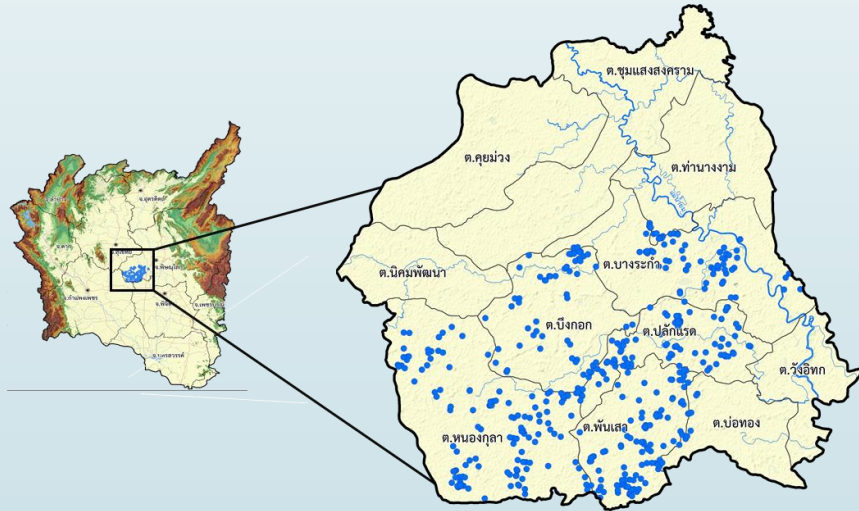




รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น

ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น
ในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



ปีงบประมาณ พ.ศ. 2563

สำนักอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	ก
สารบัญรูป	ค
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาของโครงการ	1-1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการฯ	1-2
1.3 พื้นที่ศึกษา	1-2
1.4 เป้าหมายโครงการฯ	1-2
1.5 ขอบเขตการดำเนินงาน	1-3
1.6 ระยะเวลาดำเนินงาน	1-4
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1-4
บทที่ 2 การรวบรวมข้อมูลของพื้นที่ดำเนินการ	
2.1 พื้นที่ดำเนินการ	2-1
2.2 ข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่	2-1
2.3 ข้อมูลธรณีวิทยา	2-21
2.4 ข้อมูลอุทกธรณีวิทยา	2-29
2.5 การทบทวนงานศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2-37
บทที่ 3 การสำรวจรายละเอียดข้อมูลในภาคสนาม	
3.1 การเจาะสำรวจชั้นน้ำบาดาลระดับต้น	3-1
3.2 การสำรวจธรณีฟิสิกส์บนผิวดินด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า	3-5
3.3 การสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยการวัดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	3-14
3.4 การสำรวจวัดระดับน้ำบาดาล	3-18
3.5 การดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาล น้ำผิวดิน และน้ำฝน	3-22

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานโครงการ	
4.1 การคัดเลือกพื้นที่ และวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้น	4-1
4-2 การประชาสัมพันธ์เผยแพร่องค์ความรู้ด้านการเติมน้ำใต้ดินแก่ภาคประชาชน	4-3
4.3 การก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้น และสถานีสังเกตการณ์น้ำบาดาล	4-8
4.4 การเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์คุณภาพน้ำ พื้นที่ก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้น	4-41
4.5 การติดตั้งเครื่องวัดระดับน้ำอัตโนมัติเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำบาดาล	4-45
บทที่ 5 การวิเคราะห์ แปลความหมาย และประมวลผลข้อมูล	
5.1 คุณสมบัติทางศาสตร์ของชั้นน้ำบาดาลที่ได้จากการศึกษา	5-1
5.2 ทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา	5-11
5.3 คุณภาพน้ำบาดาลและประเภทของน้ำบาดาล	5-13
5.4 แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์น้ำบาดาล	5-17
บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ	
6.1 สรุปและข้อเสนอแนะ	6-1
ภาคผนวก	
ก การเจาะสำรวจชั้นน้ำบาดาลระดับต้น	1
ข การสำรวจธรณีฟิสิกส์บนผิวดิน (VES+2D)	29
ค การสำรวจวัดระดับน้ำบาดาล	133
ง ผลวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาล น้ำผิวดิน และน้ำฝน	139
จ ผลการวิเคราะห์ชั้นดินชั้นหินของบ่อเติมน้ำระดับต้น	299
ฉ ผลการวิเคราะห์ชั้นดินชั้นหินและการหยั่งธรณีหลุมเจาะของบ่อสังเกตการณ์	747
ช ผลการสูบทดสอบบ่อน้ำบาดาลและการวิเคราะห์ข้อมูล	801
ซ ผลการทดสอบเติมน้ำระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นผ่านบ่อวงคอนกรีต	972

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1-1 แสดงพื้นที่โครงการพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบน	1-5
รูปที่ 1-2 แสดงพื้นที่โครงการพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลจันทบุรี-ตราด	1-6
รูปที่ 2-1 แผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบน (ปรับปรุงจาก DEM, 2553)	2-2
รูปที่ 2-2 แสดงแม่น้ำสายหลักที่อยู่ในพื้นที่ศึกษา พื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบน (ปรับปรุงจาก DEM, 2553)	2-4
รูปที่ 2-3 ข้อมูลกลุ่มชุดดิน พื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบน (ปรับปรุงจาก กรมพัฒนาที่ดิน, 2559)	2-7
รูปที่ 2-4 ค่าการซึมน้ำของดิน พื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบน (ปรับปรุงจาก กรมพัฒนาที่ดิน, 2559)	2-8
รูปที่ 2-5 ประเภทการใช้ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดิน (Land Use) พื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยา ตอนบน (ปรับปรุงจาก กรมพัฒนาที่ดิน, 2559)	2-9
ตารางที่ 2-2 แสดงจำนวนพื้นที่การปกครองและจำนวนประชากร	2-10
รูปที่ 2-6 แผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่พื้นที่แอ่งน้ำบาดาลจันทบุรี-ตราด (ปรับปรุงจาก DEM, 2553)	2-12
รูปที่ 2-7 แสดงแม่น้ำสายหลักที่อยู่ในพื้นที่ศึกษา พื้นที่พื้นที่แอ่งน้ำบาดาลจันทบุรี-ตราด (ปรับปรุงจาก DEM, 2553)	2-15
รูปที่ 2-8 ข้อมูลกลุ่มชุดดิน พื้นที่แอ่งน้ำบาดาลจันทบุรี-ตราด (ปรับปรุงจาก กรมพัฒนาที่ดิน, 2559)	2-18
รูปที่ 2-9 ค่าการซึมน้ำของดิน (Soil Permeability) พื้นที่แอ่งน้ำบาดาลจันทบุรี-ตราด (ปรับปรุงจาก กรมพัฒนาที่ดิน, 2559)	2-19
รูปที่ 2-10 ประเภทการใช้ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดิน (Land Use) พื้นที่แอ่งน้ำบาดาลจันทบุรี- ตราด (ปรับปรุงจาก กรมพัฒนาที่ดิน, 2559)	2-20
รูปที่ 2-11 ธรณีวิทยาของแอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบน (ปรับปรุงจาก กรมทรัพยากรธรณี, 2553)	2-24
รูปที่ 2-12 ธรณีวิทยาของแอ่งน้ำบาดาลจันทบุรี-ตราด (ปรับปรุงจาก กรมทรัพยากรธรณี, 2553)	2-28
รูปที่ 2-13 อุทกธรณีวิทยาของแอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบน (ปรับปรุงจาก กรมทรัพยากร น้ำบาดาล, 2540)	2-31
รูปที่ 2-14 อุทกธรณีวิทยาของแอ่งน้ำบาดาลจันทบุรี-ตราด (ปรับปรุงจาก กรมทรัพยากร น้ำบาดาล, 2540)	2-36
รูปที่ 3-1 ขั้นตอนการดำเนินการเจาะสำรวจชั้นน้ำบาดาลระดับต้นโดยประยุกต์ใช้เครื่องมือ เจาะสำรวจ MIP	3-2
รูปที่ 3-2 แบบวิเคราะห์แห่งดินแห่งหินที่ได้จากการเจาะสำรวจชั้นน้ำบาดาลระดับต้น	3-3
รูปที่ 3-3 แผนที่แสดงจุดเจาะสำรวจชั้นน้ำบาดาลระดับต้นโดยประยุกต์ใช้เครื่องมือเจาะสำรวจ MIP	3-4

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3-4 (ก) หลักการสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าของชั้นหินและหิน (Vogelsang 1995)	
(ข) การจัดวางขั้วไฟฟ้าในรูปแบบต่างๆ	3-6
รูปที่ 3-5 แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของจุดสำรวจธรณีฟิสิกส์	3-8
รูปที่ 3-6 การสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก	3-9
รูปที่ 3-7 ก) ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าภาคสนาม	3-9
ข) การประมวลผลและแปลความหมายข้อมูลโดยใช้โปรแกรม IPI2Win	
รูปที่ 3-8 ตัวอย่างภาพตัดขวางค่าความต้านทานไฟฟ้า	3-10
รูปที่ 3-9 รูปแบบของการเก็บข้อมูลการสำรวจวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ (เพียงตา, 2550)	3-11
รูปที่ 3-10 การสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบสองมิติ	3-13
รูปที่ 3-11 ผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบสองมิติ	3-13
รูปที่ 3-12 ลักษณะการปล่อยสัญญาณสนามแม่เหล็กปฐมภูมิและการเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กทุติยภูมิ (Klein and Lajoie, 1980)	3-14
รูปที่ 3-13 (ซ้าย) ลักษณะของกล่องรับสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่อยู่ด้านล่างและกล่องควบคุมที่อยู่ด้านบน	
(กลาง) ห่วงวงกลมที่ใช้ปล่อยสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้า มีลักษณะการวางขนานกับพื้นโลก	
(ขวา) การทำสัญลักษณ์บอกระยะทาง เพื่อความสะดวกในการย้ายตัวรับและตัวปล่อยสัญญาณไปยังจุดสำรวจที่อยู่ถัดไป	3-15
รูปที่ 3-14 แสดงภาพตัดขวางค่าความต้านทานไฟฟ้าจากการสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีแม่เหล็กไฟฟ้า	3-16
รูปที่ 3-15 แสดงผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีแม่เหล็กไฟฟ้า และการแปลความหมายข้อมูลด้วยโปรแกรม IX1D	3-17
รูปที่ 3-16 แผนที่แสดงตำแหน่งบ่อน้ำบาดาลและบ่อน้ำตื้นที่ทำการสำรวจวัดระดับน้ำบาดาล	3-19
รูปที่ 3-17 การสำรวจวัดระดับน้ำบาดาล	3-20
รูปที่ 3-18 แผนที่แสดงตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาล น้ำผิวดิน และน้ำฝน	3-24
รูปที่ 3-19 การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบสมบูรณ์และคุณลักษณะที่เป็นพิษ	3-25
รูปที่ 3-20 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลทางเคมีเบื้องต้นตรงบริเวณ ณ ปากบ่อ	3-25
รูปที่ 3-21 การเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืช	3-26
รูปที่ 3-22 การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำฝนแบบสมบูรณ์	3-26
รูปที่ 4.1 แผนที่แสดงความลึกของชั้นทรายในพื้นที่ศึกษา (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2561)	4-2
รูปที่ 4-2 การจัดอบรมให้ความรู้กับผู้นำชุมชน	4-3
รูปที่ 4-3 แบบสำรวจชั้นรายละเอียดเพื่อประเมินความเหมาะสมในการดำเนินการโครงการฯ	4-4
รูปที่ 4-4 การสำรวจชั้นรายละเอียดเพื่อประเมินความเหมาะสมในการดำเนินการโครงการฯ	4-7
รูปที่ 4-5 แผนที่แสดงตำแหน่งก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นผ่านบ่อวงคอนกรีต	
จำนวน 500 แห่ง	4-9

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4-6 แผนที่แสดงตำแหน่งก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นด้วยระบบหลังคาน้ำฝนผ่านบ่อวงคอนกรีต จำนวน 30 แห่ง	4-10
รูปที่ 4-7 หนังสือบันทึกข้อตกลงการยินยอมให้ใช้ที่ดินเพื่อสาธารณะประโยชน์ในการก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้น	4-11
รูปที่ 4-8 แบบมาตรฐานระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นด้วยระบบหลังคาน้ำฝนผ่านบ่อวงคอนกรีต	4-14
รูปที่ 4-9 แบบมาตรฐานระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นผ่านบ่อวงคอนกรีต	4-15
รูปที่ 4-10 รถเจาะบ่อน้ำบาดาลระดับต้น	4-16
รูปที่ 4-11 แสดงขั้นตอนการก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นผ่านบ่อวงคอนกรีต	4-17
รูปที่ 4-12 รายละเอียดลักษณะของชั้นดินชั้นหินที่ได้จากการเจาะบ่อน้ำบาดาลระดับต้น	4-18
รูปที่ 4-13 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบระบบเติมน้ำ	4-20
รูปที่ 4-14 การทดสอบเติมน้ำแบบต่อเนื่อง	4-21
รูปที่ 4-15 แบบฟอร์มทดสอบระบบเติมน้ำ	4-22
รูปที่ 4-16 อัตราการเติมน้ำของบ่อเติมน้ำ ของบ่อเติมน้ำ AR-DW630207 พื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกุลา อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก	4-23
รูปที่ 4-17 แผนที่แสดงตำแหน่งจุดเจาะบ่อสังเกตการณ์ของโครงการฯ	4-27
รูปที่ 4-18 ขั้นตอนการเจาะบ่อสังเกตการณ์	4-28
รูปที่ 4-19 ตัวอย่างชั้นดินชั้นหิน ที่ได้จากหลุมเจาะ ทุกความลึก 1 เมตร	4-29
รูปที่ 4-20 แบบรายงานลักษณะชั้นดินชั้นหินที่ได้จากบ่อสังเกตการณ์	4-30
รูปที่ 4-21 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ	4-32
รูปที่ 4-22 แสดงการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะเพื่อหาคุณสมบัติทางกายภาพของชั้นดินหรือหิน	4-32
รูปที่ 4-23 แบบรายงานผลการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ	4-33
รูปที่ 4-24 แบบมาตรฐานบ่อสังเกตการณ์น้ำบาดาล	4-35
รูปที่ 4-25 แสดงการดำเนินการสุบทดสอบของโครงการฯ	4-37
รูปที่ 4-26 แสดงตัวอย่างแบบรายงานผลการสุบทดสอบ	4-38
รูปที่ 4-27 แสดงตัวอย่างผลการคำนวณและวิเคราะห์ข้อมูลในโปรแกรม Aquifer Test	4-39
รูปที่ 4-28 แผนที่แสดงตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างน้ำบ่อสังเกตการณ์เพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบสมบูรณ์ และคุณลักษณะที่เป็นพิษ และเพื่อวิเคราะห์สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในแหล่งน้ำบาดาล	4-42
รูปที่ 4-29 การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบสมบูรณ์ และคุณลักษณะที่เป็นพิษจากบ่อสังเกตการณ์ของโครงการฯ	4-43
รูปที่ 4-30 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลทางเคมีเบื้องต้นตรงบริเวณ ณ ปากบ่อ	4-43
รูปที่ 4-31 การเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในแหล่งน้ำบาดาลจากบ่อสังเกตการณ์ของโครงการฯ	4-44
รูปที่ 4-32 แสดงการติดตั้งเครื่องวัดระดับน้ำอัตโนมัติของโครงการฯ	4-47
รูปที่ 5-1 แผนที่อุทกธรณีวิทยามาตราส่วน 1:50,000 ในพื้นที่ศึกษา	5-2

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 5-2 ตำแหน่งของบ่อน้ำบาดาลที่ดำเนินการสูบน้ำเพื่อศึกษาคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นน้ำบาดาล	5-4
รูปที่ 5-3 แผนที่แสดงค่าสัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำของชั้นน้ำบาดาลตะกอนทรายรูปพัด	5-5
รูปที่ 5-4 แผนที่แสดงค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของชั้นน้ำบาดาลตะกอนทรายรูปพัด	5-6
รูปที่ 5-5 แผนที่แสดงค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บน้ำของชั้นน้ำบาดาลตะกอนทรายรูปพัด	5-7
รูปที่ 5-6 แผนที่แสดงทิศทางการไหลของน้ำบาดาลระดับต้น	5-12
รูปที่ 5-7 แสดงปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายน้ำได้จากการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลครั้งที่ 1	5-14
รูปที่ 5-8 แสดงปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายน้ำได้จากการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลครั้งที่ 2	5-15
รูปที่ 5-9 แสดงตำแหน่งของระบบเติมน้ำในพื้นที่อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก	5-16
รูปที่ 5-10 ขั้นตอนการทำแบบจำลองการไหลของน้ำบาดาล (ดัดแปลงจาก Mondal et al., 2552 และบริษัท เอส เอ็น ที คอนซัลแตนท์, 2561)	5-19
รูปที่ 5-11 แสดงลำดับชั้นตะกอนเชิงมนิทศาสตร์ (ซ้าย) บริเวณบ่อเติมน้ำใต้ดินระดับต้นและการนำเข้าข้อมูลสู่แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ (ขวา) บริเวณบ่อเติมน้ำใต้ดินระดับต้น	5-21
รูปที่ 5-12 แสดงจำนวนกริดเซลล์และขอบเขตของแบบจำลอง	5-23
รูปที่ 5-13 แสดงจำนวนกริดเซลล์ของแบบจำลองในแนวดิ่ง	5-23
รูปที่ 5-14 การแบ่งชั้นด้วยความแตกต่างของคุณสมบัติค่าการซึมผ่านของชั้นน้ำบาดาล	5-24
รูปที่ 5-15 ตำแหน่งบ่อที่ทำการทดสอบเติมน้ำ (สีแดง) และบ่อที่ทำการวัดระดับน้ำ (สีเขียว)	5-24
รูปที่ 5-16 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินระหว่างค่าที่บันทึกจากการทดสอบเติมน้ำในภาคสนาม (จุด) และค่าที่คำนวณจากแบบจำลอง (เส้น)	5-25
รูปที่ 5-17 แสดงการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำใต้ดินที่ได้จากบ่อสังเกตการณ์และค่าที่ได้จากการคำนวณจากแบบจำลอง	5-26
รูปที่ 5-18 ผลการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำบาดาลหลังจากที่มีการเติมน้ำผ่านระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้น	5-27
รูปที่ 5-19 แสดงขอบเขตพื้นที่ในการทำแบบจำลองการไหลของน้ำบาดาลในบริเวณกว้าง	5-29
รูปที่ 5-20 แสดงระดับความสูงของระดับผิวดิน ความลึกและความหนาของชั้นทราย	5-30
รูปที่ 5-21 แสดงทิศทางการไหลของน้ำบาดาลระดับต้นบริเวณตำบลหนองกุลาและบึงกอก	5-31
รูปที่ 5-22 ขอบเขตของค่าความซึมผ่าน (Hydraulic conductivity) ในบริเวณพื้นที่ศึกษาในมุมมองด้านบน (ภาพบน) แบบภาพตัดขวาง (ภาพกลาง) และตารางแสดงค่าความซึมผ่าน (ภาพล่าง)	5-34
รูปที่ 5-23 ตำแหน่งบ่อที่มีการสำรวจวัดระดับน้ำบาดาล	5-35
รูปที่ 5-24 ตำแหน่งบ่อเติมน้ำใต้ดินระดับต้น	5-36
รูปที่ 5-25 ผลการจำลองการไหลของน้ำใต้ดินในสภาวะคงที่ (Steady state)	5-37
รูปที่ 5-26 ผลการจำลองทิศทางการไหลก่อนการเติมน้ำใต้ดินในสภาวะไม่คงที่ (Transient state)	5-38

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 5-27 การเปรียบเทียบค่าระดับน้ำใต้ดินที่ได้จากบ่อสังเกตการณ์และค่าที่ได้จากการคำนวณ โดยแบบจำลอง	5-39
รูปที่ 5-28 ลักษณะของระดับน้ำใต้ดินหลังจากมีการเติมน้ำใต้ดินไปแล้ว 5 ปี	5-41

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2-1 ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ศึกษา (แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบน)	2-6
ตารางที่ 2-3 ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ศึกษา (แอ่งน้ำบาดาลจันทบุรี-ตราด)	2-17
ตารางที่ 3-1 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีแบบสมบูรณ์จำนวน 14 พารามิเตอร์ อ้างอิงจากมาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคตามพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ.2520	3-23
ตารางที่ 4-1 แสดงผลการทดสอบเติมน้ำระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นผ่านบ่อวงคอนกรีต	4-23
ตารางที่ 4-2 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลสูบทดสอบที่ได้จากโปรแกรม Aquifer Test	4-40
ตารางที่ 4-3 รายละเอียดข้อสังเกตการณ์ที่ดำเนินการตรวจวิเคราะห์สารป้องกันและกำจัด ศัตรูพืชไปแล้วจำนวน 20 ตัวอย่าง	4-45
ตารางที่ 5.1 ข้อมูลการสูบทดสอบปริมาณน้ำของบ่อน้ำบาดาลในชั้นน้ำบาดาลตะกอนทรายรูปพัด	5-8

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

ทรัพยากรน้ำบาดาล ถือเป็นแหล่งน้ำที่มีความสำคัญต่อกิจกรรมการดำรงชีพของมนุษย์ ทั้งการใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค การประกอบอาชีพ โดยเฉพาะการทำเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม และยังเป็นแหล่งน้ำที่สามารถเข้าถึงง่ายพบได้ทั่วไปในทุกหนทุกแห่ง แม้แต่ในพื้นที่ที่ไม่มีแหล่งน้ำผิวดินบางครั้งก็ยังสามารถพบว่ามีแหล่งน้ำบาดาลกักเก็บอยู่ใต้ดิน นอกจากนี้แล้ว น้ำบาดาลยังถือว่าเป็นน้ำที่ค่อนข้างสะอาด เนื่องจากผ่านการกรองจากชั้นดิน-ชั้นหินโดยธรรมชาติก่อนที่จะไหลผ่านลงไปกักเก็บไว้ในชั้นใต้ดิน

ในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมา สถานการณ์ด้านแหล่งน้ำของประเทศไทย ได้เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว เป็นผลมาจากการพัฒนาของประเทศ เกิดการขยายตัวทางเศรษฐกิจและชุมชนเมือง ก่อให้เกิดการใช้น้ำจากแหล่งต่าง ๆ ในปริมาณที่มากขึ้นหลายเท่าตัว ประกอบกับปัญหาด้านการเสื่อมโทรมของสภาพแวดล้อมอันเป็นผลจากการขยายตัวของเศรษฐกิจและชุมชน อีกทั้งปัญหาการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศของโลก ซึ่งล้วนแล้วแต่ส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำในบริเวณกว้าง ซึ่งแหล่งน้ำบาดาลก็เป็นแหล่งน้ำที่ประสบกับปัญหาเหล่านี้ด้วยเช่นกัน ดังจะเห็นได้จากหลายพื้นที่ของประเทศ ได้ประสบกับปัญหาที่เกิดจากผลกระทบของการสูบน้ำบาดาลเกินสมดุล เช่น ปัญหาแผ่นดินทรุดตัวในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑลที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องมาเป็นเวลานาน และปัญหาการลดระดับลงอย่างต่อเนื่องของน้ำบาดาลระดับตื้นที่เกิดจากการสูบน้ำมาทำการเกษตรมากเกินไปจนเกินสมดุลทั้งในพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันออก ซึ่งปัจจุบันพื้นที่ภาคกลางระดับน้ำลดลงไปมากบางแห่งมีความลึกมากกว่า 15 เมตร จากระดับผิวดิน ทำให้เกษตรกรต้องขุดบ่อลงไปให้ลึกถึงระดับที่เครื่องสูบน้ำสามารถสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ได้ หรือเรียกทั่วไปว่าการขุดบ่อ ซึ่งได้ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยต่อชีวิตของประชาชนตามมาอีกมากมาย เช่น การเสียชีวิตของเกษตรกรในบ่อที่ขุดลงไปดังกล่าวเนื่องจากขาดอากาศหายใจ และบางกรณีบ่อที่ขุดไว้มีสภาพร้าวจนมองไม่เห็น จึงทำให้มีการพลัดตกลงไปเสียชีวิตในบ่อตามที่ปรากฏเป็นข่าวเป็นประจำ ส่วนในพื้นที่ภาคตะวันออกโดยเฉพาะในพื้นที่เกษตรกรรมสวนผลไม้ในเขตพื้นที่จังหวัดระยอง จันทบุรี และตราด ได้มีการนำน้ำบาดาลระดับตื้นขึ้นมาใช้เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากมีการขยายพื้นที่สวนผลไม้และปรับเปลี่ยนชนิดต้นไม้จากสวนยางพาราไปปลูกทุเรียน เพราะได้ผลผลิตที่มีมูลค่าสูงกว่า เกษตรกรในภาคตะวันออกจึงมีการโค่นยางพาราที่มีราคาตกต่ำและหันมาปลูกทุเรียนกันเพิ่มขึ้นเฉลี่ยปีละ 4,000-5,000 ไร่/ปี ทุเรียนเป็นพืชที่ใช้น้ำค่อนข้างมาก ดังนั้นแหล่งน้ำที่มีอยู่เดิมจึงไม่เพียงพอ และมีการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลระดับตื้นขึ้นมาใช้มากขึ้น เพราะการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลระดับตื้นมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง และในปัจจุบันพบว่าในปีที่เกิดวิกฤตภัยแล้งรุนแรง น้ำบาดาลระดับตื้นในบางพื้นที่ลดลงหรือแห้ง ส่งผลให้ผลผลิตลดลงและต้นไม้ยืนต้นตาย ชาวสวนผลไม้เดือดร้อน

กรมทรัพยากรน้ำบาดาลได้ตระหนักถึงปัญหาเหล่านี้ จึงได้ริเริ่มดำเนินโครงการศึกษาทดลองเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล เพื่อบรรเทาและแก้ไขปัญหาดังกล่าวมาอย่างต่อเนื่อง โดยส่วนใหญ่ได้ดำเนินการในแอ่งน้ำบาดาลพื้นที่ภาคกลางตอนบนเป็นพื้นที่นำร่อง เช่น 1) โครงการศึกษาทดลองเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นในพื้นที่รับผิดชอบ

ของสำนักทรัพยากรน้ำบาดาล 12 เขต โดยดำเนินการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น 3 รูปแบบ ได้แก่ ระบบเติมน้ำผ่านหลังคา ลงใต้ดิน ระบบเติมน้ำผ่านบ่อเติมน้ำ และระบบเติมน้ำผ่านสระ รวมทั้งสิ้น 39 แห่ง 2) โครงการแก้ไขปัญหากล้งและ ปัญหาการลดระดับน้ำของชั้นน้ำบาดาลในพื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนบน ในพื้นที่อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก โดยการ เติมน้ำใต้ดินระดับต้นผ่านสระ 1 แห่ง และเติมน้ำผ่านบ่อน้ำบาดาล 1 แห่ง ซึ่งผลการทดสอบการเติมน้ำพบว่า มี อัตราการเติมน้ำอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ

ดังนั้น เพื่อเป็นการฟื้นฟูน้ำใต้ดินระดับต้นที่ประสบปัญหาการลดลงของระดับน้ำบาดาลเนื่องจากการสูบน้ำเกินสมดุลดังกล่าว ให้เกิดผลสัมฤทธิ์ของการดำเนินการเติมน้ำที่ชัดเจนและเห็นผลเป็นรูปธรรม จึงจำเป็นต้องขยายพื้นที่การดำเนินการให้ครอบคลุมพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันออก โดยในการดำเนินการเติมน้ำ ลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินระดับต้นจะต้องมีการสำรวจสภาพพื้นที่ และคัดเลือกพื้นที่ พร้อมทั้งกำหนดวิธีการ ที่เหมาะสมในการเติมน้ำก่อน จึงจะสามารถดำเนินการก่อสร้างระบบเติมน้ำในพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยั่งยืนต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อดำเนินการสำรวจและคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินระดับต้น
2. เพื่อก่อสร้างระบบเก็บเกี่ยวน้ำฝนและน้ำท่วมหลาก โดยการนำไปเก็บไว้ในชั้นน้ำใต้ดินระดับต้น
3. เพื่อแก้ไขและฟื้นฟูศักยภาพน้ำใต้ดินระดับต้น ที่ประสบปัญหาการลดลงของระดับน้ำบาดาล
4. เพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้ด้านการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาลสู่ชุมชน โรงเรียน และองค์กรบริหาร ส่วนท้องถิ่น

1.3 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบน และพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลจันทบุรี-ตราด ดังแสดงในรูปที่ 1-1และ 1-2

1.4 เป้าหมายของโครงการ

1. เพื่อให้มีรายละเอียดพื้นที่และวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้น จำนวน ไม่น้อยกว่า 2,530 แห่ง พื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบน และจันทบุรี-ตราด
2. เพื่อให้ชั้นน้ำบาดาลระดับต้นบริเวณพื้นที่อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก จันทบุรีและจังหวัดระยอง ได้รับการฟื้นฟูโดยการเก็บเกี่ยวน้ำฝนและน้ำผิวดินในฤดูน้ำหลากไปเพิ่มเติมในชั้นน้ำบาดาล จำนวน ไม่น้อยกว่า 530 แห่ง
3. เพื่อช่วยบรรเทาปัญหากล้งในช่วงเกิดวิกฤตขาดแคลนน้ำ ในเขตพื้นที่ที่มีการใช้น้ำใต้ดินระดับต้น
4. เพื่อเป็นต้นแบบการเรียนรู้และถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาลสู่ระดับท้องถิ่น

1.5 ขอบเขตการดำเนินงาน

1. การสำรวจและคัดเลือกพื้นที่

1.1) การทบทวนและรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากรายงานผลการศึกษาโครงการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่เพื่อวางแผนการสำรวจขั้นต้น

1.2) การสำรวจรายละเอียดข้อมูลเพิ่มเติมในภาคสนาม และวิเคราะห์ข้อมูลในด้านต่าง ๆ ได้แก่ สภาพพื้นที่ สภาพทางอุทกธรณีวิทยา เจาะสำรวจชั้นดิน สำรวจธรณีฟิสิกส์ สภาพแหล่งน้ำ สำรวจวัดระดับน้ำบาดาล พร้อมทั้งวิเคราะห์ทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในพื้นที่ และดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาล น้ำผิวดิน และน้ำฝน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด ดังนี้

- วิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบสมบูรณ์ จำนวน 2 ครั้ง ๆ ละไม่น้อยกว่า 110 ตัวอย่าง
- วิเคราะห์คุณลักษณะที่เป็นพิษ จำนวน 2 ครั้ง ๆ ละไม่น้อยกว่า 110 ตัวอย่าง
- วิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืช จำนวน 2 ครั้ง ๆ ละไม่น้อยกว่า 50 ตัวอย่าง
- วิเคราะห์คุณภาพน้ำฝนแบบสมบูรณ์ จำนวน 1 ครั้ง ไม่น้อยกว่า 10 ตัวอย่าง

1.3) การสำรวจเพื่อคัดเลือกพื้นที่และกำหนดวิธีการก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น จำนวนไม่น้อยกว่า 2,530 แห่ง

2. การก่อสร้างระบบเติมน้ำ

ก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น ไม่น้อยกว่า 530 แห่ง มี 2 รูปแบบ ได้แก่

2.1) รูปแบบระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นผ่านบ่อวงคอนกรีต ความลึกไม่น้อยกว่า 10 เมตร หรือจนถึงชั้นน้ำบาดาลระดับตื้น จำนวนไม่น้อยกว่า 500 แห่ง

2.2) รูปแบบระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นด้วยระบบหลังคาน้ำฝนผ่านบ่อวงคอนกรีต จำนวน 30 แห่ง

3. การเจาะบ่อสังเกตการณ์

เจาะบ่อสังเกตการณ์สำหรับใช้ในการประเมินผลการเติมน้ำ ไม่น้อยกว่า 56 บ่อ ให้มีความสอดคล้องกับสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจริง ในพื้นที่อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก จันทบุรีและจังหวัดระยอง

3.1) เจาะบ่อสังเกตการณ์น้ำบาดาลในชั้นน้ำบาดาลระดับตื้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ความลึกไม่น้อยกว่า 30 เมตร จำนวน 56 บ่อ พร้อมจัดทำฐานบ่อซีเมนต์และรั้วล้อมรอบ

3.2) ดำเนินการตรวจสอบชั้นน้ำบาดาลโดยวิธีหยั่งธรณีหลุมเจาะ (Electric Logger) ในบ่อสังเกตการณ์

3.3) ดำเนินการสุบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลในบ่อสังเกตการณ์ จำนวน 56 บ่อ ไม่น้อยกว่า 10 ชั่วโมง

3.4) ติดตั้งเครื่องบันทึกระดับน้ำอัตโนมัติ จำนวน 50 ชุด

4. การติดตามผลการดำเนินงาน

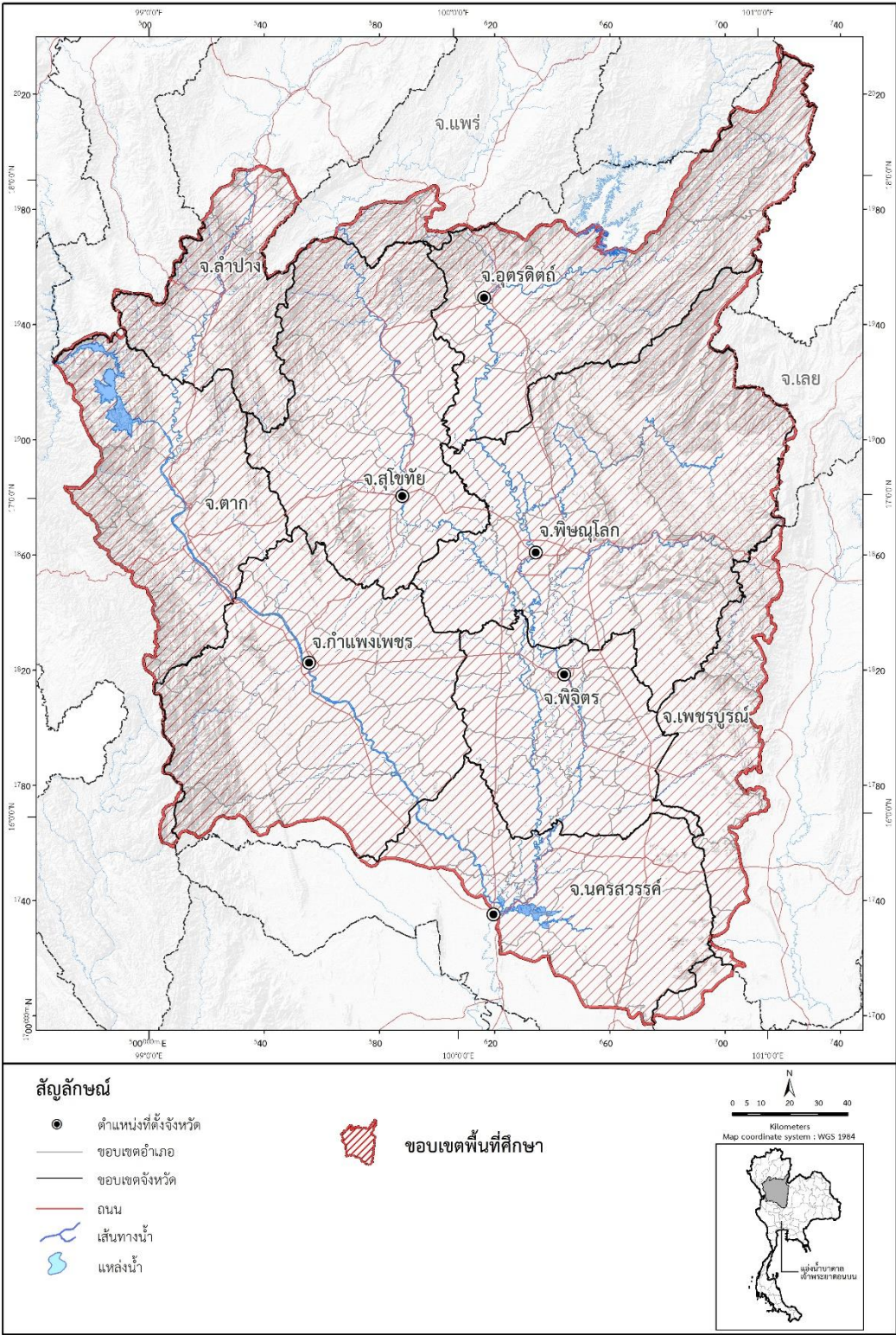
- 4.1) ทดสอบระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้น จำนวน 10 บ่อ
- 4.2) ติดตามวัดระดับน้ำจากบ่อสังเกตการณ์น้ำบาดาล จำนวน 56 บ่อ จำนวนอย่างน้อย 2 ครั้ง ให้ครอบคลุมทั่วทั้งพื้นที่ดำเนินการ เพื่อนำไปวิเคราะห์ประเมินผลการเพิ่มเติมน้ำโดยประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์น้ำบาดาล
- 4.3) เก็บน้ำตัวอย่างจากบ่อสังเกตการณ์น้ำบาดาล เพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบสมบูรณ์ (Completed Analysis) และคุณลักษณะที่เป็นพิษ จำนวน 2 ครั้ง ๆ ละไม่น้อยกว่า 56 ตัวอย่าง รวมถึงวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืช จำนวนไม่น้อยกว่า 20 ตัวอย่าง
- 4.4) ประเมินผลการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลระดับต้น โดยการประยุกต์ใช้ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์น้ำบาดาล (Mathematical Groundwater Modeling)
- 4.5) เผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับการก่อสร้างและบำรุงรักษาระบบเติมน้ำให้กับประชาชนและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น โดยเน้นการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ รวมถึงวิธีการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลระดับต้น
- 4.6) จัดทำรายงานสรุปผลการศึกษา

1.6 ระยะเวลาดำเนินงาน

ระยะเวลาดำเนินการ 7 เดือน (210 วัน)

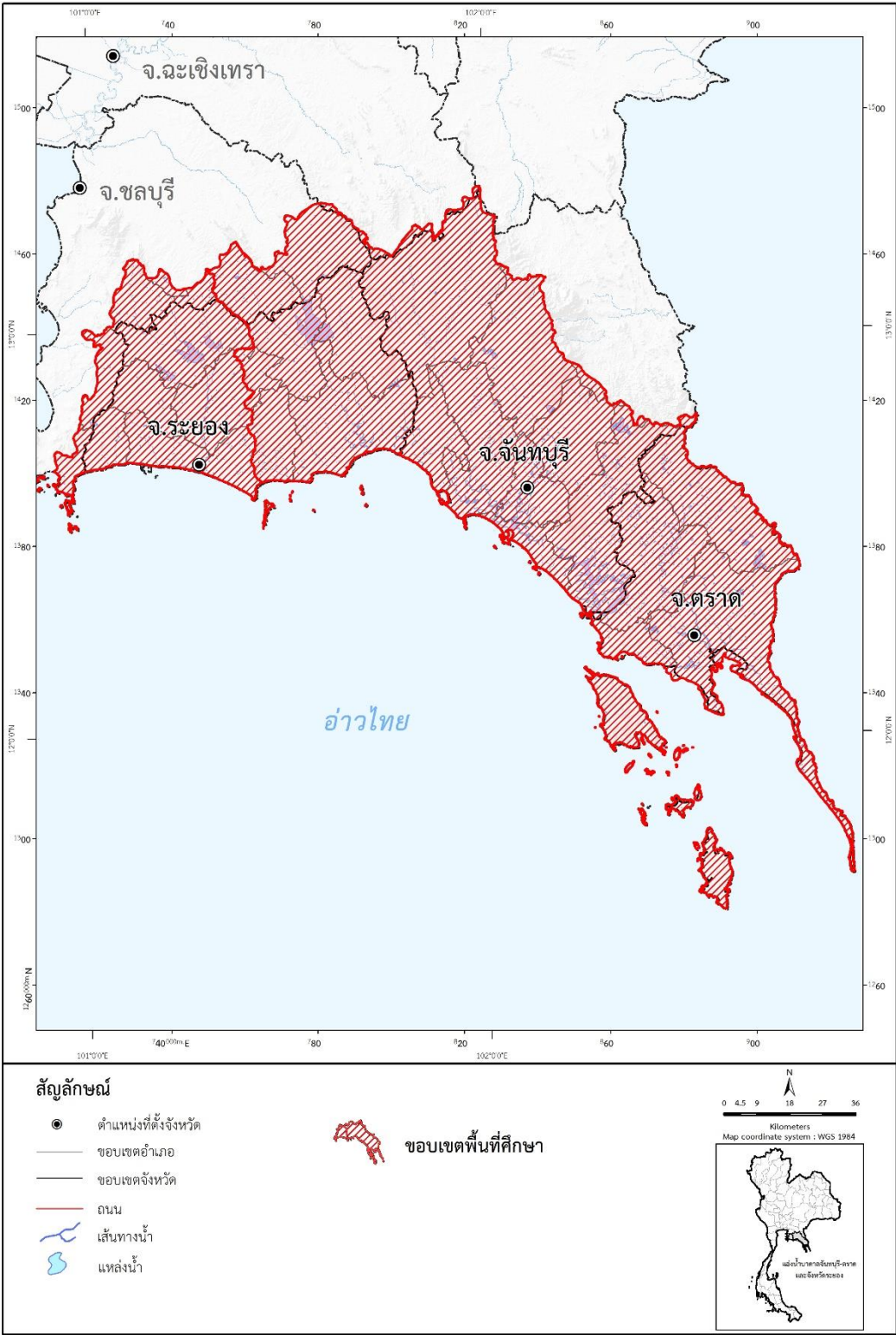
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพิ่มผลผลิต ยกระดับรายได้ของเกษตรกรและประชาชน
2. ลดปัญหาภัยแล้ง น้ำท่วม ความขัดแย้งของชุมชนและเกษตรกร
3. เกิดความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศน์โดยรวม



รูปที่ 1-1 แสดงพื้นที่โครงการพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบน

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



รูปที่ 1-2 แสดงพื้นที่โครงการพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลจันทบุรี-ตราด

บทที่ 2 การรวบรวมข้อมูลของพื้นที่ดำเนินการ

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ดำเนินการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา ธรณีวิทยา อุทกธรณีวิทยา รวมทั้งการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดในการสำรวจศึกษา โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 พื้นที่ดำเนินการ

พื้นที่ดำเนินการประกอบด้วย พื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบน ครอบคลุมพื้นที่ 6 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดอุตรดิตถ์ สุโขทัย พิษณุโลก กำแพงเพชร พิจิตร และนครสวรรค์ มีขนาดพื้นที่ 47,988 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลจันทบุรี – ตราด ครอบคลุมพื้นที่ 2 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดจันทบุรี และระยอง มีพื้นที่ขนาด 9,890 ตารางกิโลเมตร

2.2 ข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา

2.2.1 พื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบน

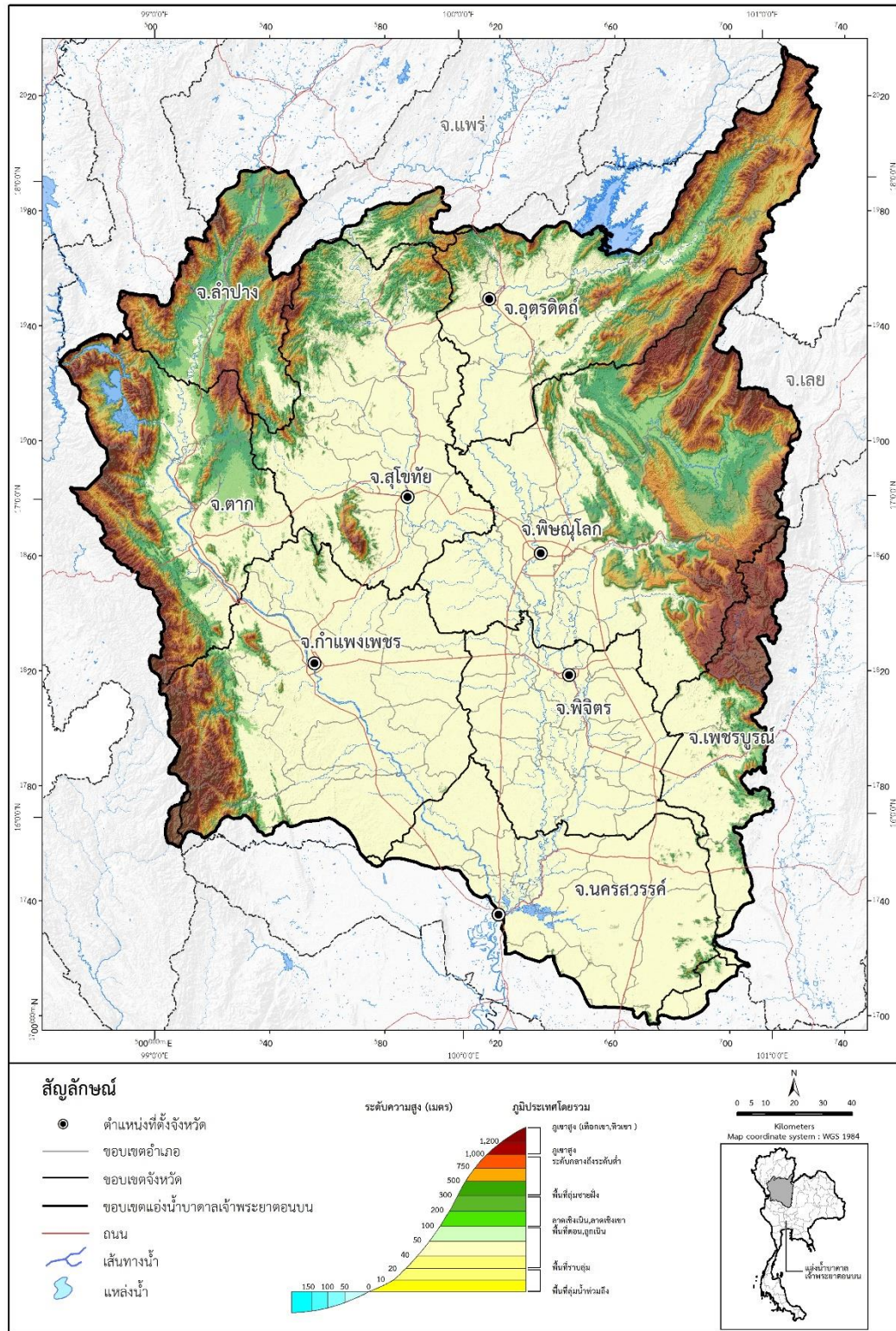
2.2.1.1 สภาพทั่วไปและลักษณะภูมิประเทศ

พื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำปิง วัง ยม และ น่าน มีความกว้างในแนวตะวันออก - ตะวันตกประมาณ 90 กิโลเมตร และความยาวในแนวเหนือ - ใต้ประมาณ 200 กิโลเมตร บริเวณที่เป็นที่ราบลุ่มมีค่าความสูงประมาณ 30-80 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ลักษณะภูมิประเทศที่เป็นเทือกเขาสูงพบในบริเวณที่เป็นขอบของแอ่งน้ำบาดาลด้านทิศตะวันออกและตะวันตก มีการวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ และพบบริเวณทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัดอุตรดิตถ์ มีการวางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ มีค่าความสูงประมาณ 80-800 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ดังแสดงในรูปที่ 2-1

อาณาเขตติดต่อของพื้นที่ศึกษากับบริเวณข้างเคียง ได้แก่

- ทิศเหนือ ติดต่อกับ จังหวัดแพร่ และน่าน
- ทิศตะวันออก ติดต่อกับ จังหวัดเลย เพชรบูรณ์ และสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว
- ทิศใต้ ติดต่อกับ จังหวัดอุทัยธานี ชัยนาท สิงห์บุรี และลพบุรี
- ทิศตะวันตก ติดต่อกับ จังหวัดตาก

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



รูปที่ 2-1 แผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบน (ปรับปรุงจาก DEM, 2553)

2.2.1.2 อุตุณิยวิทยา

1) สภาพภูมิอากาศ

พื้นที่ศึกษาได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมประจำฤดูกาล 2 ชนิดคือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ การพัดพามวลอากาศเย็นและแห้งจากประเทศจีน และมวลอากาศชื้นจากทะเลและมหาสมุทรมายังประเทศไทยของลมมรสุมทั้ง 2 ชนิดในช่วงเวลาที่ต่างกันนั้น เป็นผลทำให้เกิดฤดูกาล ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ฤดู คือ 1) ฤดูร้อน (กลางเดือนกุมภาพันธ์ - กลางเดือนพฤษภาคม) มีอากาศร้อนอบอ้าว โดยเฉพาะในเดือนเมษายน 2) ฤดูฝน (กลางเดือนพฤษภาคม - กลางเดือนตุลาคม) เป็นช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ โดยมีฝนตกมากที่สุดในเดือนสิงหาคม และ 3) ฤดูหนาว (กลางเดือนตุลาคม - กลางเดือนกุมภาพันธ์) เป็นช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยจะมีอากาศหนาวที่สุดในเดือนธันวาคมถึงมกราคม

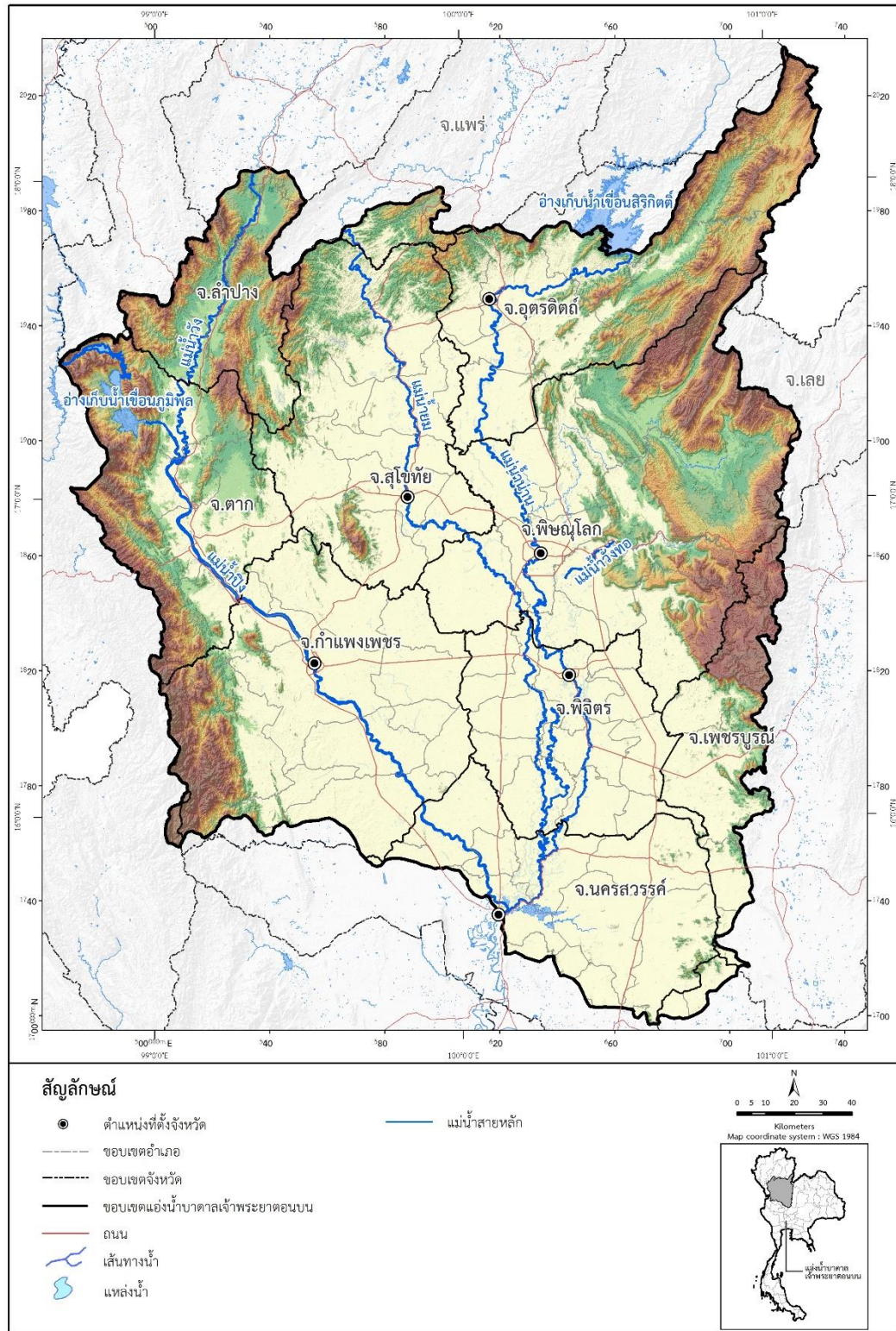
2) ปริมาณฝน

จังหวัดอุดรดิตถ์ และพิษณุโลกเป็นจังหวัดที่มีปริมาณฝนเฉลี่ยประมาณ 1,300 – 1,400 มิลลิเมตร ส่วนในพื้นที่อำเภอบางระกำ อำเภอบางกระพุ่ม และอำเภอรพรมพิราม เป็นบริเวณที่มีปริมาณฝนต่ำสุด มีปริมาณฝนเฉลี่ย 1,000 – 1,200 มิลลิเมตร ปริมาณฝนเฉลี่ยของจังหวัดกำแพงเพชร 1,200 – 1,300 มิลลิเมตร จังหวัดสุโขทัยและพิจิตรประมาณ 1,200 มิลลิเมตร และจังหวัดนครสวรรค์ 1,000 – 1,200 มิลลิเมตร (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2563)

3) ลำน้ำ

แหล่งน้ำผิวดินในพื้นที่ศึกษาประกอบด้วย 3 กลุ่มน้ำหลัก คือ กลุ่มแม่น้ำปิง กลุ่มแม่น้ำยม และกลุ่มแม่น้ำน่าน แม่น้ำปิง มีต้นกำเนิดอยู่ที่ดอยเชียงดาว อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ไหลไปทางทิศใต้ผ่านจังหวัดลำพูน จังหวัดตาก ไหลผ่านจังหวัดกำแพงเพชร และบรรจบกับแม่น้ำน่านที่ตำบลแควใหญ่ อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ แม่น้ำยม มีต้นกำเนิดอยู่ที่เทือกเขาผีปันน้ำ บริเวณอำเภอบึง จังหวัดพะเยา ไหลผ่านจังหวัดแพร่ สุโขทัย เข้ามายังจังหวัดพิษณุโลก ไหลผ่านทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของอำเภอบางระกำ ผ่านจังหวัดพิจิตร ก่อนที่จะบรรจบกับแม่น้ำน่านที่ตำบลเกยไชย อำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์ แม่น้ำน่าน มีต้นกำเนิดจากทิวเขาหลวงพระบาง จังหวัดน่าน ไหลผ่านจังหวัดน่าน อุดรดิตถ์ และเข้าเขตจังหวัดพิษณุโลก ที่อำเภอรพรมพิราม ไหลผ่านจังหวัดพิจิตร และบรรจบกับแม่น้ำยมที่ตำบลเกยไชย อำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์ (รูปที่ 2-2)

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



รูปที่ 2-2 แสดงแม่น้ำสายหลักที่อยู่ในพื้นที่ศึกษา พื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบน (ปรับปรุงจาก DEM, 2553)

2.2.1.3 ทรัพยากรดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน

กลุ่มชุดดินเป็นข้อมูลที่จำแนกตามคุณสมบัติ ศักยภาพในการเพาะปลูกที่คล้ายคลึงกัน จัดทำเป็นแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 โดยกรมพัฒนาที่ดิน จำแนกเป็น 62 กลุ่มชุดดิน โดยแบ่งเป็นสองกลุ่มใหญ่ คือ ดินในพื้นที่ลุ่มและพื้นที่ดอน รายละเอียดชุดดินในพื้นที่ศึกษามีดังนี้

1) ทรัพยากรดิน

จากข้อมูลกลุ่มชุดดินของกรมพัฒนาที่ดิน พบว่าในพื้นที่ศึกษาในแอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนนั้น ประกอบด้วยกลุ่มชุดดินจำนวน 35 ชุดดิน ซึ่งแบ่งเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ดังแสดงในรูปที่ 2-3 ได้แก่

กลุ่มชุดดินในพื้นที่ลุ่ม พบได้ในทุกจังหวัดในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนในบริเวณที่ลุ่มระบายน้ำได้ไม่ดี มักมีน้ำขังในฤดูฝน ไม่เหมาะสำหรับเพาะปลูกพืชไร่ ไม้ผล และไม้ยืนต้น ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 1, 4, 5, 6, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 24, 25, 58, 59

กลุ่มชุดดินในพื้นที่ดอนเขตดินแห้ง เขตดินแห้งเป็นเขตพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศ โดยเฉพาะพื้นที่ส่วนใหญ่ของภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง โดยทั่วไป มีฝนตกน้อยและตกกระจายไม่สม่ำเสมอ ปริมาณฝนตกเฉลี่ยน้อยกว่า 1,500 มิลลิเมตรต่อปี กลุ่มชุดดินที่พบ ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 28, 29, 31, 33, 35, 36, 38, 40, 41, 44, 46, 47, 48, 49, 52, 54, 55, 56

กลุ่มดินที่เป็นพื้นที่ลาดชันและภูเขา เป็นกลุ่มดินที่พบบริเวณพื้นที่ภูเขา พื้นที่ที่มีความลาดชันสูง ลักษณะดินมีความแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิประเทศ โดยทั่วไปมีทั้งดินตื้น และดินลึก ไม่เหมาะสมต่อการทำการเกษตร เนื่องจากหน้าดินตื้นมีหินโผล่และเสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดิน ได้ง่าย ควรปล่อยให้เป็นป่าธรรมชาติเพื่อเป็นต้นน้ำลำธาร ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 62

2) ค่าการซึมน้ำของดิน (Soil Permeability)

จากการศึกษาข้อมูลด้านทรัพยากรดิน ได้นำคุณสมบัติของกลุ่มชุดดินต่างๆ ที่พบในบริเวณพื้นที่ศึกษาทำการแบ่งดินตามลักษณะเนื้อดิน และสมบัติทางชลศาสตร์ โดยใช้ค่าสภาพ ชลศาสตร์ของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturated Hydraulics Conductivity, K_s) ซึ่งสามารถแบ่งดินออกได้เป็น 5 กลุ่ม (McLaren and Cameron, 1996) ดังแสดงในรูปที่ 2-4 ได้แก่

- **กลุ่ม 1** กลุ่มดินที่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ช้า มีค่า K_s 0.3 ถึง 0.12 เซนติเมตรต่อชั่วโมง และมีความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินสูง ประกอบด้วย ดินเหนียว (Clay) และดินร่วนปนดินเหนียว (Clay Loam) พบครอบคลุมพื้นที่ประมาณร้อยละ 6.89 ของพื้นที่ทั้งหมด

- **กลุ่ม 2** กลุ่มดินที่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ค่อนข้างช้า มีค่า K_s ระหว่าง 0.12 ถึง 0.48 เซนติเมตรต่อชั่วโมง ประกอบด้วย ดินร่วนปนดินเหนียวและทรายแป้ง (Silty Clay Loam) ครอบคลุมพื้นที่ประมาณร้อยละ 14.80 ของพื้นที่ทั้งหมด

- **กลุ่ม 3 กลุ่มดินที่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ปานกลาง** มีค่า K_s ระหว่าง 0.48 ถึง 1.50 เซนติเมตรต่อชั่วโมง ประกอบด้วย ดินร่วนปนทรายแป้ง (Silty Loam) พบครอบคลุมพื้นที่ประมาณ ร้อยละ 2.38 ของพื้นที่ทั้งหมด

- **กลุ่ม 4 กลุ่มดินที่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ค่อนข้างดี** มีค่า K_s ระหว่าง 1.5 ถึง 3 เซนติเมตรต่อชั่วโมง ประกอบด้วย ดินร่วน (Loam) พบครอบคลุมพื้นที่ประมาณร้อยละ 22.45 ของพื้นที่ทั้งหมด

- **กลุ่ม 5 กลุ่มดินที่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ดี** มีค่า K_s 3-6 เซนติเมตรต่อชั่วโมง ประกอบด้วย ทราย (Sand) และดินร่วนปนทราย (Sandy Loam) พบครอบคลุมพื้นที่ประมาณร้อยละ 53.47 ของพื้นที่ทั้งหมด

3) การใช้ที่ดิน (Land use)

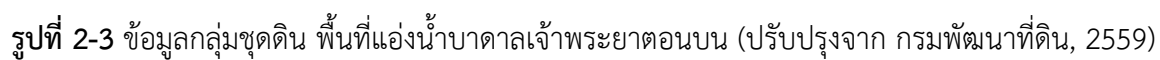
สามารถจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินออกเป็น 5 ประเภท ดังแสดงในรูปที่ 2-5 และรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ศึกษา (แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบน)

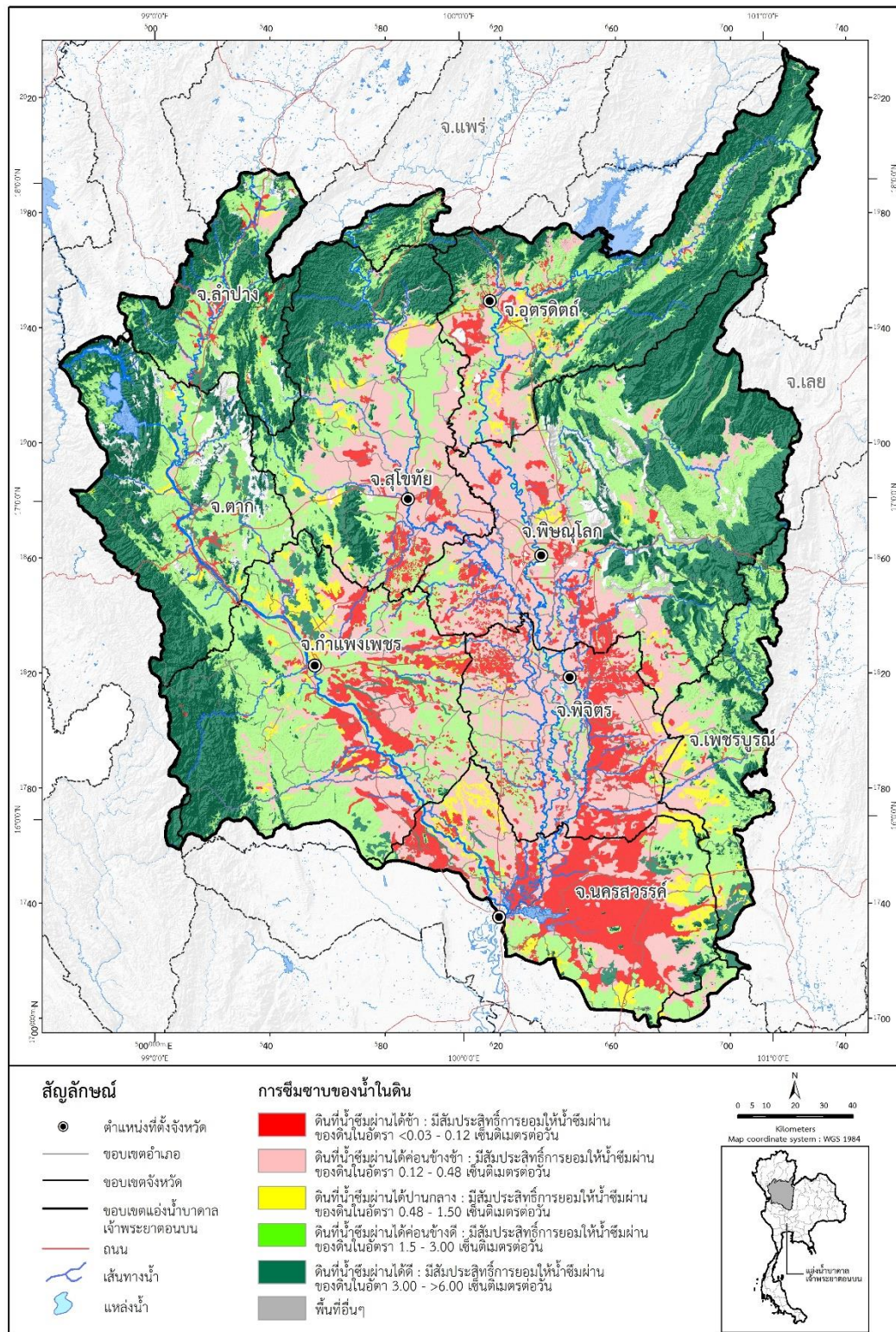
สัญลักษณ์	ประเภทการใช้ที่ดิน	ปริมาณพื้นที่	
		ไร่	ร้อยละ
A	พื้นที่เกษตรกรรม	17,706,018	60.61
F	พื้นที่ป่าไม้	8,885,388	30.42
U	ชุมชนและที่อยู่อาศัย	1,481,955	5.07
W	แหล่งน้ำ	633,833	2.17
M	พื้นที่อื่นๆ	504,703	1.73
รวม		334,678	100.00

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน; สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน มาตราส่วน 1:50,000 (พ.ศ. 2543)

จากตารางที่ 2-1 ประเภทการใช้ที่ดินที่มีสัดส่วนมากที่สุด ได้แก่ ประเภทเกษตรกรรมร้อยละ 60.61 รองลงมาเป็นพื้นที่ป่าไม้ ร้อยละ 30.42 ที่เหลือเป็นพื้นที่ชุมชน และที่อยู่อาศัย พื้นที่อื่น และพื้นที่แหล่งน้ำ ร้อยละ 5.07 ร้อยละ 2.17 และร้อยละ 1.73 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ

