตำบลกมลา ตำบลป่าตอง ทางด้านทิศตะวันตก ตำบลราไวย์ ตำบลฉลอง ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ และปริมาณน้ำท่าสูงบริเวณแนวชายหาดทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ (นัฐพงษ์ พวงแก้ว, 2556)



รูปที่ 4.3 แผนที่ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 10 ปีรายปี จังหวัดภูเก็ต

4.1.5 ปริมาณน้ำในดินเฉลี่ย 10 ปีรายปี (Soil Water)

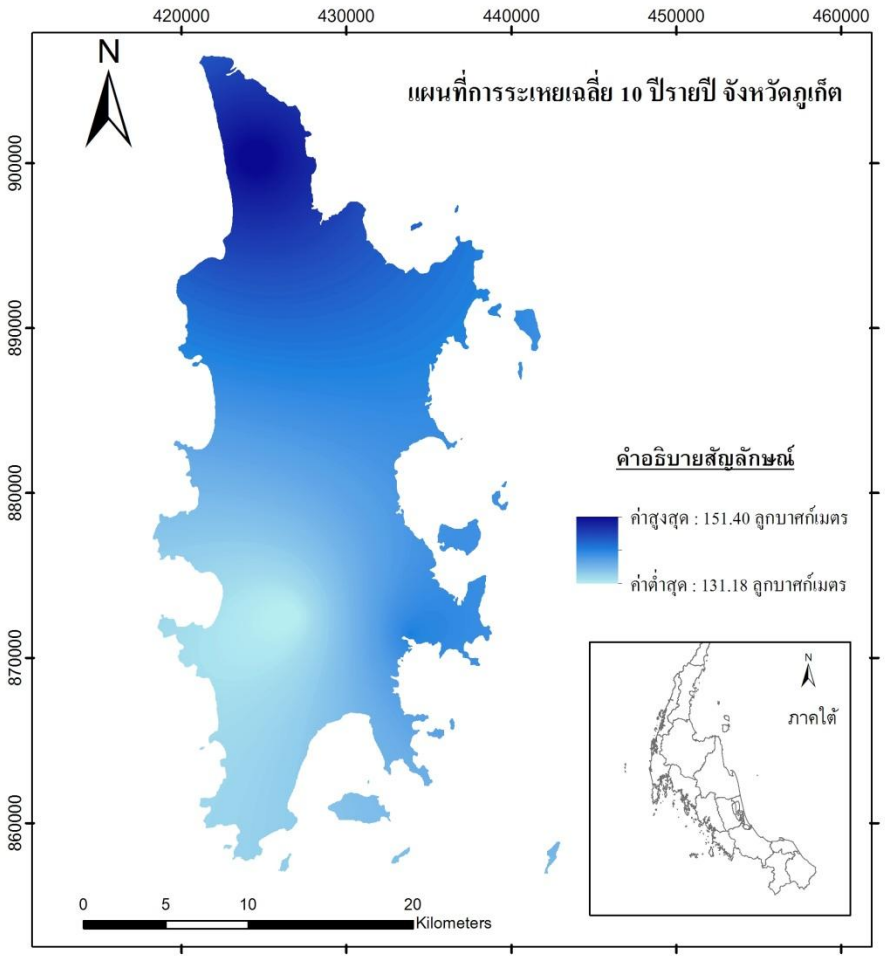
ผลการศึกษาปริมาณน้ำในดิน แสดงในรูปที่ 4.4 สำหรับปริมาณน้ำในดินเฉลี่ย 10 ปี ของจังหวัดภูเก็ต มีค่าอยู่ในช่วง 0 – 141 ลูกบาศก์เมตรต่อปี (นัฐพงษ์ พวงแก้ว, 2556) โดยพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำในดินสูงส่วนมากอยู่บริเวณทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัดภูเก็ต และบริเวณที่มีปริมาณน้ำในดินต่ำพบกระจายอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัดภูเก็ต



รูปที่ 4.4 แผนที่ปริมาณน้ำในดินเฉลี่ย 10 ปีรายปี จังหวัดภูเก็ต

4.1.6 ปริมาณการระเหยเฉลี่ย 10 ปีรายปี (Evaporation)

ผลการศึกษาปริมาณการระเหย 10 ปี แสดงในรูปที่ 4.5 พบว่าจังหวัดภูเก็ตมีปริมาณการระเหยอยู่ในช่วง 125.92 – 156.99 ลูกบาศก์เมตร/ปี (นัฐพงษ์ พวงแก้ว, 2556) โดยบริเวณที่มีปริมาณการระเหยสูงสุดอยู่ทางตอนเหนือของจังหวัดภูเก็ตและปริมาณการระเหยต่ำอยู่บริเวณตอนใต้ของจังหวัดภูเก็ต



รูปที่ 4.5 แผนที่การระเหยเฉลี่ย 10 ปีรายปี จังหวัดภูเก็ต

4.1.7 ธรณีวิทยา (Geology)

ลักษณะชั้นหินให้น้ำในจังหวัดภูเก็ตมีทั้งหมด 5 ประเภท จากผลการศึกษาโดยใช้ข้อมูลแผนที่เชิงเลขจาก กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2545) จังหวัดภูเก็ตมีชั้นหินให้น้ำประเภทหินแข็งเป็นส่วนใหญ่โดยร้อยละของพื้นที่ของชั้นหินให้น้ำ แสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ร้อยละพื้นที่ของชั้นหินให้น้ำ

ชั้นหินให้น้ำ	ร้อยละต่อพื้นที่
Cp (หินตะกอนกึ่งหินแปร)	13.56
Kgr (หินแกรนิต)	37.04
Qa (เศษหินเชิงเขา)	20.70
Qb (ตะกอนทรายชายหาด)	0.78
Qt (ตะกอนน้ำพา)	27.92

1) ชั้นหินให้น้ำในตะกอนทรายชายหาด (Beach Sand Aquifers: Qbs ,Qb) คิดเป็นร้อยละ 0.78 มีศักยภาพในการให้น้ำปานกลาง จากรูปที่ 4.6 ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้

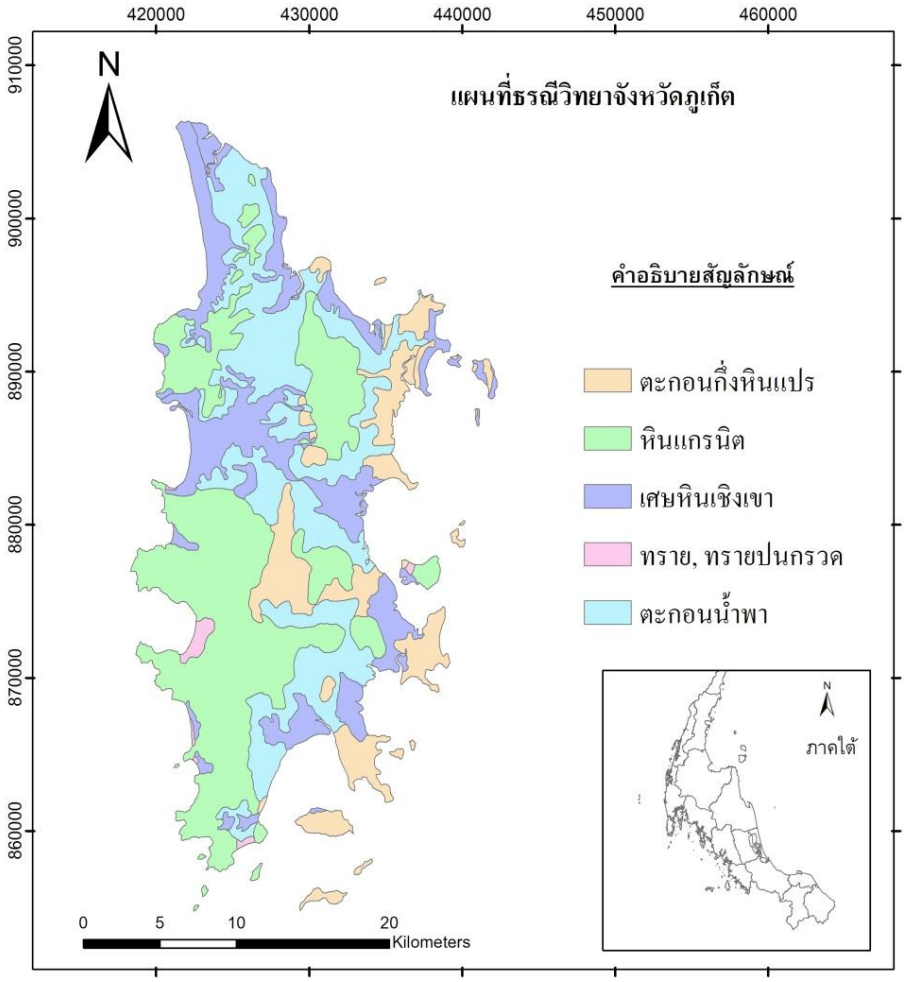
2) ชั้นหินให้น้ำตะกอนน้ำพา (Floodplain Aquifers: Qfd ,Qt) คิดเป็นร้อยละ 27.92 ของพื้นที่ ชั้นหินชนิดนี้มีศักยภาพในการให้น้ำที่ดี จากรูปที่ 4.6 ส่วนใหญ่อยู่ทางด้านฝั่งตะวันตกของจังหวัดภูเก็ต ตั้งแต่ทางตอนเหนือจรดตอนใต้

3) ชั้นหินให้น้ำตะกอนเศษหินเชิงเขา (Colluvium Aquifer: Qcl ,Qa) และแหล่งน้ำบาดาลในหินแข็ง แหล่งชั้นหินให้น้ำบาดาลที่ถูกกักเก็บอยู่ใน คิดเป็นร้อยละ 27.92 ของพื้นที่ ชั้นหินชนิดนี้มีศักยภาพในการให้น้ำที่ดี จากรูปที่ 4.6โดยกระจายตามแนวภูเขาในทางตอนเหนือของจังหวัดภูเก็ต

4) ชั้นหินให้น้ำหินตะกอนกึ่งหินแปร (Meta-sedimentary Aquifers: PCms ,Cp) ประกอบด้วย หินทรายกึ่งควอร์ตไซต์ หินดินดานกึ่งฟิลไลต์ และหินดินดานกึ่งชนวน คิดเป็นร้อยละ 13.56 ของพื้นที่ น้ำบาดาลถูกกักเก็บอยู่ภายในรอยแตก รอยแยก รอยเลื่อน บริเวณหินผุ มีความสามารถในการให้น้ำที่น้อย จากรูปที่ 4.6 ในจังหวัดภูเก็ตพบแหล่งน้ำบาดาลประเภทนี้ครอบคลุมเป็นบริเวณกว้างโดยพบในทุกอำเภอ ส่วนมากอยู่ทางทิศตะวันตกของจังหวัดภูเก็ต

5) ชั้นหินให้น้ำหินอัคนี (Granitic Aquifers: Gr ,Kgr) ประกอบด้วย หินแกรนิตซึ่งส่วนใหญ่เป็นพวกไบโอไทต์-ฮอร์นเบลนด์แกรนิต หินลูโคร-แกรนิต เพ็กมาไทต์ และควอตซ์ พบกระจายตัวอยู่ทั่วไปเป็นภูเขาสูงในจังหวัดภูเก็ต จากรูปที่ 4.6 พื้นที่ส่วนใหญ่พบว่าเป็นชั้น

หินแกรนิต คิดเป็นร้อยละ 37.04 ของพื้นที่ ศักยภาพในการให้น้ำของหินชนิดนี้ค่อนข้างต่ำ หรือในบางบริเวณไม่มีศักยภาพในการให้น้ำเลย น้ำถูกกักเก็บอยู่ในรอยแตก รอยแยก รอยเลื่อน และในบริเวณหินผุ

