รายงานฉบับสมบูรณ์

Final Report

โครงการศึกษาเพื่อการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (แอ่งนครราชสีมา -อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย)

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล 2565

บทคัดย่อ

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ดำเนินการโครงการศึกษาเพื่อการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย) เพื่อศึกษาสภาพธรณีวิทยา ธรณีโครงสร้าง อุทกธรณีวิทยาทั้งปริมาณและคุณภาพน้ำบาดาล คุณสมบัติทางชลศาสตร์น้ำบาดาลใหม่ พัฒนางานเจาะสำรวจน้ำบาดาลระดับลึก และพัฒนาบุคลากร โดยใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ทันสมัย ผลการดำเนินงานโครงการ ประกอบด้วย การคัดเลือกพื้นที่เบื้องต้น พิจารณาจากปัจจัยด้านเศรษฐกิจ ปัจจัยด้านธรณีวิทยา ปัจจัยด้านพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง และปัจจัยข้อมูลคลื่นไหวสะเทือน จากนั้นดำเนินการสำรวจธรณีวิทยา อุทกธรณีวิทยา และธรณีฟิสิกส์เพื่อคัดเลือกจุดเจาะบ่อสำรวจ พบการวางตัวของรอยแตกในแนวทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ และทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นรอยแต่ค่อนข้างแคบและลึก เมื่อทำการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึกและแบบ 2 มิติ สามารถกำหนดบริเวณจุดเจาะที่เหมาะสม ณ บ้านหินขาว ตำบลสาวะถี อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ความลึกเจาะ 1,014 เมตร จากการศึกษาพบชั้นหินให้น้ำ จำนวน 8 ชั้น เป็นน้ำบาดาลจืด จำนวน 2 ชั้น ความลึก 50-100 เมตร คุณภาพน้ำดี อยู่ในเกณฑ์น้ำอุปโภคบริโภค ค่าสัมประสิทธิ์ของการจ่ายน้ำ 3.78 ลูกบาศก์เมตร/วัน ค่าสัมประสิทธิ์ของการซึมได้ 3.78 เมตร/วัน ปริมาณน้ำสูงสุดที่สูบน้ำได้ 13 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง เป็นน้ำบาดาลอายุอ่อนน้อยกว่า 200 ปี ประเภทแคลเซียมไบคาร์บอเนต และชั้นน้ำบาดาลใหม่ ความลึก 560-600 เมตร คุณภาพน้ำดี อยู่ในเกณฑ์น้ำอุปโภคบริโภค ค่าสัมประสิทธิ์ของการจ่ายน้ำ 0.59 ตารางเมตร/วัน ค่าสัมประสิทธิ์ของการซึมได้ 0.12 เมตร/วัน ปริมาณน้ำสูงสุดที่สูบน้ำได้ 9 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง เป็นน้ำบาดาลเก่า มาจากน้ำฝนที่ตกในพื้นที่สูง อายุน้ำบาดาล 18,240 ปี (B.P.) ประเภทแคลเซียม-โซเดียมไบคาร์บอเนต และชั้นน้ำกร่อยเค็ม จำนวน 6 ชั้น ความลึก 170-180, 350-355, 435-445, 530-535 และ 630-635 เมตร ตามลำดับ อายุน้ำบาดาล 400 ± 40 ปี (B.P.)

แนวทางการพัฒนาน้ำบาดาลในพื้นที่เพื่อการอุปโภคบริโภค ควรเจาะพัฒนาน้ำบาดาลชั้นหินให้น้ำภูพาน ความลึก 50-100 เมตร ควรเจาะเป็นกลุ่มบ่อไม่น้อยกว่า 3 บ่อ และการพัฒนาน้ำบาดาลเพื่อการอุตสาหกรรม ควรเจาะพัฒนาที่ความลึก 560-600 เมตร เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดผลกระทบต่อชั้นน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคและการเกษตรของประชาชน จากผลการศึกษาครั้งนี้สามารถใช้เป็นแนวทางการวางแผนบริหารจัดการด้านทรัพยากรน้ำบาดาลได้อย่างเป็นรูปธรรมต่อไปในอนาคต

สารบัญ

			หน้า
สารบัญ			**ก**
สารบัญตาราง			**ค**
สารบัญรูป			**จ**
บทที่ 1	**บทนำ**		**1-1**
	1.1	ความเป็นมาของโครงการ	1-1
	1.2	หลักการและเหตุผล	1-2
	1.3	วัตถุประสงค์ของโครงการ	1-3
	1.4	เป้าหมายโครงการ	1-3
	1.5	พื้นที่ดำเนินการ	1-3
	1.6	ขอบเขตการดำเนินงาน	1-3
	1.7	ระยะเวลาดำเนินการ	1-4
	1.8	ตัวชี้วัด	1-4
	1.9	ผลที่คาดว่าจะได้รับ	1-4
บทที่ 2	**ข้อมูลพื้นฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**		**2-1**
	2.1	แผนการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 20 ปี ประเทศไทย	2-1
	2.2	นโยบายรัฐ แผนยุทธศาสตร์ของประเทศไทยและมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง	2-3
	2.3	ข้อมูลพื้นฐานพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย)	2-11
	2.4	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2-52
บทที่ 3	**การคัดเลือกพื้นที่เจาะสำรวจเบื้องต้น**		**3-1**
	3.1	ขั้นตอนการดำเนินงาน	3-1
	3.2	การประเมินข้อมูลเพื่อจัดทำแผนที่แสดงความเหมาะสม	3-3
บทที่ 4	**การสำรวจตรวจสอบข้อมูลเพิ่มเติมในภาคสนาม**		**4-1**
	4.1	การวิเคราะห์และตรวจสอบแนวรอยแตกภาคสนาม	4-2
	4.2	การสำรวจข้อมูลธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยาภาคสนาม	4-13
	4.3	การสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า แบบ 2 มิติ และแบบ 1 มิติ	4-17
	4.4	การเจาะสำรวจ	4-37

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
4.5	การหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ	4-49
4.6	การก่อสร้างและพัฒนาบ่อน้ำบาดาล	4-68
4.7	การจัดทำชุดตัวอย่างแสดงรายละเอียดชั้นดินหิน	4-75
4.8	การสูบทดสอบปริมาณน้ำ	4-76
4.9	การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีน้ำ และอุทกวิทยาไอโซโทป	4-96
บทที่ 5	**การจัดหาชุดเจาะสำรวจพัฒนาแหล่งน้ำบาดาล การฝึกอบรมและถ่ายทอดความรู้**	**5-1**
5.1	การจัดหาชุดเจาะสำรวจพัฒนาแหล่งน้ำบาดาล	5-1
5.2	การฝึกอบรมและถ่ายทอดความรู้	5-19
บทที่ 6	**แนวทางการบริหารจัดการน้ำบาดาลในชั้นหินให้น้ำระดับลึกพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**	**6-1**
6.1	หลักการบริหารจัดการน้ำพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	6-1
6.2	การพัฒนาทรัพยากรน้ำบาดาล ตำบลสาวะถี อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น	6-3
6.3	แนวทางการบริหารจัดการน้ำบาดาลพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือในอนาคต	6-10
บทที่ 7	**สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ**	**7-1**
7.1	สรุปผลการดำเนินงาน	7-1
7.2	ปัญหาอุปสรรคและแนวทางการแก้ไข	7-5
7.3	ข้อเสนอแนะ	7-5
7.4	การดำเนินการขั้นต่อไป	7-7

เอกสารอ้างอิง

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก

ภาคผนวก ข ผลการหยั่งธรณีหลุมเจาะ ความลึก 1,014 เมตร

ภาคผนวก ค ผลการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาล

ภาคผนวก ง ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบสมบูรณ์

ภาคผนวก จ การจัดหาชุดเจาะสำรวจ

ภาคผนวก ฉ การฝึกอบรมและถ่ายทอดความรู้การเจาะน้ำบาดาล และก่อสร้างบ่อน้ำบาดาลระดับลึก 1,000 เมตร

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2-1	ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ศึกษา	2-25
ตารางที่ 3-1	คะแนนของปัจจัยทางเศรษฐกิจ	3-4
ตารางที่ 3-2	คะแนนของปัจจัยทางธรณีวิทยา	3-8
ตารางที่ 3-3	แสดงข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	3-12
ตารางที่ 3-4	คะแนนของปัจจัยพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง	3-14
ตารางที่ 3-5	คะแนนของปัจจัยด้านข้อมูลคลื่นไหวสะเทือน	3-17
ตารางที่ 3-6	พิจารณาแยกตามปัจจัยอีกครั้ง	3-19
ตารางที่ 3-7	กลุ่มของคะแนนรวม	3-20
ตารางที่ 4-1	ตำแหน่งจุดสำรวจวัดค่าแนวการวางตัวของแนวรอยแตก	4-8
ตารางที่ 4-2	การสำรวจธรณีวิทยา พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	4-13
ตารางที่ 4-3	ผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ (พื้นที่ 1)	4-24
ตารางที่ 4-4	ผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก (พื้นที่ 1)	4-27
ตารางที่ 4-5	รายละเอียดผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ (พื้นที่ 2)	4-29
ตารางที่ 4-6	รายละเอียดผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก (พื้นที่ 2)	4-32
ตารางที่ 4-7	การกำหนดตำแหน่งจุดเจาะน้ำบาดาลสำหรับจัดทำระบบประปาบาดาล	4-34
ตารางที่ 4-8	ตัวอย่างผลการแปลความหมายด้วยโปรแกรม IPI2Win	4-36
ตารางที่ 4-9	สรุปผลการหยั่งธรณีหลุมเจาะ	4-56
ตารางที่ 4-10 (ก)	ผลการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลของการสูบบ่อที่ 1	4-85
ตารางที่ 4-10 (ข)	สรุปผลการวิเคราะห์ค่าคุณสมบัติทางชลศาสตร์ที่สำคัญของชั้นน้ำบาดาลบ่อที่ 1	4-85
ตารางที่ 4-11	สรุปรายละเอียดผลการสูบทดสอบของการสูบรอบที่ 1	4-88
ตารางที่ 4-12	สรุปรายละเอียดผลการสูบทดสอบของการสูบรอบที่ 2	4-89
ตารางที่ 4-13	สรุปรายละเอียดผลการสูบทดสอบของการสูบรอบที่ 3	4-90
ตารางที่ 4-14	สรุปรายละเอียดผลการสูบทดสอบของการสูบรอบที่ 4	4-91

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 4-15	สรุปผลการวิเคราะห์ค่าคุณสมบัติทางชลศาสตร์ที่สำคัญของชั้นน้ำบาดาล	4-91
ตารางที่ 4-16 (ก)	ผลการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลของการสูบบ่อที่ 3	4-93
ตารางที่ 4-16 (ข)	สรุปผลการวิเคราะห์ค่าคุณสมบัติทางชลศาสตร์ที่สำคัญของชั้นน้ำบาดาลบ่อที่ 3	4-93
ตารางที่ 4-17	สรุปผลการดำเนินงานสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาล จำนวน 3 บ่อ	4-95
ตารางที่ 4-18	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบสมบูรณ์ และค่าสมดุลไอออน (Ion Balance)	4-101
ตารางที่ 4-19	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบสมบูรณ์ และค่าสมดุลไอออน (Ion Balance) บ่อเจาะใหม่	4-103
ตารางที่ 4-20	จุดเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อการวิเคราะห์หาไอโซโทปเสถียร (ดิวเทอเรียม และออกซิเจน-18)	4-110
ตารางที่ 4-21	ผลการวิเคราะห์หาไอโซโทปเสถียร (ดิวเทอเรียม และออกซิเจน-18)	4-111
ตารางที่ 4-22	ผลการวิเคราะห์อายุของน้ำบาดาลโดยการวิเคราะห์ไอโซโทปกัมมันตรังสี (คาร์บอน-14)	4-112
ตารางที่ 4-23	ผลการวิเคราะห์อายุของน้ำบาดาลโดยการวิเคราะห์ไอโซโทปกัมมันตรังสี (คาร์บอน-13)	4-112
ตารางที่ 6-1	แสดงจำนวนหมู่บ้านและจำนวนประชากรตำบลสาวะถี	6-6
ตารางที่ 6-2	ปริมาณการใช้น้ำของพืชตำบลสาวะถี	6-9
ตารางที่ 6-3	ปริมาณการใช้น้ำของสัตว์ตำบลสาวะถี	6-9

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 1-1	แผนที่น้ำบาดาลแสดงพื้นที่ดำเนินงานโครงการ	1-6
รูปที่ 2-1	แผนที่ภูมิประเทศแสดงทางน้ำสายหลัก	2-20
รูปที่ 2-2	ทิศทางและช่วงเวลาการเกิดของมรสุมและพายุจรที่พัดเข้าสู่พื้นที่โครงการ	2-22
รูปที่ 2-3	แผนที่แสดงกลุ่มชุดดิน	2-26
รูปที่ 2-4	แผนที่แสดงค่าความซึมได้ของดิน	2-27
รูปที่ 2-5	แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดิน	2-28
รูปที่ 2-6	แผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1: 250,000	2-33
รูปที่ 2-7	แสดงการวางแนวภาพตัดขวางพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย)	2-36
รูปที่ 2-8	ภาพตัดขวางทางธรณีวิทยาแนว NS1 (เหนือใต้)	2-37
รูปที่ 2-9	ภาพตัดขวางทางธรณีวิทยาแนว EW1 (ตะวันออก-ตะวันตก)	2-38
รูปที่ 2-10	ภาพตัดขวางทางธรณีวิทยาแนว EW2 (ตะวันออก-ตะวันตก)	2-39
รูปที่ 2-11	ภาพตัดขวางทางธรณีวิทยาแนว EW3 (ตะวันออก-ตะวันตก)	2-40
รูปที่ 2-12	แผนที่น้ำบาดาล มาตราส่วน 1: 100,000	2-42
รูปที่ 2-13	โครงสร้างธรณีวิทยาของชั้นเกลือหิน หมวดหินมหาสารคาม	2-47
รูปที่ 3-1	แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์แผนที่แสดงพื้นที่เหมาะสมในการเจาะสำรวจน้ำบาดาลระดับลึก	3-2
รูปที่ 3-2	แผนที่แสดงการวิเคราะห์ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ	3-5
รูปที่ 3-3	แผนที่แสดงการวิเคราะห์ปัจจัยด้านธรณีวิทยา	3-9
รูปที่ 3-4	แผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	3-13
รูปที่ 3-5	แผนที่แสดงการวิเคราะห์ปัจจัยด้านพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง	3-15
รูปที่ 3-6	แสดงการศึกษาข้อมูลคลื่นไหวสะเทือน	3-17
รูปที่ 3-7	แผนที่แสดงแนวสำรวจคลื่นไหวสะเทือน	3-18
รูปที่ 3-8	แผนที่แสดงความเหมาะสมสำหรับกำหนดพื้นที่เจาะสำรวจ	3-21
รูปที่ 4-1	โปรแกรม PCI Geomatica	4-4
รูปที่ 4-2	โครงสร้างแนวเส้น (Lineaments) ซ้อนทับบนภาพถ่ายดาวเทียม	4-4

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 4-3	แผนที่การวิเคราะห์แนวรอยแตก จังหวัดขอนแก่น	4-5
รูปที่ 4-4	เข็มทิศธรณีวิทยา แบบ Brunton type	4-6
รูปที่ 4-5	(ซ้าย) การวัดการวางตัวของชั้นหิน	4-6
รูปที่ 4-5	(ขวา) การวัดการวางตัวของโครงสร้างแนวเส้น	4-6
รูปที่ 4-6	การวัดค่าแนวการวางตัว	4-7
รูปที่ 4-7	การวัดมุมเอียงเท	4-7
รูปที่ 4-8	การเก็บข้อมูลในภาคสนาม	4-7
รูปที่ 4-9	ผลการวิเคราะห์ทิศทางการวางตัวของแนวรอยแตก โดยใช้ Rose Diagram	4-10
รูปที่ 4-10	แผนที่การวิเคราะห์แนวรอยแตกและปริมาณน้ำจากบ่อน้ำบาดาล จังหวัดขอนแก่น	4-12
รูปที่ 4-11	แผนที่จุดสำรวจธรณีวิทยาจังหวัดขอนแก่น	4-16
รูปที่ 4-12	(ก) หลักการสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าของชั้นดินและหิน	4-18
รูปที่ 4-12	(ข) การจัดวางขั้วไฟฟ้าในรูปแบบต่าง ๆ	4-18
รูปที่ 4-13	เครื่องมือสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ	4-20
รูปที่ 4-14	การใช้สีแสดงช่วงของค่าความต้านทานไฟฟ้าปรากฏบนภาพตัดขวางการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ	4-21
รูปที่ 4-15	เครื่องมือสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก	4-22
รูปที่ 4-16	แบบบันทึกข้อมูลสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก	4-23
รูปที่ 4-17	แสดงแนวสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ และแบบหยั่งลึก บริเวณอำเภอเขาสวนกวางและอำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น	4-25
รูปที่ 4-18	ตัวอย่างผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ แนวสำรวจ KP01 KP02 และ KP03 อำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น	4-26
รูปที่ 4-19	ตัวอย่างผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ แนวสำรวจ NK KS และ NC อำเภอเขาสวนกวางและอำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น	4-28
รูปที่ 4-20	แสดงแนวสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ และแบบหยั่งลึก บริเวณอำเภอบ้านฝาง อำเภอเมืองขอนแก่น และอำเภออุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น	4-30

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 4-21	ตัวอย่างผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ แนวสำรวจ KZ SZ NG และ PW	4-31
รูปที่ 4-22	ภาพตัดขวางค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ และแบบหยั่งลึก แนวสำรวจ SZ1D อำเภอบ้านฝาง จังหวัดขอนแก่น	4-32
รูปที่ 4-23	ตัวอย่างผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ แนวสำรวจ NG1D อำเภอบ้านฝาง จังหวัดขอนแก่น	4-33
รูปที่ 4-24	ตัวอย่างผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ แนวสำรวจ PW1D อำเภอบ้านฝาง จังหวัดขอนแก่น	4-33
รูปที่ 4-25	ตัวอย่างกราฟข้อมูลสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก แนวสำรวจ PW03 พื้นที่บ้านหินขาว ตำบลสาวะถี อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น	4-35
รูปที่ 4-26	บ่อน้ำบาดาล (เจาะใหม่) บ้านหินขาว ตำบลสาวะถี อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น พิกัด 248865E, 1831548N	4-38
รูปที่ 4-27	(ก)-(ข) รถเจาะบ่อน้ำบาดาลแบบผสม (Direct Rotary ชนิด Top Head Drive)	4-40
รูปที่ 4-28	(ก)-(ฌ) ขั้นตอนการเจาะน้ำบาดาลระดับลึก	4-42
รูปที่ 4-29	แบบรายงานลักษณะชั้นดิน-หิน	4-45
รูปที่ 4-30	การจัดขั้วไฟฟ้าและระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าสำหรับกรณี (a) Short Normal (b) Long Normal (C) Lateral	4-50
รูปที่ 4-31	การเกิด Spontaneous Potential ในหลุมเจาะ	4-51
รูปที่ 4-32	(ก)-(ง) แสดงเครื่องมือที่จำเป็นในการสำรวจหยั่งธรณีหลุมเจาะ	4-52
รูปที่ 4-33	(ก)-(ง) ขั้นตอนการปฏิบัติงานหยั่งธรณีหลุมเจาะ	4-53
รูปที่ 4-34	การคัดเลือกชั้นน้ำและการออกแบบพัฒนาบ่อน้ำบาดาล	4-55
รูปที่ 4-35	รูปแบบบ่อน้ำบาดาลที่จะพัฒนา ความลึก 606 เมตร	4-57
รูปที่ 4-36	ผลการหยั่งธรณีหลุมเจาะและการออกแบบพัฒนาบ่อน้ำบาดาล ความลึก 66 เมตร	4-59

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 4-37	ผลการหยั่งธรณีหลุมเจาะและการออกแบบพัฒนาบ่อน้ำบาดาล ความลึก 450 เมตร	4-60
รูปที่ 4-38	ผลการหยั่งธรณีหลุมเจาะและการออกแบบพัฒนาบ่อน้ำบาดาล ความลึก 1,014 เมตร	4-63
รูปที่ 4-39	เจาะขยายบ่อด้วยระบบน้ำโคลน	4-68
รูปที่ 4-40	ท่อกรุ ท่อกรองหรือท่อเซาะร่อง	4-68
รูปที่ 4-41	ติดตั้งท่อกรุเหล็ก ขนาด 8 นิ้ว	4-69
รูปที่ 4-42	การติดตั้งหัวลอย	4-69
รูปที่ 4-43	การอัดซีเมนต์	4-70
รูปที่ 4-44	การอัดน้ำปูน (ซ้าย) การติดตั้งท่อกรองและท่อรับทราย (ขวาของบ่อชนิดไม่เติมกรวด)	4-71
รูปที่ 4-45	อุปกรณ์ที่จะใช้ในการหย่อนท่อเซาะร่องและท่อรับทรายลงไปเพื่อติดตั้ง	4-72
รูปที่ 4-46	(ก) อุปกรณ์ที่จะใช้ในการหย่อนท่อเซาะร่องและท่อรับทรายลงไปเพื่อติดตั้ง	4-72
รูปที่ 4-46	(ข) กรุขนาด 8 นิ้ว และชุดอุปกรณ์ที่ติดตั้งกับท่อกรุ	4-72
รูปที่ 4-47	การลงท่อกรุและท่อกรอง	4-73
รูปที่ 4-48	การล้างตะกอนและการฉีดน้ำ	4-74
รูปที่ 4-49	การก่อสร้างบ่อน้ำบาดาลพร้อมจัดทำฐานล้อมรอบบ่อ	4-74
รูปที่ 4-50	วิเคราะห์ลักษณะวิทยาหินของตัวอย่างชั้นดินหินจากหลุมเจาะ	4-75
รูปที่ 4-51	แสดงตัวอย่างชั้นดินชั้นหิน บ่อเจาะสำรวจระดับลึก 1,000 เมตร	4-75
รูปที่ 4-52	แสดงเครื่องมือและอุปกรณ์จำเป็นสำหรับการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาล	4-77
รูปที่ 4-53	(ก)-(ซ) แสดงขั้นตอนการปฏิบัติงานสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลในภาคสนาม	4-80
รูปที่ 4-54	(ก) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำที่เกิดขึ้นเทียบกับระยะเวลา บ่อที่ 1	4-84
รูปที่ 4-54	(ข) ภาพตัดขวางแสดงอิทธิพลของรัศมีกรวยน้ำลดที่เกิดขึ้นโดยรอบบ่อสูบทดสอบจากการสูบบ่อที่ 1 ด้วยอัตราสูบ 4 ลบ.ม./ชม. เป็นระยะเวลา 140 นาที	4-85
รูปที่ 4-55	การปฏิบัติงานสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาล บ้านหินขาว ตำบลสาวะถี อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น	4-87

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 4-56	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำลดที่เกิดขึ้นเทียบกับเวลาจากการสูบทดสอบน้ำบาดาลด้วยอัตรา 6 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง การสูบรอบที่ 1	4-87
รูปที่ 4-57	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำลดที่เกิดขึ้นเทียบกับเวลาจากการสูบทดสอบน้ำบาดาลด้วยอัตราการสูบ 30 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง การสูบรอบที่ 2	4-88
รูปที่ 4-58	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำลดที่เกิดขึ้นเทียบกับเวลาจากการสูบทดสอบน้ำบาดาลด้วยอัตราการสูบ 30 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง การสูบรอบที่ 3	4-89
รูปที่ 4-59	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำลดที่เกิดขึ้นเทียบกับเวลาจากการสูบทดสอบน้ำบาดาลด้วยอัตราการสูบ 30 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง การสูบรอบที่ 4	4-90
รูปที่ 4-60	(ก) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำที่เกิดขึ้นเทียบกับระยะเวลา บ่อที่ 3	4-92
รูปที่ 4-60	(ข) ภาพตัดขวางแสดงอิทธิพลของรัศมีกรวยน้ำลดที่เกิดขึ้นโดยรอบบ่อสูบทดสอบจากการสูบบ่อที่ 3 ด้วยอัตราสูบ 2.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง เป็นระยะเวลา 75 ชั่วโมง	4-93
รูปที่ 4-61	ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี	4-97
รูปที่ 4-62	การเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลและน้ำผิวดินเพื่อการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมีแบบสมบูรณ์	4-100
รูปที่ 4-63	แผนภูมิไปเปอร์ (Piper Diagram) ตามวิธีการของ Galloway and Kaiser	4-104
รูปที่ 4-64	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำบาดาลเมื่อความลึกเปลี่ยนไป	4-104
รูปที่ 4-65	ผลการจัดทำข้อมูลในแผนภูมิไปเปอร์ (Piper Diagram) ของน้ำผิวดิน	4-105
รูปที่ 4-66	ผลการจัดทำข้อมูลในแผนภูมิไปเปอร์ (Piper Diagram) ของน้ำบาดาล	4-105
รูปที่ 4-67	การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อการวิเคราะห์หาไอโซโทปเสถียร	4-106
รูปที่ 4-68	การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเบื้องต้นในภาคสนาม	4-108
รูปที่ 4-69	แผนภาพแสดงความเกี่ยวข้องระหว่างลักษณะทางอุทกวิทยา กับองค์ประกอบไอโซโทปออกซิเจน-18 และดิวเทอเรียม	4-109
รูปที่ 4-70	แสดงค่าไอโซโทปเสถียรของค่า $\delta^{18}O$ กับ $\delta^{2}H$ ในน้ำบาดาล เปรียบเทียบกับเส้น LMWL ของน้ำฝนที่สถานีขอนแก่น	4-113
รูปที่ 5-1	เครื่องเจาะบ่อน้ำบาดาลประเภทเครื่องเจาะผสมแบบใช้น้ำและลม	5-3
รูปที่ 5-2	แท่นของเครื่องเจาะ (Rig Frame)	5-4
รูปที่ 5-3	เครื่องยนต์ต้นกำลังของเครื่องขุดเจาะบ่อน้ำบาดาล	5-5

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 5-4	ระบบไฮดรอลิค และแม่แรงไฮดรอลิคปรับระดับ	5-6
รูปที่ 5-5	ปั๊มสูบอัดน้ำโคลนแบบลูกสูบชัก ชนิด 2 สูบ (Duplex Piston Pump)	5-6
รูปที่ 5-6	(ก) ชุดหัวหมุน (Rotary Top Head) (ข) แขนกล (Mechanical arm)	5-7
รูปที่ 5-7	กว้านหลัก (กรอบสีเหลือง) กว้านรอง (กรอบสีเขียว)	5-9
รูปที่ 5-8	ชุดประแจถอดก้านเจาะ	5-10
รูปที่ 5-9	ชุดประคองก้านเจาะ	5-10
รูปที่ 5-10	เสากระโดง (Drill Mast)	5-11
รูปที่ 5-11	(ก) ชุดปั๊มฉีดน้ำและโฟม (ข) เครื่องป้อนน้ำมันหล่อลื่น	5-12
รูปที่ 5-12	เครื่องอัดอากาศ	5-13
รูปที่ 5-13	ตู้ควบคุมการเจาะ (Control Unit)	5-13
รูปที่ 5-14	รถยนต์บรรทุกอุปกรณ์พร้อมกระบะติดตั้งเครน	5-14
รูปที่ 5-15	รถยนต์บรรทุกน้ำ 10 ล้อ	5-15
รูปที่ 5-16	ชุดพัฒนาบ่อน้ำบาดาล	5-16
รูปที่ 5-17	ชุดเครื่องมือบริการซ่อมและบำรุงรักษา เครื่องเจาะบ่อน้ำบาดาล และยานพาหนะ	5-16
รูปที่ 5-18	ชุดอุปกรณ์การเจาะบ่อน้ำบาดาลครบถ้วนตามมาตรฐาน	5-17
รูปที่ 5-19	(ก) ชุดหมุนเวียนปรับสภาพน้ำโคลนสำหรับเจาะ (ข) ชุดทดสอบคุณสมบัติน้ำโคลน	5-18
รูปที่ 5-20	ชุดเครื่องจักรปรับสภาพพื้นที่ดำเนินการเป็นรถขุดตักและดันดิน	5-18
รูปที่ 5-21	การบรรยายภาคทฤษฎี ณ สำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 4 (ขอนแก่น) เมื่อวันที่ 15 กรกฎาคม 2564	5-20
รูปที่ 5-22	รูปแบบการก่อสร้างบ่อด้วยระบบหมุนตรงเจาะด้วยน้ำโคลน (Direct Circulation System, DC)	5-21
รูปที่ 5-23	รูปแบบการเก็บข้อมูลระหว่างการเจาะด้วยระบบหมุนตรงเจาะด้วยน้ำโคลน (Direct Circulation System, DC)	5-21
รูปที่ 5-24	รูปแบบการก่อสร้างบ่อด้วยระบบดูดกลับแบบใช้ลมช่วยเจาะ (Air Reverse Circulation System, RC)	5-22
รูปที่ 5-25	รูปแบบการเก็บข้อมูลระหว่างการเจาะด้วยระบบดูดกลับแบบใช้ลมช่วยเจาะ (Air Reverse Circulation System, RC)	5-22

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 5-26	การอบรมภาคปฏิบัติ พื้นที่บ้านหินขาว หมู่ที่ 15 ตำบลสาวะถี อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น	5-24
รูปที่ 6-1	แนวคิดการพัฒนาน้ำบาดาลพร้อมระบบกระจายน้ำ ตำบลสาวะถี อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น	6-8
รูปที่ 6-2	แผนการสำรวจและพัฒนาน้ำบาดาลระดับลึกระยะที่ 2 พื้นที่แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี	6-11

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

แหล่งทรัพยากรน้ำบาดาลระดับลึกส่วนใหญ่ ถือว่าเป็นแหล่งน้ำบาดาลที่มีคุณภาพสูง เนื่องจากผ่านกระบวนการกรองตามธรรมชาติ ตั้งแต่ผิวดิน ผ่านชั้นดินชั้นหินต่าง ๆ หนาหลายร้อยเมตร จนถึงแหล่งกักเก็บในระดับลึก โดยปราศจากการปนเปื้อนด้วยสารเคมีใด ๆ ในขณะที่ความร้อนและระดับความดันที่ระดับลึกนี้ จะทำให้ความสามารถในการละลายแร่ธาตุในดิน (Solubility) ของน้ำบาดาลเพิ่มมากขึ้น จนกลายเป็น “น้ำแร่ (Mineral Water)” การสำรวจและศึกษาศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลระดับลึกระดับสากล มักจะดำเนินการจนถึงระดับความลึกระหว่าง 3,000-4,000 เมตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันนี้ที่เทคโนโลยีการสำรวจ การประเมินศักยภาพ ตลอดจนถึงการเจาะและพัฒนาบ่อน้ำบาดาลของโลกได้พัฒนามากขึ้นเป็นอันมาก ทำให้ประเทศอุตสาหกรรมหลายประเทศสามารถพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลในระดับลึกขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่าในเชิงพาณิชย์ อาทิ ประเทศไต้หวันสามารถเจาะและพัฒนาน้ำบาดาลจากชั้นกรวดทรายที่สะสมตัวอยู่ใต้ทะเลลึก (Deep-sea Groundwater) เพื่อนำมาผลิตเป็นน้ำดื่มสะอาด ประเทศอิสราเอล และประเทศจอร์แดน สามารถพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลจากชั้นหินแข็ง (หินปูนและหินทราย) ที่ระดับความลึก 500-800 เมตร ขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้ โดยเป็นน้ำจืดคุณภาพดี มีปริมาณ 20-450 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง สามารถนำมาทดแทนน้ำผิวดินเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค และการเกษตรกรรมได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ ในอีกหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น จีน ประเทศในทวีปยุโรป และแอฟริกา ก็ได้ทำการศึกษาชั้นน้ำบาดาลในระดับลึกเพื่อนำมาใช้ในการอุปโภคบริโภค การอุตสาหกรรม และการเกษตรกรรม ซึ่งผลการศึกษา สามารถยืนยันได้ว่า การพัฒนาแหล่งทรัพยากรน้ำบาดาลระดับลึกมาใช้ประโยชน์นั้น มีความเป็นไปได้ทั้งในขั้นทดลองและในเชิงพาณิชย์

สำหรับประเทศไทย การพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลในปัจจุบัน มีข้อจำกัดของชั้นหินให้น้ำในกลุ่มหินแข็งที่ระดับความลึกไม่เกิน 300 เมตรเท่านั้น เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านเทคโนโลยี อุปกรณ์สำรวจ และเครื่องจักร โดยเฉพาะเครื่องเจาะน้ำบาดาลที่ค่อนข้างล้าสมัย และเสื่อมโทรม ทำให้การสำรวจ ประเมินศักยภาพ และพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลในระดับที่ลึกเกินกว่า 300 เมตร ทำได้ยากหรืออาจเป็นไปไม่ได้เลย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่รองรับด้วยชั้นหินแข็ง (Hard-rock Terrain) ซึ่งมักจะเป็นพื้นที่ที่หาน้ำยาก หน่วยงานระดับท้องถิ่นทั้งภาครัฐและภาคเอกชนไม่สามารถดำเนินการเองได้ เพราะขาดทั้งบุคลากรที่เชี่ยวชาญ เทคโนโลยี เครื่องมือสำรวจ และเครื่องเจาะที่ทันสมัย

1.2 หลักการและเหตุผล

พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่รองรับด้วยกลุ่มหินโคราช (Khorat Group) (กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ, 2563) ซึ่งเป็นชั้นหินสีแดงมหายุคมีโซโซอิก สะสมตัวบนภาคพื้นทวีป (Non-marine Red Beds) เป็นส่วนใหญ่ ประกอบด้วยหินทรายแป้ง หินทราย หินโคลน และหินกรวดมน มีอายุตั้งแต่ยุคไทรแอสซิกตอนปลาย ถึงยุคครีเทเชียส-เทอร์เชียรี วางทับอยู่บนพื้นผิวที่เกิดจากการผุกร่อนของหินมหายุคพาลีโอโซอิกตอนบน มีความหนาประมาณ 1-2 กิโลเมตร ปัจจุบันแบ่งออกเป็น 8 หมวดหิน (กรมทรัพยากรธรณี, 2559) คือ หมวดหินห้วยหินลาด หมวดหินน้ำพอง หมวดหินภูกระดึง หมวดหินพระวิหาร หมวดหินเสาขัว หมวดหินภูพาน หมวดหินโคกกรวด และหมวดหินมหาสารคาม โดยสามารถแบ่งแอ่งน้ำบาดาลหลักออกเป็น 3 แอ่ง คือ แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย ซึ่งมีปริมาณน้ำบาดาลมากที่สุด เนื่องจากมีพื้นที่ขนาดใหญ่ประมาณสองในสามของพื้นที่ประเทศ ครอบคลุม 18 จังหวัด คือ กาฬสินธุ์ ขอนแก่น ชัยภูมิ นครพนม นครราชสีมา มุกดาหาร มหาสารคาม บุรีรัมย์ ยโสธร ร้อยเอ็ด เลย สกลนคร หนองคาย หนองบัวลำภู สุรินทร์ อำนาจเจริญ อุดรธานี และอุบลราชธานี โดยมีปริมาณน้ำเพิ่มเติมรายปี ประมาณ 22,500 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ปริมาณน้ำที่สามารถใช้ได้อย่างปลอดภัย ประมาณ 15,500 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ปัจจุบันมีการพัฒนาน้ำบาดาลขึ้นมาใช้แล้วกว่า 5,000 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี คงเหลือปริมาณน้ำบาดาลที่ยังไม่มีการพัฒนาขึ้นมาใช้รวม 10,500 ล้านลูกบาศก์เมตร คิดเป็นร้อยละ 68 (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2562) อย่างไรก็ตามภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มักเป็นพื้นที่ที่ประสบปัญหาภัยแล้งและการขาดแคลนน้ำมากที่สุดเช่นเดียวกัน เนื่องจากน้ำบาดาลส่วนใหญ่ร้อยละ 90 สะสมตัวในกลุ่มหินให้น้ำหินแข็ง พวกหินทราย และหินดินดาน จึงต้องใช้เทคโนโลยีในการสำรวจและเจาะพัฒนาน้ำบาดาลที่มีศักยภาพสูง อีกทั้งยังพบปัญหาน้ำบาดาลเค็มจากชั้นเกลือหินในชั้นหินให้น้ำมหาสารคาม ดังนั้นแนวทางการบริหารจัดการน้ำบาดาลเพื่อแก้ปัญหาภัยแล้งและขาดแคลนน้ำ จึงต้องใช้ความรู้ทางวิชาการ ระบบฐานข้อมูล ควบคู่กับปรับรูปแบบการสำรวจและการเจาะพัฒนาน้ำบาดาลให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ ตัวอย่างเช่น การเจาะพัฒนาน้ำบาดาลระยะไกล โดยพัฒนาน้ำบาดาลจากพื้นที่ที่มีศักยภาพน้ำบาดาลสูงส่งไปยังพื้นที่น้ำบาดาลกร่อยเค็ม การศึกษาค้นหาแหล่งน้ำบาดาลระดับลึกใหม่ เป็นต้น

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักเพียงหน่วยงานเดียวที่มีพันธกิจในการบริหารจัดการทรัพยากรของประเทศไทย จึงตระหนักว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเร่งทำการศึกษาและประเมินศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลในระดับลึกพื้นที่ศักยภาพต่ำ พื้นที่น้ำเค็ม และพื้นที่หาน้ำยากของประเทศ เพื่อพัฒนาขึ้นมาใช้ประโยชน์ เป็นการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำในพื้นที่เฉพาะ และพัฒนาทางด้านเทคโนโลยี และรองรับการพัฒนาประเทศในอนาคต โดยการดำเนินการ **“โครงการศึกษาเพื่อการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย)”** แบ่งการดำเนินการออกเป็น 3 ระยะ คือ **ระยะที่ 1** ศึกษาเพื่อการ