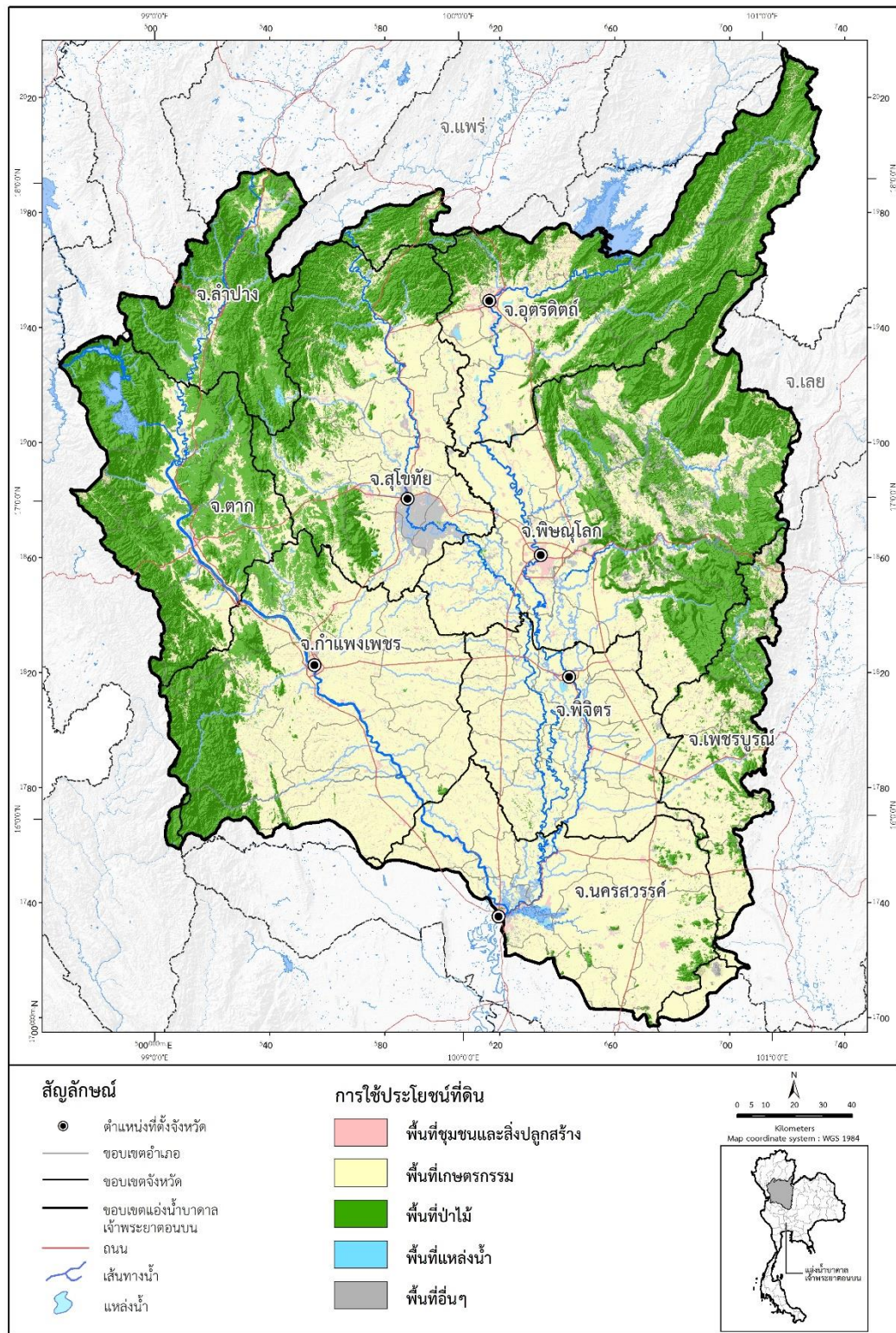


โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



รูปที่ 2-4 ค่าการซึมซาบของดิน พื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบน (ปรับปรุงจาก กรมพัฒนาที่ดิน, 2559)

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



รูปที่ 2-5 ประเภทการใช้ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดิน (Land Use) พื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบน (ปรับปรุงจาก กรมพัฒนาที่ดิน, 2559)

2.2.1.4 ประชากร (Population)

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนมีพื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่ 6 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดอุตรดิตถ์ พิษณุโลก สุโขทัย กำแพงเพชร พิจิตร และนครสวรรค์ จากข้อมูลสถิติของกรมการปกครอง (2562) ขอบเขตการปกครองของพื้นที่ศึกษาประกอบด้วย 5,784 หมู่บ้าน 543 ตำบล และ 65 อำเภอ โดยมีพื้นที่ทั้งหมด จำนวน 47,988 ตารางกิโลเมตร หรือ 29,991,699 ไร่ จังหวัดที่มีพื้นที่มากที่สุด คือ จังหวัดพิษณุโลก มีพื้นที่ 10,816 ตารางกิโลเมตร จำนวนประชากรทั้งหมดประมาณ 4,235,487 คน โดยจังหวัดที่มีประชากรมากที่สุด คือ จังหวัดนครสวรรค์ มีจำนวนประชากร 1,059,887 คน รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 แสดงจำนวนพื้นที่การปกครองและจำนวนประชากร

ลำดับ	จังหวัด	พื้นที่ (ตร.กม.)	พื้นที่ (ไร่)	จำนวน อำเภอ	จำนวน ตำบล	จำนวน หมู่บ้าน	จำนวนประชากร (คน)
1	พิษณุโลก	10,815.85	6,759,908.75	9	93	1,048	865,247
2	นครสวรรค์	9,597.68	5,998,548.13	15	130	1,434	1,059,887
3	กำแพงเพชร	8,607.49	5,379,681.25	11	78	957	725,867
4	อุตรดิตถ์	7,838.59	4,899,120.00	9	67	613	453,103
5	สุโขทัย	6,596.09	4,122,557.50	9	86	843	595,072
6	พิจิตร	4,531.01	2,831,883.13	12	89	889	536,311
รวม		47,986.72	29,991,698.75	65	543	5,784	4,235,487

2.2.2 พื้นที่แอ่งน้ำบาดาลจันทบุรี-ตราด

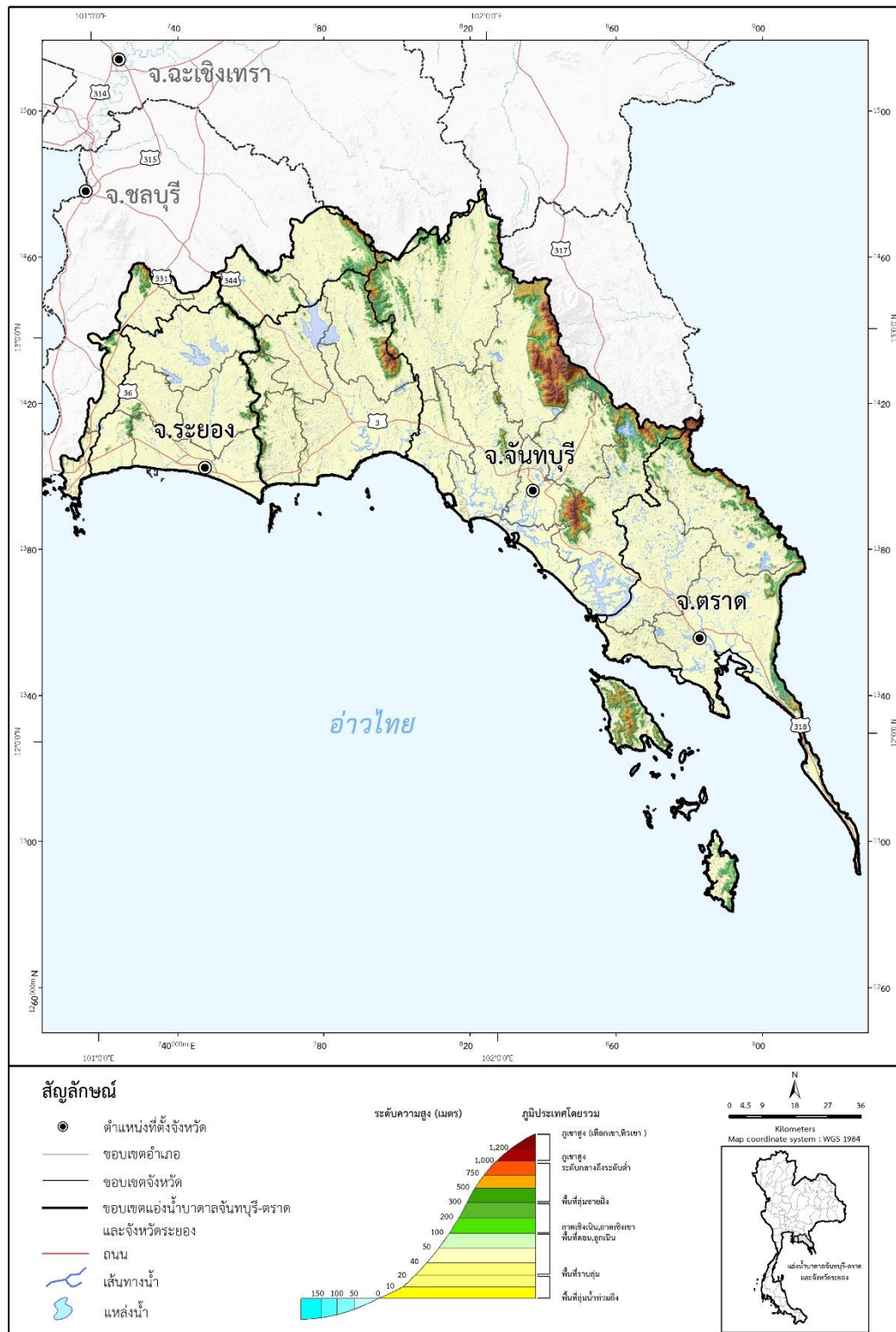
2.2.2.1 สภาพทั่วไปและลักษณะภูมิประเทศ

พื้นที่ศึกษาในแอ่งน้ำบาดาลจันทบุรี-ตราด ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดระยองและจันทบุรี ลักษณะพื้นที่ประกอบด้วยพื้นที่ภูเขา ที่เนินเขา ที่ราบลุ่มแม่น้ำ และที่ราบชายฝั่งทะเล มีแม่น้ำสายสำคัญ ได้แก่ แม่น้ำระยอง แม่น้ำประแส แม่น้ำเวฬุ และแม่น้ำจันทบุรี มีความกว้างในแนวตะวันออก - ตะวันตกประมาณ 150 กิโลเมตร และความยาวในแนวเหนือ - ใต้ประมาณ 80 กิโลเมตร บริเวณที่เป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำและที่ราบลุ่มชายฝั่งทะเล พบทางด้านตะวันออกและทางใต้ติดชายฝั่งทะเล มีค่าความสูงประมาณ 0 - 100 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง นอกจากนี้ยังมีพื้นที่ที่เป็นเนินเขาและที่ราบระหว่างเนินเขา ซึ่งเป็นพื้นที่รอยต่อระหว่างพื้นที่ภูเขาและพื้นที่ราบ พบทางตอนกลาง ด้านตะวันออก และด้านใต้ของพื้นที่ มีค่าความสูงประมาณ 100 - 200 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ส่วนลักษณะภูมิประเทศที่เป็นทิวเขาสูงพบทางตอนเหนือและตอนกลางของพื้นที่ มีค่าความสูงประมาณ 200 - 1,500 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ได้แก่ ทิวเขาจันทบุรี ตั้งอยู่ตอนกลางของภาค วางตัวในแนวตะวันออก-ตะวันตก มียอดเขาสูงสุดคือ ยอดเขาสอยดาวใต้ และทิวเขาบรรทัด เป็นภูเขาที่กั้นพรมแดนไทยกับกัมพูชา วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ มียอดเขาสูงสุดคือ เขาตะแบงใหญ่ ดังแสดงในรูปที่ 2-6

อาณาเขตติดต่อของพื้นที่ศึกษากับบริเวณข้างเคียง ได้แก่

- ทิศเหนือ ติดต่อกับ จังหวัดฉะเชิงเทรา และสระแก้ว
- ทิศตะวันออก ติดต่อกับ จังหวัดตราด และประเทศกัมพูชา
- ทิศใต้ ติดต่อกับ อ่าวไทย
- ทิศตะวันตก ติดต่อกับ จังหวัดชลบุรี

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



รูปที่ 2-6 แผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่พื้นที่แอ่งน้ำบาดาลจันทบุรี-ตราด (ปรับปรุงจาก DEM, 2553)

2.2.2.2 อุตุณิยมิวิทยาและอุทกธรณีวิทยา

1) สภาพภูมิอากาศ

พื้นที่ศึกษาในแอ่งน้ำบาดาลจันทบุรี - ตราด เป็นบริเวณที่มีภูเขาสูงอยู่ตอนกลางของพื้นที่และเป็นที่ราบชายฝั่งทะเลยาวไปตามแนวอ่าวไทยทางตอนใต้ ซึ่งตำแหน่งที่ตั้งของภูเขาสูงในแนวตะวันออก - ตะวันตกนั้น ทำให้บริเวณทางตอนใต้ของพื้นที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจากจีน แต่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่นำพาความชื้นมายังพื้นที่ ทำให้พื้นที่ด้านชายฝั่งทะเลมีฝนตกชุก ส่วนตอนเหนือของพื้นที่มีฝนตกน้อย เนื่องจากแต่ละพื้นที่มีปริมาณฝนตกแตกต่างกัน ทำให้สามารถแบ่งภูมิอากาศได้เป็น 2 แบบ คือ แบบทุ่งหญ้าเมืองร้อน ในส่วนพื้นที่ทางตอนเหนือ และแบบมรสุมเมืองร้อน ในบริเวณตอนใต้ติดชายฝั่งทะเล อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 27 - 28 องศาเซลเซียส

อิทธิพลจากลมมรสุมส่งผลให้พื้นที่ศึกษาในแอ่งน้ำบาดาลจันทบุรี - ตราด มี 3 ฤดูกาล ได้แก่ 1) ฤดูร้อน (กลางเดือนกุมภาพันธ์ - กลางเดือนพฤษภาคม) เมื่อเข้าสู่ฤดูร้อน อากาศจะร้อนขึ้นแต่ไม่อบอ้าวมากนัก เนื่องจากได้รับกระแสลมจากทะเล 2) ฤดูฝน (กลางเดือนพฤษภาคม - กลางเดือนตุลาคม) เป็นช่วงที่ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมประเทศไทย โดยจังหวัดจันทบุรีถือเป็นจังหวัดหนึ่งที่ฝนตกมากจังหวัดหนึ่งของประเทศไทย และ 3) ฤดูหนาว (กลางเดือนตุลาคม - กลางเดือนกุมภาพันธ์) เป็นช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ แต่เนื่องจากภาคตะวันออกเฉียงเหนืออยู่ในละติจูดที่ต่ำกว่า และได้รับลมจากชายฝั่งทะเล ทำให้อากาศในพื้นที่ไม่หนาวเย็นมากนัก

2) ปริมาณฝน

ฝนที่ตกในจังหวัดระยองส่วนใหญ่เกิดในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ มีปริมาณฝนเฉลี่ยตลอดปี 1,383 มิลลิเมตร ส่วนจังหวัดจันทบุรีเป็นจังหวัดที่ฝนตกชุกตลอดทั้งปี เนื่องจากภูมิประเทศที่เป็นภูเขาสูงทำให้มักจะมีฝนตกบริเวณด้านหน้าของภูเขา มีปริมาณฝนเฉลี่ยตลอดปี 2,500 - 3,000 มิลลิเมตร (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2563)

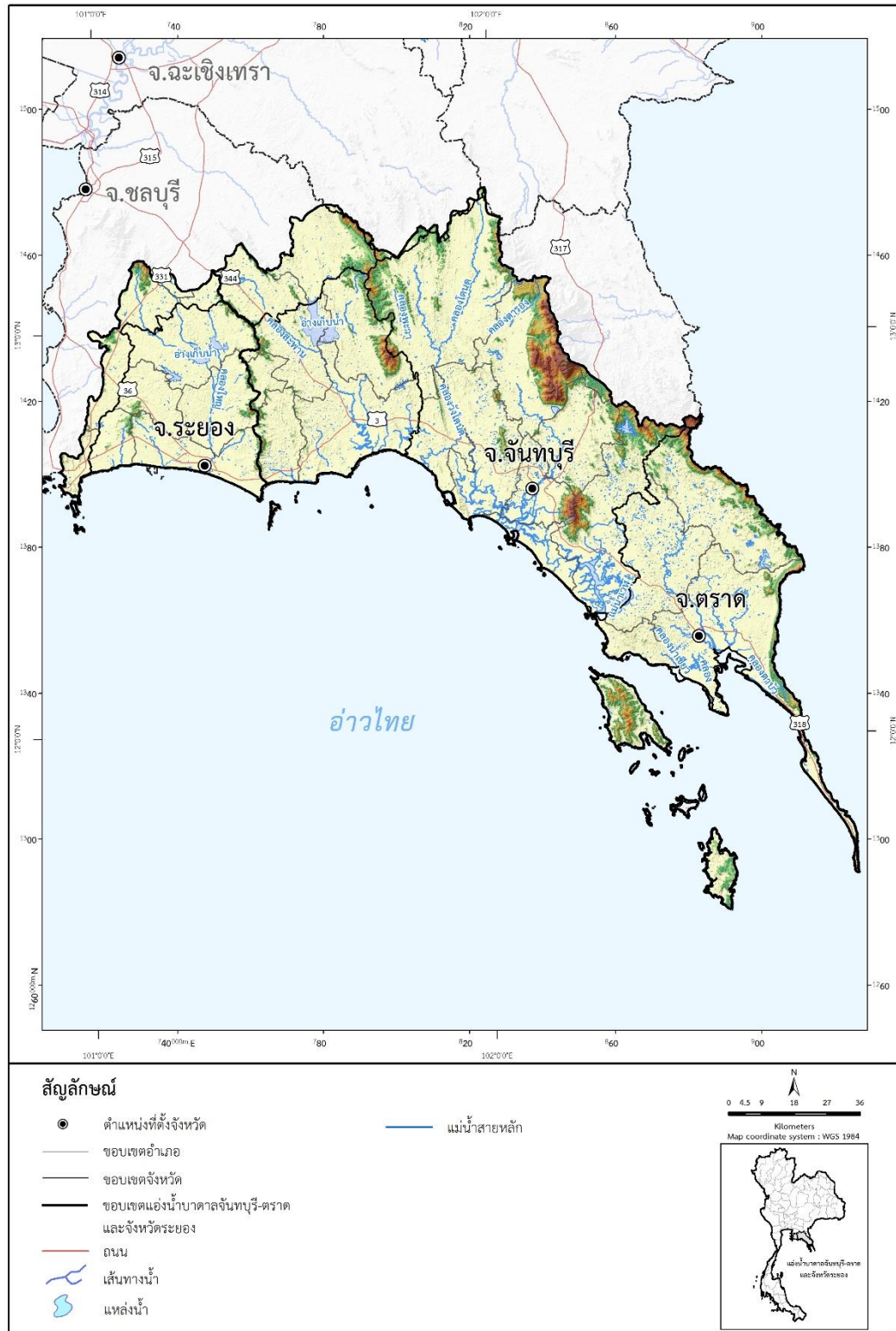
3) ลำน้ำ

แม่น้ำสายสำคัญในพื้นที่ศึกษาประกอบด้วยแม่น้ำ 4 สาย คือ แม่น้ำระยอง แม่น้ำประแส แม่น้ำเวฬุ และแม่น้ำจันทบุรี ดังแสดงในรูปที่ 2-7 แม่น้ำระยอง มีความยาวประมาณ 50 กิโลเมตร ไหลผ่านอำเภอบลวกแดง อำเภอบ้านค่าย อำเภอเมืองระยอง และไหลลงสู่ทะเลที่ตำบลปากน้ำ อำเภอเมืองระยอง แม่น้ำประแส มีต้นกำเนิดจากเขาใหญ่ เขาอ่างฤๅไนเขาหินโร เขาอ่างกระเด็น ไหลมาตามห้วยและคลองต่าง ๆ มารวมกันเรียกว่าแม่น้ำประแส มีความยาวประมาณ 45 กิโลเมตร ไหลลงสู่ทะเลที่บ้านปากน้ำประแส ตำบลปากน้ำประแส อำเภอแกลง จังหวัดระยอง แม่น้ำเวฬุ มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาทางด้านตะวันออกของพื้นที่จังหวัดจันทบุรี มีความยาวประมาณ 88 กิโลเมตร เป็นแม่น้ำที่แบ่งเขตจังหวัดจันทบุรีและจังหวัดตราด ตั้งแต่พื้นที่อำเภอขลุงจนถึงบริเวณอ่าวไทย และไหลลงสู่อ่าวไทยที่ตำบลบางชัน อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี แม่น้ำจันทบุรี มีต้นกำเนิดจากตอนกลางของกิ่งอำเภอเขาชีมภูและทางตอนเหนือของอำเภอมะขาม ไหลจากทิศเหนือไปยังทิศใต้ ผ่านกิ่งอำเภอเขาชีมภู อำเภอมะขาม อำเภอเมืองจันทบุรี ไหลลงสู่อ่าวไทยบริเวณบ้านแหลมสิงห์ในเขตอำเภอแหลมสิงห์ มีความยาวประมาณ 123 กิโลเมตร แม่น้ำตราด เกิดจากการรวมตัวกันของคลองแองและคลองสะตอ ช่วงความยาวที่ไหลผ่านอำเภอบ่อไร่และ

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด

อำเภอเขาสมิง จะเรียกน้ำสายนี้ว่าคลองเขาสมิงหรือคลองใหญ่ บรรจบกับคลองห้วยแร้งที่บ้านจุฬามณี ตำบลห้วยแร้ง
อำเภอเมืองตราด มีความยาวตลอดลำน้ำประมาณ 150 กิโลเมตร

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



รูปที่ 2-7 แสดงแม่น้ำสายหลักที่อยู่ในพื้นที่ศึกษา พื้นที่พื้นที่แอ่งน้ำบาดาลจันทบุรี-ตราด (ปรับปรุงจาก DEM, 2553)

2.2.2.3 ทรัพยากรดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน

กลุ่มชุดดินเป็นข้อมูลที่จำแนกตามคุณสมบัติ ศักยภาพในการเพาะปลูกที่คล้ายคลึงกัน จัดทำเป็นแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 โดยกรมพัฒนาที่ดิน จำแนกเป็น 62 กลุ่มชุดดิน โดยแบ่งเป็นสองกลุ่มใหญ่ๆ คือ ดินในพื้นที่ลุ่มและพื้นที่ดอน รายละเอียดชุดดินในพื้นที่ศึกษามีดังนี้

1) ทรัพยากรดิน

จากข้อมูลกลุ่มชุดดินของกรมพัฒนาที่ดิน พบว่าในพื้นที่ศึกษาในแอ่งน้ำบาดาลจันทบุรี - ตราด นั้นประกอบด้วยกลุ่มชุดดินจำนวน 41 ชุดดิน ซึ่งแบ่งเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ดังแสดงในรูปที่ 2-8 ได้แก่

กลุ่มชุดดินในพื้นที่ลุ่ม พบได้ในทุกจังหวัดบริเวณที่เป็นที่ลุ่ม มีการระบายน้ำได้ไม่ดี มักมีน้ำขังในฤดูฝน ไม่เหมาะสำหรับเพาะปลูกพืชไร่ ไม้ผล และไม้ยืนต้น ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 24, 25, 59

กลุ่มชุดดินในพื้นที่ดอนเขตดินแห้ง เขตดินแห้งเป็นเขตพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศ โดยเฉพาะพื้นที่ส่วนใหญ่ของภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง โดยทั่วไป มีฝนตกน้อยและตกกระจายไม่สม่ำเสมอ ปริมาณฝนตกเฉลี่ยน้อยกว่า 1,500 มิลลิเมตรต่อปี กลุ่มชุดดินที่พบ ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 28, 31, 35, 39, 40, 46, 47, 48, 49, 52, 55, 56

กลุ่มชุดดินในพื้นที่ดอนในเขตดินชื้น เป็นเขตที่มีฝนตกชุก กระจายสม่ำเสมอเกือบทั้งปี มีปริมาณฝนตกเฉลี่ยมากกว่า 1,500 มิลลิเมตรต่อปี กลุ่มชุดดินที่พบในพื้นที่ ได้แก่กลุ่มชุดดินที่ 26, 27, 32, 34, 39, 42, 43, 45, 50, 51, 53

กลุ่มชุดดินที่เป็นพื้นที่ลาดชันและภูเขา เป็นกลุ่มดินที่พบบริเวณพื้นที่ภูเขา พื้นที่ที่มีความลาดชันสูง ลักษณะดินมีความแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิประเทศ โดยทั่วไปมีทั้งดินตื้น และดินลึก ไม่เหมาะสมต่อการทำการเกษตร เนื่องจากหน้าดินตื้นมีหินโผล่และเสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดิน ได้ง่าย ควรปล่อยให้เป็นป่าธรรมชาติเพื่อเป็นต้นน้ำลำธาร ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 62

2) ค่าการซึมน้ำของดิน (Soil Permeability)

จากการศึกษาข้อมูลด้านทรัพยากรดิน ได้นำคุณสมบัติของกลุ่มชุดดินต่างๆ ที่พบในบริเวณพื้นที่ศึกษาทำการแบ่งดินตามลักษณะเนื้อดิน และสมบัติทางชลศาสตร์ โดยใช้ค่าสภาพพลศาสตร์ของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturated Hydraulics Conductivity, K_s) ซึ่งสามารถแบ่งดินออกได้เป็น 5 กลุ่ม (McLaren and Cameron, 1996) ดังแสดงในรูปที่ 2-9 ได้แก่

- **กลุ่ม 1 กลุ่มดินที่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ช้า** มีค่า K_s น้อยกว่า 0.5 เซนติเมตรต่อชั่วโมง และมีความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินสูง ประกอบด้วย ดินเหนียว (Clay) และดินร่วนปนดินเหนียว (Clay Loam) พบครอบคลุมพื้นที่ประมาณร้อยละ 4.94 ของพื้นที่ทั้งหมด

- **กลุ่ม 2 กลุ่มดินที่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ค่อนข้างช้า** มีค่า K_s ระหว่าง 0.5 ถึง 2.0 เซนติเมตรต่อชั่วโมง ประกอบด้วย ดินร่วนปนดินเหนียวและทรายแป้ง (Silty Clay Loam) ครอบคลุมพื้นที่ประมาณร้อยละ 7.35 ของพื้นที่ทั้งหมด

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด

- **กลุ่ม 3 กลุ่มดินที่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ปานกลาง** มีค่า K_s ระหว่าง 2.0 ถึง 6.0 เซนติเมตรต่อชั่วโมง ประกอบด้วย ดินร่วนปนทรายแป้ง (Silty Loam) พบครอบคลุมพื้นที่ประมาณ ร้อยละ 2.89 ของพื้นที่ทั้งหมด

- **กลุ่ม 4 กลุ่มดินที่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ค่อนข้างดี** มีค่า K_s ระหว่าง 6.0 ถึง 12.5 เซนติเมตรต่อชั่วโมง ประกอบด้วย ดินร่วน (Loam) พบครอบคลุมพื้นที่ประมาณร้อยละ 62.75 ของพื้นที่ทั้งหมด

- **กลุ่ม 5 กลุ่มดินที่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ดี** มีค่า K_s มากกว่า 12.5 เซนติเมตรต่อชั่วโมง ประกอบด้วย ทราย (Sand) และดินร่วนปนทราย (Sandy Loam) พบครอบคลุมพื้นที่ประมาณร้อยละ 22.06 ของพื้นที่ทั้งหมด

3) การใช้ที่ดิน (Land use)

สามารถจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินออกเป็น 5 ประเภท ดังแสดงในรูปที่ 2-10 และรายละเอียดแสดงในตารางที่ 2-3

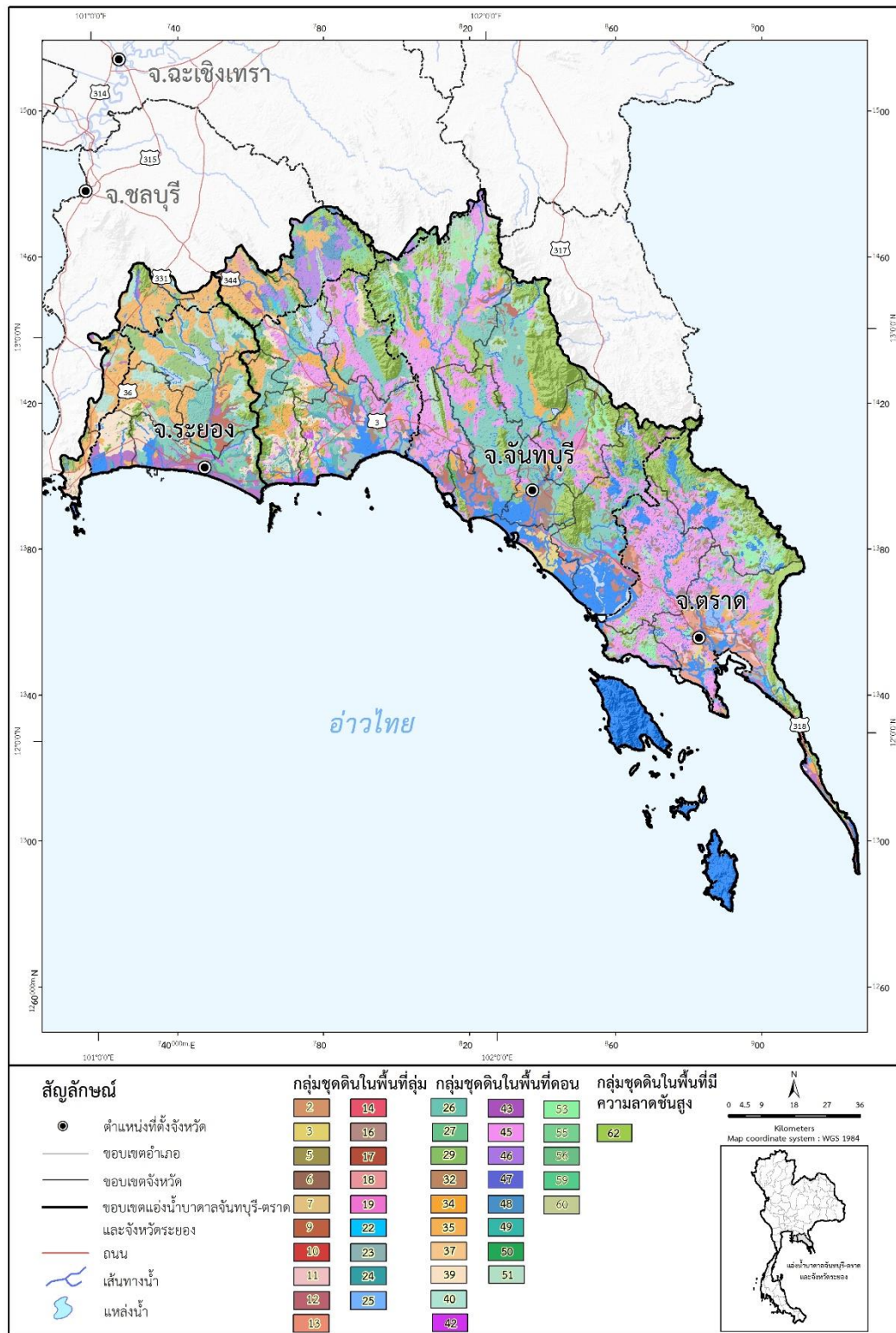
ตารางที่ 2-3 ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ศึกษา (แอ่งน้ำบาดาลจันทบุรี-ตราด)

สัญลักษณ์	ประเภทการใช้ที่ดิน	ปริมาณพื้นที่	
		ไร่	ร้อยละ
A	พื้นที่เกษตรกรรม	2,969,558	55.85
F	พื้นที่ป่าไม้	1,546,889	29.09
U	ชุมชนและที่อยู่อาศัย	392,370	7.38
W	แหล่งน้ำ	208,163	3.91
M	พื้นที่อื่นๆ	200,341	3.77
รวม		334,678	100.00

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน; สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน มาตราส่วน 1:50,000 (พ.ศ. 2543)

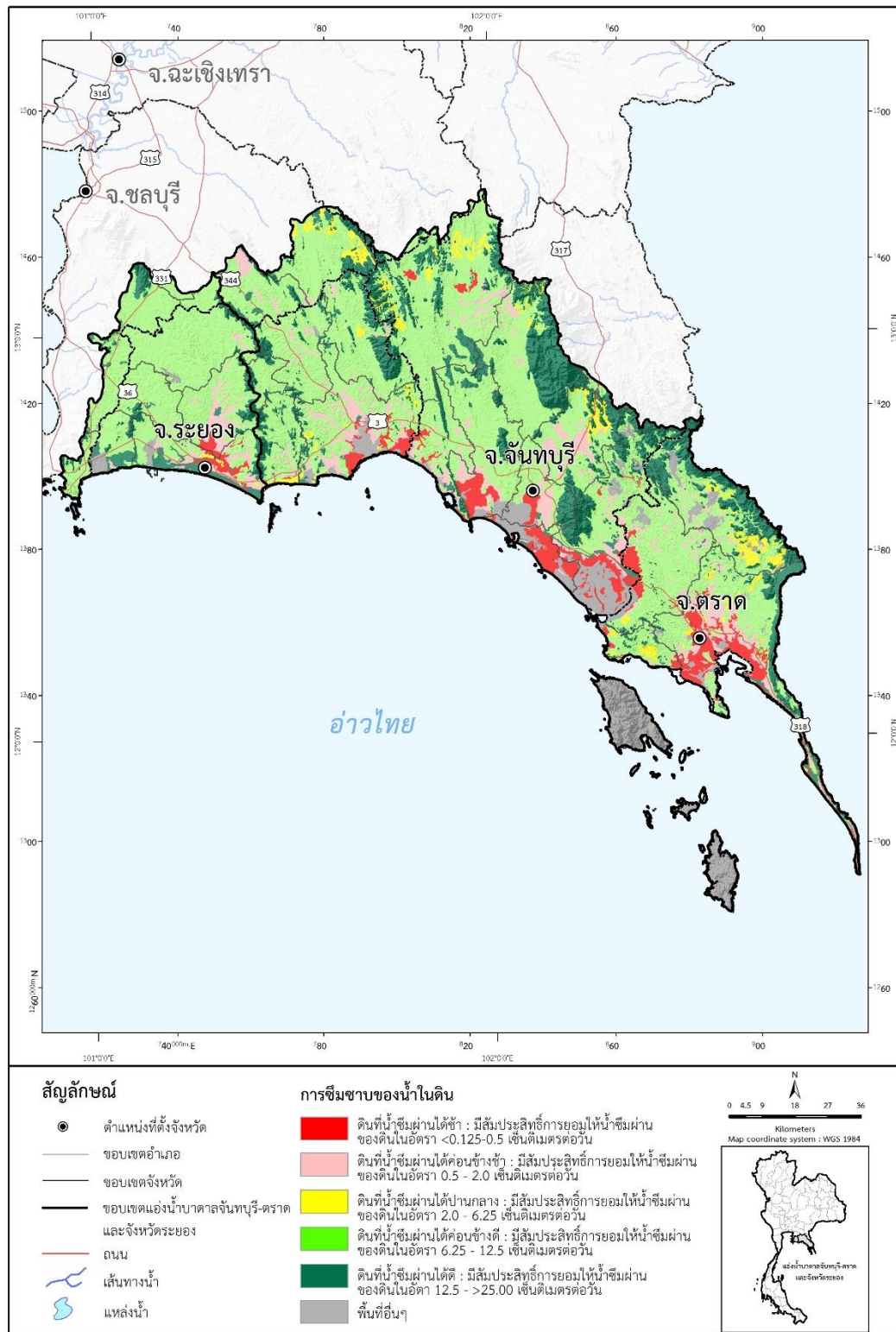
จากตารางที่ 2-3 ประเภทการใช้ที่ดินที่มีสัดส่วนมากที่สุด ได้แก่ ประเภทเกษตรกรรมร้อยละ 55.85 รองลงมาเป็นพื้นที่ป่าไม้ ร้อยละ 29.09 ที่เหลือเป็นพื้นที่ชุมชน และที่อยู่อาศัย พื้นที่อื่นๆ และพื้นที่แหล่งน้ำ ร้อยละ 7.38 ร้อยละ 3.91 และร้อยละ 3.77 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



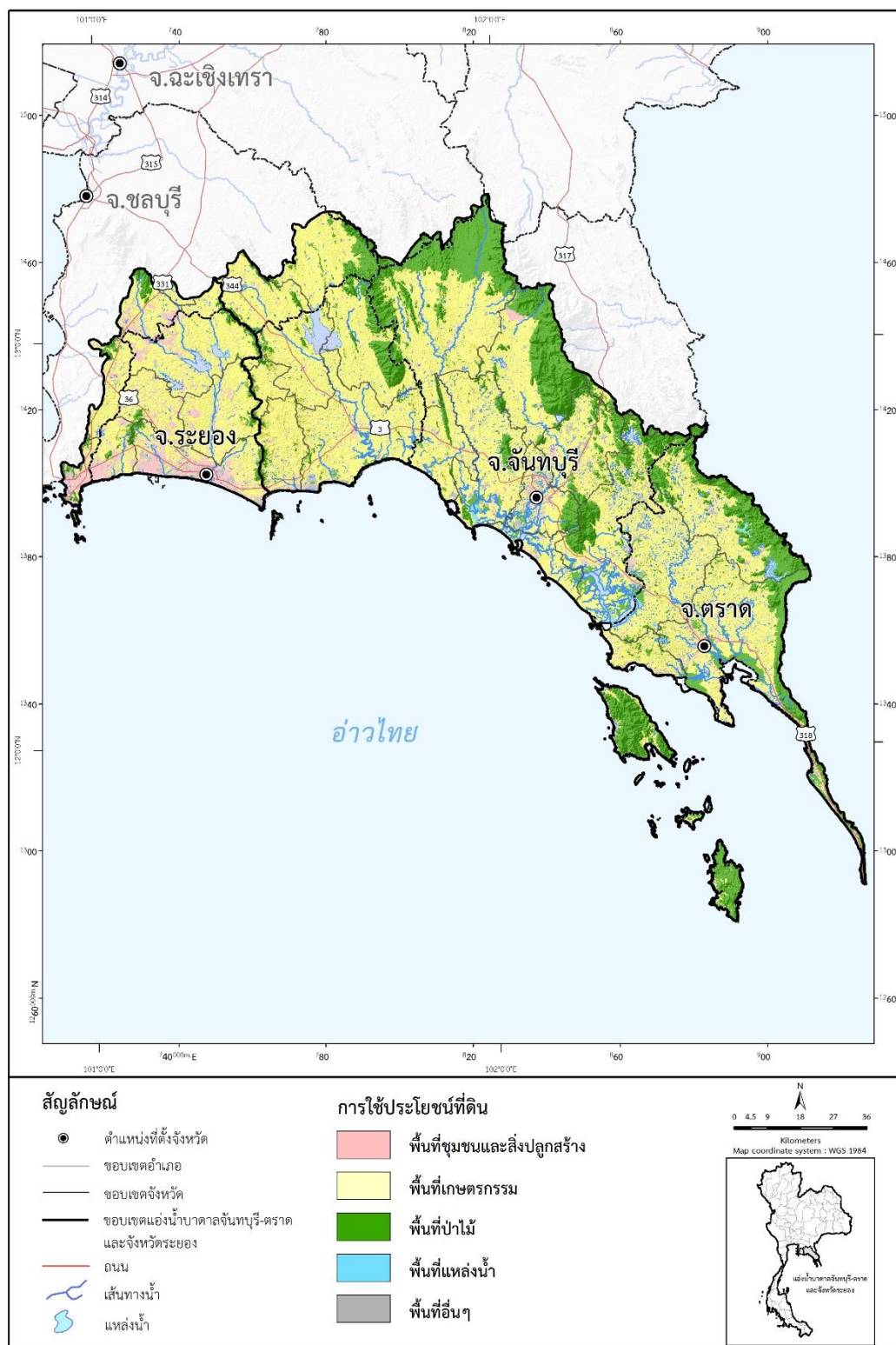
รูปที่ 2-8 ข้อมูลกลุ่มชุดดิน พื้นที่แอ่งน้ำบาดาลจันทบุรี-ตราด (ปรับปรุงจาก กรมพัฒนาที่ดิน, 2559)

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



รูปที่ 2-9 ค่าการซึมซับน้ำของดิน (Soil Permeability) พื้นที่แอ่งน้ำบาดาลจันทบุรี-ตราด (ปรับปรุงจาก กรมพัฒนาที่ดิน, 2559)

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



รูปที่ 2-10 ประเภทการใช้ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดิน (Land Use) พื้นที่แอ่งน้ำบาดาลจันทบุรี-ตราด
(ปรับปรุงจาก กรมพัฒนาที่ดิน, 2559)

2.2.2.4 ประชากร (Population)

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลจันทบุรี-ตราดมีพื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่ 2 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดระยอง และจันทบุรี จากข้อมูลสถิติของการปกครอง (2562) ขอบเขตการปกครองของพื้นที่ศึกษาประกอบด้วย 1,172 หมู่บ้าน 134 ตำบล และ 18 อำเภอ โดยมีพื้นที่ทั้งหมด จำนวน 9,890 ตาราง กิโลเมตร หรือ 6,181,250 ไร่ จังหวัดที่มีพื้นที่มากที่สุด รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 แสดงจำนวนพื้นที่การปกครองและจำนวนประชากร

ลำดับ	จังหวัด	พื้นที่ (ตร.กม.)	พื้นที่ (ไร่)	จำนวน อำเภอ	จำนวน ตำบล	จำนวน หมู่บ้าน	จำนวนประชากร (คน)
1	ระยอง	6,338	3,961,250	10	76	731	537,698
2	จันทบุรี	3,552	2,220,000	8	58	441	734,753
รวม		9,890	6,181,250	18	134	1,172	1,272,451.00

2.3 ข้อมูลธรณีวิทยา

2.3.1 พื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบน

ธรณีวิทยาในพื้นที่ศึกษาแอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนนั้นประกอบด้วยตะกอนร่วน หินตะกอนและหินอัคนี ดังแสดงในรูปที่ 2-11 โดยที่ส่วนบนของพื้นที่นั้น ประกอบด้วยตะกอนร่วนที่ยังไม่แข็งตัว หินตะกอนและหินอัคนีสามารถแบ่งหมวดหินและกลุ่มหินตามช่วงอายุ รายละเอียดดังต่อไปนี้

2.3.1.1 มหายุคซีโนโซอิก

ตะกอนร่วนที่สะสมตัวอยู่ในบริเวณที่ราบแอ่งนั้น เริ่มมีการสะสมตัวตั้งแต่สมัยไพลโอซีนจนถึงไพลสโตซีน ตะกอนที่สะสมตัวในที่ราบหรือตะกอนที่สะสมตัวแบบน้ำพา มีอายุอ่อนกว่าไพลสโตซีน จากนั้นจึงเป็นตะกอนน้ำหลาก สมัยโฮโลซีนที่ปิดทับอยู่ด้านบน สามารถกำหนดลำดับชั้นและหน่วยตะกอน จากอายุอ่อนไปอายุแก่ได้เป็น 3 หน่วย ดังนี้

1) **ตะกอนน้ำพา** เป็นตะกอนที่เกิดในช่วงลุ่มน้ำหลาก สะสมอยู่ในเขตนน้ำท่วมถึง ประกอบด้วยทรายเป็นส่วนใหญ่ หินกรวดท้องน้ำและดินเหนียวเป็นส่วนน้อย มีแนวขนานไปกับแม่น้ำ เช่น แม่น้ำน่าน และแม่น้ำยม ระดับความสูงของส่วนบนของที่ราบลุ่มตะกอนน้ำพาอยู่ที่ระดับ 35 – 40 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง หลายแห่งเป็นแนวของแม่น้ำเดิม แสดงลักษณะแนวโค้งของแม่น้ำหรือบึงน้ำธรรมชาติ (oxbow lake)

2) **ตะกอนตะพักยุคใหม่** ปรากฏในพื้นที่ที่เป็นแหล่งสะสมของตะกอนลานตะพักที่สะสมตัวกันยุคหลังไพลสโตซีน ประกอบด้วยตะกอนของดินเหนียวเป็นส่วนใหญ่ สลับด้วยตะกอนทรายหรือกรวดเป็นส่วนน้อยกว่า ซึ่งวางตัวใน

รูปของกระเปาะ (lens) ตะกอนชนิดนี้อยู่ในภูมิภาคที่เป็นที่ราบลุ่ม เป็นแหล่งการทำเกษตรกรรม มีระดับความสูง 50 – 60 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

3) ตะกอนตะกั่วยุคเก่า ประกอบด้วยตะกอนกรวดทรายและเศษหิน มีการคั่นขนาดค่อนข้างดี สะสมตัวอยู่บริเวณที่ราบเชิงเขา เช่น บริเวณขอบแอ่งด้านตะวันตกและด้านตะวันออก มีระดับความสูง 70 – 100 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง และมีการสะสมตัวในบริเวณพื้นที่ราบระหว่างภูเขาหรือในหุบเขา เช่น บริเวณเขตอำเภอลำลูกกาและอำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก

2.3.1.2 มหาภูมิโชโชก

เป็นชั้นหินที่เกิดจากการสะสมตัวในภาคพื้นทวีป ดังนี้

1) หินทรายอายุครีเทเชียส – เทอร์เชียรีตอนต้น หินทรายชนิดนี้มีชื่อเดิมว่าหินทรายทอก ซึ่งพบในภาคอีสาน ที่วางตัวต่อเนื่องอยู่บนหินทรายมหาสารคาม เกิดจากการสะสมตัวทั้งจากแม่น้ำที่พัดพาเป็นครั้งคราวสลับกับการพัดพาของลมในสภาพภูมิอากาศสมัยโบราณที่มีลักษณะกึ่งแห้งแล้ง ในจังหวัดพิษณุโลกได้พบหินทรายชนิดนี้บริเวณในเขตอำเภอลำลูกกาและอำเภอนครไทย จึงมีการตั้งชื่อตามสถานที่ที่พบ ได้แก่ หินทรายเขาป่าสักและหินทรายภูซัด

หินทรายภูซัด วางตัวไม่ต่อเนื่องอยู่บนหินทรายเขาป่าสัก ประกอบด้วยหินทรายสีน้ำตาลถึงน้ำตาลม่วง เม็ดแร่ขนาดละเอียดถึงปานกลาง มีเนื้อหินปูนปน การคั่นขนาดดี มีชั้นของหินทรายแป้งและหินโคลนสลับ

หินทรายเขาป่าสัก พบที่บริเวณอุทยานแห่งชาติน้ำตกชาติตระการและพื้นที่ข้างเคียง มีการวางตัวต่อเนื่องมาจากหินทรายมหาสารคาม โดยอาศัยการเรียงลำดับชั้นหินจากหลุมเจาะน้ำบาดาลที่บ้านน้ำลาด อำเภอนครไทย หินทรายนี้ประกอบด้วยส่วนบนที่เป็นชั้นหินทรายชั้นหนา เม็ดทรายสีแดงอิฐมีความกลมมนดี หินทรายแป้ง หินโคลน และกรวดมนสีน้ำตาลแดง สีแดงปนม่วง พบชั้นเฉียงระดับและรีร้อยคลื่น

2) กลุ่มหินโคราชตอนบน หินกลุ่มนี้วางตัวต่อเนื่องมาจากหินภูพาน ประกอบด้วย 2 หิน คือ 1) หินทรายมหาสารคาม ประกอบด้วย หินทราย หินทรายแป้ง และหินโคลนสีส้มแดงและแดงแกมม่วง พบแผ่กระจายในบริเวณตอนกลางของแอ่งนครไทย และในส่วนบนของหินทรายพบชั้นเกลือและแร่ยิปซัมแบบฝังประบริเวณบ้านบ่อภาค อำเภอลำลูกกาและอำเภอนครไทย และยังพบแร่แอนไฮไดรต์แทรกสลับด้วย และ 2) หินทรายโคกกรวด ประกอบด้วย หินทราย หินทรายแป้ง สีน้ำตาลแกมแดงจนถึงน้ำตาลอ่อน

3) กลุ่มหินโคราชตอนกลาง กลุ่มหินนี้วางตัวต่อเนื่องจากหินภูกระดึง แผ่กระจายเป็นแนวยาวในเขตอำเภอนครไทยและอำเภอลำลูกกา ประกอบด้วยหินทรายและหินกรวดมนสีเทาแกมเหลืองถึงสีชมพูอมเทา 2) หินทรายเสาข้าว ประกอบด้วย หินดินดาน และหินทรายแป้งสีน้ำตาลแดง และ 3) หินทรายพระวิหาร ประกอบด้วย หินทรายสีเทาถึงขาว

4) กลุ่มหินโคราชตอนล่าง กลุ่มหินนี้พบกระจายตัวบริเวณขอบแอ่งเจ้าพระยาตอนเหนือด้านตะวันออกในเขตอำเภอนครไทยและอำเภอลำลูกกา โดยมีการโค้งของชั้นหินในรูปของโค้งรูปประทุนหงายและรูปประทุน

สลับกันไปหลายพื้นที่ มีการวางตัวเอียงเทไปด้านตะวันออกเฉียงเหนือ ประกอบด้วยหมวดหินในช่วง ไทรแอสซิก – จูแรสซิก 3 หมวดหิน คือ 1) หมวดหินภูกระดึง ประกอบด้วย หินดินดานสีน้ำตาลแดงและแดงแกมม่วง เนื้อปนไมกา หินทรายแป้งและหินทรายสีน้ำตาล โผล่ให้เห็นชัดเจนบริเวณเหมืองหินเก่า บ้านวังดินสอ หลักกิโลเมตร ที่ 24 บนทางหลวงสายพิษณุโลก – หล่มสัก 2) หมวดหินน้ำพอง ประกอบด้วย หินทรายและหินกรวดมนสีน้ำตาลแดง 3) หมวดหินห้วยหินลาด ประกอบด้วย หินกรวดมน หินทรายสีเทาถึงน้ำตาลแกมแดง หินดินดานสีเทาถึงดำ

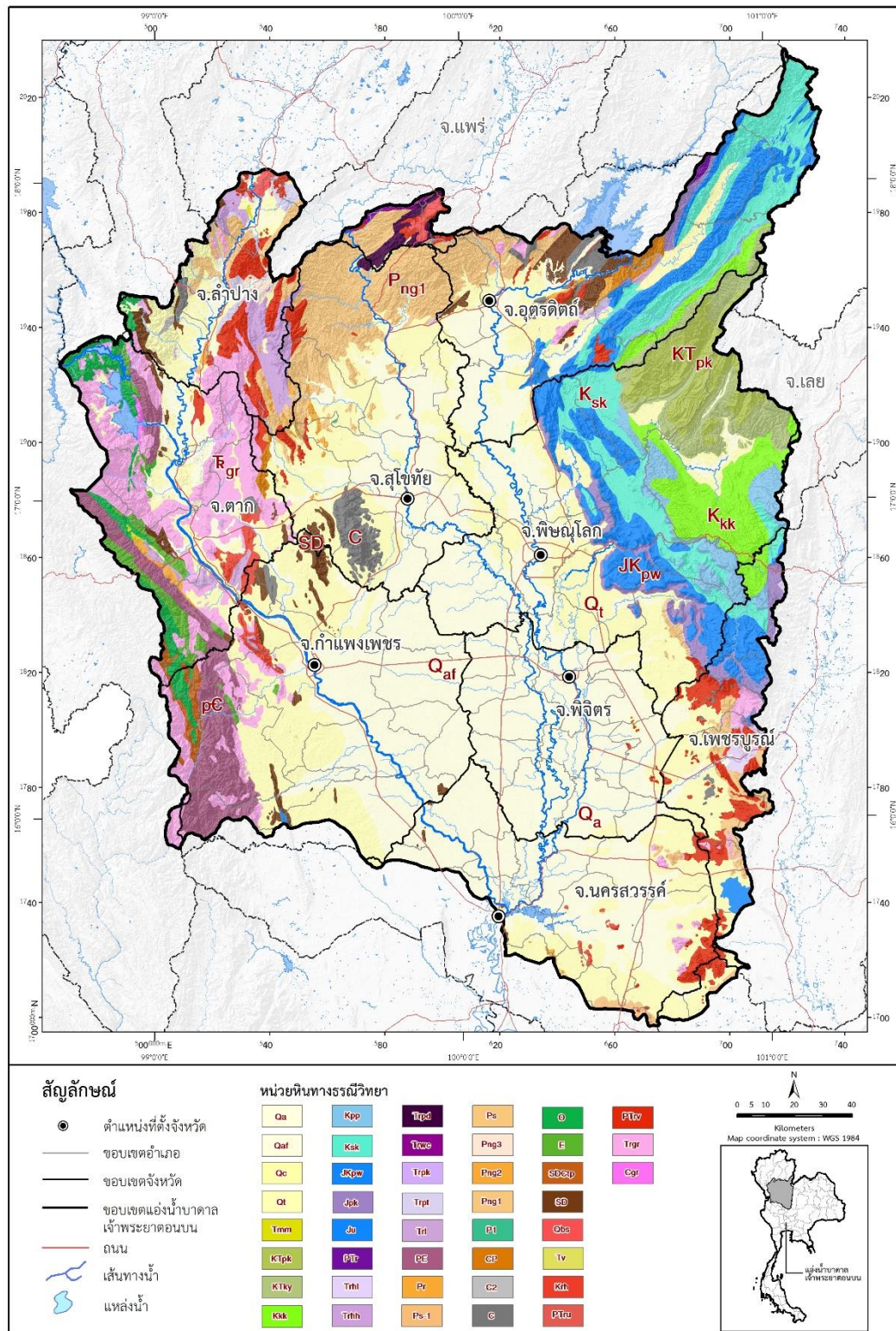
2.3.1.3 มหายุคพาลีโอโซอิก

พบเฉพาะหินที่เกิดในช่วงพาลีโอโซอิกตอนบน คือ หินปูนยุคเพอร์เมียน ลักษณะเป็นเทือกเขาในเขต ด้านตะวันออกของตำบลบ้านมุง อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก วางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ - ตะวันออกเฉียงใต้ประมาณ 30 กิโลเมตร จนถึงเขตจังหวัดพิจิตร นอกจากนี้ยังมีเขาหินปูนโดดๆ กระจายอยู่ในเขตอำเภอ เนินมะปราง เช่น เขาผาหมาตาย เขาคอกควาย เขาผาท่าพล เป็นต้น ประกอบด้วยหินปูนสีเทาถึงสีเทาเข้ม ลักษณะ เป็นชั้นค่อนข้างหนา มีหินดินดานสีเทาชั้นบางแทรกสลับ พบซากดึกดำบรรพ์จำพวกหอยสองฝา ไครนอยด์ ปะการัง และฟอแรมินิเฟอรา ซึ่งได้รับการแบ่งกลุ่มหินเป็นหมวดหินผานกเค้า อายุเพอร์เมียนตอนกลางถึง ตอนล่าง ชั้นหินมีการเอียงเทไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ เทียบอายุได้เท่ากับหมวดหินน้ำมโหฬารในเขตจังหวัดเลย

2.3.1.4 หินอัคนี

หินอัคนีที่พบในจังหวัดพิษณุโลกเป็นหินอัคนีพุ พบแบบกระจายเป็นเขาโดดๆ ในเขตอำเภอเนินมะปราง เช่น เขาดิน เขาเขียว เขารวก เขาเขต เป็นต้น หินอัคนีพุชุดนี้ประกอบด้วย หินแอนดีไซต์ หินไรโอไลต์ ทัฟฟ์ และ หินตะกอนภูเขาไฟ เป็นส่วนหนึ่งของของแนวหินภูเขาไฟเลย – เพชรบูรณ์ – พายัพ ซึ่งประทุขึ้นในแนวภูเขาไฟ ขอบทวีป มีการหาอายุโดยใช้ Ar – Ar ของแร่แอมฟิโบล พบว่ามีอายุ 240 ล้านปี หรือประมาณ ช่วงไทรแอสซิก ตอนกลาง มีแกนชั้นหินคดโค้งในแนวเหนือ – ใต้ และมีรอยเลื่อน 2 แนวคือแนวตะวันออกเฉียงเหนือ – ตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งพบได้จำนวนมากและเป็นรอยเลื่อนขนาดใหญ่ และแนวตะวันตกเฉียงเหนือ - ตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งมีขนาดเล็ก และตั้งฉากกับรอยเลื่อนแนวแรก ซึ่งได้รับอิทธิพลจากการเคลื่อนตัวของเปลือกโลกอย่างน้อย 2 ครั้ง คือตอนปลายยุค ไทรแอสซิกและช่วงครีเทเชียสต่อกับเทอร์เชียรี

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



รูปที่ 2-11 ธรณีวิทยาของแอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบน (ปรับปรุงจาก กรมทรัพยากรธรณี, 2553)

2.3.2 พื้นที่แอ่งน้ำบาดาลจันทบุรี-ตราด

ธรณีวิทยาในพื้นที่ศึกษาแอ่งน้ำบาดาลจันทบุรี - ตราดนั้น ประกอบด้วยตะกอนร่วน หินตะกอน หินตะกอน กึ่งแปร หินแปรและหินอัคนี ดังแสดงในรูปที่ 2-12 สามารถแบ่งหมวดหินและกลุ่มหินตามช่วงอายุ รายละเอียดดังต่อไปนี้

2.3.2.1 มหายุคซีโนโซอิก

ตะกอนหินร่วนในยุคควอเทอร์นารี (Quaternary) เกิดจากการผุพังของหินท้องที่และมีการพัดพาตะกอนมายังพื้นที่ราบและลงสู่ทะเล ประกอบด้วยตะกอนที่มีการสะสมตัวแบบต่าง ๆ ดังนี้

1) **ตะกอนน้ำพา (Floodplain Deposits)** ประกอบด้วย ทราย ทรายแป้ง ดินเหนียว และกรวด เกิดจากการสะสมตัวโดยทางน้ำที่พัดพาตะกอนที่เกิดจากการกัดกร่อนและผุพังของหิน ในบริเวณภูเขาทางด้านเหนือของพื้นที่ ตะกอนเหล่านี้จะถูกพัดพาไปสู่บริเวณที่ราบตอนกลางในลักษณะของตะกอนน้ำพา โดยตะกอนที่มีขนาดใหญ่จะตกอยู่ใกล้บริเวณภูเขาและลาดเขา ส่วนตะกอนขนาดเล็ก เช่น กรวด ทราย ดินเหนียว จะถูกพัดพาไปไกลกว่าและแผ่กระจายเป็นบริเวณกว้างตามพลังงานในการพัดพาของทางน้ำ ซึ่งการพัดพาในลักษณะนี้ ทำให้เกิดตะกอนกรวด ทราย และดินเหนียว สลับกันเป็นชั้น

2) **ตะกอนทรายและหาดสันดอน (Beach Sand and Barrier Deposits)** ประกอบด้วยทรายขนาดต่างๆ มีเปลือกหอยปน เกิดจากการพัดพาตะกอนทรายมาสะสมตัวโดยน้ำทะเล มักพบอยู่ตามที่ราบชายฝั่งทะเล เช่น ตอนล่างของอำเภอนายายอาม อำเภอท่าใหม่ อำเภอแหลมสิงห์ และอำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี อำเภอแกลง จังหวัดระยอง

3) **ตะกอนป่าชายเลน (Mangrove Deposits)** ประกอบด้วยดินเหนียว โคลนตมที่มีเศษไม้และเศษเปลือกหอยปน มักพบในบริเวณที่ราบลุ่มปากแม่น้ำที่อยู่ติดกับทะเล

4) **ตะกอนเชิงเขาและตะกอนตะพักลำน้ำ (Colluvial and Terrace Deposits)** ประกอบด้วย กรวดทราย ดินเหนียว และเศษหินผุแตก มีการคัดขนาดตะกอนไม่ดี สามารถพบได้ทั่วไปตามที่ราบเชิงเขา

2.3.2.2 มหายุคมีโซโซอิก

หินแข็งในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลจันทบุรี - ตราด ประกอบด้วยหินชุดต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) **หมวดหินแหลมสิงห์** ประกอบด้วยหินทรายสีแดง-สีน้ำตาลอ่อน ที่มีขนาดเม็ดตะกอนปานกลางถึงหยาบ และแสดงลักษณะเป็นชั้นดีและมีเส้นชั้นขนาบ แทรกสลับด้วยชั้นหินโคลน หินดินดาน และ หินกรวดมนขนาดเล็ก มีการสะสมตัวแบบตะกอนรูปพัดและทางน้ำโค้งตัว หน่วยหินนี้พบในบริเวณด้านตะวันตกของจังหวัดจันทบุรี

2) **หมวดหินเนินผู้ใหญ่เหนือ** วางตัวต่อเนื่องอยู่บนหมวดหินโป่งน้ำร้อน ประกอบด้วยหินทรายสีเทาดำ มีสีผุสีขาว เม็ดขนาดปานกลาง แทรกสลับกับหินโคลน ชั้นหินตอนล่างเป็นหินโคลน มีทรายเป็นเลนส์แทรกอยู่ ทางตอนบนของหมวดหินมีปริมาณทรายแทรกสลับมากขึ้น สะสมตัวในยุคไทรแอสซิกบริเวณ submarine fans ในทะเลน้ำลึก

3) หมวดหินโป่งน้ำร้อน เป็นหินตะกอนยุคไทรแอสซิก มีการกระจายตัวเป็นบริเวณกว้างครอบคลุมทางตะวันออกของจังหวัดจันทบุรีติดต่อกับทางเหนือของจังหวัดตราดประกอบด้วย หินทรายแสดงชั้นหนาและชั้นบาง สีเทาถึงเทาแกมเขียว เป็นหินเกรย์แวก การคัดขนาดไม่ดี พบลักษณะหินที่เกิดในทะเลน้ำลึก มีชั้นหินดินดานและหินโคลนสีเทาถึงเทาเขียวที่แสดงชั้นอย่างดีแทรกสลับ พบหินกรวดมนบ้าง ก้อนกรวดใหญ่ส่วนใหญ่เป็นหินภูเขาไฟและบางส่วนเป็นหินปูน

4) หมวดหินเนินโพธิ์ ประกอบด้วย หินเชิร์ตสีเทาถึงเทาขาวแสดงการวางตัวเป็นชั้นอย่างดี มีซากเรติโอลาเรียทั่วไป มีหินทรายแป้งเนื้อปนเถ้าธุลีภูเขาไฟ และหินดินดานแทรกสลับ มีสีน้ำตาลแดงและสีเทาแกมน้ำตาล และมีหินดินดานเนื้อปนถ่าน หมวดหินนี้มักพบทางด้านตะวันตกของพื้นที่จังหวัดจันทบุรี

5) หมวดหินสุโขไพรวลย์ สะสมตัวในทะเลตื้น ประกอบด้วยหินปูนสีเทาถึงสีเทาดำ เนื้อหินมีลักษณะเป็นแบบเม็ดไขปลา

2.3.2.3 มหายุคพาลีโอโซอิก

เป็นมหายุคที่พืชและสัตว์เริ่มมีวิวัฒนาการสูง ทะเลครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่ ตะกอนที่สะสมตัวส่วนใหญ่จึงเป็นตะกอนที่เกิดการสะสมตัวในทะเล

1) กลุ่มหินจันทบุรี

แผ่กระจายตัวให้เห็นเป็นแนวเทือกเขา แบ่งเป็น 2 หมวดหิน ได้แก่

หมวดหินเขาฉกรรจ์ ประกอบด้วย หินปูนสีเทาอ่อนถึงสีเทาแก่ และสีน้ำตาล แสดงชั้นบางถึงชั้นหนา มีซากดึกดำบรรพ์จำพวกฟิวซิลินิดและไครนอยด์ และมีหินดินดานสลับบ้าง แสดงถึงสภาวะแวดล้อมการตกสะสมตะกอนแบบทะเลตื้นและอากาศอบอุ่น พบกระจายตัวอยู่บริเวณอำเภอสอยดาวและอำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี

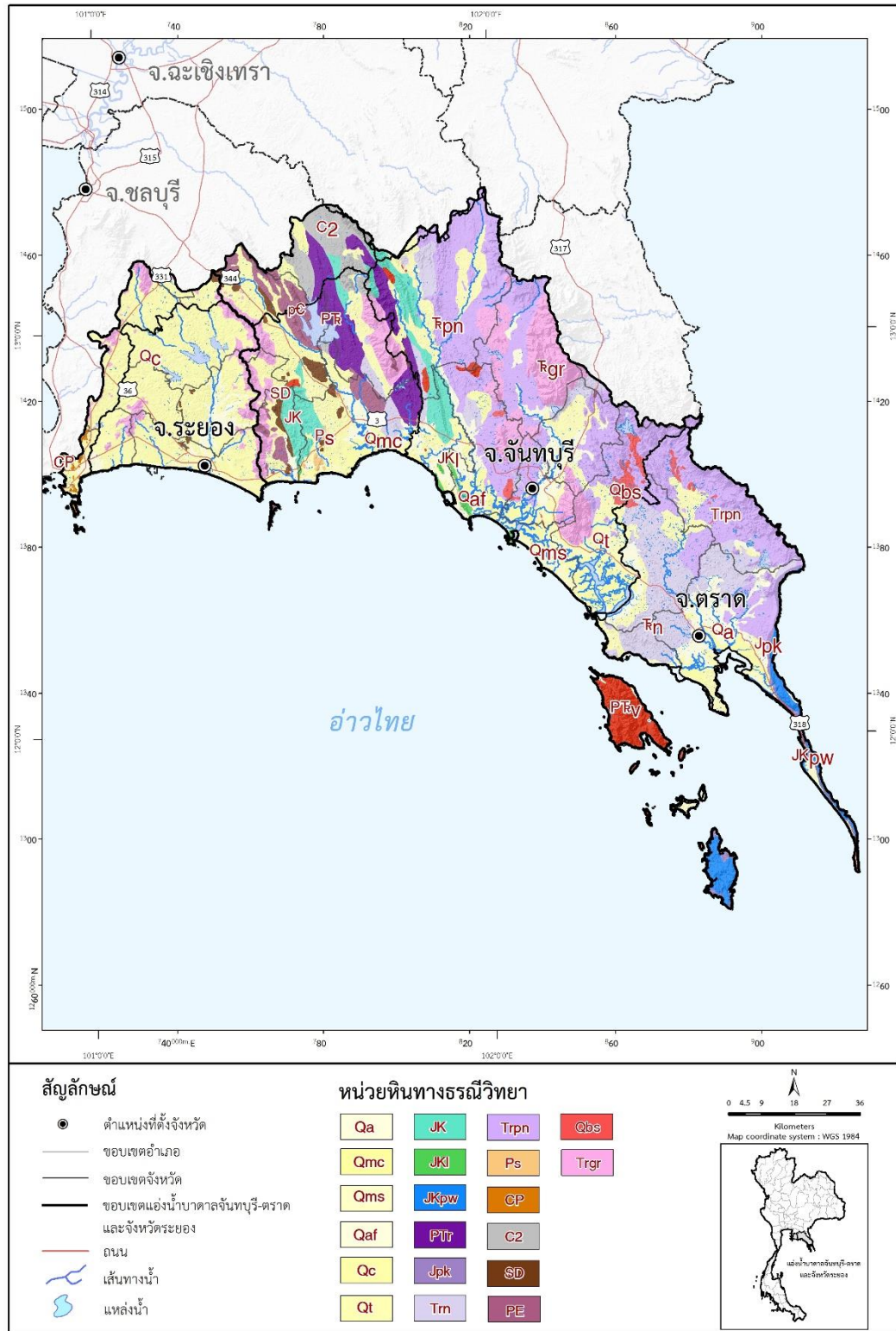
หมวดหินสระแก้ว ประกอบไปด้วย หินเชิร์ต สีเทา สีดำ และสีแดง แสดงชั้นชัดเจน มีซากดึกดำบรรพ์เรติโอลาเรีย มีหินปูน หินทราย หินภูเขาไฟเป็นเลนส์แทรกอยู่บ้าง และหินบะซอลต์รูปหมอนวางตัวอยู่ด้านบนของหินอัลตราเมฟิก พบกระจายตัวอยู่ บริเวณอำเภอสอยดาว และอำเภอโป่งน้ำร้อน