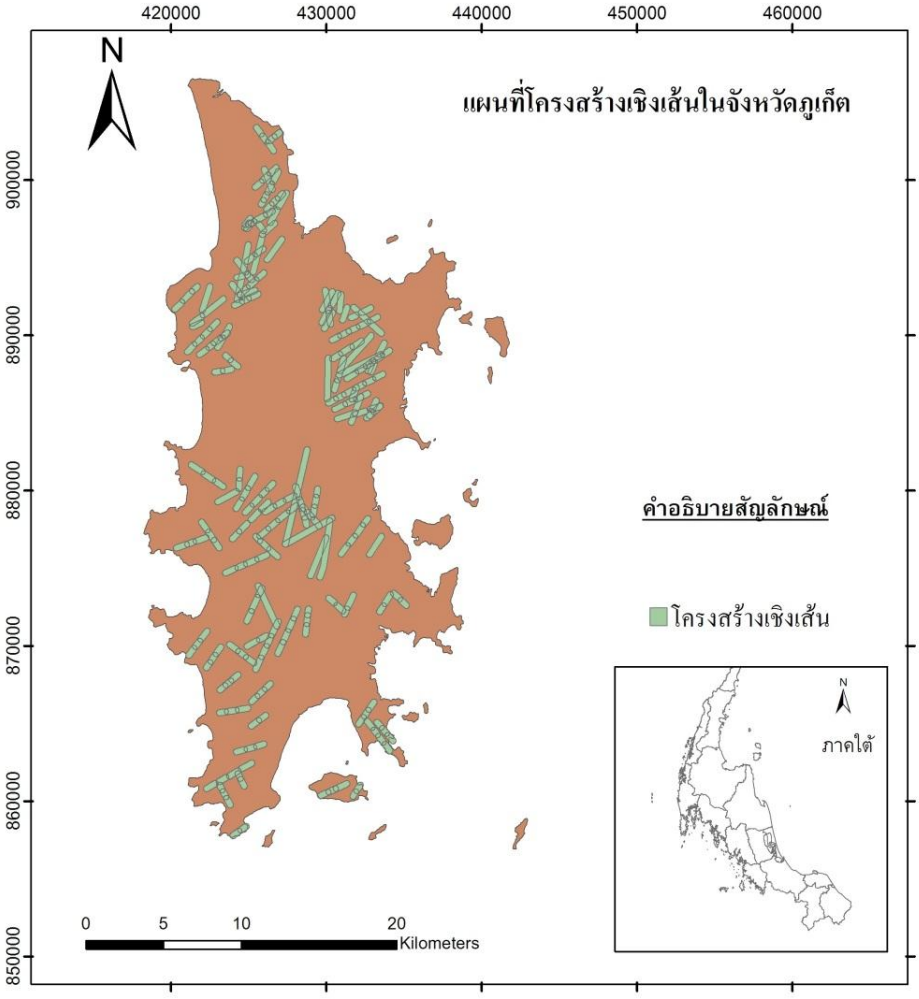


รูปที่ 4.6 แผนที่ธรณีวิทยา จังหวัดภูเก็ต

4.1.8 โครงสร้างเชิงเส้น (Lineament)

ผลการศึกษาโครงสร้างเชิงเส้นจากการสร้างแนวกันชน 200 เมตร ถือว่าเป็นบริเวณที่มีโครงสร้างเชิงเส้นทางธรณีวิทยา ซึ่งโครงสร้างเชิงเส้นถือเป็นหนึ่งในตัวชี้วัดถึงศักยภาพน้ำบาดาล กล่าวคือบริเวณที่มีการปรากฏของโครงสร้างเชิงเส้นอาจมีศักยภาพน้ำบาดาลที่สูงกว่า

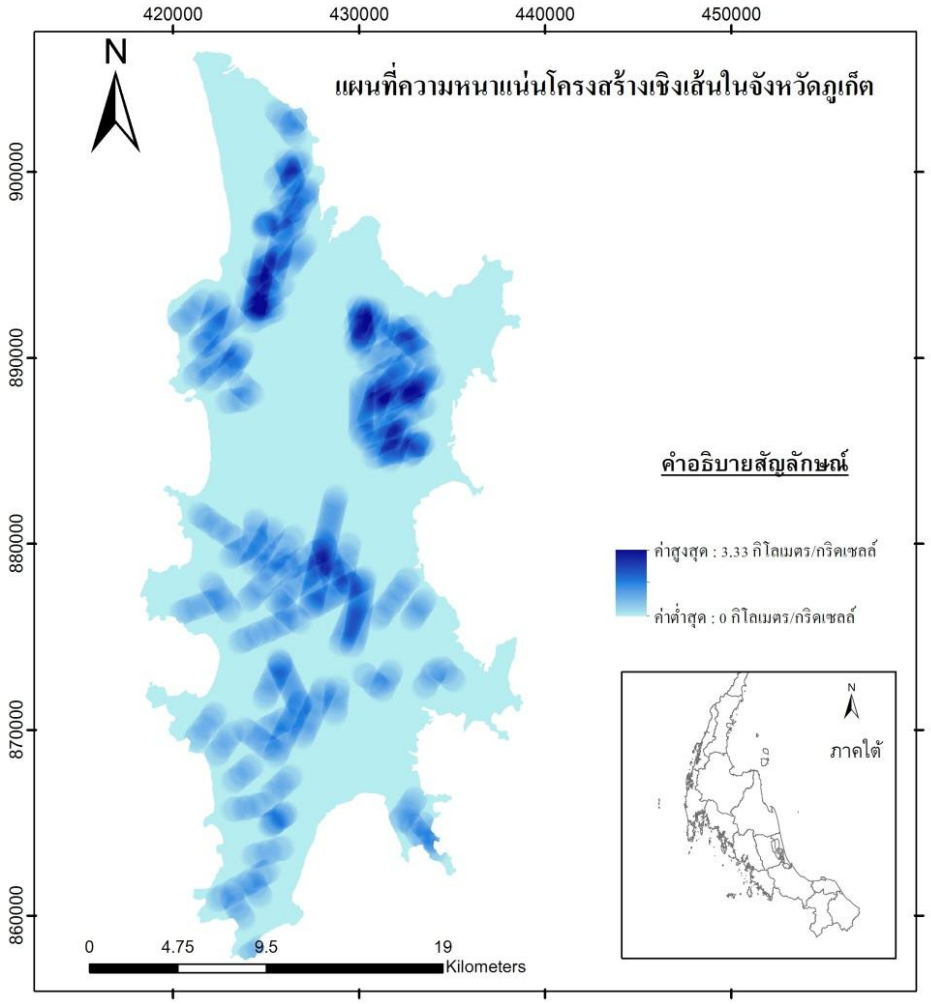
บริเวณที่ไม่ปรากฏโครงสร้างเชิงเส้น เนื่องจากน้ำบาดาลถูกกักเก็บในบริเวณที่มีรอยแตก รอยแยก รอยเลื่อนของชั้นหิน พื้นที่ส่วนมากในจังหวัดภูเก็ตเป็นหินแข็ง ดังนั้นโครงสร้างเชิงเส้นจึงมีความสำคัญต่อการหาศักยภาพน้ำบาดาล ดังแสดงในรูปที่ 4.7 ที่บ่งบอกถึงบริเวณที่มีรอยแตก รอยแยก รอยเลื่อน หรือแนวเส้นตรง บริเวณดังกล่าวเป็นบริเวณที่มีแนวโน้มในการพบแหล่งน้ำบาดาล บริเวณที่พบโครงสร้างเชิงเส้นนั้นเป็นบริเวณที่มีความลาดชันสูงหรือในบริเวณภูเขาทำให้สามารถพบน้ำบาดาลได้ในบริเวณภูเขา โครงสร้างเชิงเส้นปรากฏในตำบลไม้ขาว ตำบลสาคู ตำบลป่าคลอก ตำบลศรีสุนทร ตำบลเกาะแก้ว ตำบลกะทู้ ตำบลวิชิต ตำบลฉลอง และบางส่วนในตำบลราไวย์



รูปที่ 4.7 แผนที่โครงสร้างเชิงเส้น จังหวัดภูเก็ต

4.1.9 ความหนาแน่นของโครงสร้างเชิงเส้น (Lineament Density)

ความหนาแน่นของโครงสร้างเชิงเส้น มีผลต่อศักยภาพน้ำบาดาลเช่นเดียวกับโครงสร้างเชิงเส้น ค่าความหนาแน่นของโครงสร้างเชิงเส้นนั้นคำนวณจากความหนาแน่นของพื้นที่ต่อกริดเซลล์ ในหน่วยของกิโลเมตรต่อพื้นที่ (ขนาดเซลล์ 100 ตารางเมตร (10X10 เมตร)) โดยมีค่าความหนาแน่นอยู่ในช่วง 0- 3.33 กิโลเมตร/กริดเซลล์ ตำบลไม้ขาว ตำบลสาคู ตำบลป่าคลอก ตำบลศรีสุนทร ตำบลเกาะแก้ว ตำบลกะทู้ ตำบลวิชิต ตำบลฉลอง และบางส่วนในตำบลราไวย์

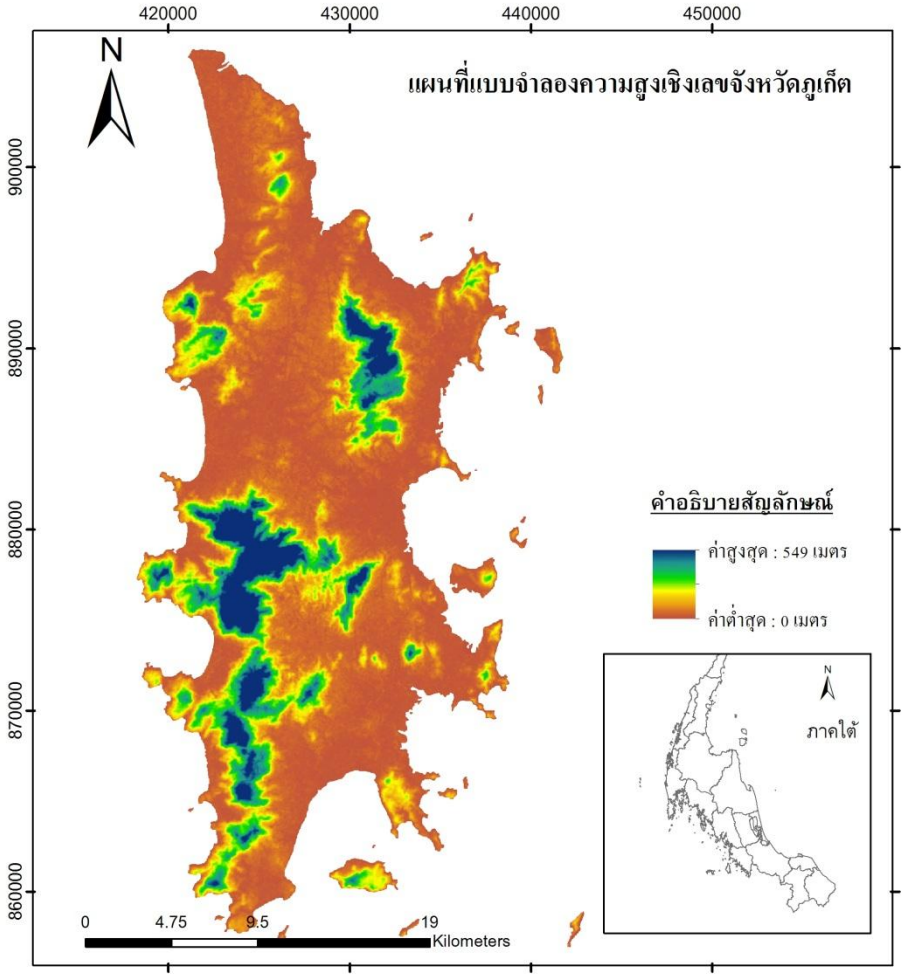


รูปที่ 4.8 แผนที่ความหนาแน่นโครงสร้างเชิงเส้น จังหวัดภูเก็ต

4.1.10 แบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model: DEM)

ผลการศึกษาแบบจำลองความสูงเชิงเลข หรือ Digital Elevation Model (DEM) พบว่า ค่าความสูงของพื้นที่จังหวัดภูเก็ต อยู่ในช่วง 0 – 549 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 4.9 โดยบริเวณที่