พัฒนาแหล่งน้ำบาดาลใหม่ระดับลึก ระยะเวลาดำเนินการ 2 ปี **ระยะที่ 2** ศึกษาอุทกธรณีวิทยา และอุทกธรณีเคมีชั้นน้ำบาดาลใหม่ระดับลึก พื้นที่แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี ระยะเวลาดำเนินการ 2 ปี และ**ระยะที่ 3** ศึกษาอุทกธรณีวิทยา และอุทกธรณีเคมีชั้นน้ำบาดาลใหม่ระดับลึก พื้นที่แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย ระยะเวลาดำเนินการ 2 ปี รวมระยะเวลาดำเนินการทั้งสิ้น 6 ปี เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนบริหารจัดการด้านทรัพยากรน้ำบาดาลได้อย่างเป็นรูปธรรมต่อไปในอนาคต แก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำการอุปโภคบริโภคของประชาชนในพื้นที่ นอกจากนี้ ยังเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีการสำรวจ การพัฒนาน้ำบาดาลระดับลึก 1,000 เมตร สามารถรองรับการเจาะสำรวจและพัฒนาน้ำบาดาลระดับลึก แอ่งน้ำบาดาลทั่วประเทศ และพัฒนาบุคลากรให้มีความพร้อมในการรับมือปัญหาการขาดแคลนน้ำ และความต้องการการใช้น้ำที่เพิ่มสูงขึ้นในปัจจุบัน เพื่อรองรับการพัฒนาประเทศในอนาคต

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.3.1 เพื่อศึกษาสภาพธรณีวิทยา ธรณีโครงสร้าง อุทกธรณีวิทยาทั้งปริมาณและคุณภาพน้ำบาดาล และคุณสมบัติทางชลศาสตร์น้ำบาดาลใหม่ พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย)

1.3.2 เพื่อพัฒนางานเจาะสำรวจน้ำบาดาลระดับลึก และพัฒนาบุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล โดยใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ทันสมัย ให้มีความพร้อมในการรับมือปัญหาการขาดแคลนน้ำและความต้องการการใช้น้ำที่เพิ่มสูงขึ้นในปัจจุบัน

1.3.3 เสนอแนะแนวทางการพัฒนาน้ำบาดาลในชั้นหินให้น้ำระดับลึกพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย) และใช้เป็นต้นแบบในการศึกษาน้ำบาดาลระดับลึกพื้นที่อื่น ๆ ที่มีลักษณะทางธรณีวิทยาใกล้เคียงกันต่อไป

1.4 เป้าหมายโครงการ

1.4.1 ระยะที่ 1 พัฒนาอุทกธรณีวิทยาระดับลึกทั้งปริมาณและคุณภาพน้ำบาดาล และคุณสมบัติทางชลศาสตร์น้ำบาดาลใหม่ พร้อมทั้งพัฒนาเครื่องมือเจาะสำรวจและพัฒนาบุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล

1.4.2 ระยะที่ 2 ข้อมูลอุทกธรณีวิทยา และอุทกธรณีเคมีชั้นน้ำบาดาลใหม่ระดับลึก พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี)

1.4.3 ระยะที่ 3 ข้อมูลอุทกธรณีวิทยา และอุทกธรณีเคมีชั้นน้ำบาดาลใหม่ระดับลึก พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย)

1.5 พื้นที่ดำเนินการ

พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย) ดังแสดงในรูปที่ 1.1

1.6 ขอบเขตการดำเนินงาน

1.6.1 ระยะที่ 1 รวบรวม ประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ พร้อมทั้งศึกษาธรณีวิทยา โครงสร้างทางธรณีวิทยา ข้อมูลประกอบอื่น ๆ และดำเนินการพัฒนาเครื่องมือเจาะสำรวจน้ำบาดาลระดับลึกไม่น้อยกว่า 600 เมตร และไม่เกิน 1,000 เมตร พร้อมอุปกรณ์ กำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการเจาะสำรวจ ดำเนินการเจาะบ่อน้ำบาดาลระดับลึกไม่น้อยกว่า 600 เมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 1 บ่อ

1.6.2 ระยะที่ 2 รวบรวมผลการศึกษาและผลการเจาะบ่อน้ำบาดาลใหม่ระดับลึก เพื่อการศึกษาอุทกธรณีวิทยา และอุทกธรณีเคมีชั้นน้ำบาดาลใหม่ระดับลึก พื้นที่แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางการพัฒนาน้ำบาดาลในชั้นหินให้น้ำระดับลึกพื้นที่แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี และใช้เป็นต้นแบบในการศึกษาน้ำบาดาลระดับลึกพื้นที่อื่น ๆ ที่มีลักษณะทางธรณีวิทยาใกล้เคียงกัน

1.6.3 ระยะที่ 3 รวบรวมผลการศึกษาและผลการเจาะบ่อน้ำบาดาลใหม่ ระดับลึก เพื่อการศึกษาอุทกธรณีวิทยา และอุทกธรณีเคมีชั้นน้ำบาดาลใหม่ระดับลึก พื้นที่แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางการพัฒนาน้ำบาดาลในชั้นหินให้น้ำระดับลึกพื้นที่แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย และใช้เป็นต้นแบบในการศึกษาน้ำบาดาลระดับลึกพื้นที่อื่น ๆ ที่มีลักษณะทางธรณีวิทยาใกล้เคียงกัน

1.7 ระยะเวลาดำเนินการ

ระยะที่ 1 เป็นระยะเวลา 2 ปี นับจากวันที่ได้รับอนุมัติแผนการปฏิบัติงาน
ระยะที่ 2 เป็นระยะเวลา 2 ปี นับจากวันที่ได้รับอนุมัติแผนการปฏิบัติงาน
ระยะที่ 3 เป็นระยะเวลา 2 ปี นับจากวันที่ได้รับอนุมัติแผนการปฏิบัติงาน

1.8 ตัวชี้วัด

1.8.1 ผลผลิต

ระยะที่ 1

(1) ข้อมูลอุทกธรณีวิทยาระดับลึกทั้งปริมาณและคุณภาพน้ำบาดาล และคุณสมบัติทางชลศาสตร์น้ำบาดาลใหม่ ที่ระดับความลึกไม่น้อยกว่า 600 เมตร และไม่เกิน 1,000 เมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 1 บ่อ

(2) เครื่องมือเจาะสำรวจน้ำบาดาลระดับลึก 1 ชุด และพัฒนาบุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ให้มีความรู้ด้านการสำรวจ เจาะพัฒนาบ่อน้ำบาดาลใหม่ระดับลึก ไม่น้อยกว่า 10 คน

ระยะที่ 2

(1) ข้อมูลอุทกธรณีวิทยา และอุทกธรณีเคมีชั้นน้ำบาดาลใหม่ระดับลึก พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี) ที่ระดับความลึก 600-1,000 เมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 4 บ่อ

ระยะที่ 3

(1) ข้อมูลอุทกธรณีวิทยา และอุทกธรณีเคมีชั้นน้ำบาดาลใหม่ระดับลึก พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย) ที่ระดับความลึก 600-1,000 เมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 4 บ่อ

1.8.2 ผลลัพธ์

องค์ความรู้ใหม่ด้านการสำรวจและการพัฒนาทรัพยากรน้ำบาดาลระดับลึก มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ และประชาชนในพื้นที่ศักยภาพน้ำบาดาลต่ำ น้ำบาดาลกร่อยเค็ม มีโอกาสเข้าถึงทรัพยากรน้ำบาดาลใหม่ระดับลึกที่มีศักยภาพน้ำบาดาลสูง หรือเหมาะสมต่อการอุปโภคบริโภค เพื่อสร้างความมั่นคง และมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น

1.8.3 ผลสัมฤทธิ์

โอกาสของภาครัฐในการพัฒนา บริหารจัดการ อนุรักษ์ บำรุงรักษาทรัพยากรน้ำบาดาลระดับลึกและทรัพยากรน้ำบาดาลใหม่ ทั้งด้านปริมาณและคุณภาพน้ำบาดาล ควบคู่กับชุมชนท้องถิ่นในพื้นที่ศักยภาพน้ำบาดาลต่ำหรือน้ำบาดาลกร่อยเค็ม มีสิทธิ์ในการใช้ประโยชน์ทรัพยากรน้ำบาดาลใหม่ได้อย่างทั่วถึง

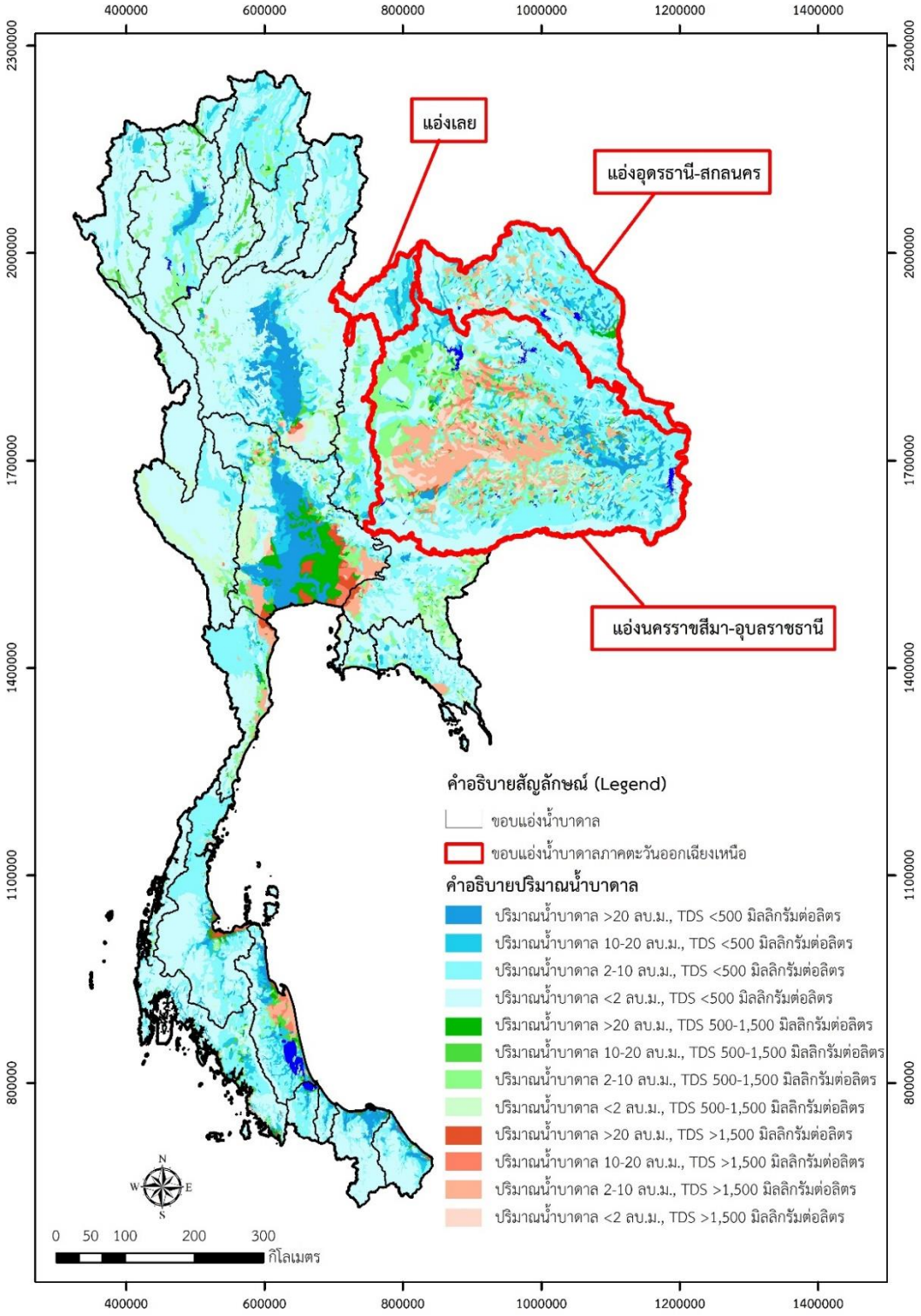
1.9 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.9.1 ทราบธรณีวิทยา โครงสร้างทางธรณีวิทยา คุณสมบัติทางอุทกธรณีวิทยา ทั้งปริมาณและคุณภาพน้ำบาดาล และคุณสมบัติทางชลศาสตร์น้ำบาดาลใหม่ระดับความลึก 600-1,000 เมตร พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย) สำหรับใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาน้ำบาดาลให้กับหน่วยงานอื่น ๆ ต่อไป

1.9.2 ประชาชนในพื้นที่น้ำบาดาลกร่อยเค็ม หรือพื้นที่ศักยภาพน้ำบาดาลต่ำ จำนวน 1,708 ตำบล มีโอกาสเข้าถึงทรัพยากรน้ำบาดาลใหม่ระดับลึกที่มีศักยภาพน้ำบาดาลสูง หรือเหมาะสมต่อการอุปโภคบริโภค เพื่อสร้างความมั่นคง และมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น

1.9.3 สามารถเพิ่มศักยภาพบุคลากร ทั้งทางด้านวิชาการและประสบการณ์ ในการสำรวจประเมินศักยภาพน้ำบาดาล การเจาะและพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลระดับลึกด้วยวิธีการและเทคโนโลยีที่ทันสมัย พร้อมจัดทำคู่มือการเจาะบ่อสำรวจน้ำบาดาลระดับลึก ประกอบด้วย การเตรียมแผนการเจาะบ่อสำรวจ ขั้นตอนการเจาะ และการพัฒนาบ่อน้ำบาดาล จำนวน 10 ชุด

19.4 เสนอแนะแนวทางการพัฒนาน้ำบาดาลในชั้นหินให้น้ำระดับลึกพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย) และใช้เป็นต้นแบบในการศึกษาน้ำบาดาลระดับลึกพื้นที่อื่น ๆ ที่มีลักษณะทางธรณีวิทยาใกล้เคียงกันต่อไป



รูปที่ 1-1 แผนที่น้ำบาดาลแสดงพื้นที่ดำเนินงานโครงการ
(อ้างอิงจาก กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2555)

บทที่ 2
ข้อมูลพื้นฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ดำเนินศึกษาแผนการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 20 ปี แผนยุทธศาสตร์ของประเทศไทยและมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง รวมถึงข้อมูลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าสั่นสะเทือนการสำรวจแร่โพแทช ข้อมูลพื้นฐานพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย) พร้อมทั้งทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 แผนการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 20 ปี ประเทศไทย

“น้ำ” เป็นทรัพยากรที่มีคุณค่าของโลก สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องอาศัยน้ำในการดำรงชีวิต น้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ โดยมีจำนวนมากถึง 3 ใน 4 ส่วนของพื้นโลก ถึงแม้ว่าจะมีน้ำจำนวนมหาศาล แต่การเพิ่มขึ้นของประชากรและการขยายตัวทางเศรษฐกิจทำให้มีความต้องการใช้น้ำมากขึ้น ประกอบกับมีการบุกรุก ทำลายป่าต้นน้ำ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมและภูมิอากาศ เกิดปัญหาภัยพิบัติทางธรรมชาติบ่อยครั้งและรุนแรงมากขึ้น ทั้งปัญหาอุทกภัย ภัยแล้ง ดินโคลนถล่ม และการชะล้างพังทลายของดิน รวมถึงการเพิ่มขึ้นของชุมชนเมือง และการขยายตัวของอุตสาหกรรม ส่งผลให้เกิดปัญหาด้านคุณภาพน้ำทวีความรุนแรงมากขึ้น ที่ผ่านมารัฐบาลได้ให้ความสำคัญในการบริหารจัดการน้ำมาโดยตลอด โดยได้จัดสรรงบประมาณจำนวนมากในการแก้ไขปัญหาและจัดหาแหล่งน้ำเพิ่มเติม แต่ก็ไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างยั่งยืน เนื่องจากไม่มีหน่วยงานกลางในการประสานงาน กำกับดูแล เพื่อให้เกิดการบูรณาการระหว่างหน่วยงานอย่างแท้จริง ผลการดำเนินงานชัดเจนในช่วงที่ผ่านมา ได้แก่ การจัดการเรื่องน้ำอุปโภคบริโภค ซึ่งได้ดำเนินการเกือบครบทุกหมู่บ้าน รวมทั้งการจัดการเพื่อป้องกันน้ำท่วมและอุทกภัยในส่วนที่ยังไม่บรรลุตามเป้าหมาย ได้แก่ การจัดการคุณภาพน้ำและการอนุรักษ์ฟื้นฟูป่าต้นน้ำที่เสื่อมโทรม และในปี พ.ศ. 2558 ได้มีการแต่งตั้งคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (กนช.) มีนายกรัฐมนตรีเป็นประธาน เพื่อทำหน้าที่ผลักดันและขับเคลื่อนยุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำอย่างมีเอกภาพเกิดการบูรณาการในทุกระดับ พร้อมทั้งได้จัดตั้งสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติโดยคำสั่งหัวหน้าคณะรักษาความสงบแห่งชาติที่ 46/2560 ลงวันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2560 ทำหน้าที่ในการบูรณาการข้อมูลสารสนเทศแผนงานโครงการ งบประมาณ และติดตาม ประเมินผลการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ เพื่อให้การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ในปี พ.ศ. 2558 ได้จัดทำ แผนยุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ระยะเวลา 12 ปี (พ.ศ. 2558-2569) แต่เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์สิ่งแวดล้อมและปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง รัฐบาลจึงได้จัดทำยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี

(พ.ศ. 2561–2580) และแผนปฏิรูปประเทศ 11 ด้าน ประกอบกับการกำหนดเป้าหมาย และตัวชี้วัดในยุทธศาสตร์การบริหารจัดการน้ำ 12 ปี บางส่วนยังไม่สามารถตอบสนองยุทธศาสตร์ชาติได้ครบทุกประเด็น ดังนั้น คณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (กนช.) จึงแต่งตั้งคณะอนุกรรมการยุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ เพื่อดำเนินการปรับปรุงเป็นแผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) ให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ รวมถึงแผนพัฒนาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยรูปแบบการปรับปรุงยังคงยึดประเด็นยุทธศาสตร์ทั้ง 6 ด้าน คือ

ด้านที่ 1 การจัดการน้ำอุปโภคบริโภค จัดหาน้ำสะอาดเพื่อการอุปโภคบริโภคให้แก่ชุมชนครบทุกหมู่บ้านหรือทุกครัวเรือน ชุมชนเมือง แหล่งท่องเที่ยวสำคัญ และพื้นที่เศรษฐกิจพิเศษ รวมทั้งการจัดหาแหล่งน้ำสำรองในพื้นที่ซึ่งขาดแคลนแหล่งน้ำต้นทุน พัฒนาน้ำดื่มให้ได้มาตรฐานในราคาที่เหมาะสม และการประหยัดน้ำโดยลดการใช้น้ำภาคครัวเรือน ภาคบริการ และภาคราชการ

ด้านที่ 2 การสร้างความมั่นคงของน้ำ ภาคการผลิต พัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำและระบบส่งน้ำใหม่ให้เต็มศักยภาพ พร้อมทั้งการจัดหาน้ำในพื้นที่เกษตรน้ำฝน เพื่อขยายโอกาสจากศักยภาพโครงการขนาดเล็กและลดความเสี่ยงในพื้นที่ไม่มีศักยภาพ ลดความเสี่ยง/ความเสียหายลง ร้อยละ 50 รวมถึงการเพิ่มผลิตภาพและปรับโครงสร้างการใช้น้ำโดยดำเนินการร่วมกับยุทธศาสตร์ชาติ ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขันและด้านการสร้างโอกาสและความเสมอภาคทางสังคมเพื่อยกระดับผลิตภาพด้านน้ำทั้งระบบ

ด้านที่ 3 การจัดการ น้ำท่วมและอุทกภัย เพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำการจัดระบบป้องกันน้ำท่วมชุมชนเมือง การจัดการพื้นที่น้ำท่วมและพื้นที่ชะลอน้ำ รวมทั้งการบรรเทาอุทกภัยในเชิงพื้นที่อย่างเป็นระบบในระดับลุ่มน้ำและพื้นที่วิกฤต (Area Based) ลุ่มน้ำขนาดใหญ่ ลุ่มน้ำสาขา/ลดความเสี่ยง และความรุนแรงลงไม่น้อยกว่า ร้อยละ 60

ด้านที่ 4 การจัดการ คุณภาพน้ำ และอนุรักษ์ ทรัพยากรน้ำ พัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพระบบรวบรวมและระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน การนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ ป้องกันและลดการเกิดน้ำเสียต้นทาง การควบคุมปริมาณการไหลของน้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศ พร้อมทั้งฟื้นฟูแม่น้ำลำคลองและแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีความสำคัญในทุกมิติ เพื่อการอนุรักษ์ ฟื้นฟู และใช้ประโยชน์ทั่วประเทศ

ด้านที่ 5 การอนุรักษ์ ฟื้นฟูสภาพป่าต้นน้ำ ที่เสื่อมโทรม และป้องกันการพังทลายของดินอนุรักษ์ ฟื้นฟู พื้นที่ป่าต้นน้ำที่เสื่อมโทรม การป้องกัน และลดการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ต้นน้ำและพื้นที่ลาดชัน

ด้านที่ 6 การบริหาร จัดการ จัดตั้งองค์กรด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ (คณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ คณะกรรมการลุ่มน้ำฯลฯ) ปรับปรุงกฎหมายให้ทันสมัย ส่งเสริมความร่วมมือระหว่างประเทศ เชื่อมโยงประเด็นการพัฒนาและการหาแหล่งเงินทุน พัฒนาระบบฐานข้อมูลประกอบการตัดสินใจ (คลังน้ำชาติ) สนับสนุนองค์กรลุ่มน้ำสนับสนุนการแลกเปลี่ยนข้อมูล

ระหว่างภาครัฐและเอกชน การบริหารจัดการชลประทาน การศึกษาวิจัย เตรียมความพร้อม ส่งเสริมการประชาสัมพันธ์และการมีส่วนร่วมของประชาชนและภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง สร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ พัฒนางานวิจัย นวัตกรรม และเทคโนโลยีสนับสนุนการสร้างมูลค่าเพิ่มในภาคการบริการและการผลิต รวมถึงพัฒนารูปแบบเพื่อยกระดับการจัดการน้ำในพื้นที่และลุ่มน้ำ (เชื่อมโยงการตลาด พลังงาน การผลิต และของเสีย)

การจัดการน้ำอุปโภคบริโภค จัดหาน้ำสะอาดเพื่อการอุปโภคบริโภคให้แก่ชุมชน ครบทุกหมู่บ้านหรือทุกครัวเรือน ชุมชนเมือง แหล่งท่องเที่ยวสำคัญ และพื้นที่เศรษฐกิจพิเศษ รวมทั้งการจัดหาแหล่งน้ำสำรองในพื้นที่ซึ่งขาดแคลนแหล่งน้ำต้นทุน พัฒนาน้ำดื่มให้ได้มาตรฐาน ในราคาที่เหมาะสม และการประหยัดน้ำโดยลดการใช้น้ำภาคครัวเรือน ภาคบริการ และภาคราชการ ของแผนการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) มีความสอดคล้องกับการดำเนินโครงการศึกษาสำรวจแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย) ที่กรมทรัพยากรน้ำบาดาลกำลังดำเนินโครงการ ฯ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนบริหารจัดการด้านทรัพยากรน้ำบาดาลได้อย่างเป็นรูปธรรมต่อไปในอนาคต แก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภคของประชาชนในพื้นที่ นอกจากนี้ ยังเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีการสำรวจการพัฒนาน้ำบาดาลระดับลึก 1,000 เมตร สามารถรองรับการเจาะสำรวจและพัฒนาน้ำบาดาลระดับลึกแอ่งน้ำบาดาลทั่วประเทศ รวมทั้งพัฒนาบุคลากรให้มีความพร้อมในการรับมือปัญหาการขาดแคลนน้ำและความต้องการใช้น้ำที่เพิ่มสูงขึ้น รองรับการพัฒนาประเทศในอนาคต

2.2 นโยบายรัฐ แผนยุทธศาสตร์ของประเทศไทยและมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน พ.ศ. 2573 (Sustainable Development Goals: SDGs)

เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน พ.ศ. 2573 (Sustainable Development Goals: SDGs) เป็นเป้าหมายการพัฒนาระดับนานาชาติ ซึ่งประเทศสมาชิกสหประชาชาติได้ร่วมกันรับรองตามวาระการพัฒนาที่ยั่งยืน พ.ศ. 2573 เป็นเป้าหมายที่กำหนดทิศทางการพัฒนาในช่วงระยะเวลา 15 ปี (พ.ศ. 2558-2573) ประกอบด้วย 17 เป้าหมาย ซึ่งเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนมีส่วนสำคัญในการกำหนดทิศทางการพัฒนาประเทศไทยในอนาคต โดยเฉพาะ เป้าหมายที่ 6 การเข้าถึงการใช้น้ำสะอาดและสุขาภิบาลที่ดี ปัญหาการขาดแคลนน้ำสะอาด เป้าหมายที่ 12 มีการบริโภคและการผลิตที่ยั่งยืนเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และเป้าหมายที่ 13 การรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

กระแสโลกาภิวัตน์จะทวีความเข้มข้นขึ้นอย่างต่อเนื่อง มีการเคลื่อนย้ายอย่างเสรีและรวดเร็วของผู้คน เงินทุน ข้อมูลข่าวสาร องค์ความรู้ เทคโนโลยี สินค้าและบริการ การรวมกลุ่มเศรษฐกิจในภูมิภาค จะนำไปสู่การเชื่อมโยงทุกระบบ ในขณะที่ศูนย์รวมอำนาจทางเศรษฐกิจโลก จะเคลื่อนย้ายมาสู่ทวีปเอเชีย ทำให้มีการเติบโตด้านเศรษฐกิจในภูมิภาคเอเชียสูง มีผลต่อโครงสร้างภาคอุตสาหกรรม

การค้าและบริการ รวมทั้งการเคลื่อนย้าย ประชากรจากชนบทเข้าสู่เมืองมากขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้น้ำจากความจำเป็นพื้นฐานไปสู่การเพิ่มคุณภาพชีวิต

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทำให้เกิดภัยธรรมชาติถี่และรุนแรงมากขึ้น ส่งผลต่อการผลิตในภาคการเกษตร ความมั่นคงด้านน้ำและอาหาร เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจอย่างรุนแรง สำหรับ ประเทศไทยความผันผวนและความเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ส่งผลต่อเนื่องไปถึงการผลิตและการส่งออก สินค้าเกษตรและอาหาร ซึ่งเป็นแหล่งรายได้สำคัญของประเทศและอาจก่อให้เกิดความไม่มั่นคงด้านอาหาร ทั้งระดับประเทศและระดับครัวเรือน ประเด็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจก อาจถูกใช้เป็นเงื่อนไขในการกำหนด มาตรฐานสินค้าสำหรับการค้าระหว่างประเทศ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อภาคการส่งออกของไทย แต่ก็อาจสร้างโอกาสให้ธุรกิจใหม่ด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ผลิตภัณฑ์และบริการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม การเพิ่มประสิทธิภาพ การลดของเสียเป็นต้น

2.2.2 ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580)

ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) ประกอบด้วย 6 ยุทธศาสตร์ ได้แก่

ยุทธศาสตร์ที่ 1 ยุทธศาสตร์ชาติด้านความมั่นคง เป้าหมายการพัฒนา คือ ประเทศชาติมั่นคง ประชาชนมีความสุข เน้นการบริหารจัดการสภาวะแวดล้อมของประเทศ ให้มีความมั่นคง ปลอดภัย เอกราช อธิปไตย และมีความสงบเรียบร้อยในทุกระดับ มุ่งเน้น การพัฒนาคน เทคโนโลยี และระบบฐานข้อมูลขนาดใหญ่ ใช้กลไกการแก้ไขปัญหาแบบบูรณาการบนพื้นฐานของหลักธรรมาภิบาล

ยุทธศาสตร์ที่ 2 ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน เป้าหมายการพัฒนา คือ การยกระดับศักยภาพของประเทศในหลากหลายมิติ บนพื้นฐานแนวคิด (1) การต่อยอดอดีต โดยมองกลับไปยังรากเหง้า จุดเด่น และความได้เปรียบของประเทศ นำมาประยุกต์ผสมผสานกับเทคโนโลยีและนวัตกรรม (2) ปรับปัจจุบัน เพื่อปูทางสู่อนาคต ผ่านการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของประเทศ (3) สร้างคุณค่าใหม่ในอนาคต โดยเพิ่มศักยภาพของผู้ประกอบการ พัฒนาคนรุ่นใหม่ และปรับรูปแบบธุรกิจ เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาด

ยุทธศาสตร์ที่ 3 ยุทธศาสตร์ชาติด้านการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ เป้าหมายการพัฒนา คือ พัฒนาคนในทุกมิติและทุกช่วงวัยให้เป็นคนดี เก่ง และมีคุณภาพ มีความพร้อมทั้งกาย ใจ สติปัญญา มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 สู่การเป็นคนไทยที่มีทักษะสูง เป็นนวัตกรรม นักคิด ผู้ประกอบการ เกษตรกรยุคใหม่ และอื่น ๆ โดยมีอาชีพตามความถนัดของตน

ยุทธศาสตร์ที่ 4 ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างโอกาสและความเสมอภาคทางสังคม เป้าหมายการพัฒนา คือ การดึงเอาพลังของภาคส่วนต่าง ๆ มาร่วมขับเคลื่อน โดยการสนับสนุนการรวมตัวของประชาชนในการร่วมคิดร่วมทำเพื่อส่วนรวม การกระจายอำนาจและความรับผิดชอบไปสู่กลไกการบริหารราชการแผ่นดินในระดับท้องถิ่น การเสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชน โดยรัฐให้หลักประกันการเข้าถึงบริการและสวัสดิการที่มีคุณภาพอย่างเป็นธรรม และยั่งยืน

ยุทธศาสตร์ที่ 5 ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เป้าหมายการพัฒนา คือ การพัฒนาที่ยั่งยืนในทุกมิติ และความเป็นหุ้นส่วนความร่วมมือระหว่างกันอย่างบูรณาการ บนพื้นฐานการเติบโตร่วมกัน มีการสร้างสมดุลทั้งด้านเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และคุณภาพชีวิต เพื่อนำไปสู่ความยั่งยืนเพื่อคนรุ่นต่อไปอย่างแท้จริง

ยุทธศาสตร์ที่ 6 ยุทธศาสตร์ชาติด้านการปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการภาครัฐ เป้าหมายการพัฒนา คือ การปรับเปลี่ยนภาครัฐที่ยึดหลัก ภาครัฐของประชาชน เพื่อประชาชนและประโยชน์ส่วนรวม โดยภาครัฐต้องมีขนาดที่เหมาะสมกับบทบาทภารกิจ แยกแยะบทบาทหน่วยงานของรัฐ ยึดหลักธรรมาภิบาล ปรับวัฒนธรรมการทำงานให้มุ่งผลสัมฤทธิ์และผลประโยชน์ส่วนรวม มีความทันสมัย และพร้อมที่จะปรับตัวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลง การนำนวัตกรรม เทคโนโลยีข้อมูลขนาดใหญ่ รวมถึงการนำระบบการทำงานที่เป็นดิจิทัลเข้ามาประยุกต์ใช้อย่างคุ้มค่าและปฏิบัติงานเทียบได้กับมาตรฐานสากล นอกจากนั้น กฎหมายต้องมี ความชัดเจน มีเพียงเท่าที่จำเป็น มีความทันสมัยและความเป็นสากล

ทิศทางการพัฒนาภาคภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติและกรอบการพัฒนาด้านน้ำ ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) และแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ ในประเด็น การบริหารจัดการน้ำทั้งระบบ (พ.ศ. 2561-2580) จะเป็นกรอบหลักของการพัฒนาประเทศไทยให้มีความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน โดยมีแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เป็นเครื่องมือหรือกลไกที่สำคัญ ในการถ่ายทอดยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) ไปสู่การปฏิบัติและขับเคลื่อนให้บรรลุเป้าหมายในระยะยาวที่กำหนดไว้ แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 12 มียุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ คือ ยุทธศาสตร์ที่ 4 การเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน และมีแนวทางการพัฒนาที่เกี่ยวข้อง คือ 1) การรักษา ฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ สร้างสมดุลการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนและเป็นธรรม 2) เพิ่มประสิทธิภาพ การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อให้เกิดความมั่นคง สมดุล และยั่งยืน 3) การบริหารจัดการ เพื่อลดความเสี่ยง ด้านภัยพิบัติ และได้จัดทำทิศทางการพัฒนาภาคในระยะแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 12 เพื่อเป็นเครื่องมือในการแปลงแผนไปสู่ การปฏิบัติ การกำหนดทิศทางการพัฒนาเชิงพื้นที่ตามศักยภาพภูมิสังคมของแต่ละภาค ทั้ง 6 ภาค ซึ่งในด้านการบริหาร จัดการทรัพยากรน้ำได้กำหนดทิศทางการพัฒนาด้านน้ำในแต่ละภาคไว้ให้สอดคล้องและสนับสนุนกัน

2.2.3 ยุทธศาสตร์กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579) และยุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579)

ยุทธศาสตร์ที่ 1 : สำรวจและผลิตน้ำต้นทุนเพื่อตอบสนองความต้องการน้ำด้านอุปโภคบริโภค เกษตร อุตสาหกรรมท่องเที่ยวและบริการ

พัฒนาน้ำบาดาล ทำแผนความต้องการการใช้น้ำบาดาล เพื่อการอุปโภคบริโภค การผลิตทั้งด้านเกษตร อุตสาหกรรม ท่องเที่ยวและบริการ ที่พร้อมเผยแพร่ต่อสาธารณะชน โดยดำเนินการ ดังนี้ เร่งจัดทำแผนพัฒนาการใช้ประโยชน์ของน้ำบาดาลเชิงรุกแบบองค์รวม เพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค ภาคการผลิต ทั้งด้านการเกษตร อุตสาหกรรม และบริการ เร่งรัดพัฒนาน้ำบาดาลและระบบประปาบาดาลในพื้นที่เป้าหมายให้ครบถ้วน

ยุทธศาสตร์ที่ 2 : เสริมสร้างศักยภาพการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล

คุ้มครองพื้นที่น้ำบาดาล และมาตรการเชิงรับ เน้นการพัฒนาบุคลากร และ การจัดการความรู้ พัฒนาระบบฐานข้อมูล การมีส่วนร่วม สร้างแรงจูงใจ เพิ่มแนวทางใช้งบกองทุนฯ เผยแพร่ข้อมูลสถานการณ์น้ำบาดาล พัฒนากฎหมาย และเพิ่มการประชาสัมพันธ์

ยุทธศาสตร์ที่ 3 : เสริมสร้างขบวนการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องกับน้ำบาดาล ทั้งระดับนโยบายระดับปฏิบัติ กลุ่มผู้ใช้น้ำบาดาล ภาคเอกชน ภาคประชาชน NGO และระดับลุ่มน้ำ

บริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลในระดับลุ่มน้ำและจังหวัดมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนเพื่อเป็นกลไกเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลให้เกิดประโยชน์อย่างทั่วถึงและเป็นธรรม เสริมสร้างความเข้มแข็งให้เครือข่ายน้ำบาดาลทั้งภายในประเทศ และนานาประเทศ ทั้งในและนอกภูมิภาค ระดับปฏิบัติ (หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง) รวมทั้งกลุ่มผู้ใช้น้ำในระดับพื้นที่ลุ่มน้ำ และสร้างความเป็นผู้นำในประชาคมอาเซียนด้านน้ำบาดาล

ยุทธศาสตร์ที่ 4 : ส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมในการวิจัย และพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำบาดาล

ประชาชนได้รับการบริการ และใช้ประโยชน์จากการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลได้อย่างเหมาะสมและทันต่อสถานการณ์ ประชาชนมีแหล่งน้ำสำรองเพิ่มขึ้นในภาวะวิกฤต เพื่อให้มีระบบสารสนเทศที่ทันสมัยและเหมาะสมกับการใช้งานในทุกระดับ เพื่อให้มีเครื่องมือ อุปกรณ์ และสิ่งอำนวยความสะดวก และระบบเทคโนโลยีสารสนเทศอันทันสมัย จำเป็นต่อการบริหารจัดการและพัฒนาทรัพยากรน้ำบาดาล รวมทั้งให้บริการงานด้านน้ำบาดาลอย่างเพียงพอและมีประสิทธิภาพ

2.2.4 แผนพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พ.ศ.2560-2565 ฉบับทบทวน

ยุทธศาสตร์ที่ 1 บริหารจัดการน้ำให้เพียงพอต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและคุณภาพชีวิตอย่างยั่งยืน

แนวทางการพัฒนา

1) พัฒนาแหล่งน้ำเดิมและแหล่งน้ำธรรมชาติ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการกักเก็บน้ำ โดยการปรับปรุงอ่างเก็บน้ำ หนอง ฝายและพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีอยู่เดิม และพัฒนาแหล่งน้ำธรรมชาติให้สามารถเพิ่มปริมาณการกักเก็บ รวมทั้งพัฒนาแหล่งน้ำใต้ดินตามความเหมาะสมของพื้นที่โดยไม่ให้เกิดผลกระทบจากดินเค็ม สร้างแหล่งกักเก็บ (แก้มลิง) อ่างเก็บน้ำ ฝาย และแหล่งน้ำขนาดเล็กในพื้นที่ที่เหมาะสมในพื้นที่การเกษตร

2) พัฒนาแหล่งน้ำใหม่ในพื้นที่ลุ่มน้ำโขง ชี มูล โดยศึกษา สำรวจ และจัดหาพื้นที่เพื่อพัฒนาแหล่งน้ำ ตลอดจนการผันน้ำระหว่างลุ่มน้ำ แม่น้ำในภาคและระหว่างภาค

3) พัฒนาระบบส่งและกระจายน้ำ เช่น ระบบสูบน้ำ อาคารบังคับน้ำ คลองส่งน้ำ เป็นต้น

4) บริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการเชิงลุ่มน้ำทั้งระบบ โดยดำเนินการในระดับลุ่มน้ำให้มีความสมดุลระหว่างการใช้น้ำทุกกิจกรรมกับปริมาณน้ำต้นทุน ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เกี่ยวข้องทุกภาคส่วน และมีการจัดทำแผนบริหารจัดการน้ำทั้งในระยะเร่งด่วนและระยะยาวเพื่อป้องกันความเสียหายจากอุทกภัยและภัยแล้ง