2.3.2.4 หินอัคนีและหินแปร

ในบริเวณภาคตะวันออกสามารถแบ่งแนวหินอัคนีได้ 3 แนว แนวแรกอยู่ทางด้านทิศตะวันตกของพื้นที่ปกคลุมพื้นที่ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ของจังหวัดชลบุรีต่อมายังจังหวัดระยอง เป็นหินแกรนิตมวลไพศาล เนื้อหินหยาบปานกลางถึงเนื้อดอก หินแกรนิตแนวที่สองอยู่ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือของอำเภอแกลง จังหวัดระยอง ส่วนแนวที่สามส่วนใหญ่เป็นหินแกรนิตมวลไพศาล ปกคลุมพื้นที่ทางด้านทิศเหนือและทิศใต้ของจังหวัดจันทบุรี นอกจากนั้นเป็นหินอัคนีพุพวกหินไรโอไลต์ ปรากฏอยู่ทางด้านตะวันออกของภาคห่างจากชายแดนกัมพูชาประมาณ 5-10 กิโลเมตร และหินโอลิวีนบะซอลต์เนื้อหินแสดงลักษณะรูฟองอากาศ ปรากฏเป็นแนวอยู่ทางด้านทิศตะวันออกของอำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี และทางด้านทิศเหนือของจังหวัดตราด

หินแปรในพื้นที่ศึกษานั้นมีหลายช่วงอายุ ได้แก่ 1) หินในยุคแคมเบรียน-ออร์โดวิเซียน พบอยู่บริเวณชายฝั่งทะเลและเกาะนอกฝั่ง ในเขตอำเภอสตูลและอำเภอเมืองจังหวัดชลบุรี หินยุคนี้ประกอบด้วยหินควอร์ตไซต์ และหินควอร์ตซ์ชีสต์ 2) หินยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน และอาจต่อเนื่องขึ้นไปถึงยุคคาร์บอนิเฟอรัสแบ่งได้เป็น 2 แนว แนวแรกอยู่ทางด้านตะวันตก และตอนกลางของพื้นที่ซึ่งคั่นอยู่ด้วยหินมหายุคพรีแคมเบรียนและหินแกรนิตชลบุรี-ระยอง หินตะกอนที่อยู่บนฝั่งทะเลด้านจังหวัดชลบุรีและบริเวณเกาะแก้ว อำเภอสตูล ด้านตะวันตกของพื้นที่ ได้แก่ ประกอบด้วยหินควอร์ตไซต์ และหินที่ถูกเปลี่ยนแปลงลักษณะและถูกแปรสภาพเป็นหินแปรเกรดต่ำ บางบริเวณพบการแปรสภาพแบบสัมผัสกับหินแกรนิต แนวที่สองอยู่ทางด้านตะวันออกของแนวหินมหายุคพรีแคมเบรียนและมีแนวหินแกรนิตคั่นอยู่เป็นบริเวณกว้าง ตั้งแต่เขตอำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา ลงมาในเขตอำเภอแกลง จังหวัดระยอง เช่น ที่บริเวณเขาใหญ่และเขาชะเมา ประกอบด้วยหินแปรเกรดต่ำชั้นกรีนชีสต์ จำพวกหินควอร์ตไซต์ หินชีสต์ และหินฟิลไลต์ ซึ่งบางส่วนสัมผัสอยู่กับหินไนส์ ยุคพรีแคมเบรียนและหินปูนยุคเพอร์เมียนแบบรอยเลื่อนสัมผัส

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



รูปที่ 2-12 ธรณีวิทยาของแอ่งน้ำบาดาลจันทบุรี-ตราด (ปรับปรุงจาก กรมทรัพยากรธรณี, 2553)

2.4 ข้อมูลอุทกธรณีวิทยา

2.4.1 พื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบน

ชั้นน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษามีทั้งชั้นน้ำบาดาลในตะกอนร่วนและหินแข็งที่มีอายุแตกต่างกัน ในทางวิชาการ หมวดหมู่ของหินเหล่านี้ถูกจำแนกโดยอาศัยคุณสมบัติของการเป็นแหล่งกักเก็บน้ำบาดาลเป็นตัวกำหนด โดยการนำหินที่ถูกจัดกลุ่มหน่วยหินทางธรณีวิทยา (geological unit) มาทำการจำแนกใหม่ในรูปแบบของหน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยา (hydrogeological unit) หรือชั้นน้ำบาดาล (รูปที่ 2-13) ซึ่งรายละเอียดลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาในพื้นที่ศึกษาได้ดังนี้

2.4.1.1 ชั้นน้ำในตะกอนร่วน (Unconsolidated aquifer)

ในการดำเนินงานโครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้นนั้น มุ่งเน้นในพื้นที่ที่มีชั้นทรายอยู่ในระดับต้น ซึ่งชั้นทรายเหล่านี้เป็นชั้นน้ำบาดาลในตะกอนร่วน เกิดจากการกักเซาะและพัดพาตะกอนจากที่สูงมาสะสมตัวอยู่บริเวณกลางแอ่งน้ำบาดาล ลักษณะการสะสมตัวของตะกอนมีทั้งการสะสมตัวแบบตะกอนน้ำพารูปพัด และแบบทางน้ำประกอบด้วยตะกอนกรวด ทราย ทรายแป้ง ดินเหนียว และเศษหิน มีน้ำบาดาลแทรกซึมอยู่ในช่องว่างของเม็ดตะกอน ปริมาณน้ำขึ้นอยู่กับความหนาและลักษณะตะกอนของชั้นน้ำ สามารถแยกชั้นน้ำในหินตะกอนร่วนได้ 3 ประเภท ดังนี้

1) **ชั้นน้ำตะกอนน้ำพา (Floodplain deposits aquifer, Qfd)** เกิดจากการพัดพาของแม่น้ำ และมาสะสมตัวอยู่ในที่ราบลุ่มน้ำหลาก บริเวณทั้ง 2 ฝั่ง ตามแนวคอโค้งของแม่น้ำปิง แม่น้ำยม และแม่น้ำน่าน รวมถึงแม่น้ำสาขา ลักษณะการสะสมตัวประกอบด้วย การทับถมกันของตะกอนกรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว แผ่กระจายออกไปจากตัวลำน้ำ สามารถพัฒนาบ่อบาดาลระดับต้นในบริเวณนี้ได้ แต่เนื่องจากพื้นที่ในบริเวณนี้เป็นพื้นที่ลุ่มต่ำ จึงมักถูกน้ำท่วมในช่วงที่มีปริมาณฝนตกมากกว่าปกติ ความลึกถึงชั้นน้ำบาดาล ประมาณ 25 – 40 เมตร เป็นชั้นน้ำที่ให้น้ำจืดคุณภาพดีถึงปานกลาง

2) **ชั้นน้ำตะกอนเศษหินเชิงเขา (Colluvial deposits aquifer, Qct)** เป็นตะกอนที่เกิดจากการสะสมสมตัวบริเวณเชิงเขาหรือบริเวณที่มีความลาดชันสูง ตะกอนที่พบ ได้แก่ กรวด ทราย ทรายแป้ง ดินเหนียว และเศษหิน มีการคัดขนาดไม่ดี เป็นชั้นน้ำที่ให้น้ำคุณภาพดี

3) **ชั้นน้ำตะกอนตะพักน้ำ (Terrace deposits aquifer, Qt)** เป็นตะกอนทางน้ำยุคเก่าที่ภายหลังเกิดกระบวนการทางธรณีวิทยา ทำให้บางส่วนของชั้นน้ำมีการยกตัวสูงขึ้นและสัมผัสกับอากาศ เกิดกระบวนการทางเคมีกลายเป็นชั้นศิลาแลง ตะกอนในชั้นน้ำประเภทนี้ประกอบด้วย กรวด ทราย ทรายแป้ง ดินเหนียว และดินมาร์ล วางตัวอยู่ด้านล่างของชั้นตะกอนน้ำพาที่มีอายุอ่อนกว่า ในน้ำคุณภาพดีถึงปานกลาง ซึ่งชั้นน้ำตะกอนตะพักน้ำนี้สามารถแบ่งออกเป็น ชั้นน้ำตะกอนตะพักน้ำยุคใหม่ (Younger terrace deposits aquifer, Qyt) และชั้นน้ำตะกอนตะพักน้ำยุคเก่า (Older terrace deposits aquifer, Qot) โดยที่ชั้นน้ำตะกอนตะพักน้ำยุคใหม่นั้น ประกอบด้วย

ตะกอนกรวดทรายและดินเหนียว พบในพื้นที่แอ่งต่าง ๆ ในภาคเหนือและภาคกลางตอนบน ความลึกของชั้นน้ำบาดาล อยู่ในช่วง 40 – 60 เมตร ส่วนชั้นน้ำตะกอนตะกั่วไคเป็นตะกอนขนาดใหญ่ที่สะสมตัวในที่ราบเชิงเขา รองรับใต้ตะกอนตะกั่วไคใหม่ประกอบด้วยตะกอนกรวด ทราย และดินเหนียวแทรกสลับกัน น้ำบาดาลจะถูกกักเก็บอยู่ในชั้นกรวดทราย ความลึกของชั้นน้ำบาดาลตั้งแต่ 20 – 110 เมตร แตกต่างกันตามบริเวณที่ปรากฏ เช่น บริเวณกลางแอ่งมีความลึกถึง 90 – 110 เมตร

2.4.1.2 ชั้นน้ำในหินชั้น (Sedimentary aquifer)

1) **ชั้นน้ำภูทอก (KTpt)** ประกอบด้วย หินทราย สีนํ้าตาลแกมแดงถึงสีนํ้าตาลแกมม่วง เนื้อทรายละเอียดถึงปานกลาง แทรกสลับด้วยหินทรายแป้ง สีนํ้าตาลถึงนํ้าตาลแกมแดงหมวดหินภูขัดตอนบน และหินทรายสีแกมอิฐ เนื้อทรายปานกลางถึงหยาบแสดงชั้นเฉียงระดับขนาดใหญ่ มีหินทรายเม็ดละเอียด และหินทรายแป้ง สีนํ้าตาลถึงนํ้าตาลแกมแดง แสดงผนังทราย รอยร้าวคลื่นและระแหงโคลน ของหมวดหินเขายําปูกตอนล่าง ได้นํ้าจากรอยแตกของหินที่ระดับลึก 20 – 50 เมตร ปริมาณนํ้าค่อนข้างน้อยระหว่าง 3 – 5 ลบ.ม./ชม.

2) **ชั้นน้ำโคราชตอนบน (Kuk)** ประกอบด้วย หินทราย หินทรายแป้ง และหินโคลน สีส้มแดงและแดงแกมม่วง หมวดหินมหาสารคามและหินทราย หินทรายแป้ง สีนํ้าตาลแกมแดงจนถึงนํ้าตาลอ่อน หมวดหินโคกกรวด ชั้นนํ้านี้โผล่ให้เห็นเป็นแนวกว้างคลุมพื้นที่อำเภอนครไทย หินมีแนวรอยแตก รอยเลื่อนในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ – ตะวันออกเฉียงใต้มากมาย ความลึกถึงชั้นให้นํ้าบาดาลมีช่วงความลึกตั้งแต่ 30 – 110 เมตร มีความลึกเฉลี่ยที่ 40 เมตร อัตราการให้นํ้าเฉลี่ย 3 – 5 ลบ.ม./ชม. คุณภาพนํ้าดียกเว้นมีเหล็กสูง

3) **ชั้นน้ำโคราชตอนกลาง (Jmk)** ประกอบด้วย หินทราย และหินกรวดมน สีเทาแกมเหลืองถึงชมพูเทา หมวดหินภูพาน หินดินดาน และหินทรายแป้ง สีนํ้าตาลแกมแดงหมวดหินเสาขัว และหินทราย สีเทาแดงถึงสีขาว หมวดหินพระวิหาร ชั้นนํ้านี้พบทั่วไปเป็นแนวยาวตั้งแต่อำเภอวัดโบสถ์ผ่านอำเภอวังทอง สิ้นสุดที่อำเภอเนินมะปราง วางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือตะวันออกเฉียงใต้ มีแนวรอยเลื่อน ชั้นหินโค้งรูปปะทุหงาย และชั้นหินโค้งรูปประทุหงายมากมาย ลักษณะการเอียงตัวของชั้นนํ้าลักษณะนี้ทำให้เกิดแรงดันในชั้นนํ้าทำให้นํ้าไหลขึ้นมาเองที่ผิวดินโดยธรรมชาติ ซึ่งพบเห็นได้หลายแห่ง เช่น ที่อำเภอวัดโบสถ์ และเกินนํ้าตกหลายแห่งในอำเภอวังทอง ระดับนํ้าลึกถึงรอยแตกที่ให้นํ้าในหินดินดานตั้งแต่ 30 – 120 เมตร โดยมีค่าเฉลี่ย 5 – 8 ลบ.ม./ชม. คุณภาพนํ้าดียกเว้นมีเหล็กสูงในบางแห่ง

4) **ชั้นน้ำโคราชตอนล่าง (TRJk)** ประกอบด้วยหินดินดาน สีนํ้าตาลแดงและแดงแกมม่วง ปนเนื้อไมกา หินทรายแป้ง และหินทราย สีนํ้าตาลแดง หมวดหินภูกระดึง หินทรายสีนํ้าตาลแดง และหินกรวดมนสีนํ้าตาลแดง หมวดหินนํ้าพอง หินกรวดมน หินทรายสีเทาถึงนํ้าตาลแดงแกมแดง หินดินดานสีเทาถึงดำ หมวดหินห้วยหินลาด โผล่ให้เห็นเป็นแนวยาวตามขอบแอ่งโดยวางตัวรองรับชั้นนํ้าโคราชตอนกลาง ตั้งแต่อำเภอวัดโบสถ์มาถึง อำเภอวังทอง และแผ่กระจายมากขึ้นในตำบลชมพู ตำบลบ้านมุง และตำบลวังยาง อำเภอเนินมะปราง ให้นํ้าบาดาลจาก

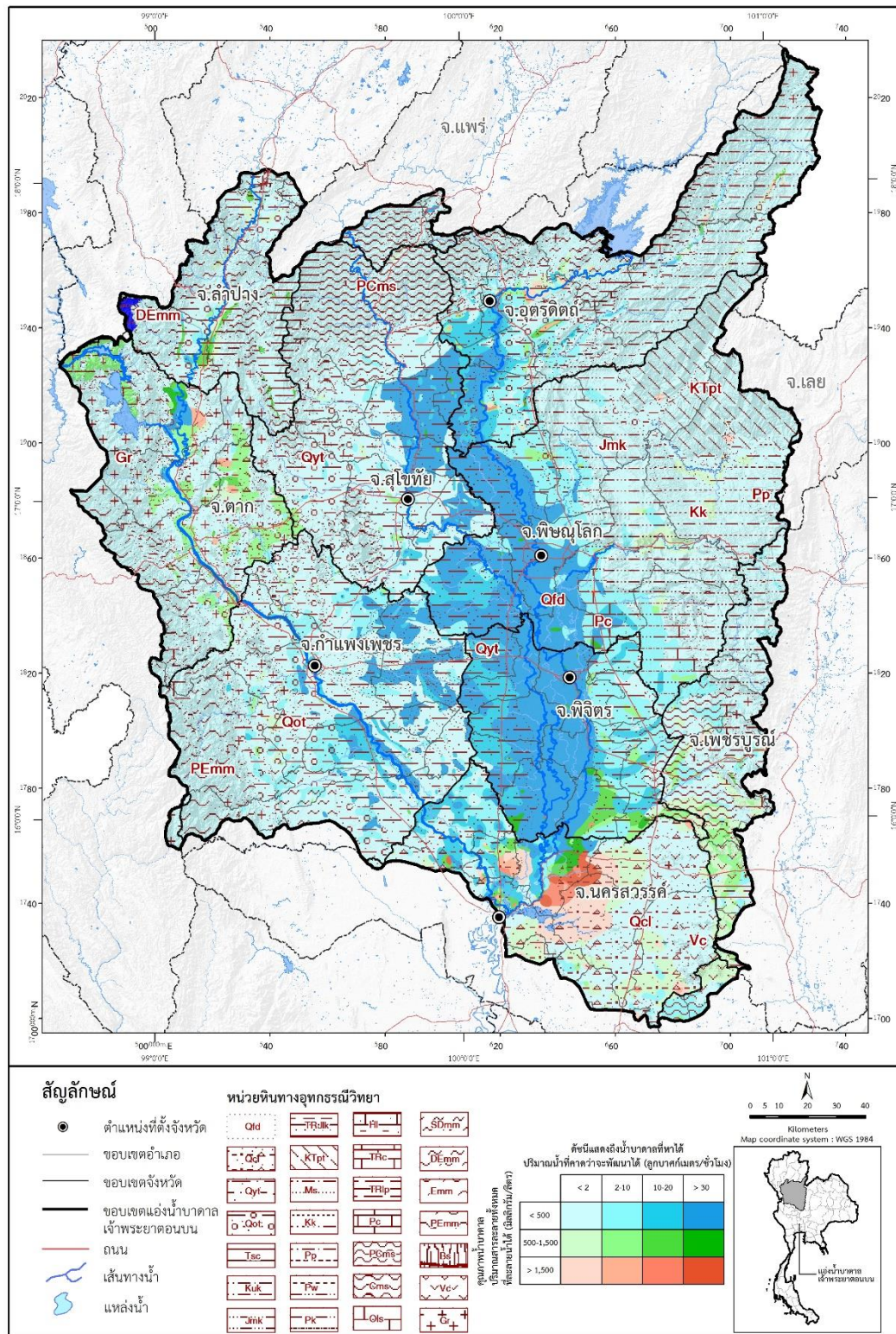
รอยต่อของหินดินดานพบกับหินทรายและหินกรวดมนเนื้อแน่นที่ความลึกประมาณ 50 เมตร อัตราการจ่ายน้ำ 3 – 5 ลบ.ม./ชม.

5) **ชั้นน้ำคาร์บอเนต (Pc)** ประกอบด้วยหินปูนเนื้อแน่นสีเทา มีกระเปาะหินเชิร์ตสีดำแทรกสลับด้วยหินดินดาน เป็นหินยุคเพอร์เมียนตอนกลาง จากการเทียบอายุซากบรรพชีวินจัดอยู่ในหมวดหินผานกเค้า ชั้นน้ำนี้วางตัวรองรับชั้นน้ำโคราชตอนล่าง และพบเห็นได้เป็นแนวยาวจากตำบลชมพูผ่านตำบลเนินมะปรางตำบลบ้านม่วงจนถึงตำบลวังโพรง อำเภอเนินมะปราง และพบกระจายตัวในที่ราบบริเวณตำบลบ้านน้อยชุมชี่เหล็ก แสดงลักษณะของโพรงหิน ถ้ำ และน้ำซับจากหินปูนหมวดนี้หลายแห่ง ความลึกถึงชั้นน้ำมีตั้งแต่ 20 เมตรจนถึง 140 เมตร ให้น้ำในอัตราแตกต่างกันระหว่าง 2 – 30 ลบ.ม./ชม. โดยมีอัตราเฉลี่ย 5 – 8 ลบ.ม./ชม. คุณภาพน้ำดีแต่มีความกระด้างสูง

2.4.1.3 ชั้นน้ำในหินอัคนี (Igneous aquifer)

1) **ชั้นน้ำหินภูเขาไฟ (Vc)** ประกอบด้วยหิน แอนดีไซต์ ไรโอไลต์ แก้วภูเขาไฟและกรวดเหลี่ยมภูเขาไฟ สีขาว เหลือง เทา น้ำตาล ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแนวหินอัคนีฟู เลย – เพชรบูรณ์ – ไพศาลี อายุไทรแอสซิกตอนกลาง โผล่ให้เห็นบริเวณตอนใต้ของอำเภอเนินมะปราง ความลึกไม่เกิน 30 เมตร อัตราการให้น้ำ 1 – 2 ลบ.ม./ชม.

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



รูปที่ 2-13 อุทกธรณีวิทยาของแอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบน (ปรับปรุงจาก กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2540)

2.4.2 พื้นที่แอ่งน้ำบาดาลจันทบุรี-ตราด

ชั้นน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาประกอบด้วยชั้นน้ำบาดาลในตะกอนร่วนและในหินแข็ง สามารถแบ่งเขตตามลักษณะทางอุทกธรณีวิทยา (รูปที่ 2-14) ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.4.2.1 แหล่งน้ำบาดาลในตะกอนหินร่วน (Unconsolidated Aquifer)

ในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลจันทบุรี – ตราด มีชั้นตะกอนร่วนที่เกิดจากการผุพังของหินในท้องที่บริเวณทิศเหนือของแอ่ง และถูกพัดพามาสะสมยังบริเวณที่ราบลุ่มทางด้านทิศใต้ แหล่งน้ำบาดาลชนิดนี้กักเก็บน้ำบาดาลอยู่ในช่องว่างของชั้นกรวด ทราย ดินเหนียว และเศษหิน สามารถจำแนกได้หลายชนิด ได้แก่ ตะกอนน้ำพา ตะกอนตะกั่ว ตะกอนเชิงเขา และตะกอนชายหาด

1) **ชั้นหินให้น้ำตะกอนน้ำพา (Floodplain deposits aquifer, Qfd)** ประกอบด้วยกรวดทราย ทรายแป้ง ที่เกิดจากการพัดพาของทางน้ำ พบบริเวณทางตอนล่างของพื้นที่จังหวัด ปริมาณน้ำที่ได้ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 2-10 ลบ.ม./ชม. คุณภาพน้ำส่วนใหญ่มีลักษณะกร่อย-เค็ม ยกเว้นในบางพื้นที่ที่มีคุณภาพดี เช่น เขตอำเภอนายายอาม จังหวัดจันทบุรี บริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำประแส คลองโพธิ์ และคลองใหญ่ จังหวัดระยอง

2) **ชั้นหินให้น้ำตะกอนตะกั่ว (Low terrace deposits aquifer, Qlt)** ประกอบด้วย กรวดทราย มีการคัดขนาดไม่ค่อยดีนัก พบบริเวณตอนล่างของพื้นที่กระจายตัวใกล้กับบริเวณชายทะเล คุณภาพน้ำในตะกอนตะกั่วมีคุณภาพดี ความลึกของชั้นน้ำบาดาลที่สามารถเจาะน้ำบาดาลได้อยู่ในช่วง 9 - 24 เมตร ส่วนใหญ่ให้น้ำอยู่ในเกณฑ์ 2-10 ลบ.ม./ชม

3) **ชั้นหินให้น้ำตะกอนเศษหินเชิงเขา (Colluvium deposits aquifers, Qcl)** ประกอบด้วย กรวดทราย ดินเหนียว และเศษหิน ตะกอนเศษหินเชิงเขา คุณภาพน้ำส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดี ยกเว้นบริเวณ ตอนล่างของพื้นที่ในเขตเทศบาลอำเภอนายายอาม และบริเวณตอนกลางของตำบลทับไทรในเขตอำเภโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี น้ำบาดาลมีคุณภาพปานกลางและมีอัตราการให้น้ำส่วนใหญ่ 2-10 ลบ.ม./ชม ความลึกของชั้นน้ำบาดาลโดยเฉลี่ยประมาณ 20 – 40 เมตร

4) **ชั้นหินให้น้ำตะกอนทรายชายหาด (Beach sand aquifer, Qbs)** ประกอบด้วยทราย ทรายปนกรวด และทรายแป้ง เกิดจากการพัดพามาสะสมตัวของน้ำทะเล โดยจะพบในบริเวณที่เป็นที่ราบชายฝั่งทะเล เช่น ชายฝั่งทะเลของอำเภอนายายอาม จังหวัดจันทบุรี และอำเภอแกลง จังหวัดระยอง น้ำบาดาลมีคุณภาพน้ำดี รสจืด ต่างกับบริเวณตะกอนทรายหาดของอำเภอนายายอาม อำเภอแหลมสิงห์ และอำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี ที่มีคุณภาพปานกลางถึงคุณภาพไม่ดีมีรส กร่อย-เค็ม เนื่องจากการแทรกดันของน้ำทะเลเข้ามา ในพื้นที่บริเวณนี้ ส่วนใหญ่ได้รับน้ำโดยตรงจากน้ำฝนและจะถูกกักเก็บอยู่ภายในชั้นทราย ปริมาณน้ำที่ได้จากตะกอนทรายหาดส่วนใหญ่น้อยกว่า 2 ลบ.ม./ชม. และปริมาณน้ำที่ได้ขึ้นอยู่กับความหนาของชั้นตะกอน

2.4.2.2 แหล่งน้ำบาดาลในหินแข็ง (Consolidated Aquifer)

หินแข็งที่พบในพื้นที่ มีทั้งชั้นหินให้น้ำหินคาร์บอเนต ชั้นหินให้น้ำหิน ตะกอนกึ่งหินแปร และชั้นหินให้น้ำ หินอัคนี มีรายละเอียดดังนี้

1) ชั้นหินให้น้ำหินคาร์บอเนต (Carbonate aquifers)

ชั้นหินให้น้ำหินปูน (Limestone :Pc) ประกอบด้วย หินปูน สีเทาอ่อน ถึงเทาแก่เป็นชั้นถึงชั้นหนามาก น้ำบาดาลถูกกักเก็บอยู่ภายในรอยแตก (fractures) รอยแยก (joints) รอยเลื่อน (fault zones) ถ้ำหรือโพรง (cavities) พบกระจายตัวอยู่ทางด้านตะวันออกของอำเภอสอยดาว ทางด้านตะวันออกและตอนกลางของอำเภอโป่งน้ำร้อน ตอนกลางอำเภอมะขาม ด้านตะวันตกและด้านใต้อำเภอท่าใหม่ ด้านตะวันตกของอำเภอเมือง และตอนล่างของอำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี อำเภอเขาชะเมาและแกลง จังหวัดระยอง คุณภาพน้ำส่วนใหญ่ของหินปูนในเขตอำเภอสอยดาวและอำเภอโป่งน้ำร้อนมีคุณภาพปานกลาง ส่วนคุณภาพน้ำของชั้นหินให้น้ำหินปูนของอำเภออื่นๆ อยู่ในเกณฑ์ดี ความลึกของชั้นน้ำบาดาลอยู่ในช่วง 18 - 30 เมตร ปริมาณน้ำที่ได้มีตั้งแต่ไม่น้อยกว่า 2 ลบ.ม./ชม. จนถึงมากกว่า 20 ลบ.ม./ชม.

2) ชั้นหินให้น้ำหินตะกอนกึ่งหินแปร (Metasedimentary aquifers)

ชั้นหินให้น้ำหินตะกอนกึ่งหินแปรอายุไทรแอสซิก (Triassic metasedimentary aquifers: TRms) ประกอบด้วยหินทรายชนิดเกรย์แวค สีเทาเขียวถึงเทาดำ แสดงชั้นหนาถึงชั้น บางมีการคัดขนาดไม่ดี มีชั้น หินดินดานและหินโคลนสีเทา-เทาเขียวและหินดินดานเนื้อปนถ่านภูเขาไฟ น้ำบาดาลถูกกักเก็บอยู่ภายในรอยแตก รอยแยก รอยเลื่อน พบกระจายตัวอยู่ทุกอำเภอโดยหน่วยหินนี้พบเป็นบริเวณกว้างขวางที่สุดในจังหวัดจันทบุรี ส่วนใหญ่ น้ำบาดาลมีคุณภาพดี ยกเว้นบางบริเวณในเขตอำเภอสอยดาว และอำเภอโป่งน้ำร้อน น้ำบาดาลมีคุณภาพปาน กลาง ปริมาณน้ำที่ได้มีตั้งแต่ไม่น้อยกว่า 2 ลบ.ม./ชม. จนถึงมากกว่า 20 ลบ.ม./ชม. ความลึกถึงชั้นน้ำบาดาลอยู่ในช่วง 15-30 เมตร

ชั้นหินให้น้ำหินตะกอนกึ่งหินแปรอายุเพอร์เมียน (Permian metasedimentary aquifers, PCms) ประกอบด้วยหินเชิร์ต หินปูน หินโคลน หินฟิโนโลบะซอลต์ น้ำบาดาลถูกกักเก็บอยู่ในรอยแตก รอยแยก รอยเลื่อน พบกระจายตัวอยู่บริเวณตอนกลางของอำเภอสอยดาวและต่อเนื่องถึงตอนบนของอำเภอโป่งน้ำร้อน ส่วนใหญ่ น้ำบาดาลมีคุณภาพปานกลาง ยกเว้นบริเวณทางด้านตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่อำเภอสอยดาวและทางด้านตะวันออก ของพื้นที่อำเภอโป่งน้ำร้อน น้ำบาดาลมีคุณภาพดี ปริมาณน้ำที่ได้มีตั้งแต่ไม่น้อยกว่า 2 ลบ.ม./ชม. ไปจนถึง 20 ลบ.ม./ชม. ความลึกถึงชั้นน้ำบาดาลอยู่ในช่วง 18-38 เมตร

3) ชั้นหินให้น้ำอัคนี (Igneous aquifers)

หินแกรนิต (Granitic aquifers, Gr) ประกอบด้วยหินไบโอไทต์-ฮอร์นเบลนด์ แกรนิต ลักษณะที่พบโดยทั่วไปเป็นหินเนื้อแน่นแข็ง มีศักยภาพในการให้น้ำบาดาลต่ำ น้ำบาดาลจะถูกกักเก็บอยู่ภายในรอยแตก รอยแยก หรือรอยเลื่อน และบางส่วนจะถูกกักเก็บอยู่ในบริเวณหินผุ พบบริเวณทางด้านตะวันออกของอำเภอเมืองจันทบุรี ด้านตะวันออกและด้านเหนือของอำเภอท่าใหม่ด้านเหนือและด้านใต้ของอำเภอมะขาม ด้านตะวันตกของอำเภอขลุง ด้านตะวันตกและด้านเหนือของ อำเภอโป่งน้ำร้อน ด้านตะวันตกเฉียงใต้ของอำเภอสอยดาว ด้านตะวันออกและตะวันตกของอำเภอแก่งหางแมว และกระจายตัวครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของอำเภอเขาฉกรรจ์ จังหวัดจันทบุรี อำเภอบ้านฉาง อำเภอบ้านค่าย และเทือกเขาฝั่งตะวันออกของอำเภอเขาชะเมา จังหวัดระยอง คุณภาพน้ำในหินแกรนิตส่วนใหญ่มีคุณภาพดี ปริมาณน้ำที่ได้ส่วนใหญ่้น้อยกว่า 2 ลบ.ม./ชม. ยกเว้นทางด้านตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่อำเภอแก่งหางแมว และทางด้านเหนือของอำเภอเมืองจันทบุรี ปริมาณน้ำที่ได้อยู่ในช่วง 2-20 ลบ.ม./ชม. ความลึกของชั้นน้ำบาดาลอยู่ในช่วง 18-30 เมตร

หินภูเขาไฟ (Volcanic aquifers, Vc) ประกอบด้วยหินแอนดีไซต์ ไรโอไลต์ หิน กรวดมนภูเขาไฟ หินทัพพี และหินบะซอลต์ติกแอนดีไซต์ น้ำบาดาลถูกกักเก็บอยู่ในรอยแตก รอยแยก พบกระจายตัวอยู่ในบริเวณตอนกลางและตอนใต้ของอำเภอแก่งหางแมว บริเวณแคบๆ ทางตอนเหนือของอำเภอนายายอาม ตอนเหนือและด้านตะวันออกของอำเภอท่าใหม่ ต่อเนื่องไปถึงด้านตะวันตกของกิ่งอำเภอเขาฉกรรจ์ ด้านตะวันตกของอำเภอมะขาม และอำเภอโป่งน้ำร้อน ซึ่งพบเป็นบริเวณแคบๆ คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี ปริมาณน้ำที่ได้ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 2-10 ลบ.ม./ชม. ความลึกถึงชั้นน้ำบาดาลอยู่ในช่วง 15-30 เมตร

หินบะซอลต์ (Basaltic aquifer, Bs) ประกอบด้วยหินโอลีวินบะซอลต์ น้ำบาดาลจะถูกกักเก็บอยู่ภายในรอยแตก รอยแยก หรือรอยเลื่อน และช่องว่างภายในหิน พบกระจายตัวอยู่ทางด้านใต้ของพื้นที่อำเภอท่าใหม่ ทางตอนเหนือต่อเนื่องลงมาถึงด้านตะวันออกของอำเภอขลุง ตอนกลางของอำเภอโป่งน้ำร้อน และตอนเหนือของอำเภอสอยดาว คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี ยกเว้นบริเวณอำเภอสอยดาวมีคุณภาพน้ำปานกลาง ปริมาณน้ำที่ได้ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงน้อยกว่า 2 ลบ.ม./ชม.จนถึง 10-20 ลบ.ม./ชม. ความลึกถึงชั้นน้ำบาดาลอยู่ในช่วง 18-33 เมตร

สำนักอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล



รูปที่ 2-14 อุทกธรณีสัณฐานของแอ่งน้ำบาดาลจันทบุรี-ตราด (ปรับปรุงจาก กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2540)

2.5 การทบทวนงานศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 โครงการศึกษาทดลองการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินผ่านระบบสระน้ำ พื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือตอนล่าง จังหวัดพิษณุโลก สุโขทัย และพิจิตร

โครงการของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ดำเนินการโดยคณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในปี พ.ศ. 2552 – 2554 มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาทดลองวิธีการเติมน้ำผ่านระบบสระหรือวิธีอื่น ๆ และศึกษากระบวนการทางกายภาพ ชลศาสตร์ และเคมีของการเติมน้ำ รวมถึงศึกษาแนวทางแก้ไขปัญหากล้วยแล้งและอุทกภัย พื้นที่ก่อสร้างระบบเติมน้ำตั้งอยู่ในเขตพื้นที่บ้านหนองนา หมู่ 8 ตำบลหนองกุง อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก มีการก่อสร้างสระเติมน้ำ จำนวน 2 สระ อัตราการเติมน้ำอยู่ในช่วง 60 – 2,460 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งเป็นผลให้ระดับน้ำบาดาลโดยรอบพื้นที่ศึกษาเพิ่มขึ้นสูงสุด 3.33 เมตร หลังจากการทดลองเติมน้ำผ่านไป 5 วัน หลังจากนั้นจะค่อย ๆ ลดลง โดยมีทิศทางการไหลออกจากสระเติมน้ำและไหลไปทางทิศเหนือ ตามทิศทางการไหลหลักของน้ำบาดาลในพื้นที่ด้วยอัตราเร็วเฉลี่ย 0.07 เมตรต่อวัน

2.5.2 การศึกษาสำรวจและออกแบบโครงการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลเพื่อแก้ไขปัญหากล้วยแล้งและปัญหาการลดระดับน้ำของชั้นน้ำบาดาล 2 แห่ง

ในปี พ.ศ. 2561 กรมทรัพยากรน้ำบาดาลได้ดำเนินการว่าจ้างให้บริษัท เอส เอ็น ที คอนซัลแตนท์ จำกัด ให้ดำเนินโครงการดังกล่าว โดยมีวัตถุประสงค์ในการสำรวจและคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมสำหรับการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล ในพื้นที่ที่มีการลดระดับของน้ำบาดาลลงอย่างต่อเนื่องในจังหวัดพิษณุโลก รวมถึงออกแบบและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินที่ไม่ทำให้เกิดผลกระทบด้านคุณภาพและสิ่งแวดล้อมต่อชั้นน้ำบาดาล พร้อมทั้งแนวทางในการติดตามผลการดำเนินงานให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ โครงการนี้มีพื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ชั้นน้ำบาดาลในบริเวณนี้ประกอบด้วยชั้นน้ำบาดาลในตะกอนทรายรูปพัด มีค่าสัมประสิทธิ์การยอมให้น้ำซึมผ่าน (K) อยู่ในช่วง 0.38 – 40.30 เมตรต่อวัน และค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บ (S) อยู่ในช่วง 0.000084 - 0.19 และชั้นน้ำบาดาลในตะกอนตะกั่วปนทรายใหม่ส่วนบน มีค่าสัมประสิทธิ์การยอมให้น้ำซึมผ่าน (K) อยู่ในช่วง 0.19 – 57.60 เมตรต่อวัน และค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บ (S) อยู่ในช่วง 0.000079 - 0.085 คุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นน้ำบาดาลเหล่านี้สามารถหาได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลการสูบทดสอบปริมาณน้ำของบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา โครงการได้มีการดำเนินการเติมน้ำ 2 แบบ คือ แบบผ่านบ่อ และแบบผ่านสระ โดยที่สถานีเติมน้ำแบบผ่านบ่อเติมน้ำ ตั้งอยู่ในพื้นที่บ้านประดา หมู่ 8 ตำบลบึงกอก อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ส่วนสถานีเติมน้ำแบบผ่านสระ ตั้งอยู่ในพื้นที่บ้านเสวยซุง หมู่ 7 ตำบลบึงกอก อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก

จากการศึกษาข้อมูลอุทกธรณีวิทยาในพื้นที่พบว่า ทางด้านทิศตะวันตกของพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่รับน้ำ (recharge area) ซึ่งน้ำที่เติมลงไปยังชั้นน้ำบาดาลจะไหลไปยังพื้นที่สูญเสีย (discharge area) ที่อยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ศึกษาหรือพื้นที่บริเวณแม่น้ำยม และจากการศึกษาทดลองเติมน้ำผ่านบ่อเติมน้ำและ

ผ่านสรุปพบว่า ความสามารถในการเติมน้ำของสถานีเติมน้ำทั้งสองรูปแบบมีการเติมน้ำประมาณ 7-8 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง และสามารถทำให้ระดับน้ำยกตัวสูงขึ้นได้ 0.5 – 1 เมตร ภายในบริเวณรัศมี 16 เมตรโดยรอบกลุ่มสถานีเติมน้ำ

2.1.3 โครงการประเมินผลกระทบต่อแหล่งน้ำบาดาลระดับตื้นในพื้นที่ลุ่มเจ้าพระยาจากวิกฤตภัยแล้ง

โครงการดำเนินการโดยกรมทรัพยากรน้ำบาดาลในปี พ.ศ. 2562 มีวัตถุประสงค์ คือ จัดทำระบบติดตามเผื่อระวังปริมาณและคุณภาพน้ำบาดาลของชั้นน้ำบาดาลระดับตื้นในพื้นที่ประสบภัยแล้ง 11 จังหวัดลุ่มน้ำเจ้าพระยา และประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้านน้ำบาดาลที่เกิดจากการสูบน้ำเพื่อการเกษตร รวมทั้งเสนอแนะแนวทางแก้ไข

ผลการศึกษาจากการวิเคราะห์เชิงพื้นที่พบว่า พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนบนที่มีผลกระทบจากภัยแล้งในระดับค่อนข้างมาก ถึง มาก ได้แก่พื้นที่บริเวณอำเภอองไกรลาค อำเภอเมืองสุโขทัย อำเภอศรีมาศ อำเภอบ้านด่านลานหอย และอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย อำเภอบางระกำ ทางด้านตะวันตกของอำเภอพรหมพิราม อำเภอบางกระทุ่ม และตอนล่างของอำเภอนิคมบ่งพร จังหวัดพิษณุโลก บริเวณอำเภอทับคล้อ อำเภอดงเจริญ อำเภอสามง่าม อำเภอวังทรายพูน อำเภอบางมูลนาก ทางด้านตะวันออกของอำเภอสะพานหิน อำเภอเมือง อำเภอสากเหล็ก และอำเภอโพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตร บริเวณด้านตะวันตกของอำเภอขามเฒ่าบุรี จังหวัดกำแพงเพชร อำเภอหนองบัว อำเภอไพศาลี บางส่วนของอำเภอชุมแสง และบริเวณตอนกลางและด้านตะวันตกของอำเภอด่านช้าง จังหวัดนครสวรรค์

บทที่ 3 การสำรวจรายละเอียดข้อมูลในภาคสนาม

การสำรวจรายละเอียดข้อมูลในภาคสนาม โครงการสำรวจเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบน และจันทบุรี-ตราด มีขั้นตอนการดำเนินการประกอบไปด้วย การเจาะสำรวจชั้นน้ำบาดาลระดับตื้น การสำรวจธรณีฟิสิกส์บนผิวดินด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า การสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยการวัดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การสำรวจวัดระดับน้ำบาดาล และการดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาล น้ำผิวดิน และน้ำฝน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 การเจาะสำรวจชั้นน้ำบาดาลระดับตื้น

ชุดเครื่องมือเจาะสำรวจตรวจสอบการปนเปื้อนสารอันตรายแบบทันทีด้วยเทคนิค Membrane Interface Probe (MIP) ซึ่งเป็นเครื่องมือเจาะสำรวจชั้นดินระดับความลึกไม่เกิน 30 เมตร ที่สามารถใช้ตรวจสอบการปนเปื้อนของชั้นดินในระดับความลึกต่าง ๆ จากสารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) และสารปนเปื้อน Non-Aqueous Phase Liquid (NAPL) โดยใช้ประมวลผลพื้นที่แหล่งกำเนิดของการปนเปื้อน (Point source zone) หรือพื้นที่ผลกระทบจากการแพร่กระจายของสารปนเปื้อนได้ ซึ่งโครงการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นได้ประยุกต์การใช้งานของชุดเครื่องมือเจาะสำรวจดังกล่าวมาช่วยในการเจาะสำรวจชั้นน้ำบาดาลระดับตื้น โดยดำเนินการเจาะสำรวจชั้นน้ำบาดาลระดับตื้น จำนวน 20 จุด เพื่อจะทำการวิเคราะห์ความลึกที่แท้จริงของชั้นทราย ซึ่งเป็นชั้นเป้าหมายหลักของการเติมน้ำระดับตื้น ขั้นตอนการดำเนินการเจาะสำรวจชั้นน้ำบาดาลระดับตื้นโดยประยุกต์ใช้เครื่องมือเจาะสำรวจ MIP แสดงในรูปที่ 3-1 ตัวอย่างแท่งดินที่ได้จากการเจาะจะถูกนำมาวิเคราะห์ต่อไป รายละเอียดแสดงในรูปที่ 3-2 และแผนที่แสดงจุดเจาะสำรวจชั้นน้ำบาดาลระดับตื้นโดยประยุกต์ใช้เครื่องมือเจาะสำรวจ MIP แสดงในรูปที่ 3-3

ผลการเจาะสำรวจชั้นน้ำบาดาลระดับตื้นพบลักษณะของชั้นดินตื้นประกอบไปด้วย ดินเหนียว ดินเหนียวปนทราย ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียวปนทรายแป้ง โดยลักษณะที่พบจะเป็นการแทรกสลับของชั้นดินเหนียวและทรายหรือทรายแป้งเป็นส่วนใหญ่ โดยชั้นทรายหรือทรายแป้งที่พบจะมีความหนาประมาณ 0-2 เมตร และพบสลับกับชั้นดินเหนียวในช่วงความลึกไม่เกิน 5 เมตร และบางหลุมเจาะสำรวจพบชั้นทรายหนา 3-4 เมตรที่ความลึกช่วง 7-10 เมตร และ 11-14 เมตรที่หลุมเจาะ BTK-03 และ RN-01 เป็นต้น ในขณะที่ชั้นดินเหนียวพบได้ตั้งแต่ผิวดินไปจนถึงที่ความลึก 12 เมตร โดยที่ความหนาของชั้นดินเหนียวพบเป็นชั้นหนาตั้งแต่ 2 เมตรไปจนถึง 10 เมตร โดยในบางหลุมเจาะพบเป็นชั้นดินเหนียวยาวตลอดทั้งหลุม เช่นหลุมเจาะที่ BTK-05 และ BTK-09 เป็นต้น โดยผลวิเคราะห์ชั้นดินหินที่ได้จากการเจาะสำรวจชั้นน้ำบาดาลระดับตื้นแสดงรายละเอียดในภาคผนวก



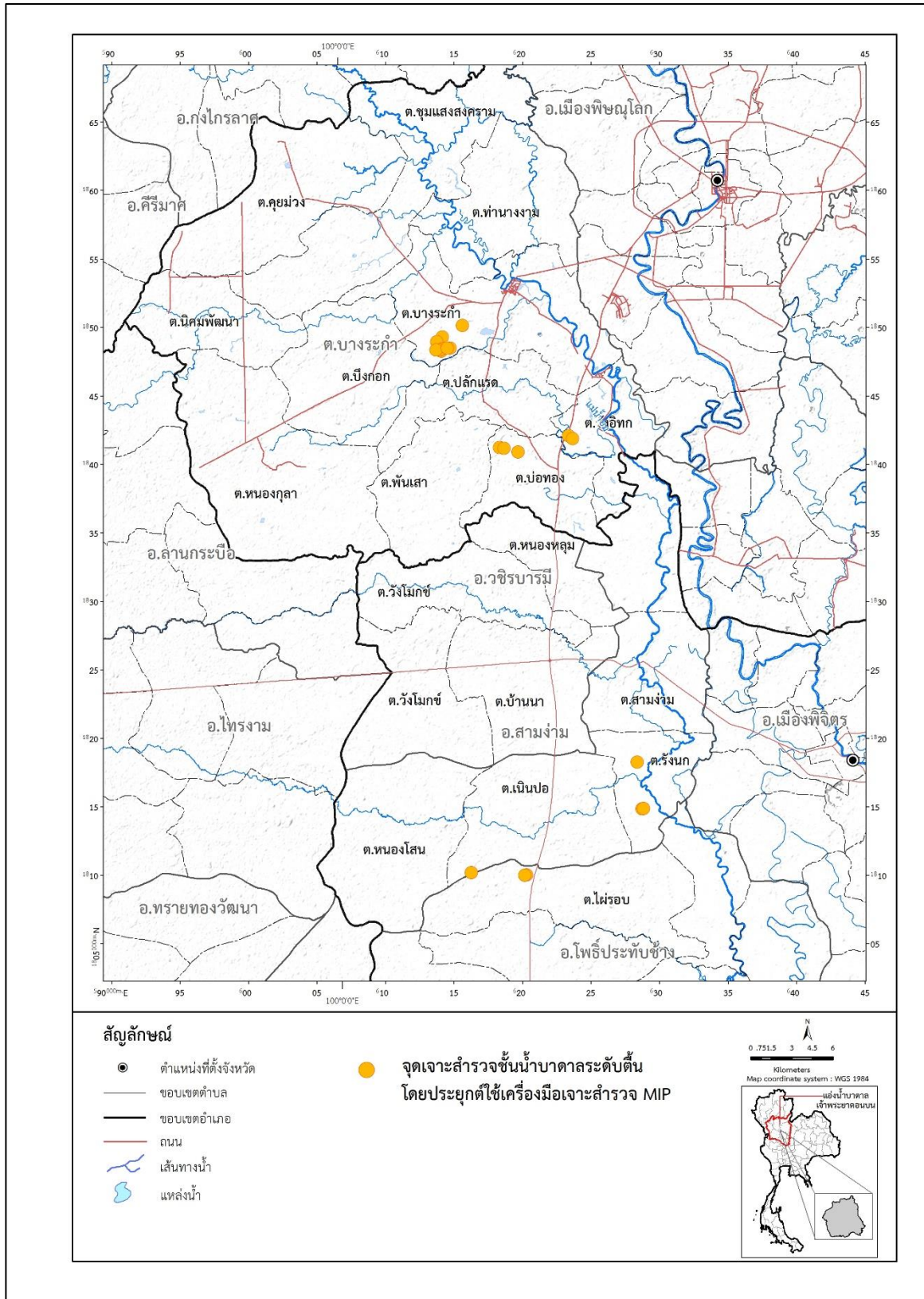
รูปที่ 3-1 ขั้นตอนการดำเนินการเจาะสำรวจชั้นน้ำบาดาลระดับต้นโดยประยุกต์ใช้เครื่องมือเจาะสำรวจ MIP

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด

 บันทึกลักษณะชั้นดิน-หิน จากการเจาะสำรวจชั้นน้ำบาดาลระดับตื้น					
Well number:		BTK009		Type of drilling:	
Location:		บึงตะเคี๋ย บ้านตะเฒ่า ต.บางระกำ อ.บางระกำ จ.พิษณุโลก		Screen type :	
Zone:		47Q		Well diameter:	
UTM E:		614506	UTM N:	1848456	
Elev.		34	m.		
Drill depth:		14.80	m		
Develop depth:		-	m		
Author of description:		Kwankwai Daranond		Date of drilling:	
				8 June 2020	
Depth (m.)		Thickness (m.)	Rock Unit	Description	Remark
From	To				
0	0.80	0.80	Clay	Very dark gray, highly plastic, stiff, moderately homogeneous.	
0.80	0.90	0.10	Clay	Very dark brown, moderately plastic, composed of ~5% silt.	
0.90	1.50	0.60	Clay	Dark brown, moderately plastic, very stiff, composed of ~5% silt.	
1.50	1.60	0.10	Silty clay	Dark yellowish brown, composed of ~30% silt and laterite grain (2-5mm).	
1.60	1.73	0.13	Sand	Pale greenish yellow, moderately sorted fine sand (quartz) with 5% mica.	
1.73	1.93	0.20	Clay	Light olive gray, highly plastic, composed of ~5% silt and black grain (like coal, size 2-5mm).	
1.93	2.30	0.37	Sand	Pale brown, composed of poorly sorted medium to fine sand.	
2.30	4.50	2.20	Clay	Dusky yellow, light olive green, brownish gray, grayish black, highly plastic, moderately homogeneous.	
4.50	6.60	2.10	Clay	Yellowish gray to pale yellowish brown, highly plastic, moderately homogeneous, mottled with red.	
6.60	10.30	3.70	Clay	Moderate yellowish brown, pale yellowish brown, and grayish orange, highly plastic, moderately homogeneous.	
10.30	10.60	0.30	Sandy clay	Moderate yellowish brown and white, composed of ~30% of medium sorted fine to medium sand.	
10.60	11.10	0.50	Clay	Moderate yellowish brown, stiff, highly plastic.	
11.10	11.65	0.55	Sandy clay	White clay with black grain (like coal, low hardness, its size is around 5mm), composed of highly plastic, moderately homogeneous clay and ~10% moderately sorted medium sand.	
11.65	11.80	0.15	Sandy clay	White and dark yellowish orange, composed of highly plastic clay and ~10% moderately sorted sand.	
11.80	12.40	0.60	Sandy clay	White and moderate yellowish brown, composed of moderately plastic clay and ~20% moderately sorted sand.	
12.40	12.48	0.08	Sandy clay	Dark yellowish orange, composed of highly plastic clay and 30% poorly sorted sand.	
12.48	13.00	0.52	Clayey sand	Moderate yellow brown to white, composed of ~20% clay, poorly sorted medium sand, and low hardness black grain (2-5mm).	with black gravel-size grain (like coal)
13.00	14.00	1.00	Clayey sand	Light gray to moderate yellow brown, composed of moderately sorted fine to coarse sand.	fining upward
14.00	14.80	0.80	Sand	Grayish yellow, poorly sorted medium to coarse sand	
End of hole at depth 14.8 meters					

รูปที่ 3-2 แบบวิเคราะห์แท่งดินแท่งหินที่ได้จากการเจาะสำรวจชั้นน้ำบาดาลระดับตื้น

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



รูปที่ 3-3 แผนที่แสดงจุดเจาะสำรวจชั้นน้ำบาดาลระดับต้นโดยประยุกต์ใช้เครื่องมือเจาะสำรวจ MIP

3.2 การสำรวจธรณีฟิสิกส์บนผิวดินด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า

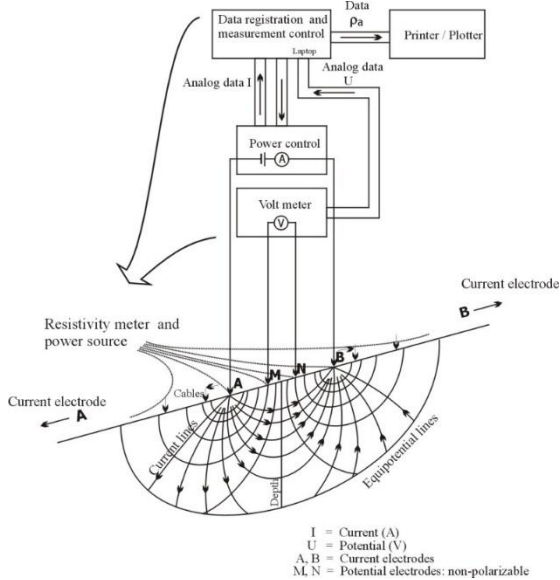
การสำรวจธรณีฟิสิกส์บนผิวดินด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า มีวัตถุประสงค์เพื่อหาขอบเขต ความลึกและความหนาของชั้นตะกอน หรือศึกษาบริเวณที่คาดว่าจะมีรอยแตกหรือรอยเลื่อนในหินแข็ง สามารถใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดจุดเจาะบ่อสำรวจ และบ่อสังเกตการณ์ ตลอดจนจำแนกคุณภาพน้ำบาดาลเบื้องต้น โดย โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นฯ ได้ประยุกต์ใช้การสำรวจธรณีฟิสิกส์บนผิวดินด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า เพื่อศึกษาความลึกและความหนาของชั้นตะกอนทรายตื้นที่เป็นเป้าหมายหลักของการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น โดยได้ดำเนินการสำรวจธรณีฟิสิกส์บนผิวดินด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า จำนวน 2 วิธี ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

3.2.1 การสำรวจธรณีฟิสิกส์บนผิวดินโดยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก

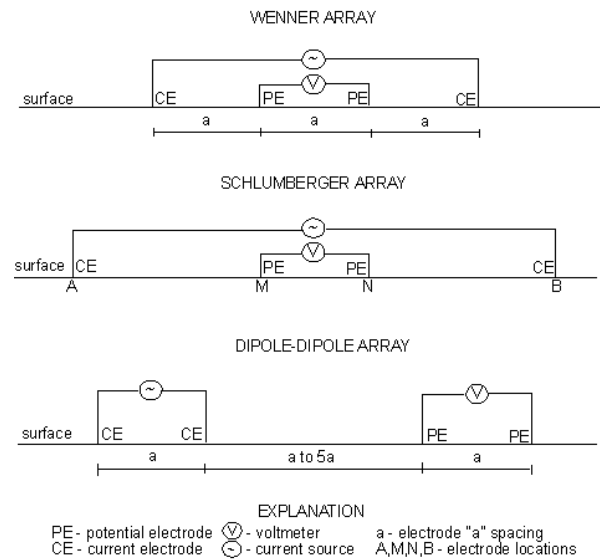
การสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า อาศัยการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติด้านความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะที่เกิดขึ้นในชั้นดินชั้นหิน การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทำให้เกิดค่าผิดปกติที่สามารถตรวจสอบได้ เมื่อมีค่าผิดปกติทางด้านความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะเกิดขึ้นจากการสำรวจ ย่อมสะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงทางด้านธรณีวิทยาได้ พื้นที่สำรวจที่อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงชนิดหินหรือธรณีโครงสร้าง

ในการสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าต้องมีขั้วไฟฟ้า (electrodes) 2 ประเภทคือ (1) ขั้วปล่อยกระแสไฟฟ้า (current electrodes) ได้แก่ A และ B และ (2) ขั้ววัดศักย์ไฟฟ้า (potential electrodes) ได้แก่ M และ N เมื่อปล่อยกระแสไฟฟ้าลงสู่พื้นดินผ่าน A และ B ก็จะสามารถวัด ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้ว M และ N ซึ่งค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าง่ายสามารถนำมาคำนวณ ค่าความต้านทานไฟฟ้า (resistance, R) และค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ (resistivity, ρ) ได้ ปัจจุบันเครื่องมือส่วนใหญ่สามารถวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าได้โดยตรง สำหรับการคำนวณค่าความต้านทาน ไฟฟ้าจำเพาะนั้น สามารถทำได้ไม่ว่าจะวางขั้วไฟฟ้าในลักษณะใด รูปแบบการ จัดวางขั้วไฟฟ้าที่ใช้แพร่หลาย ในปัจจุบัน ได้แก่ การจัดวางรูปแบบเวนเนอร์ (wenner configuration) รูปแบบชลัมเบอร์เจอร์ (schlumberger configuration) และรูปแบบไดโพล-ไดโพล (dipole-dipole configuration) ดังแสดงในรูปที่ 3-4 ซึ่งในการดำเนินการสำรวจในโครงการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นฯ ได้เลือกใช้วิธีการจัดวางขั้วสำรวจแบบชลัมเบอร์เจอร์ (schlumberger configuration)

(ก)



(ข)



รูปที่ 3-4

(ก) หลักการสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าของชั้นหินและหิน (Vogelsang 1995)

(ข) การจัดวางขั้วไฟฟ้าในรูปแบบต่างๆ

1) ขั้นตอนการสำรวจธรณีฟิสิกส์บนผิวดินโดยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก

การวางแผนการสำรวจ การกำหนดจุดสำรวจธรณีฟิสิกส์บนผิวดินโดยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก เพื่อศึกษาสภาพธรณีวิทยา ธรณีวิทยาโครงสร้าง และอุทกธรณีวิทยาในพื้นที่ศึกษา สำหรับใช้เป็นข้อมูลเจาะบ่อสำรวจ ซึ่งต้องคำนึงถึงการเข้าถึงพื้นที่สำรวจและทิศทางการแนวสำรวจจะต้องตั้งฉากกับการวางตัวของหินและแนวรอยแตก เป็นต้น

การเตรียมการสำรวจภาคสนาม คณะทำงานประกอบด้วย ทีมสำรวจจำนวน 1 ทีม เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าของชั้นดินชั้นหิน ประกอบด้วย เครื่องมือวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า (resistivity meter) ม้วนสายไฟความยาว ม้วนละ 300 เมตร จำนวน 2 ม้วน ขั้วต่อหลัก 4 อัน หลักเหล็ก (electrode) 4 หลัก วิทยุสื่อสาร 4 เครื่อง เครื่องตรวจวัดค่าฟิสิกส์ดินฟิสิกส์โลกโดยระบบดาวเทียม และร่มสนาม

การดำเนินการสำรวจ ประกอบด้วย วางแนวสำรวจ เลือกรูปแบบการวางขั้วไฟฟ้ารูปแบบซิมเบอร์เจอร์ ตั้งค่ากระแสไฟฟ้า/จำนวนครั้งของการอ่าน วัดค่า และบันทึก ค่าความต้านทานไฟฟ้า Plot ลงในกระดาษกราฟ

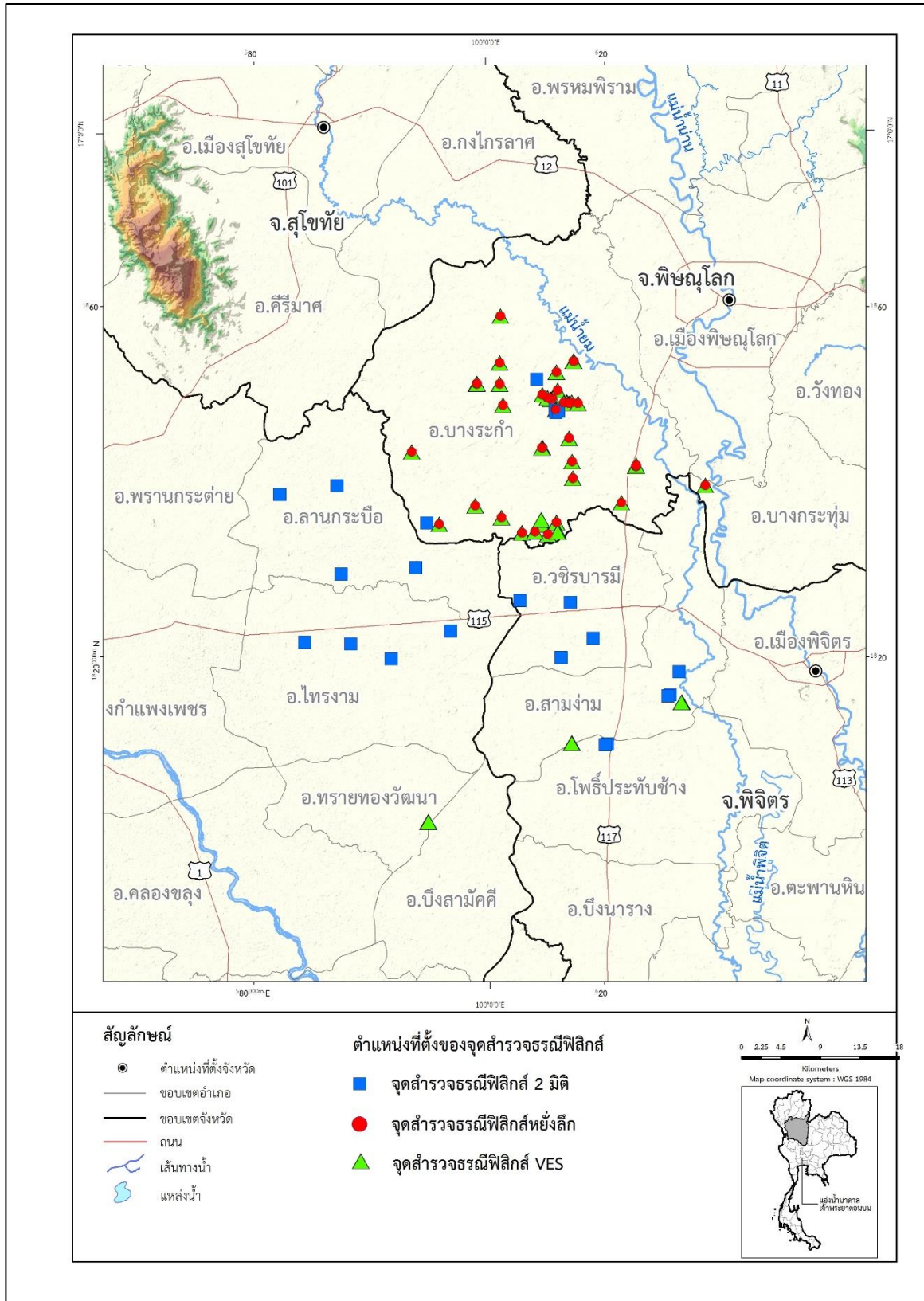
2) ผลการดำเนินงานสำรวจธรณีฟิสิกส์บนผิวดินโดยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก

ดำเนินการสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก กระจายตัว ครอบคลุมทั่วทั้งพื้นที่โครงการ จำนวนทั้งสิ้น 80 จุด แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของจุดสำรวจธรณีฟิสิกส์แสดงในรูปที่ 3-5 และรูปแสดงการสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก แสดงในรูปที่ 3-6 สำหรับการบันทึกผลการสำรวจ ได้บันทึกค่าความต้านทานไฟฟ้าลงตารางในโปรแกรม excel พร้อมแสดงเส้นกราฟค่าความต้านทานไฟฟ้ากับระยะทาง AB/2 และทำการประมวลผลและแปลความหมายข้อมูล ในแต่ละจุดสำรวจโดยใช้โปรแกรม IPI2Win ดังแสดงในรูปที่ 3-7 และจัดทำภาพตัดขวางค่าความต้านทานไฟฟ้าตามแนวภาพตัดขวางทางธรณีวิทยา ดังแสดงในรูปที่ 3-8

จากการแปลผลสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก เทียบเคียงกับข้อมูลชั้นดินชั้นหินในพื้นที่ศึกษา สามารถจำแนกลักษณะทางกายภาพของชั้นดินชั้นหินออกเป็น 4 ชั้นคือ 1) ชั้นตะกอนทราย หรือทรายแห้ง บางพื้นที่พบทรายปนกรวด และชั้นกรวด แสดงค่าความต้านทานไฟฟ้าที่สูงถึงสูงมาก 2) ชั้นตะกอนทรายปนดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทราย แสดงค่าความต้านทานไฟฟ้าสูงถึงปานกลาง 3) ชั้นตะกอนทรายเปียก หรือที่ชาวบ้านใช้เป็นชั้นน้ำบาดาลระดับตื้น แสดงค่าความต้านทานไฟฟ้าปานกลางถึงต่ำ และ 4) ชั้นตะกอนดินเหนียว แสดงค่าความต้านทานไฟฟ้าต่ำมาก

การวางตัวของชั้นตะกอนในพื้นที่จะวางตัวแทรกสลับชั้นทรายและดินเหนียว หรือดินเหนียวปนทราย/ทรายปนดินเหนียว มีเพียงบางพื้นที่เท่านั้นที่จะพบชั้นตะกอนกรวด โดยบริเวณที่คาดว่าจะสามารถพัฒนาน้ำบาดาลระดับตื้นได้คือชั้นทรายอุ้มน้ำ ซึ่งส่วนมากจะวางตัวอยู่ใต้ชั้นดินเหนียวที่ถัดจากหน้าดินลงไป ในพื้นที่ศึกษาพบชั้นทรายอุ้มน้ำที่ระดับความลึกเฉลี่ย 10-20 เมตร พบชั้นดินเหนียวที่ปิดทับบางเพียง 0-3 เมตร แต่ในบางพื้นที่ชั้นดินเหนียวหนาปิดทับมากกว่า 10 เมตร โดยชั้นทรายอุ้มน้ำที่พบจะมีความหนาเฉลี่ยประมาณ 5-15 เมตร และได้ชั้นทรายอุ้มน้ำพบชั้นทรายแห้งหรือชั้นดินเหนียวหนาแทรกสลับอีก โดยผลการแปลความหมายการสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึกด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ IPI2WIN แสดงรายละเอียดในภาคผนวก

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



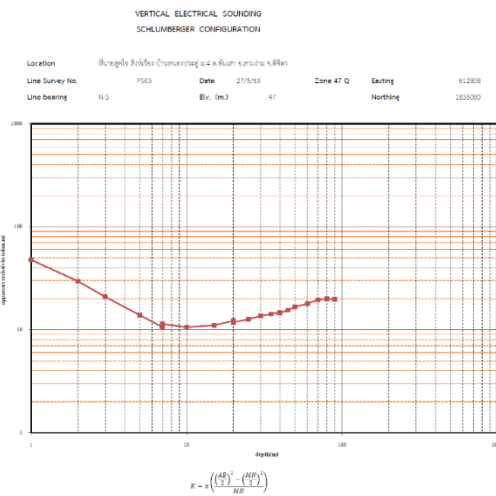
รูปที่ 3-5 แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของจุดสำรวจธรณีฟิสิกส์



