

บทที่ 2

วิธีการวิจัย

2.1 ขอบเขตการวิจัย

การศึกษานี้ครอบคลุมการไหลของน้ำบาดาลในแอ่งหาคใหญ่เฉพาะพื้นที่ที่เป็นตะกอนหินร่วน (unconsolidated rocks) ตั้งแต่ระดับผิวดินจนถึงที่ระดับความลึก -170 เมตร (รทก.) และติดตามตรวจวัดระดับน้ำจากบ่อน้ำบาดาลของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลตลอดปี ตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2545 ถึง เมษายน พ.ศ. 2546 โดยฤดูฝนทำการตรวจวัดทุกเดือน และตรวจวัดประมาณเดือนเว้นเดือนในฤดูแล้ง รวม 8 ครั้ง เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบแบบจำลอง ทำการตรวจวัดระดับน้ำในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547 เพื่อใช้ในการตรวจสอบแบบจำลอง ประเมินสมมูลน้ำจากแบบจำลองที่ได้ และจำลองการสูบน้ำโดยเพิ่มอัตราการสูบน้ำทุกบ่อเป็น 2, 3 และ 5 เท่า เพื่อหาผลกระทบต่อระดับน้ำบาดาล

2.2 วัสดุและอุปกรณ์

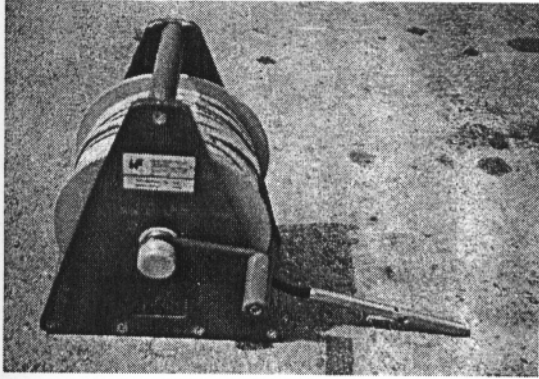
2.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดระดับน้ำ

- 1) เครื่องมือหาตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม (Global Positioning System, GPS) ยี่ห้อ GARMIN (12 CHANNEL)
- 2) แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1 : 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร พ.ศ. 2533
- 3) เครื่องวัดระดับน้ำ Maßbandlänge Meter รุ่น Kabellichtlot Type010 Hydrotechnik GmbH Industriegebiet (รูปที่ 2-1)

2.2.2 ระบบคอมพิวเตอร์ แบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก คือ

- 1) อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ (Hardware)
 - เครื่องคอมพิวเตอร์ Pentium 4 CPU ความเร็ว 1.6 GHz RAM 384 MB
- 2) โปรแกรม (Software)
 - จำลองการไหลของน้ำบาดาลโดยโปรแกรม Visual MODFLOW Version 2.8.1 ภายใต้ลิขสิทธิ์กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

- นำเข้าข้อมูลให้อยู่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม ArcView Version 3.2, Surfer Version 8, Microsoft Excel และ Microsoft Access



รูปที่ 2-1 เครื่องวัดระดับน้ำ Maßbandlänge Meter รุ่น Kabellichtlot Type010 (ซ้าย) และวิธีการตรวจวัดระดับน้ำ (ขวา)

2.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

- 1) รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิที่เกี่ยวข้องในการศึกษา ซึ่งหน่วยงานต่างๆ ได้ศึกษาและจัดเก็บรวบรวมไว้ ทั้งในรูปแบบข้อมูลแผนที่ลายเส้น ข้อมูลแผนที่ดิจิทัล และข้อมูลอธิบายคุณลักษณะรายละเอียดดังตาราง 2-1
- 2) จัดทำระบบฐานข้อมูลสำหรับการสร้างแบบจำลอง โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
- 3) ร่วมสำรวจสภาพธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยา กับฝ่ายอุทกธรณีวิทยา กองน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี (ปัจจุบัน กรมทรัพยากรน้ำบาดาล) เพื่อประเมินลักษณะชั้นหิน และขอบเขตการแผ่กระจายตัวของชั้นหิน
- 4) เก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม
 - ทำการตรวจวัดระดับน้ำในภาคสนามเพื่อใช้ปรับเทียบแบบจำลอง โดยตรวจวัดระดับน้ำจากบ่อสังเกตการณ์ 102 บ่อ ซึ่งกระจายอยู่ในแอ่งหาคใหญ่ ดังรูปที่ 2-2 (พิภพแสดงไว้ในตาราง ข-1 ภาคผนวก ข)
 - ตรวจวัดระดับน้ำบาดาลจากบ่อสังเกตการณ์ทั้ง 102 บ่อ เพื่อใช้ในการปรับเทียบแบบจำลอง 8 ครั้ง ในระยะเวลา 1 ปี ตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2545 ถึง เมษายน พ.ศ. 2546 ดังนี้