ยุทธศาสตร์ที่ 3 สร้างความเข้มแข็งของฐานเศรษฐกิจภายในควบคู่กับการแก้ปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

แนวทางการพัฒนา

1) พัฒนาอาชีพและรายได้ของเกษตรกร โดยสร้างความมั่นคงของเกษตรกรรายย่อย โดยยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง เกษตรทฤษฎีใหม่ เกษตรทางเลือก เกษตรกรรมยั่งยืน เกษตรแปลงใหญ่ เกษตรอัตลักษณ์พื้นถิ่น เกษตรปลอดภัย เกษตรชีวภาพ เกษตรแปรรูป เกษตรอัจฉริยะ และระบบนิเวศการพัฒนาการเกษตร สนับสนุนการรวมกลุ่มเกษตรกร พัฒนาความเข้มแข็งขององค์กรและสถาบันเกษตรกร พัฒนาเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนหรือสหกรณ์การเกษตร พัฒนาเกษตรกรรุ่นใหม่ให้เป็นมืออาชีพ สนับสนุนการเข้าถึงแหล่งเงินทุนที่เป็นธรรม

2) พัฒนาพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ให้เป็นแหล่งผลิตข้าวหอมมะลิคุณภาพสูง ในพื้นที่จังหวัดยโสธร จังหวัดสุรินทร์ จังหวัดร้อยเอ็ด จังหวัดมหาสารคาม และจังหวัดศรีสะเกษ รวมทั้งพื้นที่ที่มีศักยภาพอื่น ๆ โดยปรับกระบวนการผลิต ให้อยู่ภายใต้มาตรฐานเกษตรปลอดภัย พัฒนาห่วงโซ่เกษตรอินทรีย์ให้ครอบคลุมทุกขั้นตอนการผลิต พร้อมทั้งขยายพื้นที่เกษตรอินทรีย์ โดยส่งเสริมการผลิตและแปรรูปโดยใช้นวัตกรรม การยกระดับราคาสินค้าเกษตรอินทรีย์ให้แตกต่างจากสินค้าเกษตรที่ใช้สารเคมี และการพัฒนาระบบการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ การส่งเสริมกระบวนการตรวจรับรอง

แบบมีส่วนร่วมในการตรวจสอบกันเองของสมาชิกกลุ่มผู้ผลิตและชุมชน รวมทั้งการจัดทำโซนนิ่งระบบเกษตรอินทรีย์อย่างเป็นรูปธรรม โดยนำร่องในพื้นที่ที่มีความพร้อมและเหมาะสม และเชื่อมโยงไปสู่การท่องเที่ยวเชิงเกษตรหรือการท่องเที่ยววิถีไทยเพื่อขยายฐานรายได้ พร้อมทั้งจัดทำฐานข้อมูลเกษตรอินทรีย์ เพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนการผลิตที่เหมาะสม สนับสนุนการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมใหม่ๆ ให้ตอบสนองตลาดสินค้าเพื่อสุขภาพและการส่งออก จัดตั้งกองทุนเกษตรอินทรีย์ ตลอดจนมาตรการส่งเสริมตลาดสีเขียวในชุมชนและท้องถิ่น ส่งเสริมเกษตรกรและกลุ่มเกษตรกรจำหน่ายสินค้าผ่านช่องทางพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-Commerce) ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ

3) ส่งเสริมการปรับเปลี่ยนไปสู่สินค้าเกษตรชนิดใหม่ตามศักยภาพของพื้นที่ (Zoning) และความต้องการตลาด โดยส่งเสริมการปลูกพืชผัก ผลไม้ และไม้ดอก ในพื้นที่จังหวัดเลย จังหวัดหนองคาย จังหวัดบึงกาฬ จังหวัดนครพนม จังหวัดศรีสะเกษ และจังหวัดอุบลราชธานี โดยสนับสนุนการปรับปรุงพัฒนาพันธุ์ การตรวจรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตร การประชาสัมพันธ์และการจัดตั้งตลาดกลาง รวมทั้งส่งเสริมการปลูกพืชสมุนไพรสำคัญที่เป็นสารตั้งต้นในการแปรรูปผลิตสินค้าในพื้นที่จังหวัดสกลนคร จังหวัดมหาสารคาม จังหวัดเลย จังหวัดอำนาจเจริญ และจังหวัดอุบลราชธานี ให้มีปริมาณมากพอและมีคุณภาพตามระบบมาตรฐานการเกษตรตามความต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ จัดทำฐานข้อมูลพื้นที่ปลูกพืชสมุนไพรเพื่อการบริหารจัดการ และส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อคุณภาพสูงในพื้นที่จังหวัดสกลนคร จังหวัดมุกดาหาร จังหวัดนครพนม จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดสุรินทร์ จังหวัดชัยภูมิ จังหวัดบุรีรัมย์ และจังหวัดอุบลราชธานี และโคนม ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดขอนแก่น โดยสนับสนุนการปรับปรุงพันธุ์ ส่งเสริมการปลูกแปลงหญ้าและปรับปรุงคุณภาพอาหารสัตว์ พัฒนาเทคโนโลยีการเลี้ยงและทักษะเกษตรกร รวมทั้งการจัดระบบมาตรฐานโรงฆ่าสัตว์ให้ได้มาตรฐานอุตสาหกรรม (GMP) และเพิ่มช่องทางการจำหน่ายและขยายตลาดไปสู่อาเซียน

4) ส่งเสริมและพัฒนาเศรษฐกิจฐานชีวภาพ (Bio Economy) ให้เป็นฐานรายได้ใหม่ที่สำคัญของภาค โดยมุ่งลงทุนสร้างเศรษฐกิจบนฐานของการวิจัยและนวัตกรรมระดับสูง ในลักษณะสหวิทยาการ ที่ใช้ทรัพยากรฐานชีวภาพ (พืช สัตว์ จุลินทรีย์) รวมถึงวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ของเสียและน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ฟาร์มปศุสัตว์ และชุมชน พัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ชีวภาพที่มีมูลค่าสูง ก่อให้เกิดความก้าวหน้าและนวัตกรรมในมิติใหม่ๆ ที่ส่งผลต่อการปฏิรูปภาคเกษตร อาหาร สาธารณสุขและการแพทย์ พลังงาน อุตสาหกรรมเคมี และภาคสังคม โดยพัฒนาให้จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดขอนแก่น จังหวัดอุบลราชธานี และจังหวัดสกลนคร เป็นศูนย์กลางอุตสาหกรรมเกษตรแปรรูปและอาหารแบบครบวงจร ส่งเสริมการแปรรูปสมุนไพรในพื้นที่จังหวัดสกลนคร จังหวัดมหาสารคาม จังหวัดสุรินทร์ จังหวัดอำนาจเจริญ และจังหวัดอุดรธานี โดยพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตให้ได้มาตรฐาน GMP พัฒนาระบบรับรองผลิตภัณฑ์สมุนไพรและสร้างแบรนด์เพื่อเพิ่มขีดความสามารถ

ในการแข่งขันและส่งออก ส่งเสริมอุตสาหกรรมใหม่และธุรกิจแนวใหม่ในพื้นที่กลุ่มจังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลาง กลุ่มจังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง 1 และตอนล่าง 2 ด้วยการพัฒนาต่อยอดจากวัตถุดิบและของเหลือทิ้งทางการเกษตร/อุตสาหกรรม และฐานความหลากหลายทางชีวภาพไปสู่ผลิตภัณฑ์มูลค่าสูง เช่น ชีวเภสัชภัณฑ์ อาหาร อาหารสัตว์ในอนาคต โปรตีนทางเลือก ผลิตภัณฑ์อินทรีย์ พลาสติกชีวภาพ (bio-plastic) สารสกัดจากพืชมูลค่าสูง เอนไซม์หรืออาหารเสริมสุขภาพจากจุลินทรีย์ เป็นต้น รวมทั้งสร้างความมั่นคงทางพลังงานระดับชุมชน จากการนำวัตถุดิบในชุมชนของเหลือทิ้งทางการเกษตร ขยะครัวเรือน มาผลิตเป็นพลังงานเพื่อใช้ภายในครัวเรือนหรือชุมชน และส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนในระดับชุมชน

5) ส่งเสริมและสนับสนุนธุรกิจ SMEs ธุรกิจ Startup และวิสาหกิจชุมชน ผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค ในพื้นที่เชื่อมโยงระเบียงเศรษฐกิจแนวตะวันออก-ตะวันตก ได้แก่ จังหวัดชัยภูมิ จังหวัดขอนแก่น จังหวัดกาฬสินธุ์ จังหวัดร้อยเอ็ด และจังหวัดมุกดาหาร เพื่อการส่งออกสู่ประเทศเพื่อนบ้าน โดยเน้นอุตสาหกรรมสีเขียวและการใช้วัตถุดิบในพื้นที่ พัฒนาผู้ประกอบการ รวมทั้งสนับสนุนความรู้ด้านกฎ ระเบียบที่เกี่ยวข้อง ส่งเสริมการเข้าถึงแหล่งเงินทุนที่เป็นธรรม การพัฒนาช่องทางการตลาดในต้นทุนที่ต่ำโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เช่น E-Commerce, E-Marketing เป็นต้น

6) ยกระดับมาตรฐานสินค้ากลุ่มผ้าไหม ผ้าฝ้าย ผ้าย้อมคราม และส่งเสริมพื้นที่ที่มีศักยภาพให้ก้าวไปสู่การเป็นศูนย์กลางแฟชั่นในระดับภูมิภาค อาทิ จังหวัดกาฬสินธุ์ จังหวัดขอนแก่น จังหวัดชัยภูมิ จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดสุรินทร์ และจังหวัดสกลนคร เป็นต้น โดยส่งเสริมการพัฒนาคุณภาพสินค้า การออกแบบ และตราสัญลักษณ์ พัฒนาเทคโนโลยีและงานศึกษาวิจัยสร้างนวัตกรรมเพิ่มมูลค่า พร้อมทั้งพัฒนาและยกระดับผลิตภัณฑ์ชุมชนอื่น ๆ ยกระดับผู้ประกอบการและนักออกแบบรุ่นใหม่ ให้มีทักษะ มีความรู้ความสามารถทั้งการออกแบบและการจัดการ เพื่อให้สินค้ามีความหลากหลายและทันสมัย สร้างความเชื่อมโยงระหว่างวิสาหกิจชุมชนและวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมกับภาคอุตสาหกรรม และส่งเสริมการจับคู่ธุรกิจเพื่อสร้างโอกาสทางธุรกิจ

7) พัฒนาเมืองศูนย์กลางจังหวัดเป็นเมืองน่าอยู่ โดยจัดระบบสาธารณูปโภคสาธารณูปการที่มีคุณภาพและให้เพียงพอต่อความต้องการของประชาชนและกิจกรรมเศรษฐกิจในเมือง จัดระบบบริการสังคมที่ได้มาตรฐาน ที่อยู่อาศัยของผู้มีรายได้น้อย ให้ความสำคัญต่อการผังเมือง การเพิ่มพื้นที่สีเขียว ความสะอาด และดูแลความปลอดภัยของประชาชน และรักษาความสมดุลของระบบนิเวศ มุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และสนับสนุนพลังงานสะอาด

8) อนุรักษ์และส่งเสริมการฟื้นฟูทรัพยากรป่าไม้ให้คงความอุดมสมบูรณ์และรักษาความหลากหลายทางชีวภาพของพื้นที่ต้นน้ำและป่าธรรมชาติที่สำคัญในพื้นที่จังหวัดเลย จังหวัดอุดรธานี จังหวัดสกลนคร จังหวัดชัยภูมิ จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดบุรีรัมย์ จังหวัดสุรินทร์ และจังหวัดศรีสะเกษ โดยกำหนดและทำเครื่องหมายแนวเขตพื้นที่ป่าอนุรักษ์และพื้นที่ป่านอกเขตอนุรักษ์ให้ชัดเจน ส่งเสริม

ประชาชนมีส่วนร่วมในการฟื้นฟู ปลูกป่า และป้องกันการบุกรุก เพื่อรักษาพื้นที่ป่าต้นน้ำและป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน รวมถึงการอนุรักษ์พื้นที่ชุ่มน้ำ

9) ส่งเสริมและสนับสนุนการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาความรู้ เทคโนโลยี นวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ ในการพัฒนาภาค โดยใช้ประโยชน์จากสถาบันการศึกษา หน่วยงานด้านการวิจัยพัฒนาที่กระจายตัวอยู่ในพื้นที่ สร้างความเชื่อมโยงสถาบันการศึกษา และภาคเอกชนเพื่อพัฒนาเครือข่ายของอุตสาหกรรมในลักษณะคลัสเตอร์ สนับสนุนสถาบันการศึกษาหรือสถาบันวิจัย ให้มีความพร้อมด้านโครงสร้างพื้นฐานและบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยในขั้นประยุกต์และทดลองเพิ่มขึ้น ทั้งการจัดทำผลิตภัณฑ์ต้นแบบ การทำวิจัยตลาด การทดสอบผลิตภัณฑ์และโรงงานนำร่อง เพื่อให้สามารถแปลงงานวิจัยไปสู่การใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ได้อย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น

ยุทธศาสตร์ที่ 5 ใช้โอกาสจากการพัฒนาโครงข่ายคมนาคมขนส่งที่เชื่อมโยงพื้นที่เศรษฐกิจหลักภาคกลางและพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก (EEC) เพื่อพัฒนาเมือง และพื้นที่เศรษฐกิจใหม่ ๆ ของภาค

แนวทางการพัฒนา

1) เร่งพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานขนาดใหญ่ที่เชื่อมโยงภาคกับพื้นที่เศรษฐกิจหลักภาคกลางและพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก (EEC) ให้แล้วเสร็จตามแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ อาทิ แผนการพัฒนารถไฟความเร็วสูง ช่วงนครราชสีมา-หนองคาย การพัฒนาโครงข่ายรถไฟทางคู่ช่วงขอนแก่น-หนองคาย ช่วงจิระ-อุบลราชธานี และโครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองและทางพิเศษช่วงระเบียงเศรษฐกิจ EWEC ด้านตะวันออก

2) เร่งพัฒนาโครงข่ายระบบการคมนาคมขนส่งภายในภาคให้เป็นระบบที่สมบูรณ์ อาทิ การพัฒนารถไฟสายใหม่ (บ้านไผ่-นครพนม) โครงการพัฒนาท่าอากาศยาน ให้สามารถรองรับปริมาณความต้องการเดินทางและขนส่งสินค้าทางอากาศที่เพิ่มขึ้น (อุดรธานี อุบลราชธานี บุรีรัมย์ ร้อยเอ็ด นครราชสีมา ขอนแก่น เลย และสกลนคร) และขยายถนน 4 ช่องจราจรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางหลวง

3) พัฒนาเมืองขอนแก่นให้เป็นเมืองศูนย์กลางเศรษฐกิจ การค้า การลงทุน การบริการสุขภาพและศูนย์กลางการศึกษา โดยจัดทำแผนแม่บทพื้นที่ศูนย์กลางความเจริญ เช่น เขตอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ เขตนวัตกรรม พื้นที่อนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรม และพื้นที่เปิดโล่ง เป็นต้น พัฒนาและปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานเชื่อมโยงกับระบบโครงสร้างพื้นฐานหลักที่เชื่อมโยงระหว่างภาค เร่งรัดพัฒนาระบบขนส่งรางเบาเมืองขอนแก่น พร้อมทั้งส่งเสริมระบบขนส่งสาธารณะในเมืองให้เชื่อมโยงระหว่างเมืองและระบบขนส่งอื่น

4) พัฒนาพื้นที่รอบสถานีขนส่งระบบรางในเมืองที่มีศักยภาพที่สำคัญ อาทิ เมืองขอนแก่น เมืองนครราชสีมา และเมืองอุบลราชธานี โดยพัฒนาพื้นที่ในรูปแบบเมืองกระชับ ให้มีการใช้ประโยชน์

ที่ดินแบบผสมผสานทั้งการทำงาน การอยู่อาศัย และการนันทนาการล้อมรอบสถานีขนส่ง และพัฒนาพื้นที่บริเวณเมืองชายแดนที่มีศักยภาพ รวมทั้งบริเวณใกล้พื้นที่เขตเศรษฐกิจพิเศษชายแดน อาทิ จังหวัดนครพนม จังหวัดหนองคาย และจังหวัดมุกดาหาร ให้มีความพร้อมสำหรับรองรับกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคมที่เชื่อมโยงกับประเทศเพื่อนบ้าน เป็นศูนย์กลางความเจริญในการกระจายความเจริญไปยังพื้นที่โดยรอบ

5) พัฒนาอุตสาหกรรมต่อเนื่องจากการพัฒนาระบบคมนาคม โดยพัฒนาและยกระดับความเชี่ยวชาญของผู้ประกอบการอุตสาหกรรมซ่อมบำรุงและผลิตชิ้นส่วนอากาศยานและระบบรางที่ได้มาตรฐานและเป็นที่ยอมรับในระดับสากล พัฒนากำลังแรงงานและนวัตกรรมเพื่อเตรียมพร้อมรองรับการพัฒนาอุตสาหกรรมการบินในจังหวัดนครพนม อุตสาหกรรมระบบรางในจังหวัดขอนแก่นและพัฒนาสถานีขนส่งสินค้าในจังหวัดขอนแก่น จังหวัดนครราชสีมา และจังหวัดอุดรธานี

นโยบายรัฐ แผนยุทธศาสตร์ของประเทศไทยและมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง ดังที่กล่าวมาข้างต้น เป็นแนวทางในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศไทย ซึ่งตระหนักว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเร่งทำการศึกษา และประเมินศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลในระดับลึกพื้นที่ศักยภาพต่ำ พื้นที่น้ำเค็มและพื้นที่หาน้ำยากของประเทศ เพื่อพัฒนาขึ้นมาใช้ประโยชน์ เป็นการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำในพื้นที่เฉพาะ เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านนี้ และเพื่อรองรับการพัฒนาประเทศในอนาคต โดยการดำเนินการ “โครงการศึกษาเพื่อการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย)”

2.3 ข้อมูลพื้นฐานพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย)

2.3.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นที่ราบใหญ่ตอนใจกลางของแหลมทองหรืออินโดแปซิฟิก อยู่ระหว่างเส้นแวง 101 องศา กับ 105 องศาตะวันออก และเส้นรุ้ง 14 องศา กับ 18 องศา 30 ลิปดาเหนือ มีทิวเขาเป็นกรอบล้อมรอบพื้นที่อยู่เกือบทุกด้าน จึงมีสภาพเป็นที่ราบสูง มีอากาศร้อนจัด และหนาวจัด พื้นดินไม่เก็บน้ำจึงมีสภาพแห้งแล้ง พื้นที่อันกว้างขวางจึงเป็นป่าดงและทุ่งหญ้า อย่างไรก็ตามในระยะต่อมาเมื่อได้มีโครงการชลประทานเพิ่มมากขึ้น ทำให้ภาคนี้กลับกลายเป็นอู่ข้าวอู่น้ำแหล่งที่สองรองจากภาคกลางในด้านภูมิรัฐศาสตร์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นเขตชายแดนติดต่อกับสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวและประเทศกัมพูชา สามารถติดต่อกับสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวได้อย่างสะดวก โดยมีลำน้ำโขงเป็นตัวกั้นระหว่างสองประเทศ ส่วนประเทศกัมพูชา มีเทือกเขาพนมดงรักกั้นอยู่อย่างค่อนข้างสมบูรณ์ การติดต่อถูกจำกัดอยู่ตามช่องทางต่าง ๆ ผ่านเขาที่สูงชัน และเป็นแนวยาวตลอดภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ประมาณ 155,400 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณหนึ่งในสามของพื้นที่ประเทศไทย และมีประชากรอยู่ประมาณหนึ่งในสามของประชากรทั้งประเทศ

2.3.2 ลักษณะทั่วไปของประชากรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จำนวนประชากร

เนื่องจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นภาคที่มีพื้นที่กว้างใหญ่ที่สุดและจำนวนประชากรถึง 21.8 ล้านคน (กรมการปกครอง, 2565) ประมาณ 1 ใน 3 ของประชากรทั้งหมดในประเทศ จังหวัดที่มีประชากรเกินล้านคนมีถึง 10 จังหวัด คือ จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดอุบลราชธานี จังหวัดอุดรธานี จังหวัดขอนแก่น จังหวัดชัยภูมิ จังหวัดบุรีรัมย์ จังหวัดศรีสะเกษ จังหวัดร้อยเอ็ด จังหวัดสุรินทร์ และจังหวัดสกลนคร

ความหนาแน่นของประชากร

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นภาคที่มีประชากรหนาแน่นเป็นอันดับที่ 2 ของประเทศรองจากภาคกลาง บริเวณที่มีประชากรหนาแน่นมากจะอยู่ในจังหวัดที่ตั้งอยู่บริเวณที่ราบอันกว้างใหญ่และเป็นศูนย์กลางทางเศรษฐกิจ จังหวัดที่มีประชากรหนาแน่นที่สุด ได้แก่ จังหวัดมหาสารคาม จังหวัดที่มีความหนาแน่นรองลงไปได้แก่ จังหวัดสุรินทร์ จังหวัดศรีสะเกษ จังหวัดขอนแก่น จังหวัดร้อยเอ็ด จังหวัดบุรีรัมย์ จังหวัดกาฬสินธุ์ จังหวัดยโสธร จังหวัดนครพนม จังหวัดอุดรธานี จังหวัดหนองบัวลำภู จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดหนองคาย จังหวัดอำนาจเจริญ จังหวัดสกลนคร จังหวัดอุบลราชธานี จังหวัดชัยภูมิ จังหวัดมุกดาหาร และจังหวัดเลย ซึ่งมีความหนาแน่นน้อยที่สุดในภาค

การเพิ่มของประชากร

ประชากรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีอัตราการเกิดสูง เป็นภาคที่มีครอบครัวขนาดใหญ่ เมื่อพิจารณาถึงภาวะการเจริญพันธุ์ตั้งแต่ พ.ศ. 2525 เป็นต้นมา พบว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นภาคที่มีภาวะการเจริญพันธุ์สูงที่สุด เมื่อเทียบกับภาคอื่น ๆ คือ มีอัตราการเพิ่มร้อยละ 1.05 จังหวัดที่มีอัตราการตายต่ำสุด ได้แก่ จังหวัดอุดรธานี จังหวัดบุรีรัมย์ และจังหวัดนครราชสีมา ส่วนจังหวัดที่มีอัตราการตายสูง ได้แก่ จังหวัดนครพนม จังหวัดสกลนคร และจังหวัดเลย

การอพยพย้ายถิ่นของประชากร

ตอนบนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นภูมิภาคที่มีจำนวนประชากรอพยพย้ายถิ่นภายในภูมิภาคสูงมาก เป็นการอพยพย้ายถิ่นจากจังหวัดตอนล่างซึ่งมีประชากรหนาแน่นกว่าที่ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ทำให้ได้ผลผลิตต่ำ ประชากรยากจน ซึ่งได้แก่จังหวัดมหาสารคาม จังหวัดร้อยเอ็ด จังหวัดกาฬสินธุ์ จังหวัดขอนแก่น ไปจนถึงจังหวัดตอนบน คือ จังหวัดหนองคาย จังหวัดอุดรธานี จังหวัดหนองบัวลำภู และจังหวัดเลย

ส่วนตอนล่างของภาคมีการอพยพย้ายถิ่นในภูมิภาคน้อย เป็นการอพยพย้ายถิ่นจากจังหวัดนครราชสีมา จังหวัดศรีสะเกษ และจังหวัดสุรินทร์ ไปจนถึงจังหวัดชัยภูมิ ซึ่งมีพื้นที่ปลูกพืชไร่กว้างขวางและต่อไปยังจังหวัดบุรีรัมย์ ซึ่งมีพื้นที่การทำนามาก แต่ประชากรหนาแน่นน้อยกว่าที่อื่น จังหวัดนครราชสีมาซึ่งเปรียบดังประตูสู่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือก็มีประชากรเพิ่มมากขึ้นอย่าง

รวดเร็ว อย่างไรก็ตามประชากรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือนั้นยังจัดว่าเป็นประชากรที่มีการอพยพย้ายถิ่นกระจายออกไปในภูมิภาคต่าง ๆ มากที่สุด โดยเฉพาะเข้ามายังภาคกลางและกรุงเทพฯ เพื่อมาหางานทำเป็นสำคัญ ส่วนมากยังมีลักษณะเป็นการย้ายชั่วคราว ซึ่งยังคงมีการย้ายเข้าออกอยู่ตลอดเวลา

ลักษณะประชากรทางด้านวัฒนธรรมและสังคม

เชื้อชาติ

ชาวไทยภาคตะวันออกเฉียงเหนือนับว่าเป็นเชื้อสายไทยแท้ และยังรักษาวัฒนธรรมในการพูดซึ่งเป็นภาษาดั้งเดิมหรือรักษาประเพณีได้อย่างดีเช่นเดียวกับชาวไทยในภาคเหนือ ชาวไทยในภาคอีสานมักถูกเรียกว่า ลาว ซึ่งมีอยู่หลายพวก เช่น ลาวกาว ลาวพวน ลาวพุงขาว แท้จริงแล้วชาวไทยภาคอีสานเป็นผู้สืบเลือดเนื้อของชนชาติไทย หรือ อ้ายลาวที่มาตั้งอาณาจักรล้านช้าง และในสมัยรัชกาลที่ 2 จึงได้ทรงยกเลิกเรียกชาวอีสานว่า ลาว แต่ให้เรียกว่า ไทยลาว และเรียกพวกที่อยู่เขตจังหวัดนครราชสีมาว่า ไทยโคราช

ชาวไทยในภาคอีสานยังแยกออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ เช่น กลุ่มคนไทยแถบลุ่มน้ำโขงที่เรียกว่าไทยลาวและไทยกะเลิง (หรือไทยย่อและไทยย้อย) มีอยู่ใน จังหวัดสกลนคร และจังหวัดนครพนม เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีกลุ่มไทยบนที่สูง ได้แก่ ไทยดำ ไทยขาว ไทยแดง และไทยเหนือ ไทยพวกนี้เคยอาศัยในประเทศเวียดนาม แต่เนื่องจากภาวะสงครามและการเมือง พวกนี้จึงได้ลี้ภัยเข้ามาอยู่ทางตอนเหนือของประเทศลาวและเลยเข้ามาทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย พูดภาษาไทยเหมือนไทยกลุ่มอื่นนับถือศาสนาและวิญญาณของบรรพบุรุษ นอกจากนี้ยังมีพวกไทยที่เรียกตัวเองว่า ผู้ไทย ซึ่งมีมากอยู่ในจังหวัดอุดรธานี จังหวัดหนองบัวลำภู จังหวัดร้อยเอ็ด ส่วนที่จังหวัดสกลนคร จังหวัดนครพนมและจังหวัดมุกดาหาร มีพวกไทยพวน

ศาสนา

ชาวไทยอีสานนับถือพระพุทธศาสนา ซึ่งถือว่าเป็นศาสนาที่เหมาะสมกับนิสัยใจคอของคนไทย ในระยะแรกนับถือนิกายมหายานแต่ก็ไม่ละทิ้งการนับถือผีสางเทวดา ซึ่งนับถือแต่เก่าก่อน ต่อมาเมื่อมาตั้งถิ่นฐานอยู่ในเขตที่ขอมเคยปกครอง ก็เปลี่ยนมานับถือพระพุทธศาสนานิกายหินยานจากพวกขอม ซึ่งได้รับมาจากอินเดียอีกทอดหนึ่ง

ภาษา

ภาษาเขียนชาวไทยอีสานมีลักษณะเช่นเดียวกับชาวไทยภาคเหนือ ตัวอักษรของไทยภาคอีสานก็เหมือนตัวอักษรของชาวเหนือ คือ มีสัณฐานกลมซึ่งได้ต้นเค้ามาจาก อักษรมอญโบราณ ในปัจจุบันชาวไทยภาคอีสานไม่สามารถเขียนอักษรเหล่านี้ได้แล้ว เพราะใช้ภาษาไทยเหมือนกันทั่วประเทศ เว้นแต่ภาษาพูดที่ยังมีลักษณะเป็นภาษาท้องถิ่น

2.3.3 ลักษณะภูมิประเทศ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีลักษณะแยกตัวออกจากภาคเหนือและภาคกลางอย่างเด่นชัด ทั้งนี้เพราะการยกตัวของแผ่นดินสองด้าน คือ ด้านตะวันตก และด้านใต้ ทำให้ภูมิประเทศตะแคงลาดเอียงไปทางตะวันออก การยกตัวของแผ่นดินด้านตะวันตก ทำให้เกิดขอบสูงชันตามแนวเทือกเขาเพชรบูรณ์ ต่อไปยังแนวเทือกเขาดงพญาเย็น โดยที่ด้านขอบชัน หันไปทางตะวันตกต่อบริเวณที่ราบภาคกลาง ภูมิประเทศทางด้านใต้ตามแนวเทือกเขาสันกำแพง และเทือกเขาดงรัก แผ่นดินยกตัวสูงขึ้นเช่นเดียวกับทางด้านตะวันตกโดยที่หันด้านขอบชันไปทางประเทศกัมพูชาคล้าย ๆ กับพื้นที่ตะแคงหรือเอียงไปทางเหนือ บริเวณทางตอนกลางของภาค มีลักษณะเป็นแอ่งคล้ายกระทะทางลุ่มแม่น้ำชีและแม่น้ำมูล ทั้งนี้เพราะแนวเทือกเขาภูพานทอดยาวค่อนไปทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือของภาคในแนวทิศตะวันออกเฉียงใต้-ตะวันตกเฉียงเหนือ ส่วนทางตอนบน เป็นแอ่งหนองหารและที่ราบลาดเอียงไปทางแม่น้ำโขง ลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาโดยทั่ว ๆ ไปของภาคนี้ส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินชั้นซึ่งมีหินทรายและชั้นเกลือแทรกอยู่ในบางบริเวณ จากการสำรวจพบว่าบางแห่งความหนาของชั้นเกลือนับเป็นร้อยเมตร หินดานที่เป็นหินทรายเหล่านี้เมื่อสึกกร่อนสลายตัวไปเป็นดินทราย ขาดความอุดมสมบูรณ์และไม่เก็บน้ำ ทำให้เกิดปัญหาความแห้งแล้งซึ่งปรากฏอยู่ทั่ว ๆ ไปในภูมิภาคนี้ ทั้ง ๆ ที่บางบริเวณมีปริมาณฝนมากกว่าภาคกลางของประเทศ

ภูมิประเทศของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แบ่งเขตย่อยตามลักษณะและโครงสร้างได้ 4 บริเวณด้วยกัน คือ

บริเวณภูเขาและที่สูงด้านตะวันตก ครอบคลุมพื้นที่ตามแนวเทือกเขาเพชรบูรณ์ในเขตจังหวัดเลย จังหวัดขอนแก่น ทอดยาวมาเชื่อมต่อกับเทือกเขาดงพญาเย็นในเขตจังหวัดชัยภูมิ และจังหวัดนครราชสีมา ลักษณะภูมิประเทศบริเวณนี้ ส่วนใหญ่ประกอบด้วยภูเขาหินทราย ชุดพระวิหาร ชุดภูพาน และชุดภูกระดึง การกัดเซาะสึกกร่อนบางแห่งยังคงลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาที่มีด้านราบและมีขอบชัน (Mesa or Table Land) เช่น ภูกระดึง เขาใหญ่ เป็นต้น เทือกภูเขาสูงเป็นแหล่งเกิดของแม่น้ำลำธารสายสำคัญ ๆ ที่ไหลไปทางตะวันออก ตามแนวลาดเอียงของภูมิประเทศ ได้แก่ แม่น้ำชี แม่น้ำพอง แม่น้ำพรม แม่น้ำเชิญ และลำธารสายสั้น ๆ อีกมากมาย บางบริเวณภูมิประเทศเป็นที่สูงสลับลูกเนินเตี้ย ๆ มีที่ราบแคบ ๆ ในเขตจังหวัดชัยภูมิ เขตนี้บางแห่งยังมีป่าดงดิบที่สมบูรณ์แห่งหนึ่งของประเทศ ปัจจุบันป่าดังกล่าวถูกถางเพื่อทำไร่

บริเวณเทือกเขาสันกำแพงและเทือกเขาดงรัก ภูมิประเทศทางด้านใต้ของภาคนี้ ด้านที่ติดกับประเทศกัมพูชา พื้นที่ถูกยกตัวสูงขึ้นขนานไปตามแนวละติจูดบริเวณประเทศไทย เป็นที่สูงลาดเอียงไปทางเหนือ ส่วนในประเทศกัมพูชาเป็นที่ราบต่ำ จึงมักจะเรียกกันว่าเขมรสูงและเขมรต่ำ แนวเทือกเขาสูงดังกล่าวเป็นแหล่งของต้นน้ำลำธารหลายสาย เช่น ลำตะคอง ลำพระเพลิง แม่น้ำมูล ลำปลายมาศ ห้วยขะยูง ลำโคมใหญ่และลำโคมน้อย สาขาเหล่านี้ไหลลงสู่แม่น้ำมูลและแม่น้ำโขงในที่สุด ภูมิประเทศ

เป็นที่ราบเชิงเขา มีการกัดเซาะสึกกร่อน บางแห่งเป็นภูมิประเทศมีทั้งที่สูงที่ต่ำสลับกันไปเช่นเดียวกับที่ราบลูกฟูก นอกจากหินชั้นแล้ว บางแห่งยังมีหินอัคนี ซึ่งส่วนใหญ่เป็นหินบะซอลต์ ยุคเทอร์เชียรี แทรกดันตัวขึ้นมาเป็นหย่อม ๆ ในเขตจังหวัดบุรีรัมย์ จังหวัดสุรินทร์ และจังหวัดศรีสะเกศ บางบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำชีและแม่น้ำมูลจัดเป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำที่มีอาณาบริเวณกว้างขวางที่สุดในภูมิภาคนี้ บางแห่งภูมิประเทศเป็นที่ราบลูกฟูกสลับลูกเนิน กระจัดกระจายอยู่ทั่วไปที่ราบลุ่มแม่น้ำทั้งสองนี้ เนื่องจากเป็นที่ลุ่มต่ำ ประกอบกับบางบริเวณแม่น้ำไหลคดเคี้ยวโค้งตะวัด (Meandering) และบางแห่งแม่น้ำลัดทางเดิน จึงมีทะเลสาบรูปแอกปรากฏอยู่ทั่ว ๆ ไป ประชากรตั้งบ้านเรือนอยู่ในเขตนี้หนาแน่นกว่าเขตอื่น ๆ ของภาค ส่วนใหญ่มักจะรวมกันอยู่บนที่ดอนเป็นกลุ่ม ๆ ซึ่งลักษณะการตั้งบ้านเรือนดังกล่าวแตกต่างไปจากการตั้งบ้านเรือนในบริเวณภาคกลางของประเทศ สาขาของแม่น้ำชีในส่วนที่เกิดจากเทือกเขาภูพาน เช่น ลำเซ ห้วยเซบก ไหลลงสู่แม่น้ำชี และไปรวมกับแม่น้ำมูลระหว่างอำเภอเขื่องในกับอำเภอวารินชำราบ ในเขตจังหวัดอุบลราชธานี และแม่น้ำมูลไหลลงสู่แม่น้ำโขงในเขตจังหวัดอุบลราชธานีเช่นเดียวกัน

แอ่งที่ราบโคราช (Korat Basin) เป็นที่ราบต่ำที่อยู่ทางตอนล่าง (ด้านใต้) ของภาค เริ่มตั้งแต่บริเวณชายขอบของเทือกเขาพนมดงรัก ซึ่งอยู่ทางด้านใต้ขึ้นไปทางเหนือจรดเชิงเขาภูพานและชายขอบของเทือกเขาดงพญาเย็น ซึ่งอยู่ทางตะวันตกไปทางตะวันออกจรดแม่น้ำโขง บริเวณแอ่งโคราชนี้มีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบลูกระนาด สลับกับลุ่มแม่น้ำโดยมีที่สูงอยู่ทางด้านตะวันตกและลาดต่ำลงไปทางตะวันออก มีแม่น้ำไหลลงสู่แม่น้ำโขง คือ แม่น้ำชี กับแม่น้ำมูล

แอ่งที่ราบสกลนคร (Sakon Nakorn Basin) เป็นแอ่งที่อยู่ทางตอนเหนือของภาค มีพื้นที่เล็กกว่าแอ่งที่ราบโคราช เริ่มตั้งแต่บริเวณชายขอบเทือกเขาภูพานขึ้นไปทางเหนือจนจรดริมฝั่งแม่น้ำโขงในจังหวัดหนองคาย และเริ่มตั้งแต่ภูกระดึงทางตะวันตกไปจนจรดฝั่งแม่น้ำโขงในจังหวัดนครพนม แอ่งที่ราบนี้จะสูงทางตอนใต้ ซึ่งติดกับเขาภูพานแล้วลาดต่ำไปทางเหนือและทางตะวันออก แม่น้ำสายต่าง ๆ ที่ไหลผ่านลงสู่แม่น้ำโขง คือ แม่น้ำสงคราม แอ่งน้ำจืดหรือทะเลสาบน้ำจืด คือ หนองหาน อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร กับหนองหาน อำเภอกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี

2.3.4 อุทกวิทยาและอุตุนิยมวิทยา

1) ระบบทางน้ำ

การที่เป็นที่ราบสูงที่มีกรอบโดยรอบเป็นภูเขา ทำให้น้ำฝนที่ตกลงมาไหลลงสู่แอ่งตอนกลาง ดังนั้นจึงเกิดน้ำท่วมได้ในฤดูฝน เช่นเดียวกับภาคเหนือและภาคกลาง

ลำน้ำในภาคนี้ที่เป็นลำน้ำสายใหญ่ คือลำน้ำโขง ซึ่งไหลอยู่ตามขอบของภาคโดยตลอด ส่วนลำน้ำอื่น ๆ เป็นเพียงลำน้ำที่ส่งน้ำให้ลำน้ำโขง ดังแสดงในรูปที่ 2-1