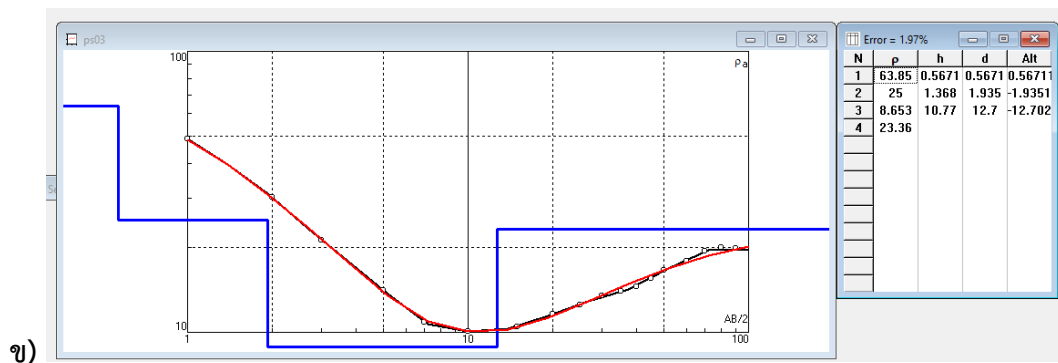
รูปที่ 3-6 การสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก

Geophysical Investigation Section
Groundwater Conservation and Restoration Bureau
Department of Groundwater Resources

Operator	AB/2	MV/2	K	R (mΩ)	Res (Ohm-m)	C (mA)	Error (%)
1	5.5	2.4		20,240.00	47.69	35.86	0.0
2	5.5	11.8		2,318.00	29.64	429.90	0.0
3	5.5	27.5		798.30	30.85	427.40	0.0
5	5.5	77.8		177.90	13.64	447.20	0.0
7	5.5	153.2		89.33	10.42	545.60	0.0
10	2	33.4		322.10	11.39	546.60	0.0
20	2	75.4		140.80	10.42	516.40	0.0
30	2	173.6		63.57	11.05	479.60	0.0
40	2	311.1		39.24	12.21	391.90	0.0
50	2	517.0		22.91	11.77	354.00	0.0
60	5	128.6		67.27	12.46	346.00	0.0
80	5	275.0		40.54	12.62	375.50	0.0
100	5	377.1		37.66	14.20	326.80	0.0
120	5	495.0		29.80	14.75	335.60	0.0
140	10	235.7		61.81	14.54	333.30	0.0
160	10	302.5		51.35	14.53	328.50	0.0
180	10	377.1		41.02	14.59	347.30	0.0
200	20	550.0		32.64	17.95	281.30	0.0
220	10	754.3		25.85	19.49	300.90	0.0
240	10	860.0		20.18	19.97	432.40	0.0
260	10	1257.1		15.77	19.62	385.60	0.0
280	10	1555.7					
300	20	754.3					
320	20	924.3					
340	20	1100.0					
360	20	1296.4					
380	20	1505.6					
400	20	1736.4					
420	20	1980.0					
440	20	2234.3					
460	20	2514.3					
480	20	2805.6					
500	20	3111.4					



ก)

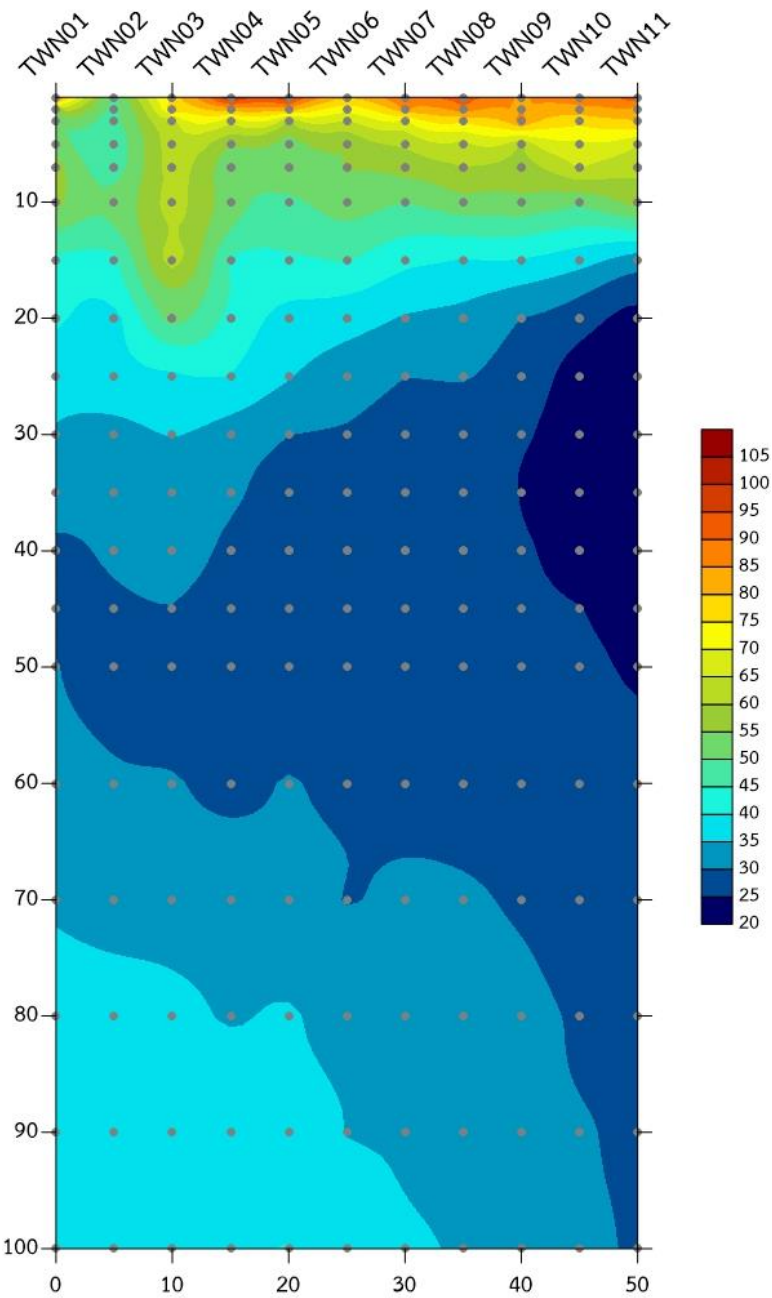


ข)

รูปที่ 3-7 ก) ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าภาคสนาม

ข) การประมวลผลและแปลความหมายข้อมูลโดยใช้โปรแกรม IPI2Win

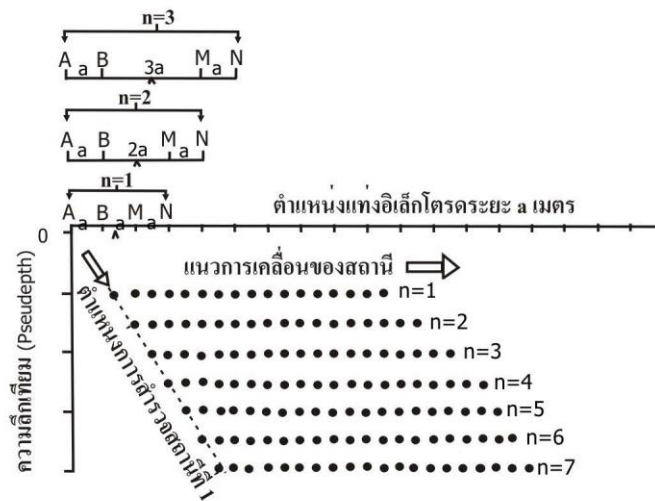
โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



รูปที่ 3-8 ตัวอย่างภาพตัดขวางค่าความต้านทานไฟฟ้า

3.2.2 การสำรวจธรณีฟิสิกส์บนผิวดินโดยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบสองมิติ

เป็นการสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าเพื่อสร้างภาพตัดขวางสภาพใต้ผิวดิน ซึ่งการเก็บข้อมูลแบบภาพตัดขวางนี้จะช่วยให้เห็นค่าความผิดปกติชัดเจน ข้อมูลมีความต่อเนื่อง ง่ายต่อการแปลความหมาย โดยหลักการเก็บข้อมูลสำรวจแบบสองมิติ แสดงในรูปที่ 3-9



รูปที่ 3-9 รูปแบบของการเก็บข้อมูลการสำรวจวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ (เพียตนา, 2550)

1) ขั้นตอนการสำรวจธรณีฟิสิกส์บนผิวดินโดยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบสองมิติ

การวางแผนการสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบสองมิติ โดยใช้การจัดวางขั้วตามรูปแบบไดโพล-ไดโพล เพื่อศึกษาการวางตัวและความหนาของชั้นตะกอน และสำรวจโครงสร้างทางธรณีวิทยา และสามารถเข้าถึงพื้นที่สำรวจได้ง่าย เนื่องจากต้องทำการขนย้ายอุปกรณ์สำรวจ โดยทำการสำรวจความลึกประมาณ 50-70 เมตร ความยาวของการสำรวจ 280 เมตร/แนวสำรวจ

การเตรียมการสำรวจภาคสนาม ทีมสำรวจจำนวน 1 ทีม เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าของชั้นดินชั้นหิน ประกอบด้วย เครื่องมือวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า (resistivity meter) Superstring สายเคเบิลที่ออกแบบเพื่อใช้กับการอ่านแบบหลายขั้ว (Multi-electrode System) จำนวน 8 สาย ค้อนตอกหลัก 4 อัน หลักเหล็ก (Electrode) 56 หลัก วิทยุสื่อสาร 4 เครื่อง เครื่องตรวจวัดค่าพิกัดภูมิศาสตร์พื้นผิวโลก โดยระบบดาวเทียม (GPS) บั้วรตน้ำ ร่มพร้อมหลักกรัม แบตเตอรี่ และตลับเมตร

การดำเนินการสำรวจ ประกอบด้วย วางแนวสำรวจ เลือกรูปแบบการวางขั้วไฟฟ้ารูปแบบไดโพล-ไดโพล ตั้งค่าข้อมูล และวัดค่า/บันทึกข้อมูลอัตโนมัติ

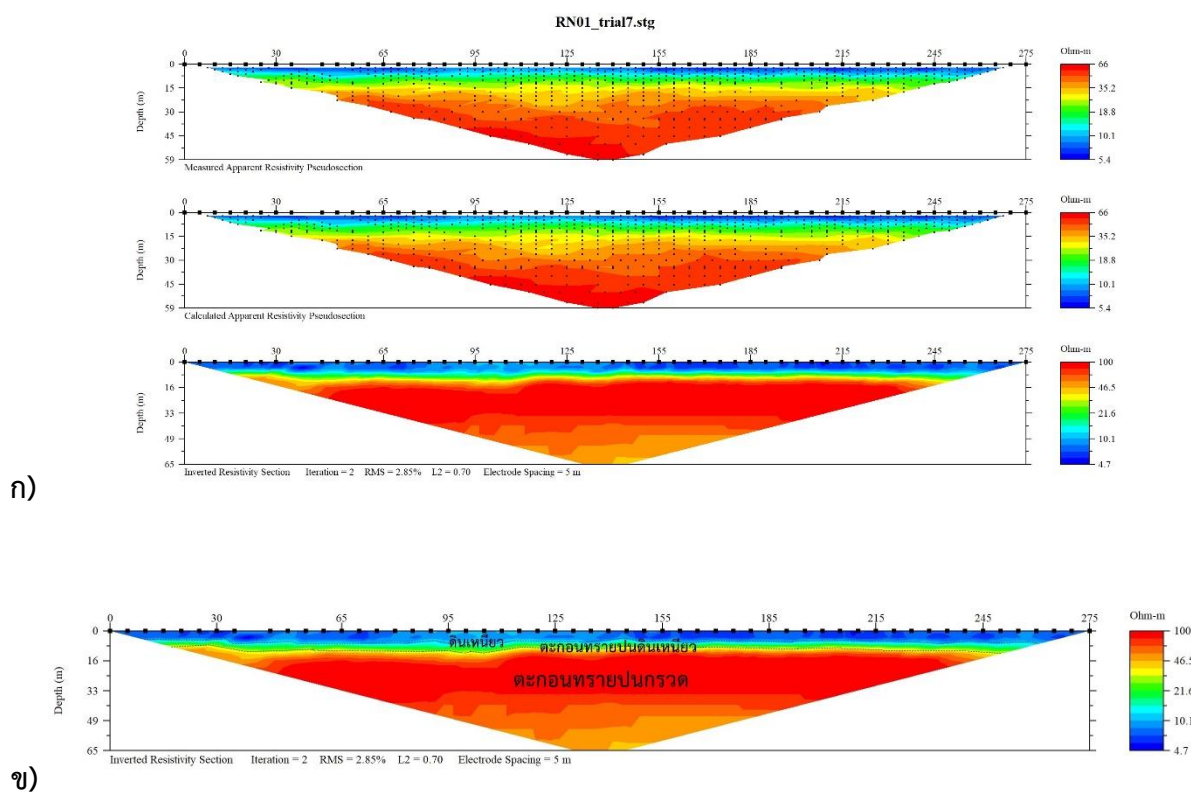
2) ผลการดำเนินงานสำรวจธรณีฟิสิกส์บนผิวดินโดยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบสองมิติ

ดำเนินการสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบสองมิติ กระจายตัว ครอบคลุมทั่วทั้งพื้นที่โครงการ จำนวนทั้งสิ้น 22 แนว แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของจุดสำรวจธรณีฟิสิกส์แสดงในรูปที่ 3-5 และรูปแสดงการสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบสองมิติ แสดงในรูปที่ 3-10 สำหรับการบันทึกผลการสำรวจ ได้บันทึกค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบอัตโนมัติลงในเครื่องมือวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า ทำการดาวน์โหลดข้อมูลการสำรวจลงในคอมพิวเตอร์เพื่อทำการประมวลผลและแปลความหมายข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Earth Imager 2D ดังแสดงในรูปที่ 3-11 ผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบสองมิติแสดงออกมาในรูปภาคตัดขวาง ซึ่งอาศัยหลักการการเขียนเส้นระดับ (Contour) จากค่าความต้านทานไฟฟ้าปรากฏ ณ ตำแหน่งต่างๆ ที่ทำการวัดค่าได้ จากนั้นกำหนดช่วงของเส้นระดับ โดยใช้สีในการแสดงช่วงของค่าความต้านทานต่างๆ โดยจะนำมาทำการแปลความหมายผลการสำรวจร่วมกับข้อมูลทางธรณีวิทยา และอุทกธรณีวิทยาในพื้นที่ศึกษา

จากการแปลผลสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบสองมิติ เทียบเคียงกับข้อมูลชั้นดินชั้นหินในพื้นที่ศึกษา สามารถจำแนกลักษณะทางกายภาพของชั้นดินชั้นหินออกเป็น 4 ชั้นคือ 1) ชั้นตะกอนทราย หรือทรายหึ่ง ทรายปนกรวด และชั้นกรวด แสดงค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ 70 – 500 โอห์ม-เมตร พบวางแทรกตัวอยู่ระหว่างชั้นที่มีความต้านทานไฟฟ้าต่ำกว่า ความหนาประมาณ 5-15 เมตร และพบวางตัวเป็นชั้นหนามากกว่า 15 – 50 เมตร ในกรณีวางตัวอยู่ข้างล่างสุด 2) ชั้นตะกอนทรายปนดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทราย แสดงค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ 30-70 โอห์ม-เมตร พบวางแทรกตัวสลับอยู่ระหว่างชั้นที่มีความต้านทานไฟฟ้าต่ำกว่าและสูงกว่า ลักษณะที่พบเป็นชั้นหนาไม่เกิน 10 เมตร 3) ชั้นตะกอนทรายอุ้มน้ำ หรือที่ชาวบ้านใช้เป็นชั้นน้ำบาดาลระดับต้น แสดงค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ประมาณ 10-30 โอห์ม-เมตร พบวางแทรกตัวสลับอยู่ระหว่างชั้นที่มีความต้านทานไฟฟ้าต่ำกว่าและสูงกว่า ลักษณะที่พบเป็นชั้นหนาไม่เกิน 10 เมตร ที่ความลึกไม่เกิน 20 เมตรจากผิวดิน และ 4) ชั้นตะกอนดินเหนียว แสดงค่าความต้านทานไฟฟ้าต่ำมากกว่า 10 โอห์ม-เมตร พบวางแทรกตัวสลับอยู่ระหว่างชั้นที่มีความต้านทานไฟฟ้าต่ำกว่าและสูงกว่า ลักษณะที่พบเป็นชั้นหนา 2-15 เมตร โดยผลการแปลความหมายการสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบสองมิติ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โปรแกรม Earth Imager 2D แสดงรายละเอียดในภาคผนวก



รูปที่ 3-10 การสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบสองมิติ



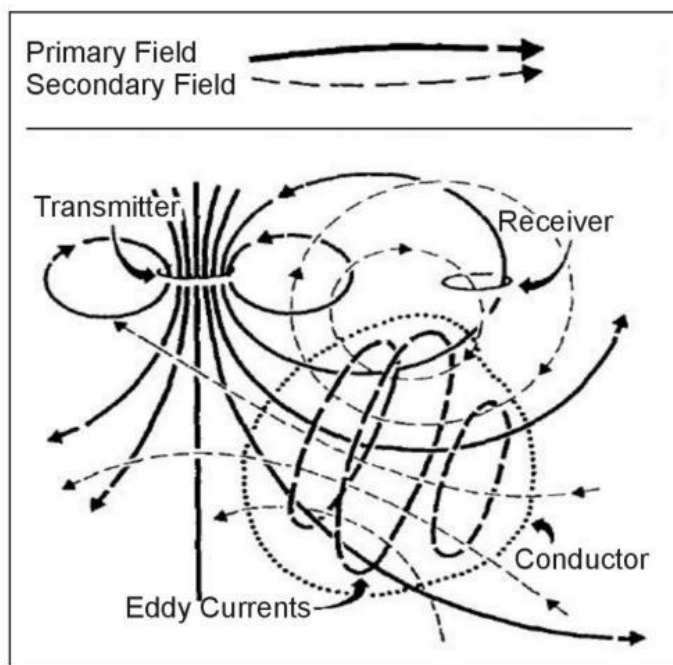
รูปที่ 3-11 ผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบสองมิติ

ก) ข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลและแปลความหมายข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Earth Imager 2D

ข) การแปลความหมายผลการสำรวจร่วมกับข้อมูลทางธรณีวิทยา และอุทกธรณีวิทยาในพื้นที่ศึกษา

3.3 การสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยการวัดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

การสำรวจธรณีฟิสิกส์บนผิวดินด้วยการวัดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นการสำรวจโดยใช้เครื่องมือที่สามารถสร้างสนามแม่เหล็กจากการเหนี่ยวนำโดยการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าภายในอุปกรณ์ที่ใช้เป็นตัวปล่อยสัญญาณหรือ transmitter ซึ่งสนามแม่เหล็กที่ถูกปล่อยจากอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณโดยตรงและเคลื่อนที่ลงสู่ใต้ผิวดินนั้นจะถูกเรียกว่าสนามแม่เหล็กปฐมภูมิ หรือ primary magnetic field สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นนั้นจะมีการแผ่ออกไปจากตัวปล่อยสัญญาณเป็นทรงกลม เมื่อสนามแม่เหล็กปฐมภูมิส่วนหนึ่งแผ่ลงสู่ใต้ผิวดินแล้ว สนามแม่เหล็กจะเหนี่ยวนำให้ประจุไฟฟ้าที่มีอยู่แล้วในชั้นดิน-ชั้นหินหรือในแร่ต่าง ๆ เกิดการเคลื่อนที่และเกิดเป็นกระแสไฟฟ้าหรือ eddy currents ภายในชั้นดิน-ชั้นหินที่มีความนำไฟฟ้าแตกต่างกัน ซึ่งการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าและประจุต่าง ๆ ในตัวนำที่มีความสามารถในการนำไฟฟ้าแตกต่างกันที่อยู่ใต้ดินนี้ จะสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นอีกครั้ง เรียกว่าสนามแม่เหล็กทุติยภูมิ หรือ secondary magnetic field ดังแสดงในรูปที่ 3-12 ที่มีลักษณะจำเพาะต่อตัวนำไฟฟ้าที่แตกต่างกัน ลักษณะของสนามแม่เหล็กปฐมภูมิและทุติยภูมิที่เกิดจากการเหนี่ยวนำและแผ่ออกไปนั้นจะถูกบันทึกไว้โดยตัวรับข้อมูลหรือ receiver ที่อยู่ห่างจากตัวกำเนิดสัญญาณในทิศทางอยู่ในระยะที่กำหนด ซึ่งระยะห่างระหว่างตัวปล่อยและตัวรับสัญญาณเป็นส่วนหนึ่งที่มีผลต่อความลึกและความละเอียดของข้อมูลที่ได้ อย่างไรก็ตาม การสำรวจด้วยวิธีทางธรณีฟิสิกส์โดยใช้สนามแม่เหล็กนั้น จะต้องคำนึงถึงระยะห่างของแนวสำรวจกับสิ่งต่าง ๆ ในพื้นที่ที่เป็นตัวนำไฟฟ้า ซึ่งสิ่งเหล่านี้สามารถเป็นแหล่งกำเนิดสนามแม่เหล็กที่เป็นสัญญาณรบกวน (noise) หรือทำให้ข้อมูลที่ถูกบันทึกมีความผิดพลาดและไม่สามารถใช้งานได้ เช่น เสาไฟฟ้าแรงสูง โทรศัพท์มือถือ พาหนะ และวัตถุต่าง ๆ ที่เป็นโลหะหรือที่สามารถนำไฟฟ้าได้ เป็นต้น



รูปที่ 3-12 ลักษณะการปล่อยสัญญาณสนามแม่เหล็กปฐมภูมิและการเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กทุติยภูมิ (Klein and Lajoie, 1980)

1) ขั้นตอนการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยการวัดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

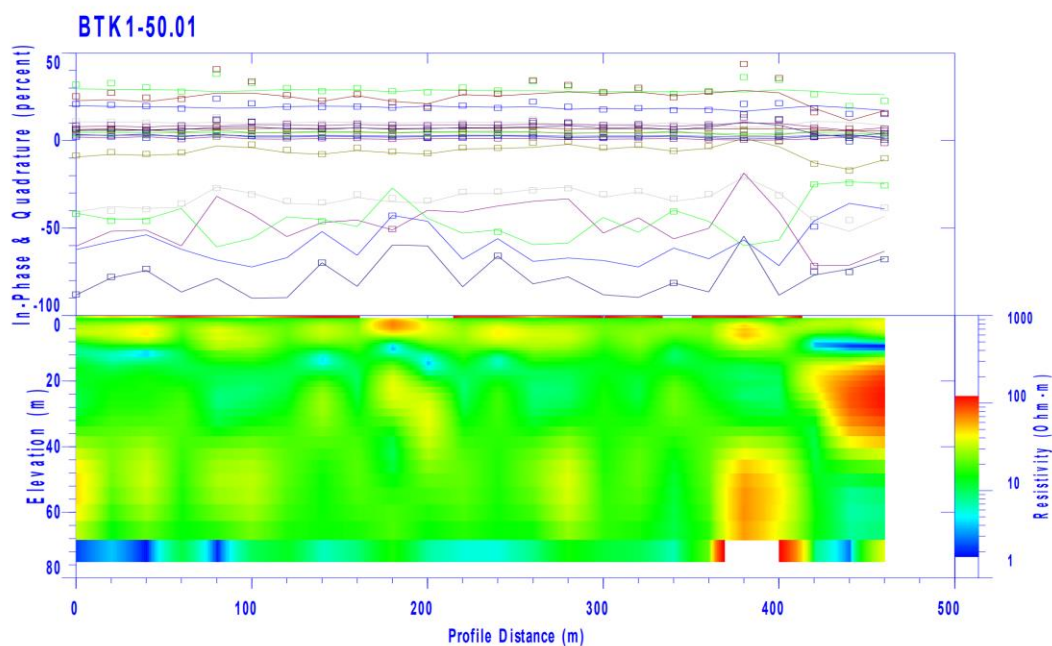
การสำรวจด้วยวิธีแม่เหล็กไฟฟ้าที่ใช้ เป็นวิธีที่ให้แหล่งกำเนิดสนามแม่เหล็ก (transmitter) และตัวรับสัญญาณ (receiver) ถูกวางให้อยู่ในแนวระนาบ ขนานกับพื้นโลก (horizontal loop electromagnetic) และเคลื่อนที่ไปพร้อม ๆ กัน ซึ่งการจัดวางในลักษณะนี้ ทิศทางการแผ่ของสนามแม่เหล็กจะเหมาะสมกับแนวสำรวจที่ตั้งฉากกับแนวโครงสร้างทางธรณีวิทยา การตั้งค่าตัวแปรต่าง ๆ ในการสำรวจ เช่น ความถี่ของสัญญาณ ระยะห่างระหว่างตัวรับและตัวปล่อยสัญญาณ การควบคุมการปล่อยสัญญาณสนามแม่เหล็ก และการสื่อสารระหว่างผู้สำรวจที่ตัวรับและตัวปล่อยสัญญาณที่อยู่ห่างกันทำได้โดยการตั้งค่าที่กล่องควบคุม (control box) โดยกล่องควบคุมจะอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกันกับตัวรับสัญญาณ ดังแสดงในรูปที่ 3-13 และทั้งตัวปล่อยและตัวรับสัญญาณจะถูกเชื่อมต่อเข้าหากันด้วยสายส่งข้อมูล โดยที่ระยะห่างระหว่างตัวปล่อยและตัวรับสัญญาณมีระยะตั้งแต่ 20 ถึง 100 เมตร และระยะห่างนี้จะเป็นตัวกำหนดความลึกของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ซึ่งระยะห่างที่ใกล้กว่าจะสามารถบันทึกสัญญาณที่เกิดจากการเหนี่ยวนำในระดับที่ตื้นกว่าเท่านั้น โดยทั่วไปมีการประมาณค่าความลึกไว้ประมาณ 0.5 - 1.5 เท่าของระยะห่างระหว่างตัวปล่อยและตัวรับสัญญาณ แต่เมื่อสัญญาณเดินทางไกลขึ้น ผ่านชั้นดิน-ชั้นหินหลายชนิด ปัจจัยเหล่านี้จะลดทอนลักษณะจำเพาะของตัวนำไฟฟ้าให้มีความชัดเจนน้อยลงหรือมีความละเอียดของข้อมูลต่ำลง ทั้งนี้การตั้งค่าความถี่ของสัญญาณให้สอดคล้องกับระยะห่างของตัวปล่อยและตัวรับสัญญาณจึงมีความสำคัญเช่นกัน ซึ่งในการสำรวจนี้ มีการเลือกใช้ความถี่อยู่ 10 ช่วง มีความถี่ตั้งแต่ 110 - 56,320 เฮิรตซ์ ร่วมกับการวางระยะห่างของตัวปล่อยและตัวรับสัญญาณที่ 20, 50 และ 100 เมตร และระยะระหว่างจุดสำรวจตั้งแต่ 10, 25 และ 50 ตามลำดับ เพื่อให้ได้ข้อมูลของชั้นตะกอนที่ครอบคลุมในทุกระดับความลึก



รูปที่ 3-13 (ซ้าย) ลักษณะของกล่องรับสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่อยู่ด้านล่างและกล่องควบคุมที่อยู่ด้านบน (กลาง) ห่วงวงกลมที่ใช้ปล่อยสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้า มีลักษณะการวางขนานกับพื้นโลก (ขวา) การทำสัญลักษณ์บอกระยะทาง เพื่อความสะดวกในการย้ายตัวรับและตัวปล่อยสัญญาณไปยังจุดสำรวจที่อยู่ถัดไป

2) ผลการดำเนินงานการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยการวัดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

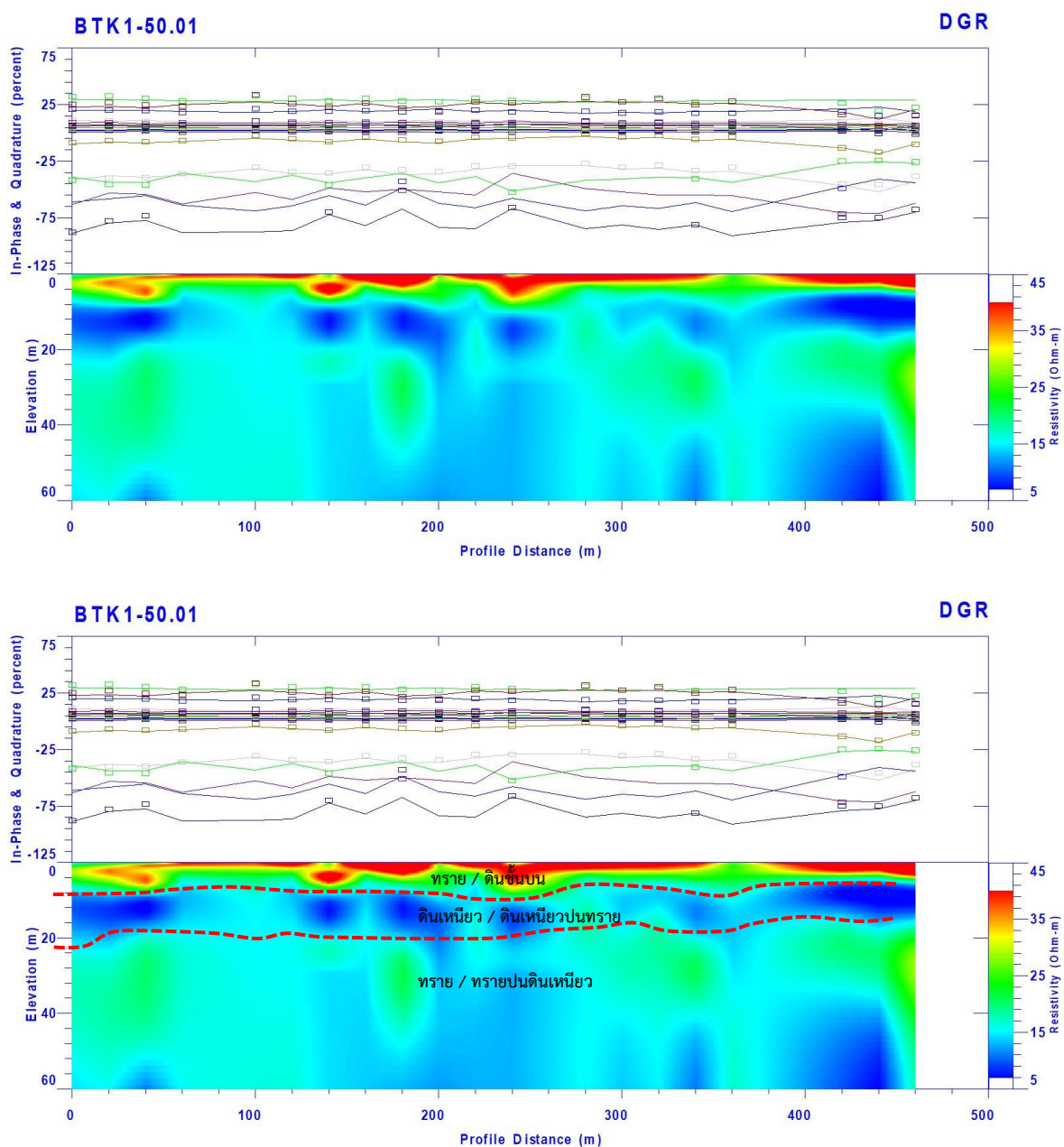
การสำรวจด้วยวิธีการทางแม่เหล็กไฟฟ้านั้น สนามแม่เหล็กปฐมภูมิที่ถูกปล่อยจากเครื่องมือลงไปส่งผลทำให้เกิดการเหนี่ยวนำเกิดกระแสไฟฟ้าภายในตัวนำไฟฟ้าที่อยู่ใต้ดิน และเกิดสนามแม่เหล็กทุติยภูมิขึ้น โดยสัญญาณของทั้งสนามแม่เหล็กปฐมภูมิและทุติยภูมิจะถูกเก็บบันทึกไว้โดยตัวรับสัญญาณ ซึ่งสัญญาณเหล่านี้จะมีลักษณะของเฟส (phase) และแอมพลิจูด (amplitude) ที่แตกต่างกัน และสามารถนำมาหาค่าความนำไฟฟ้าของวัตถุหรือชั้นดิน-ชั้นหินใต้ดินได้ แต่เนื่องจากโดยทั่วไปนิยมเปรียบเทียบค่าความต้านทานไฟฟ้า ผลที่ได้จากการสำรวจจึงถูกเทียบเคียงจากสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้ามาอยู่ในรูปของค่าความต้านทานไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 3-14



รูปที่ 3-14 แสดงภาพตัดขวางค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ได้จากการสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีแม่เหล็กไฟฟ้า

ดำเนินการสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบบริเวณพื้นที่รอบบึงตะเครง บ้านตะโม้ หมู่ที่ 5 ตำบลบางระกำ อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก โดยทำการสำรวจในแนวเหนือ-ใต้ กำหนดระยะห่างของตัวปล่อยและตัวรับสัญญาณที่ 50 เมตร และระยะระหว่างจุดสำรวจแต่ละจุด 20 เมตร แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของจุดสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีแม่เหล็กไฟฟ้าแสดงในรูปที่ 3-15 จากการแปลผลสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีแม่เหล็กไฟฟ้าเทียบเคียงกับข้อมูลชั้นดินชั้นหินในพื้นที่ศึกษา สามารถจำแนกลักษณะทางกายภาพของชั้นดินชั้นหินออกเป็น 3 ชั้นคือ 1) ชั้นตะกอนทราย หรือทรายแฉะ ทรายปนกรวด และชั้นกรวด แสดงค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ 20 – 200 โอห์ม-เมตร พบวางตัวอยู่ระดับผิวดิน เป็นชั้นหนาประมาณ 4 – 6 เมตร 2) ชั้นตะกอนดินเหนียว แสดงค่าความต้านทานไฟฟ้าต่ำกว่า 10 โอห์ม-เมตร วางตัวอยู่ใต้ชั้นตะกอนทรายชั้นบน พบวางตัวอยู่ที่ความลึก 6 – 24 เมตร 3) ชั้นตะกอนทรายอุ้มน้ำ หรือที่ชาวบ้านใช้เป็นชั้นน้ำบาดาลระดับตื้น แสดงค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ประมาณ 10-30 โอห์ม-เมตร พบวางแทรกตัวสลับอยู่ระหว่างชั้นที่มีความต้านทานไฟฟ้าต่ำกว่า และสูงกว่า พบที่ความลึกมากกว่า 24 เมตรจากผิวดิน โดย

ผลการแปลความหมายการสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีแม่เหล็กไฟฟ้า ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โปรแกรม IX1D แสดงในรูปที่ 3-15



รูปที่ 3-15 แสดงผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีแม่เหล็กไฟฟ้า และการแปลความหมายด้วยโปรแกรม IX1D

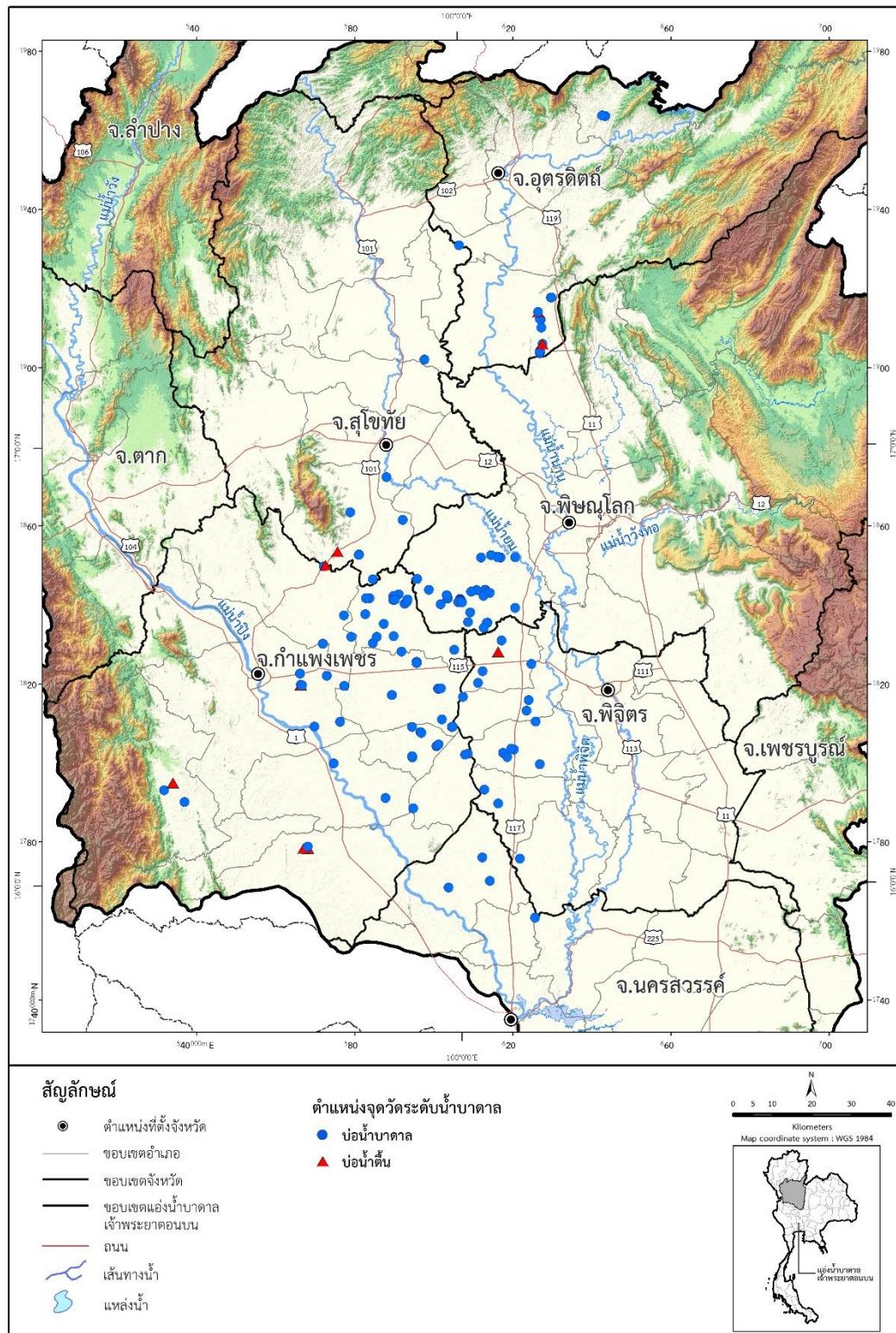
3.4 การสำรวจวัดระดับน้ำบาดาล

3.4.1 การสำรวจบ่อน้ำบาดาลและบ่อน้ำตื้นโดยการวัดระดับน้ำและความลึกบ่อ

การสำรวจบ่อน้ำบาดาลและบ่อน้ำตื้นโดยการวัดระดับน้ำและความลึกบ่อ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงระดับน้ำบาดาล ความลึกบ่อ ความหนา การแพร่กระจาย ตลอดจนขอบเขตของหน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยาที่ถูกพัฒนาเป็นชั้นหินให้น้ำบาดาล โดยในการศึกษาครั้งนี้เจาะจงชั้นน้ำบาดาลระดับต้น กำหนดช่วงความลึกของชั้นน้ำบาดาลและบ่อบาดาลที่ทำการศึกษาให้มีความลึกไม่เกิน 40 เมตร

ผลการสำรวจบ่อบาดาลและบ่อน้ำตื้นจำนวน 155 บ่อ ครอบคลุมพื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนบน (แสดงข้อมูลในภาคผนวก) พบว่าส่วนใหญ่จะเป็นการพัฒนาจากชั้นตะกอนระดับต้นความลึก 2-10 เมตร สามารถใช้น้ำในระดับครัวเรือนได้พอใช้ คุณภาพน้ำไม่ดี พบน้ำมีสีสนิม และสำรวจสถานภาพบ่อน้ำบาดาลจากบ่อสังเกตการณ์ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล จำนวน 10 บ่อ ความลึกระหว่าง 15-40 เมตร พัฒนาน้ำบาดาลในตะกอนกรวดทรายชั้นบน ปริมาณน้ำระหว่าง 0.5-5 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ซึ่งแผนที่แสดงตำแหน่งบ่อบาดาลและบ่อน้ำตื้นที่ทำการสำรวจวัดระดับน้ำบาดาลแสดงในรูปที่ 3-16 และรูปที่ 3-17 แสดงการสำรวจวัดระดับน้ำบาดาล

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



รูปที่ 3-16 แผนที่แสดงตำแหน่งบ่อน้ำบาดาลและบ่อน้ำตื้นที่ทำการศึกษาวัดระดับน้ำบาดาล



รูปที่ 3-17 การสำรวจวัดระดับน้ำบาดาล

3.5 การดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาล น้ำผิวดิน และน้ำฝน

เพื่อศึกษาศักยภาพน้ำบาดาลเชิงคุณภาพน้ำบาดาลชั้นต้นในพื้นที่โครงการ จึงทำการคัดเลือกบ่อน้ำบาดาลที่อยู่ในชั้นตะกอนน้ำพา (Qfd) ที่อยู่ในช่วงความลึกไม่เกิน 40 เมตร ที่กระจายตัวทั่วทั้งพื้นที่ศึกษา ดังแสดงในรูปที่ 3-18 ในการจัดเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลและวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี โดยมีรายละเอียดในการดำเนินการดังต่อไปนี้

3.5.1 การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบสมบูรณ์และคุณลักษณะที่เป็นพิษ จำนวน 2 ครั้ง ๆ ละไม่น้อยกว่า 110 ตัวอย่าง

ดำเนินการทั้งในบ่อน้ำบาดาลเดิมที่ได้ดำเนินการสำรวจสถานภาพบ่อน้ำบาดาลที่สามารถเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลได้ บ่อน้ำต้น และจากแหล่งน้ำผิวดิน จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 110 ตัวอย่าง (รายละเอียดในภาคผนวก) ซึ่งได้แบ่งการจัดเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบสมบูรณ์และคุณลักษณะที่เป็นพิษออกเป็น 2 ครั้ง และดำเนินการเก็บตัวอย่างที่จุดเดิมเพื่อศึกษาเปรียบเทียบ โดยเก็บตัวอย่างน้ำครั้งที่ 1 เดือนพฤษภาคม 2563 และครั้งที่ 2 เดือนกรกฎาคม 2563

การจัดเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบสมบูรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 3-19 ทำโดยจัดเก็บในสภาพปกติใส่ในขวด 500 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวด พร้อมเขียนชื่อและสถานที่ตั้งบ่อลงบนฉลากปิดขวด จัดส่งตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล เพื่อให้ทราบถึงคุณภาพน้ำบาดาลทั้งทางกายภาพและทางเคมี โดยอ้างอิงมาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคตามพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ.2520 วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีแบบสมบูรณ์จำนวน 14 พารามิเตอร์ (รายละเอียดตามตารางที่ 3-1)

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด

การจัดเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อตรวจวิเคราะห์คุณลักษณะที่เป็นพิษ ทำโดยจัดเก็บน้ำที่กรองแล้วใส่ในขวด 250 มิลลิลิตร จำนวน 2 ขวด ขวดแรกเก็บน้ำตัวอย่างในสภาพปกติ ขวดที่สองเก็บตัวอย่างน้ำพร้อมเติมสารคงสภาพ (Preservative Reagent, 1: 1 Nitric Acid) 2 มิลลิลิตร เพื่อรักษาสภาพตัวอย่างน้ำ เขียนชื่อและสถานที่ตั้งบ่อบนฉลากปิดขวด จัดส่งตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล เพื่อให้ทราบถึงปริมาณคุณลักษณะที่เป็นพิษอันได้แก่ สารหนู โซดาไนต์ ตะกั่วปรอท แคดเมียม และซีลีเนียม

นอกจากนั้นยังดำเนินการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลทางเคมีเบื้องต้นตรงบริเวณ ณ ปากบ่อ จำนวน 4 พารามิเตอร์ (Well-head Analysis) ได้แก่ ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity, EC) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายได้ (Total Dissolved Solid, TDS) และอุณหภูมิของน้ำบาดาล (Temp, T) ดังแสดงในรูปที่ 3-20

คุณลักษณะ	ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	
			เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด
ทางกายภาพ	1. สี (Color)	ปลาตินัม-โคบอลต์	5	50
	2. ความขุ่น (Turbidity)	หน่วยความขุ่น	6	20
	3. ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	-	7.0-8.5	6.5-9.2
ทางเคมี	1. เหล็ก (Fe)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.5	1.0
	2. แมงกานีส (Mn)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.3	0.5
	3. ทองแดง (Cu)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 1.0	1.5
	4. สังกะสี (Zn)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 5.0	15.0
	5. ซัลเฟต (SO ₄)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 200	250
	6. คลอไรด์ (Cl)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 250	600
	7. ฟลูออไรด์ (F)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.7	1.0
	8. ไนเตรท (NO ₃)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 45	45
	9. ความกระด้างทั้งหมด (Total hardness as CaCO ₃)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 300	500
	10. ความกระด้างถาวร (Non-carbonate hardness as CaCO ₃)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 200	250
	11. ปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ละลายได้ (Total dissolved solids)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 600	1,200
		มิลลิกรัมต่อลิตร		
		มิลลิกรัมต่อลิตร		

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด

สารพิษ	1. สารหนู (As)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ต้องไม่มีเลย	0.05
	2. ไซยาไนต์ (CN)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ต้องไม่มีเลย	0.10
	3. ตะกั่ว (Pb)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ต้องไม่มีเลย	0.05
	4. พรอท (Hg)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ต้องไม่มีเลย	0.001
	5. แคดเมียม (Cd)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ต้องไม่มีเลย	0.01
	6. เซเลเนียม (Se)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ต้องไม่มีเลย	0.01
ทางแบคทีเรีย	1. Standard plate count	โคโลนีต่อ ลบ.ซม.	ไม่เกิน 500	
	2. Most probable number of coliform organism (MPN)	เอ็ม.พี.เอ็น. ต่อ	น้อยกว่า 2.2	
	3. E.Coli	100 ลบ.ซม.		
		-	ต้องไม่มีเลย	

ตารางที่ 3-1 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีแบบสมบูรณ์จำนวน 14 พารามิเตอร์ อ้างอิงจากมาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคตามพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ.2520

3.5.2 การเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืช จำนวน 2 ครั้ง ๆ ละไม่น้อยกว่า 50 ตัวอย่าง

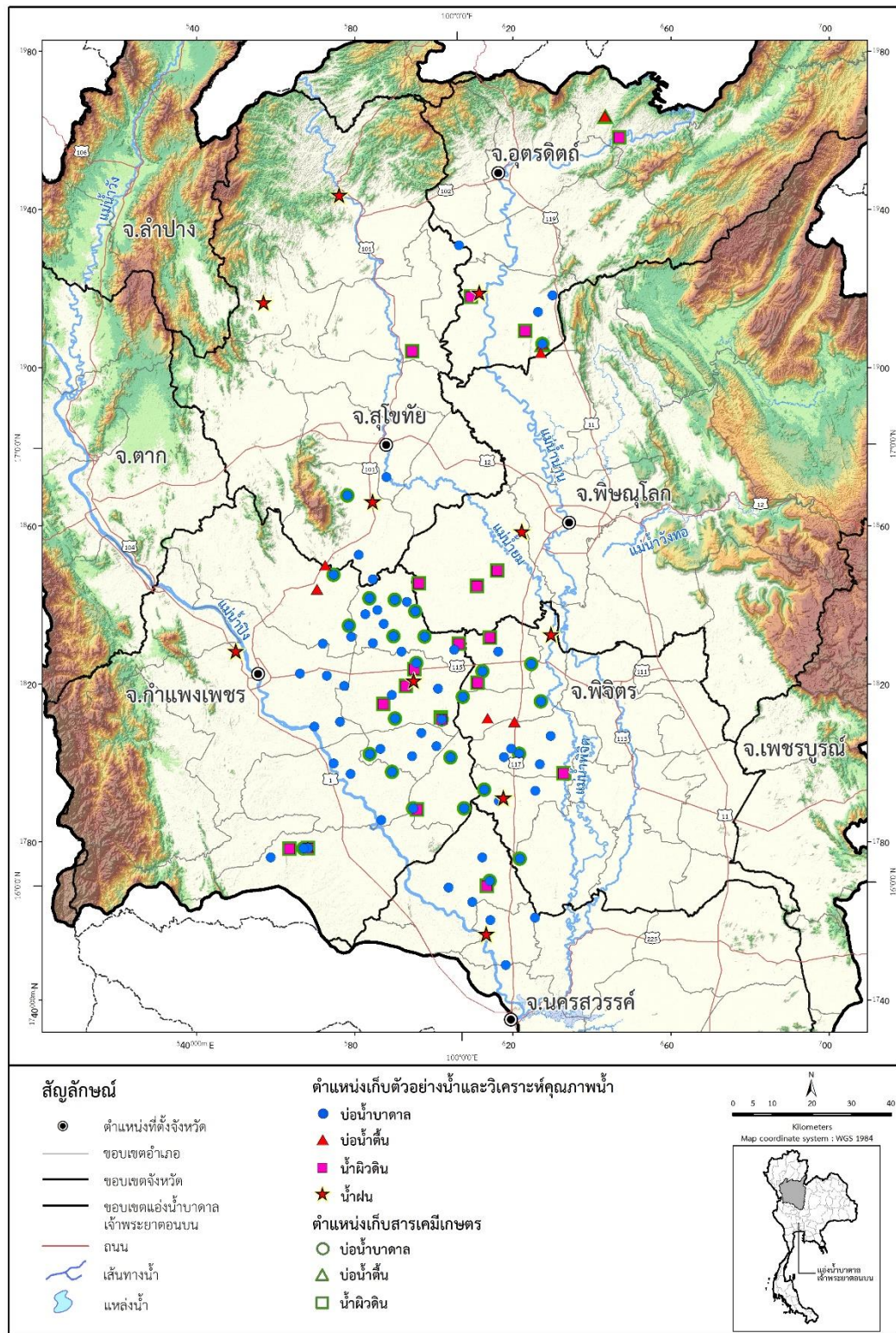
ดำเนินการทั้งในบ่อน้ำบาดาลเดิมที่ได้ดำเนินการสำรวจสถานภาพบ่อน้ำบาดาลที่สามารถเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลได้ โดยเลือกบ่อน้ำบาดาลที่ใช้ในกิจกรรมเพื่อการเกษตรเป็นหลักและจากแหล่งน้ำผิวดิน จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 50 ตัวอย่าง (รายละเอียดในภาคผนวก) ซึ่งได้แบ่งการดำเนินการจัดเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในแหล่งน้ำบาดาล และแหล่งน้ำผิวดิน ออกเป็น 2 ครั้ง และดำเนินการเก็บตัวอย่างที่จุดเดิมเพื่อศึกษาเปรียบเทียบ โดยเก็บตัวอย่างน้ำครั้งที่ 1 เดือนพฤษภาคม 2563 และครั้งที่ 2 เดือนกรกฎาคม 2563

การตรวจวิเคราะห์สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่มีการใช้ในทำการเกษตรอย่างแพร่หลาย มีวัตถุประสงค์เพื่อติดตามเฝ้าระวังประเมินสถานการณ์การปนเปื้อนในแหล่งน้ำบาดาล และแหล่งน้ำผิวดิน ที่จะนำมาใช้เติมลงสู่ชั้นน้ำบาดาลระดับต้น โดยการจัดเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อตรวจวิเคราะห์สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ทำโดยจัดเก็บตัวอย่างน้ำในสภาพปกติ ใส่ในขวด 500 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวด พร้อมเขียนชื่อและสถานที่ตั้งบ่อลงบนฉลากปิดขวด จัดส่งตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการเอกชน บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด ดังแสดงในรูปที่ 3-21 เพื่อให้ทราบถึงผลการวิเคราะห์สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่ต้องการศึกษา ได้แก่ Organochlorine (OC), Organophosphate Group (OP), Paraquat โดยผลจากการวิเคราะห์สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชจากห้องทดลอง ไม่พบสารกลุ่ม Organochlorine (OC), Organophosphate Group (OP), Paraquat ปะปนในตัวอย่างน้ำแต่อย่างใด โดยผลจากการวิเคราะห์สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ทั้ง 50 ตัวอย่าง จำนวน 2 ครั้ง แสดงรายละเอียดในภาคผนวก

3.5.3 การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำฝนแบบสมบูรณ์ จำนวน 1 ครั้ง ไม่น้อยกว่า 10 ตัวอย่าง

ดำเนินการคัดเลือกจุดที่จะเก็บตัวอย่างน้ำฝนเพื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพจำนวนไม่น้อยกว่า 10 ตัวอย่าง (รายละเอียดในภาคผนวก) ทำการติดตั้งอุปกรณ์เก็บน้ำฝน คัดเลือกผู้รับผิดชอบประสานงานและดูแลจุดเก็บน้ำฝน ดังแสดงในรูปที่ 3-22 และเมื่อได้ปริมาณน้ำฝนจำนวน 1,000 มิลลิเมตร จัดเก็บตัวอย่างน้ำในสภาพปกติใส่ในขวด 500 มิลลิเมตร จำนวน 2 ขวด พร้อมเขียนชื่อสถานที่ตั้งสถานีเก็บน้ำฝนลงบนฉลากปิดขวด จัดส่งตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล เพื่อให้ทราบถึงคุณภาพน้ำบาดาลทั้งทางกายภาพ และทางเคมี โดยอ้างอิงมาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคตามพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ.2520 วิเคราะห์ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีแบบสมบูรณ์จำนวน 14 พารามิเตอร์

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



รูปที่ 3-18 แผนที่แสดงตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาล น้ำผิวดิน และน้ำฝน



รูปที่ 3-19 การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบสมบูรณ์และคุณลักษณะที่เป็นพิษ



รูปที่ 3-20 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลทางเคมีเบื้องต้นตรงบริเวณ ณ ปากบ่อ



รูปที่ 3-21 การเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืช



รูปที่ 3-22 การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำฝนแบบสมบูรณ์

ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบสมบูรณ์และคุณลักษณะที่เป็นพิษของน้ำฝน น้ำผิวดิน และน้ำบาดาลในพื้นที่
ศึกษา นำมาประมวลผลและวิเคราะห์ชนิดของน้ำ รายละเอียดแสดงในบทที่ 5

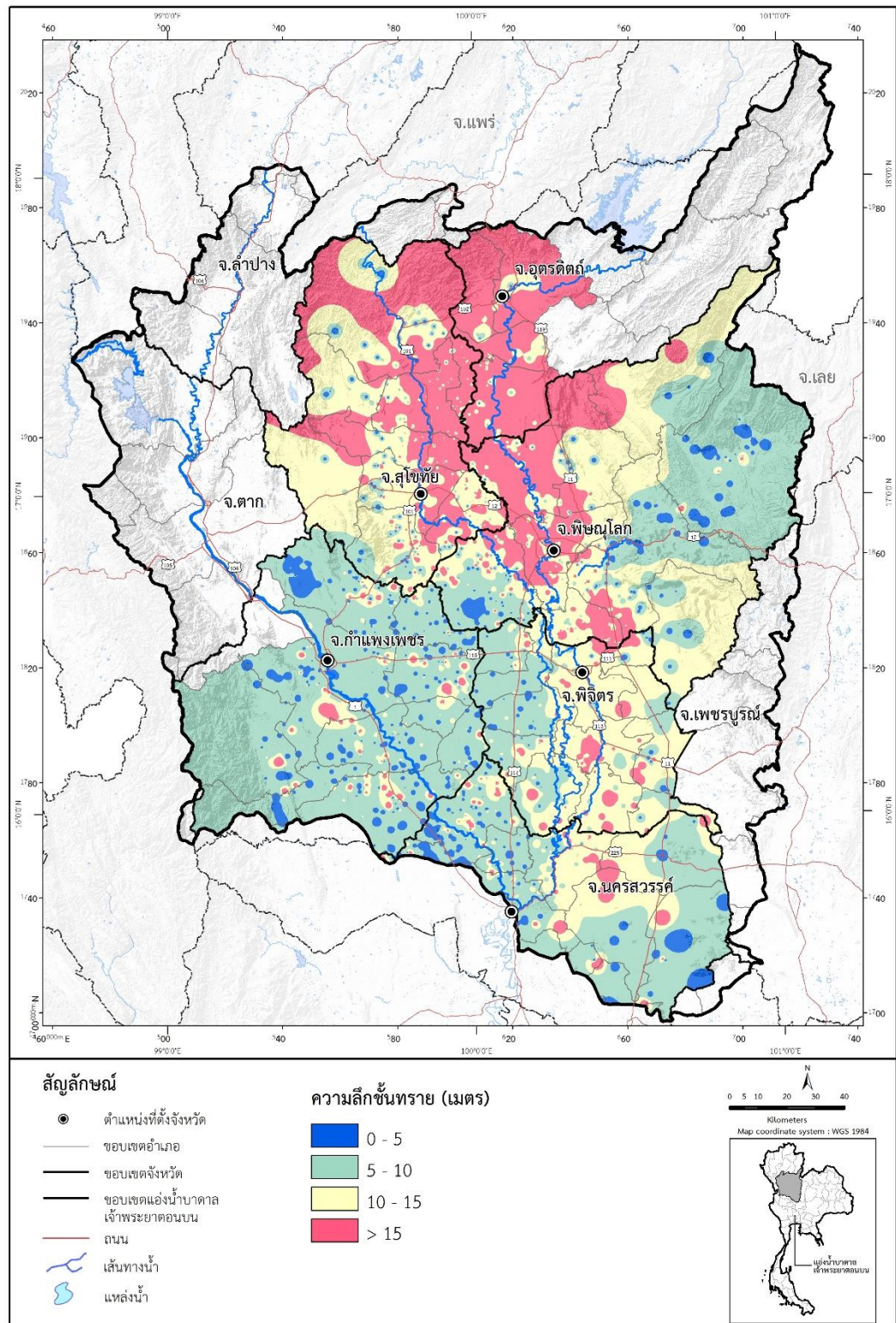
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานโครงการ

การสำรวจคัดเลือกพื้นที่ และวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้น ในเขตพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบน และแอ่งจันทบุรี-ตราด มีขั้นตอนในการดำเนินการดังต่อไปนี้

4.1 การคัดเลือกพื้นที่ และวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้น

การดำเนินการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น จะได้ผลสัมฤทธิ์ก็ต่อเมื่อสภาพพื้นที่ที่ดำเนินการมีความเหมาะสมทั้งทางด้านธรณีวิทยา และอุทกธรณีวิทยา ซึ่งการสำรวจหาพื้นที่เหมาะสมจำเป็นต้องใช้การสำรวจภาคสนามร่วมกับการศึกษาจากผลการศึกษาเดิม ซึ่งในการดำเนินโครงการในพื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง ผู้ศึกษาได้อ้างอิงผลการศึกษาจากโครงการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลเพื่อแก้ไขปัญหาภัยแล้งและปัญหาการลดระดับน้ำของชั้นน้ำบาดาล 2 แห่ง ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลที่ทำการศึกษาในปี พ.ศ. 2561 ซึ่งผลการศึกษาจากโครงการดังกล่าวมีการจัดทำชั้นข้อมูลแผนที่ความลึกถึงชั้นทรายในพื้นที่ศึกษา จึงได้นำข้อมูลดังกล่าวมาเป็นเกณฑ์เบื้องต้นใช้ประกอบการพิจารณาความเหมาะสมในการก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้น เนื่องจากชั้นทรายต้นเป็นเป้าหมายหลักในการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำระดับต้น และรวมถึงข้อจำกัดของการก่อสร้างโดยรถเจาะบ่อบาดาลระดับต้นที่สามารถขุดเจาะได้ที่ความลึกไม่เกิน 20 เมตร โดยรูปที่ 4-1 แสดงแผนที่ความลึกของชั้นทรายในพื้นที่ศึกษาที่นำมาอ้างอิง

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



รูปที่ 4.1 แผนที่แสดงค่าความลึกของชั้นทรายในพื้นที่ศึกษา (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2561)

4.2 การประชาสัมพันธ์เผยแพร่องค์ความรู้ด้านการเติมน้ำใต้ดินแก่ภาคประชาชน

เมื่อพิจารณาพื้นที่ที่มีความเหมาะสมเบื้องต้นในการทำการศึกษาค้นคว้า โดยจะพิจารณาเลือกพื้นที่ที่มีความลึกจนถึงชั้นทรายไม่เกิน 5-10 เมตรจากผิวดิน เมื่อกำหนดขอบเขตได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการลงพื้นที่ศึกษาเพื่อติดต่อหน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่น ทำการประชาสัมพันธ์โครงการฯ เน้นการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของภาคประชาชนในการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล และทำความเข้าใจสภาพปัญหาที่แท้จริงในพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับน้ำบาดาล รวมถึงสร้างความเข้าใจกับหน่วยงานระดับท้องถิ่น มีการจัดอบรมให้ความรู้กับผู้นำชุมชน หรือตัวแทนชุมชน รวมทั้งสอบถามความสนใจของประชาชน หรือชุมชนที่จะเข้าร่วมโครงการฯ ดังแสดงในรูปที่ 4-2 โดยได้ดำเนินการจัดอบรมเบื้องต้นจำนวน 11 ตำบล ครอบคลุมพื้นที่ของ จังหวัดพิษณุโลก จังหวัดพิจิตร และจังหวัดกำแพงเพชร ในพื้นที่ของแอ่งเจ้าพระยาตอนบน



รูปที่ 4-2 การจัดอบรมให้ความรู้กับผู้นำชุมชน

การจัดอบรมให้ความรู้กับผู้นำชุมชน จะเป็นการเผยแพร่ความรู้พื้นฐานด้านน้ำบาดาล การใช้ประโยชน์ และการอนุรักษ์น้ำบาดาลผ่านการเติมน้ำใต้ดิน อธิบายสภาพอุทกธรณีวิทยาของพื้นที่ รวมถึงรายละเอียดรูปแบบของการเติมน้ำใต้ดินที่กรมทรัพยากรน้ำบาดาลดำเนินการ เพื่อที่ผู้นำชุมชนจะไปทำการเผยแพร่และรวบรวมรายชื่อประชาชน ผู้ที่สนใจเข้าร่วมโครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้นฯ เมื่อได้รายชื่อผู้ที่สมัครใจเข้าร่วมโครงการฯ (รายละเอียดรายชื่อผู้ที่สมัครใจเข้าร่วมโครงการฯ ในภาคผนวก) เจ้าหน้าที่จะเข้าไปดำเนินการสำรวจชั้นรายละเอียดเพื่อประเมินความเหมาะสมในการดำเนินการโครงการฯ ดังแสดงในรูปที่ 4-3 และ 4-4 เพื่อที่จะประเมินและจัดทำรายละเอียดพื้นที่และวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้น จำนวนไม่น้อยกว่า 2,530 แห่ง ต่อไป



แบบสอบถามเพื่อคัดเลือกพื้นที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น
โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้น
ในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด ปีงบประมาณ พ.ศ. 2563

สถานที่.....	บ้าน.....	หมู่ที่.....	ตำบล.....
อำเภอ.....	จังหวัด.....		
พิกัดระบบ UTM ตะวันออก.....	UTM เหนือ.....		
โซน.....	ระวางแผนที่.....	ชื่อระวาง.....	
ผู้ให้ข้อมูล.....	ตำแหน่ง.....	เบอร์โทรศัพท์.....	
ผู้สอบถาม.....	ตำแหน่ง.....	เบอร์โทรศัพท์.....	
วันที่สอบถาม.....			

ข้อมูลทั่วไป

1. ขนาดพื้นที่ไร่/ตารางเมตร
2. กรรมสิทธิ์ในพื้นที่ ☐ ที่สาธารณะ (ประเภทกรรมสิทธิ์.....)
- ☐ ที่ส่วนบุคคล (ประเภท/ผู้ถือครองกรรมสิทธิ์
3. ประเภทพื้นที่ ระบุ.....
4. พื้นที่เคยมีน้ำท่วมขังหรือไม่ ☐ ไม่เคย
- ☐ เคย ☐ ประจำ (ช่วงเดือนที่ท่วม.....)
- ☐ ไม่ประจำ (ปี.....)
5. มีแหล่งปนเปื้อนบริเวณใกล้เคียง ☐ ไม่มี
- ☐ มี (ชนิดแหล่งปนเปื้อน..... ระยะห่าง.....)
6. การเข้าถึงพื้นที่ ☐ ยาก (หมายเหตุ.....)
- ☐ ปานกลาง (หมายเหตุ.....)
- ☐ ง่าย
7. ความลึกชั้นทราย (ตามข้อมูลแผนที่ความเหมาะสม) ☐ 0-5 เมตร
- ☐ 5-10 เมตร
- ☐ 10-15 เมตร
- ☐ > 15 เมตร
8. แหล่งน้ำในพื้นที่ (ในรัศมี 1 กิโลเมตร)

8.1 สระน้ำสาธารณะ.....แห่ง คุณภาพน้ำ ☐ ใช้ได้.....แห่ง (ระบุ).....

☐ ใช้ไม่ได้.....แห่ง

มีน้ำ ☐ ตลอดปี.....แห่ง

☐ ไม่ตลอดปี.....แห่ง (ระบุ) เดือน.....