ครั้งที่	1	เดือนเมษายน	พ.ศ. 2545
ครั้งที่	2	เดือนมิถุนายน	พ.ศ. 2545
ครั้งที่	3	เดือนสิงหาคม	พ.ศ. 2545
ครั้งที่	4	เดือนตุลาคม	พ.ศ. 2545
ครั้งที่	5	เดือนธันวาคม	พ.ศ. 2545
ครั้งที่	6	เดือนมกราคม	พ.ศ. 2546
ครั้งที่	7	เดือนมีนาคม	พ.ศ. 2546
ครั้งที่	8	เดือนเมษายน	พ.ศ. 2546

- ตรวจวัดระดับน้ำบาดาลจากบ่อสังเกตการณ์ทั้ง 102 บ่อ เพื่อใช้ในการตรวจสอบแบบจำลองในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547

5) จัดทำข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลองเชิงมโนทัศน์

- จัดทำแผนที่น้ำบาดาล ภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยา วิเคราะห์แบ่งแยกขอบเขตและความหนาของชั้นน้ำ โดยทำงานร่วมกับคุณสุนทร ปัญญาสุธารส ฝ่ายสำรวจน้ำบาดาล กองน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี (ปัจจุบัน สำนักประเมินศักยภาพและคุณภาพแหล่งน้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล)
- วิเคราะห์รูปแบบ และทิศทางการไหลของน้ำบาดาล จากข้อมูลชั้นน้ำและระดับน้ำ ซึ่งได้จากการสำรวจทางอุทกธรณีวิทยา และลักษณะภูมิประเทศ โดยทำงานร่วมกับคุณ ไศภิชฐ์ ภิรมย์เลิศ ฝ่ายสำรวจน้ำบาดาล กองน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี (ปัจจุบัน สำนักอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล)

6) แบบจำลองเชิงมโนทัศน์ที่ใช้ในการศึกษานี้ สร้างจากข้อมูลโครงสร้างทางกายภาพและอุทกธรณีวิทยา โดยความอนุเคราะห์ของคุณสุนทร ปัญญาสุธารส