ลำน้ำโขง เป็นลำน้ำสายยาวที่สุดสายหนึ่งของทวีปเอเชีย มีความยาวประมาณ 4,400 กิโลเมตร ต้นน้ำเกิดจากทิวเขาทางด้านตะวันออกเฉียงใต้ของที่ราบสูงทิเบต ไหลขนานอยู่ในตอนกลางระหว่างลำน้ำแยงซีเกียงทางด้านเหนือ และลำน้ำสาละวินทางด้านใต้ ลำน้ำโขงไหลมาทางตะวันออกเฉียงใต้ ผ่านพื้นที่ภูเขาชัยซอน จนมาถึงที่ราบสูงยูนนาน สาธารณรัฐประชาชนจีน จึงไหลวกลงมาทางใต้เข้าสู่สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ที่บริเวณเมืองสิงห์ เมื่อไหลมาถึงเมืองห้วยทราย ช่วงนี้ท้องน้ำเต็มไปด้วยหินผาและเกาะแก่งใช้เดินเรือไม่ได้ ลำน้ำโขงไหลผ่านประเทศไทย และใช้เป็นพรมแดนแบ่งเขตประเทศไทยกับลาว โดยเริ่มตั้งแต่ปากน้ำเหืองจนถึงปากน้ำมูล

ลำน้ำมูล เป็นลำน้ำใหญ่เพียงสายเดียวบนที่ราบสูงแห่งนี้ นับว่าเป็นเสมือนเส้นโลหิตใหญ่ที่หล่อเลี้ยง ลำน้ำมูลเป็นลำน้ำสายเดียวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่หล่อเลี้ยงเกือบทุกจังหวัด ยกเว้น 3 จังหวัด คือ จังหวัดสกลนคร จังหวัดนครพนม และจังหวัดหนองคาย ต้นน้ำเกิดจากทิวเขาสองทิวด้วยกันคือ ทิวเขาหินแกรนิต ในทิวเขาสันกำแพง เป็นทิวเขาที่เชื่อมทิวเขาดงพญาเย็นกับทิวเขาพนมดงรัก ทิวเขานี้จะกั้นลำน้ำมูลไว้ทางด้านทิศตะวันออกของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อีกทิวเขาหนึ่งคือทิวเขาหินปูน ซึ่งทอดตัวขนานอยู่ทางด้านตะวันออก ต้นน้ำของลำน้ำมูลอยู่ในเขตอำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา แล้วไหลไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ผ่านอำเภอโชคชัย แล้วมีลำพระเพลิงไหลมาบรรจบทางฝั่งตะวันตก ผ่านอำเภอท่าช้าง อำเภอพิมาย โดยมีลำเชิงไกรไหลมาบรรจบก่อนถึงอำเภอพิมาย เมื่อไหลผ่านอำเภอพิมายแล้วมีลำจักรราชไหลมาบรรจบ จากนั้นไหลไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ผ่านเขตอำเภอท่าตูม มีลำปลายมาศ และสตึงเปรี๊ยะซีไหลมาบรรจบ จากนั้นไหลผ่านจังหวัดศรีสะเกษ มีห้วยระวี และห้วยทับทันไหลมาบรรจบ แล้วไหลผ่านอำเภอเมืองอุบลราชธานี โดยมีลำน้ำชีไหลมาบรรจบก่อนถึงจังหวัดอุบลราชธานี จากนั้นไหลผ่านอำเภอพิบูลมังสาหาร แล้วไปบรรจบลำน้ำโขงที่บ้านปากมูล อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี และมีลำห้วยต่าง ๆ ไหลมาบรรจบอีกหลายสาย ลำน้ำมูลมีความยาวทั้งสิ้นประมาณ 600 กิโลเมตร

ลำชี เป็นสาขาใหญ่ที่สุดของลำน้ำมูล มีขนาด และความยาวเกือบเท่ากัน ลำชีหล่อเลี้ยงจังหวัดในภาคนี้ 8 จังหวัด มีลำห้วย และลำน้ำเล็กไหลลงสู่ลำชีเป็นจำนวนมาก ตอนต้นน้ำ แบ่งออกเป็นสองแคว แควเหนือ ต้นน้ำมาจากบึงอีจ้อย ในทิวเขาเพชรบูรณ์ ไหลมาทางทิศตะวันออกเฉียงใต้มาบรรจบกับแควตะวันตก คือลำคันฑู ซึ่งเกิดจากทิวเขาดงพญาเย็น ไหลผ่านอำเภอบำเหน็จณรงค์ อำเภอจตุรัส จังหวัดชัยภูมิ เมื่อแควทั้งสองนี้ไหลมาบรรจบกันแล้ว ก็ไหลผ่านอำเภอเมืองชัยภูมิ อำเภอมัญจาคีรี อำเภอเมืองขอนแก่น จากนั้นก็มีลำน้ำพองไหลมาบรรจบ แล้วไหลผ่านอำเภอโกสุมพิสัย อำเภอเมืองมหาสารคาม จากนั้นมีลำน้ำปาวไหลมาบรรจบ แล้วไหลต่อไปผ่านอำเภอเมืองยโสธร อำเภอพนมไพร จังหวัดร้อยเอ็ด อำเภอมหาชนะชัย แล้วไปบรรจบลำน้ำมูลที่บ้านท่าดอน ใกล้อำเภอเมืองอุบลราชธานี

- ลำชีมีลำน้ำไหลมาบรรจบเป็นจำนวนมาก ที่สำคัญคือ น้ำพอง น้ำปาว และห้วยยาว น้ำพอง เป็นแควใหญ่สุดของลำชี ไหลผ่านเขตจังหวัดเลย จังหวัดอุดรธานี จังหวัดชัยภูมิ และจังหวัดขอนแก่น ต้นน้ำเกิดจากเขากระทิง (เขากระดิ่ง) มีลำห้วยหลายสายไหลมาบรรจบที่สำคัญ คือ ลำน้ำพะเนียง ลำน้ำพาย และลำน้ำเชิน น้ำพองไหลไปบรรจบ ลำชี ที่บ้านเผือ จังหวัดขอนแก่น ยาวประมาณ 100 กิโลเมตร

- น้ำปาว รับน้ำจากหนองหาร ในเขตอำเภอกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี กับหนองพันสัก จังหวัดกาฬสินธุ์ น้ำปาวไหลผ่าน จังหวัดกาฬสินธุ์ แล้วไปบรรจบลำชีที่บ้านสิดดั้ง อำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ ยาวประมาณ 170 กิโลเมตร

- ห้วยยาว ไหลมาบรรจบลำชี ถัดจากลำปาวไปทางตะวันออก ต้นน้ำเกิดจากเทือกเขาภูพาน และได้รับน้ำจาก ลำห้วยต่าง ๆ จากดงแม่เปรต ห้วยยาวไหลผ่านจังหวัดกาฬสินธุ์ จังหวัดร้อยเอ็ด แล้วไปบรรจบลำชีในเขตจังหวัดยโสธร ตอนต้นน้ำเรียกว่า ห้วยไผ่ เป็นลำน้ำที่เป็นแนวแบ่งเขตอำเภอยางตลาด อำเภอกุฉินารายณ์ และอำเภอกมลาไสย ตอนปลายน้ำเป็นแนวเส้นแบ่งเขตจังหวัดอุบลราชธานีกับจังหวัดร้อยเอ็ด มีความยาวประมาณ 120 กิโลเมตร

ลำน้ำเหือง เป็นลำน้ำที่ใช้เป็นเส้นแบ่งเขตแดนระหว่าง อำเภอท่าลี่ จังหวัดเลยของไทย กับเมืองแก่นท้าวของลาว เป็นลำน้ำสายเล็ก ๆ ต้นน้ำเกิดจากทิวเขาเพชรบูรณ์ คือ จากภูกอต่อต่อย ภูขัดและภูสวนแตน ทางด้านเหนือของอำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก ตอนต้นน้ำชื่อ ลำน้ำราหู ความยาวประมาณ 35 กิโลเมตร ไหลอยู่ในหุบเขาแคบ ๆ ช่วงที่เรียกว่าลำน้ำเหืองนับจากบ้านปากหมัน ถึงบ้านปากเหือง ความยาวประมาณ 105 กิโลเมตร ไหลอยู่ระหว่างแนวลูกเนินและภูเขา ได้แก่ แนวภูปางหา และภูเวินทองทางเหนือ กับภูผาแง้มทางฝั่งใต้ ไหลผ่านอำเภอท่าลี่ ลงสู่ลำน้ำโขงที่บ้านปากเหือง ท้องน้ำเป็นหินกรวด ในฤดูน้ำน้ำจะไหลเชี่ยว ฤดูแล้งน้ำน้อย ไม่สะดวกต่อการเดินเรือ แควที่สำคัญของลำน้ำเหือง คือ น้ำหมัน และน้ำหอย

ลำน้ำเลย เป็นลำน้ำเล็ก ๆ ยาวประมาณ 155 กิโลเมตร ต้นน้ำเกิดจากทิวเขาหลวง (สูง 1,000 เมตร) และภูกระทิง (สูง 600 เมตร) ไหลอยู่บนที่ราบสูงจังหวัดเลย ซึ่งอยู่ในระหว่างทิวเขาแล้ว กับทิวเขาหลวง ไหลผ่านจังหวัดเลย และไหลลงสู่ลำน้ำโขงที่บ้านคดบาท ลำน้ำเลยมีน้ำตลอดปี ในฤดูน้ำน้ำเชี่ยวมาก ท้องน้ำเป็นกรวดและทราย ลำน้ำนี้ใช้เป็นเส้นทางคมนาคมทางน้ำจากอำเภอเชียงคาน ถึงอำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย โดยใช้เรือยนต์ขนาดเล็กที่อำเภอเชียงคานเป็นท่าข้ามติดต่อไปถึงเมืองหลวงพระบางได้ ลำน้ำเลยได้รับน้ำจากลำธารเล็ก ๆ หลายสาย ที่สำคัญได้แก่ ห้วยสาย ซึ่งมีต้นน้ำจากภูแล้ว ไหลไปทางตะวันตกลงสู่น้ำเลย

ลำน้ำโมง เป็นลำน้ำเล็ก ๆ ต้นน้ำเกิดจากภูเขาแก้วลูกในบริเวณเขาผาถ้ำชัง และเขาผาแข็ง (ความสูง 500 - 600 เมตร) ในเขตอำเภอเมืองหนองบัวลำภู จังหวัดหนองบัวลำภู ไหลผ่าน

จังหวัดอุดรธานี แล้วไหลลงสู่ลำน้ำโขงที่อำเภอท่าบ่อ จังหวัดหนองคาย ในฤดูแล้งน้ำแห้งเป็นช่วง ๆ ในฤดูน้ำ น้ำมากและไหลเชี่ยว สามารถเดินเรือขนาด 15 ตัน

ลำน้ำสวย เป็นลำน้ำเล็ก ๆ ยาวประมาณ 80 กิโลเมตร ต้นน้ำเกิดจากพื้นที่เนินอำเภอเพ็ญ จังหวัดอุดรธานี ประกอบด้วย ห้วยวังพันดง ห้วยวัด และห้วยนาเสือ ไหลไปทางทิศตะวันตกรวมกันเป็นลำน้ำสวย แล้วไหลไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ไหลลงสู่ลำน้ำโขงที่บ้านปากสวย จังหวัดหนองคาย ซึ่งลำน้ำสวยใช้เป็นเส้นแบ่งเขตจังหวัดอุดรธานีกับจังหวัดหนองคาย มีน้ำเฉพาะฤดูน้ำเท่านั้น

ลำห้วยหลวง เป็นลำน้ำสายเล็ก ๆ ต้นน้ำเกิดจากหมู่เขาเก้าลูก เขตอำเภอเมืองหนองบัวลำภู จังหวัดหนองบัวลำพู ซึ่งเป็นลำห้วยที่มีน้ำไหลตลอดปี ลำห้วยหลวงไหลผ่านอำเภอเพ็ญ อำเภอหนองหาร จังหวัดอุดรธานี และไหลลงสู่ลำน้ำโขงที่อำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย

ลำน้ำสงคราม เป็นลำน้ำสายยาวที่สุดในแถบที่ราบลุ่มน้ำโขง ยาวประมาณ 315 กิโลเมตร ต้นน้ำมาจากจากทิวเขาภูพาน ในเขตอำเภอวาริชภูมิ จังหวัดสกลนคร และจากทิวเขาผาหัก ในเขตอำเภอกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี ไหลไปทางทิศเหนือ แล้ววกลงมาทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ไปบรรจบลำน้ำโขงที่ตำบลไชยบุรี อำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม ลำน้ำนี้ใช้เป็นเส้นทางแบ่งเขตจังหวัดสกลนคร จังหวัดอุดรธานี และจังหวัดหนองคายเกือบตลอดทั้งสาย มีน้ำตลอดปี ใช้เดินเรือได้ในฤดูน้ำ เรือขนาด 50 ตัน เดินจากปากน้ำ ถึง อำเภอศรีสงคราม จังหวัดนครพนม ในฤดูแล้งใช้ได้เฉพาะเรือขนาดเล็ก ลำน้ำสงครามได้รับน้ำจากแควหลายสาย ที่สำคัญได้แก่ ลำน้ำยวม และลำน้ำก่ำ

- ลำน้ำยวม เป็นแควสายใหญ่ของลำน้ำสงคราม ความยาวประมาณ 114 กิโลเมตร ต้นน้ำเกิดจากทิวเขาภูพาน ไหลผ่าน อำเภอสว่างแดนดิน อำเภอวานรนิวาส จังหวัดสกลนคร ในฤดูน้ำเรือเดินได้ถึงบ้านหนองแสง อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร น้ำแห้งเป็นช่วง ๆ ในฤดูแล้ง
- ลำน้ำก่ำ ต้นน้ำเกิดจากหมู่เขาในทิวเขาภูพาน คือ ภูผานาง ภูผาแดง ภูหินแท่น ไหลจากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออกเฉียงใต้ ขนานกับแนวทิวเขาภูพาน ไหลผ่านที่ลุ่มสองแห่งคือ หนองสัง และบึงผีป่าช้า ได้รับน้ำจากลำห้วยเล็ก ๆ ที่เกิดจากเทือกเขาภูพาน หลายสายเกือบตลอดความยาว เริ่มตั้งแต่ห้วยยาง ห้วยก้านเหลือง และห้วยคำชะอี ลำน้ำก่ำยาวประมาณ 100 กิโลเมตร มีลักษณะลำน้ำคดเคี้ยวมาก

ห้วยบางทราย ต้นน้ำอยู่ระหว่างหมู่เขาในทิวเขาภูพาน ประกอบด้วย ห้วยบางทรายเหนือ ต้นน้ำมาจาก ภูพอก ภูขี้แก้ว ภูถ้ำเสือ และภูหีบ และห้วยบางทรายใต้ ต้นน้ำเกิดจากภูกำพระ ภูเนย ภูผีหลอก และภูสีฐาน แควทั้งสองไหลมารวมกัน แล้วไหลไปทางทิศตะวันออก ลงสู่ลำน้ำโขงที่บ้านบางทราย อำเภอเมืองมุกดาหาร จังหวัดมุกดาหาร ความยาวประมาณ 90 กิโลเมตร

ห้วยบังอี่ ต้นน้ำเกิดจากภูกันหวด ภูเมย และภูผีหลอก ตอนต้นน้ำ น้ำไหลอยู่ตามซอกเขาถึงบ้านนาสะแบงน้อย จึงไหลในพื้นที่ราบเล็ก ๆ ระหว่าง ภูหินลิ่ว ทางทิศเหนือกับแนวภูถ้ำเม่นทางทิศใต้ มีทิศทางไหลไปทางด้านทิศตะวันออก ไหลลงสู่ลำน้ำโขงที่ดอนบังอี่ ยาวประมาณ 100 กิโลเมตร

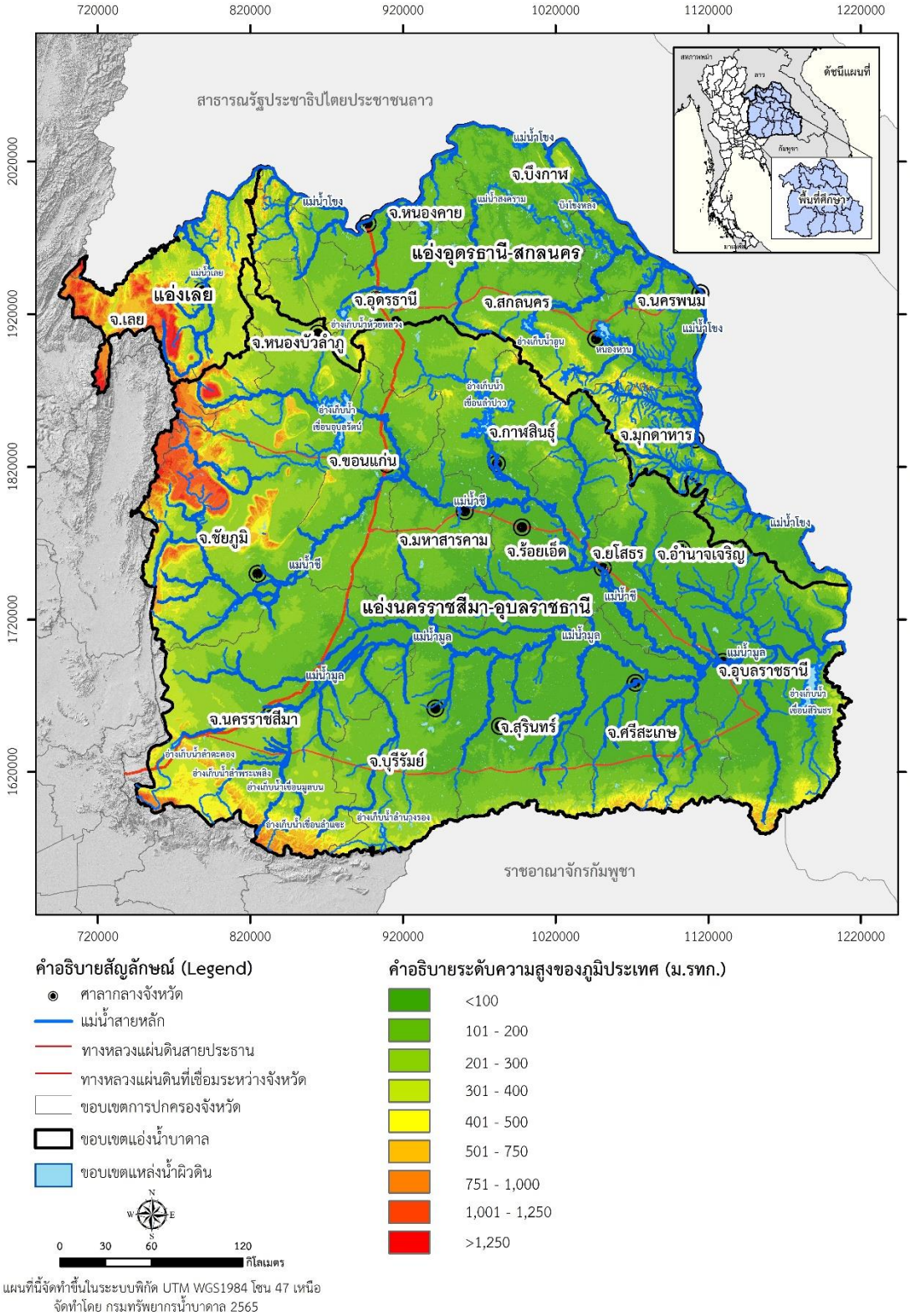
หนองน้ำและที่ลุ่ม

เนื่องจากเป็นที่ราบสูงและเป็นพื้นดินทราย สะดวกต่อการระบายน้ำ ในภาคนี้จึงมีหนองน้ำอยู่ไม่มากนัก หนองน้ำขนาดใหญ่ และมีความสำคัญมีอยู่เพียงสามแห่ง ได้แก่ หนองหาร หนองพันสัก และหนองละหาน

หนองหาร เป็นหนองน้ำขนาดใหญ่ กว้างประมาณ 8 กิโลเมตร ยาวประมาณ 13 กิโลเมตร มีน้ำตลอดปี ขนาดของหนองจะขยายออกอีกประมาณเท่าตัวในฤดูฝน กลางหนองมีเกาะเรียกว่าดอนสวรรค์ อยู่ติดกับหนองหารทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้

หนองพันสัก มีความกว้างประมาณ 5 กิโลเมตร ยาวประมาณ 10 กิโลเมตร อยู่ทางทิศเหนือของจังหวัดมหาสารคาม มีน้ำตลอดปี รับน้ำจากภูผาแข็ง ในทิวเขาเก้าลูกทางตะวันตกมีสภาพเป็นแอ่งพักน้ำที่ไหลมาจากทิวเขาภูพาน และเป็นแหล่งระบายน้ำให้กับลำน้ำปาวในฤดูน้ำ

หนองละหาร มีความกว้างประมาณ 3 กิโลเมตร ยาวประมาณ 10 กิโลเมตร มีน้ำตลอดปี ตรงกลางมีเกาะเรียกว่าดอนแก้ว ตัวหนองอยู่ทางด้านตะวันออกของอำเภอกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี



รูปที่ 2-1 แผนที่ภูมิประเทศแสดงทางน้ำสายหลัก (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547-2550)

2) ปริมาณฝน

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้รับฝนอย่างเด่นชัด 2 ทางด้วยกันคือ ฝนจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ได้รับน้อยและไม่สม่ำเสมอเพราะมีทิวเขาเพชรบูรณ์ ดงพญาเย็น สันกำแพง และพนมดงรักกั้นฝนเอาไว้ พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนมากจึงเป็นด้านปลายลมของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และฝนจากพายุดีเปรสชันที่เคลื่อนที่เข้ามาในทิศทางตะวันออกไปทางตะวันตกปีละ 3-4 ลูก ทำให้ได้รับฝนเพิ่มขึ้น ซึ่งจังหวัดทางด้านตะวันออกก็จะได้รับฝนมากกว่าจังหวัดทางด้านตะวันตกเช่นเดียวกัน จังหวัดที่มีปริมาณฝนมากที่สุดของภาคคือ จังหวัดนครพนม และจังหวัดที่มีปริมาณฝนน้อยที่สุดคือ จังหวัดนครราชสีมา

ฤดูกาล

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมี 3 ฤดู คือ ฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน

ฤดูฝน เริ่มประมาณปลายเดือนพฤษภาคมหรือต้นเดือนมิถุนายนและไปสิ้นสุดในเดือนตุลาคม ฝนที่ได้รับส่วนใหญ่เป็นฝนที่มากับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และจากพายุดีเปรสชันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มักเกิดปัญหาฝนทิ้งช่วง โดยเฉพาะในปีที่ฤดูฝนเริ่มเร็ว ฝนอาจหยุดไประยะหนึ่ง ซึ่งจะทำให้พืชผลเสียหาย

ฤดูหนาว เริ่มประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ เดือนตุลาคมเป็นระยะเปลี่ยนฤดูจากฤดูฝนมาเป็นฤดูหนาว มวลอากาศเย็นหรือลิ่มความกดอากาศสูงจากประเทศจีนเริ่มแผ่ลงมาปกคลุมโดยทั่วไป ซึ่งได้นำความเย็นและแห้งแล้งมาลงสู่พื้นที่ส่วนใหญ่ของภาค ทำให้อุณหภูมิค่อย ๆ ลดลง จังหวัดทางตอนเหนือของภาคได้รับอิทธิพลจากมวลอากาศเย็น หรือลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมากที่สุด จึงมีอุณหภูมิต่ำกว่าจังหวัดทางตอนกลางและตอนใต้ของภาค ซึ่งจังหวัดเลยเป็นจังหวัดที่มีอุณหภูมิโดยทั่วไปต่ำที่สุดของภาคและของประเทศ

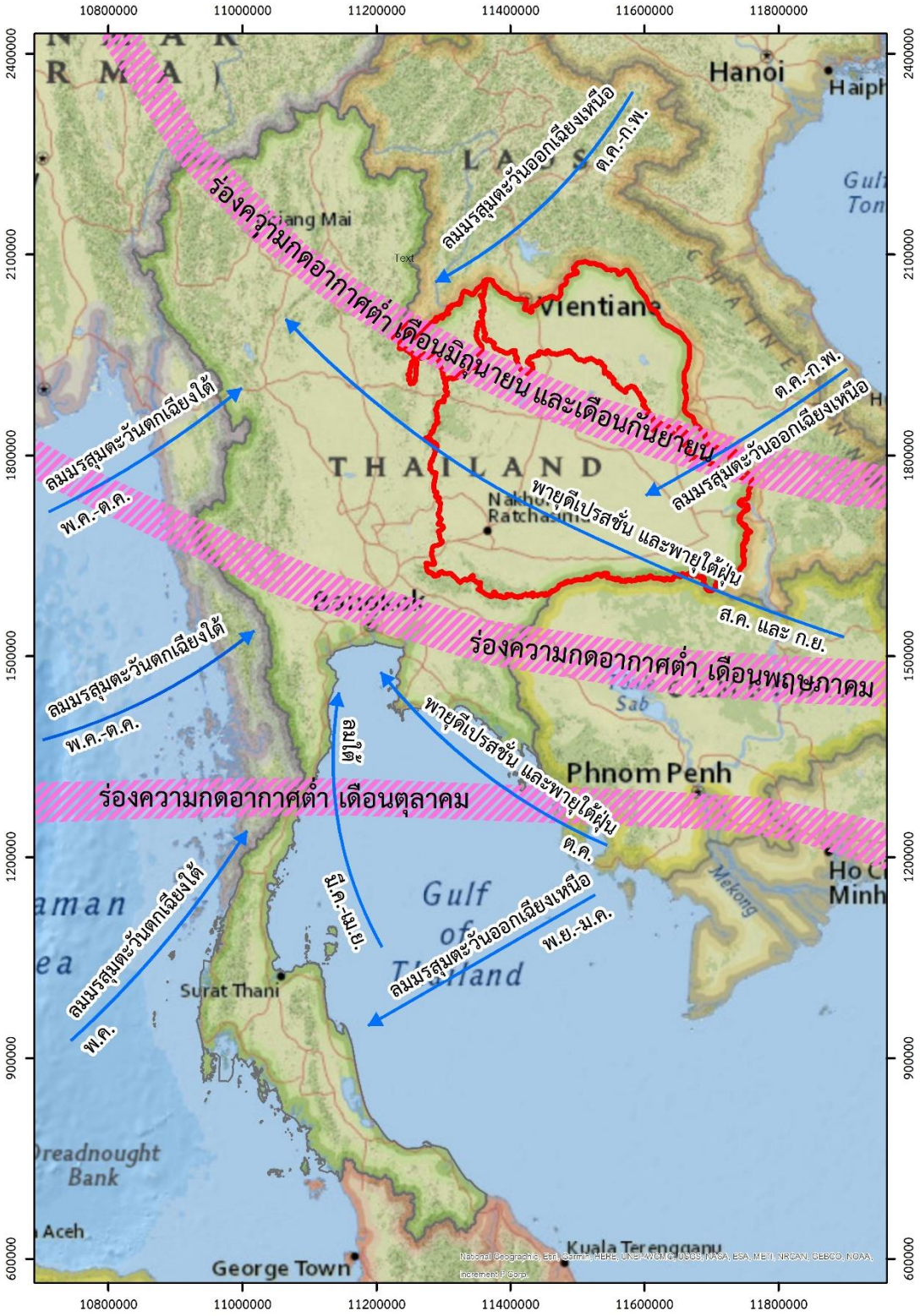
ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคม ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเริ่มได้รับลมตะวันออกเฉียงใต้จากทะเลจีนใต้และจากอ่าวไทย แต่เนื่องจากภูมิภาคนี้อยู่ห่างไกลทะเล อุณหภูมิจึงสูงโดยทั่วไปและแห้งแล้ง

3) สภาพภูมิอากาศ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีลักษณะภูมิอากาศแบบร้อนชื้นสลับร้อนแห้งแล้ง หรือฝนเมืองร้อนเฉพาะฤดู จะมีลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ช่วงเดือนตุลาคม - กุมภาพันธ์ และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ช่วงเดือนพฤษภาคม – ตุลาคม ดังแสดงในรูปที่ 2-2

อุณหภูมิ

ฤดูร้อนอากาศร้อนจัด โดยทั่วไปอุณหภูมิสูงสุด 43.9 องศาเซลเซียส ที่จังหวัดอุดรธานี และฤดูหนาวอากาศเย็นจัด โดยทั่วไปอุณหภูมิต่ำสุด 0.1 องศาเซลเซียส ที่จังหวัดเลย ทั้งนี้เพราะเป็นลักษณะอากาศแบบภาคพื้นทวีป



รูปที่ 2-2 ทิศทางและช่วงเวลาการเกิดของมรสุมและพายุจรที่พัดเข้าสู่พื้นที่โครงการ

(กรมอุตุนิยมวิทยา, 2561)

2.3.5 ทรัพยากรดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน

จากการศึกษาทบทวนข้อมูลแผนที่กลุ่มชุดดิน สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2543 แผนที่การใช้ที่ดิน มาตราส่วน 1:50,000 กรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2543 บริเวณพื้นที่โครงการ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ทรัพยากรดิน

พื้นที่ศึกษาพบกลุ่มชุดดินที่รวมชุดดินที่มีลักษณะ สมบัติ และศักยภาพในการเพาะปลูก รวมถึงการจัดการดินที่คล้ายคลึงกัน จำนวน 49 กลุ่มชุดดินหลัก ดังแสดงในรูปที่ 2-3 ซึ่งแบ่งออกได้ 4 กลุ่ม ดังนี้

- กลุ่มชุดดินในพื้นที่ลุ่ม พบได้ทุกภาคในบริเวณที่ลุ่ม การระบายน้ำของดินไม่ดี มักมีน้ำแช่ขังในฤดูฝน ไม่เหมาะสำหรับเพาะปลูกพืชไร่ ไม้ผล และไม้ยืนต้น ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25 และ 59 คิดเป็นร้อยละ 62.90 ของพื้นที่ทั้งหมด

- กลุ่มชุดดินในพื้นที่ดอนเขตดินแห้ง เขตดินแห้งเป็นเขตพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศ โดยเฉพาะพื้นที่ส่วนใหญ่ของภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง โดยทั่วไป มีฝนตกน้อย และตกกระจายไม่สม่ำเสมอ ปริมาณฝนตกเฉลี่ยน้อยกว่า 1,500 มิลลิเมตรต่อปี กลุ่มชุดดินที่พบ ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 28, 29, 30, 31, 33, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 44, 48, 49, 52, 54, 55, 56 และ 60 คิดเป็นร้อยละ 25.35 ของพื้นที่ทั้งหมด

- กลุ่มดินในพื้นที่ดอนในเขตดินชื้น อยู่ในเขตที่มีฝนตกชุกและกระจายสม่ำเสมอเกือบทั้งปี โดยทั่วไปมีปริมาณฝนตกเฉลี่ยมากกว่า 1,500 มิลลิเมตรต่อปี ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 27, 42, 50 และ 51 คิดเป็นร้อยละ 0.01 ของพื้นที่ทั้งหมด

- กลุ่มดินที่เป็นพื้นที่ลาดชันและภูเขา เป็นกลุ่มดินที่พบบริเวณพื้นที่ภูเขา พื้นที่ที่มีความลาดชันสูง ลักษณะดินมีความแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิประเทศ โดยทั่วไปมีทั้งดินตื้น และดินลึก ไม่เหมาะสมต่อการทำการเกษตร เนื่องจากหน้าดินตื้นมีหินโผล่และเสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดินได้ง่าย ควรปล่อยให้เป็นป่าธรรมชาติเพื่อเป็นต้นน้ำลำธาร ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 62 คิดเป็นร้อยละ 7.30 ของพื้นที่ทั้งหมด

- ส่วนที่เหลือ ร้อยละ 4.44 เป็นหน่วยของพื้นที่ชุมชน ที่อยู่อาศัย สถานที่ราชการ โรงงานอุตสาหกรรม ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ พื้นที่แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่น ๆ

2) ค่าการซึมน้ำของดิน (Soil Permeability)

จากการศึกษาข้อมูลด้านทรัพยากรดิน ได้นำคุณสมบัติของกลุ่มชุดดินต่าง ๆ ที่พบในบริเวณพื้นที่ศึกษาทำการแบ่งดินตามลักษณะเนื้อดิน และสมบัติทางชลศาสตร์ โดยใช้ค่าสภาพ

ชลศาสตร์ของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturated Hydraulics Conductivity, Ks) ซึ่งสามารถแบ่งดินออกได้เป็น 5 กลุ่ม ดังแสดงในรูปที่ 2-4 ได้แก่

- กลุ่ม 1 กลุ่มดินที่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ช้า มีค่า Ks น้อยกว่า 0.5 เซนติเมตรต่อชั่วโมง และมีความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินสูง ประกอบด้วยดินเหนียว (Clay) และดินร่วนปนดินเหนียว (Clay Loam) พบครอบคลุมพื้นที่ประมาณร้อยละ 27.13 ของพื้นที่ทั้งหมด
- กลุ่ม 2 กลุ่มดินที่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ค่อนข้างช้า มีค่า Ks ระหว่าง 0.5 ถึง 2.0 เซนติเมตรต่อชั่วโมง ประกอบด้วยดินร่วนปนดินเหนียวและทรายแป้ง (Silty Clay Loam) ครอบคลุมพื้นที่ประมาณร้อยละ 34.03 ของพื้นที่ทั้งหมด
- กลุ่ม 3 กลุ่มดินที่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ปานกลาง มีค่า Ks ระหว่าง 2.0 ถึง 6.0 เซนติเมตรต่อชั่วโมง ประกอบด้วยดินร่วนปนทรายแป้ง (Silty Loam) พบครอบคลุมพื้นที่ประมาณร้อยละ 4.02 ของพื้นที่ทั้งหมด
- กลุ่ม 4 กลุ่มดินที่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ค่อนข้างดี มีค่า Ks ระหว่าง 6.0 ถึง 12.5 เซนติเมตรต่อชั่วโมง ประกอบด้วยดินร่วน (Loam) พบครอบคลุมพื้นที่ประมาณร้อยละ 25.24 ของพื้นที่ทั้งหมด
- กลุ่ม 5 กลุ่มดินที่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ดี มีค่า Ks มากกว่า 12.5 เซนติเมตรต่อชั่วโมง ประกอบด้วยทราย (Sand) และดินร่วนปนทราย (Sandy Loam) พบครอบคลุมพื้นที่ประมาณร้อยละ 5.14 ของพื้นที่ทั้งหมด
- ส่วนที่เหลือ ร้อยละ 4.45 เป็นหน่วยของพื้นที่ชุมชน ที่อยู่อาศัย สถานที่ราชการ โรงงานอุตสาหกรรม ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ พื้นที่แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่น ๆ ที่ไม่มีข้อมูล

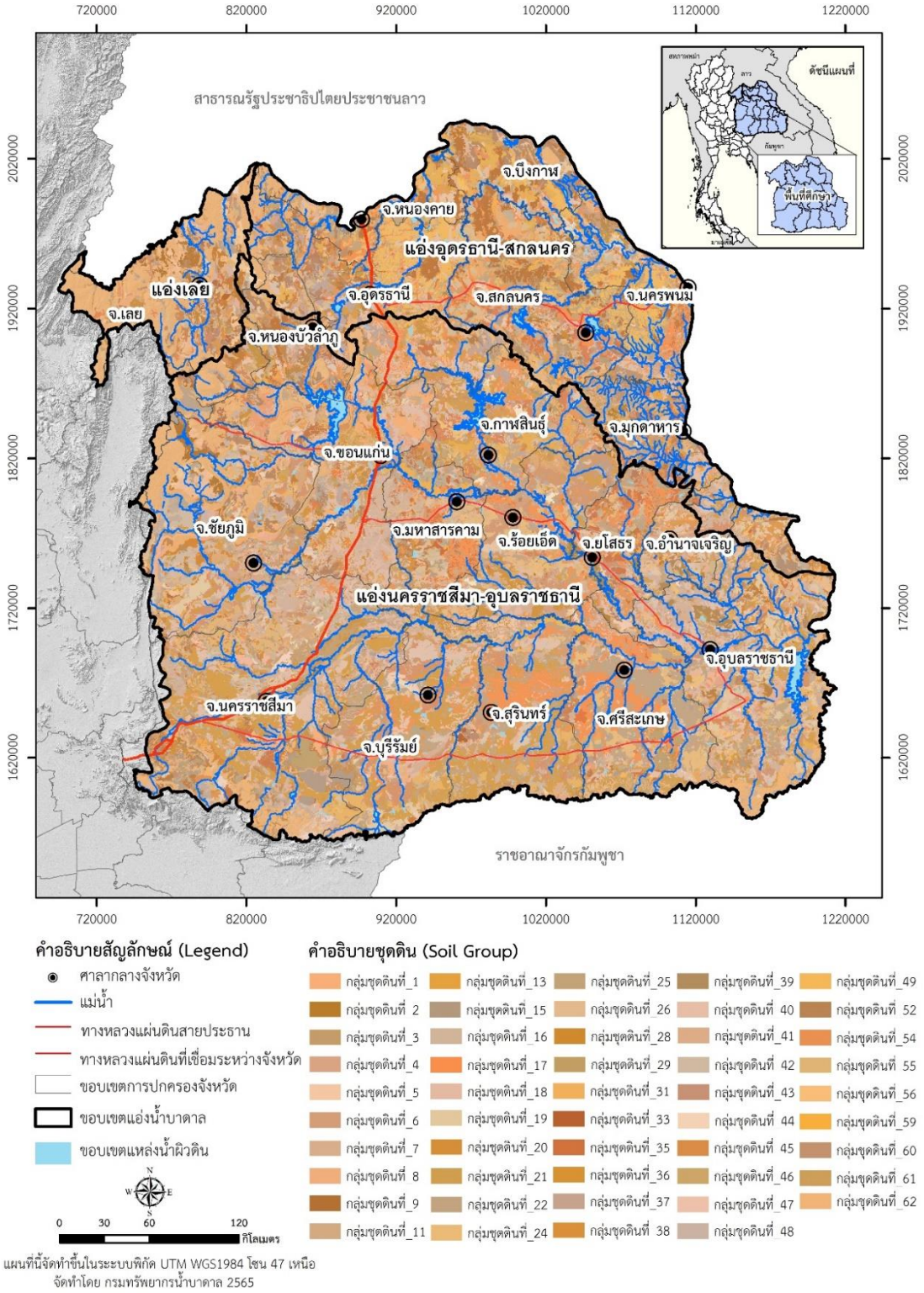
3) การใช้ที่ดิน (Land Use)

สามารถจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินออกเป็น 5 ประเภท โดยมีประเภทการใช้ที่ดินที่มีสัดส่วนมากที่สุด ได้แก่ ประเภทเกษตรกรรมร้อยละ 70.98 รองลงมาเป็นพื้นที่ชุมชน และที่อยู่อาศัย ร้อยละ 13.26 ที่เหลือเป็นพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่น ๆ ร้อยละ 9.45 ร้อยละ 2.41 และร้อยละ 3.90 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2-1 และรูปที่ 2-5

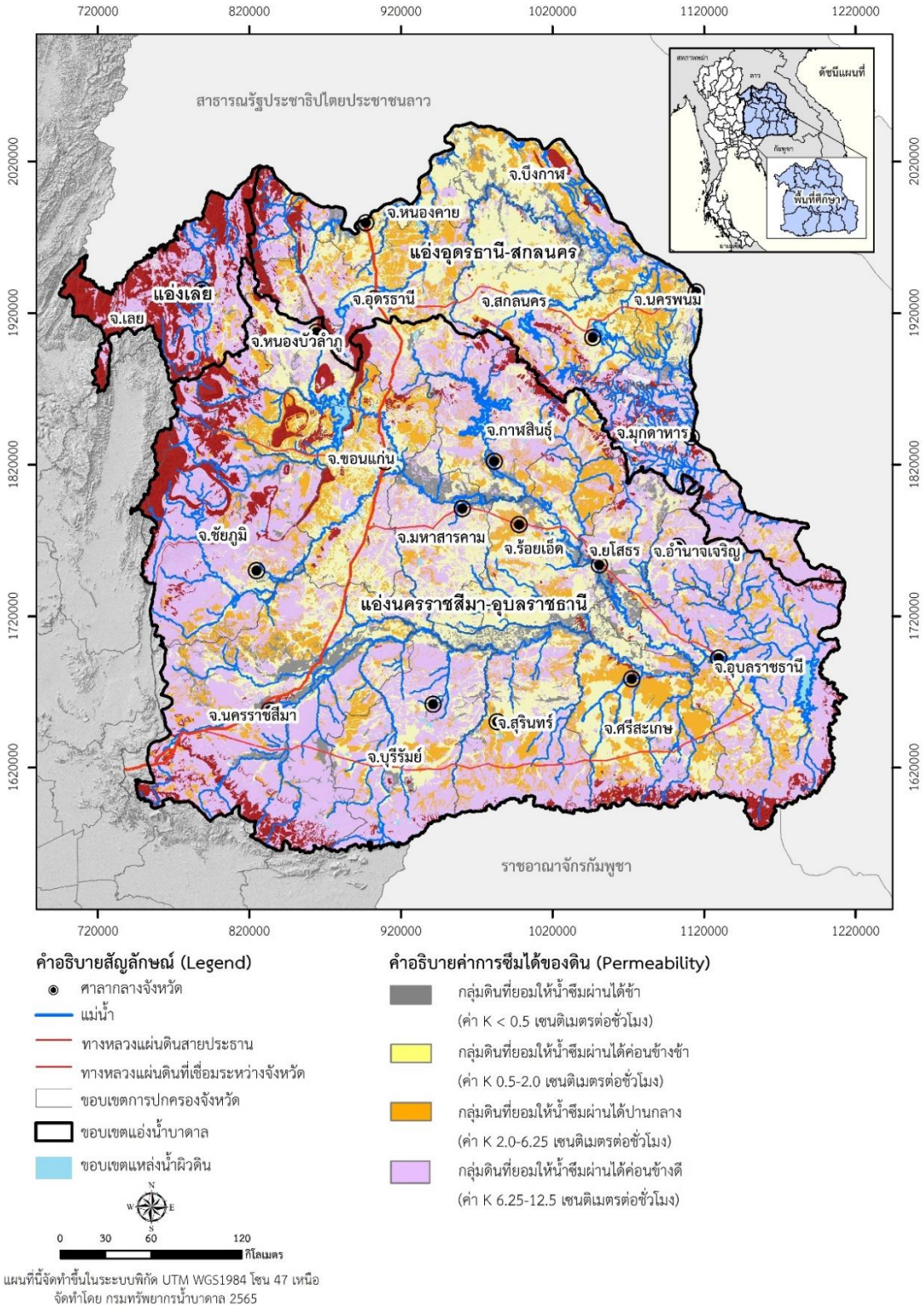
ตารางที่ 2-1 ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ศึกษา

สัญลักษณ์	ประเภทการใช้ที่ดิน	ปริมาณพื้นที่	
		ตารางกิโลเมตร	ร้อยละ
A	พื้นที่เกษตรกรรม	30,743	70.98
F	พื้นที่ป่าไม้	4,095	9.45
U	ชุมชนและที่อยู่อาศัย	5,744	13.26
W	แหล่งน้ำ	1,042	2.41
M	พื้นที่อื่น ๆ	1,690	3.90
รวม		**43,314**	**100.00**

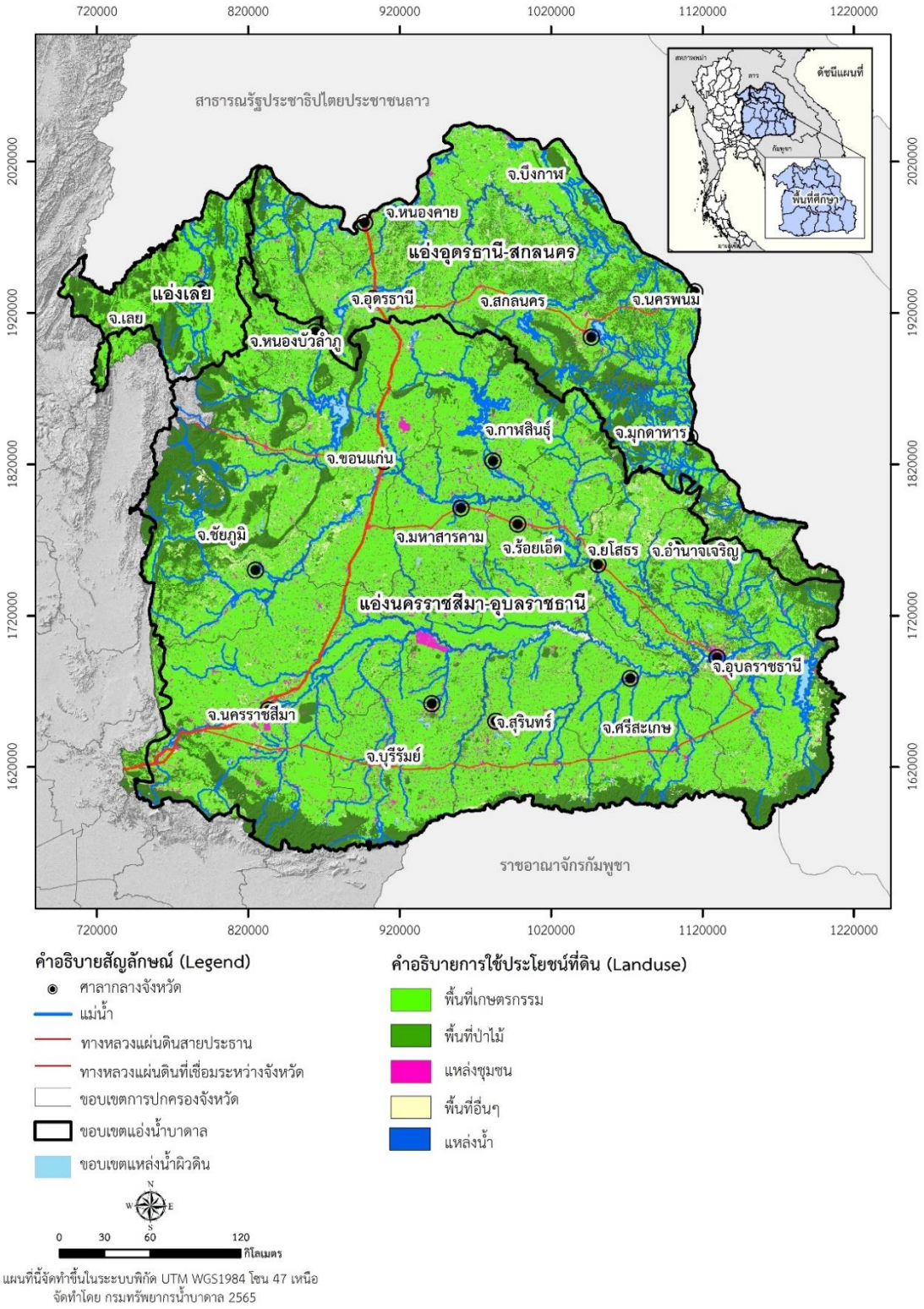
แหล่งข้อมูลจาก สำนักสำรวจดินและวางแผนที่การใช้ที่ดิน มาตราส่วน 1:50,000 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2543)



รูปที่ 2-3 แผนที่แสดงกลุ่มชุดดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2543)



รูปที่ 2-4 แผนที่แสดงค่าความซึมได้ของดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2543)



รูปที่ 2-5 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2543)

2.3.6 ข้อมูลธรณีวิทยา

บริเวณที่ราบสูงของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีเนื้อที่ประมาณ 150,000 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณหนึ่งในสามของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศไทย ลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นที่ราบเรียบ มีความสูงประมาณ 130-250 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง

ที่ราบสูงโคราชถูกแบ่งออกด้วยเทือกเขาภูพานที่เกิดจากโครงสร้างชั้นหินโค้งรูปประทุนลูกฟูก (Anticlinorium) ที่มีแกนวางตัวอยู่ในแนวทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ทำให้ส่วนทางด้านเหนือ เกิดแอ่งย่อยอุดรธานี-สกลนคร และทางด้านใต้ เกิดแอ่งย่อยนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งทั้งสองมีพื้นที่เอียงเทไปยังทิศตะวันออกและมีพื้นที่ราบเรียบ ซึ่งประกอบด้วยที่ราบน้ำท่วมถึง และที่ราบน้ำท่วมไม่ถึงอยู่กลางแอ่ง นอกจากนี้ในบริเวณกลางแอ่ง มีการแทรกดันของเกลือหินกระจายอยู่ทั่วไป ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดพื้นที่ดินเค็มและน้ำเค็มในบริเวณที่ราบสูงโคราช ลักษณะภูมิประเทศและภูมิสัณฐานของแอ่งย่อยทั้งสอง มีลักษณะดังนี้

1) แอ่งอุดรธานี-สกลนคร แอ่งสกลนคร มีอาณาเขตครอบคลุมพื้นที่บริเวณจังหวัดหนองคาย อุดรธานี สกลนคร นครพนม มุกดาหาร และบางส่วนของประเทศลาว พื้นที่แอ่งเฉพาะในประเทศไทยมีประมาณ 17,000 ตารางกิโลเมตร แม่น้ำในบริเวณนี้มีขนาดเล็กและสายสั้น ๆ เกิดจากเทือกเขาภูพาน ได้แก่ แม่น้ำสงคราม แม่น้ำพุง ซึ่งไหลลงสู่แม่น้ำโขงทางทิศตะวันออก เป็นต้น นอกจากนี้บริเวณที่มีการทรุดตัวของแผ่นดิน จนทำให้เกิดพื้นที่ลุ่ม มีน้ำขังตลอดปีและกลายเป็นหนองบึงกระจายอยู่ทั่วไป ที่สำคัญได้แก่ หนองหาน อำเภอกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี หนองญาติ จังหวัดนครพนม และหนองหาน จังหวัดสกลนคร เป็นต้น

2) แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี มีพื้นที่ประมาณ 33,000 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่บริเวณจังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ ขอนแก่น มหาสารคาม ร้อยเอ็ด บุรีรัมย์ กาฬสินธุ์ ยโสธร สุรินทร์ ศรีสะเกษ อุบลราชธานี และอำนาจเจริญ แม่น้ำในบริเวณนี้ส่วนใหญ่มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาที่เป็นขอบแอ่งทางทิศเหนือและทิศตะวันตก ที่สำคัญ ได้แก่ แม่น้ำมูล มีต้นกำเนิดจากเขาวงและเขาสมิงของเทือกเขาสันกำแพง บริเวณอำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา แม่น้ำชี มีต้นกำเนิดจากสันปันน้ำของเทือกเขาเพชรบูรณ์ ในเขตจังหวัดชัยภูมิ แม่น้ำทั้งสองสายไหลผ่านที่ราบตอนกลางของแอ่งและบรรจบรวมกันเป็นแม่น้ำขนาดใหญ่ก่อนจะไหลลงสู่แม่น้ำโขงทางทิศตะวันออก บริเวณอำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี เป็นต้น

สมชัย วงศ์สวัสดิ์ และเจตต์ จุลวงษ์ (2531) กล่าวถึง ตะกอนกรวดทรายในบริเวณลุ่มแม่น้ำมูลว่า ชั้นตะกอน มีความหนาและแผ่กระจายกว้างออกไปตลอดสองฝั่งแม่น้ำ โดยมีความกว้างทางทิศเหนือมากกว่าทิศใต้และแผ่กระจายตัวมากขึ้นเมื่อเข้าใกล้ปากแม่น้ำซึ่งอยู่ทางทิศตะวันออก ในบางบริเวณ เช่น ทุ่งกุลาร้องไห้ พบว่าตะกอนดังกล่าวมีความหนามากกว่า 200 เมตร กรวดทรายเหล่านี้วางตัวเป็นชั้นอย่างน้อย 2 ชั้น แต่ละชั้นมีดินเหนียวแทรกสลับ ส่วนตะกอนกรวดทรายในบริเวณลุ่ม

แม่น้ำชี จะแผ่กระจายไม่กว้างและชั้นตะกอนไม่หนา เช่น ลุ่มแม่น้ำมูล รวมทั้งตะกอนมีการคัดขนาดไม่ดี มีดินเหนียวปนมาก

นอกจากนี้ยังมีตะพักลุ่มน้ำเกิดขึ้นหลายระดับ วางตัวถัดจากบริเวณลุ่มแม่น้ำมูลและแม่น้ำชี ตะพักลุ่มน้ำระดับสูงมีความสูงประมาณ 160 - 200 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ประกอบด้วย กรวดทราย ดินเหนียว ลูกรัง และไม้กลายเป็นหิน (Petrified Wood) ส่วนตะพักลุ่มน้ำที่มีระดับต่ำลงไป มักมีพื้นผิวราบเรียบ เนื่องจากมีทรายและดินเหนียวเป็นองค์ประกอบหลัก

ธรณีวิทยาโดยทั่วไปประกอบด้วยหินชั้นของกลุ่มหินโคราช (Khorat Group) ซึ่งเป็นชั้นหินสีแดงมหายุคมีโซโซอิกสะสมตัวบนภาคพื้นทวีป (Non-Marine Red Beds) เป็นส่วนใหญ่ ประกอบด้วย หินทรายแป้ง หินทราย หินโคลน และหินกรวดมน ความหนาของหินทั้งสิ้นอาจถึง 4,000 เมตร มีอายุตั้งแต่ยุคไทรแอสซิกตอนปลายถึงยุคครีเทเชียส-เทอร์เชียรี วางทับอยู่บนพื้นผิวที่เกิดจากการผุกร่อนของหินมหายุคพาลีโอโซอิกตอนบน โดยที่ชั้นหินเอียงลาดเล็กน้อยสู่ใจกลางแอ่งโคราชและแอ่งสกลนคร บริเวณทิศใต้ของที่ราบสูงโคราช มีหินบะซอลต์ยุคควอเทอร์นารี ไหลคลุมกลุ่มหินโคราชเป็นหย่อม ๆ

ลำดับชั้นหินทั่วไป

กลุ่มหินโคราชวางตัวแบบไม่ต่อเนื่องบนหินยุคที่แก่กว่า โดยที่ส่วนล่างสุดมักพบชั้นหินกรวดมน ปัจจุบันกลุ่มหินโคราชแบ่งออกเป็น 8 หมวดหิน (รูปที่ 2-6) โดยมีลำดับหมวดหินจากล่างไปหาบนได้ ดังนี้

หมวดหินห้วยหินลาด ประกอบด้วยหินทราย หินทรายแป้ง หินดินดานสีเทา ซึ่งมีซากดึกดำบรรพ์ใบไม้ (Iwai et al., 1966) หอยสองฝา ชื่อ Euestheria Mansuyi เรณูและสปอร์ (Pollen and Spore) (Haile, 1973) และ Phytosaur (Buffetaut and Ingawat, 1982) บ่งบอกอายุปลายยุคไทรแอสซิก หมวดหินนี้วางตัวอยู่บนหินปูนยุคเพอร์เมียนแบบรอยชั้นสัมผัสไม่ต่อเนื่อง

หมวดหินน้ำพอง เป็นหมวดหินล่างสุดของกลุ่มหินโคราชที่เริ่มมีสีแดง (Ward และ Bunnag, 1964) โดยเฉพาะบริเวณทางด้านทิศตะวันตกของกลุ่มหินโคราช หมวดหินน้ำพองประกอบด้วยชั้นหินทรายแป้ง หินทราย และหินกรวดมน สลับกันเป็นชั้นหนาวางตัวต่อเนื่องจากหมวดหินห้วยหินลาด ในขณะที่บางบริเวณวางตัวอยู่บนหินปูนยุคเพอร์เมียนแบบรอยชั้นไม่ต่อเนื่อง หมวดหินนี้หนาประมาณ 1,465 เมตร

หมวดหินภูกระดึง วางตัวอยู่บนหมวดหินน้ำพองหรือบนหินยุคเพอร์เมียนในบริเวณที่ไม่มีหมวดหินน้ำพอง ประกอบด้วยหินทรายแป้ง หินทรายสีเทาอมเขียว หินโคลน และหินกรวดมนเนื้อปูนผสม มีซากดึกดำบรรพ์ชิ้นส่วนของกระดูกและฟันพลีสิโอซอร์ และกระดูกไดโนเสาร์ (Buffetaut et al., 1997) ความหนาของหมวดหินนี้ที่บริเวณภูกระดึงประมาณ 1,001 เมตร

หมวดหินพระวิหาร ประกอบด้วยหินทรายเนื้อควอรตซ์ สีขาว มักแสดงลักษณะชั้นเฉียงระดับ และมีชั้นบาง ๆ ของหินทรายแป้งสีเทาดำแทรก ความหนาของหมวดหินนี้แตกต่างกันในแต่ละบริเวณ มีความหนาตั้งแต่ 56-136 เมตร

หมวดหินเสาขัว ประกอบด้วยหินทรายแป้ง หินโคลน และหินกรวดมนปนทราย มีชั้นหินค่อนข้างหนา ซึ่งความหนาของหมวดหินนี้ในบริเวณบ้านเสาขัว หนา 512 เมตร มีซากดึกดำบรรพ์หอยกาบเดี่ยว (Gastropod) พวก Naticoid พวกหอยกาบคู่ชื่อ Trigoniodides sp. และ Plicatounio sp. (Meesook et al., 1995) และพวกไดโนเสาร์กินพืช (Buffetaut et al., 1997) จากซากดึกดำบรรพ์ที่พบนี้ คาดว่าหินมีอายุครีเทเชียสตอนต้น

หมวดหินภูพาน มีลักษณะค่อนข้างเด่น ประกอบด้วยหินทรายปนหินกรวดมนชั้นหนาที่แสดงการวางชั้นเฉียงระดับ มีรายงานพบเศษชิ้นส่วนของกระดูกไดโนเสาร์ จำนวน 2-3 ชิ้น นอกจากนั้นยังพบว่ามีสารประกอบของพวกคาร์บอนเกิดอยู่ในหมวดหินนี้ด้วย ความหนาของหมวดหินนี้ประมาณ 114 เมตร

หมวดหินโคกกรวด ประกอบด้วยหินทรายแป้ง หินทราย และหินทรายแป้งปนปูน (Caliche-Siltstone) และหินกรวดมน มีซากดึกดำบรรพ์เศษชิ้นส่วนของไดโนเสาร์ชนิดกินพืช เต่า และปลา (Buffetaut et al., 1997) หมวดหินนี้มีความหนาประมาณ 709 เมตร

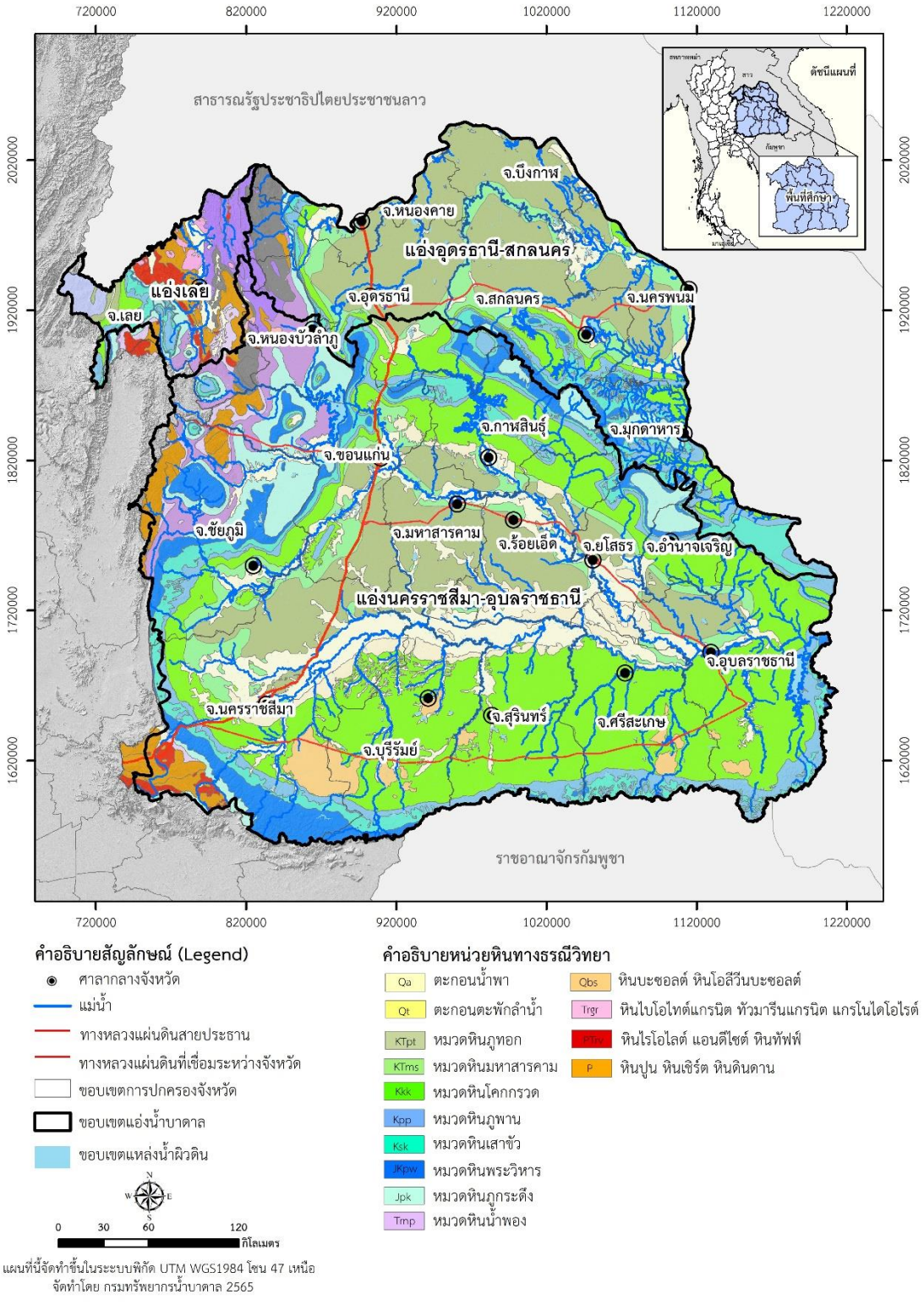
หมวดหินมหาสารคาม ประกอบด้วยหินทรายแป้ง และหินทราย มีชั้นโพแทช ยิปซัม และเกลือหิน ความหนาเฉลี่ย 200 เมตร หมวดหินนี้มีความหนาประมาณ 600 เมตร เกิดจากการสะสมตัวของแอ่ง ซึ่งอาจแยกกันเป็น 2 แอ่งคือ แอ่งสกลนครกับแอ่งโคราช อายุของหมวดหินมหาสารคามนี้มีอายุประมาณยุคครีเทเชียสตอนปลาย จากหลักฐานสนามแม่เหล็กบรรพกาล (Maranate and Vella, 1986) และจากไอโซโทปของแร่มีอายุประมาณ 100 ล้านปี

หมวดหินภูทอก ประกอบด้วยหินทรายเนื้อละเอียดสีแดง มีชั้นเฉียงสลับขนาดใหญ่ และหินทรายสีแดง พบชั้นเฉียงสลับขนาดเล็ก ความหนาของหมวดหินนี้ไม่ต่ำกว่า 200 เมตร โดยที่บริเวณชั้นหินแบบฉบับที่เขาภูทอกน้อย อำเภอศรีวิไล จังหวัดหนองคาย มีความหนา 139 เมตร หมวดหินภูทอกโผล่กระจายตัวทั่วไปตามกลางแอ่งที่ราบสูงโคราชในบริเวณที่ไม่มีดินปกคลุม หินทรายนี้เกิดจากการสะสมตัวในสภาพแวดล้อมแบบตะกอนพัดพาจากน้ำและลม หินโคลนตอนบน ประกอบด้วยหินโคลนสีแดงอิฐ หินทรายแป้ง และหินทรายสีแดง พบมีชั้นยิปซัมเป็นชั้นและเลนส์ วางตัวอยู่บนชั้นหมวดหินมหาสารคามแบบไม่ต่อเนื่อง

หินมหายุคซีโนโซอิก ยังไม่มีหลักฐานยืนยันแน่นอนว่ามีหินยุคเทอร์เชียรี ซึ่งเป็นส่วนล่างของมหายุคซีโนโซอิก ในบริเวณที่ราบสูงโคราช นอกจากอนุมานจากชั้นหินที่ไม่แข็งตัวเหนือชั้นเกลือของหมวดหินมหาสารคามยุคครีเทเชียส และอยู่ใต้ชั้นกรวดยุคควอเทอร์นารีที่พบไม้กลายเป็นหิน

ตะกอนยุคควอเทอร์นารี ในที่ราบสูงโคราชพบตะกอนยุคควอเทอร์นารีอยู่ใต้ระดับผิวดิน จากข้อมูลหลุมเจาะ เช่น หลุมเจาะโพแทช ที่อำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม พบหินมาร์ลที่ความลึก 32 - 70 เมตร พบฟอสเฟตเปอร์เซ็นต์ต่ำมาก คล้ายกับหินที่โผล่ที่ผิวดินด้านทิศตะวันตกของจังหวัดร้อยเอ็ด นอกจากนี้ยังพบซากดึกดำบรรพ์เศษเปลือกหอยและกระดูกสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมกินพืชเป็นอาหารยุคควอเทอร์นารีอีกด้วย ตะกอนยุคควอเทอร์นารี ได้แก่ ชั้นกรวด (Gravel Bed) และชั้นดินลูกรัง (Lateritic Soil) ตามขอบแอ่งโคราชทั้งด้านบนและด้านใต้ ไม้กลายเป็นหินที่พบในชั้นกรวดยุคครีเทเชียสตอนบน ถึงยุคควอเทอร์นารีตอนล่าง (Kobayashi, 1961) นอกจากนี้ มีรายงานการพบเทคไทต์อายุประมาณ 0.7 ล้านปี ในชั้นกรวดที่จังหวัดขอนแก่นเป็นหลักฐานแสดงให้เห็นว่าชั้นกรวดและชั้นศิลาแลงที่โผล่อยู่ทั่วไปในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นอกจากนั้นบางแห่งถูกปกคลุมด้วยทรายแป้งลมหอบ (Loess) สีน้ำตาลแดงและเหลือง ตรวจหาอายุของตะกอนได้ 8,190 ±120 ปี ในบ่อทรายท่าช้าง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัดนครราชสีมา มีตะกอนทรายแป้งลมหอบสะสมตัวหนากว่า 8 เมตร โดยพบซากฟันช้างโบราณชื่อ Zygolophodon (Sinomastodon) sp. และ Stegolophodon (Eostegodon) sp. มีอายุอยู่ในสมัยไพลสโตซีน และชิ้นส่วนของไม้กลายเป็นหินปะปนอยู่ด้วย

หินอัคนี ที่พบบนที่ราบสูงโคราช เป็นหินบะซอลต์ซึ่งไหลปิดทับกลุ่มหินโคราชพบในบริเวณจังหวัดบุรีรัมย์ จังหวัดสุรินทร์ และจังหวัดศรีสะเกษ มีอายุประมาณ 3.28 ±0.48 ล้านปี ถึง 0.92 ±0.3 ล้านปี (ยุคเทอร์เชียรี-ควอเทอร์นารี)



รูปที่ 2-6 แผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1: 250,000 (กรมทรัพยากรธรณี, 2556)

2.3.7 ภาพตัดขวางทางธรณีวิทยา

การจัดทำภาพตัดขวางทางธรณีวิทยา มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงข้อมูลชั้นดินชั้นหิน และโครงสร้างใต้ผิวดิน เพื่อนำไปใช้แปลความหมายทางธรณีวิทยา ธรณีสัณฐาน อุทกธรณีวิทยา สามารถใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการสำรวจเพื่อหาแหล่งน้ำบาดาลที่มีศักยภาพในอนาคต เป็นการนำข้อมูลทุติยภูมิ สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนสำรวจตรวจสอบเพิ่มเติมในภาคสนามเพิ่มเติม โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) แนวคิดการดำเนินการ

การจัดทำภาพตัดขวางทางธรณีวิทยา ดำเนินการวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลและจัดทำคำอธิบายลักษณะของชั้นดินชั้นหินในพื้นที่ศึกษามีความถูกต้องและเหมาะสมมากที่สุด จึงได้กำหนดกรอบแนวความคิด และแนวทางในการวิเคราะห์และแปลความหมาย โดยมีรายละเอียดดังนี้

- รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่จะใช้จากผลการศึกษาจากโครงการที่เคยทำการศึกษาในพื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง ได้แก่ ข้อมูลการหยั่งธรณีหลุมเจาะ ข้อมูลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินและหิน รวมถึงข้อมูลที่ได้จากการสำรวจธรณีฟิสิกส์บนผิวดิน
- วิเคราะห์รายละเอียดชั้นดินชั้นหิน โดยใช้ข้อมูลการหยั่งธรณีหลุมเจาะที่มีความถูกต้องและแม่นยำมากที่สุดเป็นหลัก โดยเริ่มดำเนินการบริเวณที่มีความหนาแน่นของข้อมูลที่มากที่สุดไปสู่บริเวณที่มีข้อมูลน้อย เพื่อให้บริเวณที่มีข้อมูลไม่เพียงพอมีค่าความผิดพลาดน้อยที่สุด
- วิเคราะห์ข้อมูลและจำแนกรายชั้นดินชั้นหินหรือกลุ่มชั้นหินที่มีคุณสมบัติของชั้นหินทางธรณีวิทยาที่ใกล้เคียงกัน โดยใช้ข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1:250,000 (กรมทรัพยากรธรณี, 2555) ข้อมูลหลุมเจาะจากการสำรวจธรณีวิทยา และธรณีวิทยาแหล่งแร่โพแทชในพื้นที่ศักยภาพทางแร่สูง จำนวน 208 หลุม ข้อมูลผลการแปลความหมายคลื่นสั่นสะเทือน ข้อมูลชั้นดินชั้นหินหลุมเจาะปิโตรเลียม เป็นต้น

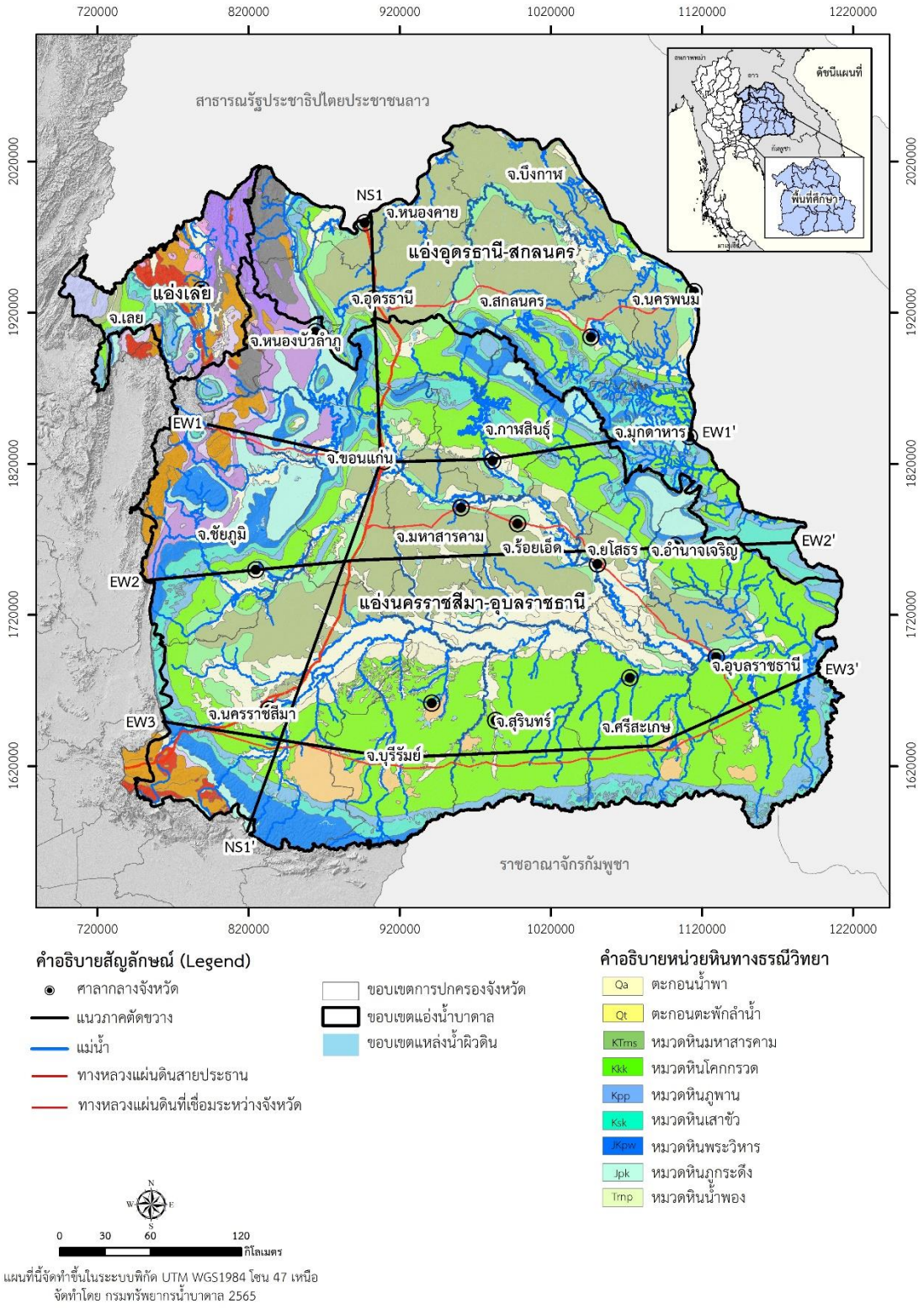
2) ขั้นตอนการดำเนินการ

การจัดทำภาพตัดขวางทางธรณีวิทยา เป็นการแสดงข้อมูลหน่วยหินทางธรณีวิทยาหรือชั้นดินชั้นหินที่อยู่ลึกลงไปจากผิวดิน ซึ่งต่างจากแผนที่ธรณีวิทยาที่แสดงเฉพาะข้อมูลหน่วยหินต่าง ๆ บนผิวดินเท่านั้น จึงจำเป็นที่จะต้องมีการเจาะสำรวจ และการหยั่งธรณีในหลุมเจาะ เพื่อที่จะทราบถึงรายละเอียดของชั้นตะกอนและชั้นหินที่อยู่ใต้ผิวดิน และสามารถกำหนดลักษณะและรายละเอียดของชั้นดินชั้นหินได้อย่างถูกต้อง มีขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน ดังนี้