2

- พิกัดตำแหน่งจุดความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น

[illegible]

สำนักอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด

แผนที่สังเขปแสดงตำแหน่งจุดความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น



หมายเหตุ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รูปที่ 4-3 แบบสำรวจชั้นรายละเอียดเพื่อประเมินความเหมาะสมในการดำเนินการโครงการฯ



รูปที่ 4-4 การสำรวจชั้นรายละเอียดเพื่อประเมินความเหมาะสมในการดำเนินการโครงการฯ

การดำเนินการตรวจสอบพื้นที่ชั้นรายละเอียดรวมถึงประเมินวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นได้ดำเนินการแล้วเสร็จในพื้นที่ตำบลหนองกุลา ตำบลบางระกำ ตำบลปลักแรด ตำบลบึงกอก ตำบลพันเสา อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ตำบลซึ้ง อำเภอขลุง ตำบลเขาบายศรี อำเภอท่าใหม่ ตำบลสนามไชย อำเภอนายายอาม จังหวัดจันทบุรี และตำบลวังห้ว ตำบลแก่ง อำเภอแก่ง จังหวัดระยอง ซึ่งพร้อมที่จะดำเนินการก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 จำนวนทั้งสิ้น 530 แห่ง และมีพื้นที่ที่ได้ดำเนินการรวบรวมรายชื่อและสำรวจชั้นรายละเอียดเพื่อประเมินความเหมาะสมแล้วเสร็จแล้ว จำนวน 2,000 แห่ง เพื่อเป็นแผนงานในการดำเนินการก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นต่อไป แสดงรายละเอียดในภาคผนวก

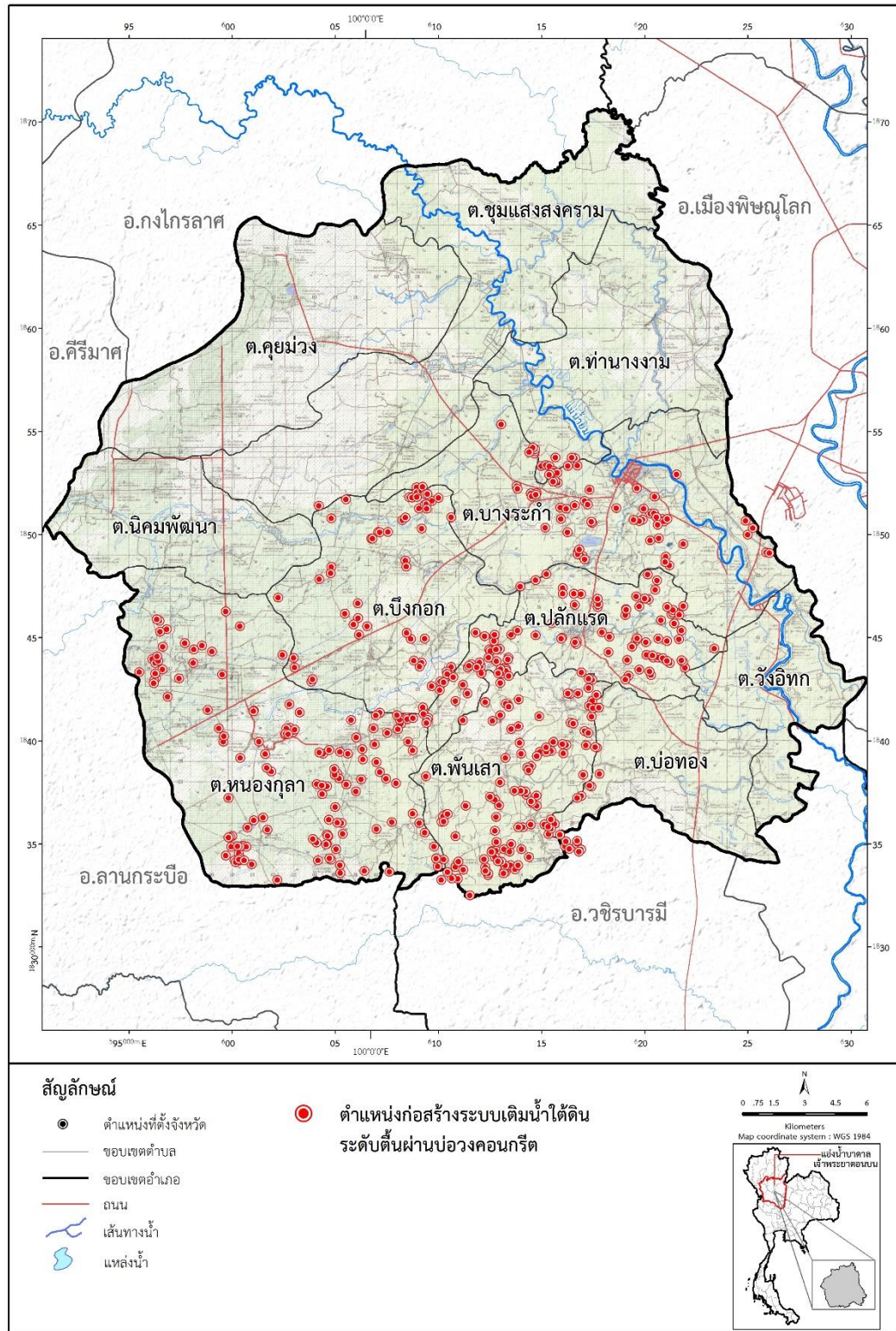
4.3 การก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น และสถานีสังเกตการณ์น้ำบาดาล

4.3.1 การก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น

เมื่อดำเนินการสำรวจความเหมาะสมชั้นรายละเอียดแล้วเสร็จ ได้พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นจำนวน 530 แห่งแล้ว (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก) พบว่าในพื้นที่ของแอ่งเจ้าพระยาตอนบน บริเวณอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก มีพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นผ่านบ่อวงคอนกรีต จำนวน 500 แห่ง กระจายอยู่ในพื้นที่ 5 ตำบล อันได้แก่ ตำบลบางระกำ ตำบลบึงกอก ตำบลพันเสา ตำบล หนองกุลา และตำบลปลักแรด ดังแสดงในรูปที่ 4-5 และในพื้นที่แอ่งจันทบุรี-ตราด มีพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นด้วยระบบหลังคาน้ำฝนผ่านบ่อวงคอนกรีต จำนวน 30 แห่ง กระจายอยู่ในพื้นที่ของอำเภอเมืองและอำเภอแกลง จังหวัดระยอง และพื้นที่อำเภอขลุง อำเภอท่าใหม่ และอำเภอนายายอาม จังหวัดจันทบุรี ดังแสดงในรูปที่ 4-6

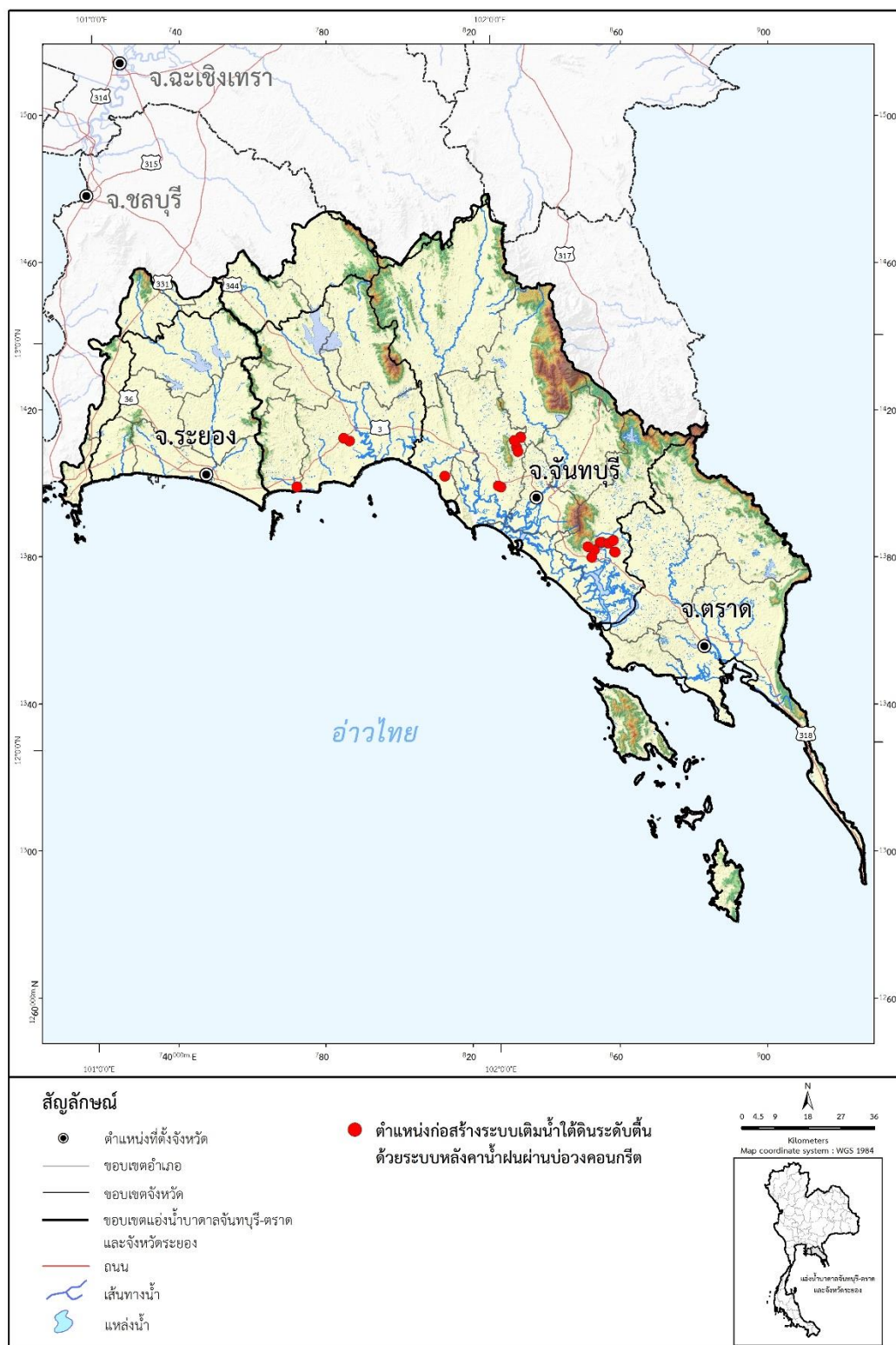
การดำเนินการก่อสร้างของโครงการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น ต้องได้รับคำยินยอมให้ใช้ที่ดินเพื่อสาธารณะประโยชน์อย่างถูกต้องตามกฎหมายจากเจ้าของที่ดินในการดำเนินงาน โดยมีการลงนามในหนังสือบันทึกข้อตกลงการยินยอมให้ใช้ที่ดินกับเจ้าของที่ดินพร้อมแนบเอกสารประกอบ อันได้แก่ สำเนาเอกสารสิทธิ์ที่ดิน สำเนาบัตรประชาชน และสำเนาทะเบียนบ้านของผู้เป็นเจ้าของที่ดิน ลงนามรับรองสำเนา และมีพยานที่ลงนามในหนังสือบันทึกข้อตกลงการยินยอมให้ใช้ที่ดินฯ ประกอบไปด้วยผู้ใหญ่บ้าน เจ้าหน้าที่องค์การปกครองส่วนท้องถิ่น และเจ้าหน้าที่ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล โดยหนังสือบันทึกข้อตกลงการยินยอมให้ใช้ที่ดินฯแสดงในรูปที่ 4-7 โดยการดำเนินการก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นได้ทำตามแบบมาตรฐานระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล อันประกอบไปด้วย แบบมาตรฐานระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นด้วยระบบหลังคาน้ำฝนผ่านบ่อวงคอนกรีตแสดงในรูปที่ 4-8 และแบบมาตรฐานระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นผ่านบ่อวงคอนกรีตแสดงในรูปที่ 4-9

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



รูปที่ 4-5 แผนที่แสดงตำแหน่งก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นผ่านบ่อวงคอนกรีต จำนวน 500 แห่ง

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



รูปที่ 4-6 แผนที่แสดงตำแหน่งก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นด้วยระบบหลังคาน้ำฝนผ่านบ่อวงคอนกรีต จำนวน 30 แห่ง

บันทึกข้อตกลง

การยินยอมและอนุญาตให้ใช้ที่ดินเพื่อสาธารณะประโยชน์ในการก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้น
โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้น
ในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด ปีงบประมาณ พ.ศ. 2563

ทำที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

บันทึกข้อตกลงนี้ทำขึ้นระหว่าง.....อายุ.....ปี อยู่บ้านเลขที่.....

หมู่ที่.....ตำบล.....อำเภอ.....

จังหวัด.....(เจ้าของที่ดิน) กับ กรมทรัพยากรน้ำบาดาล (ผู้ขออนุญาตใช้ประโยชน์
ที่ดิน) ขอแสดงเจตนาร่วมกันไว้ ดังมีข้อความต่อไปนี้

ด้วยกรมทรัพยากรน้ำบาดาลพิจารณาเห็นว่า พื้นที่บริเวณอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก มีความ
เหมาะสมที่จะดำเนินโครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น โดยมีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มระดับน้ำใต้ดินที่ลดต่ำลงให้คืนตัว
สู่สภาพสมดุล เพื่อแก้ปัญหาภัยแล้งและลดปริมาณน้ำท่วมขังในช่วงฤดูน้ำหลาก กรมทรัพยากรน้ำบาดาลมี
ความประสงค์ที่จะทำข้อตกลงเพื่อขออนุญาตใช้พื้นที่เอกชนในการดำเนินการดังกล่าว โดยมีขอบเขตของข้อตกลง
ดังกล่าว ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ตามที่กรมทรัพยากรน้ำบาดาลจะดำเนินโครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น โดยก่อสร้างระบบเติมน้ำ
ใต้ดินระดับต้นในพื้นที่.....หมู่ที่.....ตำบล.....
อำเภอ.....จังหวัด.....เพื่อจุดประสงค์ดังกล่าวข้างต้น นั้น
ข้าพเจ้า (เจ้าของที่ดิน) ทราบแล้ว

ข้อ 2 ตามโครงการของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลตามข้อ 1 จะต้องใช้ที่ดินของข้าพเจ้า เพื่อดำเนินการ
ก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้น จำนวน.....แห่ง นั้น ข้าพเจ้ายินยอมและอนุญาตให้ใช้ที่ดินของข้าพเจ้าตาม
เอกสารสิทธิประเภท.....เลขที่.....หมายเลข.....
หน้าสำรวจ.....เล่มที่.....หน้าที่.....ตั้งอยู่ที่ตำบล.....
อำเภอ.....จังหวัด.....บริเวณพิกัด.....
ขนาดกว้าง.....ยาว.....คิดเป็นพื้นที่.....
ซึ่งมีทางเข้าออกได้ตลอดเวลา เพื่อให้กรมทรัพยากรน้ำบาดาลใช้ดำเนินการตามข้อ 1 เป็นระยะเวลา 5 ปี (นับตั้งแต่
วันลงนามในบันทึกข้อตกลง) โดยข้าพเจ้าไม่เรียกร้องค่าเสียหายหรือค่าตอบแทนใด ๆ และภายหลังจากครบ
ระยะเวลาดังกล่าวแล้ว หากทางกรมทรัพยากรน้ำบาดาลประสงค์จะดำเนินการเติมน้ำใต้ดินระดับต้นต่อไป
จะต้องมีการตกลงกันใหม่อีกครั้ง

ข้อ 3 ข้าพเจ้า (เจ้าของที่ดิน) ยินยอมให้กรมทรัพยากรน้ำบาดาลเข้าทำการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง ตัดหรือถาง
ต้นไม้พุ่มพุ่มหรือสิ่งกีดขวางในที่ดินของข้าพเจ้า อันจำเป็นเพื่อประโยชน์ในการดำเนินการตามข้อ 1 โดยไม่
เรียกร้องค่าเสียหายหรือค่าตอบแทนใด ๆ จากทางราชการทั้งสิ้น

ข้อ 4 กรมทรัพยากรน้ำบาดาลอนุญาตให้เจ้าของที่ดินสามารถใช้น้ำในบ่อเติมน้ำใต้ดิน ในการทำประโยชน์
อื่น ๆ ได้ตามความจำเป็นตามที่เจ้าหน้าที่ให้คำแนะนำ

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด

ข้อ 5 กรมทรัพยากรน้ำบาดาลจะเผยแพร่ข้อมูลผลการดำเนินการโครงการให้เจ้าของที่ดินและประชาชนได้รับทราบตามแผนงานโครงการต่อไป

ข้อ 6 ข้าพเจ้ารับทราบแล้วว่า เมื่อข้าพเจ้าได้ลงนามในหนังสือฉบับนี้แล้ว จะไม่สามารถยกเลิกหรือเพิกถอนความยินยอมนี้ได้และ หากมีการซื้อ ขาย หรือโอนกรรมสิทธิ์ที่ดินของข้าพเจ้าให้กับบุคคลอื่น ข้าพเจ้าจะแจ้งให้ผู้รับโอนทราบถึงข้อผูกพันที่มีกับทางราชการ ตามหนังสือฉบับนี้

ข้อ 7 ตามข้อความดังกล่าวข้างต้นนี้ ข้าพเจ้าได้ทำการบันทึกข้อตกลงด้วยความเข้าใจและสมัครใจ มิได้มีผู้หนึ่งผู้ใดบังคับขู่เข็ญ หรือ หลอกลวงด้วยประการใดๆ และได้อ่าน/อ่านให้ฟังแล้วรับรองว่าถูกต้อง จึงได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นหลักฐานพร้อมแนบหลักฐานซึ่งรับรอง สำเนาถูกต้องมาด้วยแล้ว อันได้แก่ ☐ สำเนาบัตรประจำตัวประชาชน ☐ สำเนาทะเบียนบ้าน ☐ สำเนาเอกสารสิทธิที่ดิน พร้อมแสดงบริเวณที่ดินและตำแหน่งที่มอบให้ดำเนินการโครงการตามข้อตกลงนี้

ลงชื่อ.....ผู้ยินยอม
(.....)

ลงชื่อ.....พยานผู้ใหญ่บ้าน/หรือ.....
(.....)

ลงชื่อ.....พยาน องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
(.....)

ลงชื่อ.....พยาน เจ้าหน้าที่กรมทรัพยากรน้ำบาดาล
(.....)

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด

แผนผังแสดงขอบเขตที่ดินและตำแหน่งที่มอบให้เพื่อสาธารณะประโยชน์ / ในการดำเนินการ
โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้น
ในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด
ปีงบประมาณ พ.ศ. 2563

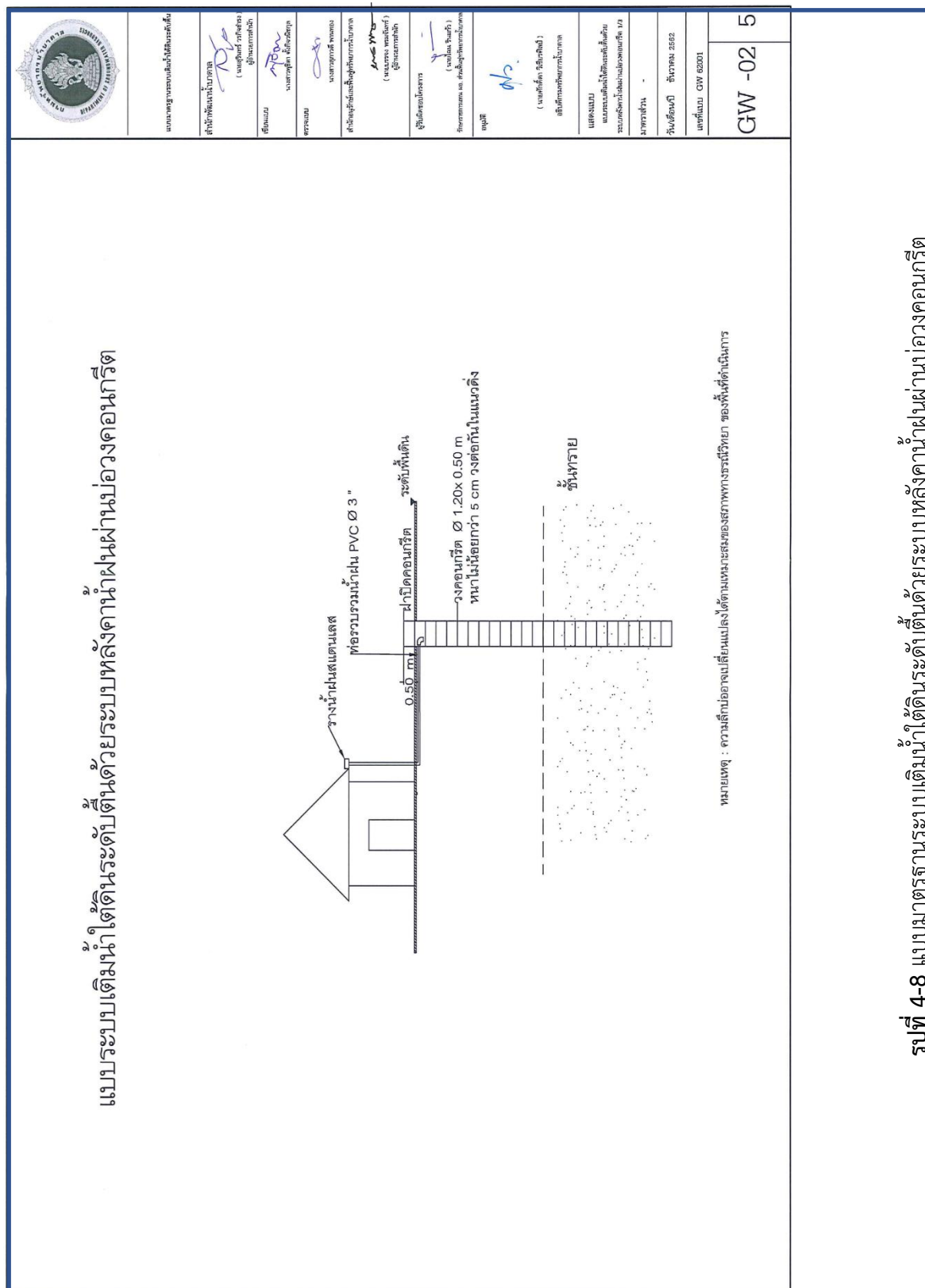
สถานที่.....บ้าน.....หมู่ที่.....
ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด.....
โซน.....ระวางแผนที่.....ชื่อระวาง.....
พิกัดระบบ UTM E.....UTM N.....
พิกัดระบบละติจูด (Latitude).....ลองจิจูด (Longitude).....
ตั้งอยู่ใน O ที่สาธารณะ O ที่เอกชน (ระบุชื่อเจ้าของที่ดิน).....

หมายเหตุ สถานที่ดำเนินการหากเป็นที่เอกชน ให้ระบุชื่อเจ้าของที่ดินและมีบันทึกข้อตกลงการยินยอมและอนุญาตให้ใช้ที่ดิน
เพื่อสาธารณะประโยชน์ในการก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นด้วย

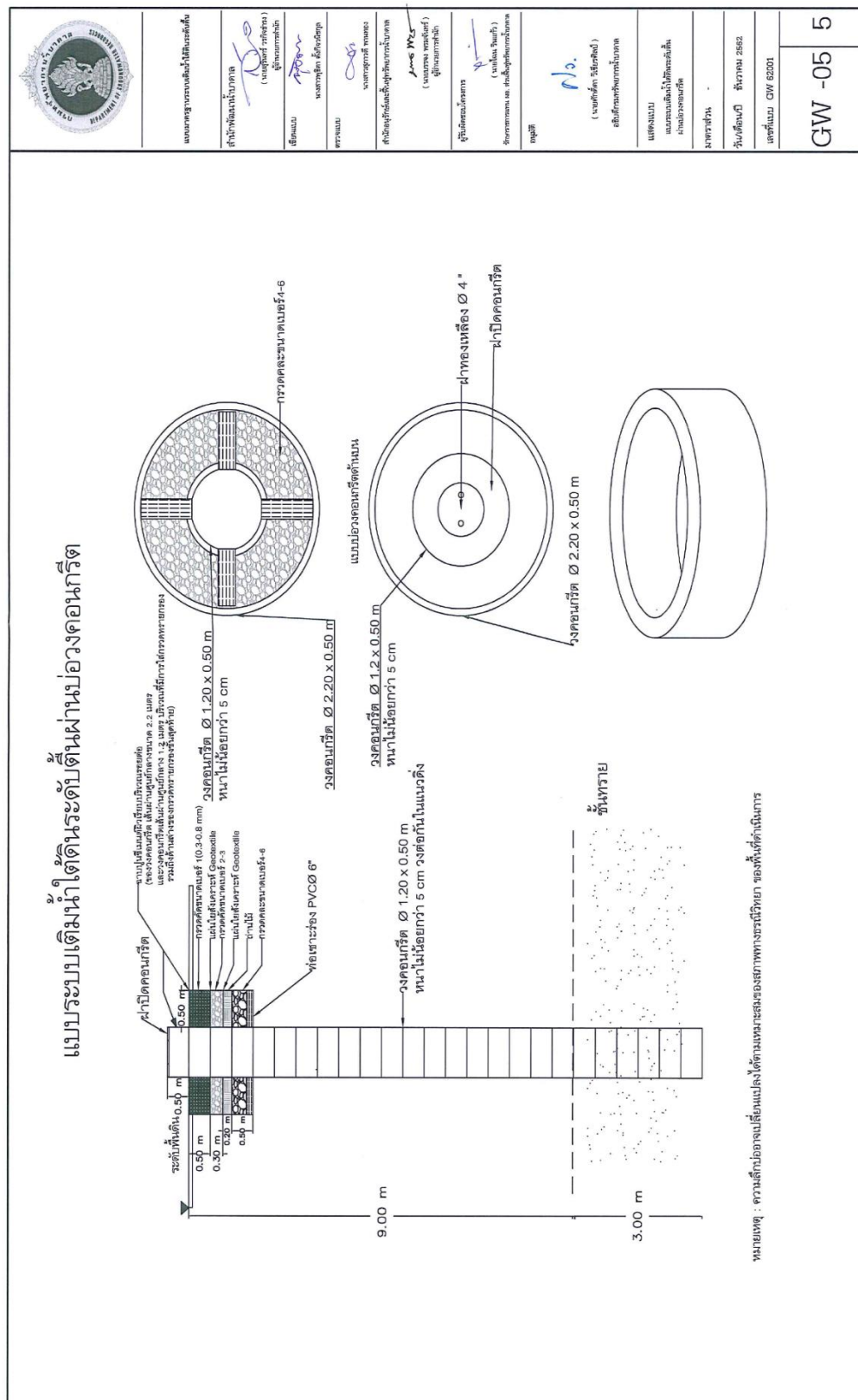
ทิศเหนือ
↑

รูปที่ 4-7 หนังสือบันทึกข้อตกลงการยินยอมให้ใช้ที่ดินเพื่อสาธารณะประโยชน์ในการก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้น

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจังหวัดตราด



โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจังหวัดตราด



รูปที่ 4-9 แบบมาตรฐานระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นผ่านบ่อบังคับกริต

ขั้นตอนการก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นผ่านบ่อวงคอนกรีต ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ

- 1) เปิดหน้าดินเพื่อลงท่อบวงคอนกรีตชั้นนอก โดยจะใช้รถเจาะบ่อน้ำบาดาลระดับต้น (รูปที่ 4-10) ทำการขุดเปิดหน้าดินขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.20 เมตร เพื่อลงท่อบวงคอนกรีตชั้นนอก (รูปที่ 4-11 ก.)
 - 2) ลงท่อบวงคอนกรีตชั้นนอกที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.20 เมตร ที่ระดับความลึก 1.50 เมตร เพื่อที่จะเป็นส่วนที่ใส่วัสดุกรองน้ำ (รูปที่ 4-11 ข.)
 - 3) ขุดเจาะบ่อวงชั้นในให้ทะลุถึงชั้นทราย ซึ่งเป็นชั้นเป้าหมายที่เราจะเติมน้ำลงไป และลงท่อบวงคอนกรีตชั้นใน ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.20 เมตร (รูปที่ 4-11 ค.)
 - 4) บรรจุวัสดุกรองลงในระบบกรอง ซึ่งวัสดุกรองเรียงลำดับจากชั้นบนสุดถึงชั้นล่างสุด ประกอบด้วย
 - ชั้นบนสุดเป็นชั้นกรวดคัดขนาดเบอร์ 1 หนา 0.5 เมตร ได้ชั้นนี้ปูรองด้วยแผ่นใยสังเคราะห์
 - ชั้นที่สองเป็นชั้นกรวดคัดขนาดเบอร์ 2-3 หนา 0.3 เมตร ได้ชั้นนี้ปูรองด้วยแผ่นใยสังเคราะห์
 - ชั้นที่สามเป็นชั้นถ่านไม้ หนา 0.2 เมตร
 - ชั้นล่างสุดเป็นชั้นกรวดคละขนาดเบอร์ 4-6 หนารวมกัน 0.5 เมตร และมีท่อเจาะร่องวัสดุพีวีซี
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว เป็นตัวระบายน้ำที่ผ่านการกรองจากชั้นวัสดุกรอง ลงสู่บ่อวงชั้นใน และที่ก้นบ่อของท่อบวงคอนกรีตชั้นนอกจะทำการฉาบปูนเพื่อป้องกันน้ำที่ผ่านกรองไหลซึมออกนอกระบบ (รูปที่ 4-11 ง.-จ.) แผ่นใยสังเคราะห์ช่วยป้องกันการกระเซ็นของวัสดุกรองจากแรงน้ำที่ตกกระทบ และป้องกันการไหลปนกันของชั้นกรองแต่ละชั้น รวมถึงยังช่วยแยกกรวดกรองที่มีขนาดแตกต่างกันออกจากกันได้ง่ายเมื่อต้องทำการบำรุงรักษาระบบกรองน้ำ เช่น การล้างกรวดกรอง เป็นต้น

โดยตัวอย่างของชั้นดินชั้นหินที่ได้จากการเจาะบ่อน้ำบาดาลระดับต้น (รูปที่ 4-11 ฉ) จะถูกเก็บเพื่อนำมาวิเคราะห์รายละเอียดลักษณะของชั้นดินชั้นหินด้วยนักธรณีวิทยา โดยแบบบรรยายรายละเอียดลักษณะของชั้นดินชั้นหินแสดงในรูปที่ 4-12



รูปที่ 4-10 รถเจาะบ่อน้ำบาดาลระดับต้น

ก) เปิดหน้าดินเพื่อลงท่อดวงคอนกรีตชั้นนอก



ข) ลงท่อดวงคอนกรีตชั้นนอก



ค) ขุดเจาะและลงท่อดวงคอนกรีตชั้นใน



ง) บรรจุวัสดุกรองลงในระบบ



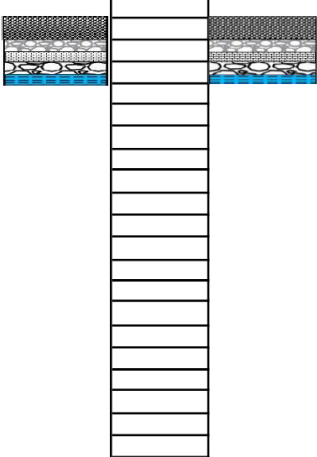
จ) กันบ่อของท่อดวงคอนกรีตชั้นนอกใส่ท่อเจาะร่องขนาด 6 นิ้ว

ฉ) ตัวอย่างของชั้นดินชั้นหินที่ได้จากการเจาะบ่อน้ำบาดาลระดับต้น



รูปที่ 4-11 แสดงขั้นตอนการก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นผ่านบ่อดวงคอนกรีต

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด

 ข้อมูลชั้นดิน-หินระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้น โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด				
หมายเลขบ่อ: AR-DW6302020 ความลึกเจาะ: 10 ม. ความลึกพัฒนา: 10 ม. ดำเนินงานโดย: สทบ.เขต 2 (สุพรรณบุรี) วันที่เจาะ: 9 พฤษภาคม 2563 UTM E: 599826 UTM N: 1835304 ระดับน้ำ: - สถานที่: ที่ดินนางเฉลิม กันจร บ.บึงบอน ม.6 ต.หนองกลา อ.บางระกำ จ.พิษณุโลก ผู้บันทึกข้อมูล: นางสาวพิชชาพร อินทผล				
แบบระบบเติมน้ำ	ความลึก	สัญลักษณ์	ชนิดตะกอน	คำอธิบาย
	0 ม.			
	1 ม.		Top soil	Moderate brown.(0-1)
	2 ม.			
	3 ม.		Clayey silt	Light brown, silt sized, non-plastic.(1-5)
	4 ม.			
	5 ม.			
	6 ม.		Sand	Dusky yellowish brown, fine to medium grained, well sorted, low sphericity, subangular to subrounded, composed of quartz and feldspar.(5-6)
	7 ม.			
	8 ม.			
	9 ม.		Sand	Moderate brown, fine to medium grained, moderately sorted, low sphericity, subangular to subrounded, composed of quartz and feldspar.(6-7)
	10 ม.			
	11 ม.			
	12 ม.		Sand	Pale yellowish brown, fine to medium grained, well sorted, low sphericity, subangular to subrounded, composed of quartz, feldspar and rock fragment.(7-9)
	13 ม.			
	14 ม.			
	15 ม.		Sand	Pale yellowish brown, coarse grained, moderately sorted, low sphericity, subangular to rounded, composed f quartz, feldspar and rock fragment.(9-10)
	16 ม.			
	17 ม.			

รูปที่ 4-12 รายละเอียดลักษณะของชั้นดินชั้นหินที่ได้จากการเจาะบ่อน้ำบาดาลระดับต้น

4.3.2 การทดสอบระบบเติมน้ำ

การทดสอบระบบเติมน้ำ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราการเติมน้ำที่ชั้นน้ำบาดาลสามารถรองรับได้ และประเมินวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของน้ำบาดาลในชั้นน้ำบาดาล ก่อนและหลังการเติมน้ำ โดยการเติมน้ำลงไปในระบบอย่างต่อเนื่องในระยะเวลาที่กำหนด ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของบ่อทดสอบ และบ่อข้างเคียง ในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดเกณฑ์และขั้นตอนในการทำการทดสอบระบบเติมน้ำ ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1) การคัดเลือกบ่อสำหรับทดสอบระบบเติมน้ำ

ทำการคัดเลือกบ่อเติมน้ำที่เป็นบ่อเจาะถึงชั้นทรายแห้ง และบริเวณใกล้เคียงบ่อเติมน้ำมีบ่อสังเกตการณ์หรือบ่อน้ำบาดาลที่อยู่ในชั้นน้ำบาดาลต้น ชั้นเดียวกันกับบ่อเติมน้ำเพื่อที่จะทำการติดตามการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำได้

2) แหล่งน้ำที่ใช้ในการทดสอบระบบเติมน้ำ

การนำน้ำมาใช้ในการทดสอบเติมน้ำจำเป็นจะต้องใช้แหล่งน้ำธรรมชาติที่อยู่ใกล้เคียงที่สามารถสูบน้ำมาทดลองได้ เพื่อความสะดวกในการดำเนินงาน หากไม่มีแหล่งน้ำตามธรรมชาติใกล้เคียง ต้องทำการจัดหารถบรรทุกน้ำเพื่อนำมาใช้ทดสอบ โดยใช้รถบรรทุกน้ำของสำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต หรือหน่วยงานส่วนท้องถิ่นในพื้นที่ในการดำเนินการ

3) อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบระบบเติมน้ำ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบระบบเติมน้ำ แสดงในรูปที่ 4-13 ประกอบไปด้วย

- 3.1) เครื่องวัดระดับน้ำ
- 3.2) เครื่องวัดคุณภาพน้ำในภาคสนาม (ความนำไฟฟ้า, ความเป็นกรด-ด่าง , อุณหภูมิ)
- 3.3) เครื่องวัดความชุ่ม
- 3.4) มิเตอร์วัดปริมาณน้ำเพื่อควบคุมการไหลของน้ำ
- 3.5) ไม้ระดับหรือสายวัดระดับน้ำภายในบ่อเติมน้ำ

4) การทดสอบเติมน้ำแบบต่อเนื่อง

ดำเนินการทดสอบระบบเติมน้ำแบบต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1) ก่อนดำเนินการทดสอบ ให้ทำการอ่านเลขมาตรวัดปริมาณน้ำ และวัดระดับน้ำในบ่อสังเกตการณ์หรือบ่อน้ำบาดาลที่อยู่ใกล้เคียงแล้วบันทึกค่าไว้ก่อน

4.2) เติมน้ำในลงระบบเติมน้ำด้วยอัตราการเติมน้ำ 3 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง (อัตราเติมน้ำที่ใช้กำหนดจากผลการศึกษาเดิมของโครงการแก้ไขปัญหาภัยแล้งและปัญหาการลดระดับน้ำของชั้นน้ำบาดาลในพื้นที่แอ่งเจ้าพระยา)

4.3) ดำเนินการอ่านเลขมาตรวัดน้ำเพื่อตรวจสอบอัตราการเติมน้ำ วัดระดับน้ำบ่อเติมน้ำ บ่อสังเกตการณ์หรือบ่อน้ำบาดาลที่อยู่ใกล้เคียง พร้อมทั้งวัดค่าความชุ่ม ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้าจำเพาะ (EC) และอุณหภูมิ (T) ของน้ำเดิมทุกๆ 30 นาที จนครบ 8 ชั่วโมง (อาจเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสมตามปัจจัยอื่นๆ) ดังแสดงในรูปที่ 4-14

4.4) ระหว่างการทดสอบเติมน้ำ จะต้องควบคุมระดับน้ำในบ่อเติมน้ำที่ระดับ 2 เมตร จากกันบ่อ หากพบว่าระดับน้ำภายในบ่อเติมน้ำเกินระดับ 2 เมตร จากกันบ่อ ให้ดำเนินการปรับอัตราการเติมน้ำลงให้เหมาะสม และบันทึกค่าทุกครั้ง

4.5) เมื่อครบ 8 ชั่วโมงแล้ว ดำเนินการปิดระบบเติมน้ำ และวัดการคืนตัวของระดับน้ำในบ่อเติมน้ำ และบ่อสังเกตการณ์การณ หรือบ่อน้ำบาดาลที่อยู่ใกล้เคียง โดยเริ่มต้นด้วยการวัดระดับน้ำบาดาลทุก ๆ 5 นาทีเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง ทุก ๆ 10 นาทีเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง และทุก ๆ 20 นาทีเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วเปลี่ยนการวัดระดับน้ำบาดาลเป็นทุก ๆ 30 นาที โดยให้ดำเนินการติดตามตรวจวัดระดับน้ำบาดาลต่อไปจนระดับน้ำบาดาลคืนตัวเท่ากับหรือใกล้เคียงกับระดับน้ำบาดาลก่อนดำเนินการทดสอบเติมน้ำ โดยจดบันทึกระดับน้ำลงในแบบฟอร์มทดสอบระบบเติมน้ำ แสดงในรูปที่ 4-15



รูปที่ 4-13 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบระบบเติมน้ำ



รูปที่ 4-14 การทดสอบเติมน้ำแบบต่อเนื่อง

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจังหวัดตราด

[illegible]

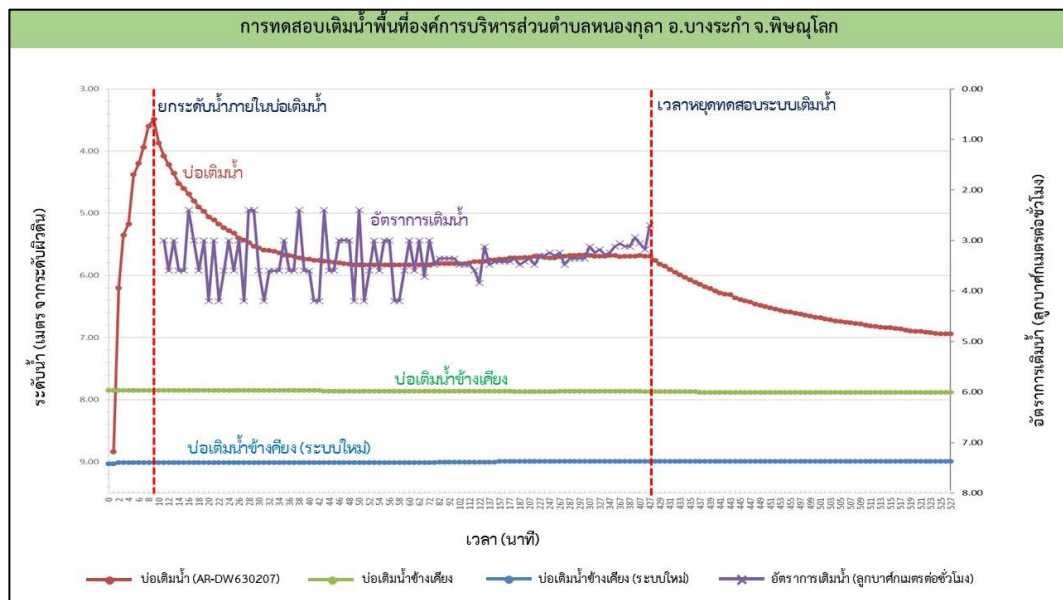
รูปที่ 4-15 แบบฟอร์มทดสอบระบบเติมน้ำ

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด

ในการดำเนินงานโครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้นฯ ได้ทำการทดสอบระบบเติมน้ำในพื้นที่ศึกษาจำนวนทั้งสิ้น 10 แห่ง ครอบคลุมพื้นที่บริเวณแอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบน ซึ่งสรุปผลการทดสอบระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นผ่านบ่อวงคอนกรีตแสดงในตารางที่ 4-1 โดยผลการทดสอบพบว่าอัตราการเติมน้ำเฉลี่ยของพื้นที่ศึกษามีค่าประมาณ 3.0 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง กราฟแสดงตัวอย่างอัตราการเติมน้ำของพื้นที่ศึกษา แสดงในรูปที่ 4-16 และผลการทดสอบระบบเติมน้ำแบบละเอียดแสดงในภาคผนวก

ผลการทดสอบเติมน้ำระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นผ่านบ่อวงคอนกรีต														
ลำดับ	พิกัดตะวันออก	พิกัดเหนือ	สถานที่	บ้าน	หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	วันที่ดำเนินการ	ระยะเวลาทดสอบ (ชม.)	ความลึกบ่อทดสอบ	ปริมาณการเติมน้ำรวม (ลบ.ม.)	อัตราการเติมน้ำเฉลี่ย (ลบ.ม./ชม.)	หมายเหตุ
1	601025	1841449	อบต. หนองกุลา	หนองปลวก	14	หนองกุลา	บางระกำ	พิษณุโลก	1 ส.ค. 2563	7	8.85	22.9	3.36	บ่อแห้ง
2	599826	1835304	นางฉลิ้ม กันจร	บ้านบึงบอน	6	หนองกุลา	บางระกำ	พิษณุโลก	15 ส.ค. 2563	6	6.78	10.51	2.68	บ่อแห้ง
3	620484	1851824	โรงเรียนคลองวัดไร่	คลองวัดไร่	4	บางระกำ	บางระกำ	พิษณุโลก	21 ส.ค. 2563	8.45	6.9	17.81	3.88	บ่อแห้ง
4	615569	1853079	นางประดับ อยู่พ่วง	แหลมเจดีย์	8	บางระกำ	บางระกำ	พิษณุโลก	26 ส.ค. 2563	5.3	8.5	0.52	0.34	บ่อมีน้ำ SWL 8.42
5	615915	1844886	ที่สาธารณะดงมะไฟหวาน	ปลักแรด	5	ปลักแรด	บางระกำ	พิษณุโลก	25 ส.ค. 2563	8.3	8.95	1.43	0.45	บ่อแห้ง
6	612803	1843854	โรงเรียนบ้านดงโคกขาม	ดงโคกขาม	2	ปลักแรด	บางระกำ	พิษณุโลก	24 ส.ค. 2563	8	9.18	4.94	1.12	บ่อแห้ง
8	608469	1848421	วัดคุยมะตูม	คุยมะตูม	4	บึงกอก	บางระกำ	พิษณุโลก	15 ก.ย. 2563	7.35	6.93	0.35	0.16	บ่อมีน้ำ SWL 5.69
7	603045	1843535	โรงเรียนเสวยซุง	เสวยซุง	7	บึงกอก	บางระกำ	พิษณุโลก	14 ก.ย. 2563	9	4.12	20.51	3.24	บ่อแห้ง
9	613885	1840703	นางอมรรัตน์ มีสิงห์	โพธิ์งาม	1	พันเสา	บางระกำ	พิษณุโลก	22 ก.ย. 2563	7.4	8.16	26.29	4.36	บ่อแห้ง
11	610454	1836443	นางแดงทัย ขวนชม	หนองบัวสีบาท	4	พันเสา	บางระกำ	พิษณุโลก	23 ก.ย. 2563	7.3	9.44	2.63	0.54	บ่อแห้ง
10	616418	1840793	นางสาวปิ่น สุขเมือง	พันเสา	2	พันเสา	บางระกำ	พิษณุโลก	24 ก.ย. 2563	7.4	7.6	1.24	0.24	บ่อแห้ง

ตารางที่ 4-1 แสดงผลการทดสอบเติมน้ำระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นผ่านบ่อวงคอนกรีต



รูปที่ 4-16 อัตราการเติมน้ำของบ่อเติมน้ำ ของบ่อเติมน้ำ AR-DW630207 พื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกุลา อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก

4.3.3 การก่อสร้างสถานีสังเกตการณ์น้ำบาดาล

การก่อสร้างสถานีสังเกตการณ์น้ำบาดาลมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจน้ำบาดาลบนผิวดิน เช่น ความลึก ความหนา คุณสมบัติต่างๆ ของชั้นหินให้น้ำและชั้นน้ำบาดาล (Aquifer characteristic) และปริมาณน้ำที่จะสูบขึ้นมาใช้ได้ ดังนั้นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องเนื่องกับการเจาะบ่อสังเกตการณ์ ประกอบด้วย การตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างดิน-หิน จากหลุมเจาะ (Drilled log) การหยั่งธรณีหลุมเจาะ (Borehole logging) การคัดเลือกชั้นน้ำบาดาลและการออกแบบบ่อ (Well construction) การสูบทดสอบปริมาณน้ำ (Pumping Test) และการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำบาดาล (Groundwater sampling and analysis) การติดตั้งเครื่องวัดระดับน้ำอัตโนมัติเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ ซึ่งการเลือกตำแหน่งสถานีสังเกตการณ์ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของบ่อที่เจาะสำรวจ โดยกำหนดจากข้อมูลพื้นฐานบ่อน้ำบาดาล ข้อมูลชั้นดินชั้นหินของบ่อน้ำบาดาลเดิมในพื้นที่ และบริเวณที่มีข้อมูลการกระจายตัวของชั้นดินชั้นหินไม่มากเพียงพอ

4.3.3.1 การเจาะบ่อสังเกตการณ์

สำหรับโครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้นๆ กำหนดให้ทำการเจาะบ่อสังเกตการณ์ เพื่อเก็บตัวอย่างตะกอน ชั้นดินชั้นหิน จำนวน 56 บ่อ โดยอยู่ในพื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนบน 50 บ่อ แอ่งจันทบุรี-ตราด จำนวน 6 บ่อ และพัฒนาบ่อสังเกตการณ์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ใส่ท่อ PVC class 13.5 ซึ่งมีรายละเอียดขั้นตอน และผลการดำเนินงานแสดงดังต่อไปนี้

1) การคัดเลือกจุดเจาะสำรวจ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลผลการสำรวจเบื้องต้น เพื่อกำหนดพื้นที่ที่เจาะบ่อสังเกตการณ์ โดยจะต้องกำหนดในพื้นที่สาธารณะ และพื้นที่ราชการที่อนุญาตเจาะ และให้ผู้ได้รับมอบอำนาจจากหน่วยงานหรือเจ้าของสถานที่ลงนามในหนังสืออนุญาตให้ใช้ที่ดินในการก่อสร้างบ่อสังเกตการณ์ พร้อมทั้งพยาน (รายละเอียดในภาคผนวก) โดยมีจุดเจาะบ่อน้ำสังเกตการณ์กระจายทั่วพื้นที่ศึกษา ดังแสดงในรูปที่ 4-17

2) การเจาะบ่อสังเกตการณ์ ในพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่ที่รองรับด้วยตะกอนกรวดทราย จึงใช้การเจาะแบบน้ำโคลนด้วยเครื่องเจาะหมุนตรง (Direct Rotary Rig) โดยเศษดินและหินจะโดนแรงดันน้ำโคลนขึ้นมาที่ปากบ่อ โดยมีขั้นตอนการเจาะบ่อน้ำบาดาล (แสดงในรูปที่ 4-18) ดังต่อไปนี้

2.1) ปรับพื้นที่เพื่อวางรากฐานรถเจาะบ่อ มิเพื่อให้การเจาะบ่อน้ำบาดาลปลอดภัย และอุปกรณ์เจาะบ่อต่าง ๆ ขณะปฏิบัติงานให้แข็งแรงและมั่นคง

2.2) ขุดบ่อน้ำโคลน โดยทั่วไปจะเตรียมบ่อน้ำโคลนขนาด 2x2x2 เมตร เพื่อรองรับน้ำโคลน อันเป็นตัวกลางนำพาชั้นดินตะกอนกรวดทรายต่าง ๆ ที่เจาะผ่านจะถูกดันขึ้นไว้บนปากบ่อดังกล่าว

2.3) ทำน้ำโคลนให้ได้ตามหลักวิชาการ ให้น้ำโคลนที่มีความหนาแน่น และความถ่วงจำเพาะที่เหมาะสม จะช่วยให้ชั้นดิน ตะกอนทราย ถูกพุงขึ้นมากับน้ำโคลนได้โดยง่าย ทั้งยังเป็น ตัวเคลือบผนังบ่อน้ำบาดาลไม่ให้พังทลายในขณะเจาะได้

2.4) การเจาะบ่อน้ำบาดาลด้วยหัวสว่านแบบใบพัด 3 แฉก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 นิ้ว เพื่อเจาะนำผ่านลงไปในพื้นที่ดินต่าง ๆ โดยหัวสว่านชนิดนี้สามารถเจาะผ่านได้อย่างรวดเร็วในพื้นที่ดิน ตะกอนกรวดทรายที่ไม่แข็งมาก ตลอดความลึกที่ต้องการ

2.5) การคว้านบ่อน้ำบาดาล เมื่อเสร็จขั้นตอนการเจาะบ่อน้ำบาดาลด้วยหัวสว่านแบบใบพัด (สำหรับชั้นดินชั้นหินที่ไม่แข็งมาก) และหัวสว่านแบบฟันเฟือง (สำหรับชั้นหินแข็ง) แล้ว เนื่องจากบ่อเจาะอาจจะมีปลอกชั้นดินติดผนังบ่ออยู่บ้าง ดังนั้นเพื่อให้บ่อเจาะสะอาด และมีแนวตรง จึงจำเป็นที่จะต้องใช้หัวสว่านแบบฟันเฟืองขนาด 8 1/2 นิ้ว ทำการคว้านตลอดความลึกของบ่อ และขยายบ่อเจาะอีกครั้ง

2.6) การหยั่งธรณีหลุมเจาะ เพื่อจะได้ทราบความลึก ความหนา ของชั้นดินต่างๆ อย่างถูกต้อง ทราบคุณภาพน้ำบาดาลเบื้องต้นได้ เพื่อเลือกและกำหนดชั้นน้ำ การสร้างบ่อ ลงท่อตามระยะที่ถูกต้องต่อไป

2.7) การลงท่อกรูบ เมื่อทราบระยะชั้นน้ำที่แน่นอนจากเครื่องหยั่งธรณีหลุมเจาะแล้ว ก็ทำการลงท่อกรูบ โดยเลือกใช้ท่อ PVC Class 13.5 ขนาด 4 นิ้ว ยาว 4 เมตร เริ่มจากท่อท่อนล่างสุด เป็นท่อรับตะกอน (ประมาณ 4 เมตร) ต่อจากท่อรับตะกอนขึ้นมา เป็นท่อกรองหรือท่อเจาะร่อง PVC Class 13.5 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ขนาดร่องกว้าง 3 มิลลิเมตร ความยาวร่องประมาณ 80 มิลลิเมตร ซึ่งความยาวของท่อกรองน้ำ จะกำหนดตามความเหมาะสมของความหนาชั้นน้ำ ต่อจากท่อกรองน้ำก็เป็นท่อกรูบตลอดความลึกที่เหลือของบ่อน้ำบาดาล

2.8) การลงกรวดกรองน้ำ ทำการเทกรวดลงช้า ๆ ช้าง ๆ ท่อกรูบ เพื่อทำหน้าที่กรองน้ำ และป้องกันไม่ให้ทรายไหลเข้าบ่อน้ำบาดาลได้ โดยทำการคัดเลือกกรวดคัดขนาด 1/4 หรือ 3/8 นิ้ว คำนวณปริมาตรกรวดให้พอดีหุ้มรอบ ๆ และสูงกว่าท่อกรองน้ำไม่น้อยกว่า 2 เมตร เมื่อเวลาผ่านไปกรวดดังกล่าวจะเรียงตัวใหม่ และมีการทรุดตัวบ้างเล็กน้อย

2.9) การแพ็คดินเหนียวรอบๆท่อกรูบ ซึ่งจะใช้ดินเหนียวปั้นกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2 เซนติเมตร เพื่อให้ดินเหนียวสามารถเรียงตัวเป็นเกราะป้องกันน้ำเค็ม และน้ำชั้นอื่นไหลลงไปรวมกับชั้นน้ำ ที่ต้องการ

2.10) การพัฒนาบ่อน้ำบาดาล โดยใช้ท่อลม (Air Line) เป็นตัวนำลมไปเป่าล้าง ในท่อกรูบ โดยทั่วไปจะหย่อนท่อลมลงไปที่ความลึกประมาณ 2 ใน 3 ของความลึกบ่อบวกกับความลึกของระดับน้ำปกติ และใช้แรงดันลมที่เหมาะสมกับความลึกและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางบ่อ เพื่อไล่น้ำโคลนและทำความสะอาดบ่อน้ำบาดาล ตลอดจนทำให้กรวดเกิดการเรียงตัว สามารถกรองน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

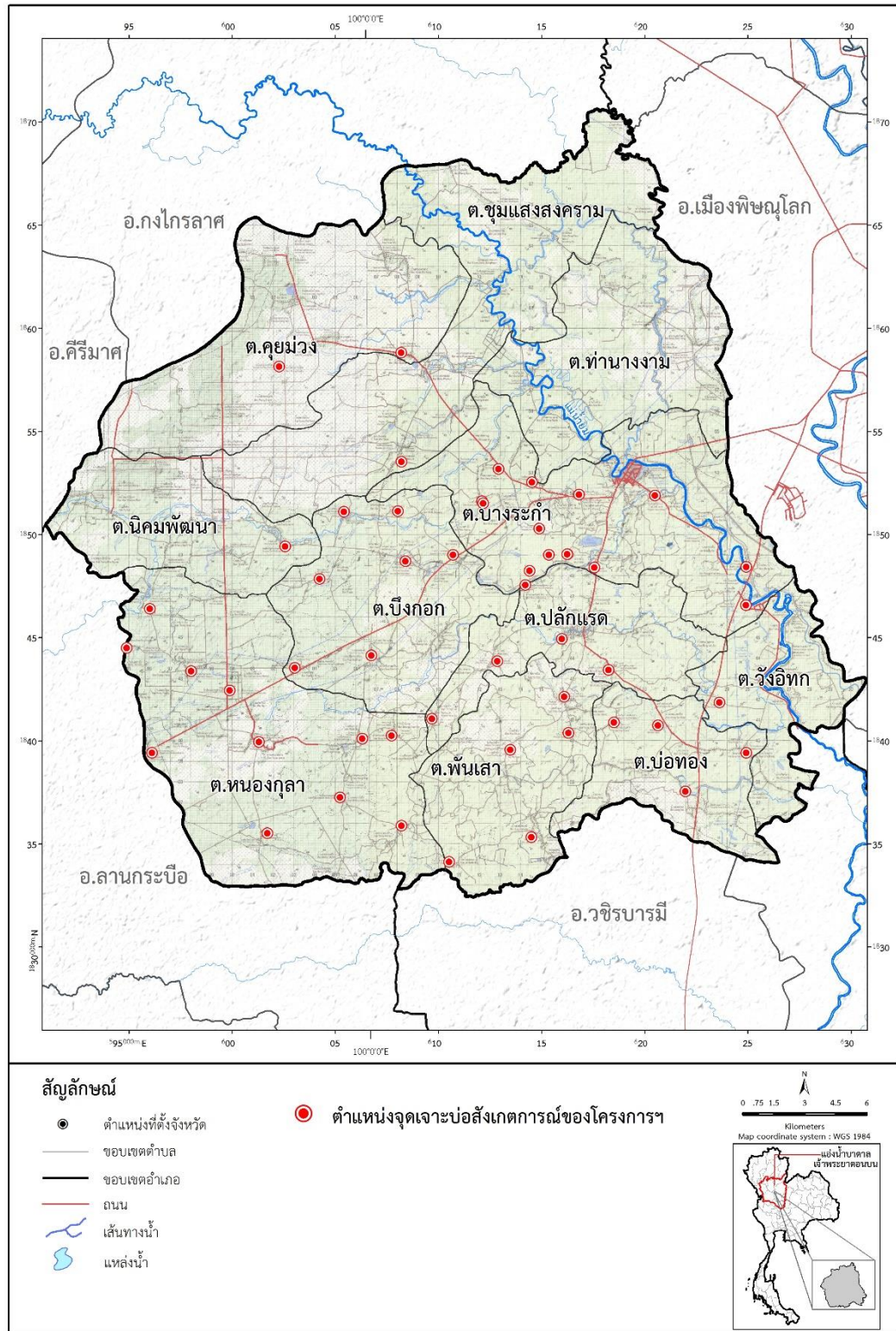
2.11) การเจาะบ่อน้ำบาดาลด้วยหัว Down the Hole ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว จะใช้หัวแบบ Rock Bit ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว เจาะบริเวณหินผุหรือหินเนื้อไม่แน่นมาก และใช้

หัว Down the Hole 6 นิ้ว เจาะบริเวณหินแข็งเนื้อแน่นจนถึงรอยแตกเพื่อให้ท่อปักตั้งอยู่ในชั้นดินได้

2.12) การติดตั้งท่อปักโดยทั่วไป จะเริ่มจากใช้หัวสว่านแบบใบพัด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 นิ้ว เจาะจนกระทั่งเจอชั้นดินเหนียวแข็ง (Stuffed Clay) ซึ่งในพื้นที่ศึกษาจะทำการเจาะที่ระดับความลึก 13 เมตร หลังจากนั้นเปลี่ยนหัวสว่านแบบฟันเฟือง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 นิ้ว เพื่อคว้านให้บ่อสามารถลงท่อปักที่มีขนาด 6 นิ้ว ได้ และจะเปลี่ยนมาใช้หัวสว่านแบบฟันเฟือง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว เพื่อทำแนวให้ท่อปักสามารถตั้งอยู่ในชั้นดินได้ โดยท่อปักจะทำหน้าที่กั้นดินชั้นบนที่มีลักษณะอ่อนตัวไม่ให้ไหลลงไปในบ่อเจาะบาดาล ช่วยให้ ปากบ่อและดินชั้นบนไม่เป็นโพรง ทำให้การปฏิบัติงานขั้นตอนต่อไปเป็นไปอย่างราบรื่น

โดยดำเนินการเจาะบ่อสังเกตการณ์ ในพื้นที่ศึกษาทั้งสิ้นจำนวน 56 บ่อ ความลึกในการเจาะเฉลี่ย 20-35 เมตร ชั้นหินให้น้ำเป็นชั้นทราย และทรายปนกรวดพบที่ความลึก 12-20 เมตร จากการทดสอบมีปริมาณน้ำบาดาลเฉลี่ย 5-10 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



รูปที่ 4-17 แผนที่แสดงตำแหน่งจุดเจาะบ่อสังเกตการณ์ของโครงการฯ

การตั้งรถเจาะ



บ่อน้ำโคลน



การเจาะบ่อ



การลงท่อ



การลงกรวดกรองน้ำ



การแพ็คดินเหนียวรอบๆท่อ



การเป่าล้างพัฒนาบ่อน้ำบาดาล



ตัวอย่างดิน/หิน ที่ได้จากหลุมเจาะ



รูปที่ 4-18 ขั้นตอนการเจาะบ่อสังเกตการณ์

4.3.3.2 การตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างดิน-หิน จากหลุมเจาะ (Drilled log)

เมื่อดำเนินการก่อสร้างสถานีสังเกตการณ์แล้วเสร็จ จะดำเนินการเก็บตัวอย่างชั้นดินชั้นหิน จากหลุมเจาะทุกระยะความลึก 1 เมตร ตลอดความลึกเจาะ ดังแสดงในรูปที่ 4-19 แล้วนำตัวอย่าง ชั้นดินชั้นหินที่เก็บได้มาวิเคราะห์และจัดทำคำบรรยายรายละเอียดลักษณะของชั้นดินชั้นหินที่เจาะ พบที่ระดับความลึกต่าง ๆ

การเขียนบรรยายชั้นดินชั้นหิน มีหลักการเขียนตามมาตรฐานสากล โดยบรรยายจากชื่อหิน (Rock Type) สีของหินหรือดิน (Color) ลักษณะเนื้อหิน ซึ่งรวมถึงขนาดของเม็ดแร่หรือเม็ด ตะกอน (Grain Size) การคัดขนาด (Sorting) ความกลมมน (Roundness) และภาวะทรงกลม (Sphericity) ส่วนประกอบของหิน สารเชื่อมประสานหรือตะกอนขนาดเล็กที่ล้อมรอบในหินตะกอน หรือเนื้อมวลสารรองในหินอัคนี พร้อมทั้งบอกอัตราการผุพัง และการบดแน่น ซึ่งนอกจากจะต้อง เขียนคำบรรยายเรียงตามอันดับของการเขียนบรรยายลักษณะดิน-หินแล้ว ข้อสำคัญที่สุด คือ ต้อง เขียนคำบรรยายเป็นภาษาอังกฤษเท่านั้น เพราะเป็นมาตรฐานสากล โดยแบบบันทึกรายละเอียดคำ บรรยายของชั้นดินชั้นหินภาคสนามแสดงในรูปที่ 4-20

ผลจากการศึกษาชั้นดินชั้นหินที่ได้จากการเจาะบ่อสังเกตการณ์จำนวน 56 บ่อ ความลึก เฉลี่ย 20-35 เมตร ชั้นหินให้น้ำเป็นชั้นทราย และทรายปนกรวดที่ความลึก 12-20 เมตร ปริมาณน้ำ บาดาล 5-10 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง โดยพบดินชั้นบนต่อเนื่องกับชั้นดินเหนียว โดยชั้นดินเหนียวที่ พบมีความหนาระหว่าง 3-7 เมตร และถัดลงไปพบชั้นทราย หรือดินเหนียวปนทรายมีความหนา เฉลี่ย 3-5 เมตร โดยคำบรรยายตัวอย่างดิน-หิน จากหลุมเจาะจะไปประกอบอยู่ในแบบรายงานผล การหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะที่แสดงในภาคผนวก



รูปที่ 4-19 ตัวอย่างชั้นดินชั้นหิน ที่ได้จากหลุมเจาะ ทุกความลึก 1 เมตร

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด

 แบบรายงานลักษณะชั้นดิน-หิน งานเจาะและก่อสร้างสถานีสังเกตการณ์ โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่ แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563					
Well number:		6307G004		Type of drilling:	
Location:		โรงเรียนปรีกระเทียม		Screen type :	
Zone:		47Q		Well diameter:	
UTM E:		606754	UTM N:	1844129	Borehole elevation:
Map sheet:				Groundwater level:	
Drill depth:		27.00	m		Perforation interval:
Develop depth:		20.00	m		Perforation range:
Author of description:		Natthamon Phawangwat		Date of drilling:	
				29/4/63	
Depth (m.)		Thickness (m.)	Rock Unit	Description	Remark
From	To				
0	1	1	Sandy clay	Moderate brown, sandy (20%, fine-coarse grained), slightly plastic, homogeneous	
1	2	1	Sandy clay	Moderate brown, sandy (10%, fine-coarse grained), slightly plastic, homogeneous	
2	3	1	Sandy clay	Grayey brown, sandy (5%, fine-coarse grained), slightly plastic, homogeneous	
3	5	2	Clay	Grayey brown, slightly plastic, homogeneous	
5	6	1	Sandy clay	Grayey brown, sandy (10%, very fine-fine grained), moderately plastic, homogeneous	
6	8	1	Sand	Light brown, very fine-fine grained, poorly sorted, subangular, composed mostly quartz (70%), feldspar (20%), mustcovite (5%) and opaque.	
8	9	1	Gravely sand	Light brown,gravely (30%, 1-3 mm, subangular, poorly sorted) very fine-medium grained, poorly sorted, sunangular, composed mostly of quartz (70%), feldspar (20%), mustcovite (5%) and opaque.	
9	16	7	Gravely sand	Light brown,gravely (30%, 1-10 mm, subangular-angular, poorly sorted) very fine-medium grained, poorly sorted, sunangular, composed mostly of quartz (70%), feldspar (20%), mustcovite (5%) and opaque.	
16	17	1	Clayey gravel	Yellowish brown, clayey (10%, low plastic), gravel-pebble (2-10mm), poorly sorted, sunangular-angular, composed mostly of quartz (70%), feldspar (20%), mustcovite (5%) and opaque.	
17	18	1	Sand	Yellowish brown, very fine-medium grained, poorly sorted, sunangular, composed mostly of quartz (70%), feldspar (20%), mustcovite (5%) and opaque.	
18	20	2	Gravely sand	Light brown,gravely 10%, 12-10 mm, subangular, poorly sorted) very fine-medium grained, poorly sorted, sunangular, composed mostly of quartz (70%), feldspar (20%), mustcovite (5%) and opaque.	
20	21	1	Clayey gravel	Light brown,gravely (30%, 1-10 mm, subangular-angular, poorly sorted) very fine-medium grained, poorly sorted, sunangular, composed mostly of quartz (70%), feldspar (20%), mustcovite (5%) and opaque.	
21	23	2	Sandy clay	Light gray, sandy (10%, fine-coarse grained, poorly sorted, subangular), slightly plastic, homogeneous	
23	24	1	Sand	Moderatly gray, fine-medium grained, poorly sorted, sunangular, composed mostly of quartz (70%), feldspar (20%), mustcovite (5%) and opaque.	
24	25	1	Sand	Moderatly gray, fine-medium grained, poorly sorted, sunangular, composed mostly of quartz (70%), feldspar (20%), mustcovite and biotite (5%) and opaque.	
25	27	2	Clay	Grayey brown, slightly plastic, homogeneous	
End of hole at depth 27 meters					

รูปที่ 4-20 แบบรายงานลักษณะชั้นดินชั้นหินที่ได้จากบ่อสังเกตการณ์

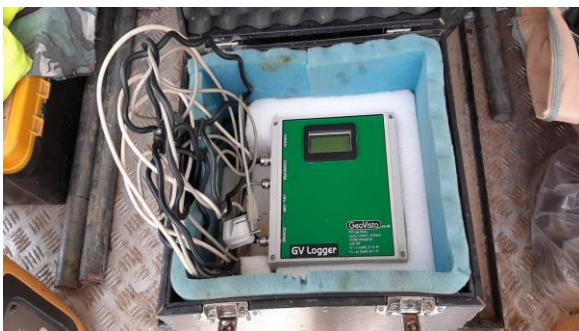
4.3.3.3 การหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ (Well logging)

การหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะเป็นวิธีการที่สำคัญเพื่อใช้ในการออกแบบก่อสร้างบ่อน้ำบาดาล ในการเจาะบ่อน้ำบาดาลก่อนที่จะลงท่อจะต้องทำการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ วัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบก่อสร้างบ่อน้ำบาดาล ให้ทราบข้อมูลที่ถูกต้องว่าชั้นน้ำบาดาลอยู่ที่ความลึกเท่าไร นำข้อมูลมากำหนดระบบความลึกของท่อรับน้ำ ช่วยการคัดเลือกชั้นน้ำที่มีคุณภาพดี เป็นต้น

การหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ (Well-logging) เป็นเทคนิคการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์วิธีหนึ่งซึ่งมีหลักการและวิธีการตลอดจนเครื่องมือที่พัฒนามาจากการสำรวจธรณีฟิสิกส์บนผิวดิน โดยการสำรวจจะทำการหย่อนขั้ววัดลงในบ่อเพื่อวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าของชั้นหิน คุณสมบัติทางไฟฟ้าที่วัดได้มี 2 ประเภท คือ กำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นได้เองโดยธรรมชาติในชั้นหิน (Self potential) และความต้านทานที่ชั้นหินมีต่อกระแสไฟฟ้าที่ปล่อยจากเครื่องไปสู่ขั้ว การวัดค่าทั้งสองนี้จะทำการวัดค่าไปพร้อมๆ กัน กล่าวคือเมื่อหย่อนขั้ววัดลงไปจากปากบ่อ เครื่องตรวจจะบันทึกค่าเป็นเส้นกราฟอัตโนมัติ พร้อมกับบอกความลึกของชั้นหินที่ตรวจอยู่ไว้ด้วย และเครื่องตรวจชั้นน้ำแบบกัมมันตภาพรังสี (Radioactive logger) ใช้รังสีแกมมาวัดค่ากัมมันตภาพรังสีที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติในชั้นดิน-หิน ซึ่งสามารถนำไปวัด ในบ่อที่ไม่มีน้ำและบ่อน้ำบาดาลเดิมที่ลงท่อกรุท่อกรองไปแล้วแต่ไม่มีข้อมูลของชั้นดิน-หิน เพื่อนำข้อมูลมาช่วยในการแปลความหมายในบริเวณที่ข้อมูลมีความไม่สมบูรณ์ ให้มีความถูกต้องมากขึ้นด้วย รูปที่ 4-21 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนของเครื่องมือที่หย่อนลงไปในหลุมเจาะ (Probe or Sonde) สายไฟเชื่อมต่อจากเครื่องมือที่หย่อนลงไปในหลุมกับเครื่องมือส่วนที่ใช้วัดหรืออ่านค่าต่างๆ หรือชุดคอมพิวเตอร์ ซึ่งวางไว้ บนปากบ่อหรือที่พื้นดิน โดยในโครงการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นจะทำการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะของบ่อสังเกตการณ์ที่เจาะใหม่ในโครงการทั้งหมด จำนวน 56 บ่อ โดยใช้เครื่องมือวัดยี่ห้อ GeoVista ทำการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะด้วยวิธีการ 3 วิธี ได้แก่

- การวัดค่าความเข้มข้นของกัมมันตรังสีแกมมา (Gamma Ray Log, Gamma)
- การวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ (Resistivity Log, R)
- การวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าตามธรรมชาติ (Spontaneous Potential Log, SP)

โดยแสดงการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะเพื่อหาคุณสมบัติทางกายภาพของชั้นดินหรือหิน แสดงในรูปที่ 4-22 และแบบรายงานผลการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะแสดงในรูปที่ 4-23

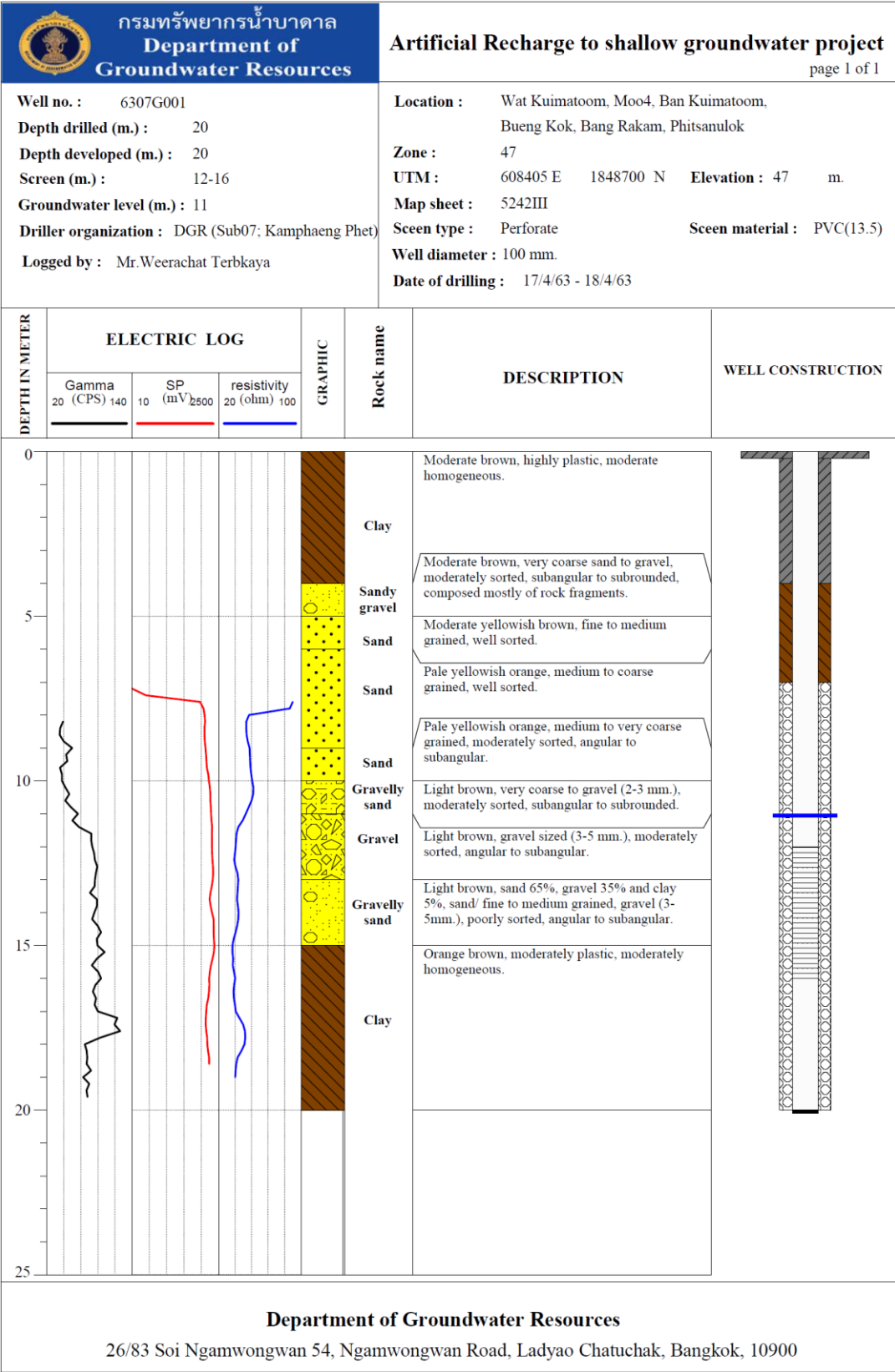


รูปที่ 4-21 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ



รูปที่ 4-22 แสดงการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะเพื่อหาคุณสมบัติทางกายภาพของชั้นดินหรือหิน

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



รูปที่ 4-23 แบบรายงานผลการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ

4.3.3.4 การคัดเลือกชั้นน้ำบาดาลและการออกแบบบ่อ (Well construction)

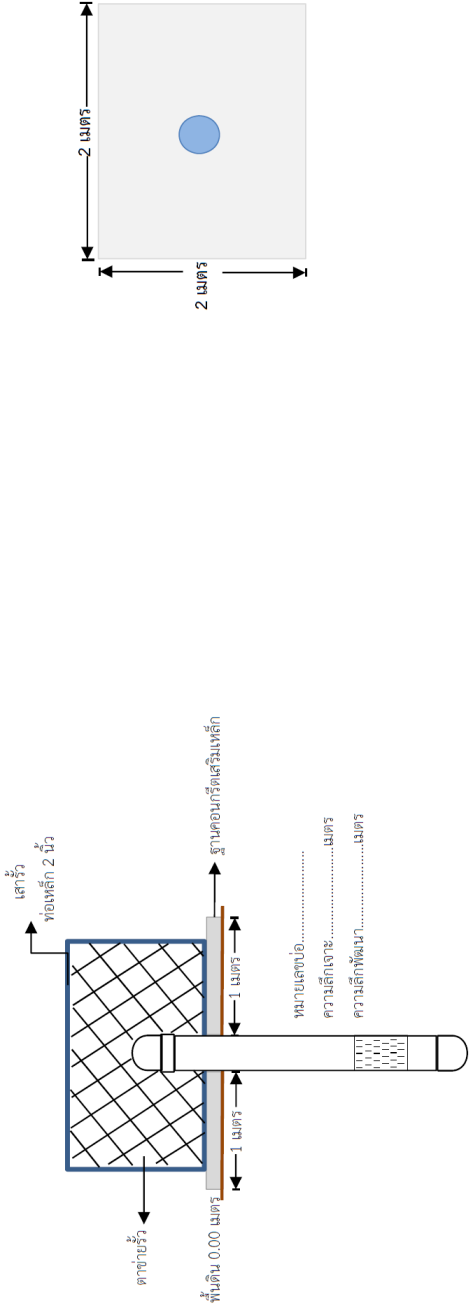
การคัดเลือกชั้นน้ำบาดาลและการออกแบบบ่อ (Well construction) จำเป็นต้องมีข้อมูลเบื้องต้นที่ใช้ประกอบการตัดสินใจ เช่น

- 1) ข้อมูลจากข้างเจาะ เช่นความเร็วเจาะ การสูญเสียโคลน รอยแตก โพรง ตัวอย่างดินทราย หรือหินความเข้มข้นของน้ำโคลน เป็นต้น
- 2) การวิเคราะห์ชั้นดินชั้นหินที่ได้จากหลุมเจาะ เพื่อศึกษาลักษณะของชั้นน้ำบาดาล
- 3) ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพของชั้นดินหรือหินที่ได้จากการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ เช่น ศักย์ไฟฟ้าธรรมชาติ (SP) ค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะแบบ Single point resistance (SPR) และค่ากัมมันตรังสีธรรมชาติ (Natural Gamma-Ray, GR)
- 4) ข้อมูลบ่อน้ำบาดาลบริเวณข้างเคียง เพื่อช่วยในการคัดเลือกชั้นน้ำบาดาล

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลข้างต้น จึงทำการออกแบบบ่อน้ำบาดาลโดยระบุขนาดบ่อ ขนาดหลุมเจาะขยาย ความลึกท่อกรู และท่อกรอง เมื่อแล้วเสร็จจึงเป็นขั้นตอนการก่อสร้างบ่อน้ำบาดาลต่อไป โดยการก่อสร้างบ่อน้ำบาดาลในโครงการนี้เติมน้ำใต้ดินระดับตื้นๆ มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นสถานีสังเกตการณ์น้ำบาดาล กำหนดขนาดของบ่อให้มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร เมื่อดำเนินการแล้วเสร็จจะทำการก่อสร้างฐานปูนรอบบ่อ ขนาด กว้าง 2 เมตร ยาว 2 เมตร และก่อสร้างรั้วรอบบ่อ รวมถึงติดตั้งเครื่องวัดระดับน้ำบาดาลอัตโนมัติ ตามแบบมาตรฐานที่แสดงในรูปที่ 4-24

รูปแบบการก่อสร้างสถานีสังเกตการณ์
โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น
ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด
ปีงบประมาณ พ.ศ. 2563

บ่อสังเกตการณ์น้ำบาดาล 1 บ่อ



รูปที่ 4-24 แบบมาตรฐานบ่อสังเกตการณ์น้ำบาดาล

4.3.3.5 การสูบทดสอบปริมาณน้ำ (Pumping Test)

การสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลสูบทดสอบเป็นวิธีการศึกษาที่จะทำให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติทางชลศาสตร์ คุณสมบัติในการจ่ายน้ำของชั้นหินอุ้มน้ำหรือของบ่อน้ำบาดาลได้เป็นอย่างดี โดยหลักการกว้างๆ แล้ว การสูบทดสอบจะให้ข้อมูลทางอุทกธรณีของชั้นน้ำบาดาลที่สำคัญต่อไปนี้

- คุณสมบัติทางชลศาสตร์ที่สำคัญของชั้นหินอุ้มน้ำ ได้แก่ สัมประสิทธิ์ของการซึมได้ (hydraulic conductivity, K) สัมประสิทธิ์ของการจ่ายน้ำ (Transmissivity, T) และสัมประสิทธิ์ของการกักเก็บ (Storativity, S)

- ประสิทธิภาพในการทำงานของบ่อที่ทำการทดสอบ ซึ่งปกติจะรายงานอยู่ในรูปของคุณลักษณะในการให้น้ำ กับระยะน้ำลด

การสูบทดสอบจึงสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการสูบทดสอบดังนี้

1) การสูบทดสอบชั้นหินอุ้มน้ำ (Aquifer test)

เป็นวิธีการสูบทดสอบที่ใช้แพร่หลายที่สุด มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นหินอุ้มน้ำ (ค่า T, K และ S) เป็นการสูบทดสอบในอัตราคงที่ และทำการวัดระดับน้ำในบ่อทดสอบและบ่อสังเกตการณ์ โดยทำการสูบทดสอบต่อเนื่อง 8-72 ชั่วโมง หรือจนกว่าระดับน้ำในบ่อสังเกตการณ์ไม่ลดอีกต่อไป และเมื่อหยุดสูบแล้วจะปล่อยให้ระดับน้ำในบ่อทดสอบกลับคืนตัว และทำการวัดระดับน้ำในช่วงคืนตัวทั้งในบ่อทดสอบและบ่อสังเกตการณ์

2) การสูบทดสอบประสิทธิภาพของบ่อน้ำบาดาล (Well production test)

เป็นการสูบทดสอบเพื่อคำนวณอัตราการให้น้ำของบ่อบาดาล (well yield) และเพื่อเลือกขนาดของเครื่องสูบน้ำให้เหมาะสมกับบ่อน้ำบาดาล สามารถดำเนินการได้ 2 ลักษณะดังนี้

- สูบทดสอบด้วยอัตราการสูบที่คงที่ (Constant rate test) อย่างต่อเนื่องไม่ต่ำกว่า 6 ชั่วโมง หรือสูบทดสอบจนกว่าระดับน้ำคงที่ต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง

- สูบทดสอบด้วยอัตราการสูบที่เปลี่ยนแปลง (step-drawdown test) อย่างต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง โดยการสูบทดสอบจะเริ่มจากอัตราสูบที่น้อยก่อน และวัดอัตราการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำอย่างสม่ำเสมอ จากนั้นเพิ่มอัตราการสูบให้สูงขึ้น ทำการทดสอบลักษณะนี้ไปเรื่อย ๆ โดยปกติแล้วการสูบในแต่ละขั้น (อัตราการสูบ) จะสูบให้ถึงภาวะสมดุล คือระดับน้ำคงที่หรือค่อนข้างคงที่

และนำข้อมูลที่ได้จากการสูบทดสอบมาคำนวณหาปริมาณให้น้ำสูงสุดของบ่อน้ำบาดาลตามสูตรคำนวณปริมาณการสูบสูงสุด

ในการดำเนินงานโครงการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นครั้งนี้ แผนการดำเนินงานจะเป็น การสุบทดสอบบ่อสังเกตการณ์ที่เจาะใหม่ทั้งหมด จำนวน 56 บ่อ โดยการสุบทดสอบมีจุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นหินอุ้มน้ำ และคำนวณหาคุณสมบัติของชั้นน้ำบาดาล โดย ได้เลือกใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลการสุบทดสอบ คือ Aquifer Test Pro รุ่น 2011.1 ซึ่งพัฒนาโดย Waterloo Hydrogeologic Inc. และใช้วิธีการ วิเคราะห์ผลการสุบทดสอบหลากหลายวิธี เพื่อนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของผลการวิเคราะห์ ทั้งนี้ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องมากที่สุด รูปที่ 4-25 แสดงการดำเนินการสุบทดสอบของโครงการฯ รูปที่ 4-26 แสดงตัวอย่างแบบรายงานผลการสุบทดสอบ รูปที่ 4-27 แสดงตัวอย่างผลการคำนวณใน โปรแกรม Aquifer Test Pro รุ่น 2011.1

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสุบทดสอบจะใช้วิธีวิเคราะห์ตามสมการของ Theise วิธีวิเคราะห์ตาม สมการของ Theise with Jacob วิธีวิเคราะห์ตามสมการของ Nueman และวิธีวิเคราะห์ตามสมการ ของ Cooper & Jacob แล้วจึงนำค่าคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นหินอุ้มน้ำที่ได้จากการวิเคราะห์ อันได้แก่ สัมประสิทธิ์ของการซึมได้ (hydraulic conductivity, K) สัมประสิทธิ์ของการจ่ายน้ำ (Transmissivity, T) และสัมประสิทธิ์ของการกักเก็บ (Storativity, S) มาเฉลี่ย โดยรายละเอียด ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4-2 และรายงานผลการสุบทดสอบแสดงรายละเอียดในภาคผนวก



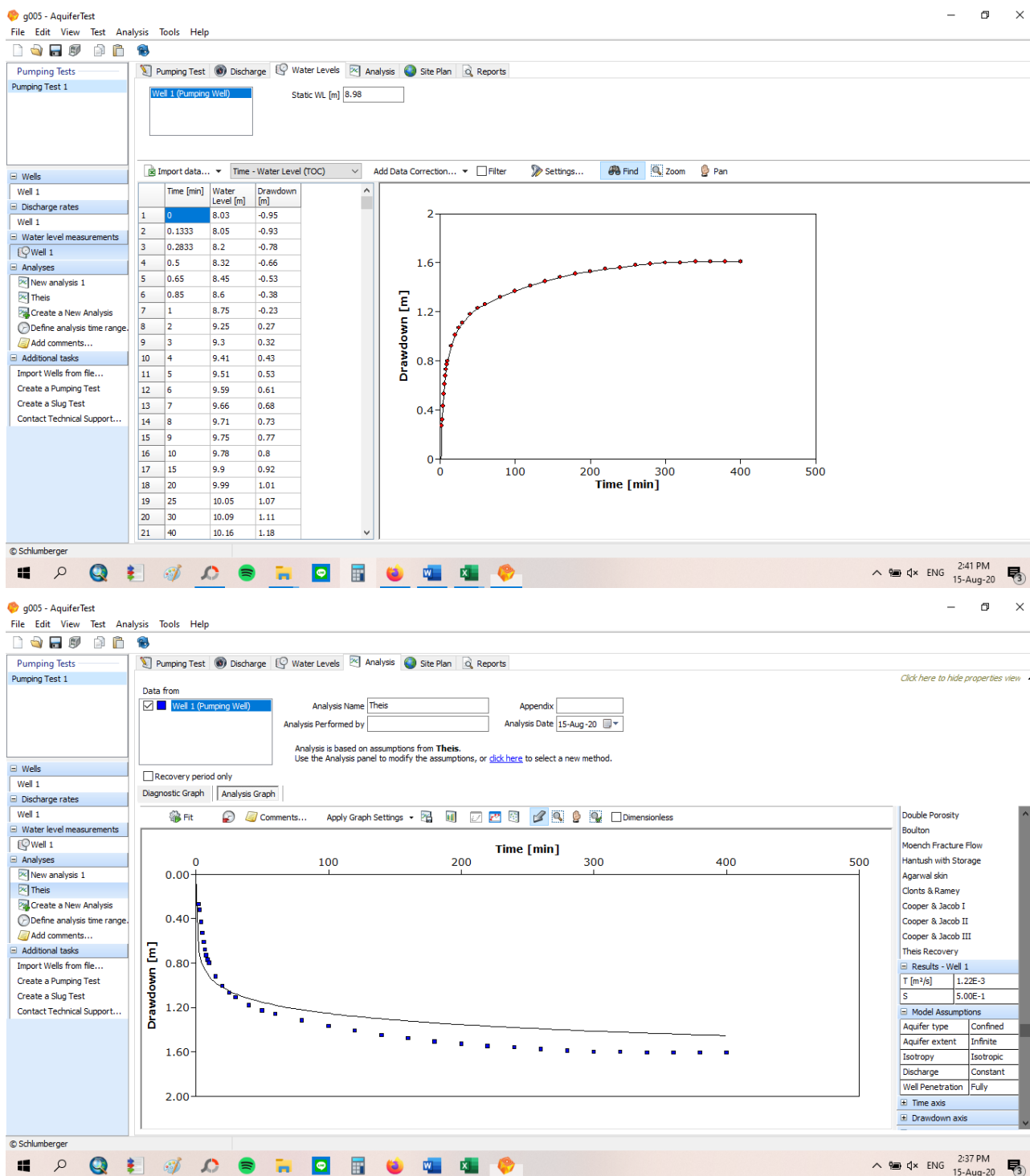
รูปที่ 4-25 แสดงการดำเนินการสุบทดสอบของโครงการฯ

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด

 แบบบันทึกข้อมูลการสุบทดสอบปริมาณน้ำบาดาล โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้น ในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด ปีงบประมาณ พ.ศ.2563							
หมายเลขบ่อ6307G003..... พิกัดออก-ตก.....603045..... พิกัดเหนือ-ใต้1843535.....							
สถานที่.....โรงเรียนเสวยสูง..... หมู่ที่.....7..... บ้าน.....เสวยสูง.....							
ตำบล.....บึงกอก..... อำเภอ.....นางระแก้ว..... จังหวัด.....พิษณุโลก.....							
ชนิดของบ่อ.....PVC..... ระยะท่อตูด.....11.70.....เมตร							
ความลึก.....20.....เมตร ขนาดบ่อ.....100.....มม. ระดับความสูงฐานบ่อ.....0.46.....เมตร ระยะเจาะร่อง.....12-16.....เมตร							
ชนิดของเครื่องสูบ.....Submersible pump..... อัตราการสูบ1.6.....ลบ.ม./ชม. ระยะติดตั้งเครื่องสูบ11.70.....เมตร							
ระดับน้ำก่อนสูบ (SWL).....8.18.....เมตร ระดับน้ำหลังสูบ (PL)เมตร ระยะน้ำลด เมตร							
การวัดปริมาณน้ำด้วย.....ถังตวง.....ขนาดความจุ.....200.....ลิตร ปริมาณการสูบ.....ลบ.ม.							
วันทดสอบ.....6.พฤษภาคม.2563.....							
เวลา	เวลา-นาฬิกา ตั้งแต่เริ่มสูบ (i)	เวลา-นาฬิกา ตั้งแต่หยุดสูบ (i')	ระดับ น้ำบ่อสูบ (เมตร)	ระดับน้ำ ลดบ่อสูบ (เมตร)	ระดับน้ำ ตัวบ่อสูบ (เมตร)	ระดับน้ำ บ่อข้างเคียง (เมตร)	หมายเหตุ
15.30	0		8.88	0.00			
	0.15		9.79	0.91			
	0.3		9.98	1.10			
	0.45		10.24	1.36			
15.31	1		10.43	1.55			
15.32	2		10.74	1.86			
15.33	3		10.82	1.94			
15.34	4		10.85	1.97			
15.35	5		10.86	1.98			
15.36	6		10.87	1.99			
15.37	7		10.87	1.99			
15.38	8		10.87	1.99			
15.39	9		10.87	1.99			
15.40	10		10.88	2.00			
15.45	15		10.92	2.04			
15.50	20		10.94	2.06			
15.55	25		10.95	2.07			
16.00	30		10.95	2.07			
16.10	40		10.95	2.07			
16.20	50		10.94	2.06			
16.30	60		10.93	2.05			
16.40	70		10.90	2.02			
16.50	80		10.88	2.00			
17.00	90		10.88	2.00			

รูปที่ 4-26 แสดงตัวอย่างแบบรายงานผลการสุบทดสอบ

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



รูปที่ 4-27 แสดงตัวอย่างผลการคำนวณและวิเคราะห์ข้อมูลในโปรแกรม Aquifer Test

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด

ลำดับที่	หมายเลขบ่อ	สถานที่	ชื่อหมู่บ้าน	หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	สัมประสิทธิ์ของการจ่ายน้ำ	สัมประสิทธิ์ของการซึมได้	สัมประสิทธิ์ของการกักเก็บ
1	6307G001	วัดคุยมะตูม	คุยมะตูม	4	บึงกอก	บางระกำ	พิษณุโลก	1.07E+01	1.88E-01	3.97E-05
2	6307G002	โรงเรียนประชาสงเคราะห์วิทยา	ปลายนา	17	หนองกลา	บางระกำ	พิษณุโลก	6.77E+00	1.40E-01	1.28E-11
3	6307G003	โรงเรียนเสวยสูง	เสวยสูง	7	หนองกลา	บางระกำ	พิษณุโลก	2.99E+01	3.62E-02	3.38E-06
4	6307G004	โรงเรียนปริอกระเทียม	บ้านปริอกระเทียม	2	บึงกอก	บางระกำ	พิษณุโลก	1.41E+02	6.28E-03	3.81E-01
5	6307G005	โรงเรียนหนองกลา	หนองกลา	4	หนองกลา	บางระกำ	พิษณุโลก	4.77E+01	1.04E-01	3.71E-02
6	6307G006	โรงเรียนบ้านบึงบอน	บึงบอน	6	หนองกลา	บางระกำ	พิษณุโลก	2.42E+00	4.51E-02	2.32E-03
7	6307G007	วัดบ้านห้วยน้ำเย็น	ห้วยน้ำเย็น	16	หนองกลา	บางระกำ	พิษณุโลก	6.73E+00	4.06E-02	4.27E-03
8	6307G008	วัดหนองตะเคียน	หนองตะเคียน	9	หนองกลา	บางระกำ	พิษณุโลก	4.78E+00	4.76E-02	2.42E-02
9	6307G009	วัดหล้าขามาง	หล้าขามาง	8	พันเสา	บางระกำ	พิษณุโลก	4.79E+00	7.42E-02	5.99E-03
10	6307G010	วัดศิริชัยาราม	แหลมมะค่า	7	พันเสา	บางระกำ	พิษณุโลก	2.61E+01	5.40E-02	2.84E-02
11	6307G011	ที่นายร่อน มั่งมี (บึงตะเครง 1 (บ่อลึก))	ตะไม	5	บางระกำเมืองใหม่	บางระกำ	พิษณุโลก	9.81E+00	1.73E-02	1.56E-02
12	6307G012	ที่นายร่อน มั่งมี (บึงตะเครง 1 (บ่อตื้น))	ตะไม	5	บางระกำเมืองใหม่	บางระกำ	พิษณุโลก	8.30E+01	1.30E-03	2.30E-02
13	6307G013	บึงตะเครง 2 (บ่อลึก)	ตะไม	5	บางระกำเมืองใหม่	บางระกำ	พิษณุโลก	1.94E+01	4.30E-02	4.29E+00
14	6307G014	บึงตะเครง 2 (บ่อตื้น)	ตะไม	5	บางระกำเมืองใหม่	บางระกำ	พิษณุโลก	3.74E+01	2.05E-02	1.44E+00
15	6307G015	ที่สาธารณะบ้านบึงจำก	บ้านบึงจำก	7	บางระกำเมืองใหม่	บางระกำ	พิษณุโลก	3.35E+00	4.97E-02	7.33E-03
16	6307G016	โรงเรียนบ้านคโคกขาม	คโคกขาม	2	ปลักแรด	บางระกำ	พิษณุโลก	4.90E+01	4.43E-02	2.20E-01
17	6307G017	ที่สาธารณะคดมะไฟหวาน	ปลักแรด	5	ปลักแรด	บางระกำ	พิษณุโลก	3.46E+01	2.26E-02	1.19E-01
18	6307G018	วัดใหม่ทรงธรรม	บอนแดง	5	พันเสา	บางระกำ	พิษณุโลก	2.03E+01	9.85E-04	1.84E-02
19	6307G019	วัดโพธิ์งาม	หัวขัว	1	พันเสา	บางระกำ	พิษณุโลก	1.93E+01	1.00E-05	3.99E-02
20	6307G020	วัดกลางสุริยวงศ์	วัดกลางฯ	5	วังอิทก	บางระกำ	พิษณุโลก	2.93E+01	4.38E-02	3.05E-02
21	6307G021	ที่สาธารณะบ้านวังเปิด	บ้านวังเปิด	2	บางระกำ	บางระกำ	พิษณุโลก	2.19E+01	4.63E-02	4.63E-02
22	6307G022	โรงเรียนคลองวัดไร่	คลองวัดไร่	4	บางระกำ	บางระกำ	พิษณุโลก	2.95E+01	1.00E-05	5.02E-02
23	6307G023	โรงเรียนประชาประชาชาญบุรี	ประดา	8	บึงกอก	บางระกำ	พิษณุโลก	3.29E+00	8.10E-02	6.19E-03
24	6307G024	วัดท่าไม้งาม	ท่าไม้งาม	12	หนองกลา	บางระกำ	พิษณุโลก	2.41E+00	4.45E-02	1.04E-02
25	6307G025	วัดบ้านน้ำโปร่งกระโดน	เกาะกลางนา	3	คุยม่วง	บางระกำ	พิษณุโลก	2.24E+01	4.34E-02	1.10E-01
26	6307G026	ที่สาธารณะบ้านหนองอ้อ (ลานตาก)	หนองอ้อ	7	ชุมแสงสงคราม	บางระกำ	พิษณุโลก	1.07E+02	4.93E-02	4.07E-02
27	6307G027	ที่สาธารณะหนองตัง	ยางแขวนอู	6	บางระกำ	บางระกำ	พิษณุโลก	9.82E+00	2.79E-02	1.46E-02
28	6307G028	วัดหนองแขม	หนองแขม	4	ปลักแรด	บางระกำ	พิษณุโลก	4.25E+01	4.24E-02	2.09E-01
29	6307G029	วัดดอนอภัย	หนองตาเขียว	10	บ่อทอง	บางระกำ	พิษณุโลก	1.25E+02	5.56E-02	5.00E-01
30	6307G030	ที่สาธารณะบ้านหนองนา	บ้านหนองนา	7	บ่อทอง	บางระกำ	พิษณุโลก	3.67E+01	3.87E-02	3.84E-02
31	6307G031	วัดหนองเต่าดำ	บ้านหนองเต่าดำ	4	วังอิทก	บางระกำ	พิษณุโลก	4.12E+01	3.27E-02	6.36E-02
32	6307G032	วัดหนองนา	หนองนา	8	หนองกลา	บางระกำ	พิษณุโลก	7.19E+01	4.87E-02	4.19E-02
33	6307G033	วัดโพธิ์ประสาธ	โพธิ์ประสาธ	4	บ่อทอง	บางระกำ	พิษณุโลก	2.71E+01	4.31E-02	1.11E-01
34	6307G034	วัดพันเสา	พันเสา	3	พันเสา	บางระกำ	พิษณุโลก	5.14E+01	4.78E-02	3.94E-02
35	6307G035	วัดตะไม (นอก)	ปลักแรด	5	ปลักแรด	บางระกำ	พิษณุโลก	9.88E+01	7.80E-02	2.43E-01
36	6307G036	โรงเรียนบ้านหนองมะปราง	หนองมะปราง	9	ปลักแรด	บางระกำ	พิษณุโลก	9.94E+01	5.50E-02	5.00E-01
37	6307G037	วัดโพธิ์ทอง	หนองเขาควาย	12	บางระกำ	บางระกำ	พิษณุโลก	1.17E+01	4.39E-02	1.30E-02
38	6307G038	ที่นางเพียร ทองทา (บ่อลึก)	ตะไม	5	บางระกำ	บางระกำ	พิษณุโลก	5.12E+01	4.71E-02	3.41E-03
39	6307G039	ที่นางเพียร ทองทา (บ่อตื้น)	ตะไม	5	บางระกำ	บางระกำ	พิษณุโลก	1.24E+02	4.51E-02	3.06E-01
40	6307G040	วัดโคกสว่างนาราม	โคกสว่าง	5	บึงกอก	บางระกำ	พิษณุโลก	1.11E+01	4.91E-02	1.22E-02
41	6307G041	บึงคัค	บึงคัค	11	บางระกำ	บางระกำ	พิษณุโลก	4.88E+01	4.90E-02	2.16E-01
42	6307G042	ที่สาธารณะบ้านคลองเตย (ลานSML)	คลองเตย	6	บึงกอก	บางระกำ	พิษณุโลก	1.53E+02	5.66E-02	5.00E-01
43	6307G043	วัดหนองบัวโพธิ์งาม	เกาะจันทร์	3	บึงกอก	บางระกำ	พิษณุโลก	1.47E+01	5.25E-02	1.94E-02
44	6307G044	สถานีตำรวจภูธรบ้านทุ่งอ้ายไห้	ทุ่งอ้ายไห้	1	นิคมพัฒนา	บางระกำ	พิษณุโลก	6.58E+01	5.56E-02	4.95E-01
45	6307G045	วัดบ้านใหม่คลองเจริญ	ใหม่คลองเจริญ	11	หนองกลา	บางระกำ	พิษณุโลก	1.05E+01	7.70E-02	2.21E-02
46	6307G046	วัดจันทร์ประเสริฐ (วัดหนองไม้)	หนองไม้	2	หนองกลา	บางระกำ	พิษณุโลก	8.59E+01	5.41E-02	4.19E-01
47	6307G047	วัดหนองแขม	หนองปลวก	14	หนองกลา	บางระกำ	พิษณุโลก	1.59E+02	1.35E-02	5.00E-01
48	6307G048	วัดทุ่งชา	ทุ่งชา	8	ปลักแรด	บางระกำ	พิษณุโลก	1.00E+02	4.94E-02	5.00E-01
49	6307G049	วัดคุยม่วง	คุยม่วง	1	คุยม่วง	บางระกำ	พิษณุโลก	7.74E+01	5.33E-02	3.62E-01
50	6307G050	ที่สาธารณะบ้านแหลมเจดีย์	แหลมเจดีย์	8	บางระกำ	บางระกำ	พิษณุโลก	2.22E+01	3.96E-02	2.66E-01
51	6307G051	วัดวังदान	วังदान	10	บางระกำ	บางระกำ	พิษณุโลก	1.18E+02	6.20E-02	5.00E-01
52	6307G052	ที่ดินนายบุญเลี้ยง จิตบรรเทา	แก้งรัง	9	บางระกำ	บางระกำ	พิษณุโลก	1.50E+02	5.20E-02	3.75E-01
53	6307G053	ที่สาธารณะบึงคัค จุดที่2	บึงคัค	11	บางระกำ	บางระกำ	พิษณุโลก	6.74E+00	2.66E-02	1.74E-02

ตารางที่ 4-2 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลสูบทดสอบที่ได้จากโปรแกรม Aquifer Test

4.4 การเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์คุณภาพน้ำ พื้นที่ก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้น

ในการดำเนินงานโครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้นครั้งนี้ การเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์คุณภาพน้ำ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพน้ำบาดาลเชิงคุณภาพของน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา จึงมีแผนดำเนินงานเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์คุณภาพน้ำของบ่อสังเกตการณ์ที่เจาะใหม่ทั้งหมด จำนวน 56 บ่อ โดยมีรายละเอียดในการดำเนินการดังต่อไปนี้

1) การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบสมบูรณ์และคุณลักษณะที่เป็นพิษ จำนวน 2 ครั้ง ๆ ละ 56 ตัวอย่าง

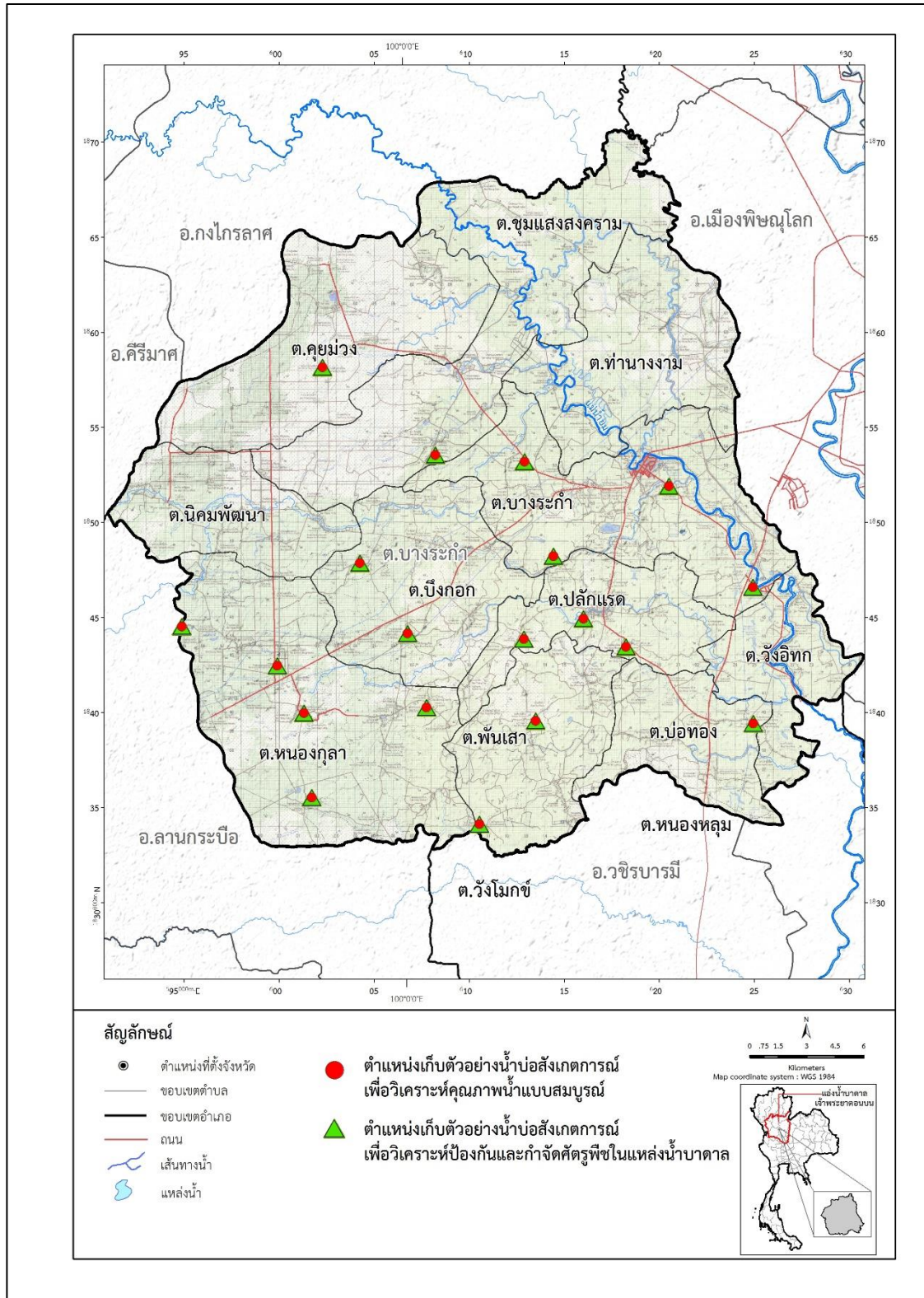
ดำเนินการในบ่อสังเกตการณ์ที่เจาะใหม่ทั้งหมด จำนวน 56 บ่อ จำนวน 2 ครั้ง ๆ ละไม่น้อยกว่า 56 ตัวอย่าง จำนวนรวม 112 ตัวอย่าง โดยตำแหน่งที่ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบสมบูรณ์และคุณลักษณะที่เป็นพิษ แสดงในรูปที่ 4-28

การจัดเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบสมบูรณ์ ทำโดยจัดเก็บในสภาพปกติใส่ในขวด 500 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวด พร้อมเขียนชื่อและสถานที่ตั้งบ่อลงบนฉลากปิดขวด จัดส่งตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล เพื่อให้ทราบถึงคุณภาพน้ำบาดาลทั้งทางกายภาพและทางเคมี โดยอ้างอิงมาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคตามพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ.2520 วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีแบบสมบูรณ์จำนวน 14 พารามิเตอร์ (รายละเอียดตามตารางที่ 3-1)

การจัดเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อตรวจวิเคราะห์คุณลักษณะที่เป็นพิษ ทำโดยจัดเก็บน้ำที่กรองแล้วใส่ในขวดขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวน 2 ขวด ขวดแรกเก็บน้ำตัวอย่างในสภาพปกติ ขวดที่สองเก็บตัวอย่างน้ำพร้อมเติมสารคงภาวะ (Preservative Reagent, 1: 1 Nitric Acid) 2 มิลลิลิตร เพื่อรักษาสภาพตัวอย่างน้ำ เขียนชื่อและสถานที่ตั้งบ่อลงบนฉลากปิดขวด จัดส่งตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล เพื่อให้ทราบถึงปริมาณคุณลักษณะที่เป็นพิษอันได้แก่ สารหนู ไซยาไนต์ ตะกั่ว ปรีท แคดเมียม และซีลีเนียม โดยการจัดเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบสมบูรณ์และคุณลักษณะที่เป็นพิษจากบ่อสังเกตการณ์ของโครงการฯ แสดงในรูปที่ 4-29

นอกจากนั้นยังดำเนินการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลทางเคมีเบื้องต้น ตรงบริเวณ ณ ปากบ่อ จำนวน 4 พารามิเตอร์ (Well-head Analysis) ได้แก่ ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity, EC) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายได้ (Total Dissolved Solid, TDS) และอุณหภูมิของน้ำบาดาล (Temp, T) ดังแสดงในรูปที่ 4-30 โดยผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลทางเคมีเบื้องต้นได้นำมาประมวลผลและแปลความหมายโดยรายละเอียดแสดงในหัวข้อที่ 4.5

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



รูปที่ 4-28 แผนที่แสดงตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างน้ำบ่อสังเกตการณ์เพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบสมบูรณ์ และคุณลักษณะที่เป็นพิษ และเพื่อวิเคราะห์สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในแหล่งน้ำบาดาล



รูปที่ 4-29 การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบสมบูรณ์ และคุณลักษณะที่เป็นพิษจากบ่อสังเกตการณ์ของโครงการฯ



รูปที่ 4-30 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลทางเคมีเบื้องต้นตรงบริเวณ ณ ปากบ่อ

2) การเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืช จำนวน 2 ครั้ง ๆ ละไม่น้อยกว่า 20 ตัวอย่าง

ดำเนินการในบ่อสังเกตการณ์ที่เจาะใหม่ทั้งหมด จำนวน 56 บ่อ โดยเลือกบ่อสังเกตการณ์ที่อยู่ใกล้กับพื้นที่ที่ดำเนินกิจกรรมเพื่อการเกษตรเป็นหลัก เก็บตัวอย่างจำนวน 2 ครั้ง ๆ ละไม่น้อยกว่า 20 ตัวอย่าง จำนวนรวม 40 ตัวอย่าง โดยตำแหน่งที่การเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืช แสดงในรูปที่ 4-28

การจัดเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อตรวจวิเคราะห์สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ทำโดยจัดเก็บตัวอย่างน้ำในสภาพปกติ ใส่ในขวด 500 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวด พร้อมเขียนชื่อและสถานที่ตั้งบ่อลงบนฉลากปิดขวด จัดส่งตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการเอกชน บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด เพื่อให้ทราบถึงผลการวิเคราะห์สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ได้แก่ Organochlorine (OC), Organophosphate Group (OP), Paraquat เป็นต้น โดยรูปที่ 4-31 แสดงขั้นตอนการเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และตารางที่ 4-3 แสดงรายละเอียดบ่อสังเกตการณ์ที่ดำเนินการตรวจวิเคราะห์สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช จำนวน 20 ตัวอย่าง ซึ่งผลจากการวิเคราะห์สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชทั้งสองครั้ง ไม่พบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในตัวอย่างทั้ง 20 ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชแสดงรายละเอียดในภาคผนวก



รูปที่ 4-31 การเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในแหล่งน้ำบาดาล
จากบ่อสังเกตการณ์ของโครงการฯ

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด

ลำดับที่	หมายเลขบ่อ	UTM E	UTM N	สถานที่	บ้าน	หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	ประเภท	ขนาดบ่อ (มม.)	ความลึก บ่อ (ม.)	ระยะท่อ กรอง (ม.)	SWL	pH	TDS	EC	T	วันที่เก็บ ตัวอย่าง	วิธีเก็บ ตัวอย่างน้ำ
1	6307G025	602277	1858135	วัดบ้านโนนไกรธาระโดน	เกาะกลางนา	3	คูม่วง	บางระกำ	พิษณุโลก	บ่อสังเกตการณ์	100	20	12-16	8.03	6.55	161	336	29.2	26/062563	สูบ
2	6307G026	608208	1853522	ที่สาธารณะบ้านหนองอ้อ (ลานตาก)	หนองอ้อ	7	ทุ่งแสงสงคราม	บางระกำ	พิษณุโลก	บ่อสังเกตการณ์	100	26	18-22	15.05	7.06	149.5	312	31.5	26/062563	สูบ
3	6307G021	624918	1846571	ที่สาธารณะบ้านวังไผ่	วังไผ่	2	บางระกำ	บางระกำ	พิษณุโลก	บ่อสังเกตการณ์	100	29	23-27		6.52					สูบ
4	6307G022	620496	1851880	โรงเรียนคลองวัดไร่	คลองวัดไร่	4	บางระกำ	บางระกำ	พิษณุโลก	บ่อสังเกตการณ์	100	27	21-25		7.46	108.4	209.8	30.3		สูบ
5	6307G027	612911	1853177	ที่สาธารณะหนองตั้ง	ยางแขวนอู๋	6	บางระกำ	บางระกำ	พิษณุโลก	บ่อสังเกตการณ์	100	32	24-28	12.49	7.06	152.5	318	31.5	242334	สูบ
6	6307G013	614421	1848211	ที่สาธารณะบึงทะเลครั้ง (ด้านทิศใต้)	ตะไคร้	5	บางระกำ	บางระกำ	พิษณุโลก	บ่อสังเกตการณ์	100	42	36-40	13	6.47	132.1	263	29.5	26/062563	สูบ
7	6307G014	614421	1848211	ที่สาธารณะบึงทะเลครั้ง (ด้านทิศใต้)	ตะไคร้	5	บางระกำ	บางระกำ	พิษณุโลก	บ่อสังเกตการณ์	100	14	6-10	6.9	6.31	175.9	354	33.8	26/062563	สูบ
8	6307G004	606754	1844129	โรงเรียนวัดกรงเทียม	บึงกรงเทียม	2	บึงกอก	บางระกำ	พิษณุโลก	บ่อสังเกตการณ์	100	27	12-16	10.17	6.79	264	526	31.3	26/062563	สูบ
9	6307G023	604233	1847834	โรงเรียนบ้านประดาดพระราชบุรี	ประดาด	8	บึงกอก	บางระกำ	พิษณุโลก	บ่อสังเกตการณ์	100	21	13-17	9.29	7.72	117.2	246	31.1		สูบ
10	6307G016	612866	1843853	โรงเรียนบ้านดงโคกขาม	ดงโคกขาม	2	ปลัดแรด	บางระกำ	พิษณุโลก	บ่อสังเกตการณ์	100	16	10-12	10	7.1	134	281	29.8	26/062563	สูบ
11	6307G028	618243	1843428	วัดหนองแถม	หนองแถม	4	ปลัดแรด	บางระกำ	พิษณุโลก	บ่อสังเกตการณ์	100	18	12-16		6.78	145.2	306	30.3		สูบ
12	6307G017	615991	1844924	ที่สาธารณะดงมะไฟหวาน	ปลัดแรด	5	ปลัดแรด	บางระกำ	พิษณุโลก	บ่อสังเกตการณ์	100	15	9-13	10.76	7.16	162.6	339	30.3	242335	สูบ
13	6307G019	613485	1839550	วัดโพธิ์งาม	หัวขัว	1	พันเสา	บางระกำ	พิษณุโลก	บ่อสังเกตการณ์	100	36	28-32	15.32	7.32	108.2	227	30.7	242334	สูบ
14	6307G009	610526	1834115	วัดพลายขวาง	หล้าขวาง	8	พันเสา	บางระกำ	พิษณุโลก	บ่อสังเกตการณ์	100	24	13.6-17.6	8.17	6.4	139	274	32.4	242333	สูบ
15	6307G020	624931	1839412	วัดกลางสุริยวงศ์	วัดกลางฯ	5	วังอิทก	บางระกำ	พิษณุโลก	บ่อสังเกตการณ์	100	32	24-28		7.2	78.4	170.3	30.5		สูบ
16	6307G005	601301	1839940	โรงเรียนหนองปลา	หนองปลา	4	หนองปลา	บางระกำ	พิษณุโลก	บ่อสังเกตการณ์	100	24	14-18	7.98	6.89	106.4	214	30.3	242334	สูบ
17	6307G006	601716	1835512	โรงเรียนบ้านบึงบอน	บึงบอน	6	หนองปลา	บางระกำ	พิษณุโลก	บ่อสังเกตการณ์	100	33	12-16	8.66	7.06	252	498	30.4	242333	สูบ
18	6307G015	607734	1840237	ที่สาธารณะบ้านบึงจังกา	บึงจังกา	7	หนองปลา	บางระกำ	พิษณุโลก	บ่อสังเกตการณ์	100	24	16-20	8.66	7.1	117	231	30.3	242333	สูบ
19	6307G024	594880	1844498	วัดพามังม	พามังม	12	หนองปลา	บางระกำ	พิษณุโลก	บ่อสังเกตการณ์	100	36	29-33	10.06	7.21	115.7	243	31	242333	สูบ
20	6307G002	599892	1842436	โรงเรียนประชาสงเคราะห์วิทยา	ปลาหมอ	17	หนองปลา	บางระกำ	พิษณุโลก	บ่อสังเกตการณ์	100	24	12-20	8.35	6.75	121.8	255	30.2	242333	สูบ

ตารางที่ 4-3 รายละเอียดบ่อสังเกตการณ์ที่ดำเนินการตรวจวิเคราะห์สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชไปแล้วจำนวน 20 ตัวอย่าง

4.5 การติดตั้งเครื่องวัดระดับน้ำอัตโนมัติเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำบาดาล

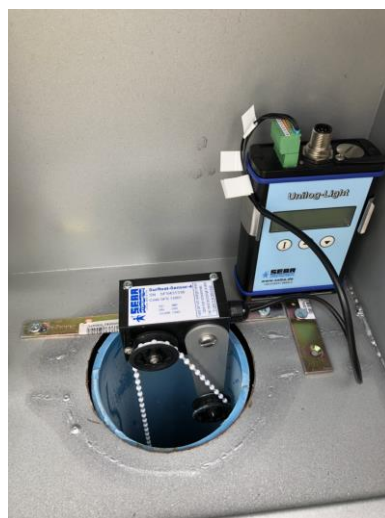
การติดตามการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำบาดาลด้วยเครื่องวัดระดับน้ำอัตโนมัติ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบข้อมูลการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำบาดาลอย่างต่อเนื่องและทันต่อสถานการณ์ในปัจจุบัน ทั้งยังสามารถรองรับระบบติดตามตรวจสอบระยะไกล เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลระดับน้ำจากบ่อสังเกตการณ์น้ำบาดาลเข้ามาสู่ศูนย์ควบคุมหลัก (Control Room) ในอนาคตต่อไป

เครื่องวัดระดับน้ำอัตโนมัติ มีส่วนประกอบ 2 ส่วนหลักๆ คือ

1) ส่วนบันทึกข้อมูลพร้อมจอแสดงผล (Logger and Display Unit) สามารถแสดงค่าการตรวจวัดระดับน้ำที่เป็นปัจจุบัน เวลา และวันที่ มีหน่วยความจำที่สามารถเก็บข้อมูลได้ สามารถตั้งค่าโปรแกรมรอบ หรือช่วงการเก็บบันทึกข้อมูลได้ตั้งแต่ทุก 1 นาที ไปถึงทุก 24 ชั่วโมง โดยสามารถส่งผ่านข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการ Windows โดยมี Software รองรับ

2) ส่วนของลูกรอกหมุน (Shaft Encoder) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการวัดระดับน้ำของแหล่งน้ำจากการลอยตัวขึ้น-ลงของลูกลอยและไปทำการหมุนรอบของลูกรอกผ่านสายเคเบิล มีอุปกรณ์แกนและลูกรอกยึดติดกับตัวเครื่องเพื่อรับสัญญาณเข้า

โดยมีการติดตั้งเครื่องวัดระดับน้ำอัตโนมัติ จำนวน 56 เครื่อง ในบ่อสังเกตการณ์ที่เจาะใหม่ทั้งหมด จำนวน 56 บ่อ โดยรูปที่ 4-32 แสดงการติดตั้งเครื่องวัดระดับน้ำอัตโนมัติของโครงการฯ และตั้งค่าให้เครื่องวัดระดับน้ำอัตโนมัติทำการบันทึกข้อมูลระดับน้ำไว้ทุกๆ 1 ชั่วโมง ซึ่งภายหลังจากสิ้นสุดโครงการฯ บ่อสังเกตการณ์และเครื่องวัดระดับน้ำอัตโนมัติทั้งหมดนี้จะถูกนำไปรวมอยู่ในฐานข้อมูลของเครือข่ายบ่อสังเกตการณ์ทั่วประเทศของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล และจะมีเจ้าหน้าที่ไปบันทึกข้อมูลระดับน้ำอัตโนมัติจากเครื่องวัดระดับน้ำเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล ปีละ 2 ครั้ง และทำการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลทางเคมีแบบสมบูรณ์ ปีละครั้ง



รูปที่ 4-32 แสดงการติดตั้งเครื่องวัดระดับน้ำอัตโนมัติของโครงการฯ

บทที่ 5

การวิเคราะห์ แปลความหมาย และประมวลผลข้อมูล

การวิเคราะห์ แปลความหมาย และประมวลผลข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม ร่วมกับข้อมูลทุติยภูมิของพื้นที่ศึกษา เพื่อประมวลผลที่ได้จากการศึกษาและประเมินผลการดำเนินงานของโครงการ วิเคราะห์ ความเป็นไปได้ และความสำเร็จของการดำเนินการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลระดับต้นของพื้นที่ศึกษา โดยสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

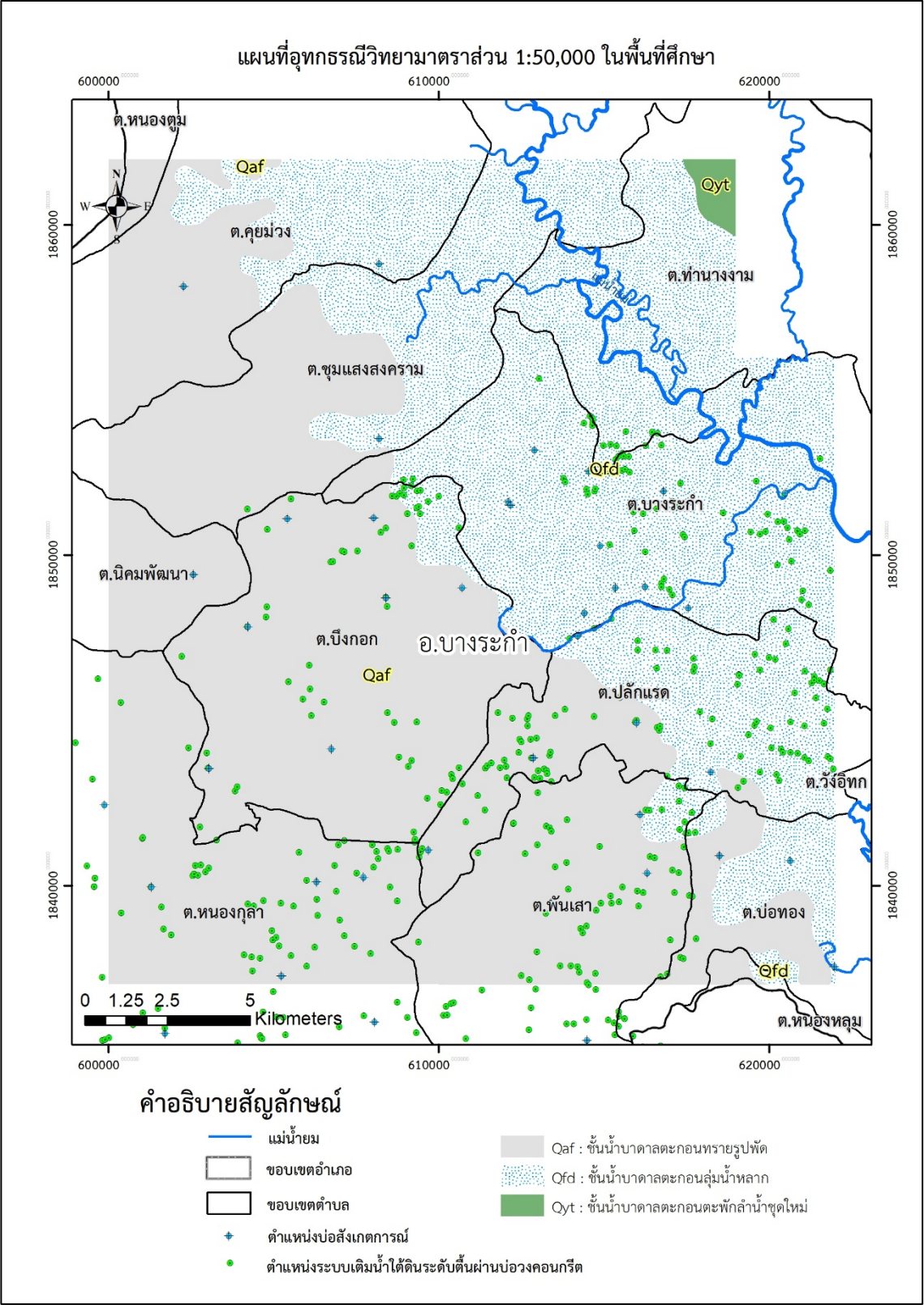
5.1 คุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นน้ำบาดาลที่ได้จากการศึกษา

การศึกษาคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นน้ำบาดาลโดยการวิเคราะห์ข้อมูลสุบทดสอบของบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา อาศัยข้อมูลจากการดำเนินการสุบทดสอบบ่อสังเกตการณ์ของโครงการ จำนวน 56 บ่อร่วมกับข้อมูลคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นน้ำบาดาลจากโครงการศึกษาและออกแบบโครงการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลเพื่อแก้ไขปัญหาภัยแล้งและปัญหาการลดระดับของชั้นน้ำบาดาล 2 แห่ง ที่ได้จากการดำเนินการสุบทดสอบบ่อน้ำบาดาลจำนวน 30 บ่อ โดยข้อมูลที่ได้มาพิจารณาแยกตามชนิดของชั้นน้ำบาดาล โดยข้อมูลคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้น น้ำบาดาล อันประกอบไปด้วย ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่าน (เมตร/วัน) ค่าสัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำ (ตารางเมตร/วัน) และค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บน้ำของชั้นน้ำบาดาล โดยสามารถสรุปคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของแต่ละชั้นน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาเรียงลำดับจากอ่อนไปแก่ ได้ดังนี้

1. ชั้นน้ำบาดาลตะกอนลุ่มน้ำหลาก (Flood Plain Aquifer, Qfd)

เป็นชั้นน้ำบาดาลที่มีอายุอ่อนที่สุด วางตัวปิดทับอยู่ด้านบนสุดของพื้นที่ มีความหนาเฉลี่ยไม่มาก พบบริเวณที่ราบลุ่มน้ำหลากของแม่น้ำยม (แสดงในแผนที่อุทกธรณีวิทยามาตราส่วน 1:50,000 ในพื้นที่ศึกษา รูปที่ 5-1) ซึ่งอ้างอิงจากโครงการศึกษาและออกแบบโครงการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลเพื่อแก้ไขปัญหาภัยแล้งและปัญหาการลดระดับของชั้นน้ำบาดาล 2 แห่ง (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2560) โดยชั้นน้ำบาดาลตะกอนลุ่มน้ำหลากประกอบไปด้วย กรวด หทราย การคัดขนาดดี ความกลมมนดี แทรกสลับด้วยดินเหนียวหรือ ดินเหนียวปนทราย โดยในการดำเนินโครงการนี้ไม่ได้มีการวางบ่อสังเกตการณ์ลงในชั้นน้ำบาดาลนี้

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



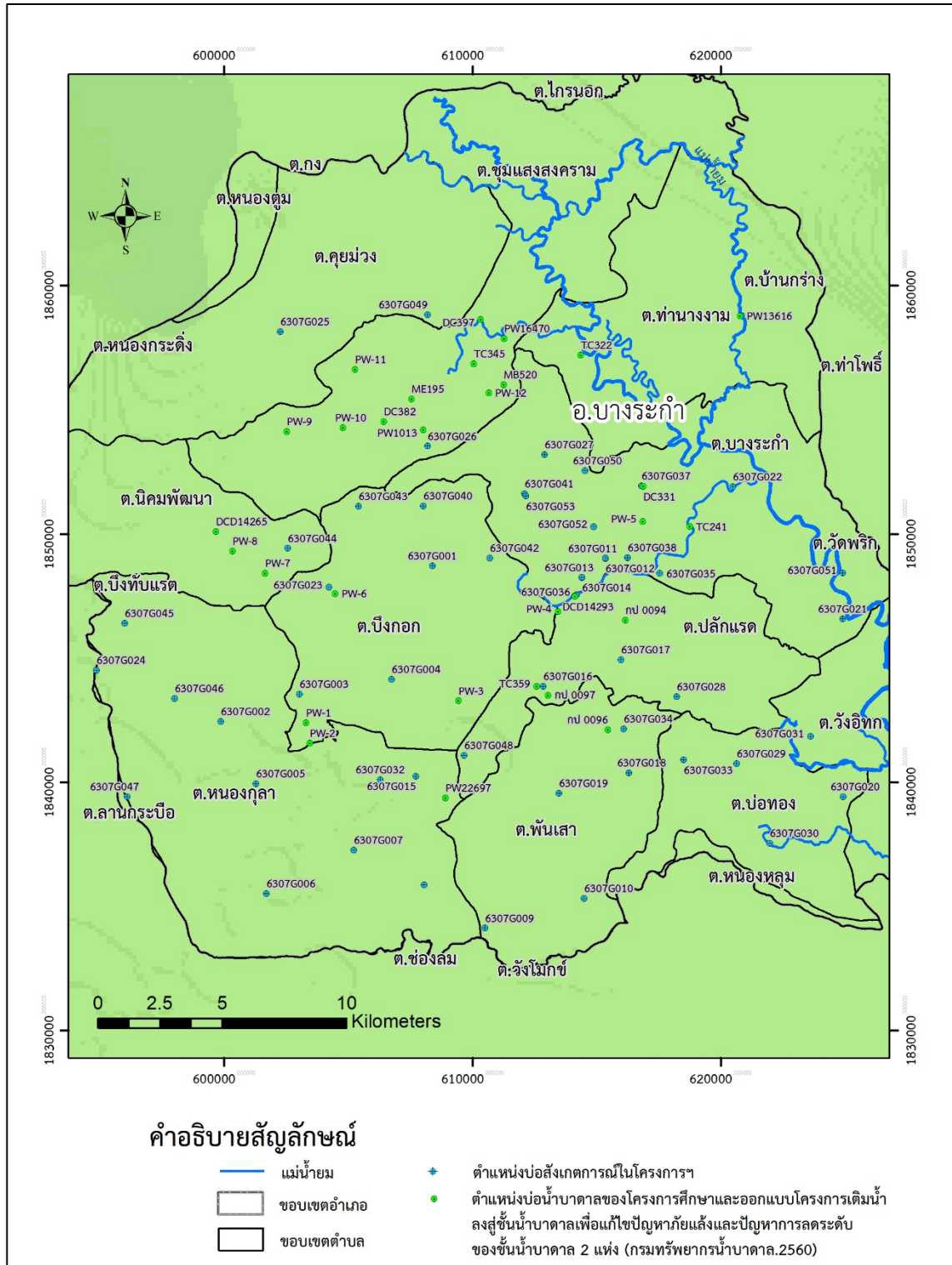
รูปที่ 5-1 แผนที่อุทกธรณีวิทยามาตราส่วน 1:50,000 ในพื้นที่ศึกษา (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล 2560)

2. ชั้นน้ำบาดาลตะกอนทรายรูปพัด (Alluvial Fan Aquifer, Qaf)

วางตัวอยู่ด้านล่างของชั้นน้ำบาดาลตะกอนลุ่มน้ำหลาก แผ่กระจายตัวเป็นวงกว้างทั่วพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วย กรวด ทราย ทรายแป้ง ดินเหนียว การคัดขนาดไม่ดี ความกลมมนแบบ กึ่งเหลี่ยม ถึงกึ่งมน น้ำบาดาลสะสมตัวในชั้น กรวดทรายหรือทรายแป้ง เนื่องจากเป็นชั้นน้ำบาดาลหลักที่สนใจศึกษา การดำเนินโครงการจึงทำการเจาะ บ่อสังเกตการณ์ในชั้นน้ำบาดาลนี้ทั้งหมด ตำแหน่งของบ่อน้ำบาดาลที่ดำเนินการสูบทดสอบเพื่อศึกษาคุณสมบัติทาง ชลศาสตร์ของชั้นน้ำบาดาล แสดงในรูปที่ 5-2

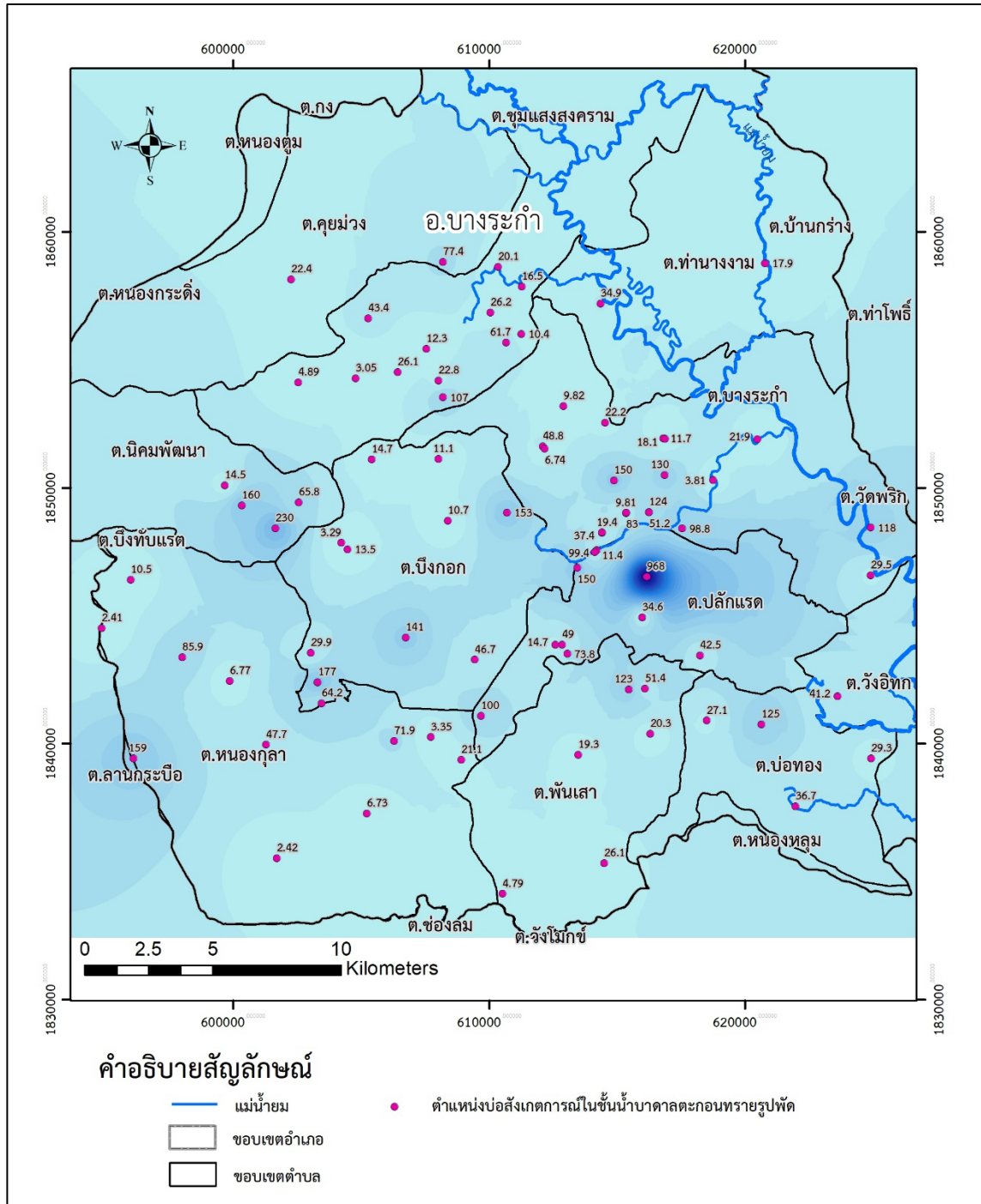
จากข้อมูลการสูบทดสอบปริมาณน้ำของบ่อสังเกตการณ์ของโครงการศึกษาและออกแบบโครงการเติมน้ำ ลงสู่ชั้นน้ำบาดาลเพื่อแก้ไขปัญหาภัยแล้งและปัญหาการลดระดับของชั้นน้ำบาดาล 2 แห่ง จำนวน 30 บ่อ และ บ่อสังเกตการณ์ในโครงการฯ จำนวน 53 บ่อ จากทั้งหมด 56 บ่อ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่าน (K) อยู่ในช่วง 0.00001– 57.6 เมตร/วัน ค่าสัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำ (T) อยู่ในช่วง 2.414 – 968 ตารางเมตร/วัน และค่าสัมประสิทธิ์ การกักเก็บน้ำ อยู่ในช่วง 0.00000337955 – 4.28925 ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 5-1 และรูปที่ 5-3 ถึง 5-5