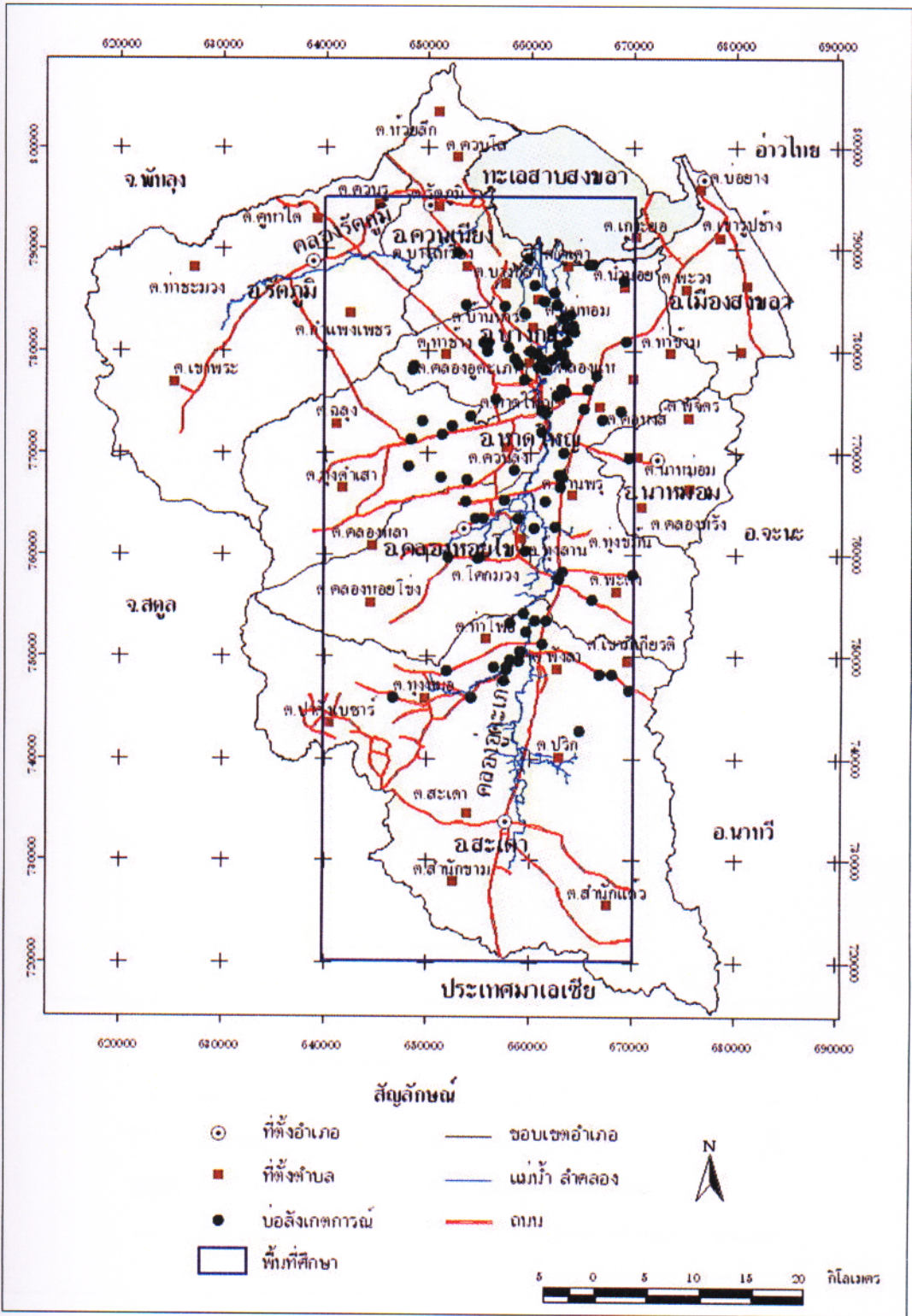
7) แปลงข้อมูลจากแบบจำลองเชิงมโนทัศน์เข้าสู่แบบจำลองเชิงตัวเลข