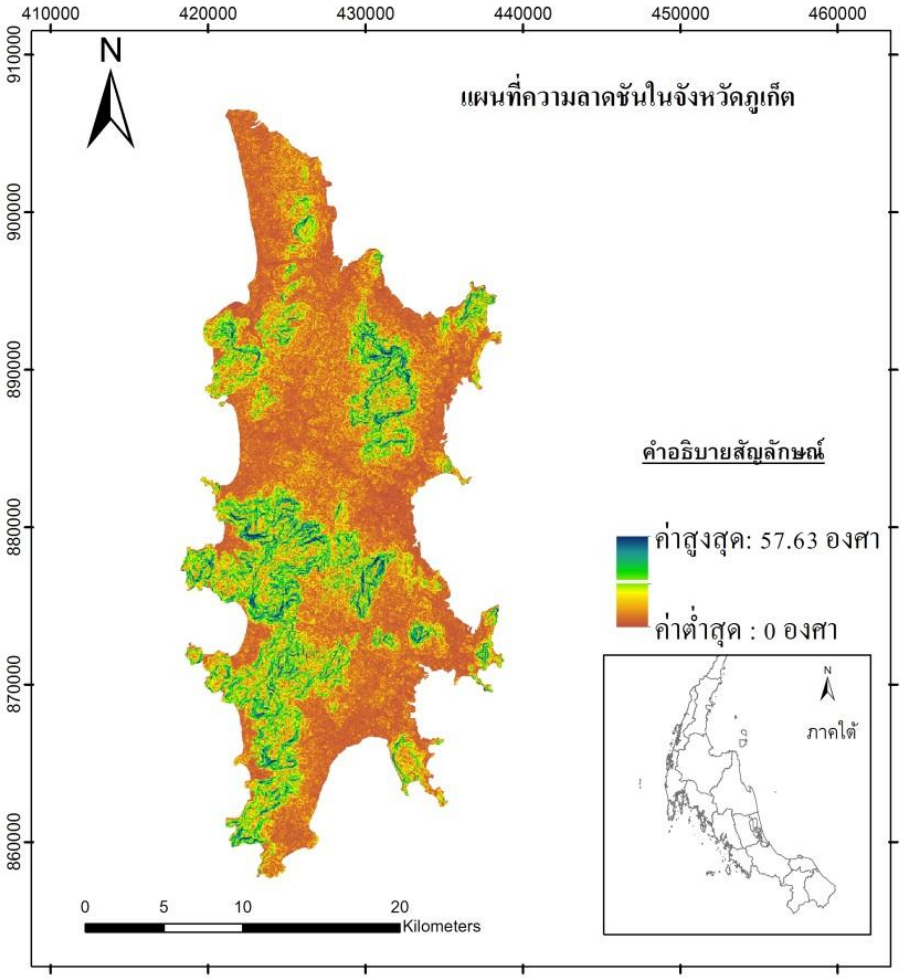
มีค่าความสูงมากอยู่ในบริเวณภูมิประเทศแบบภูเขาสูง ในเขตตำบลสาคู ตำบลป่าคลอก ตำบลกมลา ตำบลกะทู้ ตำบลป่าตอง ตำบลฉลอง ตำบลกะรน ตำบลราไวย์ นอกจากนี้เป็นพื้นที่ราบกระจายทั่วไปในจังหวัดภูเก็ต



รูปที่ 4.9 แผนที่แบบจำลองความสูงเชิงเลข จังหวัดภูเก็ต

4.1.11 ความลาดชัน (Slope)

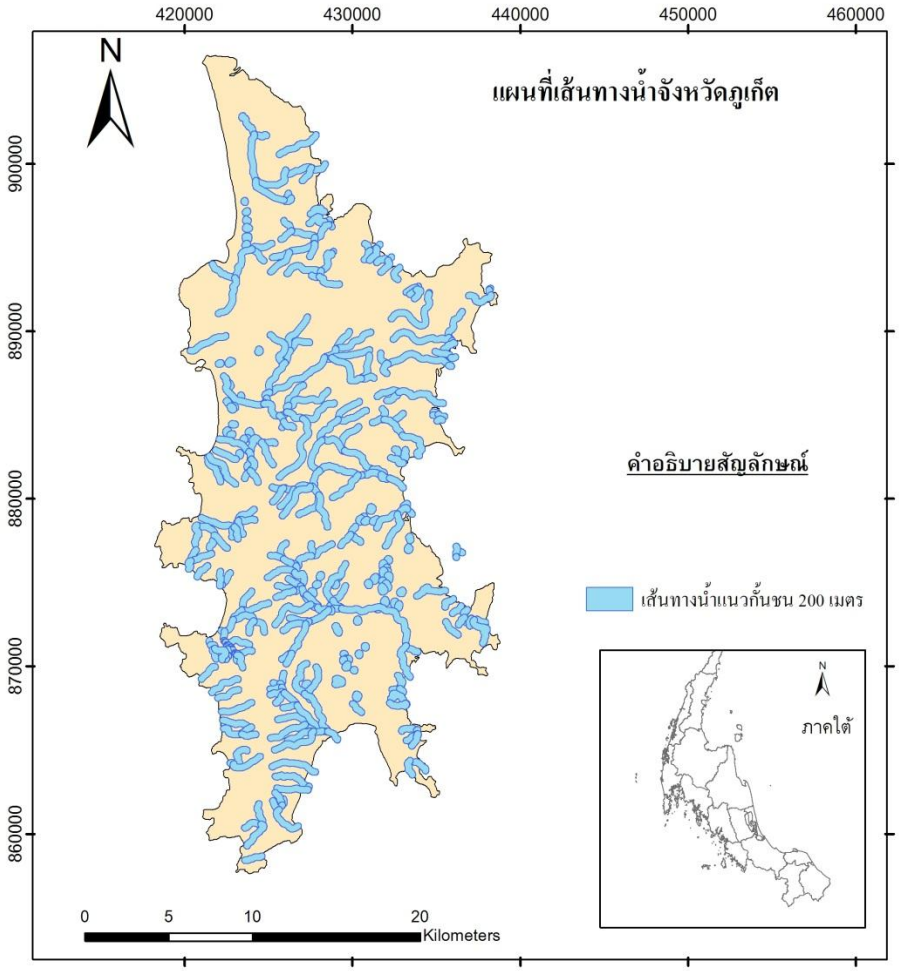
ผลการศึกษาความลาดชันจากแบบจำลองความสูงเชิงเลข ดังแสดงใน รูปที่ 4.10 พบว่าความลาดชันของจังหวัดภูเก็ตอยู่ในช่วงองศา 0 - 57.63 โดยพื้นที่ที่มีองศาของความลาดชันสูงอยู่ในบริเวณภูมิประเทศแบบภูเขาสูงในตำบลสาคู ตำบลป่าคลอก ตำบลกมลา ตำบลกะทู้ ตำบลป่าตอง ตำบลฉลอง ตำบลกะรน ตำบลราไวย์ นอกเหนือจากนี้พื้นที่เป็นพื้นที่ราบกระจายทั่วไปในจังหวัดภูเก็ต



รูปที่ 4.10 แผนที่ความลาดชัน จังหวัดภูเก็ต

4.1.12 เส้นทางน้ำ (Stream)

จากข้อมูลแผนที่เส้นทางน้ำของจังหวัดภูเก็ต พบว่าไม่มีเส้นทางน้ำที่เป็นแม่น้ำสายหลักมีเพียงเส้นทางน้ำสายเล็ก ๆ ที่กระจายทั้งจังหวัดภูเก็ต ดังแสดงในรูปที่ 4.11 ผลการศึกษาการสร้างแนวกันชน 200 เมตร เพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงศักยภาพน้ำบาดาลในพื้นที่ โดยมีสมมติฐานว่าบริเวณที่อยู่ใกล้กับเส้นทางน้ำสามารถเป็นตัวบ่งชี้ถึงศักยภาพน้ำบาดาลได้

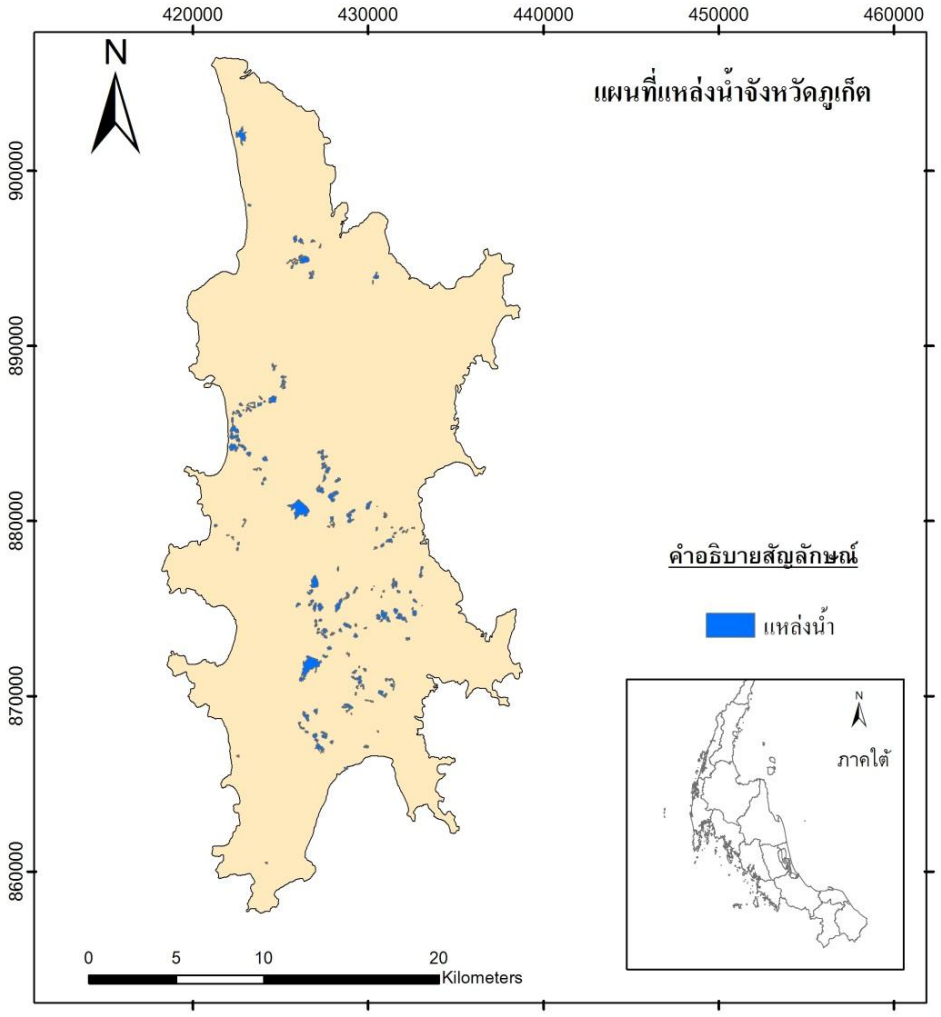


รูปที่ 4.11 แผนที่เส้นทางน้ำ จังหวัดภูเก็ต

4.1.13 แหล่งน้ำ (Water Body)

จากการศึกษาของ สูฮัยลาร์ สมาแอ (2555) โดยการลงเก็บข้อมูลภาคสนามร่วมกับข้อมูลจากการสังเกตของดาวเทียมไทยโชต พบว่าจังหวัดภูเก็ตมีแหล่งกักเก็บน้ำ 93 แห่ง ประกอบด้วย อ่างเก็บน้ำที่สร้างเสร็จแล้ว 2 แห่ง ได้แก่ อ่างเก็บน้ำบางวาด ขนาดความจุ 7.31 ล้าน ลบ.ม. และอ่างเก็บบ้ำบางเหนียวดำ ขนาดความจุ 7.2 ล้าน ลบ.ม. อ่างเก็บน้ำที่อยู่ระหว่างการก่อสร้าง 1 แห่ง ได้แก่ อ่างเก็บน้ำคลองกะทะ ขนาดความจุ 4.7 ล้าน ลบ.ม. โดยมีจำนวนอ่างเก็บน้ำรวม 3 แห่ง และมีความจุรวมทั้งหมดประมาณ 20.2 ล้าน ลบ.ม. ขุมเหมือง 91 แห่ง โดยอยู่ใน อ.เมือง 43 แห่ง มีความจุรวมประมาณ 7.91 ล้าน ลบ.ม. อ.กะทู้ 16 แห่ง มีความจุรวมประมาณ 14.76 ล้าน ลบ.ม. และ อ.ถลาง 34 แห่ง มีความจุรวม ประมาณ 13.87 ล้าน ลบ.ม. เมื่อคำนวณปริมาตรรวมทั้งหมดพบว่ามีประมาณ 36.54 ล้าน ลบ.ม. มีพื้นที่รวมประมาณ 5.04 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อย