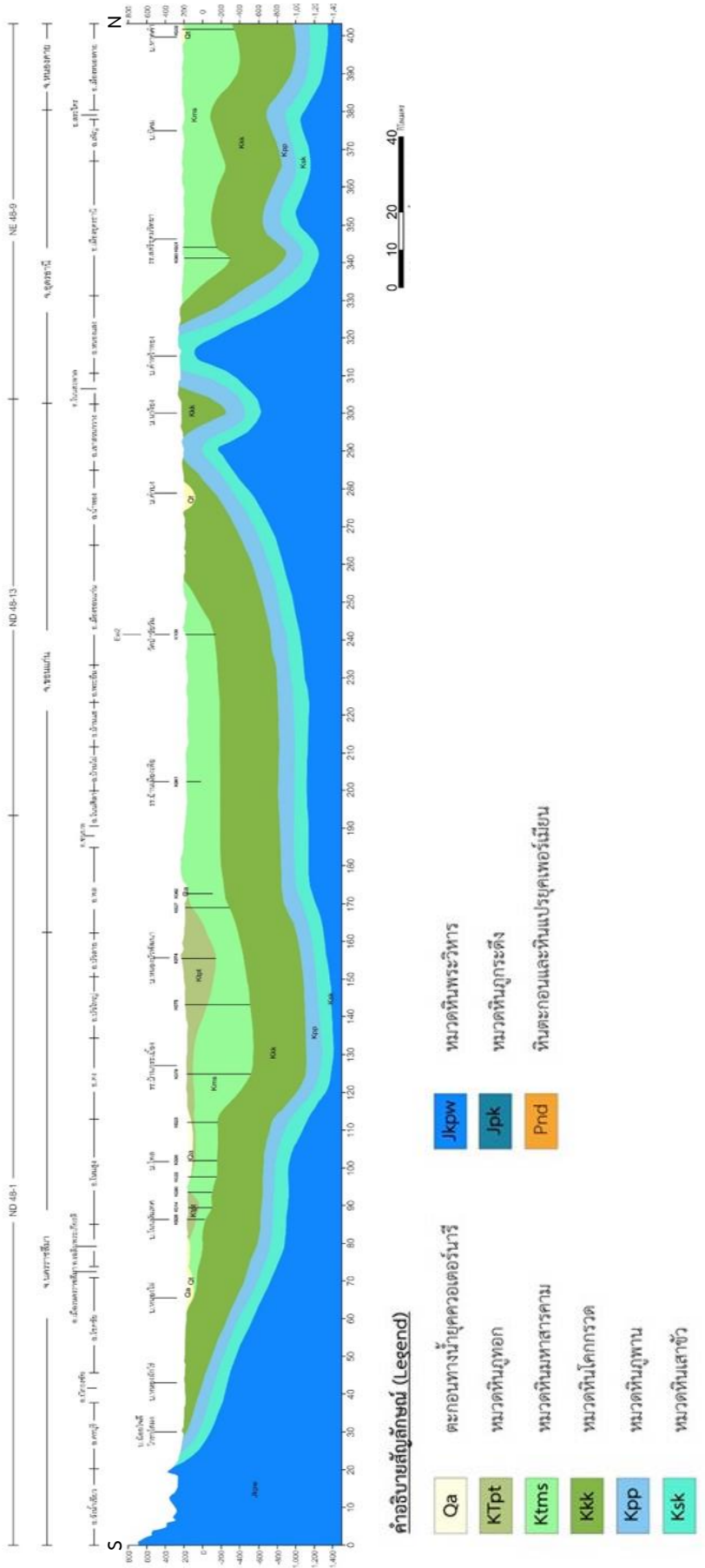
- รวบรวมและศึกษาข้อมูลทุติยภูมิทางด้านธรณีวิทยา และธรณีวิทยาโครงสร้างในพื้นที่ศึกษาจากแผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1: 250,000 (กรมทรัพยากรธรณี, 2555) แล้วทำการตรวจสอบข้อมูลในภาคสนามเพื่อตรวจสอบลักษณะปรากฏของหน่วยหินต่าง ๆ จัดทำร่างแผนที่ธรณีวิทยาที่ปรับแก้ขอบเขตความต่อเนื่องของหน่วยหินทางธรณีวิทยาทั่วทั้งพื้นที่ศึกษา

- รวบรวมข้อมูลชั้นดินชั้นหิน และข้อมูลการหยั่งธรณีในหลุมเจาะเดิม จากนั้นตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และนำมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลที่ได้จากการศึกษาข้อมูลทางด้านธรณีวิทยาและธรณีวิทยาโครงสร้าง เพื่อร่างแนวจัดทำภาพตัดขวางทางธรณีวิทยาในพื้นที่ศึกษาจำนวน 4 แนว ดังแสดงในรูปที่ 2-7

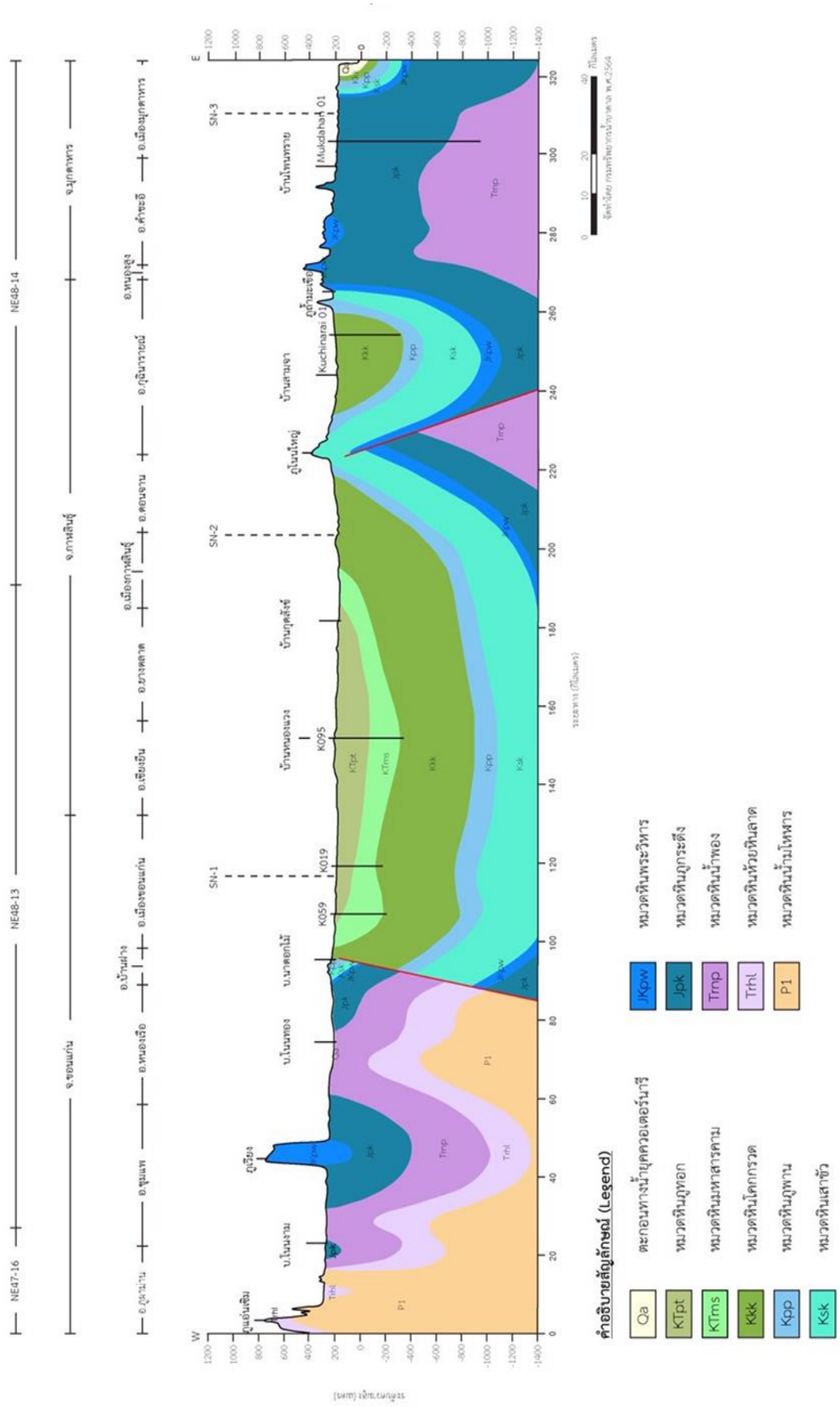
- จัดทำแนวภาพตัดขวาง 4 แนว (แนวตะวันตก-ตะวันออก และแนวเหนือ-ใต้) โดยอาศัยแผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1:250,000 ที่ปรับแก้ขอบเขตความต่อเนื่องของหน่วยหินทางธรณีวิทยาจากการตรวจสอบข้อมูลแล้ว (รูปที่ 2-8 ถึง รูปที่ 2-11)



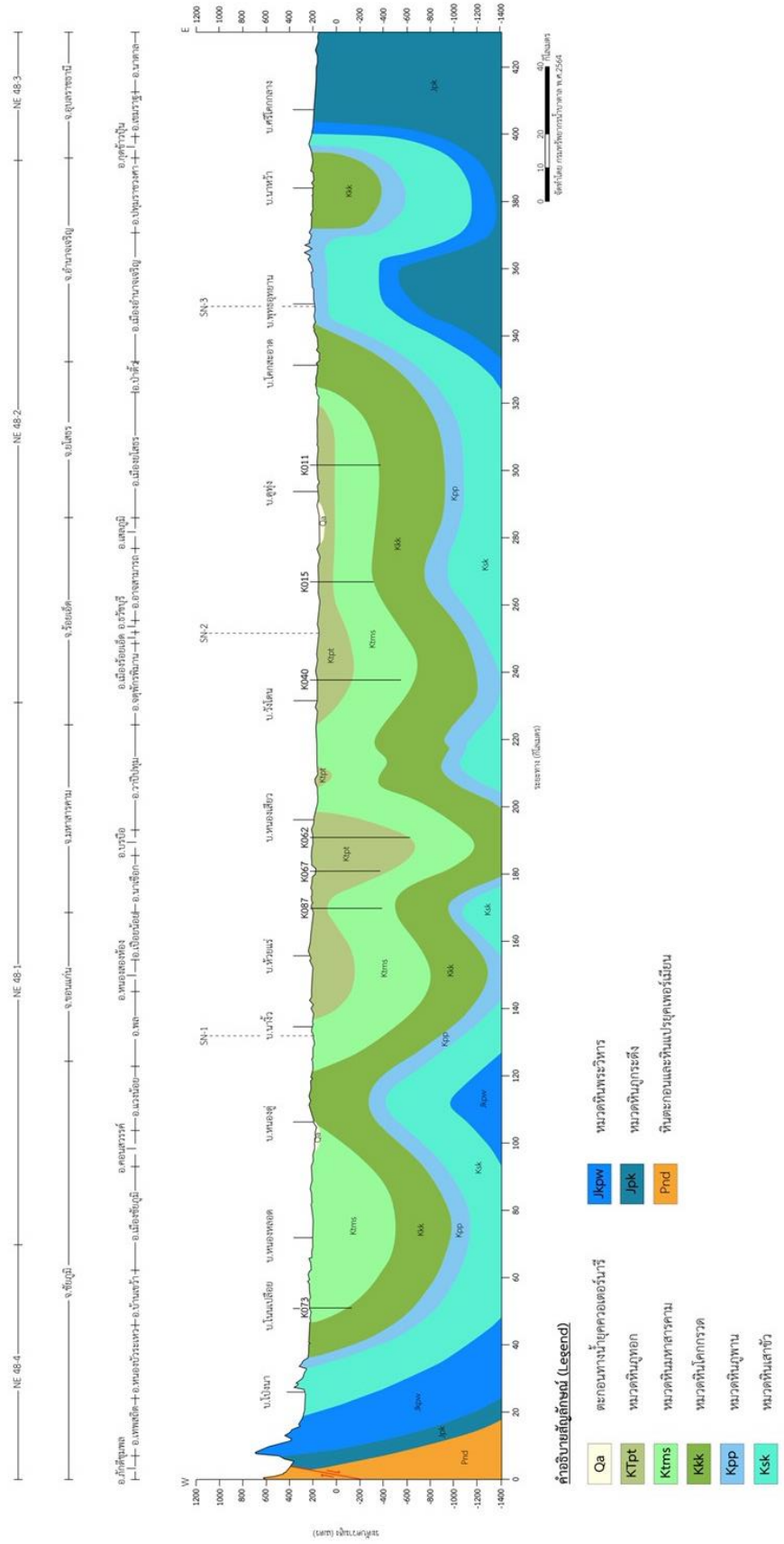
รูปที่ 2-7 แสดงการวางแนวภาพตัดขวางพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
(แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย)



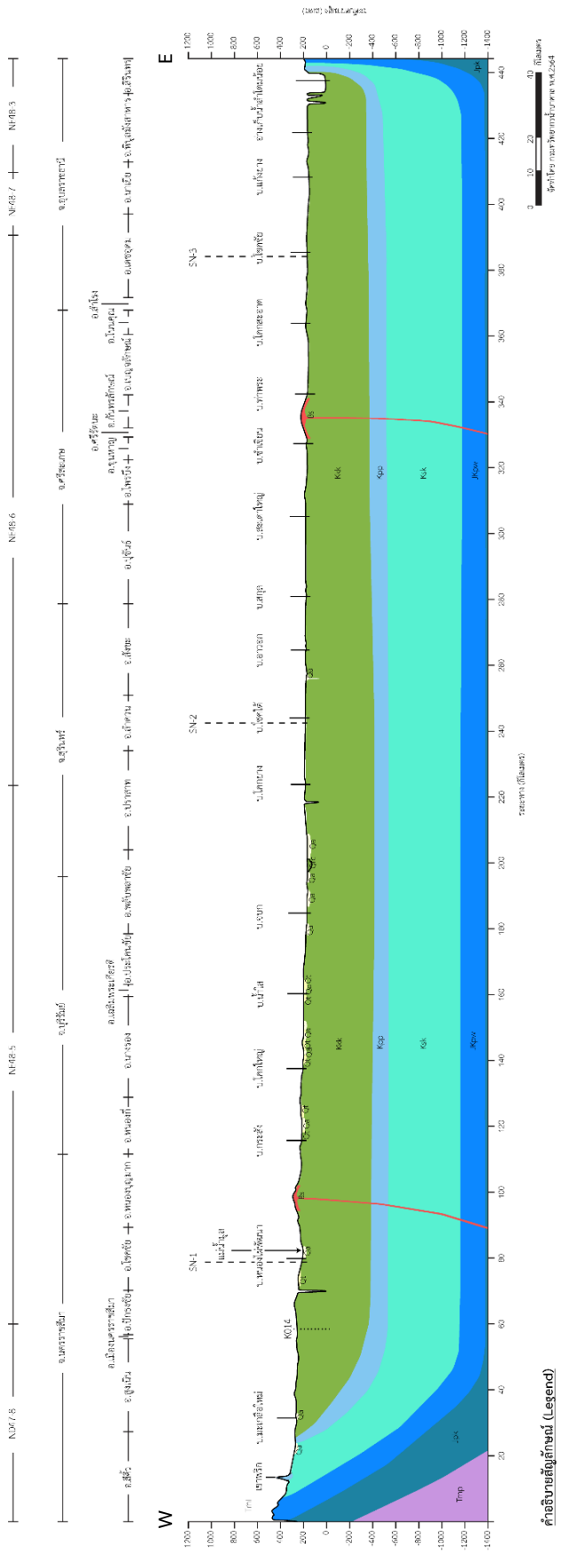
รูปที่ 2-8 ภาพตัดขวางทางธรณีวิทยาแนว NS1 (เหนือใต้)



รูปที่ 2-9 ภาพตัดขวางทางธรณีวิทยาแนว EW1 (ตะวันออก-ตะวันตก)



รูปที่ 2-10 ภาพตัดขวางทางธรณีวิทยาแนว EW2 (ตะวันออก-ตะวันตก)

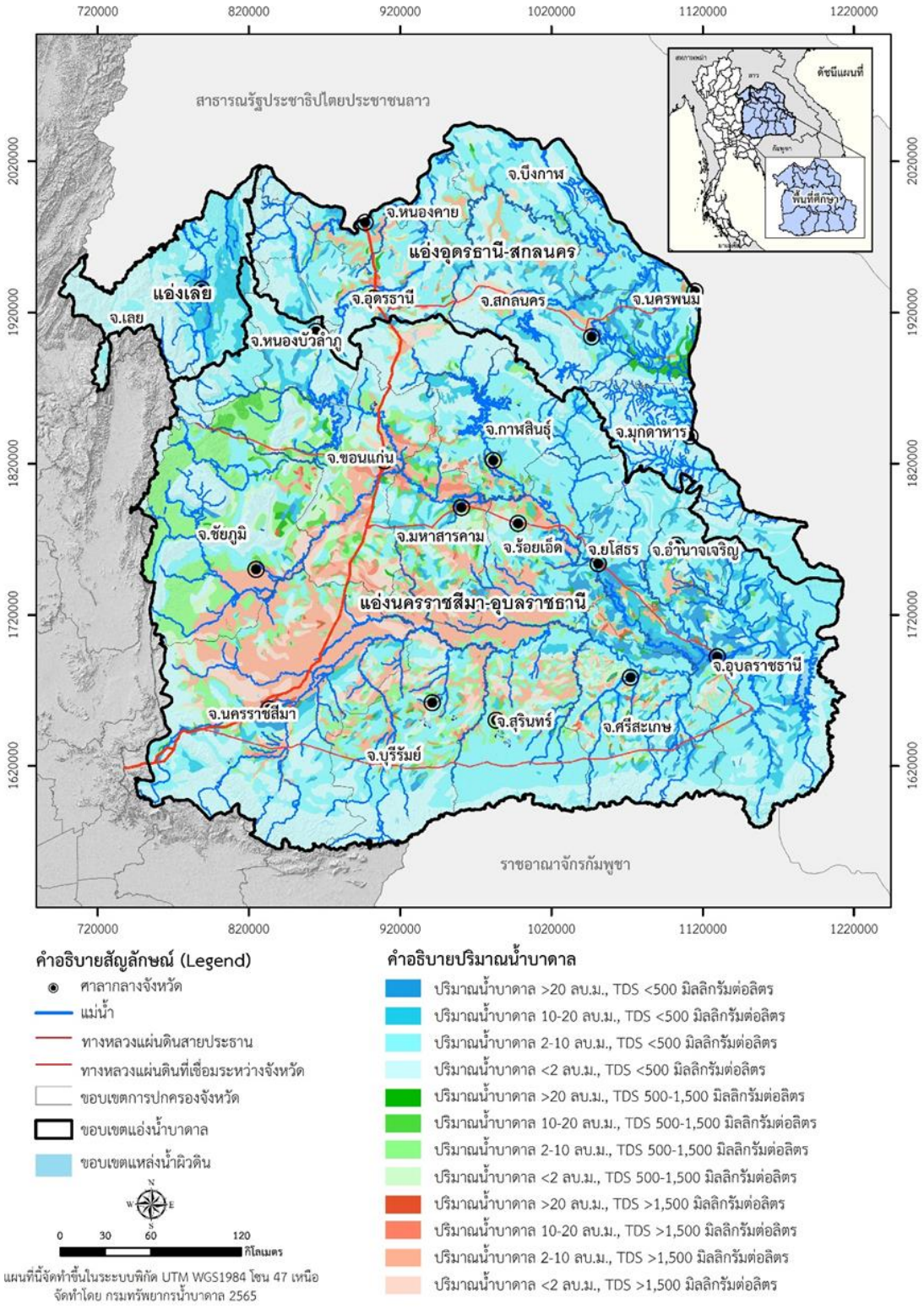


รูปที่ 2-11 ภาพตัดขวางทางธรณีวิทยาแนว EW3 (ตะวันออก-ตะวันตก)

2.3.8 ข้อมูลอุทกธรณีวิทยา

พื้นที่ที่ราบสูงโคราชโดยส่วนใหญ่รองรับด้วยหินแข็งจำพวก (Clastic Sedimentary Rocks) จากผลการเจาะบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่ที่ราบสูงโคราช พบว่า ประมาณร้อยละ 90 ของบ่อน้ำบาดาลได้น้ำจากชั้นหินให้น้ำประเภทหินแข็ง บ่อน้ำบาดาลที่ได้น้ำจากชั้นกรวดทราย มีเพียงประมาณร้อยละ 10 เท่านั้น แหล่งน้ำบาดาลที่สำคัญที่สุดของที่ราบสูงโคราช ได้แก่ น้ำบาดาลที่กักเก็บตามแนวรอยแตกในชั้นหินแข็ง จำพวกหินทราย หินทรายแป้ง และหินดินดาน ของกลุ่มหินโคราช (Khorat Group) ซึ่งมีอายุอยู่ในช่วงยุคไทรแอสสิก (Triassic) ถึง ครีเทเชียส (Cretaceous) และกลุ่มหินที่วางตัวเหนือกลุ่มหินโคราช (Unnamed Formation) ซึ่งประกอบด้วยหมวดหินมหาสารคาม และหมวดหินภูทอก ซึ่งมีอายุอยู่ในช่วงระหว่างยุคครีเทเชียส ถึง ยุคเทอเชียร์รี (Tertiary) สำหรับแหล่งหินร่วน มักพบเป็นแนวแคบวางตัวยาวขนานตามลำน้ำที่สำคัญ ๆ เท่านั้น ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะชั้นหินให้น้ำที่เป็นแหล่งหินแข็งเท่านั้น

ในทางอุทกธรณีวิทยา ได้แบ่งชั้นหินให้น้ำประเภทหินแข็ง (Consolidated Aquifers) บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ตามคุณสมบัติการให้น้ำบาดาลของหินออกเป็นชั้นน้ำบาดาลต่าง ๆ จำนวน 5 ชั้น คือ ชั้นหินให้น้ำภูทอก ชั้นหินให้น้ำมหาสารคาม ชั้นหินให้น้ำโคราชตอนบน ชั้นหินให้น้ำโคราชตอนกลาง และชั้นหินให้น้ำโคราชตอนล่าง ดังแสดงในรูปที่ 2-12 โดยสรุปดังต่อไปนี้



รูปที่ 2-12 แผนที่น้ำบาดาล มาตราส่วน 1: 100,000 (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2544)

1) ชั้นหินให้น้ำภูทอก (Phu Thok Formation)

มีอายุในช่วงระหว่างปลายยุคครีเทเชียส ต่อเนื่องไปจนถึงต้นยุคเทอเชียร์รี (นเรศ, ทรงภพ) มีชั้นหินต้นแบบ (Type Location) อยู่ที่บริเวณเขาภูทอก-ภูวัว ในบริเวณเขตพื้นที่อำเภอเซกา จังหวัดหนองคาย ส่วนในบริเวณพื้นที่แอ่ง ทั้งในแอ่งสกลนครและแอ่งโคราช ชั้นหินภูทอก ซึ่งวางตัวอยู่เหนือหมวดหินมหาสารคามแบบไม่ต่อเนื่อง มักพบตามบริเวณพื้นที่ราบของลุ่มน้ำโขง–ชี–มูน หรือบางครั้งอาจก่อตัวเป็นเนินเตี้ย ๆ หมวดหินภูทอก สามารถแบ่งออกเป็น 3 หน่วยหิน คือ ชุดหินภูทอกตอนบน (Upper Phu Thok Unit) ชุดหินภูทอกตอนกลาง (Middle Phu Thok Unit) และชุดหินภูทอกตอนล่าง (Lower Phu Thok Unit) ซึ่งมีลักษณะของหินโดยสรุป ดังนี้

ชั้นหินให้น้ำภูทอกตอนบน (Upper Phu Thok Unit)

เป็นหินทรายเนื้อแน่นประกอบด้วยเป็นเม็ดทรายละเอียด (Massive Fine-Grained Sandstone) มีน้ำประสานเป็นน้ำปูน จนมีลักษณะทางกายภาพของเนื้อหินที่แข็งมาก แทรกสลับอยู่กับชั้นหินกรวดและหินดินดาน สีหินโดยส่วนใหญ่เป็นสีแดงเข้ม แต่บางพื้นที่อาจมีสีน้ำตาลปนแดง (Reddish Brown) เป็นหินที่มักพบรอยแตกตามผิวบนของหินโผล่จำนวนมาก และบางครั้งอาจเป็นแนวรอยแตกรูปลิ่มขนาดใหญ่ (Cleavage Spray)

ผลการเจาะบ่อน้ำบาดาลในชุดหินภูทอกตอนบน มักจะไม่ได้น้ำ หรือบางแห่งอาจได้น้ำบาดาลปริมาณเล็กน้อย ในเกณฑ์ไม่เกิน 5 ลบ.ม./ชม. พบในชั้นน้ำระดับตื้นเท่านั้น เช่น บริเวณวัดพะลานหินเกิ้ง ในเขตตำบลท่าพระ อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น เจาะบ่อน้ำบาดาลลึก 110 เมตร ได้น้ำจากแนวรอยแตกของหินชุดภูทอกตอนบน ที่ช่วงความลึกระหว่าง 30 - 44 เมตร ปริมาณน้ำประมาณ 3 ลบ.ม./ชม. เท่านั้น และบริเวณบ้านปอพาน อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด เคยเจาะบ่อน้ำบาดาลระดับตื้นในบริเวณพื้นที่แหล่งหินภูทอกตอนบนไม่พบชั้นน้ำบาดาล ต่อมาได้เจาะบ่อน้ำบาดาลระดับลึก ความลึกประมาณ 340 เมตร ได้น้ำจากแนวรอยแตกของหินภูทอกตอนกลางระหว่างช่วงความลึกประมาณ 340 เมตร ปริมาณน้ำประมาณ 15 ลบ.ม./ชม.

ชั้นหินให้น้ำภูทอกตอนกลาง (Middle Phu Thok Unit)

ชั้นหินภูทอกตอนกลาง เป็นหินทรายที่เกิดจากการแข็งตัวของตะกอนลมพา (Aeolian Deposits) มีอายุของชั้นหินในช่วงปลายยุคยุคครีเทเชียสต่อเนื่องไปจนถึงต้นยุคเทอเชียร์รี (K-T Boundary) ซึ่งเป็นช่วงที่โลกมีภูมิอากาศบรรพกาล (Paleo-Climate) แบบแห้งแล้ง และมีการตกตะกอนของตะกอนลมพัดพา อันเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในหลายๆ พื้นที่ทั่วโลก เมื่อตะกอนทรายลมพาถูกทับถมเป็นเวลานาน และมีน้ำประสาน (Cementing Materials) ไหลเข้าไปในชั้นทราย ชั้นทรายก็จะจับตัวกันเป็นชั้นหินทรายที่มีเม็ดทรายเกาะตัวกันหลวม ๆ หินทรายที่มีลักษณะการเกิดแบบนี้ล้วนแล้วแต่เป็นชั้นน้ำบาดาลที่มีศักยภาพการให้น้ำสูง ในพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วโลกเช่น Green Sand Aquifer ในยุโรปตะวันตกเฉียงเหนือ Turonain-Senonain Sandstone ใน Chad Basin ตรงส่วนกลางของ

ทวีปแอฟริกา นอกเหนือไปจากนี้ ยังพบชั้นหินทรายบาง ๆ วางตัวยาวต่อเนื่องตั้งแต่มลรัฐหลุยส์เซียน่า จนถึงมลรัฐเท็กซัส และอ่าวแม็กซิโก โดยชั้นหินดังกล่าวเป็นชั้นหินที่มีปริมาณ Rare-Earth Minerals บางจำพวกสูงผิดปกติ อันเป็นหลักฐานสำคัญบ่งชี้อายุของชั้นหินในช่วงปลายยุคครีเทเชียส ต่อเนื่องไปจนถึงต้นยุคเทอเชียร์รี

ด้านศิลาวิทยา (Lithology) ของชุดหินภูทอกตอนกลาง ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย แสดงลักษณะว่าเป็นหินทรายที่เกิดจากการแข็งตัวของตะกอนลมพาอย่างเด่นชัด กล่าวคือ การวางของชั้นเฉียงระดับ (Cross Bedding) ขนาดใหญ่ ซึ่งไม่พบในหินทรายที่เกิดจากการแข็งตัวของตะกอนน้ำพา (Fluvial Sediments) เป็นหินทรายเนื้อละเอียดถึงหินทรายแป้ง (Fine Grained Sandstone to Siltstone) มีการคัดขนาดของเม็ดทรายดี (Well Sorting) เม็ดทรายมีลักษณะเหลี่ยม (Sub-Angular to Sub-Round) ส่วนประกอบส่วนใหญ่ ประกอบด้วย เม็ดทรายแร่ควอตซ์ (Quarzitic Sandstone) ไม่มีแผ่นไมกา ล้วนแล้วแต่เป็นลักษณะของหินทรายที่เกิดจากการแข็งตัวของตะกอนลมพา เนื้อหินทรายมีการประสานตัวเกาะกันเป็นเนื้อหินเพียงบางส่วน (Loosely Cemented) สามารถบิให้เม็ดทรายยุ่ยหลุดออกจากเนื้อหินได้โดยง่าย สีหินที่โดดเด่นเป็นสีแดงอิฐ แสดงถึงการเกิดของชุดหินในช่วงที่มีภูมิอากาศแห้งแล้ง

ในทางอุทกธรณีวิทยา ชุดหินภูทอกตอนกลาง เป็นชั้นหินที่มีศักยภาพในการให้น้ำบาดาลสูงที่สุดในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และในปัจจุบัน กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ได้ตั้งชื่อชั้นหินให้น้ำบาดาลชุดนี้ว่า “ชั้นน้ำภูทอก (Phu Thok Aquifer)” แหล่งน้ำบาดาลที่สำคัญที่สุดในชั้นน้ำภูทอก ได้แก่ น้ำบาดาลที่ไหลตามแนวรอยสัมผัสระหว่างหินดินดานและหินทราย (Shale/Sandstone Interface) โดยเฉพาะในบริเวณพื้นที่ที่เจาะพบชั้นหินภูทอกตอนกลางหนา ๆ และตามบริเวณพื้นที่เชิงเนินอันเป็นขอบของแอ่งกระทะหงาย (Syncline) นอกเหนือไปจากนี้ บางแห่งเจาะได้น้ำบาดาลจากช่องว่างระหว่างเม็ดทราย อันเนื่องจากหินที่มีเนื้อประสานน้อย (Loosely Cemented Zones) จากแนวรอยแตกที่มีจำนวนมากในชั้นหิน (Fractured Zones) โดยพื้นที่ดังกล่าวมักแสดงลักษณะเด่นที่เห็นได้อย่างชัดเจนคือ เป็นแนวหินเปลี่ยนสีจากสีแดงอิฐเป็นหินทรายสีขาว อันเนื่องจากน้ำบาดาลไหลผ่าน และชะล้างเนื้อประสานจำพวกแร่เหล็กออกไป ปริมาณน้ำโดยส่วนใหญ่มากกว่า 20 ลบ.ม./ชม. ต่อบ่อ บางแห่งอาจได้น้ำมากกว่า 100 ลบ.ม./ชม. ต่อบ่อ เช่นบริเวณตำบลท่าพระ อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น ซึ่งจากผลการเจาะบ่อสำรวจพบว่า มีชั้นหินภูทอกหนาประมาณ 280 เมตร รองรับด้วยหินโคลน (Mudstone) และเจาะพบชั้นเกลือหิน ที่ความลึก 397 เมตร บ่อน้ำบาดาลต่าง ๆ ในบริเวณตำบลท่าพระ ส่วนใหญ่ได้ปริมาณน้ำสูงเกินกว่า 100 ลบ.ม./ชม. ปัจจุบันมีโรงงานอุตสาหกรรมในบริเวณนี้จำนวนมาก รวมทั้งโรงงานผลิตน้ำอัดลม น้ำดื่ม และเบียร์ โดยเจาะบ่อน้ำบาดาลสูบน้ำจากชั้นน้ำภูทอก ไม่น้อยกว่าวันละ 50,000 ลบ.ม. ในบริเวณพื้นที่เพียง 20-30 ตร.กม

รูปแบบการไหลของน้ำบาดาล (Groundwater Flow Pattern) ตามแนวรอยสัมผัสชั้นหินในหมวดหินภูทอกดังกล่าว มีความเด่นคือ การไหลในลักษณะเป็น Jet Flow กล่าวคือเป็นการไหลของน้ำบาดาลที่ไหลพุ่งหรือไหลฉีด จากพื้นที่ที่มีแรงดันน้ำสูง ผ่านแนวรอยแตกในชั้นหิน หรือไหลตามแนวรอยสัมผัสระหว่างหินดินดานและหินทราย ไปสู่พื้นที่ที่มีแรงดันน้ำต่ำ หรือไหลในลักษณะเป็น Open-Channel Flow ผ่านชั้นช่องว่างที่เป็นฝืนบาง ๆ ที่อยู่ระหว่างแนวสัมผัสของชั้นหิน โดยไหลไปตามแนวรอยต่อชั้นหิน (Bedding Plane)

ชั้นหินให้น้ำภูทอกตอนล่าง (Lower Phu Thok Unit)

เป็นหินโคลนสีน้ำตาลปนแดง (Reddish Brown Mudstone or Claystone) ตัวอย่างหินที่ได้จากการเจาะบ่อน้ำบาดาล มักจะมีลักษณะเป็นดินโคลนเละ ๆ ชุ่มน้ำเค็ม (Saline Mud) โดยวางปิดทับเหนือชั้นเกลือตอนบน (Upper Salt) ของหมวดหินมหาสารคามแบบไม่ต่อเนื่อง ชุดหินภูทอกตอนล่างมักจะมีชั้น Anhydrite และ Gypsum แทรกอยู่เป็นช่วง ๆ ดังนั้นในทางอุทกธรณีวิทยา ชุดหินชุดนี้จึงทำหน้าที่เสมือนหนึ่งเป็นตัวปิดกั้นมิให้น้ำเค็มจากชั้นเกลือหิน ที่วางตัวอยู่เบื้องล่างไหลตามแรงกดทับ ขึ้นมาปะปนกับชั้นน้ำบาดาลจืดตอนบน ในชุดหินภูทอกตอนล่าง โดยส่วนใหญ่มักอิ่มตัวด้วยน้ำเค็ม แต่หากเป็นชั้นหินที่โผล่บนผิวดินหรือใกล้ผิวดินชั้น Saline Mud ดังกล่าวบางครั้งอาจแข็งตัวกลายเป็นหินดินดาน ซึ่งช่างเจาะบ่อน้ำบาดาลมักจะเรียกว่าชั้นหิน “Hard Shale” และมักจะได้น้ำบาดาลจืดตามแนวรอยแตกของชั้นหิน

โดยปกติชั้นหิน “Hard Shale” เป็นชั้นหินที่เกิดจากการแข็งตัวของ Saline Mud ของชุดหินภูทอกตอนล่าง หรือเกิดจากการแข็งตัวของ Saline mud ของชุด Middle Clastic Unit หรือชุดหิน Lower Clastic Unit ในหมวดหินมหาสารคามก็ได้ ชุดหินดังกล่าวมีลักษณะคล้ายชุดหินภูทอกตอนล่างมาก จนบางคนเรียกชุดหินภูทอกตอนล่างว่า “Upper Clastic Unit” ไม่เฉพาะที่เกิดจากชุดหินภูทอกตอนล่าง แต่อาจเกิดจาก Saline Mud ชุดหิน Clastic Units ของหมวดหินมหาสารคามก็เป็นได้ ชั้นหิน “Hard Shale” มักจะวางตัวตามความลาดเอียงของแอ่ง ทำให้น้ำเค็มใน Saline Mud ค่อย ๆ ถูกชะล้างออกไป และเกิดการแข็งตัว เกิดรอยแตกอันเนื่องจากการหดตัวของชั้นหิน กลายเป็นแหล่งกักเก็บน้ำบาดาล ซึ่งมักเป็นแหล่งน้ำบาดาลระดับตื้น ความลึกไม่เกิน 40 เมตร หากเจาะลึกมักจะได้น้ำบาดาลเค็ม พื้นที่ที่เจาะบ่อน้ำบาดาลได้จากหินจำพวกนี้ ได้แก่ พื้นที่ตามบริเวณขอบแอ่งของแอ่งโคราช และบริเวณพื้นที่ราบของแอ่งสกลนคร โดยเฉพาะอย่างยิ่งแนวลุ่มน้ำสงคราม นับตั้งแต่อำเภอเซกา อำเภอนาหว้า อำเภออากาศอำนวย อำเภอศรีสงคราม ไปจนถึงอำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม

2) ชั้นหินให้น้ำมหาสารคาม (Maha Sarakham Formation)

เป็นชั้นหินที่วางตัวปกคลุมพื้นที่ราบส่วนใหญ่ ทั้งแอ่งโคราช และแอ่งสกลนคร ลำดับชั้นหินที่สมบูรณ์ของหมวดหินมหาสารคาม (Complete Geological Sequence) ประกอบด้วย

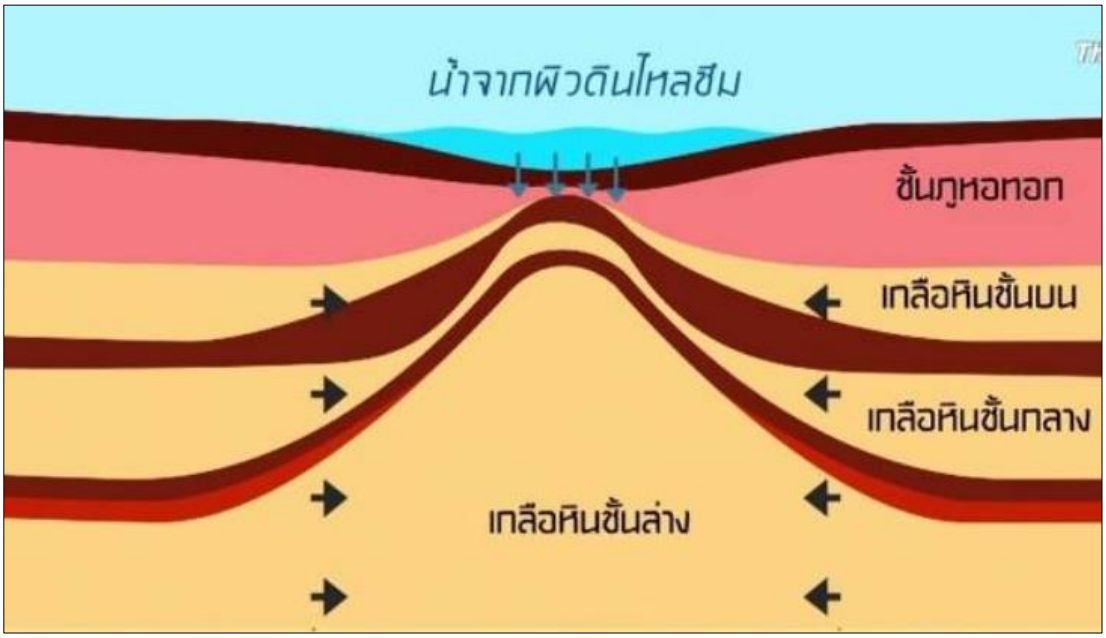
ชั้นเกลือหิน (Rock Salts) วางตัวอยู่ 3 ชั้น คือ Upper, Middle and Lower Salts โดยระหว่างชั้นเกลือหินคั่นกลางด้วยหินโคลน (Mudstone) ซึ่งมีลักษณะเป็น Saline Mud โดยมีการเรียงลำดับชั้นหินจากล่างสุดขึ้นมาดังนี้ คือ ชั้นล่างสุดเป็นชั้นเกลือหินตอนล่าง (Lower Salt Unit) เป็นชั้นเกลือหินหนาไม่น้อยกว่า 300 เมตร ในพื้นที่กลางแอ่งอาจหนามากกว่า 500 เมตร ถัดจากชั้น Lower Salt Unit ขึ้นมาเป็นชั้นหินโคลนตอนล่าง (Lower Clastic Unit) โดยทั่ว ๆ ไปเท่าที่เจาะพบ มักจะมีลักษณะเป็นดินโคลนชุ่มน้ำเค็ม สลับด้วยชั้น Anhydrite เป็นช่วง ๆ ความหนาของชั้นหินโคลนตอนล่างโดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 50-100 เมตร เหนือชั้น Lower Clastic Unit ขึ้นมาเป็นชั้นเกลือหินตอนกลาง ซึ่งมีความหนาไม่แน่นอน และมักจะคดโค้ง (Folding) ไปตามแรงบีบอัด ชั้นเกลือหินตอนกลางจะปิดทับด้วยชั้นหินโคลนตอนกลาง (Middle Clastic Unit) ที่มีลักษณะเนื้อหินเหมือนกับชั้นหินโคลนตอนล่าง ถัดขึ้นมาเป็นชั้นเกลือหินตอนบน (Upper Salt Unit) ซึ่งปิดทับด้วยหินโคลนชุดภูทอกตอนล่าง