8) ประเมินอัตราการเพิ่มเติมน้ำบาดาล โดยพิจารณาจาก

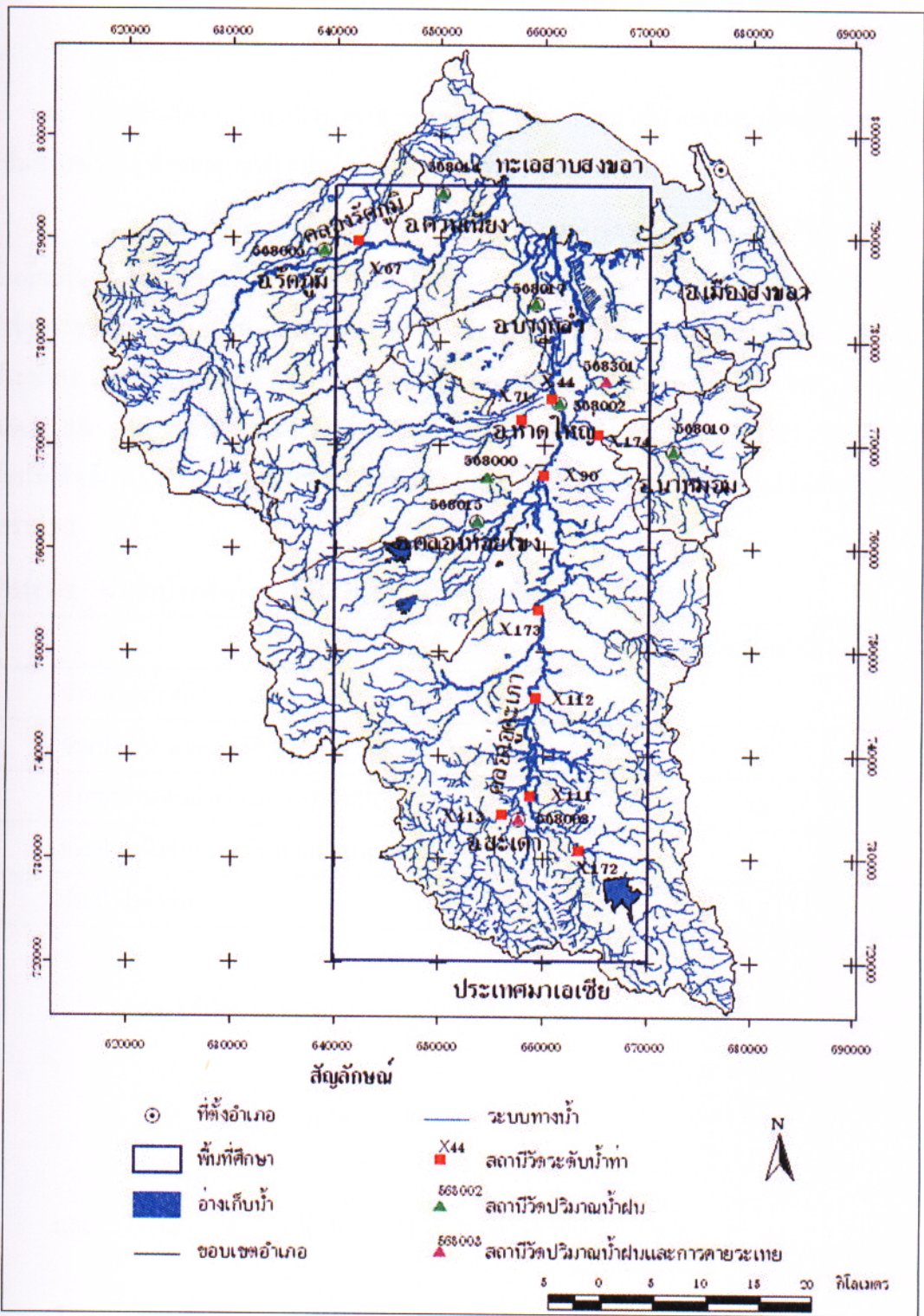
- ปริมาณน้ำฝน : วิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนในช่วง พ.ศ. 2516 ถึง พ.ศ. 2545
- อัตราการคายระเหยของน้ำสู่บรรยากาศ : วิเคราะห์จากข้อมูลการคายระเหยในช่วงปี พ.ศ. 2538 ถึง พ.ศ. 2543 จากสถานีตรวจวัดภูมิอากาศ 2 สถานีที่มีการตรวจวัดการระเหยของน้ำจากถาด (pan evaporation, E_p) คือ สถานีคองหงส์ และสถานีอำเภอสะเตา

ตาราง 2-1 ชนิดของข้อมูลและแหล่งข้อมูลทุติยภูมิที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูล	ลักษณะข้อมูล	แหล่งข้อมูล
ภูมิประเทศ	แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1 : 50,000	กรมแผนที่ทหาร
ธรณีวิทยา	แผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1 : 250,000	กรมทรัพยากรธรณี
อุทกธรณีวิทยา	แผนที่อุทกธรณีวิทยา มาตราส่วน 1 : 100,000	กรมทรัพยากรน้ำบาดาล
ข้อมูลบ่อน้ำบาดาล	- ประวัติบ่อ - ข้อมูลทางชลศาสตร์ - ข้อมูลชั้นดิน และหิน	กรมทรัพยากรน้ำบาดาล
ปริมาณน้ำฝน	ปริมาณน้ำฝนรายเดือนในช่วงปี พ.ศ. 2516 ถึง พ.ศ. 2545 จากสถานีตรวจวัดในพื้นที่ 9 สถานี ของกรมอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ สถานีสนามบิน หาดใหญ่ สถานีคอกหงส์ สถานีอำเภอหาดใหญ่ สถานีอำเภอสะเคา สถานีอำเภอรัตภูมิ สถานี อำเภอนาหม่อม สถานีอำเภอควนเนียง สถานี อำเภอคลองหอยโข่ง และสถานีอำเภอบางกล่ำ (รูปที่ 2-3)	กรมอุตุนิยมวิทยา
การคายระเหย	ข้อมูลการคายระเหย จากสถานีคอกหงส์ และ สถานีอำเภอสะเคา (รูปที่ 2-3)	กรมอุตุนิยมวิทยา
การใช้ประโยชน์ที่ดิน	แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2543 ใน ระบบคิดิจิตอล	กรมพัฒนาที่ดิน
น้ำท่า	ระดับน้ำของน้ำผิวดิน จากสถานีวัดน้ำท่าของ กรมชลประทาน 6 สถานี ได้แก่ X44, X67, X90, X111, X112 และ X173 (รูปที่ 2-3)	กรมชลประทาน
ประชากร	ฐานข้อมูล กชช. 2ค พ.ศ. 2544 ในระบบคิดิจิตอล	กรมการพัฒนาชุมชน
การใช้น้ำ	- น้ำประปา - น้ำบาดาล	- การประปาหาดใหญ่ - สำนักงานทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สงขลา