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



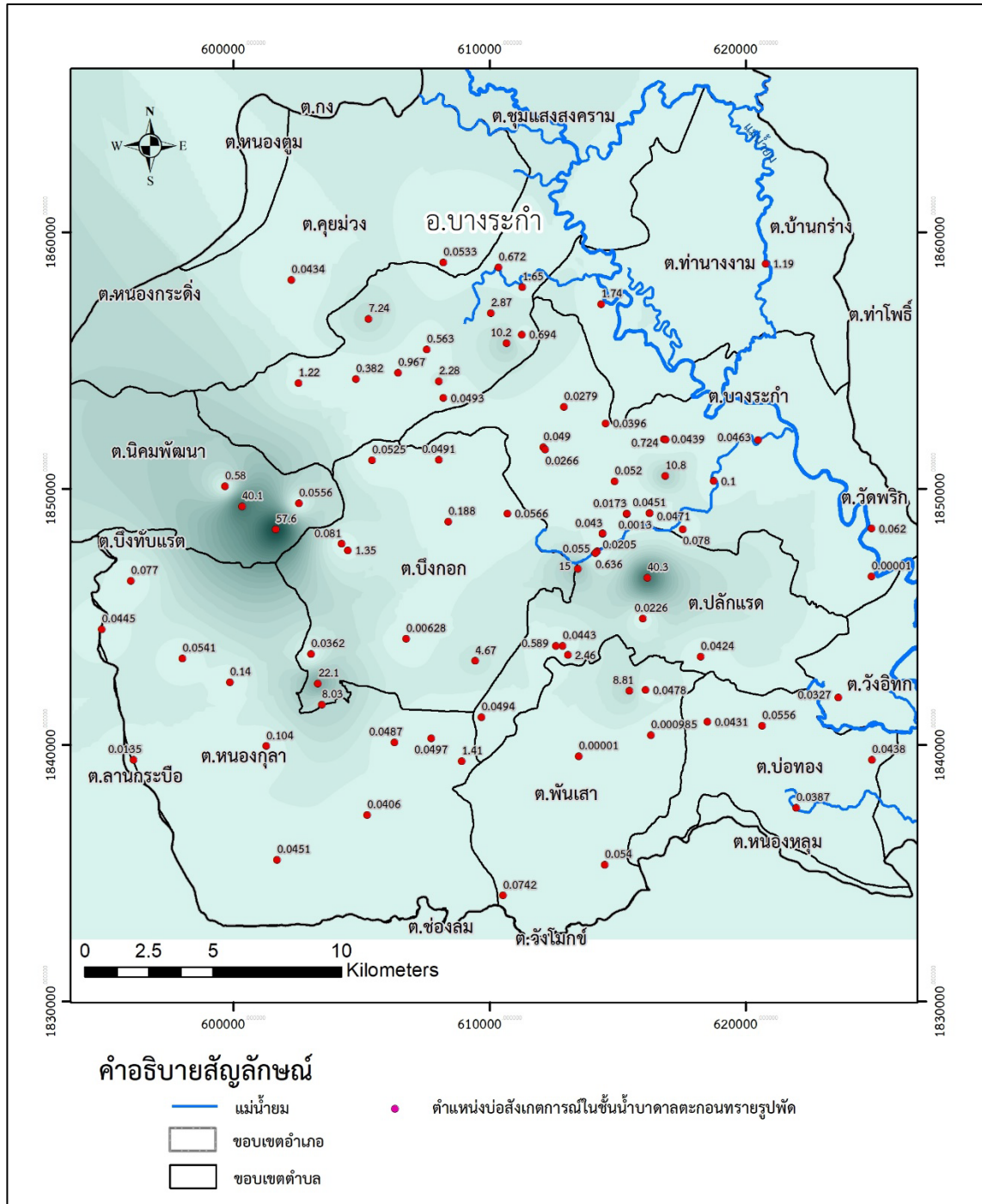
รูปที่ 5-2 ตำแหน่งของบ่อน้ำบาดาลที่ดำเนินการสูบทดสอบเพื่อศึกษาคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นน้ำบาดาล

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



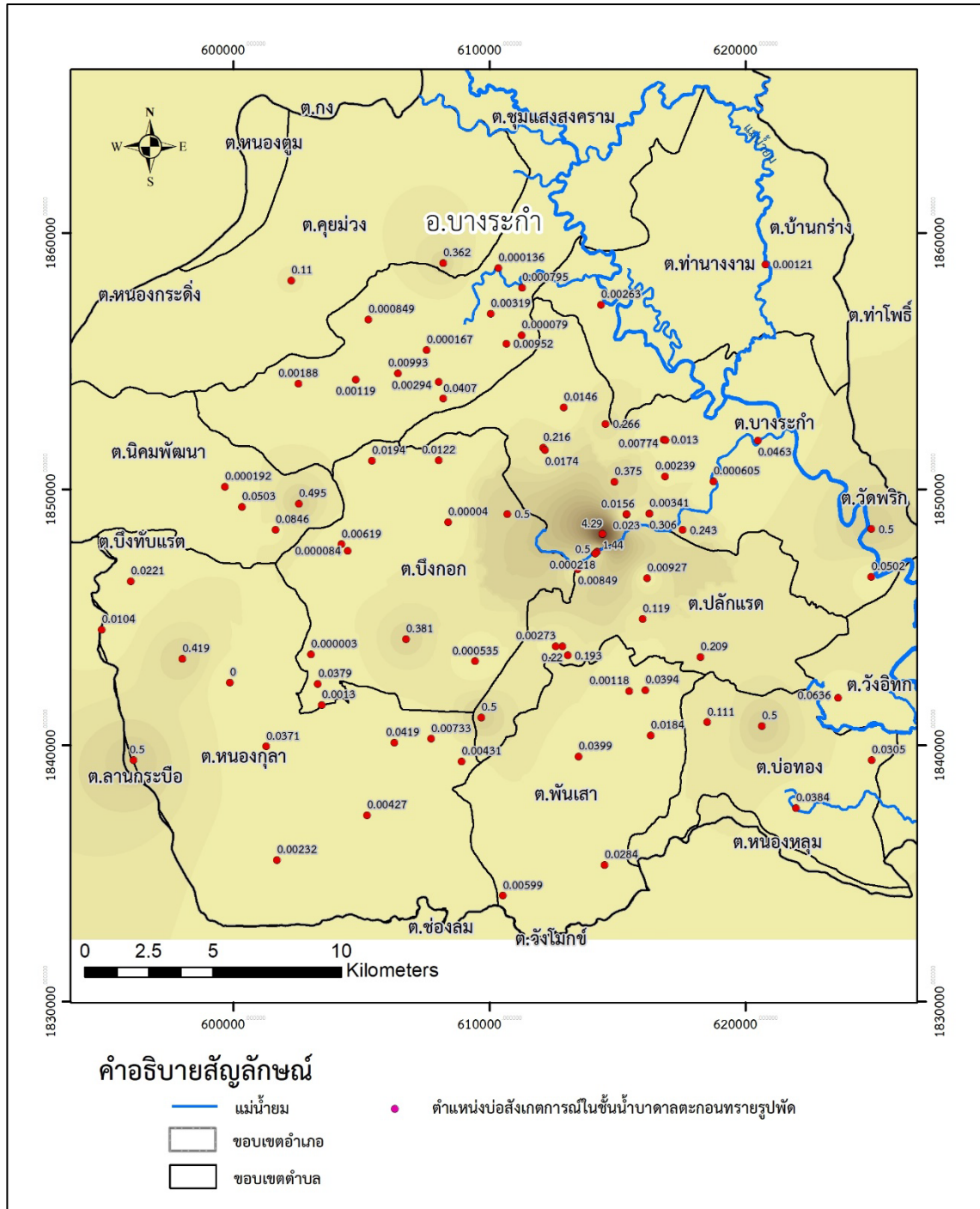
รูปที่ 5-3 แผนที่แสดงค่าสัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำของชั้นน้ำบาดาลตะกอนทรายรูปพัด

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



รูปที่ 5-4 แผนที่แสดงค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของชั้นน้ำบาดาลตะกอนทรายรูปพัด

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



รูปที่ 5-5 แผนที่แสดงค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บน้ำของชั้นน้ำบาดาลตะกอนทรายรูปพัด

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด

ตารางที่ 5.1 ข้อมูลการสุบทดสอบปริมาณน้ำของบ่อน้ำบาดาลในชั้นน้ำบาดาลตะกอนทรายรูปพัด

หมายเลขบ่อ	พิกัดตะวันออก	พิกัดเหนือ	ชั้นหินให้น้ำ	สัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำ (T) (ตารางเมตร/วัน)	สัมประสิทธิ์การซึมผ่าน (K) (เมตร/วัน)	สัมประสิทธิ์การกักเก็บน้ำ (S)
6307G001	608405	1848700	Qaf	1.07E+01	1.88E-01	3.97E-05
6307G002	599884	1842432	Qaf	6.77E+00	1.40E-01	1.28E-11
6307G003	603045	1843535	Qaf	2.99E+01	3.62E-02	3.38E-06
6307G004	606754	1844129	Qaf	1.41E+02	6.28E-03	3.81E-01
6307G005	601301	1839940	Qaf	4.77E+01	1.04E-01	3.71E-02
6307G006	601716	1835512	Qaf	2.42E+00	4.51E-02	2.32E-03
6307G007	605237	1837249	Qaf	6.73E+00	4.06E-02	4.27E-03
6307G008	608061	18358760	Qaf	4.78E+00	4.76E-02	2.42E-02
6307G009	610526	1834115	Qaf	4.79E+00	7.42E-02	5.99E-03
6307G010	614503	1835309	Qaf	2.61E+01	5.40E-02	2.84E-02
6307G011	615362	1849004	Qaf	9.81E+00	1.73E-02	1.56E-02
6307G012	615362	1849006	Qaf	8.30E+01	1.30E-03	2.30E-02
6307G013	614418	1848234	Qaf	1.94E+01	4.30E-02	4.29E+00
6307G014	614416	1848235	Qaf	3.74E+01	2.05E-02	1.44E+00
6307G015	607734	1840237	Qaf	3.35E+00	4.97E-02	7.33E-03
6307G016	612866	1843853	Qaf	4.90E+01	4.43E-02	2.20E-01
6307G017	615991	1844924	Qaf	3.46E+01	2.26E-02	1.19E-01
6307G018	616314	1840372	Qaf	2.03E+01	9.85E-04	1.84E-02
6307G019	613485	1839550	Qaf	1.93E+01	1.00E-05	3.99E-02
6307G020	624931	1839412	Qaf	2.93E+01	4.38E-02	3.05E-02
6307G022	620496	1851880	Qaf	2.19E+01	4.63E-02	4.63E-02
6307G021	624918	1846571	Qaf	2.95E+01	1.00E-05	5.02E-02
6307G023	604233	1847834	Qaf	3.29E+00	8.10E-02	6.19E-03
6307G024	594880	1844498	Qaf	2.41E+00	4.45E-02	1.04E-02
6307G025	602277	1858135	Qaf	2.24E+01	4.34E-02	1.10E-01
6307G026	608208	1853522	Qaf	1.07E+02	4.93E-02	4.07E-02
6307G027	612911	1853177	Qaf	9.82E+00	2.79E-02	1.46E-02
6307G028	618243	1843428	Qaf	4.25E+01	4.24E-02	2.09E-01
6307G029	620650	1840736	Qaf	1.25E+02	5.56E-02	5.00E-01
6307G030	621982	1837538	Qaf	3.67E+01	3.87E-02	3.84E-02
6307G031	623627	1841845	Qaf	4.12E+01	3.27E-02	6.36E-02
6307G032	606308	1840093	Qaf	7.19E+01	4.87E-02	4.19E-02
6307G033	618512	1840887	Qaf	2.71E+01	4.31E-02	1.11E-01
6307G034	616103	1842132	Qaf	5.14E+01	4.78E-02	3.94E-02
6307G035	617560	1848395	Qaf	9.88E+01	7.80E-02	2.43E-01

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด

ตารางที่ 5.1 ข้อมูลการสุบทดสอบปริมาณน้ำของบ่อน้ำบาดาลในชั้นน้ำบาดาลตะกอนทรายรูปพัด (ต่อ)

หมายเลขบ่อ	พิกัดตะวันออก	พิกัดเหนือ	ชั้นหินให้น้ำ	สัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำ(T) (ตารางเมตร/วัน)	สัมประสิทธิ์การซึมผ่าน (K) (เมตร/วัน)	สัมประสิทธิ์การ กักเก็บน้ำ(S)
6307G036	614213	1847548	Qaf	9.94E+01	5.50E-02	5.00E-01
6307G037	616818	1851925	Qaf	1.17E+01	4.39E-02	1.30E-02
6307G038	616256	1849032	Qaf	5.12E+01	4.71E-02	3.41E-03
6307G039	616254	1849031	Qaf	1.24E+02	4.51E-02	3.06E-01
6307G040	608034	1851120	Qaf	1.11E+01	4.91E-02	1.22E-02
6307G041	612110	1851608	Qaf	4.88E+01	4.90E-02	2.16E-01
6307G042	610711	1849012	Qaf	1.53E+02	5.66E-02	5.00E-01
6307G043	605424	1851093	Qaf	1.47E+01	5.25E-02	1.94E-02
6307G044	602569	1849410	Qaf	6.58E+01	5.56E-02	4.95E-01
6307G045	596013	1846391	Qaf	1.05E+01	7.70E-02	2.21E-02
6307G046	598020	1843364	Qaf	8.59E+01	5.41E-02	4.19E-01
6307G047	596112	1839403	Qaf	1.59E+02	1.35E-02	5.00E-01
6307G048	609687	1841064	Qaf	1.00E+02	4.94E-02	5.00E-01
6307G049	608204	1858808	Qaf	7.74E+01	5.33E-02	3.62E-01
6307G050	614546	1852532	Qaf	2.22E+01	3.96E-02	2.66E-01
6307G051	624927	1848427	Qaf	1.18E+02	6.20E-02	5.00E-01
6307G052	614894	1850273	Qaf	1.50E+02	5.20E-02	3.75E-01
6307G053	612172	1851509	Qaf	6.74E+00	2.66E-02	1.74E-02
กป 0094	616165	1846519	Qaf	9.68E+02	4.03E+01	9.27E-03
กป 0096	615468	1842108	Qaf	1.23E+02	8.81E+00	1.18E-03
กป 0097	613064	1843492	Qaf	7.38E+01	2.46E+00	1.93E-01
ME195	607555	1855416	Qaf	1.23E+01	5.63E-01	1.67E-04
PW16470	611295	1857847	Qaf	1.65E+01	1.65E+00	7.95E-04
PW22697	608932	1839349	Qaf	2.11E+01	1.41E+00	4.31E-03
PW-1	603316	1842381	Qaf	1.77E+02	2.21E+01	3.79E-02
PW-2	603465	1841562	Qaf	6.42E+01	8.03E+00	1.30E-03
PW-3	609454	1843265	Qaf	4.67E+01	4.67E+00	5.35E-04
PW-4	613456	1846855	Qaf	1.50E+02	1.50E+01	8.49E-03
PW-5	616871	1850480	Qaf	1.30E+02	1.08E+01	2.39E-03
PW-6	604477	1847585	Qaf	1.35E+01	1.35E+00	8.42E-05
PW-10	604790	1854260	Qaf	3.05E+00	3.82E-01	1.19E-03
PW-11	605291	1856612	Qaf	4.34E+01	7.24E+00	8.49E-04
DC331	616889	1851901	Qaf	1.81E+01	7.24E-01	7.74E-03
DC382	606440	1854516	Qaf	2.61E+01	9.67E-01	9.93E-03

ตารางที่ 5.1 ข้อมูลการสูบทดสอบปริมาณน้ำของบ่อน้ำบาดาลในชั้นน้ำบาดาลตะกอนทรายรูปพัด (ต่อ)

หมายเลขบ่อ	พิกัดตะวันออก	พิกัดเหนือ	ชั้นหินให้น้ำ	สัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำ (T) (ตารางเมตร/วัน)	สัมประสิทธิ์การซึมผ่าน (K) (เมตร/วัน)	สัมประสิทธิ์การกักเก็บน้ำ (S)
DC397	610351	1858616	Qaf	2.01E+01	6.72E-01	1.36E-04
DCD14265	599678	1850082	Qaf	1.45E+01	5.80E-01	1.92E-04
DCD14293	614144	1847471	Qaf	1.14E+01	6.36E-01	2.18E-04
MB520	611267	1856001	Qaf	1.04E+01	6.94E-01	7.92E-05
TC241	618754	1850286	Qaf	3.81E+00	1.00E-01	6.05E-04
TC322	614373	1857183	Qaf	3.49E+01	1.74E+00	2.63E-03
TC345	610057	1856831	Qaf	2.62E+01	2.87E+00	3.19E-03
TC359	612599	1843856	Qaf	1.47E+01	5.89E-01	2.73E-03
PW1013	608026	1854179	Qaf	2.28E+01	2.28E+00	2.94E-03
PW13616	620788	1858760	Qaf	1.79E+01	1.19E+00	1.21E-03
PW-7	601669	1848407	Qaf	2.30E+02	5.76E+01	8.46E-02
PW-8	600353	1849297	Qaf	1.60E+02	4.01E+01	5.03E-02
PW-9	602547	1854102	Qaf	4.89E+00	1.22E+00	1.88E-03
PW-12	610669	1855663	Qaf	6.17E+01	1.02E+01	9.52E-03

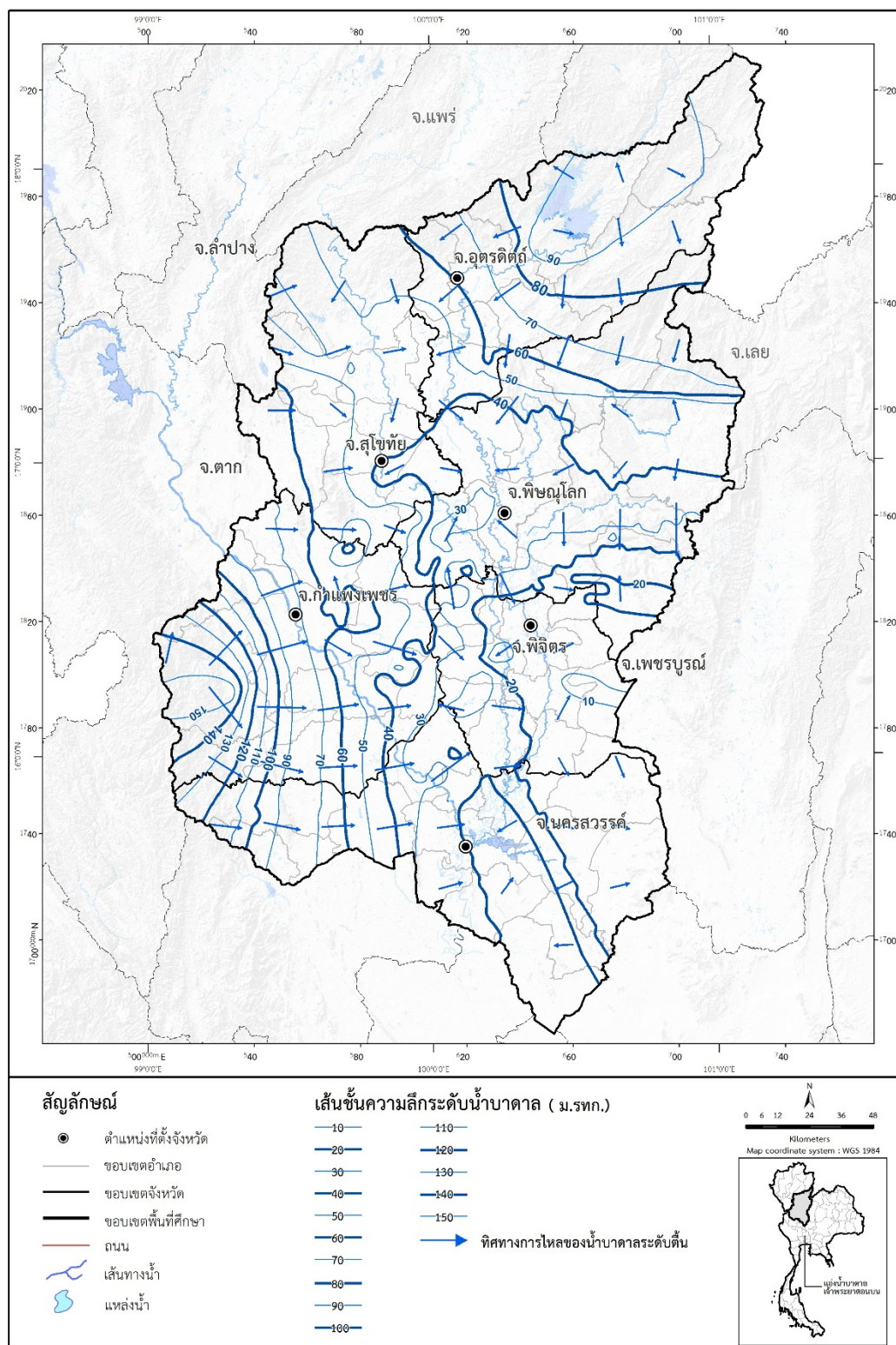
3. ชั้นน้ำบาดาลตะกอนตะกั่วลันเตาใหม่ (Younger Terrace Aquifer, Qyt)

เป็นชั้นน้ำบาดาลที่ประกอบด้วยทรายปนดินเหนียว และดินเหนียว ในส่วนบน ส่วนล่างเป็นกรวด ทราย ทรายปนดินเหนียว มีการคัดขนาดปานกลาง ส่วนใหญ่มีชั้นดินเหนียว หรือดินเหนียวปนทรายค่อนข้างหนา แพร่ขยายตัวที่ความลึก 30 เมตรขึ้นไป จึงไม่ได้เป็นชั้นน้ำบาดาลที่มุ่งศึกษาในโครงการนี้

5.2 ทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา

เนื่องจากการไหลของน้ำบาดาลในธรรมชาติ มีความสลับซับซ้อน ไม่สามารถมองเห็นได้ เพื่อให้ง่ายและสะดวกในการศึกษา จึงได้กำหนดแนวคิดและหลักการเพื่อวิเคราะห์ แปลความหมายเพื่อศึกษาระบบและทิศทางการไหลของน้ำบาดาลของแอ่งน้ำบาดาลมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพชั้นหินให้น้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา การวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลประกอบด้วย ระดับความสูงของระดับน้ำบาดาลในแต่ละบ่อน้ำนำมาใช้ในการวิเคราะห์ ครั้งนี้จะแสดงอยู่ในหน่วยของค่าระดับความสูงเทียบกับค่าระดับน้ำทะเลปานกลาง (เมตร.รทก.) โดยใช้ข้อมูลระดับความสูงจากแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1: 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร นำมาจัดทำความสูงแบบจำลองสภาพภูมิประเทศเชิงตัวเลข (DEM) แล้วจึงจะทำการถ่ายโอนค่าระดับความสูงของพื้นผิวปากบ่อน้ำบาดาลทุกบ่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป เพื่อให้ค่าระดับความสูงอยู่บนพื้นผิวระดับการอ้างอิงบนพื้นฐานเดียวกัน (Datum Plane) ข้อมูลระดับความสูงของระดับน้ำบาดาลแบบจุด (Point) จะถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อจัดทำเส้นระดับค่าความสูงของระดับน้ำบาดาล และแสดงผลในรูปแบบข้อมูลทางแผนที่ต่างๆ โดยการนำเทคนิคระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) เข้ามาประยุกต์ใช้งานวิเคราะห์และแสดงผล สำหรับการแสดงผลเพื่อศึกษาค่าระบบการไหลของน้ำบาดาลใน ชั้นหินให้น้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา จะทำการศึกษาในชั้นหินให้น้ำบาดาลประเภทตะกอนร่วนระดับต้นเท่านั้น

ผลการวิเคราะห์ทิศทางการไหลของน้ำบาดาลระดับต้นใน ดังแสดงในรูปที่ 5-6 แสดงทิศทางการไหลของน้ำบาดาลระดับต้นความลึกไม่เกิน 40 เมตร ซึ่งเป็นชั้นหินให้น้ำแบบไร้แรงดัน (unconfined aquifer) พบว่าการเคลื่อนที่ของน้ำบาดาล ทางด้านล่างของพื้นที่มีทิศทางการไหลจากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก และด้านบนของพื้นที่มีทิศการไหลจากเหนือลงใต้ ตามภูมิประเทศ และตอนกลางของพื้นที่ศึกษามีทิศทางไม่แน่นอน จากรูปแบบลักษณะของเส้นชั้นระดับและทิศทางการไหลของน้ำบาดาลพบว่ามีระบบการไหลเป็นแบบระบบการไหลเฉพาะแห่ง (Local flow system)

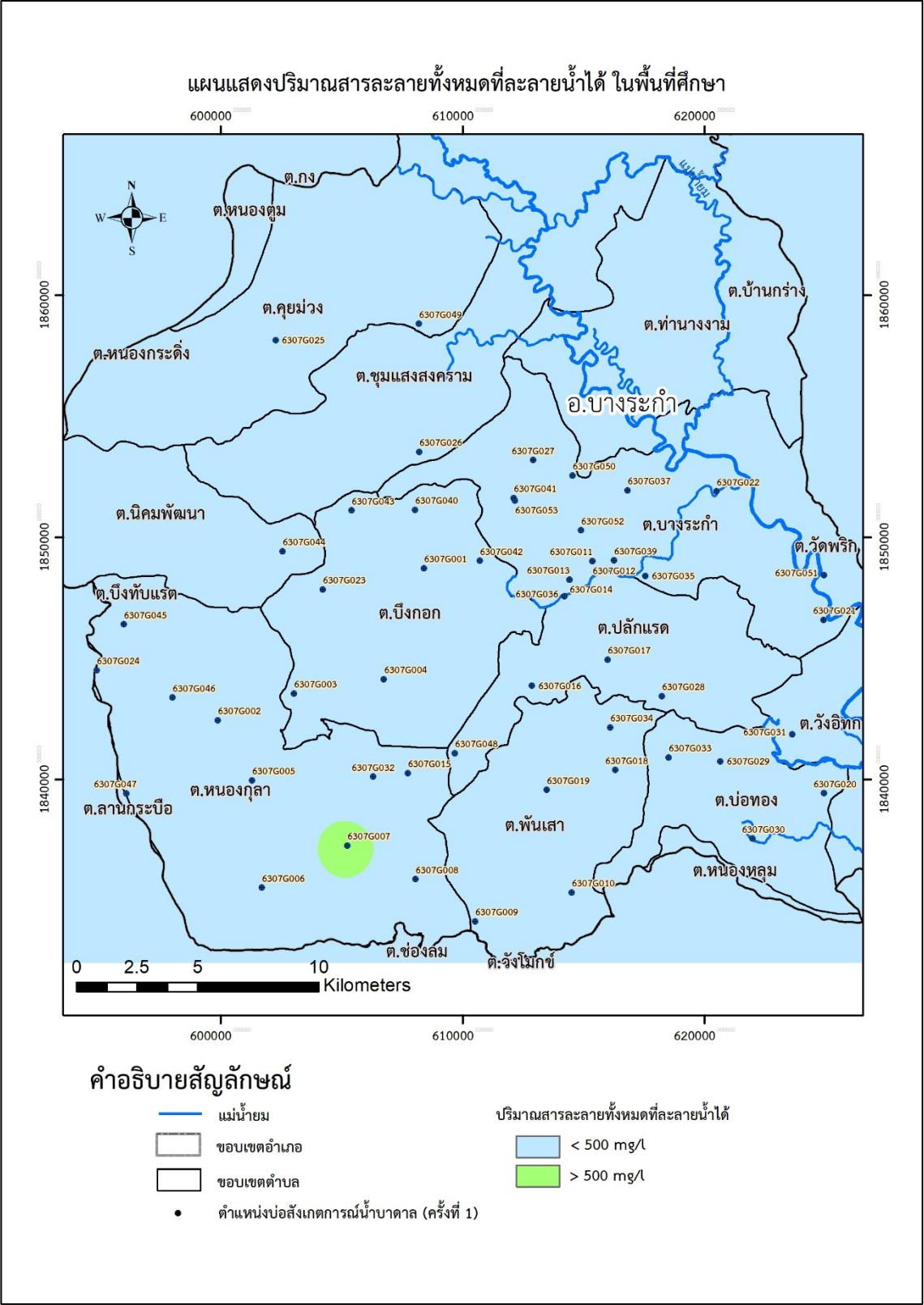


รูปที่ 5-6 แผนที่แสดงทิศทางการไหลของน้ำบาดาลระดับต้น

5.3 คุณภาพน้ำบาดาล

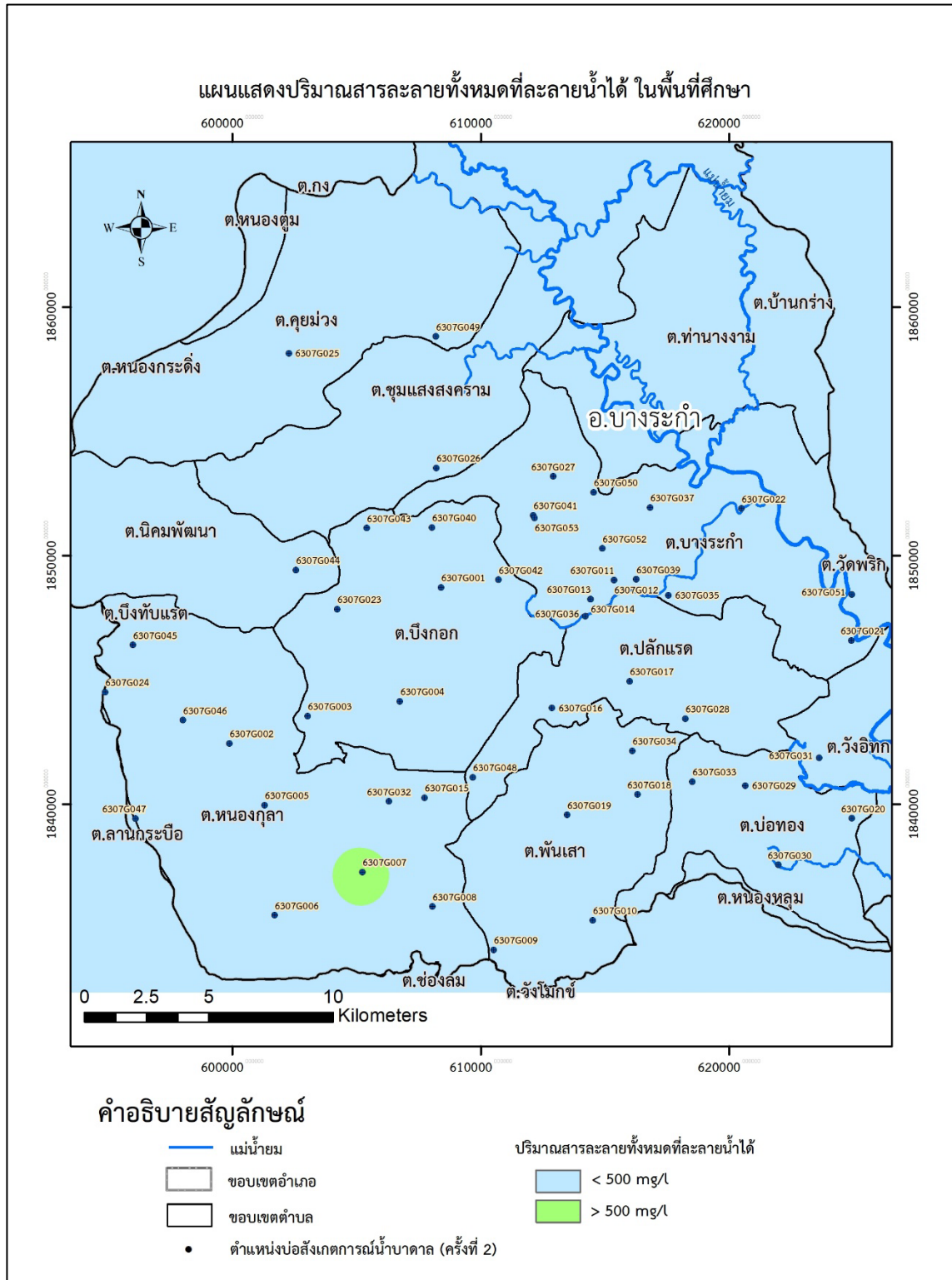
การศึกษาคุณภาพน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา จะมุ่งเน้นไปที่ชั้นน้ำบาดาลตะกอนทรายรูปพัดซึ่งเป็นชั้นน้ำบาดาลที่มีความสัมพันธ์กับการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น โดยอาศัยการดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลจากบ่อสังเกตการณ์น้ำบาดาลของโครงการ นำไปวิเคราะห์ทางเคมีแบบสมบูรณ์ จำนวน 2 ครั้งๆละ 53 บ่อ และนำข้อมูลผลการวิเคราะห์มาจัดทำแผนที่แสดงปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Total Dissolve Solid, TDS) โดยเกณฑ์ในการวิเคราะห์ค่าปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายน้ำได้อ้างอิงจากแผนที่น้ำบาดาล มาตรฐาน 1: 50,000 ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล รูปที่ 5-7 แสดงปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Total Dissolve Solid, TDS) ในการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลครั้งที่ 1 ซึ่งดำเนินการระหว่างจัดทำโครงการ ก่อนจะถึงหน้าฝนที่มีการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล พบว่าค่าปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายน้ำได้อยู่ระหว่าง 90 – 682 มิลลิกรัม/ลิตร และรูปที่ 5-8 แสดงปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Total Dissolve Solid, TDS) ในการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลครั้งที่ 2 ซึ่งดำเนินการภายหลังจากเสร็จสิ้นโครงการแล้ว พบว่าค่าปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายน้ำได้อยู่ระหว่าง 114 – 676 มิลลิกรัม/ลิตร โดยสรุปได้ว่าน้ำบาดาลตะกอนทรายรูปพัดในพื้นที่ศึกษา ส่วนใหญ่มีค่าปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ น้อยกว่า 500 มิลลิกรัม/ลิตร ยกเว้นพื้นที่ บ้านห้วยน้ำเย็น หมู่ 16 ตำบลหนองกุลา อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ที่มีค่าปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ 682 มิลลิกรัม/ลิตร

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



รูปที่ 5-7 แสดงปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายน้ำได้จากการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลครั้งที่ 1

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด

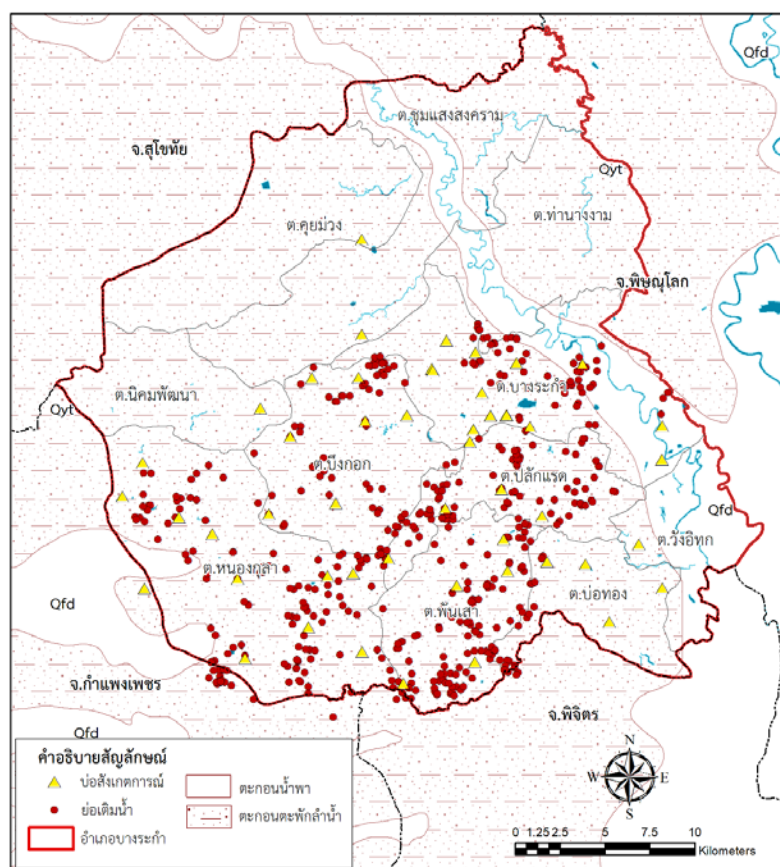


รูปที่ 5-8 แสดงปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายน้ำได้จากการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลครั้งที่ 2

5.4 แบบจำลองเชิงมโนทัศน์และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์น้ำบาดาล

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อประเมินผลเบื้องต้นของระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นจำนวน 500 แห่ง (รูปที่ 5-9) ในพื้นที่อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก กระจายอยู่ในพื้นที่ 5 ตำบล ได้แก่ ตำบลบางระกำ ตำบลปลักแรด ตำบลพันเสา ตำบลบึงกอก และตำบลหนองกุลา การทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์น้ำบาดาลนั้นสามารถแสดงผลแบบ 3 มิติ โดยใช้โปรแกรม Visual MODFLOW (Schlumberger Water Services) วัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาลักษณะการไหลของน้ำบาดาลขณะที่มีการเติมน้ำผ่านระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นและคาดคะเนผลการเปลี่ยนแปลงของน้ำบาดาลหลังจากที่ได้มีการเติมน้ำลงสู่ใต้ดินผ่านระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นของโครงการ

การศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ขนาดพื้นที่ แบบที่ 1 คือการทำแบบจำลองที่มีพื้นที่ 100x100 เมตร ในบริเวณที่มีระบบเดิมน้ำ เพื่อศึกษาลักษณะการไหลของน้ำที่เดิมผ่านระบบเดิมน้ำใต้ดินลงสู่ชั้นทรายรอบระบบเดิมน้ำใต้ดินระดับตื้น เพื่อเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากแบบจำลองกับผลจากการทดสอบในภาคสนามได้ แบบที่ 2 คือการทำแบบจำลองโดยครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของอำเภอบางระกำ ประกอบด้วยระบบเดิมน้ำใต้ดินระดับตื้นมากกว่า 1 แห่ง เพื่อศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินและทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในภาพรวมพื้นที่



รูปที่ 5-9 แสดงตำแหน่งของระบบเติมน้ำในพื้นที่อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก

5.4.1. แบบจำลองคณิตศาสตร์

1.) สมการสมดุลน้ำบาดาลและสมการการไหลของน้ำบาดาล

แบบจำลองการไหลของน้ำบาดาลจะถูกจำลองโดยอาศัยการคำนวณจากสมการหลัก 2 สมการคือ สมการสมดุลน้ำ (สมการที่ 1) และสมการการไหลของน้ำบาดาลตามกฎของดาร์ซี (สมการที่ 2) ซึ่งทั้งสองสมการจะถูกนำไปประยุกต์เป็นสมการการไหลเพื่อใช้คำนวณการไหลของน้ำบาดาลผ่านตัวกลาง ซึ่งสามารถใช้ได้กับตัวกลางที่มีคุณสมบัติเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous) และไม่เป็นเนื้อเดียวกัน (Heterogeneous) มีคุณสมบัติเหมือนกันทุกทิศทาง (Isotropic) หรือคุณสมบัติไม่เหมือนกันทุกทิศทาง (Anisotropic) รวมถึงสามารถใช้คำนวณแบบจำลองที่อยู่ภายใต้ทั้งสภาวะสมดุล (Steady state) และสภาวะไม่สมดุล (Transient state) ดังแสดงในสมการที่ 3

$$Q_{in} = Q_{out} \quad (\text{สมการที่ 1})$$

$$Q = -KA \frac{\Delta H}{\Delta L} \quad (\text{สมการที่ 2})$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial h}{\partial z} \right) = Ss \frac{\partial h}{\partial t} - R \quad (\text{สมการที่ 3})$$

เมื่อ	Q, Q_{in}, Q_{out}	คือ ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าสู่ระบบและออกจากระบบ (L^3T^{-1})
	K, K_x, K_y, K_z	คือ สัมประสิทธิ์การยอมให้น้ำซึมผ่านในแนวแกน x, y และ z (LT^{-1})
	A	คือ พื้นที่หน้าตัดต่อหน่วยพื้นที่ (L^2)
	H, h	คือ ค่า Potentiometric head (L)
	L	คือ ระยะทางการเคลื่อนที่ของมวลน้ำ (L)
	Ss	คือ ค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บน้ำ (Specific storage) (L^{-1})
	t	คือ เวลา (T)
	R	คือ ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าสู่ระบบและออกจากระบบ (L^3T^{-1})

ซึ่งลักษณะการไหลของน้ำบาดาลที่ได้จากการคำนวณโดยใช้สมการการไหลของน้ำบาดาลนั้น จะขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของขอบเขตแบบจำลอง (Boundary condition) ด้วย เช่น ขอบเขตที่มีระดับน้ำคงที่ (Constant head หรือ Dirichlet boundary) ขอบเขตที่มีปริมาณน้ำไหลเข้า/ออกคงที่ (Flux หรือ Neumann boundary) หรือ ขอบเขตที่มีน้ำไหลผ่าน (General head boundary) เป็นต้น อีกทั้งยังขึ้นอยู่กับเงื่อนไขเริ่มต้น (Initial condition) ของแบบจำลอง เช่น การกำหนดความสูงของระดับน้ำ ณ เวลา $t=0$ เป็นต้น

2.) ขั้นตอนการทำแบบจำลองคณิตศาสตร์น้ำบาดาล

แบบจำลองคณิตศาสตร์น้ำบาดาลสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้หลายกรณี เช่น การนำมาใช้เพื่อจำลองกรณีศึกษาต่างๆ ใช้เพื่อหาคุณสมบัติของชั้นน้ำบาดาล หรือใช้เพื่อหาแนวโน้มต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นได้ในอนาคต ในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการเลือกใช้โปรแกรม MODFLOW (Modular finite-difference flow model) พัฒนาโดย USGS (United States Geological Survey) เป็นการนำวิธีคำนวณแบบ Finite difference มาใช้เพื่อแก้สมการการไหลของน้ำบาดาลและการเคลื่อนที่ของสารปนเปื้อนในน้ำบาดาล ส่วน GUI (Graphic User Interface) ที่เลือกใช้ นั้นคือโปรแกรม Visual MODFLOW พัฒนาโดย Waterloo Hydrologic company มีความง่ายต่อการใช้งาน

สามารถใช้ข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบของ Excel files, Surfer grids, GIS และ AutoCAD นำเข้าสู่ตัวโปรแกรมได้ อย่างไรก็ตาม ก่อนการเลือกโปรแกรมเพื่อใช้ในการทำงาน จะต้องมีการกำหนดวัตถุประสงค์ของงานก่อน เพื่อรู้ขอบเขตของงานและพิจารณาว่าโปรแกรมใดจะสามารถให้ผลลัพธ์ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ได้ การทำแบบจำลองคณิตศาสตร์มีขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 5-10 และมีรายละเอียดดังนี้

1) การกำหนดวัตถุประสงค์ (Define objective) เป็นขั้นตอนแรกที่ต้องมีการอธิบายไว้เพื่อกำหนดทิศทางการศึกษาโดยภาพรวมว่าต้องการศึกษาระบบที่จะทำการจำลองในเรื่องใด เพื่อที่จะสามารถวางแผนการเก็บข้อมูลที่จำเป็นในภาคสนาม

2) การสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม (Data collection) เป็นการสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลทางกายภาพของชั้นดิน-ชั้นหิน หรือชั้นน้ำบาดาล เพื่อนำมาใช้ในแบบจำลอง เช่น การทำการสูบทดสอบ (Pumping test) เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การยอมให้น้ำซึมผ่าน (Hydraulic conductivity) การสำรวจทางธรณีวิทยาและธรณิฟิสิกส์เพื่อหาโครงสร้างของชั้นดิน-ชั้นหิน หรือการทำการทดสอบเติมน้ำเพื่อหาอัตราการเติมน้ำของระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้น เป็นต้น

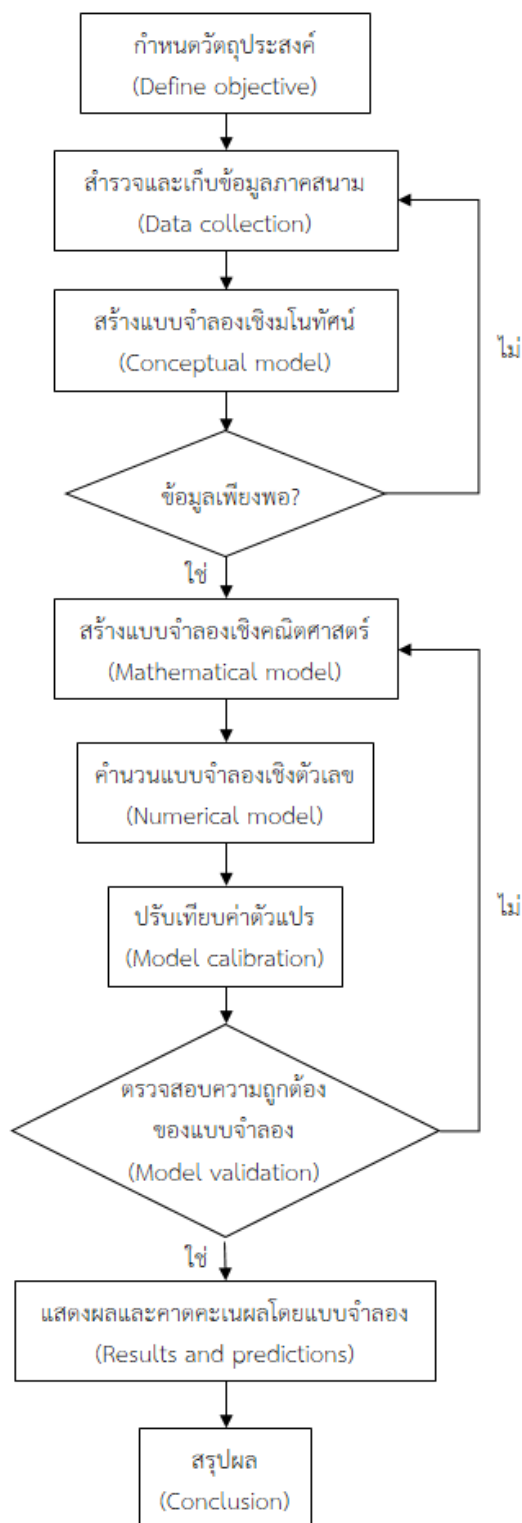
3) การสร้างแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ (Conceptual model) เป็นขั้นตอนที่นำข้อมูลที่ได้จากภาคสนามมาวิเคราะห์หาพื้นที่ที่ต้องการทำแบบจำลองนั้นมีสภาพและองค์ประกอบทางธรณีวิทยา อุทกธรณีวิทยา ขอบเขตของแหล่งน้ำบาดาล รวมถึงทิศทางการไหลเป็นอย่างไร จากนั้นจึงนำข้อมูลที่มีทั้งหมดมาปรับให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้นและสามารถนำไปใช้ในการคำนวณในแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ได้

4) การสร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) เป็นการปรับรายละเอียดของแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ให้อยู่ในรูปแบบของกริดเซลล์ (Grid cell) โดยมีการกำหนดลักษณะทางกายภาพที่มีความหลากหลายในธรรมชาติด้วยกริดเซลล์ที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน รวมถึงการกำหนดรายละเอียดอื่นๆ เช่น ตำแหน่งและปริมาณการสูบทดสอบ ตำแหน่งบ่อสังเกตการณ์ ขอบเขตของบริเวณที่มีการเติมน้ำโดยธรรมชาติ หรือตำแหน่งของระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้น เป็นต้น

5) การคำนวณแบบจำลองเชิงตัวเลข (Numerical model) เมื่อกำหนดรายละเอียดและคุณสมบัติของพื้นที่ศึกษาในรูปแบบของกริดเซลล์แล้ว ข้อมูลลักษณะทางกายภาพที่ถูกอธิบายไว้ด้วยตัวเลขจะถูกนำมาคำนวณผ่านสมการการไหลและแสดงผลในเบื้องต้น

6) การปรับเทียบค่าตัวแปร (Model calibration) เนื่องจากลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษาในธรรมชาตินั้นมีความซับซ้อนมากกว่า จึงไม่สามารถนำรายละเอียดที่ซับซ้อนทุกอย่างที่มีอยู่มาใส่ในแบบจำลองได้ ทำให้ผลที่ได้จากการทำแบบจำลองนั้นอาจจะไม่ตรงกับสิ่งที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ ซึ่งการปรับเทียบค่าตัวแปรนั้นจะต้องอาศัยข้อมูลจากในภาคสนาม เช่น ระดับน้ำบาดาล เพื่อนำมาใช้ในการเปรียบเทียบว่าผลที่ได้

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



รูปที่ 5-10 ขั้นตอนการทำแบบจำลองการไหลของน้ำบาดาล (ดัดแปลงจาก Mondal et al., 2552 และบริษัท เอส เอ็น ที คอนซัลแตนท์, 2561)

จากค่าตัวแปรต่างๆ มีค่าใกล้เคียงผลสำรวจมากน้อยเพียงใด หากมีค่าใกล้เคียงกัน ถือว่าค่าของตัวแปรต่างๆ ที่กำหนดไว้ สามารถใช้เป็นตัวแทนขององค์ประกอบต่างๆ ในพื้นที่ได้

7) การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model validation) ถึงแม้ว่าจะทำการปรับเทียบค่าตัวแปรแล้ว แบบจำลองอาจจะใช้กับกรณีศึกษาได้เพียงกรณีเดียวเท่านั้น เช่น สามารถจำลองผลของการสูบน้ำทดสอบให้ตรงกับข้อมูลในภาคสนามได้แค่เพียง 1 บ่อ แต่เมื่อทำการสูบน้ำทดสอบที่ตำแหน่งบ่ออื่นที่อยู่ภายในขอบเขตของแบบจำลองเดียวกัน ผลของแบบจำลองกลับไม่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง เป็นต้น ดังนั้นจึงต้องมีการตรวจสอบผลของแบบจำลองด้วยหลายๆ กรณีศึกษา ว่าผลที่ได้นั้นใกล้เคียงกับผลที่ได้จากการสำรวจหรือไม่ จากนั้นจึงจะพิจารณาได้ว่าสามารถใช้แบบจำลองเป็นตัวแทนของพื้นที่ศึกษาได้หรือไม่

8) การแสดงผลและการคาดคะเนผลโดยแบบจำลอง (Results and predictions) เมื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองแล้วพบว่ามีความสมมติและผลการจำลองใกล้เคียงกับลักษณะของพื้นที่ศึกษา จึงสามารถนำแบบจำลองแสดงผลการศึกษาของพื้นที่ได้ รวมถึงสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการคาดคะเนผลการเปลี่ยนแปลงของระบบที่ทำการจำลองที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้

3. การจำลองการไหลบริเวณที่มีการดำเนินการทดสอบเติมน้ำ (Local groundwater flow model)

แบบจำลองการไหลของน้ำบาดาลในพื้นที่เฉพาะได้ถูกนำมาใช้เพื่อศึกษาลักษณะการไหลและการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินที่เกิดขึ้นรอบๆ ระบบเติมน้ำใต้ดินขณะที่มีการทดสอบเติมน้ำผ่านระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นแบบบ่อวงคอนกรีต

3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

3.1.1 ลักษณะทางกายภาพของชั้นน้ำบาดาล

- 1) ข้อมูลความสูงของระดับผิวดินที่ได้จากแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM)
- 2) ชนิดและลำดับของชั้นตะกอน (Lithology) ที่ได้จากการขุดบ่อเติมน้ำใต้ดิน
- 3) ขอบเขตทางกว้างและทางลึกของชั้นน้ำบาดาล (Boundary) ได้จากการขุดบ่อเติมน้ำและบ่อสังเกตการณ์โดยรอบ รวมถึงข้อมูลจากวิธีการทางธรณีฟิสิกส์ที่สามารถบอกขอบเขตการแผ่กระจายและความลึกของชั้นน้ำบาดาล
- 4) คุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นน้ำบาดาล เป็นค่าที่คำนวณได้จากผลการดำเนินการสูบน้ำทดสอบจากบ่อสังเกตการณ์บริเวณใกล้เคียง ซึ่งค่าตัวแปรที่ได้จากการสูบน้ำทดสอบคือ ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่าน และค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บ

3.1.2 ข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา

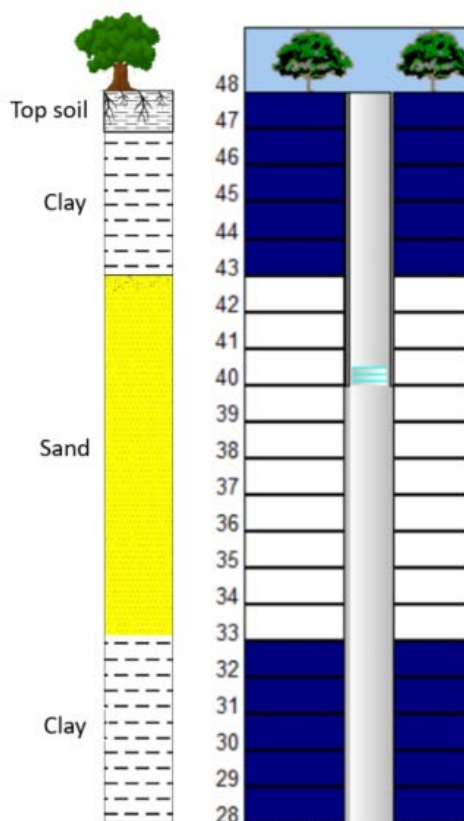
- 1) ระดับน้ำใต้ดินเริ่มต้น (Initial head) ได้จากการวัดค่าระดับน้ำใต้ดินจากบ่อเติมน้ำโดยตรง กรณีที่ระดับน้ำสูงกว่าระดับก้นบ่อเติมน้ำ หรือสามารถวัดค่าได้จากบ่อเติมน้ำและบ่อสังเกตการณ์บริเวณใกล้เคียง ในกรณีบ่อที่ทำการทดสอบเติมน้ำนั้นมีระดับน้ำต่ำกว่าก้นบ่อเติมน้ำ

2) อัตราการเติมน้ำผ่านบ่อเติมน้ำ ปริมาณน้ำที่ใช้ในการทดสอบเติมน้ำ และการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินขณะทำการทดสอบเติมน้ำ

3.2 แบบจำลองเชิงมโนทัศน์

ระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นที่นำมาจำลองอยู่ในบริเวณองค์การบริหารส่วนตำบลหนองกุลา อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งลักษณะทางธรณีวิทยาในบริเวณนี้เกิดจากการทับถมของตะกอนน้ำพา รูปพัด มีการตกสะสมของชั้นกรวดทรายสลับกับชั้นดินเหนียว มีชั้นทรายเป็นชั้นที่กักเก็บน้ำและมีชั้นดินเหนียวปิดทับด้านบนและปิดกั้นด้านล่าง (รูปที่ 5-11) บ่อเติมน้ำใต้ดินระดับต้นมีความลึกจากผิวดิน 8 เมตร จากระดับผิวดิน มีชั้นดินเหนียวความลึก 0-5 เมตร และชั้นทรายความลึก 5-8 เมตร โดยมีการตั้งสมมติฐานว่าน้ำที่ใช้ในการเติมนั้น จะซึมสู่ชั้นน้ำใต้ดินผ่านชั้นทรายบริเวณก้นบ่อที่ความลึก 7.5-8 เมตร

ข้อมูลลำดับชั้นตะกอนที่มีความลึกมากกว่า 8 เมตร มีการประมาณชนิดตะกอนและความลึกจากผลที่ได้จากการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์บริเวณบ่อเติมน้ำใต้ดิน โดยชั้นทรายมีความลึกตั้งแต่ 5-15 เมตร อยู่ด้านบนดินเหนียวที่มีความลึกตั้งแต่ 15 เมตรลงไป



รูปที่ 5-11 แสดงลำดับชั้นตะกอนเชิงมโนทัศน์ (ซ้าย) และการนำเข้าสู่ข้อมูลสู่แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ (ขวา) บริเวณบ่อเติมน้ำใต้ดินระดับต้น

3.3 การออกแบบแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์

แบบจำลองบริเวณบ่อเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในบริเวณองค์การบริหารส่วนตำบลหนองกุลา มีขนาดพื้นที่ 100 เมตร x 100 เมตร (รูปที่ 5-12) ลึก 20 เมตร (รูปที่ 5-13) ครอบคลุมบ่อเติมน้ำใต้ดินระดับต้นจำนวน 3 บ่อ ซึ่งในจำนวน 3 บ่อนี้ จำแนกเป็นบ่อที่ดำเนินการทดสอบเติมน้ำจำนวน 1 บ่อ และบ่อสังเกตการณ์จำนวน 2 บ่อ

3.3.1 ขนาดกริดเซลล์

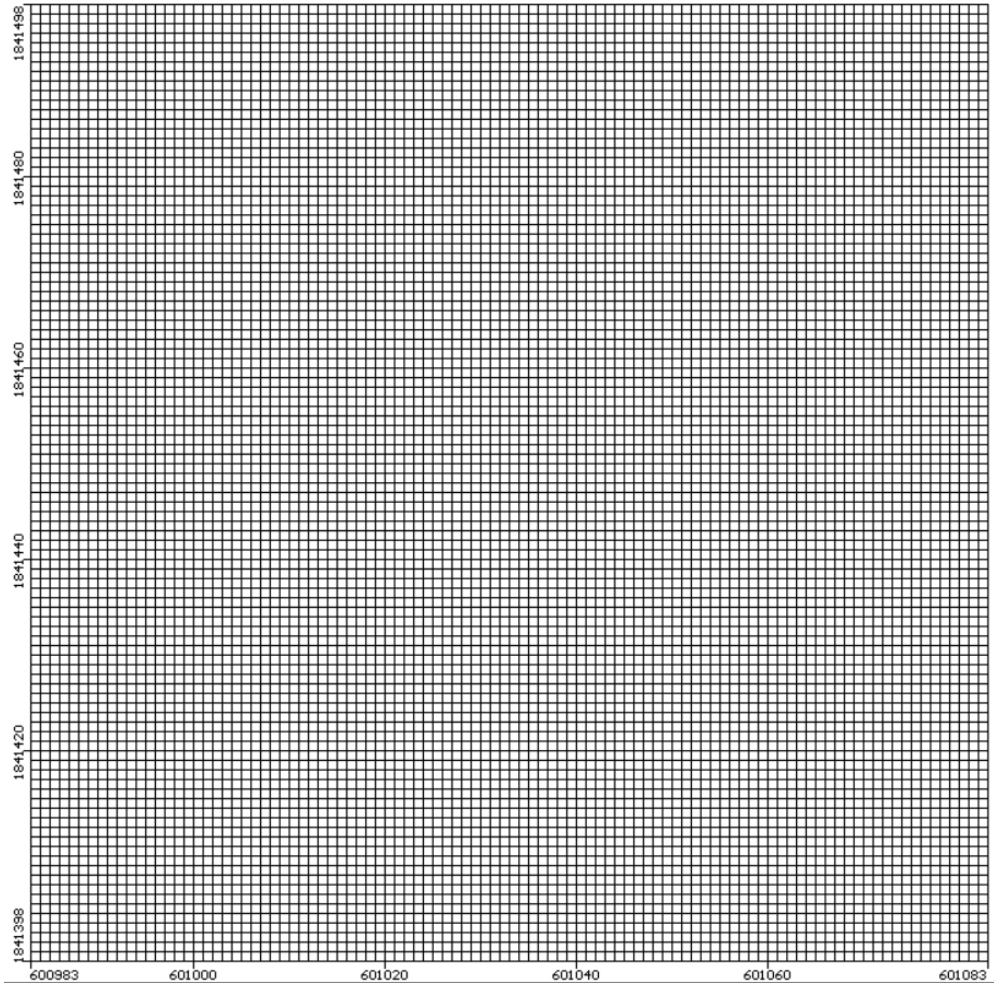
กริดเซลล์ที่ใช้ในการทำแบบจำลองมีขนาด 1 เมตร x 1 เมตร x 1 เมตร และมีจำนวนชั้นที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันจำนวน 3 ชั้น (รูปที่ 5-14)

3.3.2 ค่าตัวแปรของแบบจำลอง

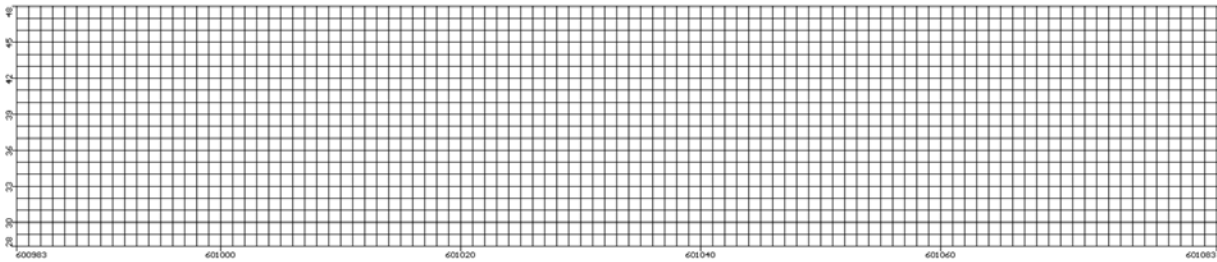
ค่าคุณสมบัติของชั้นน้ำจะถูกกำหนดให้แบบจำลองในรูปของตัวแปรต่างๆ

- 1) ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านในแนวราบและแนวดิ่ง (Hydraulic conductivity: K_h , K_v) ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านในแนวราบนั้นสามารถคำนวณได้จากผลการสุบทดสอบ และมีการกำหนดคุณสมบัติของชั้นน้ำเป็นแบบ Anisotropy โดยใช้ อัตราส่วน $K_h:K_v$ เท่ากับ 10:1
- 2) ค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บ (Storage parameters: S_s , S_y) เป็นข้อมูลที่ได้จากการสุบทดสอบเช่นกัน ค่าตัวแปรนี้จะถูกใช้เมื่อมีการทำแบบจำลองที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา (Transient state model)
- 3) เงื่อนไขขอบเขตของแบบจำลอง (Boundary condition) เป็นตัวแปรที่มีความจำเป็นต่อการแก้สมการการไหล ซึ่งสามารถกำหนดได้จากข้อมูลทางธรณีวิทยา ธรณีสัณฐาน และระดับน้ำบริเวณโดยรอบพื้นที่แบบจำลอง
- 4) เงื่อนไขเริ่มต้น (Initial condition) เป็นอีกหนึ่งตัวแปรที่จำเป็นต่อการแก้สมการการไหล ในกรณีที่ จำแบบจำลองที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา (Transient state model) ได้จากระดับน้ำที่มีการสำรวจในบริเวณพื้นที่ศึกษา เพื่อนำมากำหนดให้เป็นค่าระดับน้ำเริ่มต้นให้กับแบบจำลอง
- 5) อัตราการเติมน้ำและปริมาณน้ำที่ใช้ในการทดสอบเติมน้ำ เพื่อจำลองลักษณะการแผ่กระจายและการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำหลังจากที่มีการเติมน้ำ โดย อัตราการเติมน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 3.36 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด

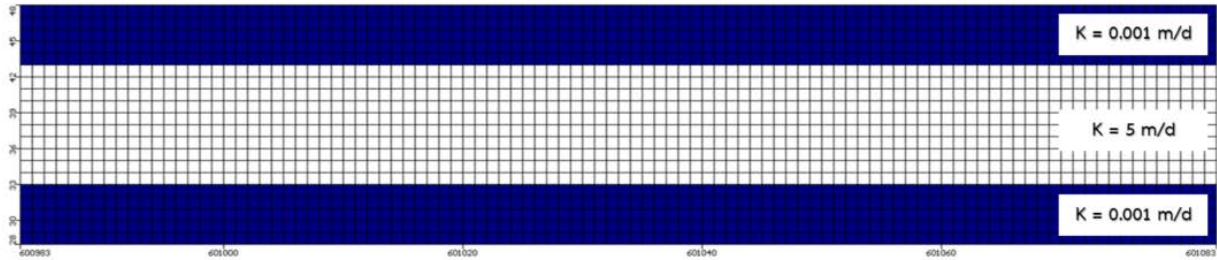


รูปที่ 5-12 แสดงจำนวนกริดเซลล์และขอบเขตของแบบจำลอง



รูปที่ 5-13 แสดงจำนวนกริดเซลล์ของแบบจำลองในแนวดิ่ง

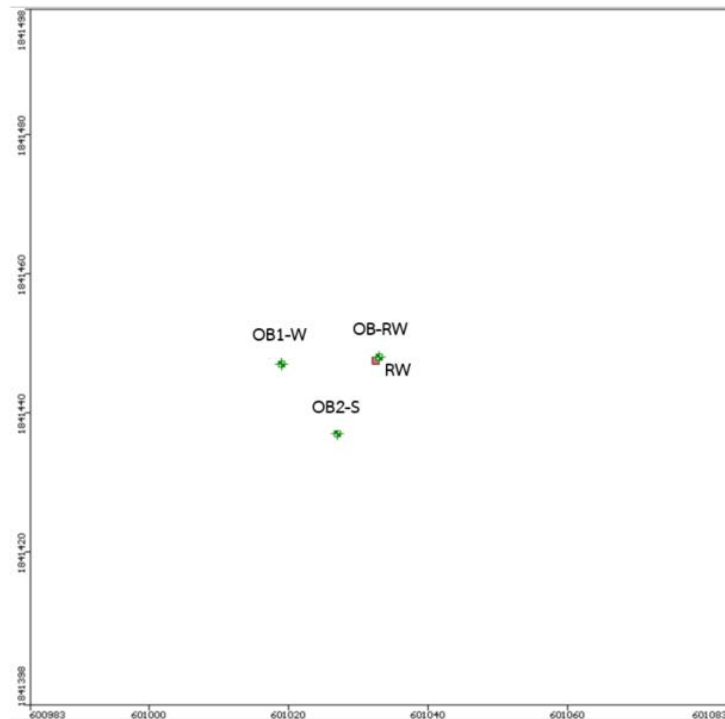
โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