การเรียงลำดับชั้นหินของหมวดหินมหาสารคามในขณะนี้ ยังมีความคิดเห็นยังไม่แน่ชัดแยกออกเป็น 2 ฝ่ายคือ ฝ่ายหนึ่งให้ข้อคิดเห็นว่า ชุดหินภูทอกตอนล่างจะรวมอยู่ในหมวดหินมหาสารคาม โดยให้ชื่อว่าชุดหินโคลนตอนบน (Upper Clastic Unit) ทั้งนี้เนื่องจากเป็นหินที่เกิดสลับกันกับชั้นเกลือหิน รวมทั้งลักษณะของเนื้อหินมีลักษณะที่คล้ายคลึงกันมากกับชุดหินโคลนตอนกลางและตอนล่าง ส่วนอีกฝ่ายหนึ่งเชื่อว่า หมวดหินมหาสารคามน่าจะสิ้นสุดที่ชุดเกลือหินตอนบนเท่านั้น หินที่ปิดทับเหนือชั้นเกลือเป็นหมวดหินภูทอก โดยเฉพาะชุดหินโคลนที่ปิดทับชุดเกลือหินตอนบน น่าจะเป็นส่วนล่างสุดของหมวดหินภูทอก (Lower Phu Thok Unit) พื้นที่ขอบแอ่ง และพื้นที่บางแห่งอาจพบเกลือหินเพียงชั้นเดียวหรือ 2 ชั้นเท่านั้น เนื่องจากการเลื่อนไหลไปรวมตัวกันของชั้นเกลือหิน และบางแห่งการเลื่อนไหลของเกลือหิน อาจไหลเลื่อนขึ้นมาจนถึงผิวดินหรือใกล้ผิวดินในลักษณะเป็นโดมเกลือ (Salt Dome) หรือโดมเกลือใต้ผิวดิน

กระบวนการเกิดชั้นเกลือหินในหมวดหินมหาสารคาม อาจเกิดจากการท่วมขังของน้ำทะเลตรงใจกลางแอ่งของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือในยุคครีเทเชียส โดยมีการท่วมของน้ำทะเลรวม 3 ครั้ง เมื่อน้ำทะเลท่วมเข้ามาครั้งแรกจนเต็มแอ่งและเกิดการถอยกลับของระดับน้ำทะเล น้ำเค็มในแอ่งถูกปิดกั้นไม่อาจถอยกลับตามระดับน้ำทะเลที่ลดลงได้ น้ำเค็มจึงมีลักษณะเป็นทะเลภายใน (Inland Sea) เมื่อน้ำเค็มถูกแผดเผาจนทำให้น้ำระเหยไปเกิดความเค็มเพิ่มขึ้น จนในที่สุดเกิดการตกผลึกเกลือกลายเป็นชั้นเกลือหินชั้นแรก (Lower Salt Unit) และเมื่อเกิดการท่วมของน้ำทะเลครั้งที่ 2 กระแสน้ำจะพัดพาตะกอนดินเข้ามาด้วย และเกิดการสะสมตัวของชั้นตะกอนดินโคลน ปิดทับเหนือชั้นเกลือ กลายเป็น Lower Clastic Unit และเมื่อน้ำทะเลถอยกลับอีกครั้ง การระเหยของน้ำเค็มก็เกิดขึ้นอีกครั้งเช่นกัน ทำให้เกิดชั้นเกลือหินชั้นกลาง (Middle Salt Unit) การท่วมของน้ำทะเลครั้งที่ 3 ทำให้เกิด Middle Clastic Unit และ Upper Salt Unit (รูปที่ 2-13) แต่การเกิดของ Lower Phu Thok Unit ซึ่งเป็นชั้นหินโคลนปิดทับเหนือ Upper Salt Unit ถึงแม้ว่าจะมีลักษณะของเนื้อหิน

คล้ายคลึงกับหินโคลน ที่ถูกขั้นอยู่ระหว่างชั้นเกลือหิน แต่กระบวนการเกิดของ Lower Phu Thok Unit ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการท่วมขังของน้ำทะเล ดังนั้น หมวดหินมหาสารคามจึงน่าจะสิ้นสุดที่ Upper Salt Unit เท่านั้น

กระบวนการเกิดของชั้นเกลือหินและหินชั้นโคลนเกิดขึ้นพร้อม ๆ กับการยกตัวของพื้นที่กลางแอ่ง จนในที่สุดพื้นที่ใจกลางแอ่งดังกล่าว ยกตัวสูงเป็นเทือกเขาภูพาน แบ่งแยกแอ่งในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ออกเป็น 2 แอ่ง คือแอ่งเหนือหรือแอ่งสกลนคร และแอ่งใต้หรือแอ่งโคราช ในขณะเดียวกัน ชั้นเกลือหินและชั้นหินโคลนต่าง ๆ ถูกเบียด และบีบอัดจนเกิดการโค้งงอ และปูดเป็นโดมเกลือใต้ดิน



รูปที่ 2-13 โครงสร้างธรณีวิทยาของชั้นเกลือหิน หมวดหินมหาสารคาม
หมายเหตุ: จาก http://learn.gistda.or.th/2017/04/03/บันทึกนักสำรวจ-ที่-035-การ/

การเจาะบ่อน้ำบาดาลที่เจาะในชั้นน้ำบาดาลชุด Upper Clastic Sedimentary Rocks นอกจากการเจาะหาน้ำจากหมวดหินภูทอกหรือชั้นหินดินโคลนที่แข็งและเปราะ ดังได้กล่าวมาแล้ว แหล่งน้ำบาดาลระดับตื้นที่สำคัญอีกประเภทหนึ่ง ได้แก่ น้ำบาดาลตามพื้นที่เนินระหว่างโดมเกลือใต้ดิน (Inter-Dome Mounds) ซึ่งมักปรากฏอยู่ตามบริเวณพื้นที่ที่เป็นเนินเตี้ย ๆ บางแห่งเป็นเนินทรงกลม ข้างล่างเนินและพื้นที่ลุ่มรอบเนิน รองรับและรายล้อมด้วยชั้นน้ำเค็ม เนินน้ำจืดระดับตื้น ๆ เหล่านี้ ชาวบ้านเรียกกันว่าเป็น “แหล่งน้ำศักดิ์สิทธิ์” แต่ในทางอุทกธรณีวิทยาเรียกแหล่งน้ำเหล่านี้ว่า “Round Island Model” เกิดจากการแทรกตัวของเกลือหินขึ้นมาในลักษณะของโดมเกลือใต้ดิน ต่อมายอดโดมเกลือที่อยู่ใกล้ผิวดินถูกน้ำละลายไปกลายเป็นน้ำเกลือไหลไปสู่ที่ต่ำ และเกิดการยุบตัวของ

ยอดโดม กลายเป็นทะเลสาบน้ำเค็มหรือแอ่งน้ำเค็ม หรือพื้นที่ลุ่มดินเค็ม บริเวณที่เป็นเกาะน้ำจืดหรือ “Round Island Model” ก็คือพื้นที่ที่เหลือจากการทรุดตัวของยอดโดม ปรากฏการณ์การยุบตัวของยอดโดมเกลือ ยังมีให้เห็นอยู่ในปัจจุบัน ทั้งอันเกิดจากการสูบน้ำเค็มขึ้นมาทำเกลือ หรือการยุบตัวตามธรรมชาติ พื้นที่ยอดโดมเกลือที่ยังมิได้เกิดการทรุดตัว มักจะมีลักษณะพื้นที่ดินผุด (Soap-Hole Area) พื้นผิวดินมีลักษณะเป็นสปริง กระเพื่อมขึ้นลงได้ เมื่อไปยืนขย่ม บางครั้งมีน้ำโคลนผุดขึ้นมาบนผิวดินตามรูเล็ก ๆ คล้ายฟองสบู่ เกิดจากชั้นเกลือหินที่อยู่ใต้ชั้นหินโคลน ซึ่งโดยทั่ว ๆ ไป ชั้นเกลือหินที่แทรกตัวขึ้นมาเป็นโดมเกลือใต้ดิน จะแทรกดันชั้นหินโคลนซึ่งมีลักษณะเป็นโคลนตมชุ่มน้ำเค็ม หรือ Salty Mud ให้ไปกองอยู่ข้าง ๆ โดมเกลือ ส่วนยอดโดมจะมีชั้น Salty Mud เพียงบาง ๆ เมื่อยอดโดมเกลือถูกน้ำละลายไป และ Salty Mud ที่ถูกดันขึ้นสู่ผิวดินแห้งและเริ่มแข็งตัว ก็จะมีลักษณะ พื้นที่ดินผุดดังกล่าว

สำหรับรอบด้านของโดมเกลือมักถูกปิดกั้นด้วย Salty Mud จากการเจาะสำรวจแร่โปแทชตามพื้นที่ข้าง ๆ โดมเกลืออาจพบชั้น Salty Mud หนาหลายร้อยเมตร โดยไม่พบชั้นเกลือหินเลย ทั้ง ๆ ที่ห่างจากจุดเจาะไม่ไกลมีการทำเกลือ และทั้ง ๆ ที่โดยปกติชั้นหินโคลนที่แทรกระหว่างชั้นเกลือหินโดยส่วนใหญ่จะหนาไม่เกิน 100 เมตร แต่เนื่องจากการแทรกตัวของชั้นเกลือหินขึ้นสู่ผิวดินเป็นโดมเกลือ จะดันชั้น Salty Mud ที่วางตัวเหนือชั้นเกลือหินขึ้นมาด้วย ทำให้ Salty Mud ซึ่งปกติวางตัวในแนวระนาบหรือเอียงเทเป็นมุมน้อย ๆ (ระหว่าง 5-10 องศา) จะถูกดันให้ตั้งขึ้น ส่วนยอดของโดมเกลือจะเหลือ Salty Mud เพียงบาง ๆ เท่านั้นแหล่งน้ำบาดาลระดับตื้นแบบ Inter-Dome Mounds ได้รับการเติมน้ำโดยตรงจากน้ำฝน (Direct Recharge) กล่าวคือ น้ำฝนที่ตกลงมาบนพื้นที่เนินจะไหลซึมลงไปกักเก็บอยู่ในชั้นตะกอนของเนินโดยตรง มิได้มีการไหลเติมน้ำจากพื้นที่อื่น ๆ

สำหรับเนินทรายระหว่างโดมเกลือ จะพบน้ำจืดในเนินประเภทนี้ สามารถสูบน้ำขึ้นใช้ได้โดยไม่มีน้ำเค็มเข้าเกี่ยวข้อง เช่น ในเนินทรายลมพัดพาเลย เนื่องจากชั้นเกลือหินที่ดันตัวขึ้นมาใกล้ผิวดิน จะดันชั้นดินเหนียว (Salty Mud) ที่วางตัวเหนือชั้นเกลือหินขึ้นมาด้วยดินเหนียวดังกล่าว จะทำหน้าที่ปิดกั้นมิให้น้ำเค็มจากโดมเกลือไหลไปปนเปื้อนน้ำบาดาลจืดในเนินทรายได้ ประกอบกับพื้นที่มีโดมเกลือใต้ผิวดิน มักเป็นพื้นที่ต่ำกว่าพื้นที่เนินทราย ทั้งนี้เนื่องจากการละลายของเกลือหินใต้ผิวดินกลายเป็นน้ำเกลือเข้มข้นที่ชาวบ้านสูบไปทำเกลือสินเธาว์ ทำให้เกิดการยุบตัวของแผ่นดินในบริเวณนั้น ดังนั้น ในพื้นที่บางแห่งของเนินทรายระหว่างโดมเกลืออาจมีชั้นน้ำบาดาลจืดที่หนามาก การสูบน้ำบาดาลขึ้นใช้เป็นปริมาณมาก มักไม่เกิดปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็มเข้าสู่ชั้นน้ำจืด แต่การสูบน้ำใช้ปริมาณมากต่อเนื่องนาน ๆ อาจทำให้แหล่งน้ำบาดาลจืดหมดไปในที่สุด ตัวอย่างเช่น กรมทรัพยากรธรณี สำรวจพบแหล่งน้ำจืดใกล้เทศบาลเมืองพล อำเภอพล จังหวัดขอนแก่น ในปี พ.ศ. 2518 ได้เจาะบ่อน้ำบาดาลจำนวน 2 บ่อ ความลึกประมาณ 70 เมตร จัดทำเป็นระบบประปาสำหรับอำเภอเมืองพลทั้งอำเภอ ต่อมาได้เจาะบ่อน้ำบาดาลเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ปัจจุบัน มีจำนวนบ่อบาดาลถึง 14 บ่อ ระดับ

น้ำบาดาลลดลงจากเดิมในปี 2518 มีระดับลึกจากผิวดินเพียงประมาณ 5 เมตร ปัจจุบันอยู่ที่ความลึกถึงประมาณ 40 เมตร อย่างไรก็ตามบ่อน้ำบาดาลต่าง ๆ ยังคงได้น้ำจืด แต่มีประสิทธิภาพการให้น้ำลดลงไปมากและบางบ่อสูบน้ำไม่ได้แล้ว แนวทางการแก้ไขจะต้องศึกษาการเติมน้ำลงไปกักเก็บในชั้นน้ำบาดาล หรือการทำ Artificial Recharge ในช่วงหน้าฝน เพื่อกักเก็บน้ำไว้ใช้ในช่วงหน้าแล้งเท่านั้น

การเจาะบ่อน้ำบาดาลเพื่อหาน้ำจืด ในบริเวณพื้นที่แหล่งดินเค็ม-น้ำเค็ม หรือพื้นที่ราบของแอ่งโคราชและแอ่งสกลนคร โดยเฉพาะการเจาะบ่อในพื้นที่ที่รองรับด้วยหมวดหินมหาสารคาม จะต้องเลือกพื้นที่ที่เป็นเนินสูงมากกว่าที่จะเลือกพื้นที่ที่เป็นที่ลุ่ม เพราะอาจได้น้ำจืดจากชั้นหินดินโคลนที่แข็งและเปราะของหิน Upper Clastic Sediment ของหมวดหินมหาสารคาม หรือได้น้ำจากเนินทรายประเภทต่าง ๆ อย่างไรก็ตามน้ำจืดในเนินทรายบางแห่ง โดยเฉพาะเนินทรายขนาดเล็ก ได้กลายสภาพเป็นเนินทรายน้ำเค็มไป เนื่องจากมีการพัฒนาน้ำจืดขึ้นมาใช้มากเกินไป

3) ชั้นหินให้น้ำโคกกรวด (Kok Kruat Aquifers)

ชั้นน้ำโคกกรวด (Kkk) เป็นหิน Clastic Sedimentary Rocks ยุค Cretaceous มีหน่วยเรียกทางธรณีวิทยาว่า “หมวดหินโคกกรวด (Khok Kruat Formation)” ซึ่งถือได้ว่า เป็นหินที่วางตัวอยู่ตอนบนสุดของชุดหินโคราช (Khorat Group) มักโผล่ให้เห็นตามพื้นที่ขอบแอ่งของแอ่งโคราชและแอ่งสกลนคร ส่วนในพื้นที่ราบกลางแอ่งมักจะถูกปิดทับด้วยชั้นเกลือหิน ของหมวดหินมหาสารคาม ลักษณะเด่นทางศิลาวิทยาของหมวดหินโคกกรวด เป็นหินทราย หินทรายแป้งและสลับด้วยหินดินดาน สีน้ำตาลแดงถึงม่วงแดง มักพบเม็ดกรวดแทรกตัวอยู่ในเนื้อหิน เป็นเม็ดกรวดขนาดเล็ก ๆ รูปร่างกลมรี สีของเม็ดกรวดมักมีสีที่เข้มกว่าเนื้อหินดินดานของหมวดหินโคกกรวด เรียกหินดินดานประเภทนี้ว่า Pebbly Shale (เจริญ เพียรเจริญ, 1976) บางแห่งพบชั้นยิปซัม หรือชั้น Anhydrite บาง ๆ แทรกตัวอยู่ในชั้นหิน

ในทางอุทกธรณีวิทยา บ่อน้ำบาดาลที่เจาะในชั้นน้ำโคกกรวด มักได้น้ำบาดาลคุณภาพดี ยกเว้นกรณีที่ได้รับอิทธิพลของชั้นเกลือหินที่วางตัวปิดทับอยู่ตอนบน หรืออยู่ในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงน้ำเค็มอาจไหลเข้าไปแทรกตัวตามแนวรอยแตกของชั้นหิน ทำให้กลายสภาพเป็นชั้นน้ำบาดาลเค็ม โดยทั่วไปบ่อน้ำบาดาลที่เจาะในชั้นน้ำโคกกรวด มักได้น้ำบาดาลจากแนวรอยแตกในชั้นหินเท่านั้น ได้น้ำในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำระหว่าง 5-10 ลบ.ม./ชม. ต่อบ่อ เท่านั้น และหากเจาะไม่พบแนวรอยแตก ก็มักเป็นบ่อแห้ง แต่ในบริเวณพื้นที่ด้านใต้ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น พื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์ จังหวัดสุรินทร์ จังหวัดศรีสะเกษ และด้านตะวันออกของจังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งมีหินภูเขาไฟ (Basalt) แทรกดันขึ้นมา ส่งผลให้เกิดรอยแตกในชั้นหินโคกกรวดจำนวนมาก บ่อน้ำบาดาลในบางแห่งอาจให้น้ำบาดาลสูงถึง 40 ลบ.ม./ชม.

4) ชั้นหินให้น้ำภูพาน (Phu Phan Formation)

ประกอบด้วย หินทราย และหินกรวดมน (Conglomeratic Sandstone) สีเทาปนเหลือง และสีชมพูปนเทา เนื้อหินทรายเป็นทรายเนื้อหยาบ ถึงหยาบปานกลาง (Medium to Coarse Grained Sandstone) มีเนื้อประสานเป็นสารปูน มี Matrix ของเศษดินเหนียวในเนื้อหินค่อนข้างสูง เป็นหินทรายจัดอยู่ในจำพวก Sub-Grawake ถึง Sub-Arkose บางครั้งอาจพบชั้นหินดินดานและหินทรายละเอียดแทรกอยู่ จากการเจาะบ่อน้ำบาดาลในหมวดหินภูพาน บางครั้งอาจเจาะพบหินทรายและหินดินดานสีเทาดำ (Carbonaceous Sandstone and Shale)

แหล่งหินโผล่ของหมวดหินภูพานในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงที่สำคัญ ๆ ได้แก่ พื้นที่เทือกเขาภูพานในเขตจังหวัดสกลนคร และด้านใต้ของจังหวัดนครพนม แก่งต่าง ๆ ในบริเวณจังหวัดอุบลราชธานี-หนองบัวลำภู ตามเส้นทางจังหวัดยโสธร-อำเภอเขมรัฐ ด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัดอุดรธานี นอกเหนือจากนี้ยังพบหมวดหินภูพานนอกเขตที่ราบสูงโคราชในพื้นที่หลายแห่ง เช่น เส้นทางถนนมิตรภาพตรงหลักกิโลเมตรที่ 205 เส้นทางจังหวัดลพบุรี-จังหวัดนครราชสีมาตรงหลักกิโลเมตรที่ 296 บริเวณพื้นที่เขาอีด่าง อำเภออรัญประเทศ และบริเวณด้านทิศตะวันตกของอำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว บริเวณเขาอีโต้ อำเภอเมืองปราจีนบุรี จังหวัดปราจีนบุรี พื้นที่แก่งและน้ำตกต่าง ๆ ตามเส้นทางจังหวัดเพชรบูรณ์-อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก เส้นทางจังหวัดตราด-อำเภอหาดเล็ก เป็นต้น

5) ชั้นหินให้น้ำเสาขัว (Sao Khua Formation)

ส่วนใหญ่เป็นหินดินดานและหินทรายแป้ง สีน้ำตาลแกมแดงหรือสีม่วงแดง ไม่ค่อยพบเป็นหินทราย จุดเด่นคือมี Lime Nodules ในเนื้อหิน และพบบรรพชีวินของสัตว์ขนาดใหญ่ (กระดูกไดโนเสาร์ ส่วนใหญ่ขุดพบในหมวดหินนี้) ตัวอย่างหินที่เจาะบ่อน้ำบาดาล โดยส่วนใหญ่มีลักษณะเป็น Mudstone หรือ Claystone สีม่วงแดง จนช่างเจาะบ่อน้ำบาดาลให้ชื่อว่า Soft Formation โดยส่วนใหญ่มักจะไม่ได้น้ำ ยกเว้นกรณีที่เจาะพบชั้นหินดินดานแข็ง ที่ช่างเจาะเรียกว่า “Hard Shale” ก็อาจได้น้ำบาดาลในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ

6) ชั้นหินให้น้ำพระวิหาร (Phra Wihan Formation)

เป็นชั้นหินทรายเนื้อแน่น สีเทา สีขาว ไปจนถึงสีเทาแกมแดง เนื้อทรายโดยส่วนใหญ่เป็นเม็ดทรายละเอียดถึงทรายหยาบ มีส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็นเม็ดแร่ควอตซ์ หรือเป็นหินทรายประเภท Quartzose Sandstone (เจริญ เพียรเจริญ, 1973) อาจแทรกสลับด้วยชั้น Micaceous Shale สีน้ำตาลแกมแดง หรือแทรกสลับด้วยชั้น Micaceous Siltstone สีเทาแกมแดง ในชั้นหินชุดนี้พบเศษของไม้กลายเป็นหิน (Silicified Woods) ซึ่งอาจเป็นเพียงเศษเล็กเศษน้อย หรือซากต้นไม้เป็นลำต้น พบเศษชิ้นส่วนกระดูกไดโนเสาร์ และบรรพชีวินจำพวกเปลือกหอย

หมวดหินพระวิหาร มักจะโผล่ให้เป็นหน้าผาหรือสันเขายอดราบ (Table Topped Mountains) ตามขอบแอ่งด้านทิศตะวันออกของทั้งแอ่งโคราช และแอ่งสกลนคร ในบริเวณที่ราบสูงโคราชแล้ว ยังพบชั้นหินชุดนี้ในบริเวณขอบที่ราบสูงโคราชทั้งทางด้านทิศใต้และทิศตะวันออกเช่นเดียวกับชุดหินภูพาน

ในทางอุทกธรณีวิทยา ชั้นน้ำบาดาลโคราชตอนกลาง โดยส่วนใหญ่มักให้น้ำบาดาลในปริมาณจำกัด ทั้งนี้เนื่องจากส่วนประกอบของหิน โดยเฉพาะในส่วนบน คือ หมวดหินภูพาน และส่วนล่าง คือ หมวดหินพระวิหาร เป็น Massive Sandstone หรือ Siltstone ที่มีเนื้อหินแน่น คงทนต่อการสึกกร่อน และคงรูปเป็นหน้าผาหรือสันเขา รวมทั้งโดยส่วนใหญ่เป็นชั้นหินหนา ไม่ค่อยจะมีแนวรอยแตกมากนัก สำหรับให้น้ำบาดาลซึมผ่านเข้าไปกักเก็บในเนื้อหิน ดังนั้น บ่อน้ำบาดาลทั้งที่เจาะในหมวดหินภูพาน หรือหมวดหินพระวิหาร จะต้องเจาะพบแนวรอยแตก หรือ Fractured Zones ของชั้นหินเท่านั้น จึงจะได้น้ำบาดาล สำหรับหมวดหินเสาขัวที่คั่นกลางระหว่าง หินหมวดหินภูพานและหมวดหินพระวิหาร โดยส่วนใหญ่แล้วมักเป็น Soft Shale โดยในพื้นที่บางแห่ง เป็นหนองน้ำเก่า หรือบริเวณพื้นที่พบซากไดโนเสาร์ ชั้นหินเสาขัวที่เจาะลึกลงไปมีลักษณะเป็นโคลนตม หรือ Mud การเจาะบ่อน้ำบาดาลในหมวดหินเสาขัว จะต้องเลือกเจาะในพื้นที่ที่เป็น หินดินดานเนื้อแข็ง และเปราะแตกหักได้ง่าย พื้นที่ที่เป็น Hard Fractured Shale อาจให้น้ำบาดาลสูงถึง 20 ลบ.ม./ชม. และบางแห่งอาจได้น้ำพุตามบริเวณพื้นที่เชิงเขา

7) หมวดหินภูกระดึง

หมวดหินภูกระดึง เป็นชั้นหินที่วางตัวอยู่ส่วนล่างสุดของกลุ่มหินโคราช โดยวางตัวบนกลุ่มหินราชบุรีแบบไม่ต่อเนื่อง (Unconformable Contract) หมวดหินภูกระดึงประกอบด้วยชั้นหินกรวดที่วางตัวอยู่ล่างสุด เม็ดกรวดเป็นกรวดกลมมน คล้ายรูปกระสวย หรือที่เรียกกันว่า Buck-Shot Gravel (Wallace Lee –1923) เหนือชั้นหินกรวด เป็นชั้นหินทรายสีเทา หรือเทาปนน้ำตาล หรือเทาแกมแดง ถัดขึ้นมาจึงเป็นชั้นหินดินดานที่หนามาก เป็นหินดินดานสีเทา หรือเทาแดง หรือม่วงแดง นักธรณีวิทยาบางท่านเรียกชั้นหินดินดานชั้นนี้ว่า Maroon Shale สลับด้วยชั้นหินทราย หรือหินทรายแป้ง สีม่วงแดง และสีเทาเหลือง

8) หมวดหินน้ำพอง

เป็นชั้นหินทราย และหินกรวดมน พบเป็นชั้นหินขั้นกลางระหว่างหมวดหินภูกระดึงและและหมวดหินห้วยหินลาด เฉพาะบริเวณอำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่นเท่านั้น ส่วนบริเวณเขตพื้นที่อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยเฉพาะที่ อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ หมวดหินน้ำพองจะวางตัวอยู่เหนือหมวดหินห้วยหินลาด

9) หมวดหินห้วยหินลาด

หมวดหินห้วยหินลาด เกิดจากการสะสมตัวของตะกอนในแอ่งที่มีลักษณะ Bi-Lateral Basins กล่าวคือ เป็นแอ่งสะสมตัวของตะกอน 2 ด้าน ด้านหนึ่งเป็นการสะสมตัวของตะกอนน้ำพาตามปกติ ทำให้เกิดเป็นหินจำพวก Clastic Sedimentary Rocks ต่าง ๆ หลายชนิดประกอบด้วยหินกรวดมน (Basal Conglomerate) และหินทราย อีกส่วนหนึ่งของแอ่งตะกอน เป็นแหล่งสะสมตัวของตะกอนหินจากภูเขาไฟ ทำให้เกิดหินจำพวกหินกรวดภูเขาไฟ (Agglomerate) และหินทรายจำพวก Tuffaceous Sandstone หินดังกล่าวทั้งหมดถูกปิดทับด้วยหินดินดาน ซึ่งบางส่วนของหินดินดานเกิดจากการแข็งตัวของตะกอนทะเลสาบ (Lacustrine Sediments) ทำให้หินดินดานดังกล่าวเป็นแหล่งกำเนิดของถ่านหิน และแหล่งแร่เชื้อเพลิงอื่น ๆ

ในทางอุทกธรณีวิทยา ชั้นน้ำบาดาลโคราชตอนล่าง โดยเฉพาะในส่วนตอนบนอันเป็นหมวดหินภูกระดึง ถือได้ว่าเป็นชั้นน้ำบาดาลที่มีความสำคัญมาก โดยหินดินดานของหมวดหินภูกระดึงมักเป็นหินดินดานเนื้อแข็ง เปราะแตกหักง่าย และน้ำบาดาลสามารถไหลซึมลงไปกักเก็บตามช่องว่างที่เกิดจากการแตกหักของหินดังกล่าว รวมทั้งสามารถซึมลงไปกักเก็บตามแนวรอยต่อระหว่างชั้นหิน (Shale/Siltstone Interface) บ่อน้ำบาดาลที่เจาะในหมวดหินภูกระดึง โดยส่วนใหญ่ได้น้ำคุณภาพดี ปริมาณน้ำอยู่ในเกณฑ์ระหว่าง 5-25 ลบ.ม./ชม. ที่ระดับความลึกไม่เกิน 60 เมตร โดยประมาณ บางแห่งอาจได้น้ำสูงถึง 50 ลบ.ม./ชม. สำหรับหมวดหินน้ำพอง และหมวดหินห้วยหินลาดที่วางตัวรองรับใต้ชั้นหินภูกระดึงนั้น มักโผล่ให้เห็นเป็นบริเวณแคบ ๆ เป็นเนินเขา เฉพาะบริเวณ อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น และอำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์เท่านั้น ไม่มีสถิติการเจาะบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่ที่เป็นหมวดหินดังกล่าว แต่จากส่วนบนของหมวดหินห้วยหินลาด ซึ่งเป็นหินดินดานที่มีแนวรอยแตกมากคล้ายคลึงกับหินชุดภูกระดึง หากเจาะบ่อในชั้นหินดังกล่าว น่าจะได้น้ำบาดาลเช่นเดียวกับหินชุดภูกระดึง

จากข้อมูลพื้นฐานพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย) ซึ่งประกอบด้วย ที่ตั้ง อาณาเขต ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะทั่วไปของประชากร ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลทรัพยากรดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลธรณีวิทยา และข้อมูลอุทกธรณีวิทยา ใช้ประกอบการศึกษาโครงการศึกษาสำรวจแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย) ต่อไป

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาแอ่งน้ำบาดาล พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีข้อมูลการศึกษาทั้งด้านธรณีวิทยา อุทกธรณีวิทยา คุณภาพน้ำบาดาล รวมถึงการนำน้ำบาดาลในแอ่งนี้ไปใช้ โดยมีรายละเอียดการศึกษาในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.4.1 ประจญ เจริญศรี (2546) ศึกษาชั้นน้ำบาดาลภูทอก ชั้นน้ำบาดาลที่มั่งคั่งของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (พ.ศ. 2546) กล่าวถึงสภาพอุทกธรณีวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งจากผลการเจาะบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่ที่ราบสูงโคราชพบว่า ประมาณร้อยละ 90 ของบ่อน้ำบาดาลได้น้ำจากชั้นน้ำในหินแข็ง บ่อน้ำบาดาลที่ได้น้ำจากชั้นกรวดทราย มีเพียงประมาณร้อยละ 10 เท่านั้น นอกจากนี้ในทางอุทกธรณีวิทยาสามารถแบ่งชั้นหินให้น้ำประเภทหินแข็งตามคุณสมบัติการให้น้ำบาดาลของชั้นหิน ออกเป็นชั้นน้ำบาดาลต่าง ๆ จำนวน 5 ชั้น คือ ชั้นน้ำภูทอก มหาสารคาม โคราชตอนบน โคราชตอนกลาง และชั้นน้ำโคราชตอนล่าง ซึ่งชั้นน้ำภูทอกถือเป็นชั้นน้ำที่มีศักยภาพในการให้น้ำบาดาลสูงที่สุดในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และยังสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชั้นน้ำย่อย คือ ชั้นน้ำภูทอกตอนบน ภูทอกตอนกลาง และชั้นน้ำภูทอกตอนล่าง โดยชั้นน้ำภูทอกตอนกลางเป็นชั้นน้ำบาดาลที่มีศักยภาพในการให้น้ำสูงกว่าชั้นน้ำภูทอกตอนบนและชั้นน้ำภูทอกตอนล่าง จากผลการเจาะบ่อทดสอบในพื้นที่ลุ่มน้ำต่าง ๆ พบว่าชั้นน้ำภูทอกในพื้นที่ต่าง ๆ มีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ ชั้นน้ำภูทอกในพื้นที่ลุ่มน้ำโขง ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1 ใน 2 ของพื้นที่ลุ่มน้ำโขง โดยทั่วไปพบทั้งในบริเวณที่ราบลุ่มของลุ่มน้ำ และบางแห่งปรากฏให้เห็นเป็นเทือกเขาเล็ก ๆ บ่อน้ำบาดาลที่ขุดเจาะมักจะได้น้ำจืดในปริมาณมากกว่า 10 ลบ.ม./ชม. ที่ระดับความลึก 60-130 เมตร ชั้นน้ำภูทอกในพื้นที่ลุ่มน้ำชี ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1 ใน 4 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ จากผลการเจาะสำรวจพบว่าบางบริเวณสามารถพัฒนาน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ได้ในปริมาณมากกว่า 30 ลบ.ม./ชม. มีหลายพื้นที่ที่สามารถพัฒนาน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ได้ในปริมาณมากถึง 70 ลบ.ม./ชม. และในปริมาณที่มากกว่า 100 ลบ.ม./ชม. ชั้นน้ำภูทอกในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1 ใน 3 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ จากผลการเจาะสำรวจสามารถพัฒนาน้ำบาดาลได้ในปริมาณ 10-15 ลบ.ม./ชม. ที่ระดับความลึกไม่เกิน 60-80 เมตร

2.4.2 กรมทรัพยากรน้ำบาดาล (2551) ศึกษาและการประเมินศักยภาพน้ำบาดาลขั้นรายละเอียดลุ่มน้ำมูล-ลุ่มน้ำชี (พ.ศ. 2548-2551) สามารถแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 4 ระยะ แต่ละระยะใช้เวลาในการศึกษา 1 ปี ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดขอนแก่น ยโสธร อำนาจเจริญ อุบลราชธานี นครราชสีมา ชัยภูมิ มหาสารคาม ร้อยเอ็ด กาฬสินธุ์ บุรีรัมย์ สุรินทร์ และจังหวัดศรีสะเกษ มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและตรวจสอบข้อมูลทางอุทกธรณีวิทยาลึก 100-300 เมตร จัดทำระบบสังเกตการณ์น้ำบาดาล หาค่าทางชลศาสตร์น้ำบาดาลในแต่ละชั้น รวมทั้งประเมินศักยภาพการกักเก็บของแหล่งน้ำ ในการศึกษาได้ดำเนินการเจาะบ่อสำรวจเก็บตัวอย่างแท่งหิน จำนวน 17 หลุม เจาะบ่อสังเกตการณ์ จำนวน 184 บ่อ สำรวจธรณีฟิสิกส์ สูบทดสอบปริมาณน้ำ และจัดทำแบบจำลองทาง

คณิตศาสตร์ ผลการศึกษาในหน่วยหินภูทอกตอนบน บ่อน้ำบาดาลที่พัฒนาได้น้ำบาดาลอยู่ในเกณฑ์ 1-5 ลบ.ม./ชม. หรือบ่อแห้ง ระดับน้ำอยู่ที่ 5-35 เมตร ค่าสัมประสิทธิ์ของการจ่ายน้ำ (Transmissibility, T) 1.7-3.6 ตารางเมตรต่อวัน ค่าสัมประสิทธิ์ของการซึมได้ (Hydraulic conductivity, K) 0.25-0.72 เมตรต่อวัน และค่าสัมประสิทธิ์ของการกักเก็บ (Storativity, S) $6.4x10^{-5}$- $7.5x10^{-3}$ หน่วยหินภูทอกตอนกลาง สามารถพัฒนาน้ำบาดาลได้ในเกณฑ์ 5-170 ลบ.ม./ชม. ระดับน้ำ 1-4 เมตร หรือปรากฏเป็นน้ำบาดาลพุ ค่าสัมประสิทธิ์ของการจ่ายน้ำ 3.1-954 ตารางเมตรต่อวัน ค่าสัมประสิทธิ์ของการซึมได้ 0.19-79.5 เมตรต่อวัน และค่าสัมประสิทธิ์ของการกักเก็บ $7.2x10^{-5}$-$7.2x10^{-1}$ หน่วยหินภูทอกตอนล่าง หากเจาะลึกมักจะได้น้ำบาดาลเค็ม โดยปกติปริมาณน้ำไม่เกิน 5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ค่าสัมประสิทธิ์ของการจ่ายน้ำ 3.1-36.1 ตารางเมตรต่อวัน ค่าสัมประสิทธิ์ของการซึมได้ 0.64-6.11 เมตรต่อวัน และค่าสัมประสิทธิ์ของการกักเก็บ $3.96x10^{-7}$-$7.52x10^{-3}$ ส่วนในชั้นตะกอนหินร่วนสามารถแบ่งออกได้เป็นชั้นน้ำบาดาลไร้แรงดัน และชั้นน้ำบาดาลภายใต้แรงดัน ในชั้นน้ำบาดาลไร้แรงดันสามารถพัฒนาน้ำบาดาลได้ในปริมาณ 2-10 ลบ.ม./ชม. บางแห่งอาจสูงถึง 40 ลบ.ม./ชม. ค่าสัมประสิทธิ์ของความซึมได้มีค่าระหว่าง 0.7-14.6 เมตรต่อวัน ค่าสัมประสิทธิ์ของการจ่ายน้ำมีค่าระหว่าง 6.6-29.2 ตารางเมตรต่อวัน ส่วนชั้นน้ำบาดาลภายใต้แรงดัน มีอัตราการไหลตามธรรมชาติ 0.8-100 ลบ.ม./ชม. ระดับแรงดันน้ำบาดาลอยู่ที่ระดับ 1.20-4 เมตรเหนือระดับผิวดิน สัมประสิทธิ์ของความซึมได้มีค่าระหว่าง 0.00069-33.90 เมตรต่อวัน ค่าสัมประสิทธิ์ของการจ่ายน้ำ มีค่าระหว่าง 0.28-47.52 ตารางเมตรต่อวัน