รูปที่ 2-2 แผนที่แสดงตำแหน่งบ่อสังเกตการณ์ที่ทำการตรวจวัดระดับน้ำ



รูปที่ 2-3 แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีวิจัยในพื้นที่ศึกษา

- ปริมาณน้ำท่า : ประเมินปริมาณน้ำท่าของกลุ่มน้ำคลองอุตะเถาและคลองรัตภูมิ ในช่วง ปี พ.ศ. 2515 ถึง พ.ศ. 2545

9) ประเมินอัตราการสูญน้ำบาดาล โดยประเมินจากการใช้น้ำของหมู่บ้านซึ่งอยู่นอกพื้นที่ให้บริการน้ำประปาของการประปาภาคใหญ่ และการใช้น้ำของภาคเอกชน

- การใช้น้ำบาดาลของหมู่บ้าน : เนื่องจากบ่อบาดาลที่ใช้ตามหมู่บ้านมักจะไม่มีกั้นบันทึกปริมาณการใช้น้ำไว้ ดังนั้นจึงประเมินการใช้น้ำจากข้อมูลตำแหน่งบ่อบาดาล และจำนวนประชากรจากฐานข้อมูล กชช. 2คปี พ.ศ. 2544 ซึ่งปริมาณการใช้น้ำบาดาลจะแปรผันตรงกับจำนวนประชากร โดยกำหนดให้อัตราการใช้น้ำเฉลี่ยของประชากรหนึ่งคนเท่ากับ 65 ลิตรต่อวัน (DANCED และกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม, 2542) และพิจารณาสัมประสิทธิ์การใช้น้ำบาดาลจากเงื่อนไขลักษณะการใช้น้ำและแหล่งน้ำที่ใช้ในแต่ละหมู่บ้าน ดังตาราง 2-2

ตาราง 2-2 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำบาดาลในแต่ละหมู่บ้าน

เงื่อนไขการใช้น้ำ	ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำบาดาล
น้ำบาดาลทั้งหมด	1.0
ประปาน้ำบาดาลและมีกรใช้น้ำผิวดินบางส่วน	0.8
ประปาน้ำบาดาลและประปาน้ำผิวดิน	0.5
ประปาน้ำผิวดินและใช้น้ำจากบ่อบาดาลแบบโยก	0.2
ประปาน้ำผิวดิน	0.0

การใช้น้ำบาดาลในแต่ละหมู่บ้านคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$P_{wu} = N \times 0.06 \quad 2-1$$

และ $G_{wu} = P_{wu} \times W = N \times 0.06 \times W \quad 2-2$

โดย G_{wu} = ปริมาณการใช้น้ำบาดาลของหมู่บ้าน (ลบ.ม./วัน)
 P_{wu} = สักยภาพการใช้น้ำเบื้องต้นของหมู่บ้าน (ลบ.ม./วัน)
 N = จำนวนประชากร
 W = สัมประสิทธิ์การใช้น้ำบาดาล

- การใช้น้ำบาดาลของเอกชน : ใช้ข้อมูลการใช้น้ำบาดาลจากสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมสงขลาในช่วงปี พ.ศ. 2538 ถึง พ.ศ. 2543

10) สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

- ออกแบบกริด (grid) และจำนวนชั้น (layer) พิจารณาจากข้อมูลที่มีอยู่ โดยแบ่งพื้นที่แบบจำลองทั้งแนวตะวันออก-ตะวันตก และเหนือ-ใต้ ออกเป็นกริดขนาด 200, 300, 400, 500, 750 และ 1,000 เมตร โดยเฉพาะเขตอำเภอหาดใหญ่ซึ่งมีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้มากจึงทำการแบ่งกริดให้มีขนาดเล็กกว่าบริเวณอื่นๆ (ขนาด 200x200 เมตร) เพื่อให้ได้ผลการจำลองละเอียดขึ้น และแบ่งความหนาของชั้นหินให้น้ำออกเป็น 12 ชั้นย่อย
- กำหนดสภาพขอบเขต (boundary condition) พิจารณาจากลักษณะภูมิประเทศและอุทกธรณีวิทยาของพื้นที่ที่มีผลต่อแบบจำลอง โดยกำหนดให้ขอบเขตด้านเหนือเป็นขอบเขตที่มีระดับน้ำคงที่, ขอบเขตด้านใต้เป็นขอบเขตที่น้ำไม่ไหลผ่าน, ขอบเขตด้านตะวันออกและตะวันตกเป็นขอบเขตที่น้ำไหลเข้า, ขอบเขตด้านบนเป็นขอบเขตที่มีการเพิ่มเติมน้ำ และขอบเขตด้านล่างเป็นขอบเขตที่น้ำไม่ไหลผ่าน
- กำหนดช่วงเวลาการคำนวณ (stress period) และขนาดของขั้นเวลาในการคำนวณ (time step) พิจารณาจากวัตถุประสงค์ของการจำลองว่าต้องการความละเอียดมากน้อยเพียงใด เพราะขนาดของเวลาที่ใหญ่เกินไปจะทำให้ผลการคำนวณผิดพลาดมาก และขนาดของเวลาที่เล็กเกินไปจะทำให้ใช้เวลาในการคำนวณมากเกินไป โดยกำหนดเวลาการจำลองเริ่มจากเดือนเมษายน พ.ศ. 2545 ถึง พ.ศ. 2550 (5 ปี) และกำหนดช่วงเวลาการคำนวณออกเป็นรายเดือน (จำนวน 60 ช่วงเวลา) ใน 1 ช่วงเวลา กำหนดขั้นเวลาในการคำนวณออกเป็น 10 ขั้นเวลา (1 ขั้นเวลาประมาณ 3 วัน)

11) จำลองทิศทางการไหลของน้ำบาดาล ด้วยโปรแกรม Visual MODFLOW Version 2.8.1 โดยปรับเทียบในสถานะคงที่ โดยใช้ค่าระดับน้ำเฉลี่ยจากข้อมูลภาคสนามที่ตรวจวัดในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2545 ถึง เมษายน พ.ศ. 2546 และปรับเทียบในสถานะที่ระดับน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา โดยใช้ค่าระดับน้ำรายเดือนที่ตรวจวัดในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2545 ถึง เมษายน พ.ศ. 2546

12) วิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปร โดยทำการจำลองซ้ำและเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการจำลองหลังจากปรับแก้ค่าสมบูรณ์แล้ว ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์การยอมให้น้ำซึมผ่าน อัตรา

การเพิ่มเติมน้ำ และค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บจำเพาะ เพื่อดูว่าการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์นั้นๆ มีผลต่อแบบจำลองมากน้อยเพียงใด

13) ตรวจสอบแบบจำลองที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา โดยเปรียบเทียบค่าระดับน้ำที่ได้จากการคำนวณจากแบบจำลองที่ปรับแก้แล้ว กับค่าระดับน้ำจริงที่วัดในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547

14) ประเมินสมมูลของแหล่งน้ำบาดาล โดยใช้แบบจำลองที่ปรับแก้แล้ว

15) จำลองการสูบน้ำจากบ่อบาดาลด้วยอัตราการสูบต่างๆ กัน (prediction scenario) โดยเพิ่มอัตราการสูบน้ำทุกบ่อเป็น 2, 3 และ 5 เท่าของอัตราการสูบในปี พ.ศ. 2543 เพื่อหาผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อระดับน้ำบาดาลและสมมูลน้ำบาดาล

16) วิเคราะห์ และอภิปรายผล

17) สรุปผลการศึกษา