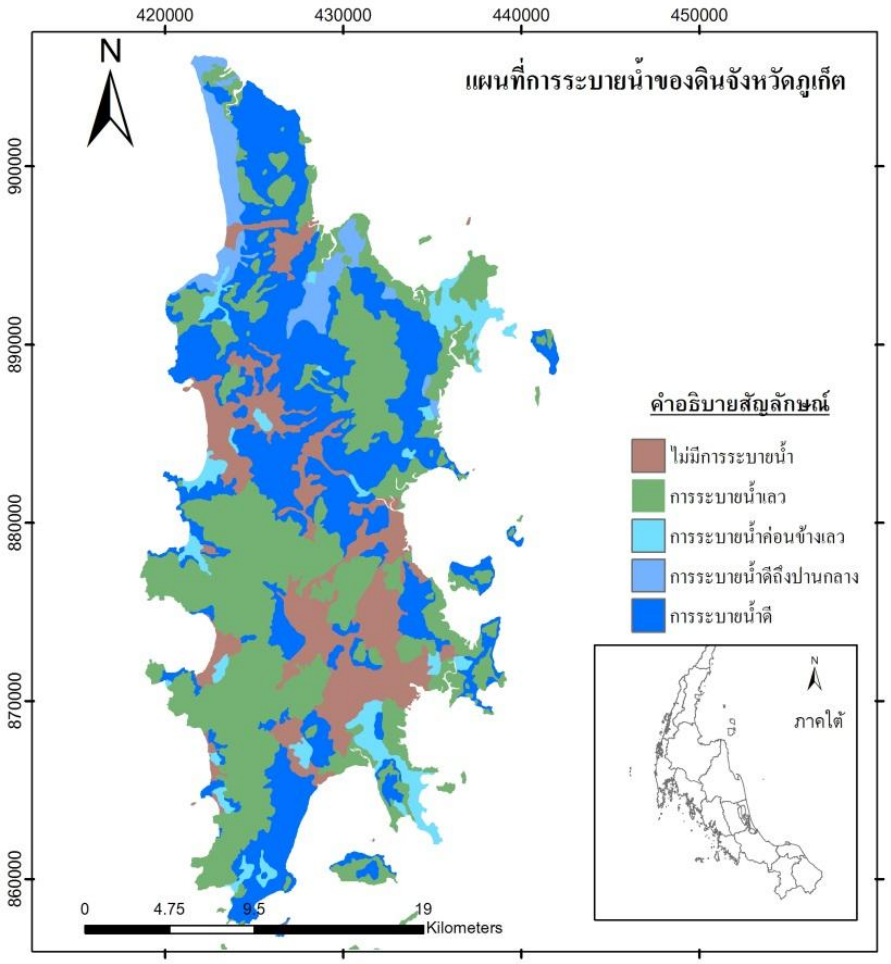
ละ 0.93 ของพื้นที่จังหวัดภูเก็ต โดยแหล่งน้ำขุมเหมืองนั้นไม่สามารถนำมาใช้โดยสาธารณะได้ทั้งหมดเนื่องจากมีจำนวนขุมเหมือง 72 แห่ง ถือครองโดยภาคเอกชน ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 3.30 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 65.47 ของพื้นที่แหล่งน้ำผิวดินทั้งหมด และถือครองโดยภาครัฐเพียงจำนวน 21 แห่ง มีพื้นที่ประมาณ 1.74 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 34.53 ของพื้นที่แหล่งน้ำผิวดินทั้งหมด และจากแหล่งน้ำขุมเหมือง 93 แห่ง มี 24 แห่ง ที่นำมาใช้ในการผลิตน้ำประปา และนอกจากนี้นำไปใช้ประโยชน์เพื่อการค้าและสำหรับธุระกิจส่วนบุคคล (โครงการศึกษาและจัดทำแผนแม่บทการแก้ไขปัญหาน้ำจังหวัดภูเก็ต, 2555)



รูปที่ 4.12 แผนที่แหล่งน้ำ จังหวัดภูเก็ต

4.1.14 การระบายน้ำของดิน (Drainage)

การศึกษาการระบายน้ำของดินคำนวณจากข้อมูลชุดดินจังหวัดภูเก็ต ในหาค่าการระบายน้ำแต่ละประเภทชุดดิน ดังแสดงในรูปที่ 4.13 สามารถแบ่งการระบายน้ำออกเป็น 5 กลุ่ม คือ 1) ไม่มีการระบายน้ำพบบริเวณทางตอนกลางของจังหวัดภูเก็ต 2) การระบายน้ำเลวพบบริเวณภูเขาทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัดภูเก็ต 3) การระบายน้ำค่อนข้างเลวพบบริเวณขอบจังหวัดภูเก็ต 4) การระบายน้ำดีถึงปานกลางพบทางตอนเหนือของจังหวัดภูเก็ต และ5) การระบายน้ำดีพบกระจายอยู่ทางตอนเหนือจังหวัดภูเก็ต การระบายน้ำของชุดดินที่ส่งผลต่อการแทรกซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล หากบริเวณใดมีการระบายน้ำของดินดีอาจทำให้ศักยภาพน้ำบาดาลในบริเวณดังกล่าวมีโอกาสสูง ทำให้เป็นปัจจัยหนึ่งในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ศักยภาพน้ำบาดาล และมีร้อยละการระบายน้ำของดินต่อพื้นที่ดังตารางที่ 4.3



รูปที่ 4.13 แผนที่การระบายน้ำของดิน จังหวัดภูเก็ต

ตารางที่ 4.3 ร้อยละการระบายน้ำของดิน

ประเภทการระบายน้ำของดิน	ขนาดพื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	ร้อยละการระบายน้ำ
ไม่มีการระบายน้ำ	83.24	15.67
การระบายน้ำเลว	215.52	40.57
การระบายน้ำค่อนข้างเลว	29.85	5.62
การระบายน้ำดีถึงปานกลาง	23.52	4.43
การระบายน้ำดี	179.12	33.72

4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำจำเพาะของบ่อบาดาลและปัจจัยเชิงพื้นที่

ผลจากการวิเคราะห์สถิติสหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) ระหว่างค่าปริมาณน้ำจำเพาะของบ่อบาดาล (SPC) จำนวน 512 บ่อ ร่วมกับปัจจัยเชิงพื้นที่ทั้ง 13 ปัจจัย ดังตารางที่ 4.4 พบว่ามีปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความความเชื่อมั่นร้อยละ 99 มีจำนวน 1 ปัจจัย ได้แก่ ความลาดชัน ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 มีจำนวน 1 ปัจจัย ได้แก่ แบบจำลองความสูงเชิงเลข และพบว่ามีปัจจัย 11 ปัจจัย ที่ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำจำเพาะของบ่อบาดาล ได้แก่ อัตราการซึมน้ำของดิน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 10 ปีรายปี ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 10 ปีรายปี ปริมาณน้ำในดินเฉลี่ย 10 ปีรายปี การะเหยเฉลี่ย 10 ปีรายปี ธรณีวิทยา โครงสร้างเชิงเส้น ความหนาแน่นของโครงสร้างเชิงเส้น เส้นทางน้ำ แหล่งน้ำ การระบายน้ำของดิน

สำหรับปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ อัตราการซึมน้ำของดินเฉลี่ย 10 ปีรายปี ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 10 ปีรายปี ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 10 ปีรายปี ปริมาณน้ำในดินเฉลี่ย 10 ปีรายปี การระเหยเฉลี่ย 10 ปีรายปี มีความสัมพันธ์กันทางสถิติจึงได้มีการคัดเลือกตัวแปรปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 10 รายปีเป็นตัวแทนของข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

สำหรับปัจจัยทางด้านภูมิประเทศ ได้แก่ ความลาดชัน และ แบบจำลองความสูงเชิงเลข ความสัมพันธ์กันทางสถิติจึงได้มีการคัดเลือกตัวแปร ความลาดชัน เป็นตัวแทนของข้อมูลทางด้านภูมิประเทศ

ตารางที่ 4.4 ผลความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแบบ Pearson Correlation

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1													
2	-0.048	1												
3	-0.031	0.128**	1											
4	0.048	-0.955**	-0.019	1										
5	0.048	0.690**	0.096*	-0.644**	1									
6	0.068	0.101*	0.735**	-0.032	0.176**	1								
7	0.040	-0.220**	0.422**	0.292**	-0.011	0.453**	1							
8	0.010	0.105*	-0.181**	-0.112*	0.156**	-0.095*	-0.213**	1						
9	-0.009	0.137**	-0.222**	-0.185**	0.055	-0.123**	-0.369**	0.541**	1					
10	-0.118**	0.273**	-0.120**	-0.309**	-0.104*	-0.245**	-0.398**	0.121**	0.338**	1				
11	-0.102*	0.317**	-0.132**	-0.357**	-0.002	-0.217**	-0.504**	0.077	0.319**	0.474**	1			
12	-0.015	0.012	-0.088*	0.010	-0.015	-0.181**	0.084	0.048	0.005	-0.059	-0.016	1		
13	-0.025	-0.095*	-0.167**	0.132**	-0.071	0.005	0.032	0.097*	-0.013	-0.068	-0.033	0.251**	1	
14	0.078	0.066	-0.298**	-0.083	0.197**	-0.175**	-0.044	0.114*	0.200**	0.113*	0.109*	0.235**	0.021	1

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

จากตารางที่ 4.4 กำหนดให้

1 หมายถึง ปริมาณน้ำจำเพาะของบ่อบาดาล (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงต่อเมตร)

2 หมายถึง อัตราการซึมน้ำของดินเฉลี่ย 10 ปีรายปี (ลูกบาศก์เมตรต่อปี)

3 หมายถึง ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 10 ปีรายปี (ลูกบาศก์เมตรต่อปี)

4 หมายถึง ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 10 ปีรายปี (ลูกบาศก์เมตรต่อปี)

5 หมายถึง ปริมาณน้ำในดินเฉลี่ย 10 ปีรายปี (ลูกบาศก์เมตรต่อปี)

6 หมายถึง ปริมาณการระเหยเฉลี่ย 10 ปีรายปี (ลูกบาศก์เมตรต่อปี)

7 หมายถึง ธรณีวิทยา

8 หมายถึง โครงสร้างเชิงเส้น

9 หมายถึง ความหนาแน่นโครงสร้างเชิงเส้น (กิโลเมตรต่อกริดเซลล์)

10 หมายถึง แบบจำลองความสูงเชิงเลข (เมตร)

11 หมายถึง ความลาดชัน (องศา)

12 หมายถึง เส้นทางน้ำ

13 หมายถึง แหล่งน้ำ

14 หมายถึง การระบายน้ำของดิน

จากนั้นนำปัจจัยที่ถูกคัดเลือกจำนวน 8 ปัจจัย ซึ่งประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 10 ปีรายปี ธรณีวิทยา โครงสร้างเชิงเส้น ความหนาแน่นโครงสร้างเชิงเส้น ความลาดชัน เส้นทางน้ำ แหล่งน้ำ การระบายน้ำของดิน มาทำการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ (Multiple linear regression) เพื่อสร้างแบบจำลองการประมาณค่าปริมาณน้ำจำเพาะของบ่อบาดาล พบว่ามีเพียงปัจจัยความลาดชัน 1 ปัจจัย จากตารางที่ 4.5 (สมการที่ 4.1)

$$SPC = -0.003 \text{ (ความลาดชัน)} + 0.153 \quad (4.1)$$

โดยที่ SPC คือ ปริมาณน้ำจำเพาะของบ่อบาดาล (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงต่อเมตร)

ตารางที่ 4.5 สัมประสิทธิ์ (Coefficients)

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	0.153	0.014	0.000	11.075	0.000
ความลาดชัน	-0.003	0.001	-0.103	-2.292	0.022

โดยแบบจำลองที่ได้มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.011 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 (ตารางที่ 4.6) แต่เนื่องจากแบบจำลองที่ได้มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจอยู่ในระดับที่ต่ำมาก (ไม่เข้าใกล้ 1 หรือ ร้อยละ 100) ซึ่งทำให้แบบจำลองดังกล่าวมีความถูกต้องเพียงร้อยละ 0.011 จึงไม่สามารถนำมาใช้อธิบายถึงปริมาณน้ำจำเพาะของบ่อบาดาลในพื้นที่จังหวัดภูเก็ตได้ดีพอ

ตารางที่ 4.6 ความสัมพันธ์ถดถอยเชิงพหุ

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
ความลาดชัน	0.103	0.011	0.009	0. 196

4.2.1 แบบสอบถาม

การวิจัยครั้งนี้นอกจากทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ จากปัจจัยทั้ง 13 ปัจจัยแล้ว ได้ทำการลงพื้นที่เก็บแบบสอบถามจำนวน 120 ชุด (ช่วงเดือนมีนาคม 2556) โดยกระจายรายตำบลคำนวณจากบ่อที่มีบ่อบาดาลอยู่แล้วจากร้อยละ 10 ของบ่อบาดาลที่มี ดังแสดงผลแบบสอบถามในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการศึกษาจากการเก็บข้อมูลแบบสอบถาม