รูปที่ 5-14 การแบ่งชั้นด้วยความแตกต่างของคุณสมบัติค่าการซึมผ่านของชั้นน้ำบาดาล

3.4 ผลการทำแบบจำลอง

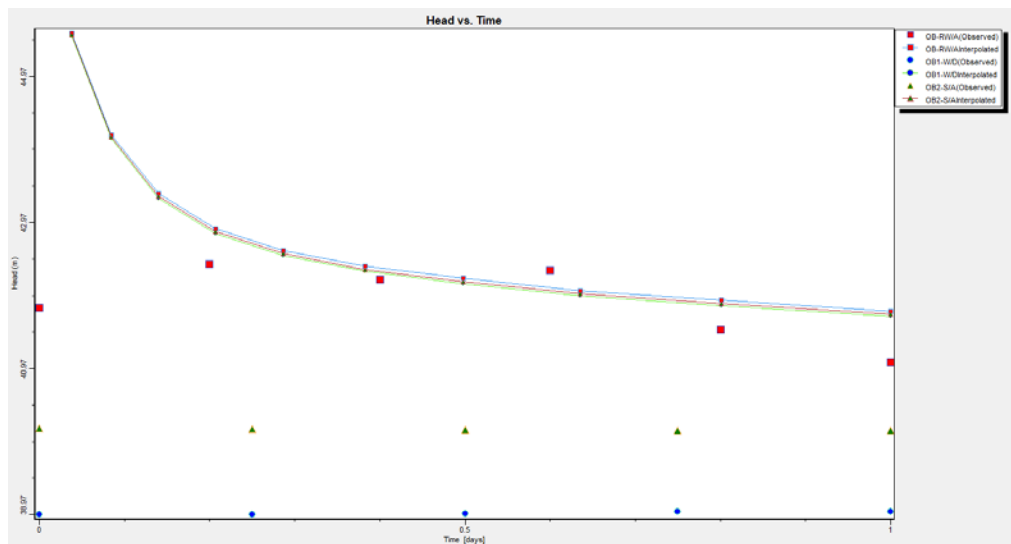
ในการทำแบบจำลองนั้น มีการใช้ค่าการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินจากระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นเพื่อนำมาใช้ในการปรับเทียบค่าตัวแปรและให้คำนวณผลออกมาให้ใกล้เคียงกับค่าระดับน้ำที่วัดได้จากในภาคสนามมากที่สุด ซึ่งขอบเขตแบบจำลองมีพื้นที่ครอบคลุมระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นจำนวน 3 บ่อ คือ OB-RW OB1-W และ OB2-S มีความลึกบ่อ 8, 8 และ 9 เมตร ตามลำดับ โดยบ่อ OB-RW เป็นบ่อที่เป็นทั้งบ่อที่ทำการทดสอบเติมน้ำและบ่อที่ใช้วัดระดับน้ำ ในรูปที่ 5-15



รูปที่ 5-15 ตำแหน่งบ่อที่ทำการทดสอบเติมน้ำ (สีแดง) และบ่อที่ทำการวัดระดับน้ำ (สีเขียว)

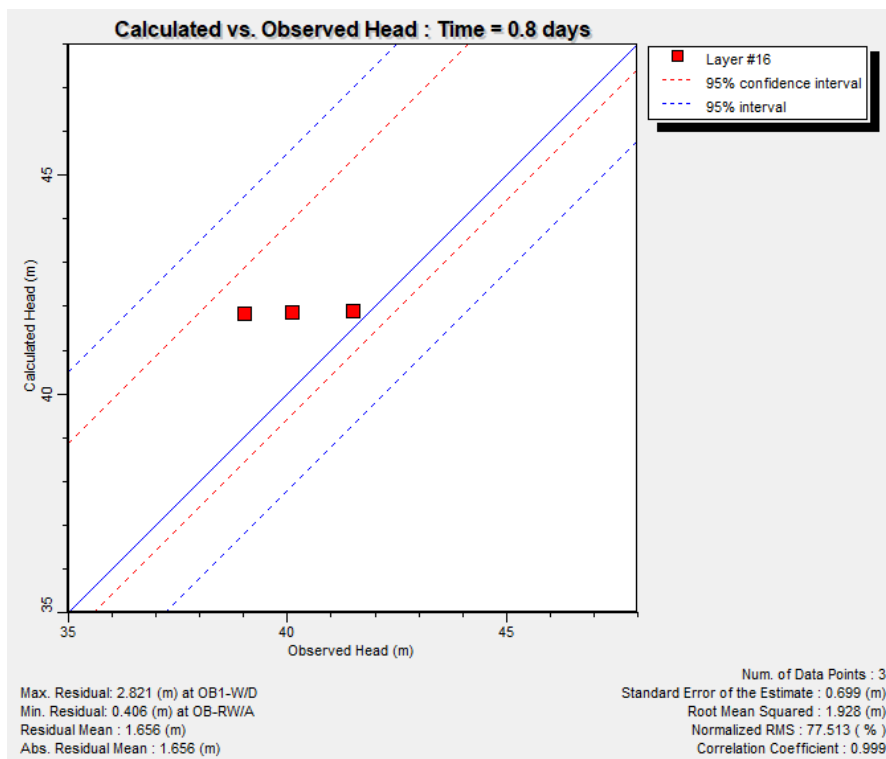
โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด

การเปรียบเทียบเชิงปริมาณ (Quantitative calibration) สามารถทำได้โดยการเปรียบเทียบผลที่ได้จากแบบจำลองกับค่าที่ได้จากการสำรวจในภาคสนาม ซึ่งในที่นี้ ได้มีการใช้การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินเป็นตัวเปรียบเทียบ ดังแสดงในรูปที่ 5-16 เป็นการเปรียบเทียบค่าการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินตามช่วงเวลา โดยเปรียบเทียบระหว่างค่าที่บันทึกจากภาคสนามและค่าที่ได้จากการคำนวณจากแบบจำลอง เช่นเดียวกับผลการเปรียบเทียบในรูปที่ 5-17 ที่แสดงให้เห็นถึงช่วงของค่าจากผลจำลองและค่าจากในภาคสนามในช่วงความมั่นใจที่ 95% และ 90% ซึ่งผลการจำลองระดับน้ำใต้ดินหลังจากที่มีการเติมน้ำใต้ดินมีการเปลี่ยนแปลงดังรูปที่ 5-18

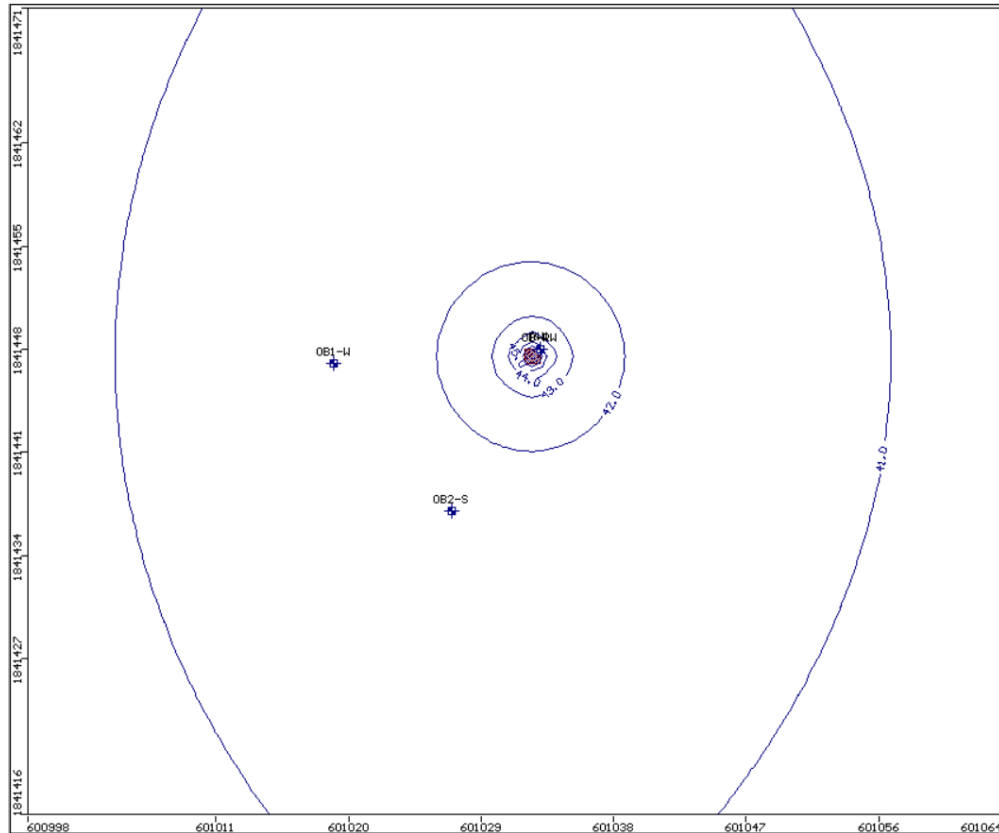


รูปที่ 5-16 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินระหว่างค่าที่บันทึกจากการทดสอบเติมน้ำในภาคสนาม (จุด) และค่าที่คำนวณจากแบบจำลอง (เส้น)

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



รูปที่ 5-17 แสดงการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำใต้ดินที่ได้จากบ่อสังเกตการณ์และค่าที่ได้จากการคำนวณจากแบบจำลอง



รูปที่ 5-18 ผลการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำบาดาลหลังจากที่มีการเติมน้ำผ่านระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้น

4. การจำลองการไหลของน้ำบาดาลในบริเวณกว้าง (Regional groundwater flow model)

ในการทำแบบจำลองการไหลของน้ำบาดาลในบริเวณกว้างนั้น ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของตำบลบางระกำและตำบลบึงกอก มีขนาดพื้นที่ 110 ตารางกิโลเมตร ดังแสดงในรูปที่ 5-19

4.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

พื้นที่ศึกษานั้นมีรายละเอียดจำนวนมากที่ต้องทำการรวบรวม ทั้งด้านอุทกธรณีวิทยาและด้านอุทกวิทยา ข้อมูลและรายละเอียดเหล่านี้จะถูกนำมาทำแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ โดยจะมีการลดทอนรายละเอียดต่างๆ ให้น้อยลงและอยู่ในรูปแบบอย่างง่าย ซึ่งข้อมูลต่างๆ ที่ต้องทำการรวบรวมมีดังนี้

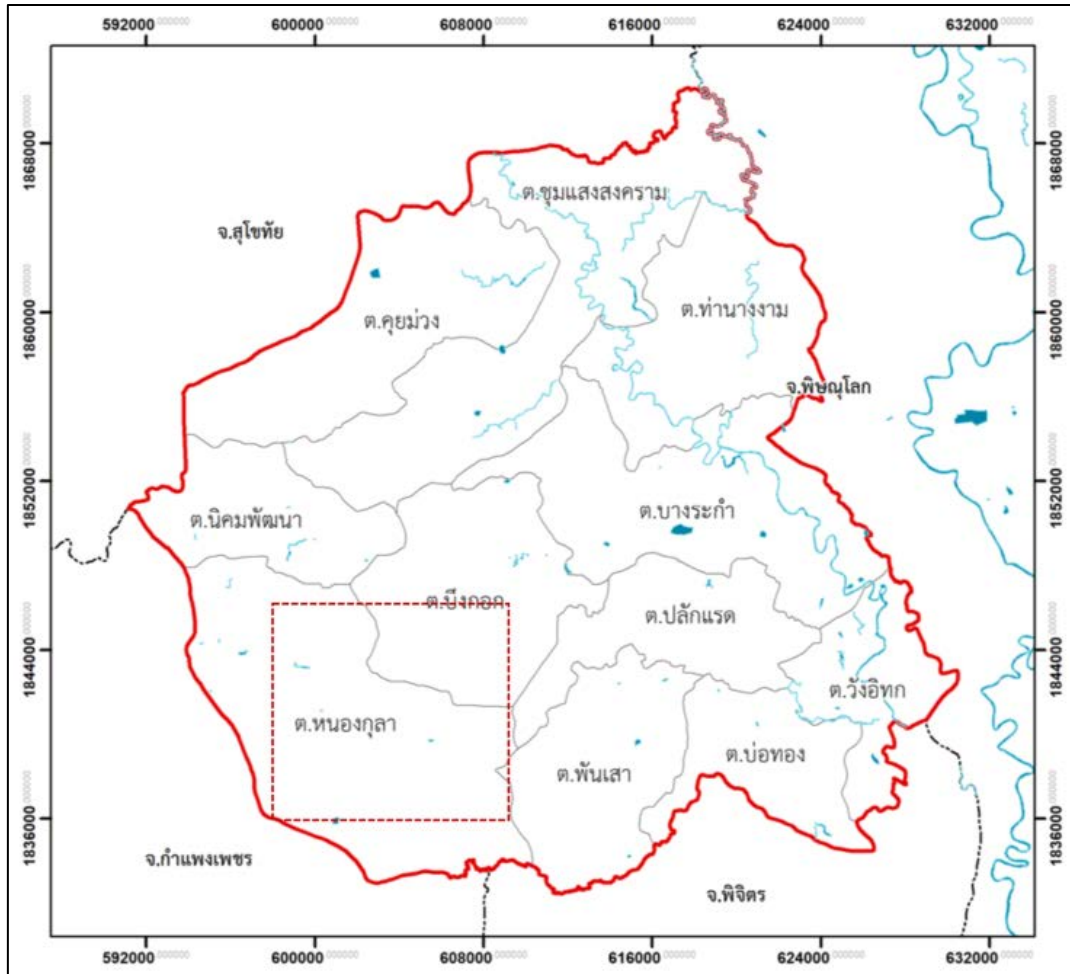
4.1.1 ข้อมูลทางอุทกธรณีวิทยา

- 1) ข้อมูลความสูงของระดับผิวดินได้จากแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) ในพื้นที่บริเวณกว้าง สภาพภูมิประเทศนั้นอาจมีการเปลี่ยนแปลงและมีผลต่อทิศทางการไหลของน้ำบาดาลระดับต้น ค่าระดับความสูงจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองด้วย

- 2) ชนิดและลำดับของชั้นตะกอน (Lithology) ที่ได้จากการขุดบ่อเติมน้ำใต้ดิน บ่อสังเกตการณ์ และจากบ่อน้ำบาดาลที่มีอยู่เดิม โดยจะมีการใช้ข้อมูลความลึกด้านบนและด้านล่างของชั้นทรายระดับต้น เพื่อจำลองขอบเขต รูปร่างและความหนาของชั้นทรายเชิงพื้นที่
- 3) คุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นน้ำบาดาล เช่น ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่าน (Hydraulic conductivity, K) และสัมประสิทธิ์การกักเก็บจำเพาะ (Specific storage, Ss) ซึ่งหาได้จากการดำเนินการสุบทดสอบจากบ่อสังเกตการณ์ในพื้นที่ศึกษา

4.1.2 ข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาหรือข้อมูลอุทกวิทยา

- 1) ระดับน้ำใต้ดิน (Initial head) ได้จากการวัดค่าระดับน้ำใต้ดินจากบ่อเติมน้ำ บ่อสังเกตการณ์และบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา เพื่อใช้เป็นค่าเริ่มต้นในการคำนวณลักษณะการไหลของน้ำบาดาลของแบบจำลองในสถานะที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา
- 2) อัตราการเติมน้ำเฉลี่ย ได้จากการดำเนินการทดสอบระบบเติมน้ำใต้ดิน นำมาใช้เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินหลังจากที่มีการเติมน้ำผ่านระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้น



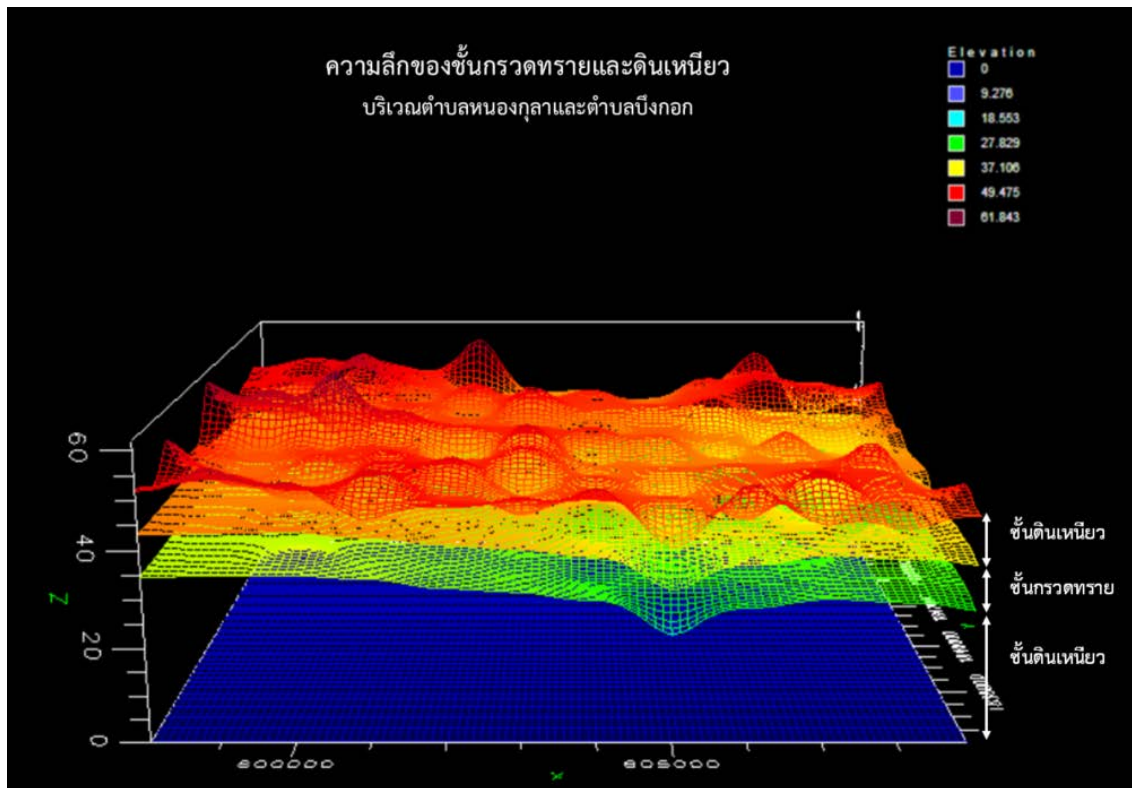
รูปที่ 5-19 แสดงขอบเขตพื้นที่ในการทำแบบจำลองการไหลของน้ำบาดาลในบริเวณกว้าง (เส้นประ)

4.2 แบบจำลองเชิงมโนทัศน์

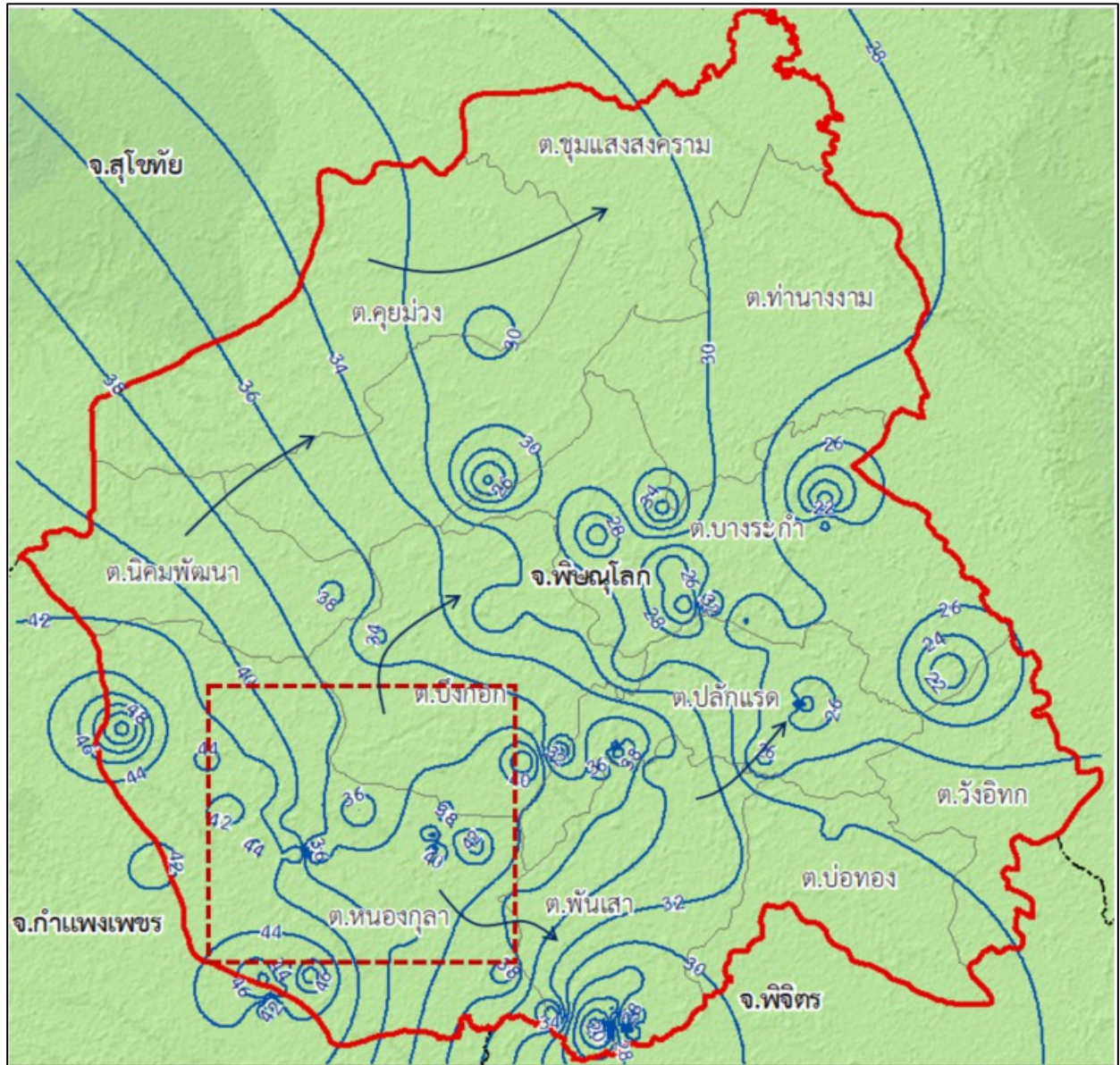
พื้นที่ที่นำมาทำแบบจำลองในบริเวณกว้างนั้นอยู่ในพื้นที่ตำบลหนองกุลาและบึงกอก อำเภอ บางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งพื้นที่ในบริเวณนี้รองรับด้วยชั้นตะกอนที่สะสมตัวแบบตะกอนน้ำพา รูปพัด มีลักษณะการสะสมตัวของชั้นกรวดทรายสลับกับดินเหนียว โดยชั้นทรายเป็นชั้นกักเก็บน้ำใต้ดินและมีชั้นดินเหนียวเป็นชั้นที่ปิดทับอยู่ด้านบนและปิดกั้นด้านล่าง ในการออกแบบแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ มีการใช้ข้อมูลความลึกของชั้นดินเหนียวและชั้นทรายที่ได้จากการสำรวจจากภาคสนาม และจากการขุดเจาะบ่อเติมน้ำใต้ดิน โดยในบ่อเติมน้ำใต้ดินบริเวณสองตำบลนี้มีความลึกพัฒนาหรือระดับความลึกของกันบ่อตั้งแต่ 5 - 13 เมตร พบด้านบนของชั้นทรายที่ระดับความลึก 2 - 13 เมตร เมื่อใช้ข้อมูลจากการสำรวจอื่นๆ ประกอบด้วย จะทำให้สามารถประมาณความหนาของชั้นทรายในพื้นที่ ซึ่งมีความหนาประมาณ 2 - 6 เมตร (รูปที่ 5-20)

ระดับน้ำใต้ดินถูกนำมาใช้เพื่อหาทิศทางการไหลและเพื่อนำมากำหนดประเภทขอบเขตของแบบจำลอง โดยในพื้นที่ศึกษาประกอบด้วยทิศทางการไหลแบบเฉพาะที่และทิศทางการไหลหลัก ซึ่ง

ทิศทางการไหลแบบเฉพาะที่นั้นอาจมีทิศทางแตกต่างกับทิศทางการไหลหลัก เพราะขึ้นอยู่กับปัจจัยในพื้นที่ที่เกิดขึ้นขณะที่มีการวัดระดับน้ำ เช่น การสูบน้ำ หรือสภาพทางอุทกธรณีวิทยา เป็นต้น ส่วนทิศทางการไหลหลักของน้ำใต้ดินนั้น มีการไหลจากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ไปยังทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ดังรูปที่ 5-21 และแสดงให้เห็นว่าบริเวณขอบเขตของแบบจำลอง (เส้นประสีแดงในรูปที่ 5-21) ทั้งในทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก มีการไหลเข้าและไหลออกของน้ำใต้ดินไปยังพื้นที่ใกล้เคียง จึงมีการกำหนดขอบเขตเหล่านี้ในแบบจำลองเป็นแบบ Head boundaries ซึ่งจะมีค่าแตกต่างกันไปในแต่ละทิศทาง



รูปที่ 5-20 แสดงระดับความสูงของระดับผิวดิน ความลึกและความหนาของชั้นทราย



รูปที่ 5-21 แสดงทิศทางการไหลของน้ำบาดาลระดับต้นบริเวณตำบลหนองปลาและตำบลบึงกอก

4.3 การออกแบบแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการแปลงข้อมูลจากแบบจำลองเชิงโมโนโทน์เป็นแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถใช้คำนวณได้ และเนื่องจากคุณสมบัติของชั้นน้ำบาดาลในแต่ละพื้นที่แตกต่างกัน จึงต้องทำการแบ่งพื้นที่เป้าหมายออกเป็นหน่วยเล็กๆ หรือเรียกว่าปริมาตรควบคุม (Control volume) เพื่อความถูกต้องแม่นยำในการคำนวณสมดุลการไหลของน้ำใต้ดินและการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในแบบจำลองภายในหนึ่งหน่วยปริมาตรควบคุม ซึ่งการทำแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นการจำลองในรูปแบบ 3 มิติ โดยแบบจำลองมีพื้นที่ 110 ตารางกิโลเมตร ความยาวในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก 11 กิโลเมตร จากพิกัด UTM 599800 E

ถึง 60900 E ความยาวในแนวทิศเหนือ-ใต้ 10 กิโลเมตร จากพิกัด UTM 1836000 N ถึง 184600 N และพื้นที่มีระดับความสูงตั้งแต่ 27 – 74 ม.รทก. รายละเอียดของแบบจำลองมีดังนี้

4.3.1 ขนาดกริดเซลล์

กำหนดขนาดของกริดในแบบจำลองมีขนาด กว้าง x ยาว เท่ากับ 100 เมตร x 110 เมตร ส่วนความหนาของกริดนั้นขึ้นอยู่กับความสูงของพื้นผิวและความหนาของชั้นตะกอน ซึ่งจากแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ได้แบ่งชั้นตะกอนไว้เป็น 3 ชั้น โดยมีชั้นตะกอนทรายที่เป็นส่วนกักเก็บน้ำใต้ดิน วางตัวอยู่ระหว่างชั้นดินเหนียวด้านบนและด้านล่าง (รูปที่ 5-22)

4.3.2 ค่าตัวแปรของแบบจำลอง

ในแบบจำลองมีการกำหนดค่าตัวแปรต่างๆ ที่เป็นคุณสมบัติของชั้นน้ำใต้ดิน ดังนี้

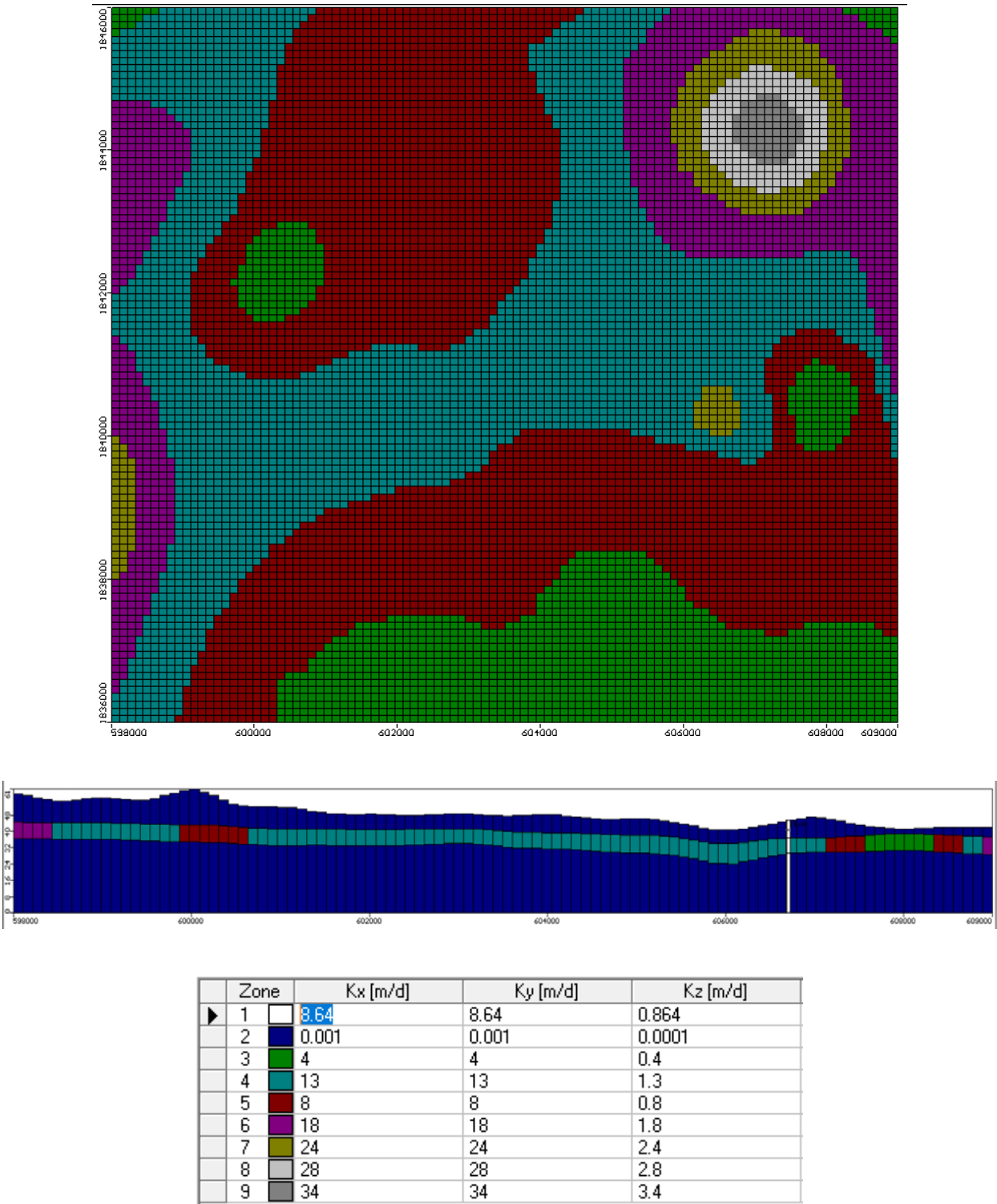
- 1) ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านในทิศทางแนวราบและแนวตั้ง (Hydraulic conductivity: K_h , K_v) โดยการไหลของน้ำใต้ดินในชั้นตะกอนในแนวราบและแนวตั้งนั้นมีอัตราไม่เท่ากันในทุกทิศทาง จึงมีการกำหนดให้อัตราส่วนของค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านในแนวตั้งต่อแนวราบ ($K_v:K_h$) เท่ากับ 1:10 และจากข้อมูลการสุบทดสอบทำให้สามารถกำหนดขอบเขตของค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านในช่วงค่าต่างๆ ได้ดังรูปที่ 5-22
- 2) ค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บ (Storage parameters: S_s , S_y) ชั้นน้ำใต้ดินที่ทำการศึกษาในโครงการเป็นชั้นน้ำใต้ดินระดับต้น ความลึกไม่เกิน 20 เมตร และในพื้นที่ที่นำมาทำแบบจำลองมีความลึกชั้นทรายไม่เกิน 15 เมตร ซึ่งถือว่าเป็นชั้นน้ำใต้ดินแบบไม่มีแรงดัน ซึ่งจะใช้อัตราการให้น้ำจำเพาะ (Specific yield, S_y) ในการคำนวณ ยกเว้นในบางพื้นที่ที่มีดินเหนียวหรือหน้าดินด้านบนหนาและแผ่กระจายเป็นบริเวณกว้าง จะจัดว่าเป็นชั้นน้ำใต้ดินแบบมีแรงดัน และใช้ค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บจำเพาะ (Specific storage, S_s) แทน ซึ่ง S_s จะมีค่าน้อยกว่า S_y
- 3) ค่าความพรุนของชั้นตะกอน (Porosity) ตะกอนทรายโดยทั่วไปจะมีความพรุนอยู่ที่ประมาณ 30-40 เปอร์เซ็นต์ของมวลตะกอนทั้งหมด ซึ่งปริมาณในส่วนนี้สามารถเป็นที่กักเก็บได้ทั้งน้ำและอากาศ
- 4) ขอบเขตของแบบจำลอง (Boundary conditions) ขอบเขตทั้ง 4 ด้านในทิศเหนือ ทิศตะวันออก ทิศใต้ และทิศตะวันตกของแบบจำลองมีการไหลเข้าและไหลออกของน้ำใต้ดินจากพื้นที่ศึกษาและพื้นที่รอบข้าง จึงกำหนดชนิดของขอบเขตแบบจำลองเป็นแบบ General head boundaries ซึ่งระดับน้ำที่ขอบเขตชนิดนี้ จะขึ้นอยู่กับอัตราเร็วในการไหลบริเวณขอบเขตนั้นด้วย

- 5) แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ในพื้นที่บริเวณกว้างมีการใช้การจำลองแบบสภาวะคงตัว (Steady state) และสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา (Transient state) เพื่อทำนายผลของระดับน้ำหลังจากที่มีการเติมน้ำ

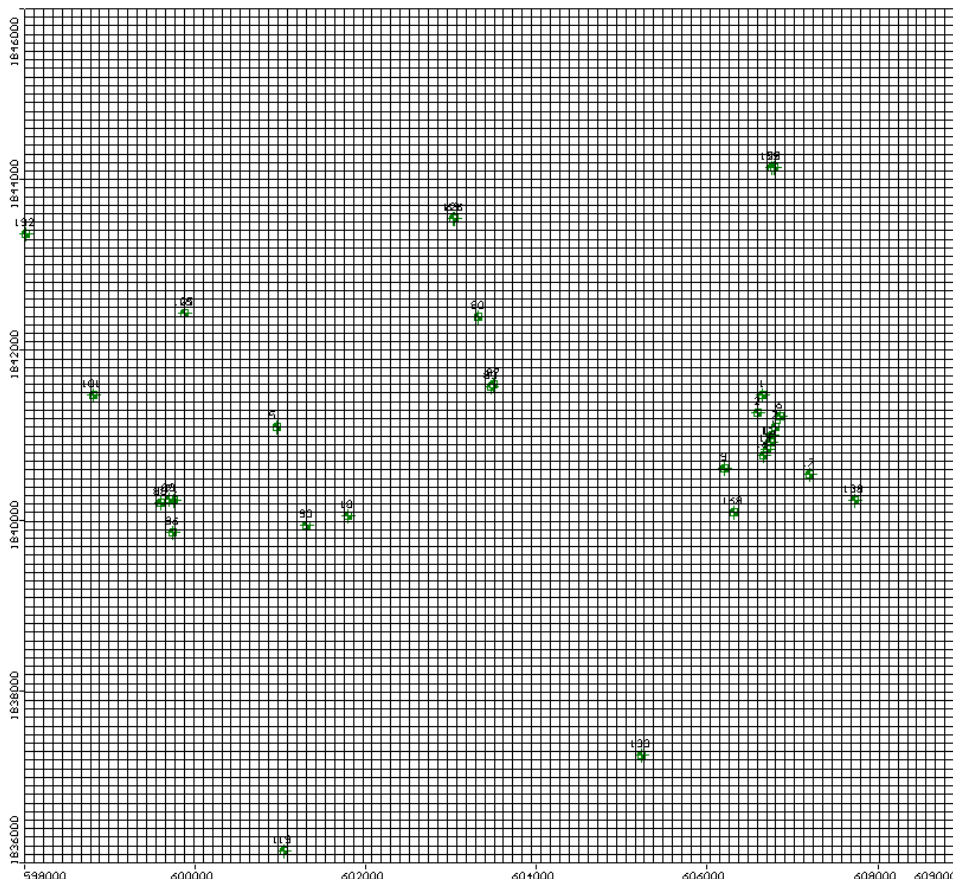
4.3.3 ข้อมูลนำเข้าอื่นๆ

- 1) ข้อมูลระดับน้ำใต้ดินในพื้นที่ศึกษา ได้จากการสำรวจวัดระดับน้ำใต้ดินในช่วงเดือนมิถุนายน ซึ่งกำหนดให้เป็นค่าเริ่มต้นที่ใช้ในการคำนวณแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ (รูปที่ 5-23)
- 2) บ่อเติมน้ำใต้ดินระดับต้นและอัตราการเติมน้ำใต้ดิน ได้จากข้อมูลตำแหน่งบ่อเติมน้ำใต้ดินระดับต้นของโครงการ (รูปที่ 5-24) ให้มีอัตราการเติมเท่ากับอัตราการเติมสูงสุดที่ได้จากการทดสอบเติมน้ำใต้ดิน โดยกำหนดให้มีการเติมน้ำผ่านบ่อวงคอนกรีตทั้งแบบเฉพาะในช่วงฤดูฝน (ช่วงกลางเดือนพฤษภาคม-กลางเดือนตุลาคม)

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด

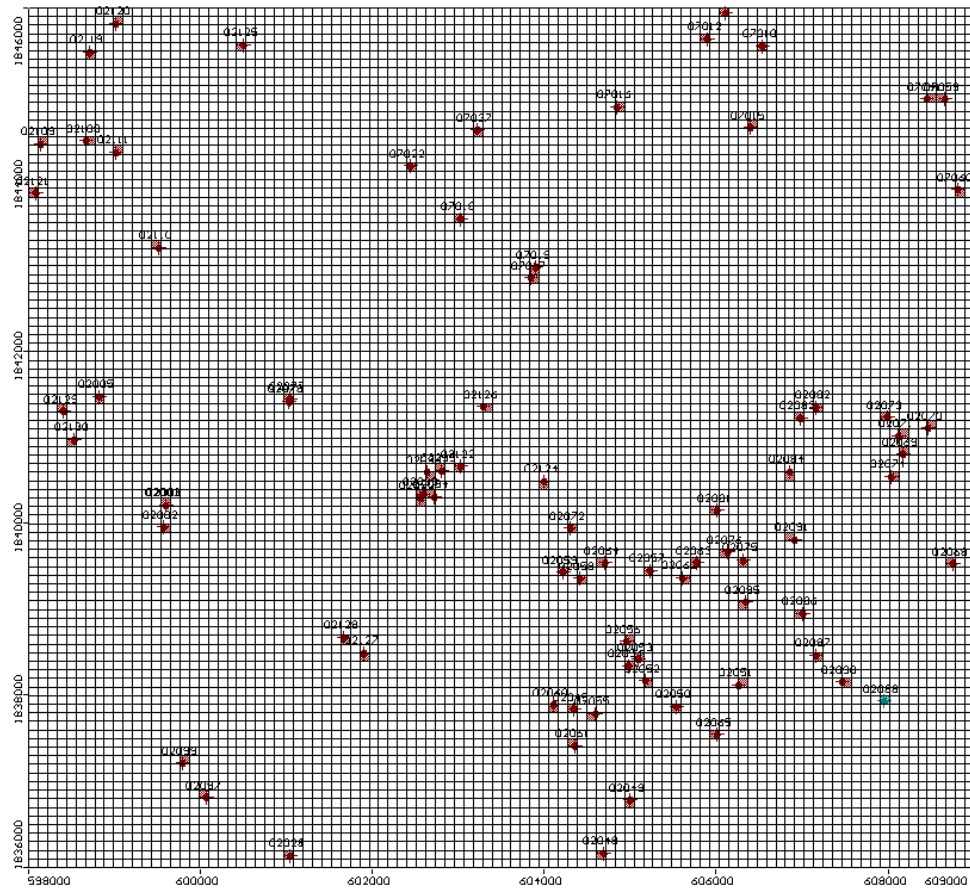


รูปที่ 5-22 ขอบเขตของค่าความซึมผ่าน (Hydraulic conductivity) ในบริเวณพื้นที่ศึกษา
ในมุมมองด้านบน (ภาพบน) แบบภาพตัดขวาง (ภาพกลาง) และตารางแสดงค่าความซึมผ่าน (ภาพล่าง)



รูปที่ 5-23 ตำแหน่งบ่อที่มีการสำรวจวัดระดับน้ำบาดาล

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด

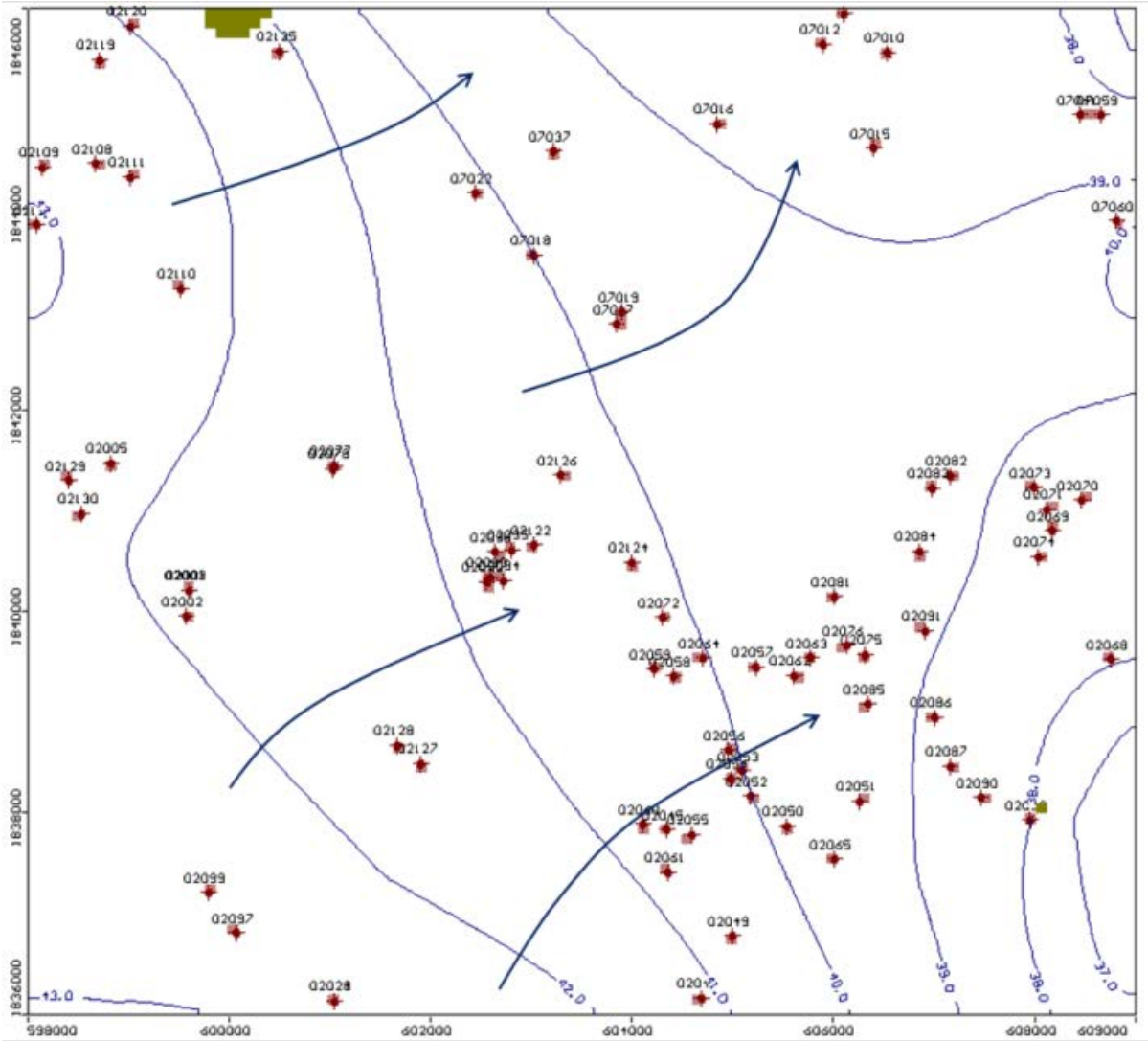


รูปที่ 5-24 ตำแหน่งบ่อน้ำเติมน้ำใต้ดินระดับต้น

4.4 ผลการทำแบบจำลอง

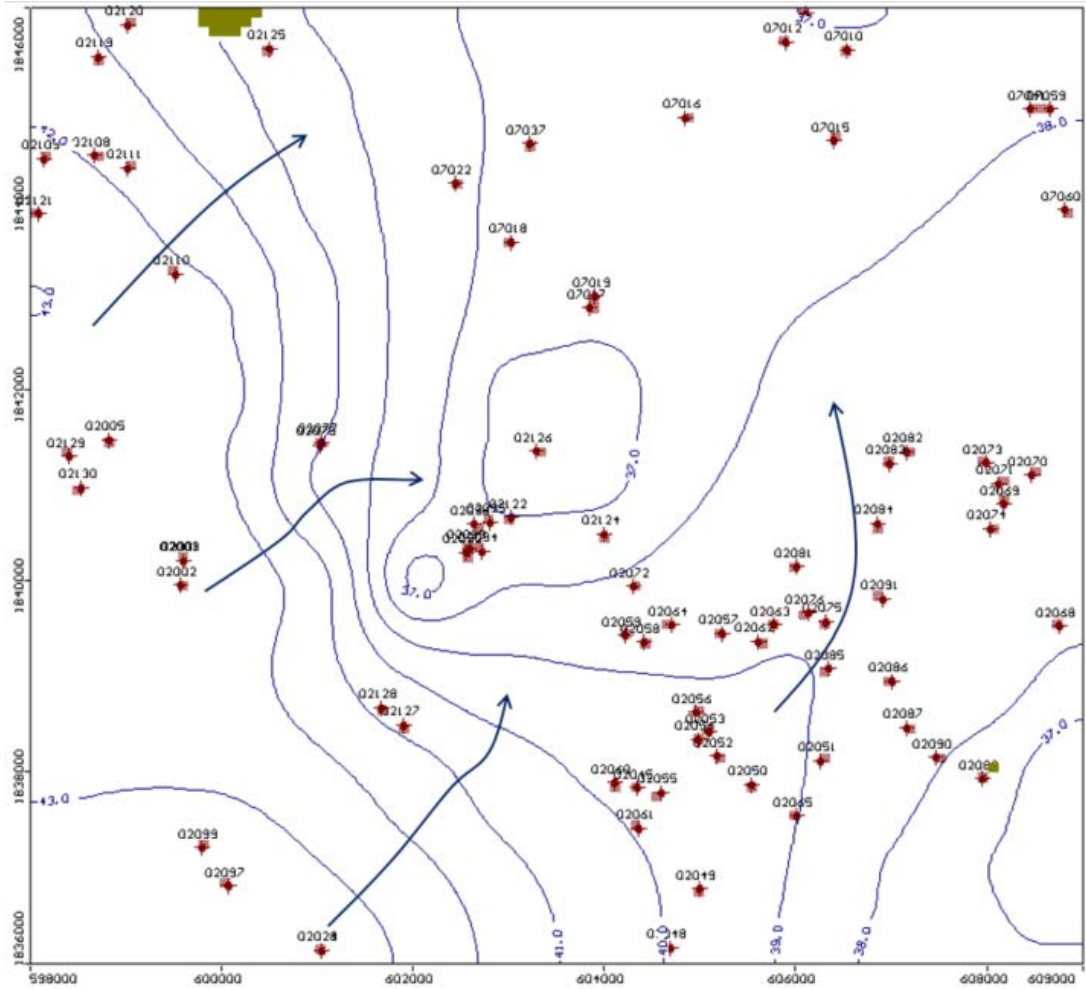
การทำแบบจำลองการไหลของน้ำใต้ดินในพื้นที่ศึกษานั้นได้ทดลองทำแบบจำลองทั้งในสภาวะคงที่ (Steady state) และสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา (Transient state) ซึ่งในการทำแบบจำลองในสภาวะคงที่นั้นจะแสดงให้เห็นถึงทิศทางการไหลของน้ำใต้ดินขณะที่ปริมาณที่ไหลเข้าสู่ระบบหรือโดเมนเท่ากับปริมาณน้ำที่ไหลออกจากระบบ ดังแสดงในรูปที่ 5-25 โดยน้ำใต้ดินมีทิศทางการไหลหลักจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ไปยังทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนในการทำแบบจำลองในสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา ก่อนที่มีการเติมน้ำใต้ดินมีทิศทางการไหลหลักในทิศทางเดียวกันคือจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ไปยังทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ดังแสดงในรูปที่ 5-26 และได้มีการนำค่าระดับน้ำใต้ดินที่ได้จากการสำรวจในภาคสนามมาเปรียบเทียบกับค่าที่คำนวณได้จากแบบจำลอง (รูปที่ 5-27) โดยค่าทั้งสองมีการกระจายตัวตามแนวเส้นทแยงมุม 45° ซึ่งบ่งบอกถึงความสัมพันธ์ของค่าระดับน้ำในภาคสนามและค่าระดับน้ำจากการคำนวณได้ว่ามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน และสามารถใช้แบบจำลองเป็นตัวแทนของพื้นที่ศึกษาได้ในระดับหนึ่ง

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



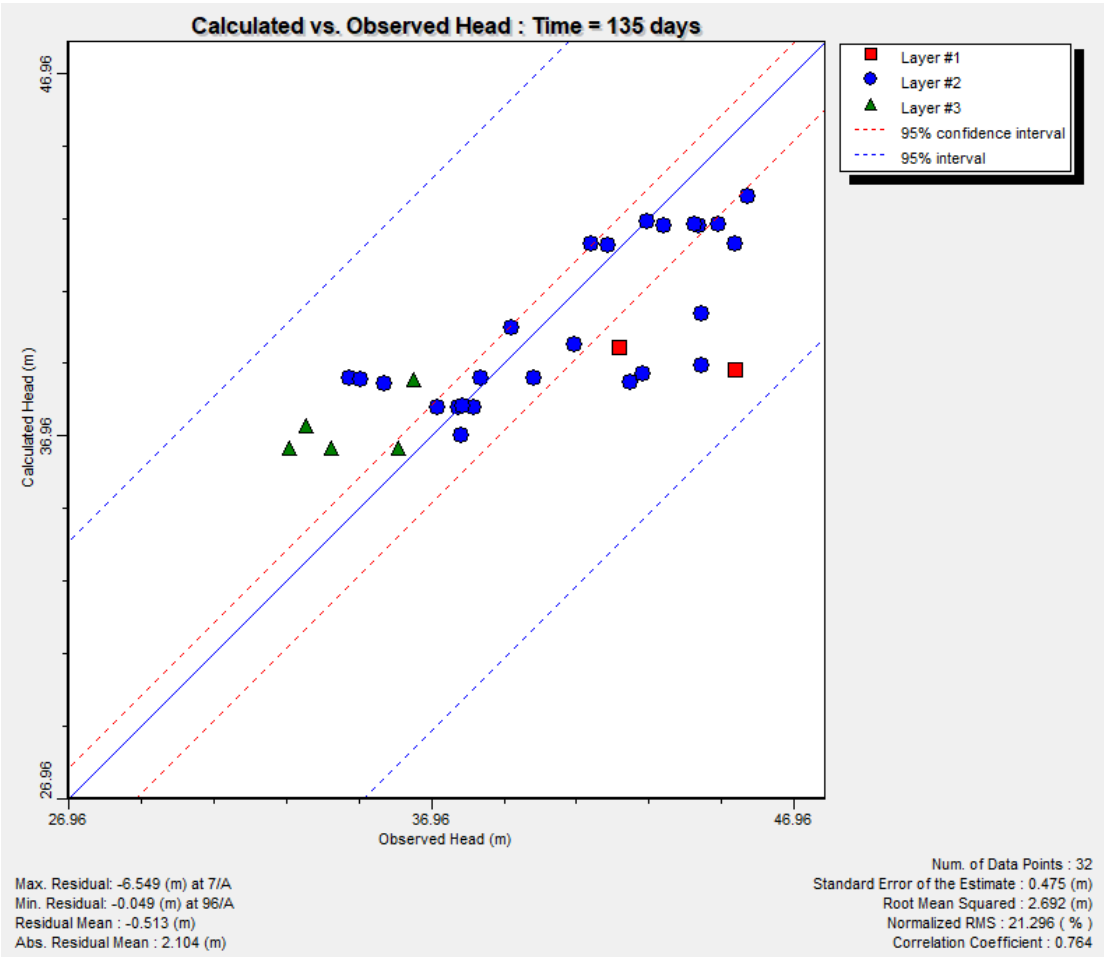
รูปที่ 5-25 ผลการจำลองการไหลของน้ำใต้ดินในสภาวะคงที่ (Steady state)

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



รูปที่ 5-26 ผลการจำลองทิศทางการไหลก่อนการเติมน้ำใต้ดินในสถานะไม่คงที่ (Transient state)

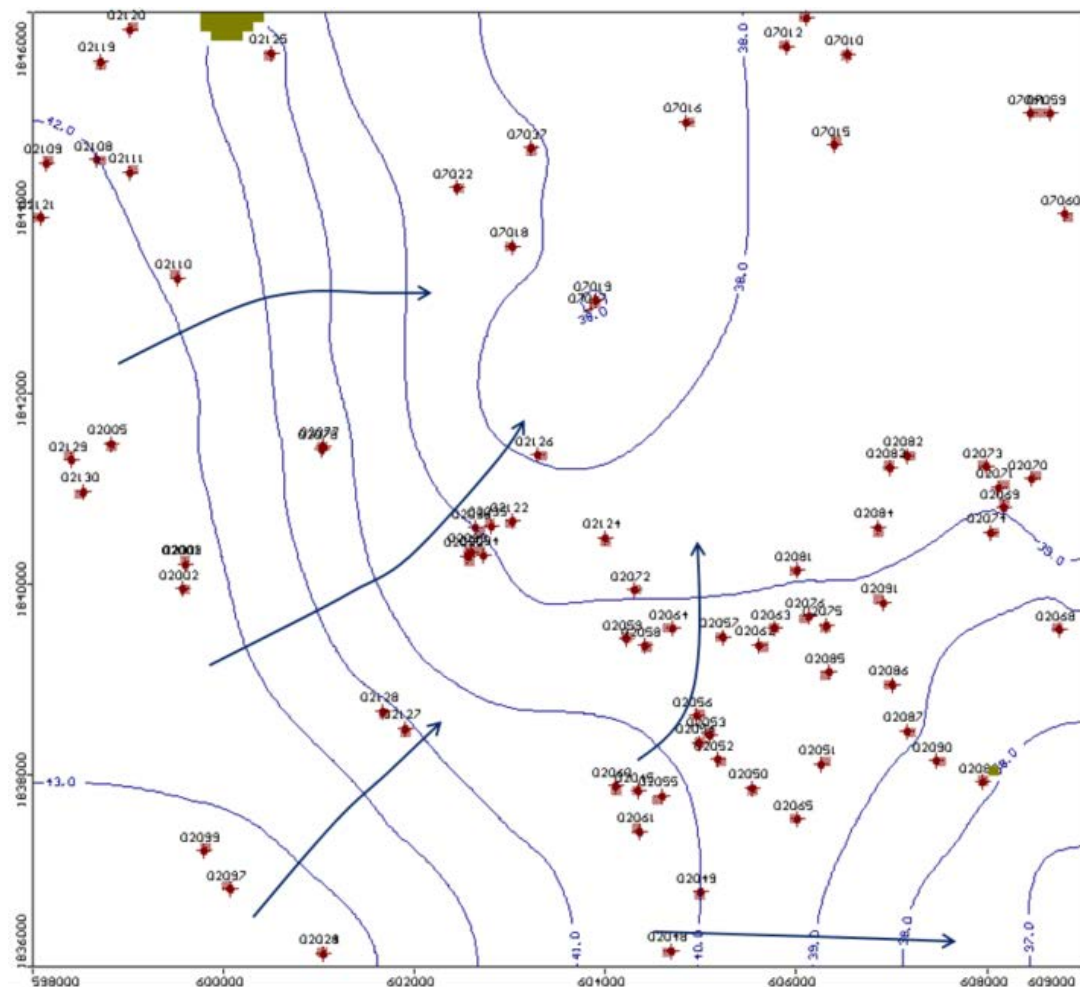
โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด



รูปที่ 5-27 การเปรียบเทียบค่าระดับน้ำใต้ดินที่ได้จากบ่อสังเกตการณ์และค่าที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง

4.5 การทำนายผลการเติมน้ำใต้ดินผ่านระบบเติมน้ำแบบบ่อวงคอนกรีต

การประเมินผลการเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในภาคสนามนั้นอาจต้องใช้เวลาานกว่าจะเห็นผลที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจน อีกทั้งปัจจัยภายนอกอีกมากมายที่ไม่สามารถควบคุมได้หรือไม่มีความแน่นอน เช่น ปริมาณฝนตกเฉลี่ยในแต่ละปี หรือการสูบน้ำบาดาลที่มีปริมาณที่ไม่แน่นอน ทำให้การประเมินผลนั้นมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ดังนั้น แบบจำลองจึงมีส่วนสำคัญในการประเมินผลการเปลี่ยนแปลงเบื้องต้น รวมถึงทำนายแนวโน้มของระดับน้ำใต้ดินที่มีผลจากการเติมน้ำใต้ดิน โดยในการทำแบบจำลองได้มีการกำหนดสถานการณ์ (Scenario) ไว้ว่าจะมีการเติมน้ำผ่านระบบเติมน้ำแบบบ่อวงคอนกรีต ในช่วงฤดูฝนของจังหวัดพิษณุโลก ซึ่งอยู่ในช่วงกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม เป็นระยะเวลา 154 วัน ด้วยอัตราการเติม 72 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน เป็นระยะเวลา 5 ปี ทำให้มีการยกตัวของระดับน้ำเฉลี่ย 20 เซนติเมตรจากระดับเริ่มต้น อีกทั้งยังมีทิศทางการไหลอยู่ในทิศทางเดิม



รูปที่ 5-28 ลักษณะของระดับน้ำใต้ดินหลังจากมีการเติมน้ำใต้ดินไปแล้ว 5 ปี

บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปและข้อเสนอแนะ

โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น : ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนและจันทบุรี-ตราด ดำเนินสำรวจ คัดเลือกพื้นที่ และสร้างระบบเก็บเกี่ยวน้ำฝนและน้ำท่วมหลากโดยการนำไปเก็บไว้ในชั้นน้ำใต้ดินระดับต้น ด้วยวิธีก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นผ่านบ่อวงคอนกรีตบริเวณพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบน อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 500 บ่อ และก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นด้วยระบบหลังคาน้ำฝนผ่านบ่อวงคอนกรีต บริเวณพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลจันทบุรี-ตราด จำนวน 30 แห่ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขและฟื้นฟูศักยภาพน้ำใต้ดินระดับต้น ที่ประสบปัญหาการลดลงของระดับน้ำบาดาลอย่างต่อเนื่องในพื้นที่ศึกษามาโดยตลอด และช่วยเป็นแหล่งเรียนรู้ สู่ชุมชน โรงเรียน และองค์กรบริหารส่วนท้องถิ่น ให้เข้าใจแนวทางในการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาลในพื้นที่ต่อไป

สภาพทางอุทกธรณีวิทยาในระดับต้นของพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบนประกอบไปด้วย ชั้นน้ำบาดาล 3 ชั้น ได้แก่ ชั้นน้ำบาดาลตะกอนกลุ่มน้ำหลาก (Qfd) ชั้นน้ำบาดาลตะกอนทรายรูปพัด (Qaf) และชั้นน้ำบาดาลตะกอนตะกัณน้ำยุคใหม่ (Qyt) โดยชั้นเป้าหมายที่จะทำการเติมน้ำใต้ดินระดับต้นคือชั้นน้ำบาดาลตะกอนทรายรูปพัด การก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นจะต้องดำเนินการศึกษาความลึกถึงชั้นน้ำบาดาลของพื้นที่ก่อน โดยได้ดำเนินการสำรวจธรณีฟิสิกส์ การเจาะสำรวจเพื่อหาความลึกถึงชั้นทราย รวมถึงการสำรวจสภาพอุทกธรณีวิทยาของพื้นที่ โดยการสำรวจและวัดระดับน้ำจากบ่อน้ำบาดาล เพื่อศึกษาทิศทางการไหลของน้ำบาดาล และทำการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์โครงการสู่ภาคประชาชนเพื่อเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการการมีส่วนร่วม

ผลการศึกษาคุณสมบัติของชั้นน้ำบาดาลเป้าหมายพบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำ (T) 61.52 ตารางเมตรต่อวัน ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่าน (K) 3.01 (เมตร/วัน) และค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บน้ำ (S) 0.16 โดยทิศทางการไหลของน้ำบาดาลระดับต้นในพื้นที่ศึกษาซึ่งความลึกไม่เกิน 40 เมตร มีลักษณะเป็นชั้นหินให้น้ำแบบไร้แรงดัน (unconfined aquifer) พบว่าทิศทางการไหลของน้ำบาดาลทางตอนล่างของพื้นที่ไหลจากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก และตอนบนของพื้นที่ไหลจากเหนือลงใต้ สอดคล้องกับลักษณะภูมิประเทศ และตอนกลางของพื้นที่ศึกษามีทิศทางไม่แน่นอน จากรูปแบบลักษณะของเส้นชั้นระดับและทิศทางการไหลของน้ำบาดาลพบว่ามีระบบการไหลเป็นแบบระบบการไหลเฉพาะแห่ง (Local flow system)

จากการศึกษาแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์น้ำบาดาลเพื่อประเมินผลเบื้องต้นของระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้น โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ขนาดพื้นที่ แบบที่ 1 คือการทำแบบจำลองที่มีขนาดพื้นที่ 100x100 เมตร ในบริเวณที่มีระบบเติมน้ำ เพื่อศึกษาลักษณะการไหลของน้ำที่เติมผ่านระบบเติมน้ำใต้ดินลงสู่ชั้นทรายรอบระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้น เพื่อเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากแบบจำลองกับ

ผลจากการทดสอบในภาคสนามได้ โดยการเปรียบเทียบเชิงปริมาณ (Quantitative calibration) พบว่าช่วงของค่าจากผลจำลองและค่าจากในภาคสนามในช่วงความมั่นใจที่ 95% และ 90%

แบบที่ 2 คือการทำแบบจำลองโดยครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของอำเภอบางระกำ ประกอบด้วยระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นมากกว่า 1 แห่ง เพื่อศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินและทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในภาพรวมพื้นที่ โดยจัดทำแบบจำลองการไหลของน้ำใต้ดินในพื้นที่ศึกษานั้นได้ทดลองทำแบบจำลองทั้งในสภาวะคงที่ (Steady state) และสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา (Transient state) ซึ่งพบว่าแสดงให้เห็นถึงทิศทางการไหลของน้ำใต้ดินหลักจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ไปยังทิศ และมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน และสามารถใช้แบบจำลองเป็นตัวแทนของพื้นที่ศึกษาได้ในระดับหนึ่ง

การประเมินผลการเติมน้ำใต้ดินระดับต้นจำเป็นต้องทำการศึกษาและเก็บข้อมูลภาคสนามอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน ในการศึกษาครั้งนี้จึงใช้วิธีการประเมินผลการศึกษาผ่านการทำนายผลโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เข้ามาช่วย โดยมีการกำหนดสถานการณ์ (Scenario) ไว้ว่าจะมีการเติมน้ำผ่านระบบเติมน้ำแบบบ่วงคอนกรีต ในช่วงฤดูฝนของจังหวัดพิษณุโลก ซึ่งอยู่ในช่วงกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม เป็นระยะเวลา 154 วัน ด้วยอัตราการเติม 72 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน เป็นระยะเวลา 5 ปี ผลการทำนายจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์พบว่า มีการยกตัวของระดับน้ำเฉลี่ย 20 เซนติเมตรจากระดับเริ่มต้น อีกทั้งยังมีทิศทางการไหลอยู่ในทิศทางเดิม

อย่างไรก็ตามการดำเนินการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น จะประสบความสำเร็จและช่วยให้ชั้นน้ำบาดาลระดับต้นได้รับการฟื้นฟูโดยการเก็บเกี่ยวน้ำฝนและน้ำผิวดินในฤดูน้ำหลากไปเพิ่มเติมในชั้นน้ำบาดาล และช่วยบรรเทาปัญหาภัยแล้งในช่วงเกิดวิกฤตขาดแคลนน้ำในเขตพื้นที่ที่มีการใช้น้ำใต้ดินระดับต้นได้ก็ต่อเมื่อได้รับความร่วมมือจากภาคประชาชน และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่ศึกษา รวมถึงได้รับการดูแลและบำรุงรักษาระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้นอย่างถูกต้อง และมีการดำเนินการติดตามประเมินผลการศึกษาอย่างต่อเนื่องเพื่อทำการประเมินคุณภาพและระดับน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาที่เปลี่ยนแปลงไปภายหลังจากการดำเนินโครงการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น