ตำบล	จำนวนแบบสอบถาม	ความลึกบ่อบาดาล (เมตร)	อัตราการให้น้ำ (ลบ.ม)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ปัญหาขาดแคลนน้ำบาดาล (ร้อยละต่อเดือน)			เดือนที่มีการขาดแคลนน้ำบาดาล (ร้อยละ)			
					ไม่มี	1-2 ครั้ง	มากกว่า 3 ครั้ง	ไม่มี	เม.ย-พ.ย.	ธ.ค.-ม.ค	ม.ค-เม.ย
กะทู้	4	41	6.33	32.21	75	25	0	75	25	0	0
ป่าตอง	7	72	2.10	23.00	71	29	0	71	0	29	0
กมลา	15	62	1.72	19.71	100	0	0	100	0	0	0
อำเภอกะทู้	26	58	3.38	74.92	88	12	0	88	4	8	0
ป่าคลอก	12	61	3.31	61.08	100	0	0	100	0	0	0
เชิงทะเล	10	67	1.55	27.08	70	30	0	70	0	30	0
เทพกระษัตรีย์	6	51	2.50	66.14	100	0	0	100	0	0	0
ไม้ขาว	13	69	1.62	45.48	77	23	0	77	23	0	0
สาคู	1	30	1.50	22.97	0	100	0	0	100	0	0
ศรีสุนทร	3	49	5.00	47.80	33	67	0	33	67	0	0
อำเภอถลาง	45	55	2.58	270.55	80	20	0	80	13	7	0
ตลาดใหญ่	1	52	1.50	7.21	100	0	0	100	0	0	0
ราไวย์	11	57	1.90	19.24	60	40	0	60	40	0	0
ฉลอง	4	46	3.75	23.74	100	0	0	100	0	0	0
กะรน	10	69	3.40	23.54	100	0	0	100	0	0	0
รัษฎา	10	53	20.94	28.59	90	10	0	90	10	0	0
วิชิต	5	57	2.40	29.95	60	40	0	60	20	0	20
เกาะแก้ว	8	82	2.00	19.11	60	0	40	60	40	0	0
อำเภอเมือง	49	59	5.13	151.38	76	14	10	76	22	0	2

จากตารางที่ 4.7 พบว่าข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลแบบสอบถามสามารถอธิบายผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากสถิติรายอำเภอ โดยสามารถแยกเป็น 3 อำเภอ คือ

1) อำเภอกะทู้ ประกอบด้วย 3 ตำบล ผลการเก็บแบบสอบถามจำนวน 26 ชุด ได้ผลดังนี้

ตำบลกะทู้ มีขนาดพื้นที่ 32.21 ตารางกิโลเมตร จากการเก็บข้อมูลแบบสอบถามจำนวน 4 ชุด พบว่า ไม่มีปัญหาการขาดแคลนน้ำบาดาล คิดเป็นร้อยละ 75 ของข้อมูลทั้งหมด และมีปัญหา

ขาดแคลนน้ำบาดาลช่วงเดือน เมษายนถึงพฤศจิกายน คิดเป็นร้อยละ 25 โดยที่น้ำบาดาลที่สูบขึ้นมาใช้นั้นมีปัญหาสีขุ่นแดง ไม่สามารถใช้น้ำบาดาลได้เลย ต้องทำการกรองน้ำก่อนนำมาใช้ประโยชน์

ตำบลป่าตอง มีขนาดพื้นที่ 23 ตารางกิโลเมตร จากการเก็บข้อมูลแบบสอบถามจำนวน 7 ชุด พบว่าไม่มีปัญหาการขาดแคลนน้ำบาดาล คิดเป็นร้อยละ 71 ของข้อมูลทั้งหมด และมีปัญหาขาดแคลนน้ำบาดาลช่วงเดือน ธันวาคมถึงมกราคม คิดเป็นร้อยละ 29 เนื่องจากตำบลป่าตองมีจำนวนนักท่องเที่ยวมากในช่วงเดือนดังกล่าว

ตำบลกมลา มีขนาดพื้นที่ 19.71 ตารางกิโลเมตร จากการเก็บข้อมูลแบบสอบถามจำนวน 15 ชุด พบว่า ไม่มีปัญหาการขาดแคลนน้ำบาดาลคิดเป็นร้อยละ 100 ของข้อมูลทั้งหมด และสามารถนำน้ำบาดาลมาใช้ประโยชน์ได้ตลอดทั้งปี

2) อำเภอถลาง ประกอบด้วย 6 ตำบล ผลการเก็บแบบสอบถามจำนวน 45 ชุด ได้ผลดังนี้

ตำบลป่าคลอก มีขนาดพื้นที่ 61.08 ตารางกิโลเมตร จากการเก็บข้อมูลแบบสอบถามจำนวน 12 ชุด พบว่า ไม่มีปัญหาการขาดแคลนน้ำบาดาลคิดเป็นร้อยละ 100 ของข้อมูลทั้งหมด และสามารถนำน้ำบาดาลมาใช้ประโยชน์ได้ตลอดทั้งปี

ตำบลเชิงทะเล มีขนาดพื้นที่ 27.08 ตารางกิโลเมตร จากการเก็บข้อมูลแบบสอบถามจำนวน 10 ชุด พบว่า ไม่มีปัญหาการขาดแคลนน้ำบาดาล คิดเป็นร้อยละ 70 ของข้อมูลทั้งหมด และมีปัญหาขาดแคลนน้ำบาดาลช่วงเดือน ธันวาคมถึงมกราคม คิดเป็นร้อยละ 30 ของข้อมูลทั้งหมด

ตำบลเทพกระษัตรีย์ มีขนาดพื้นที่ 66.14 ตารางกิโลเมตร จากการเก็บข้อมูลแบบสอบถามจำนวน 6 ชุด พบว่า ไม่มีปัญหาการขาดแคลนน้ำบาดาลคิดเป็นร้อยละ 100 ของข้อมูลทั้งหมด และสามารถนำน้ำบาดาลมาใช้ประโยชน์ได้ตลอดทั้งปี

ตำบลไม้ขาว มีขนาดพื้นที่ 45.48 ตารางกิโลเมตร จากการเก็บข้อมูลแบบสอบถามจำนวน 13 ชุด พบว่า ไม่มีปัญหาการขาดแคลนน้ำบาดาล คิดเป็นร้อยละ 77 ของข้อมูลทั้งหมด มีปัญหาขาดแคลนน้ำบาดาลช่วงเดือนเมษายนถึงพฤศจิกายน คิดเป็นร้อยละ 23 ของข้อมูลทั้งหมด

ตำบลสาคู มีขนาดพื้นที่ 22.97 ตารางกิโลเมตร จากการเก็บข้อมูลแบบสอบถามจำนวน 1 ชุด พบว่า เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำ 1-2 ครั้งต่อเดือน ในช่วงเดือนเมษายนถึงพฤศจิกายน

ตำบลศรีสุนทร มีขนาดพื้นที่ 47.80 ตารางกิโลเมตร จากการเก็บข้อมูลแบบสอบถามจำนวน 3 ชุด พบว่า ไม่มีปัญหาการขาดแคลนน้ำบาดาล คิดเป็นร้อยละ 33 ของข้อมูลทั้งหมด และมีปัญหาขาดแคลนน้ำบาดาลช่วงเดือน เมษายนถึงพฤศจิกายน คิดเป็นร้อยละ 67 ของข้อมูลทั้งหมด

3) อำเภอเมืองประกอบด้วย 7 ตำบล ผลการเก็บแบบสอบถามจำนวน 49 ชุด ได้ผลดังนี้

ตำบลตลาดใหญ่ มีขนาดพื้นที่ 7.21 ตารางกิโลเมตร จากการเก็บข้อมูลแบบสอบถาม จำนวน 1 ชุด พบว่า ไม่มีปัญหาการขาดแคลนน้ำบาดาล และสามารถนำน้ำบาดาลมาใช้ประโยชน์ได้ตลอดทั้งปี

ตำบลราไวย์ มีขนาดพื้นที่ 19.24 ตารางกิโลเมตร จากการเก็บข้อมูลแบบสอบถาม จำนวน 11 ชุด พบว่าไม่มีปัญหาการขาดแคลนน้ำบาดาล คิดเป็นร้อยละ 60 ของข้อมูลทั้งหมด และมีปัญหาขาดแคลนน้ำบาดาลช่วงเดือนเมษายนถึงพฤศจิกายน คิดเป็นร้อยละ 40 ของข้อมูลทั้งหมด

ตำบลฉลอง มีขนาดพื้นที่ 23.74 ตารางกิโลเมตร จากการเก็บข้อมูลแบบสอบถามจำนวน 4 ชุด พบว่าไม่มีปัญหาการขาดแคลนน้ำบาดาล และสามารถนำน้ำบาดาลมาใช้ประโยชน์ได้ตลอดทั้งปี

ตำบลกะรน มีขนาดพื้นที่ 23.54 ตารางกิโลเมตร จากการเก็บข้อมูลแบบสอบถามจำนวน 10 ชุด พบว่าไม่มีปัญหาการขาดแคลนน้ำบาดาล และสามารถนำน้ำบาดาลมาใช้ประโยชน์ได้ตลอดทั้งปี

ตำบลกะทู้ มีขนาดพื้นที่ 28.59 ตารางกิโลเมตร จากการเก็บข้อมูลแบบสอบถามจำนวน 10 ชุด พบว่า ไม่มีปัญหาการขาดแคลนน้ำบาดาล คิดเป็นร้อยละ 90 ของข้อมูลทั้งหมด และมีปัญหาขาดแคลนน้ำบาดาลช่วงเดือนเมษายนถึงพฤศจิกายน คิดเป็นร้อยละ 10 ของข้อมูลทั้งหมด โดยที่น้ำบาดาลที่สูบขึ้นมาใช้นั้นมีปัญหาสีขุ่นแดง ไม่สามารถใช้น้ำบาดาลได้เลย ต้องทำการกรองน้ำก่อนน้ำมาใช้ประโยชน์

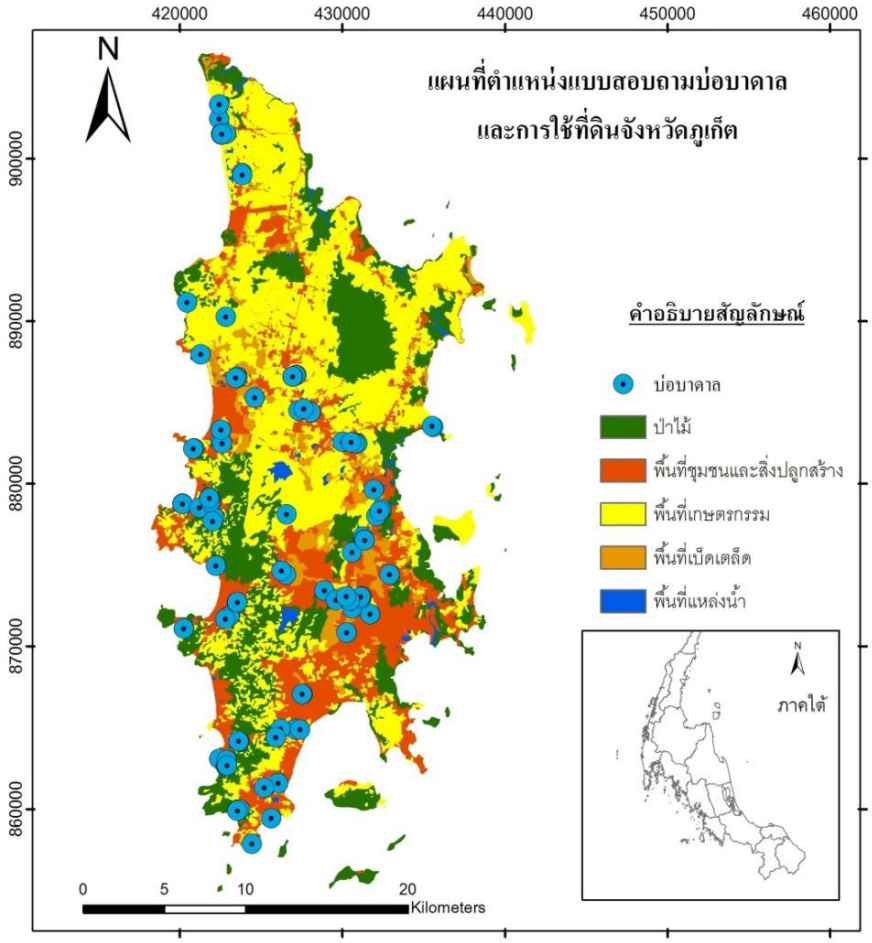
ตำบลวิชิต มีขนาดพื้นที่ 29.95 ตารางกิโลเมตร จากการเก็บข้อมูลแบบสอบถามจำนวน 5 ชุด พบว่า ไม่มีปัญหาการขาดแคลนน้ำบาดาล คิดเป็นร้อยละ 60 ของข้อมูลทั้งหมด มีปัญหาขาดแคลนน้ำบาดาลช่วงเดือนเมษายนถึงพฤศจิกายน คิดเป็นร้อยละ 20 ของข้อมูลทั้งหมด และช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายนร้อยละ 20 ของข้อมูลทั้งหมด

ตำบลเกาะแก้ว ขนาดพื้นที่ 19.11 ตารางกิโลเมตร จากการเก็บข้อมูลแบบสอบถาม จำนวน 8 ชุด พบว่า ไม่มีปัญหาการขาดแคลนน้ำบาดาล คิดเป็นร้อยละ 60 ของข้อมูลทั้งหมด และมีปัญหาขาดแคลนน้ำบาดาลช่วงเดือน เมษายนถึงพฤศจิกายน ร้อยละ 40 ของข้อมูลทั้งหมด

ตารางที่ 4.8 ร้อยละการใช้ที่ดินต่อบ่อบาดาลทั้งหมด

การใช้ที่ดิน	จำนวนบ่อ	ร้อยละการใช้ที่ดินต่อจำนวนบ่อบาดาล
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	79	65.29
พื้นที่เกษตรกรรม	32	26.45
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	6	4.96
พื้นที่แหล่งน้ำ	3	2.48
ป่าไม้	1	0.83

จากการสำรวจภาคสนามพบว่า ตำแหน่งของบ่อบาดาลจากการสำรวจจำนวน 120 บ่อ อยู่ในประเภทการใช้ที่ดิน แบบการใช้ที่ดินย่านที่อยู่อาศัยร้อยละ 65.29 พื้นที่เกษตรกรรมร้อยละ 26.45 พื้นที่เบ็ดเตล็ดร้อยละ 4.96 พื้นที่แหล่งน้ำร้อยละ 2.48 และป่าไม้ร้อยละ 0.83 ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 แผนที่ตำแหน่งแบบสอบถามบ่อบาดาลและการใช้ที่ดินจังหวัดภูเก็ต

4.3 สรุปและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาเพื่อประเมินเขตศักยภาพของแหล่งน้ำบาดาลจังหวัดภูเก็ตโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ พบว่าการนำปัจจัย 13 ปัจจัย คือ อัตราการซึมน้ำของดิน ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า ปริมาณน้ำในดิน ปริมาณการระเหย ธรณีวิทยา โครงสร้างเชิงเส้น ความหนาแน่นของโครงสร้างเชิงเส้น แบบจำลองความสูงเชิงเลข ความลาดชัน เส้นทางน้ำ แหล่งน้ำ การระบายน้ำ สามารถสรุปปัจจัยรายตำบล ดังแสดงในตารางที่ 4.9 นำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำจำเพาะของบ่อบาดาลด้วยวิธีการทางสถิติแบบถดถอยเชิงพหุ เพื่อใช้สำหรับสร้างแบบจำลองในการประเมินศักยภาพน้ำบาดาลนั้น ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยเชิงพื้นที่ทั้ง 13 ปัจจัยไม่สามารถเป็นตัวแทนของข้อมูลบ่งชี้ถึงศักยภาพน้ำบาดาลของพื้นที่จังหวัดภูเก็ตได้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการศึกษาของ รัชชิตา จุลโสม (2550) ที่ไม่สามารถนำวิธีการทางสถิติแบบถดถอยเชิงพหุ มาวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองในการประเมินศักยภาพแหล่งน้ำบาดาล เนื่องจากข้อมูลบ่อบาดาลมีจำนวนน้อย ข้อจำกัดของความถูกต้องของข้อมูลเชิงพื้นที่ทำให้ค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ มีค่าน้อย และความสามารถในการให้น้ำและกักเก็บน้ำที่ควบคุมโดยโครงสร้างทางธรณีที่แตกต่าง ทำให้เกิดความไม่ต่อเนื่องของชั้นหินให้น้ำแต่ละชนิด

ทางด้านค่าปริมาณน้ำจำเพาะที่ใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้มีค่าเฉลี่ยเพียง 3.18 ลูกบาศก์เมตรต่อวันต่อเมตร ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ Hyun-Joo, et al. (2011) พบว่ามีค่าปริมาณน้ำจำเพาะมากกว่า 6.25 ลูกบาศก์เมตรต่อวันต่อเมตร ในการวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยภูมิประเทศ ธรณีวิทยา โครงสร้างเชิงเส้น และข้อมูลดิน ทำให้ผลการศึกษาครั้งนี้มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.011 ทำให้แบบจำลองดังกล่าวมีความถูกต้องเพียงร้อยละ 0.011 จึงไม่สามารถนำมาใช้อธิบายถึงปริมาณน้ำจำเพาะของบ่อบาดาลในพื้นที่จังหวัดภูเก็ตได้ดีพอ เนื่องจากค่าประมาณน้ำจำเพาะที่น้อยและสภาพทางธรณีวิทยาที่เป็นชั้นหินแข็งเป็นหลัก และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Lee, et al. (2012) ที่ได้ทำการวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำจำเพาะที่มีค่าน้อยกว่า 3.75 ลูกบาศก์เมตรต่อวันต่อเมตร พบว่าความถูกต้องของแบบจำลองเพียงร้อยละ 68.93 จึงไม่สามารถนำมาใช้ประเมินค่าปริมาณน้ำจำเพาะของทั้งพื้นที่ได้ ส่วนผลจากแบบจำลองสภาพธรณีหินแข็งพบว่าจากการศึกษาของ พรอุษา อุดมศิลป์ (2547) ได้ทดลองสร้างแบบจำลองขึ้นมาวิเคราะห์ 5 แบบด้วยกัน พบว่าแบบจำลองที่ 2 เป็นแบบจำลองที่มีความถูกต้องและเหมาะสมสำหรับพื้นที่ศึกษามากที่สุด ประกอบด้วยปัจจัยความลาดชัน โครงสร้างเชิงเส้น ความหนาแน่นของทางน้ำ ชนิดของดิน-หิน และความหนาของชั้นหินอุ้มน้ำ ที่เหมาะสมกับลักษณะพื้นที่ราบสูงรองรับด้วยหินแข็งอยู่ด้านล่าง มีความถูกต้องในบริเวณที่มีการสะสมตัวของหน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยาแบบตะกอนน้ำพา

ตารางที่ 4.9 สรุปปัจจัยรายตำบล

ปัจจัย	กมลา	ป่าตอง	กะทู้	ป่าคลอก	เชิงทะเล	เทพ-กระษัตรีย์	ไม้ขาว	ศรีสุนทร	สาคู	ตลาดใหญ่	ตลาดเหนือ	ราไวย์	ฉลอง	กะรน	รัษฎา	วิชิต	เกาะแก้ว
จำนวนบ่อจดทะเบียน	75	85	50	129	106	98	110	29	16	31	8	120	61	112	87	62	32
จำนวนบ่อที่ใช้ในการศึกษา	39	50	23	36	51	28	25	13	8	2	1	61	27	44	55	36	13
ความลึกเฉลี่ยของบ่อ (เมตร)	69	77	59	60	63	66	68	67	60	59	120	61	75	55	68	65	47
อัตราการให้น้ำเฉลี่ย (ลบ.ม/ชม)	1.94	1.97	2.33	3.32	2.71	3.88	2.31	2.96	1.58	1.25	4.5	1.98	2.17	1.12	2.50	3.23	2.78
ปริมาณน้ำที่อนุญาตให้สูบ (ลบ.ม/วัน)	26.87	24.81	18.43	68.41	41.69	41.71	43.17	54.08	29.82	4.00	30	23.97	20.53	21.27	37.82	40.38	34.17
ค่าปริมาณน้ำจำเพาะของบ่อบาดาลแต่ละบ่อเฉลี่ย (ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง/เมตร)	0.093	0.087	0.152	0.187	0.114	0.197	0.067	0.138	0.063	0.275	0.385	0.116	0.080	0.092	0.184	0.153	0.111

ตารางที่ 4.9 สรุปปัจจัยรายตำบล (ต่อ)

ปัจจัย	กมลา	ป่าตอง	กะทู้	ป่าคลอก	เชิงทะเล	เทพ-กระษัตรีย์	ไม้ขาว	ศรีสุนทร	สาคู	ตลาดใหญ่	ตลาดเหนือ	ราไวย์	ฉลอง	กะรน	รัษฎา	วิชิต	เกาะแก้ว
ค่าเฉลี่ยอัตราการซึมน้ำของดิน (ลบ.ม/ปี)	37	50	50	57	20	70	41	52	38	28	0	42	22	37	35	16	13
ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝน (ลบ.ม/ปี)	236	231	229	239	238	241	253	235	243	223	226	227	226	229	225	224	228
ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำท่า (ลบ.ม/ปี)	120	92	93	83	139	74	111	87	115	116	0	96	118	101	106	125	132
ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำในดิน (ลบ.ม/ปี)	0	14	30	55	19	62	6	52	30	28	0	40	15	9	21	5	14
ค่าเฉลี่ยการระเหย (ลบ.ม/ปี)	136	133	135	141	139	142	148	139	142	138	138	135	134	134	138	136	139
หินแกรนิต (ร้อยละ)	67	96	61	11	10	14	10	8	43	100	0	57	48	80	38	50	31
หินตะกอนกึ่งหินแปร (ร้อยละ)	0	0	26	17	6	0	0	0	0	0	100	2	0		33	19	8

ตารางที่ 4.9 สรุปปัจจัยรายตำบล (ต่อ)

ปัจจัย	กมลา	ป่าตอง	กะทู้	ป่าคลอก	เชิงทะเล	เทพ-กระษัตรีย์	ไม้ขาว	ศรีสุนทร	สาคู	ตลาดใหญ่	ตลาดเหนือ	ราไวย์	ฉลอง	กะรน	รัษฎา	วิชิต	เกาะแก้ว
หินเศษหินเชิงเขา (ร้อยละ)	33	0	0	23	66	14	80	54	43	0	0	11	11	18	13	0	15
ตะกอนทรายชายหาด (ร้อยละ)	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
ตะกอนน้ำพา (ร้อยละ)	0	2	13	49	18	71	10	38	14	0	0	30	41	3	15	31	46
ไม่ปรากฏโครงสร้างเชิงเส้น	100	100	74	92	100	100	96	100	100	50	100	70	93	100	83	72	92
ปรากฏโครงสร้างเชิงเส้น	0	0	26	8	0	0	4	0	0	50	0	30	7	0	17	28	8
ความหนาแน่นโครงสร้างเชิงเส้น	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
แบบจำลองความสูงเชิงเลข	45	66	65	22	15	24	24	21	29	21	24	29	35	45	29	39	21
ความลาดชัน	8	13	10	7	5	7	5	5	9	6	3	6	9	9	8	7	9
ไม่ปรากฏเส้นทางน้ำ	44	60	43	81	49	54	88	62	63	100	100	57	52	61	72	78	69

ตารางที่ 4.9 สรุปปัจจัยรายตำบล (ต่อ)

ปัจจัย	กมลา	ป่าตอง	กะทู้	ป่าคลอก	เชิงทะเล	เทพ-กระษัตรีย์	ไม้ขาว	ศรีสุนทร	สาคู	ตลาดใหญ่	ตลาดเหนือ	ราไวย์	ฉลอง	กะรน	รัษฎา	วิชิต	เกาะแก้ว
ปรากฏเส้นทางน้ำ	56	40	57	19	51	46	12	38	38	0	0	43	48	39	28	22	31
ไม่ปรากฏแหล่งน้ำ	100	98	48	100	98	96	100	100	100	100	100	100	96	100	87	89	85
ปรากฏแหล่งน้ำ	0	2	9	0	2	4	0	0	0	0	0	0	4	0	13	11	15
ไม่มีการระบายน้ำ	15	24	26	0	24	18	0	8	0	50	100	0	7	3	20	29	31
การระบายน้ำเลว	38	35	48	19	6	4	9	0	50	50	0	25	52	48	44	21	23
การระบายน้ำค่อนข้างเลว	27	7	0	8	48	0	0	0	25	0	0	13	11	9	5	21	0
การระบายน้ำดีถึงปานกลาง	0	0	0	3	0	29	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
การระบายน้ำดี	19	35	26	69	22	50	27	92	25	0	0	62	30	39	31	29	46

บทที่ 5

บทสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาศักยภาพน้ำบาดาลของจังหวัดภูเก็ตครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินศักยภาพของแหล่งน้ำบาดาลจังหวัดภูเก็ตด้วยเทคนิคทางด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์และสถิติ โดยใช้ข้อมูลจากสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดภูเก็ต มาคำนวณค่าปริมาณน้ำจำเพาะของบ่อบาดาลที่บ่งบอกถึงความสามารถในการให้น้ำบาดาลของบ่อแต่ละบ่อ (Specific Capacity) วิธีการนี้เป็นเพียงวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการประเมินศักยภาพน้ำบาดาล การวิจัยครั้งนี้ได้คัดเลือกปัจจัยเชิงพื้นที่ที่มีผลต่อการประเมินศักยภาพน้ำบาดาลของจังหวัดภูเก็ต จำนวน 13 ปัจจัย ได้แก่ อัตราการซึมน้ำของดิน ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า ปริมาณน้ำในดิน การะเหย ธรณีวิทยา โครงสร้างเชิงเส้น ความหนาแน่นของโครงสร้างเชิงเส้น แบบจำลองความสูงเชิงเลข ความลาดชัน เส้นทางน้ำ แหล่งน้ำ และการระบายน้ำของดิน ปัจจัยทั้งหมดถูกนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำจำเพาะของบ่อบาดาลเพื่อใช้สร้างแบบจำลองในการประเมินศักยภาพน้ำบาดาลของทั้งจังหวัดภูเก็ต

ข้อมูลบ่อบาดาลเฉพาะที่มีการระบุค่าพิกัดของบ่อ 512 บ่อ จากจำนวนบ่อบาดาลที่จดทะเบียนทั้งสิ้น 1,211 บ่อ (นับถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2555) ถูกนำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ปริมาณน้ำจำเพาะเฉลี่ยของบ่อบาดาลในจังหวัดภูเก็ตอยู่ในช่วง 0.063 - 0.385 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง/เมตร โดยพบว่าบริเวณตำบลตลาดเหนือ อำเภอเมือง มีค่าปริมาณน้ำจำเพาะสูงที่สุด ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัดภูเก็ต มีลักษณะพื้นที่ราบมีค่าความชันเฉลี่ย 2.58 องศา ส่วนใหญ่เป็นชั้นหินตะกอนกึ่งหินแปร มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 10 ปีเท่ากับ 226.2 ลูกบาศก์เมตร/ปี ส่วนตำบลสาคู อำเภอถลาง มีปริมาณน้ำจำเพาะต่ำที่สุด ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัดภูเก็ต ลักษณะพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบมีค่าความชันเฉลี่ย 8.87 องศา บ่อบาดาลส่วนใหญ่อยู่ในชั้นหินแกรนิต ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 10 ปีเท่ากับ 243 ลูกบาศก์เมตร/ปี

ผลจากการวิเคราะห์สถิติสหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) ระหว่างค่าปริมาณน้ำจำเพาะของบ่อบาดาล (SPC) จำนวน 512 บ่อ ร่วมกับปัจจัยเชิงพื้นที่ทั้ง 13 ปัจจัย พบว่าแบบจำลองที่ได้มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.011 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่

แบบจำลองที่ได้มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจอยู่ในระดับที่ต่ำมาก (ไม่เข้าใกล้ 1 หรือ ร้อยละ 100) ซึ่งทำให้แบบจำลองดังกล่าวมีความถูกต้องเพียงร้อยละ 1.1 จึงไม่สามารถนำแบบจำลองดังกล่าวไปใช้ประเมินศักยภาพน้ำบาดาลทั้งพื้นที่จังหวัดภูเก็ตได้

การวิจัยครั้งนี้นอกจากทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ จากปัจจัยทั้ง 13 ปัจจัยแล้ว ได้ทำการลงพื้นที่เก็บแบบสอบถามจำนวน 120 ชุด จากการเก็บข้อมูลแบบสอบถามสามารถสรุปผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลรายอำเภอ ได้ผลดังนี้

5.1.1 อำเภอกะทู้ ผลการเก็บแบบสอบถามจำนวน 26 ชุด มีขนาดพื้นที่ 74.92 ตารางกิโลเมตร พบว่าไม่มีปัญหาการขาดแคลนน้ำบาดาล คิดเป็นร้อยละ 88 ของข้อมูลทั้งหมด และมีปัญหาขาดแคลนน้ำบาดาลช่วงเดือน เมษายนถึงพฤศจิกายน คิดเป็นร้อยละ 4 ของข้อมูลทั้งหมด และช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคม คิดเป็นร้อยละ 8 ของข้อมูลทั้งหมด โดยที่น้ำบาดาลที่สูบขึ้นมาใช้นั้นมีปัญหาสีขุ่นแดง ไม่สามารถใช้น้ำบาดาลได้เลย ต้องทำการกรองน้ำก่อนนำมาใช้ประโยชน์

5.1.2 อำเภอถลาง ผลการเก็บแบบสอบถามจำนวน 45 ชุด มีขนาดพื้นที่ 270.55 ตารางกิโลเมตร พบว่าไม่มีปัญหาการขาดแคลนน้ำบาดาล คิดเป็นร้อยละ 80 ของข้อมูลทั้งหมด และมีปัญหาขาดแคลนน้ำบาดาลช่วงเดือน เมษายนถึงพฤศจิกายน คิดเป็นร้อยละ 17 ของข้อมูลทั้งหมด และช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคม คิดเป็นร้อยละ 3 ของข้อมูลทั้งหมด

5.1.3 อำเภอเมือง ผลการเก็บแบบสอบถามจำนวน 49 ชุด มีขนาดพื้นที่ 151.38 ตารางกิโลเมตร พบว่าไม่มีปัญหาการขาดแคลนน้ำบาดาล คิดเป็นร้อยละ 76 ของข้อมูลทั้งหมด และมีปัญหาขาดแคลนน้ำบาดาลช่วงเดือน มกราคมถึงเมษายน คิดเป็นร้อยละ 22 ของข้อมูลทั้งหมด และช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคม คิดเป็นร้อยละ 2 ของข้อมูลทั้งหมด

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการประเมินน้ำบาดาลเพียงส่วนของศักยภาพน้ำบาดาลเท่านั้น ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงคุณภาพน้ำบาดาลควบคู่ไปด้วย

5.2.2 ในการเลือกปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับศักยภาพน้ำบาดาลนั้น ควรคำนึงถึงพื้นที่ศึกษาเป็นหลักเนื่องจากการเกิดของน้ำบาดาลมีลักษณะแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ หากสามารถเลือกปัจจัยที่เหมาะสมได้จะทำให้แบบจำลองมีความถูกต้องยิ่งขึ้น

5.2.3 ในการนำปัจจัยที่คาดว่ามีผลต่อศักยภาพน้ำบาดาล มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติแบบถดถอยเชิงพหุหากต้องการปัจจัยใช้ 13 ปัจจัยที่ได้ทำการศึกษา ได้แก่ อัตราการซึมน้ำของดิน ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า ปริมาณน้ำในดิน การระเหย ธรณีวิทยา โครงสร้างเชิงเส้น

ความหนาแน่นของโครงสร้างเชิงเส้น แบบจำลองความสูงเชิงเลข ความลาดชัน เส้นทางน้ำ แหล่งน้ำ และการระบายน้ำของดิน ควรศึกษาถึงความเหมาะสมของพื้นที่ศึกษา ร่วมกับค่าปริมาณน้ำจำเพาะของบ่อบาดาล

5.2.4 การศึกษาครั้งนี้ข้อมูลส่วนใหญ่เป็นข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จากสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมภูเก็ต หากข้อมูลของบ่อบาดาลที่ได้ทำการรวบรวมมีความถูกต้อง การสุ่มตรวจสอบทางภาคสนามเพื่อหาปริมาณน้ำจำเพาะจึงมีความสำคัญมาก เนื่องจากจะทำให้ผลการวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองการประเมินศักยภาพน้ำบาดาลมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล. (2554). *ลักษณะอุทกธรณีวิทยาของจังหวัดภูเก็ต*. สำนักทรัพยากรน้ำบาดาลเขต 6 จังหวัดตรัง. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, ตรัง.

กรมทรัพยากรธรณี. (2556). *การจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยา*. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, ภูเก็ต.

กิจการ พรหมมา. (2547). *อุทกธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม*, มหาลัยนเรศวร, พิษณุโลก

กีรติ ลีวัจนกุล. (2537). *อุทกวิทยา*, มหาวิทยาลัยรังสิต, กรุงเทพ.

จิระเดช มาจันแดง. (2548).”การประเมินค่าสภาพนำชลศาสตร์สำหรับแบบจำลองน้ำบาดาลบริเวณตอนบนของที่ราบภาคกลางตอนล่าง.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ทวีศักดิ์ ระมิงค์วงศ์. (2546). *น้ำบาดาล*, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

นพดล เฉลิมชัยรัตนกุล. (2545). ”พฤติกรรมทางชลศาสตร์ของการไหลเข้าและออกจากบ่อน้ำบาดาล.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

นัฐพงษ์ พวงแก้ว. (2556).”การประเมินการใช้น้ำเพื่อการเกษตรในเขตจังหวัดภูเก็ต.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (อยู่ระหว่างการพิมพ์), มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต, ภูเก็ต.

นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์. (2551). *อุทกวิทยา*, สำนักพิมพ์ด่านสุทธา, กรุงเทพมหานคร.

บริษัท สแปน คอนซัลแตนท์ จำกัด) .2555). โครงการศึกษาและการจัดทำแผนแม่บทการแก้ไขปัญหาน้ำภูเก็ต, ภูเก็ต.

พรอุษา อุดมศิลป์. (2547).”การสร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่ศักยภาพน้ำบาดาลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์:กรณีศึกษาในอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต,มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

รัชชิตา จุลโสม.(2550).”การประเมินศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลโดยใช้แบบจำลองดัชนีชี้วัดและแบบจำลองการถดถอยเชิงพื้นที่: บ่อทอง ชลบุรี.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

รัชประศาสน์ ฉั่วอนุสรณ์. (2540). ”การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดินเพื่อทำนายพื้นที่ดินเค็ม.”วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

วิทิต ศิริโภคากิจ. (2549). *แผนที่น้ำบาดาลจังหวัดภูเก็ต.สำนักอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล*. กรมทรัพยากรน้ำบาดาล.

วิลาวัณย์ ไทยสงคราม. (2551). “การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อศึกษาศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลและความเหมาะสมในการพัฒนาสำหรับการอุปโภคบริโภค ในเขตพื้นที่อำเภอพระทองคำ จังหวัดนครราชสีมา.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต,มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, นครราชสีมา.

วัณรี รุ่งอุราภรณ์. (2543). “การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการจัดสรรงบประมาณในการเจาะบ่อบาดาล.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

สิ่งแวดล้อมภาคที่ 15 ภูเก็ต สำนักงานปลัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2549). สถานการณ์สิ่งแวดล้อมจังหวัดภูเก็ต ปี 2549, ภูเก็ต.

สุกัญญา หนูทอง.(2550).”การวางแปลงสุ่มตัวอย่างเพื่อคำนวณปริมาณการสูบน้ำบาดาลระดับตื้น.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

สูฮัยลาร์ สมาแอ (2555). “การวิเคราะห์ปริมาณทรัพยากรน้ำผิวดินสำหรับการบริหารจัดการน้ำ.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม, คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต, ภูเก็ต.

สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา. (2535). พระราชบัญญัติน้ำบาดาล ฉบับที่ 2, กรุงเทพ.

สำนักงานเทศบาลนครภูเก็ต. (2549).โครงการศึกษาและกำหนดรูปแบบและแนวทางในการจัดหาแหล่งน้ำดิบเพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำของเทศบาลนครภูเก็ต: ศูนย์บริการวิชาการคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพ.

อิสระ อนุกูล .(2554)."สถานการณ์น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคและยุทธศาสตร์การบริหารจัดการน้ำภูเก็ต."<http://irrigation.rid.go.th/rid15/pkt/page14.htm> (9 กันยายน 2554).

Anat Thapinta.(2003). "Use of geographic information systems for assessing groundwater pollution potential by pesticides in Central Thailand" *Journal of Environment International 29*, 87-93.

Ganapuram, S., Kumar, V., Krishna, M., Kahya, E. (2009).”Mapping of groundwater potential zones in the Musi basin remote sensing and GIS”. *Adances in Engineering Software*, 40, 506-518.

Hyun, O., Yong, K., Jong, C., Eungyu ,P,. Saro ,L. (2011) "GIS mapping of regional probabilistic groundwater potential in the area of Pohang City, Korea". *Journal of Hydrology*, 399 (3-4),158-172.

Krishnamurthy, J., Mani, A., Jayaraman, V.(2000)”Groundwater resources development in hard rock terrain an appraoach using remote sensing and GIS techniques.”*Journal of Gerontology* ,2(3-4), 204-215.

Lee, S., Kim,Y.,Oh ,H. (2012) ”Application of a weights-of-evidence method and GIS to regional groundwater productivity potential mapping.” *Journal of Environmental Mangement* , 96, 91-105.

Najia ,F., Lustigb,. T. (2005). “On-site water recycling - a total water cycle management approach.” *Journal of Desalination* ,188 ,195–202.

ภาคผนวก ก

แบบสอบถาม

หมายเลขชุด.....
วันที่เก็บข้อมูล……..
ผู้สัมภาษณ์.....
พิกัด
X.....,Y.....
☐ประเภทLU☐1.ย่านที่อยู่อาศัย ☐2.ป่าไม้
☐3. พื้นที่เกษตร ☐4. แหล่งน้ำ
☐ อื่นๆ.....

คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต

แบบสอบถามศักยภาพน้ำบาดาล

ข้อชี้แจ้ง : แบบสอบถามเกี่ยวกับหัวข้อนี้จัดทำขึ้น เพื่อรวบรวมข้อมูลประกอบการศึกษาวิทยานิพนธ์เรื่อง**ศักยภาพน้ำบาดาลของจังหวัดภูเก็ต** ของนักศึกษาปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต ข้อมูลที่ได้รับจะนำไปวิเคราะห์และเสนอถึงศักยภาพน้ำบาดาลเพียงพอหรือไม่ เพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนการจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลในอนาคต ทางผู้ศึกษา ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามนี้

คำชี้แจ้ง : แบบสอบถามมีทั้งหมด 6 ตอน โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ใน ☐ หรือเขียนคำตอบลงบนเส้นประ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปบ่อ

1. ชื่อบ่อบาดาล……1.1 หมายเลขบ่อ ☐☐☐☐-☐☐☐☐
2. ที่อยู่.....หมู่ที่.....ซอย.....ถนน.....ตำบล.....
   อำเภอ..... จังหวัดภูเก็ต
3. ชนิดบ่อ ☐ 3.1 บ่อบาดาล ลักษณะบ่อบาดาล ☐ 1) บ่อโยก ☐ 2) บ่อสูบ
   ☐ 3.2 บ่อน้ำตื้น ลักษณะบ่อน้ำตื้น ☐ 1) ปลอกบ่อคอนกรีต ☐ 2)ไม่มีปลอกบ่อ
   ☐ 3) บ่อตอก
4. จำนวนบ่อ ☐☐☐ บ่อ 4.1 ใช้การได้ ☐☐☐ บ่อ 4.2 ใช้การไม่ได้ ☐☐☐ บ่อ
5. ขนาดบ่อ
   5.1 เส้นผ่าศูนย์กลางบ่อ .....นิ้ว 5.2 ความลึกของบ่อ ..... เมตร
   5.3 ความลึกของน้ำในบ่อมากที่สุด..... เมตร 5.4 อัตราการให้น้ำ..... ลบ.ม./ช.ม

☐6. วิธีการนำน้ำมาใช้ ☐ 1) ใช้เครื่องสูบน้ำ ☐ 2) ใช้สูบน้ำมือโยก ☐ 3) ใช้ถังตัก

☐7. หน่วยงานที่ก่อสร้าง..... สร้างเสร็จปี พ.ศ. ☐☐☐☐

☐8. หน่วยงานดูแลปัจจุบัน☐ 1) ราชการส่วนกลาง☐ 2) ราชการส่วนท้องถิ่น ☐ 3) เอกชน

ตอนที่ 2 ความต้องการใช้น้ำบาดาล

☐ 9. ประเภทการใช้น้ำบาดาล

☐ 1) อุปโภคบริโภค (ตอบ ข้อ10 - 14) ☐2) การเกษตร (ตอบ ข้อ15 - 20)

☐ 3) ธุรกิจ (ตอบ ข้อ21 - 24)

ตอนที่ 3 ความต้องการใช้น้ำบาดาลด้านอุปโภค-บริโภค

☐10. ท่านใช้น้ำบาดาลเพื่อด้านไหนมากที่สุด

☐ 1) อุปโภค (ระบุ).……..…..…….. ☐ 2) บริโภค

☐11. จำนวนผู้ใช้น้ำบาดาลที่อาศัยอยู่จริง☐☐☐☐คน ☐11.1 จำนวน☐☐☐ครัวเรือน

☐12. ในช่วงเวลา 1 สัปดาห์ท่านใช้น้ำบาดาลเพื่อการอุปโภค-บริโภค

☐ 1) 1 - 2 วัน ☐ 2) 3 - 4 วัน ☐ 3) 5 - 6 วัน ☐ 4) 1 สัปดาห์ (7 วัน)

☐13. ช่วงเวลาที่ท่านใช้น้ำบาดาลด้านอุปโภค-บริโภค มากที่สุด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ 1) 05.00 – 11.00 น. ☐ 2) 11.00 -17.00 น. ☐ 3) 17.00 - 23.00 น.

☐ 4) 23.00 - 05.00 น. ☐ 5) ตลอดทั้งวัน

☐14. ในช่วงเวลา 1 วันท่านใช้น้ำจำนวน ☐☐☐ ครั้ง ปริมาตร ☐☐☐☐ (1 หน่วย= 1,000 ลิตร)

ตอนที่ 4 ความต้องการใช้น้ำบาดาลด้านการเกษตร

☐15. น้ำบาดาลที่ท่านใช้เพื่อการเกษตรมีเนื้อที่ ☐☐☐☐ ไร่ ใช้ปลูกพืช (ระบุ).....

☐16. หากท่านใช้น้ำบาดาลเพื่อเลี้ยงสัตว์ จำนวนสัตว์เลี้ยง☐☐☐☐ ตัว

16.1 ครัวเรือนที่เลี้ยงสัตว์ จำนวน☐☐☐☐ ชนิดสัตว์ (ระบุ).....

17. เพาะปลูกในฤดูฝน จำนวน☐☐☐☐.☐☐ ไร่ ฤดูแล้ง จำนวน ☐☐☐☐.☐☐ ไร่

☐18. ในช่วงเวลา 1 สัปดาห์ท่านใช้น้ำบาดาลด้านการเกษตร

☐1) 1-2 วัน ☐2) 3-4 วัน ☐3) 5-6 วัน ☐4) 1 สัปดาห์ (7 วัน)

☐19. ช่วงเวลาที่ท่านใช้น้ำบาดาลด้านการเกษตรมากที่สุด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ 1) 05.00 - 11.00 น. ☐ 2) 11.00 -17.00 น. ☐ 3) 17.00 - 23.00 น.

☐ 4) 23.00 - 05.00 น. ☐ 5) ตลอดทั้งวัน

☐20. น้ำบาดาลที่ใช้สำหรับการเพาะปลูก เพียงพอหรือไม่

☐1) ไม่เพียงพอ ☐2) ไม่เพียงพอทั้งหมด (ระบุ).....

☐ 3) เพียงพอเฉพาะฤดูฝน ☐ 4) เพียงพอตลอดปี

ตอนที่ 5 ความต้องการใช้น้ำบาดาลด้านธุรกิจ

☐21. จำนวนอุตสาหกรรมที่ใช้น้ำบาดาล จำนวน.....แห่ง

☐22. น้ำบาดาลที่ท่านใช้เพื่อธุรกิจทางด้านใด

☐ 1) การค้า (ระบุ)..... ☐ 2) การบริการ (ระบุ).....

☐23. ในช่วงเวลา 1 สัปดาห์ท่านใช้น้ำบาดาลด้านธุรกิจ

☐ 1) 1 - 2 วัน ☐ 2) 3 - 4 วัน ☐ 3) 5 - 6 วัน ☐4) 1 สัปดาห์ (7 วัน)

☐24. ช่วงเวลาที่ท่านใช้น้ำบาดาลด้านธุรกิจมากที่สุด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ 1) 05.00 - 11.00 น. ☐ 2) 11.00 -17.00 น. ☐ 3) 17.00 - 23.00 น.

☐ 4) 23.00 - 05.00 น. ☐ 5) ตลอดทั้งวัน

ตอนที่ 6 ปัญหาการใช้น้ำบาดาล

☐25. ปัจจุบันท่านใช้น้ำบาดาลเฉลี่ยเดือนละกี่หน่วย (1 หน่วย = 1,000 ลิตร)

☐ 1) ต่ำกว่า 10 หน่วย ☐ 2) 10 - 20 หน่วย ☐ 3) 21 - 30 หน่วย

☐ 4) 31 - 40 หน่วย ☐5) 41 - 50 หน่วย ☐ 6) มากกว่า 51 หน่วย

☐26. ท่านประสบปัญหาด้านปริมาณน้ำบาดาลหรือไม่ ในแต่ละเดือน

☐ 1) ไม่มี ☐ 2) มีนานๆครั้ง (1 - 2 ครั้งใน 1 เดือน)

☐ 3) มีและเกิดขึ้นบ่อย (มากกว่า 3 ครั้งใน 1 เดือน)

☐27. ในช่วงเดือนใดที่ท่านประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำบาดาล

☐ 1) ไม่มี ☐ 2) เมษายน-พฤศจิกายน ☐ 3) ธันวาคม-มีนาคม

☐28. ในช่วงการใช้งานในฤดูฝนน้ำบาดาลของท่านเป็นอย่างไร

☐1) ใช้งานได้ดี

☐ 2) ใช้งานได้ไม่ดี เพราะ.....

☐ 3) ใช้งานไม่ได้ เพราะ.....

☐29.ในช่วงการใช้งานในฤดูแล้งน้ำบาดาลของท่านเป็นอย่างไร

☐ 1) ใช้งานได้ดี

☐ 2) ใช้งานได้ไม่ดี เพราะ.....

☐ 3) ใช้งานไม่ได้ เพราะ.....

☐30. หากเกิดปัญหาขาดแคลนน้ำบาดาล ท่านใช้น้ำจากแหล่งใด

☐ 1) ไม่ขาดแคลนน้ำบาดาล ☐ 2) บ่อน้ำตื้น ☐ 3) ประปา

☐ 4) รถน้ำ ☐5) อื่นๆ (ระบุ).....

☐31.น้ำบาดาลที่ท่านใช้อยู่มีกลิ่นอย่างไร

☐1) กลิ่นสนิม ☐ 2) กลิ่นคาว ☐3) กลิ่นเน่า ☐ 4) ไม่มีกลิ่น

☐32.น้ำบาดาลที่ท่านใช้อยู่มีสีอย่างไร

☐ 1) น้ำสีขุ่น ☐ 2) น้ำสีแดง ☐ 3) น้ำสีเหลือง☐ 4) น้ำใสปกติ

☐33.น้ำบาดาลที่ท่านใช้อยู่มีรสชาติของน้ำ ☐ 1) เค็ม ☐ 2) กร่อย ☐ 3) จืด

☐34.น้ำบาดาลที่ท่านใช้อยู่มีสนิมเหล็ก ☐ 1) มี ☐ 2) ไม่มี

☐35.น้ำบาดาลที่ท่านใช้อยู่มีความกระด้าง ☐ 1) กระด้าง ☐ 2) ไม่กระด้าง

36.ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวเสาวนีย์ เจริญพงษ์

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5430220013

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (ธุรกิจอิเล็กทรอนิกส์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2552

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

Charoenpong,S., Suwanprasit, C ., Thongchumnum, P. (2012).“Impacts of Interpolation Techniques on Groundwater Potential Modeling using GIS in Phuket Province, Thailand” Proceeding of The 33rd Asian Conference on Remote Sensing, Ambassador City Jomtien Hotel, Pattaya, Thailand, 26-30 November 2012

ชนิดา สุวรรณประสิทธิ์, เสาวนีย์ เจริญพงษ์ และพันธ์ ทองชุมนุม.(2556).”การประเมินศักยภาพน้ำบาดาลจังหวัดภูเก็ตโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์”, เอกสารการประชุมวิชาการด้านภูมิสารสนเทศสำหรับนักศึกษาบัณฑิตศึกษาและนักวิจัยรุ่นใหม่ครั้งที่ 1, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี: 19 – 21 มิถุนายน 2556.