2.4.3 กรมทรัพยากรน้ำบาดาล (2550) โครงการประเมินผลกระทบการลดระดับน้ำบาดาล การรุกล้ำของน้ำเค็ม และแนวทางป้องกัน แก้ไข พื้นที่ตำบลท่าพระ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น และบริเวณใกล้เคียง จากปัญหาการลดลงของระดับน้ำบาดาลอย่างต่อเนื่องและไม่มีการคืนตัวของระดับน้ำบาดาล อันเนื่องมาจากการพัฒนานำน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ในปริมาณมาก และเมื่อระดับน้ำบาดาลที่เป็นน้ำจืดลดระดับลง ทำให้แหล่งน้ำบาดาลในพื้นที่ตำบลท่าพระ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น เกิดการปนเปื้อนจากน้ำเค็มแทรกและดันตัวเข้ามาแทนที่น้ำจืดในชั้นหินให้น้ำ ทำให้คุณภาพน้ำบาดาลเริ่มมีความเค็มและบางบริเวณกลายสภาพเป็นน้ำเค็ม กรมทรัพยากรน้ำบาดาลจึงได้ว่าจ้างบริษัทที่ปรึกษาดำเนินการศึกษาเพื่อติดตามสถานการณ์ระดับน้ำบาดาล และคุณภาพน้ำบาดาล ศึกษาสภาพอุทกธรณีวิทยา ประเมินศักยภาพแหล่งน้ำบาดาล ประเมินสมดุลของน้ำบาดาล ประเมินสถานการณ์การปนเปื้อนจากโรงงานอุตสาหกรรม และจัดทำแบบจำลองคณิตศาสตร์ จากผลการศึกษาพบว่าปริมาณการสูญเสียน้ำของพื้นที่ซึ่งรวมถึงน้ำบาดาลที่สูบขึ้นมาใช้ในปัจจุบันยังอยู่ในอัตราที่สมดุล ปัญหาการลดลงของระดับแรงดันน้ำบาดาลที่เกิดขึ้นมีสาเหตุที่สำคัญอันเนื่องมาจากตำแหน่งของบ่อบาดาลที่เจาะในบริเวณดังกล่าวหนาแน่น และกระจุกตัวอยู่ในพื้นที่แคบ ๆ และมีระยะห่างระหว่างบ่อบาดาลน้อยเกินกว่ารัศมีของอิทธิพลระยะรัศมีน้ำลดของบ่อบาดาลแต่ละบ่อ ทำให้ระดับน้ำบาดาลลดต่ำลงมากกว่าปกติ เมื่อระดับน้ำบาดาลที่เป็นน้ำจืดลดลงทำให้เกิดการแทรกตัวของน้ำเค็มเนื่องจากใน

บริเวณพื้นที่ด้านทิศเหนือ ทิศตะวันตก และไม่พบการปนเปื้อนจากการประกอบกิจการโรงงานอุตสาหกรรม สำหรับแนวทางและมาตรการป้องกันแก้ไข จะต้องกำหนดระยะห่างระหว่างบ่อบาดาล และกำหนดปริมาณหรืออัตราการสูบน้ำของบ่อน้ำบาดาลแต่ละบ่อให้เหมาะสมตามค่าคุณสมบัติทางด้านชลศาสตร์ของชั้นหินให้น้ำ และมีมาตรการติดตาม ตรวจตรา และเฝ้าระวังโดยการวางระบบติดตามทั้งคุณภาพและระดับน้ำบาดาลโดยระบบบ่อสังเกตการณ์

2.4.4 กรมทรัพยากรน้ำบาดาล (2560) โครงการศึกษา สำรวจ และจัดทำแผนที่น้ำบาดาลขั้นรายละเอียด มาตราส่วน 1:50,000 พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ระหว่างปี พ.ศ. 2557-2560 กรมทรัพยากรน้ำบาดาลได้ดำเนินการจัดทำแผนที่อุทกธรณีวิทยาและแผนที่น้ำบาดาลมาตราส่วน 1:50,000 แสดงศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ รวมทั้งปรับปรุงฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศอุทกธรณีวิทยา (HYGIS) และจัดทำข้อมูลให้อยู่ในระบบ GeoScence3D ที่สามารถเปลี่ยนแปลงและแก้ไขข้อมูลให้เป็นปัจจุบันได้ในอนาคต เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการตัดสินใจในการพัฒนาน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ประโยชน์ โดยดำเนินการทั้งสิ้น 259 ระวาง ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้งหมด ซึ่งในการศึกษาได้ดำเนินการสำรวจสถานภาพบ่อน้ำบาดาล สูบทดสอบปริมาณน้ำ หยั่งธรณีฟิสิกส์ในหลุมเจาะ สำรวจธรณีฟิสิกส์ และเจาะสำรวจและพัฒนาบ่อน้ำบาดาล จากการวิเคราะห์ แปลความหมาย และประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ สามารถแบ่งชั้นหินให้น้ำในพื้นที่ได้ทั้งหมด 25 ชั้น ประกอบด้วย ชั้นหินให้น้ำตะกอนหินร่วน ตะกอนกึ่งแข็ง และหินแข็ง โดยชั้นหินให้น้ำตะกอนหินร่วนมีจำนวน 7 ชั้น ได้แก่ ชั้นหินให้น้ำตะกอนน้ำพา (Qa) ตะกอนเศษหินเชิงเขา (Qcl) ตะกอนลุ่มน้ำหลาก (Qfd) ตะกอนดินมาร์ล (Qm) ตะกอนตะพักลำน้ำ (Qt) ตะกอนตะพักลำน้ำยุคใหม่ (Qyt) และชั้นหินให้น้ำตะกอนตะพักลำน้ำยุคเก่า (Qot) ชั้นหินให้น้ำตะกอนหินร่วนกึ่งแข็งมีจำนวน 1 ชั้น ได้แก่ ชั้นหินให้น้ำหินร่วนกึ่งแข็ง (Tsc) และชั้นหินให้น้ำในหินแข็ง จำนวน 17 ชั้น ได้แก่ ชั้นหินให้น้ำภูทอกน้อย (KTpt3) คำตากล้า (KTpt2) นาหว้า (KTpt1) มหาสารคาม (Kms) โคกกรวด (Kkk) ภูพาน (Kpp) เสาขัว (Ksk) พระวิหาร (JKpw) ภูกระดึง (Jpk) น้ำพอง (TRnp) ห้วยหินลาด (TRlp) หินคาร์บอเนต (PCcn) หินชั้นกึ่งแปร (PCms) หินแปร (SDmm) หินบะซอลต์ (Bs) หินแกรนิต (Gr) และชั้นหินให้น้ำหินภูเขาไฟ (Vc) ปริมาณน้ำบาดาล คุณภาพน้ำบาดาล และความลึกของชั้นหินให้น้ำแปรเปลี่ยนตามพื้นที่

2.4.5 กรมทรัพยากรธรณี (2562) ได้ดำเนินการสำรวจธรณีวิทยาและธรณีวิทยาแหล่งแร่โพแทชในพื้นที่ศักยภาพทางแร่สูง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบและกำหนดขอบเขตของแหล่ง และประเมินทรัพยากรแร่โพแทช ซึ่งได้ดำเนินการเจาะสำรวจแบบเก็บแท่งตัวอย่างหิน จำนวน 208 หลุม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516-2562 ในแอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี ครอบคลุมพื้นที่ 13 จังหวัด ประกอบด้วย จังหวัดกาฬสินธุ์ จังหวัดขอนแก่น จังหวัดชัยภูมิ จังหวัดนครพนม จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดบุรีรัมย์ จังหวัดมหาสารคาม จังหวัดยโสธร จังหวัดร้อยเอ็ด จังหวัดสกลนคร จังหวัด

หนองคาย จังหวัดอุดรธานี และจังหวัดอุบลราชธานี โดยเจาะสำรวจในแอ่งอุดรธานี-สกลนคร จำนวน 16 หลุม และแอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี จำนวน 192 หลุม ความลึกของหลุมเจาะสำรวจตั้งแต่ 35-1,166 เมตร ส่วนใหญ่มีความลึก 100-400 เมตร ซึ่งหลุมเจาะที่ลึกที่สุด คือ หลุมเจาะสำรวจหมายเลข K089 บ้านหนองเพลีย อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม และดำเนินการเจาะสำรวจมากที่สุดในพื้นที่จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 87 หลุม จากผลการเจาะสำรวจพบว่า ความลึกถึงชั้นหมวดหินมหาสารคามอยู่ที่ระดับผิวดินถึง 793 เมตร และหมวดหินมหาสารคาม มีความหนาตั้งแต่ 22 เมตร ถึงมากกว่า 1,080 เมตร โดยมีความหนามากที่สุดที่บ้านหนองเพลีย อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม หลุมเจาะสำรวจหมายเลข K089 ซึ่งเป็นหลุมเจาะสำรวจที่ลึกที่สุด

บทที่ 3
การคัดเลือกพื้นที่เจาะสำรวจเบื้องต้น

การคัดเลือกพื้นที่เจาะสำรวจระดับลึกเบื้องต้น โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่รวบรวมขึ้นเป็นหลัก และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อกำหนดสถานที่ที่เหมาะสมในการดำเนินการสำรวจเพิ่มเติมในภาคสนาม สำหรับเจาะบ่อน้ำบาดาลระดับลึกต่อไป

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

แนวคิดในการคัดเลือกพื้นที่เจาะสำรวจน้ำบาดาลระดับลึกเบื้องต้น พิจารณาจากปัจจัยความเหมาะสมทั้ง 4 ด้าน ประกอบด้วย ปัจจัยทางเศรษฐกิจ ปัจจัยธรณีวิทยา ปัจจัยพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง และปัจจัยด้านข้อมูลการสำรวจระดับลึก ข้อมูลคลื่นไหวสะเทือน เนื่องจากทรัพยากรน้ำบาดาลถือเป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญ โดยเฉพาะน้ำบาดาลในระดับลึกที่สามารถรองรับการเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจ อุตสาหกรรม หรือเกษตรกรรมขนาดใหญ่ได้ ซึ่งในการสำรวจและพัฒนาน้ำบาดาลระดับลึก ต้องศึกษาความเหมาะสมด้านอุทกธรณีวิทยา ธรณีวิทยา เป็นสำคัญ เพราะปัจจุบันยังไม่มีการเจาะสำรวจและพัฒนางานน้ำบาดาลที่ความลึกมากกว่า 500 เมตร นอกจากศึกษาความเหมาะสมทางด้านธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยาแล้วยังต้องพิจารณาปัญหาการขาดแคลนน้ำ เสี่ยงภัยแล้ง หรือพื้นที่แล้งซ้ำซากของแต่ละจังหวัด เพื่อเป็นการวางแผนพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการบริหารจัดการน้ำบาดาลระดับลึกในอนาคตได้ต่อไป โดยการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้ง 4 ปัจจัย จัดเก็บในรูปแบบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) หรือตามความเหมาะสมของข้อมูล เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยโปรแกรม GIS แสดงขั้นตอนวิเคราะห์แผนที่แสดงพื้นที่เหมาะสมในการเจาะสำรวจน้ำบาดาลระดับลึกในรูปที่ 3-1

เกณฑ์การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยโปรแกรม GIS จะใช้การกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักปัจจัย (Weighting Value; W) และค่าคะแนนปัจจัยย่อย (Rating Value; R) เพื่อนำไปคำนวณค่าคะแนนรวมแบบถ่วงน้ำหนัก (Weighting Linear Total) ดังสมการต่อไปนี้

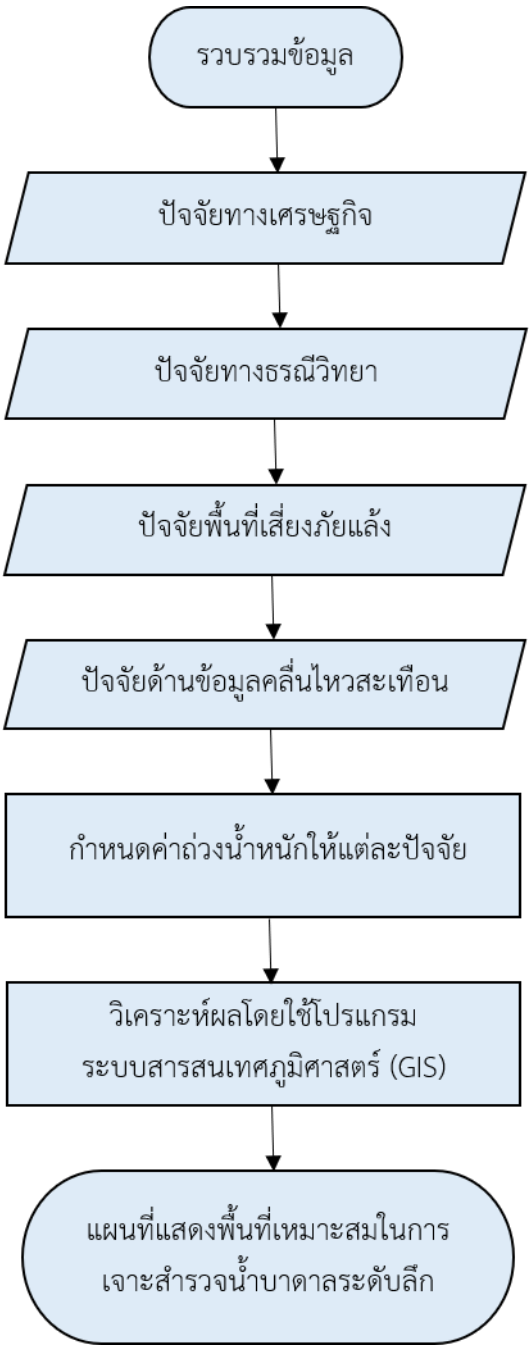
S = (W1R1) + (W2R2) + (W3R3) + ...+ (WnRn)

S = ค่าคะแนนการจัดลำดับความสำคัญของหมู่บ้าน

W1...n =ค่าถ่วงน้ำหนักปัจจัย 1-n

R1...n =ค่าคะแนนของปัจจัยย่อย 1-n

ในการกำหนดเกณฑ์วิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมครั้งนี้ ให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านธรณีวิทยาเป็นลำดับสำคัญ



รูปที่ 3-1 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์แผนที่แสดงพื้นที่เหมาะสมในการเจาะสำรวจน้ำบาดาลระดับลึก

3.2 การประเมินข้อมูลเพื่อจัดทำแผนที่แสดงความเหมาะสม

การวิเคราะห์และประเมินข้อมูล เป็นการวิเคราะห์และประเมินข้อมูลต่าง ๆ ก่อนนำเข้าในโปรแกรม GIS เพื่อกำหนดพื้นที่ที่มีความเหมาะสมตามน้ำหนักคะแนนของแต่ละปัจจัยที่พิจารณาไว้ โดยข้อมูลที่ต้องวิเคราะห์และประเมิน ได้แก่ ข้อมูลทางเศรษฐกิจ ข้อมูลทางธรณีวิทยา ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง และข้อมูลคลื่นไหวสะเทือน แล้วกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักให้แต่ละปัจจัย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ปัจจัยทางเศรษฐกิจ

แผนพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พ.ศ. 2560-2565 ฉบับทบทวน

ยุทธศาสตร์ที่ 5 ใช้โอกาสจากการพัฒนาโครงข่ายคมนาคมขนส่งที่เชื่อมโยงพื้นที่เศรษฐกิจหลักภาคกลางและพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก (EEC) เพื่อพัฒนาเมือง และพื้นที่เศรษฐกิจใหม่ๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1) เร่งพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานขนาดใหญ่ที่เชื่อมโยงภาคกับพื้นที่เศรษฐกิจหลัก ภาคกลางและพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก (EEC) ให้แล้วเสร็จตามแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ อาทิ แผนการพัฒนารถไฟความเร็วสูง ช่วงนครราชสีมา-หนองคาย การพัฒนาโครงข่ายรถไฟทางคู่ช่วงขอนแก่น-หนองคาย ช่วงจิระ-อุบลราชธานี และโครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง และทางพิเศษ ช่วงระเบียงเศรษฐกิจ EWEC ด้านตะวันออก

2) เร่งพัฒนาโครงข่ายระบบการคมนาคมขนส่งภายในภาคให้เป็นระบบที่สมบูรณ์ อาทิ การพัฒนารถไฟสายใหม่ (บ้านไผ่-นครพนม) โครงการพัฒนาท่าอากาศยาน ให้สามารถรองรับปริมาณความต้องการเดินทางและขนส่งสินค้าทางอากาศที่เพิ่มขึ้น (จังหวัดอุดรธานี จังหวัดอุบลราชธานี จังหวัดบุรีรัมย์ จังหวัดร้อยเอ็ด จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดขอนแก่น จังหวัดเลย และจังหวัดสกลนคร) และขยายถนน 4 ช่องจราจรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางหลวง

3) พัฒนาเมืองขอนแก่นให้เป็นเมืองศูนย์กลางเศรษฐกิจ การค้า การลงทุน การบริการสุขภาพ และศูนย์กลางการศึกษา โดยจัดทำแผนแม่บทพื้นที่ศูนย์กลางความเจริญ เช่น เขตอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ เขตนวัตกรรม พื้นที่อนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรม และพื้นที่เปิดโล่ง เป็นต้น พัฒนาและปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานเชื่อมโยงกับระบบโครงสร้างพื้นฐานหลักที่เชื่อมโยงระหว่างภาค เร่งรัดพัฒนาระบบขนส่งรางเบาเมืองขอนแก่น พร้อมทั้งส่งเสริมระบบขนส่งสาธารณะในเมืองให้เชื่อมโยงระหว่างเมืองและระบบขนส่งอื่น

4) พัฒนาพื้นที่รอบสถานีขนส่งระบบรางในเมืองที่มีศักยภาพที่สำคัญ อาทิ เมืองขอนแก่น เมืองนครราชสีมา และเมืองอุบลราชธานี โดยพัฒนาพื้นที่ในรูปแบบเมืองกระชับ ให้มีการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบผสมผสานทั้งการทำงาน การอยู่อาศัย และการนันทนาการล้อมรอบสถานีขนส่ง และพัฒนาพื้นที่บริเวณเมืองชายแดนที่มีศักยภาพ รวมทั้งบริเวณใกล้พื้นที่เขตเศรษฐกิจพิเศษชายแดน อาทิ จังหวัด

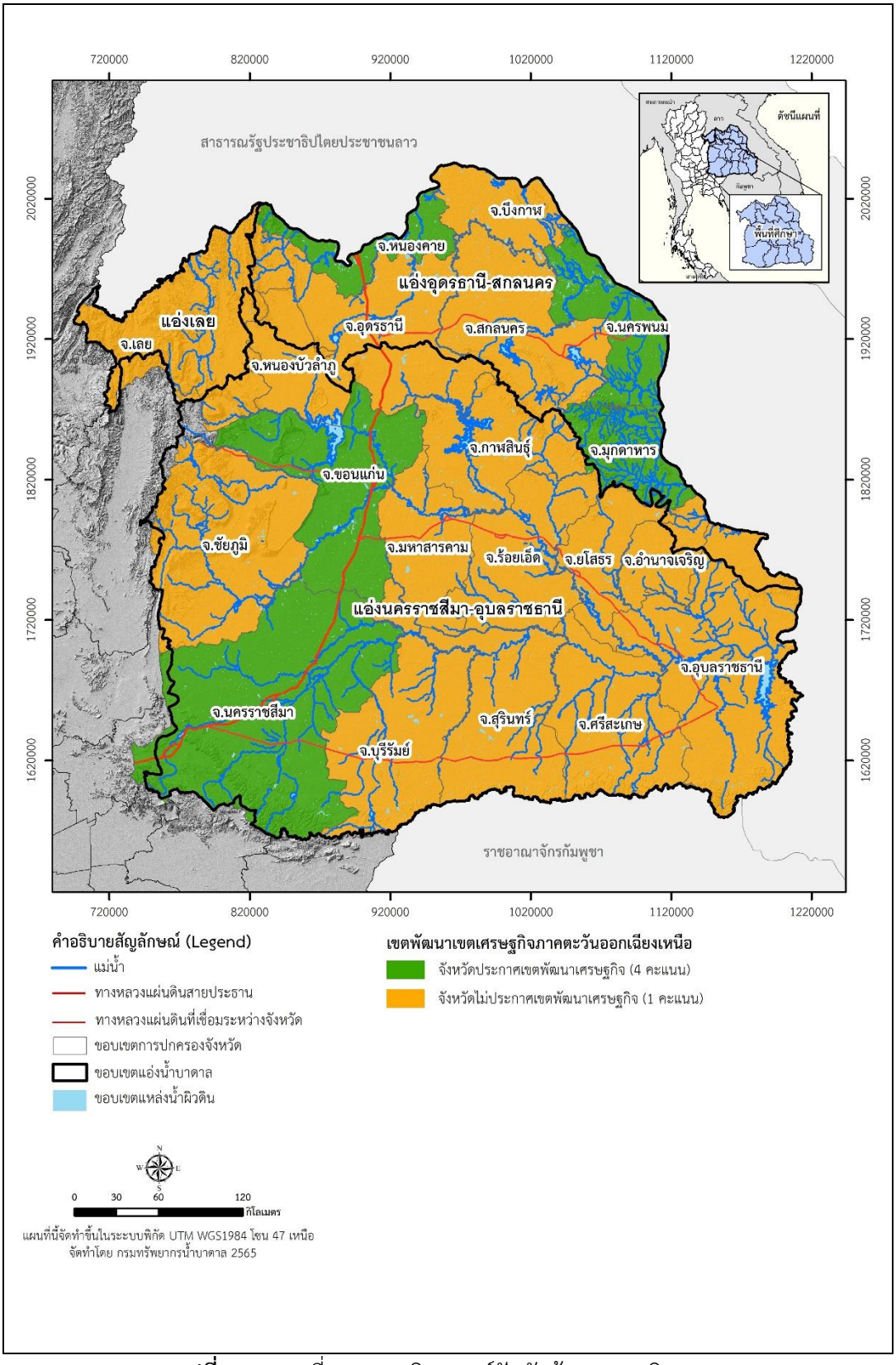
นครพนม จังหวัดหนองคาย จังหวัดมุกดาหาร ให้มีความพร้อมสำหรับรองรับกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคมที่เชื่อมโยงกับประเทศเพื่อนบ้าน และเป็นศูนย์กลางความเจริญในการกระจายความเจริญไปยังพื้นที่โดยรอบ

5) พัฒนาอุตสาหกรรมต่อเนื่องจากการพัฒนาระบบคมนาคม โดยพัฒนาและยกระดับความเชี่ยวชาญของผู้ประกอบการอุตสาหกรรมซ่อมบำรุงและผลิตชิ้นส่วนอากาศยาน และระบบรางที่ได้มาตรฐานและเป็นที่ยอมรับในระดับสากล พัฒนากำลังแรงงานและนวัตกรรมเพื่อเตรียมพร้อมรองรับ การพัฒนาอุตสาหกรรมการบินในจังหวัดนครพนม อุตสาหกรรมระบบรางในจังหวัดขอนแก่น และพัฒนาสถานีขนส่งสินค้าในจังหวัดขอนแก่น จังหวัดนครราชสีมา และจังหวัดอุดรธานี

จากแผนพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พ.ศ. 2560-2565 ฉบับทบทวน ยุทธศาสตร์ที่ 5 ทั้ง 5 ด้าน ในการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมภาคตะวันออกเฉียงเหนือและอื่น ๆ มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่จังหวัดประกาศเขตพัฒนาเศรษฐกิจและจังหวัดที่ไม่ได้ประกาศเขตพัฒนาเศรษฐกิจเป็นเกณฑ์กำหนดคะแนนปัจจัยทางเศรษฐกิจ โดยกำหนดค่าคะแนนเท่ากับ 4 สำหรับพื้นที่จังหวัดที่ประกาศเขตพัฒนาเศรษฐกิจ และค่าคะแนนเท่ากับ 1 สำหรับจังหวัดที่ไม่ได้ประกาศเขตพัฒนาเศรษฐกิจ ดังตารางที่ 3-1 จากนั้นนำเข้าข้อมูลในระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ แสดงดังรูปที่ 3-2

ตารางที่ 3-1 คะแนนของปัจจัยทางเศรษฐกิจ

คะแนน	ปัจจัยทางเศรษฐกิจ
4 คะแนน	จังหวัดประกาศเขตพัฒนาเศรษฐกิจ
1 คะแนน	จังหวัดไม่ประกาศเขตพัฒนาเศรษฐกิจ



รูปที่ 3-2 แผนที่แสดงการวิเคราะห์ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ

2. ปัจจัยทางธรณีวิทยา

พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รองรับด้วย กลุ่มหินโคราชวางตัวแบบไม่ต่อเนื่องบนหินยุคที่แก่กว่า โดยที่ส่วนล่างสุดมักพบชั้นหินกรวดมน ปัจจุบันกลุ่มหินโคราชแบ่งออกเป็น 9 หมวดหิน และตะกอนยุคควอเทอร์นารี โดยมีลำดับหมวดหินจากล่างไปหาบนได้ ดังนี้ หมวดหินห้วยหินลาด หมวดหินน้ำพอง หมวดหินภูกระดึง หมวดหินเสาขัว หมวดหินภูพาน หมวดหินโคกกรวด หมวดหินมหาสารคาม และหมวดหินภูทอก ตะกอนยุคควอเทอร์นารี

1) หมวดหินห้วยหินลาด ประกอบด้วยหินทราย หินทรายแป้ง หินดินดานสีเทา อายุปลายยุคไทรแอสซิก หมวดหินนี้วางตัวอยู่บนหินปูนยุคเพอร์เมียนแบบรอยชั้นสัมผัสไม่ต่อเนื่อง

2) หมวดหินน้ำพอง เป็นหมวดหินล่างสุดของกลุ่มหินโคราช ประกอบด้วย ชั้นหินทรายแป้ง หินทราย และหินกรวดมน สลับกันเป็นชั้นหนาวางตัวต่อเนื่องจากหมวดหินห้วยหินลาด ในขณะที่บางบริเวณวางตัวอยู่บนหินปูนยุคเพอร์เมียนแบบรอยชั้นไม่ต่อเนื่อง หมวดหินนี้หนาประมาณ 1,465 เมตร

3) หมวดหินภูกระดึง วางตัวอยู่บนหมวดหินน้ำพองหรือบนหินยุคเพอร์เมียนในบริเวณที่ไม่มีหมวดหินน้ำพอง ประกอบด้วยหินทรายแป้ง หินทรายสีเทาอมเขียว หินโคลน และหินกรวดมนเนื้อปูนผสม ความหนาของหมวดหินนี้ที่บริเวณภูกระดึงประมาณ 1,001 เมตร

4) หมวดหินพระวิหาร ประกอบด้วยหินทรายเนื้อควอตซ์ สีขาว มักแสดงลักษณะชั้นเฉียงระดับและมีชั้นบาง ๆ ของหินทรายแป้งสีเทาดำแทรก ความหนาของหมวดหินนี้แตกต่างกันในแต่ละบริเวณ ตั้งแต่ 56-136 เมตร

5) หมวดหินเสาขัว ประกอบด้วยหินทรายแป้ง หินโคลน และหินกรวดมนปนทราย มีชั้นหินค่อนข้างหนา ความหนาของหมวดหินนี้ประมาณ 512 เมตร

6) หมวดหินภูพาน มีลักษณะค่อนข้างเด่นโดยเฉพาะ ประกอบด้วยหินทรายปนหินกรวดมนชั้นหนาที่แสดงการวางชั้นเฉียงระดับ ความหนาของหมวดหินนี้ ประมาณ 114 เมตร

7) หมวดหินโคกกรวด ประกอบด้วยหินทรายแป้ง หินทราย และหินทรายแป้งปนปูน (Caliche-Siltstone) หินกรวดมน หมวดหินนี้มีความหนาประมาณ 709 เมตร

8) หมวดหินมหาสารคาม ประกอบด้วยหินทรายแป้ง และหินทราย มีชั้นโพแทช ยิปซัม และเกลือหิน ความหนาเฉลี่ย 200 เมตร หมวดหินนี้มีความหนาประมาณ 600 เมตร เกิดจากการสะสมตัวของแอ่งซึ่งอาจแยกกันเป็น 2 แอ่ง คือแอ่งสกลนครกับแอ่งโคราช

9) หมวดหินภูทอก ประกอบด้วยหินทรายเนื้อละเอียดสีแดง มีชั้นเฉียงสลับขนาดใหญ่และหินทรายสีแดง พบชั้นเฉียงสลับขนาดเล็ก ความหนาของหมวดหินนี้ไม่ต่ำกว่า 139-200 เมตร หมวดหินภูทอกโผล่กระจายตัวทั่วไปตามกลางแอ่งที่ราบสูงโคราชในบริเวณที่ไม่มีดินปกคลุม หินทรายนี้เกิดจากการสะสมตัวในสภาพแวดล้อมแบบตะกอนพัดพาจากน้ำและลม หินโคลนตอนบน ประกอบด้วย

หินโคลนสีแดงอิฐ หินทรายแป้ง และหินทรายสีแดง พบมีชั้นยิปซัมเป็นชั้นและเลนส์ พบวางตัวอยู่บนชั้นหมวดหินมหาสารคามแบบไม่ต่อเนื่อง

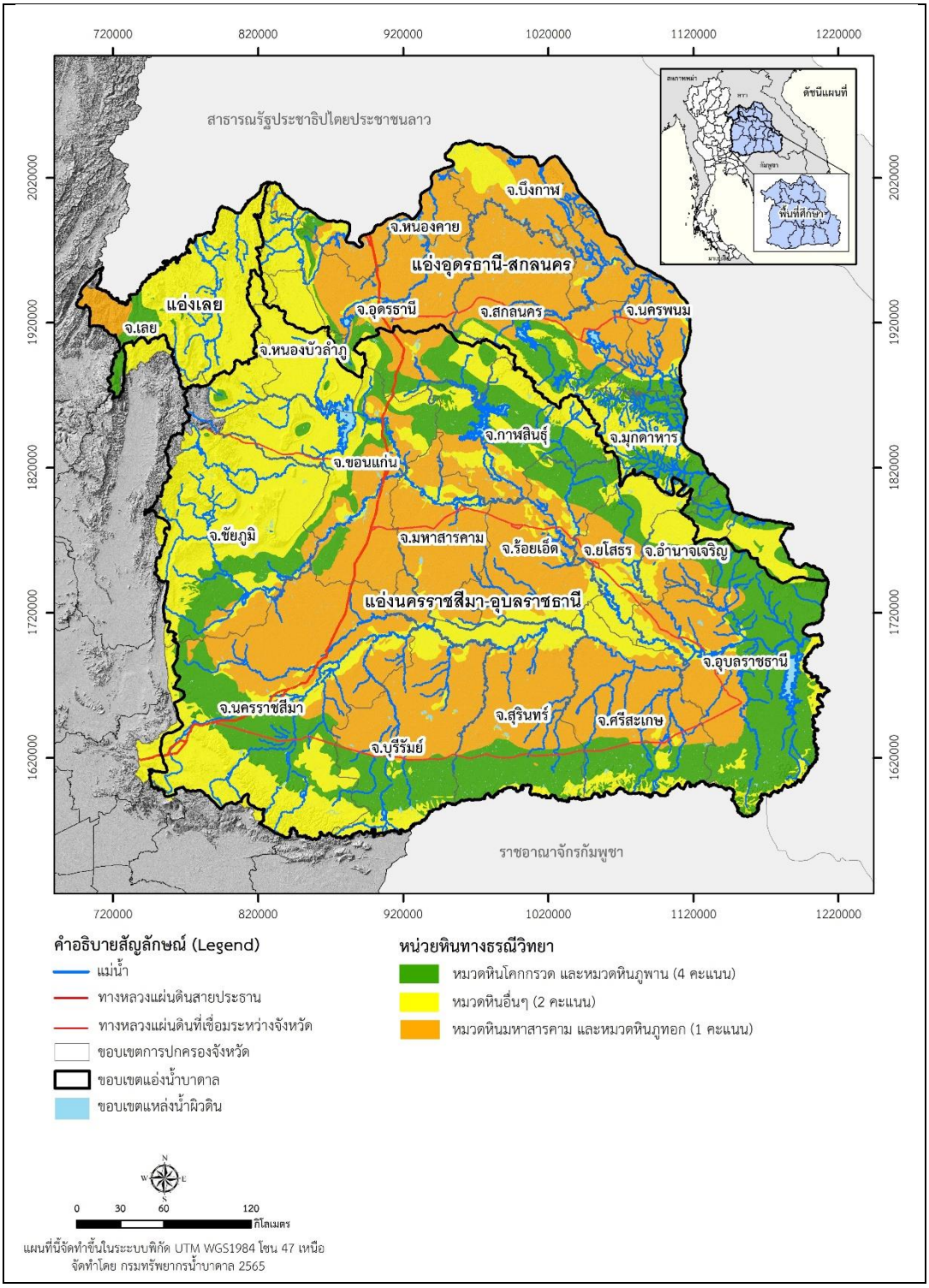
10) ตะกอนยุคควอเทอร์นารี ประกอบด้วยตะกอนเศษหินเชิงเขา (Qc) ตะกอนตะพัก (Qt) ตะกอนน้ำพารูปพัด (Qaf)

ลักษณะธรณีวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีความสัมพันธ์ทางอุทกธรณีวิทยาเป็นอย่างมาก เนื่องจากการสะสมตัวของหินภาคตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงมีโซโซอิก เกิดจากการสะสมตัวในแผ่นดินตลอดทั้งยุค มีการรุกของน้ำทะเลเข้ามายังแอ่งในแผ่นดิน เกิดการตกสะสมของเกลือหิน โพแทชและดินเหนียว ของหมวดหินมหาสารคาม โดยมีการตกตะกอนของหมวดหินมหาสารคามมี 3 ช่วง หลังจากนั้นจบสิ้นลำดับการตกตะกอนของหมวดหินสารคาม จากนั้นสภาพแวดล้อมเปลี่ยนไป แอ่งที่เคยมีน้ำทะเลตื้นเขินถูกปิดทับด้วยตะกอนที่พัดพามากับลม ตะกอนที่สะสมตัวเป็นตะกอนขนาดทรายละเอียดตกสะสมตัวอยู่ภายในแอ่งและมีการเชื่อมประสานเป็นหินแข็งปิดทับชั้นเกลือ คือ หมวดหินภูทอก และหมวดหินภูทอกหยุดการตกสะสมตัว เมื่อเกิดการชนกันของแผ่นเปลือกโลกอินเดีย-ออสเตรเลีย และแผ่นโลกยูเรเซียที่ทำให้เกิดเทือกเขาหิมาลัย ส่งผลให้หมวดหินที่รองรับอยู่ส่วนล่างทั้งหมดถูกกระทำ เกิดการคดโค้ง ทำให้แยกแอ่งเกลือออกเป็น 2 แอ่ง รูปกระทะหงายคือแอ่งโคราชและแอ่งสกลนคร แอ่งรูปกระทะคว่ำคือเทือกเขาภูพาน หมวดหินภูพาน แต่เนื่องจากชั้นเกลือหินเป็นชั้นหินที่ง่ายต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะ มีลักษณะเป็นแบบพลาสติก ชั้นเกลือหินบริเวณเทือกเขาภูพานจึงเกิดการเคลื่อนไหลมาสะสมตัวบริเวณกลางแอ่ง และปูดขึ้นเป็นรูปโดมเกลือ การปูดเกิดจากแรงที่ทำให้เกิดการคดโค้งทั้งภูมิภาค จากผลของการปูดของเกลือหิน ทำให้ความลึกของเกลือหินในแอ่งโคราชและแอ่งสกล มีระดับความตื้นลึกไม่เท่ากัน รูปร่างไม่แน่นอน ส่งผลให้บริเวณที่มีเกลือหินพบดินเค็มหรือน้ำบาดาลกร่อย-เค็ม ไม่สามารถพัฒนาขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้

ชั้นถัดไปเป็นหมวดหินโคกกรวดและหมวดหินภูพาน มีการสะสมตัวของหินทรายปนหินกรวดมนเป็นส่วนใหญ่ ทำให้มีลักษณะที่เหมาะสมมากในการกักเก็บน้ำบาดาล ประกอบกับอยู่บริเวณขอบแอ่ง จากกระบวนการทางธรณีแปรสัณฐานทั้งประทุนหงายและประทุนคว่ำทำให้พื้นที่บริเวณขอบแอ่งมีรอยแตกค่อนข้างเยอะและเป็นรอยแตกระดับลึก ที่มีความสามารถกักเก็บน้ำบาดาลไว้ในรอยแตกได้ จึงกำหนดคะแนนปัจจัยเท่ากับ 4 สำหรับหมวดหินห้วยหินลาด หมวดหินน้ำพอง หมวดหินภูกระดึง หมวดหินพระวิหาร และหมวดหินเสาขัว มีการสะสมตัวของหินทรายแป้งเป็นหลัก ทำให้มีลักษณะที่เหมาะสมในการกักเก็บน้ำบาดาลน้อยกว่าหมวดหินโคกกรวดและหมวดหินภูพาน จึงกำหนดคะแนนปัจจัยเท่ากับ 2 สำหรับหมวดหินมหาสารคามและหมวดหินภูทอก มีการสะสมตัวของหินทรายเนื้อละเอียด หินทรายแป้ง แต่มีชั้นโพแทช ยิปซัม และเกลือหิน สะสมตัวรวมอยู่ด้วย ส่งผลให้กำหนดคะแนนปัจจัยเท่ากับ 1 ซึ่งมีความเหมาะสมในการพัฒนาน้ำบาดาลน้อย เสี่ยงต่อน้ำบาดาลมีคุณภาพกร่อย-เค็ม ดังตารางที่ 3-2 จากนั้นนำเข้าข้อมูลในระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ แสดงดังรูปที่ 3-3

ตารางที่ 3-2 คะแนนของปัจจัยทางธรณีวิทยา

คะแนน	**ปัจจัยทางธรณีวิทยา**
4 คะแนน	หมวดหินโคกกรวดและหมวดหินภูพาน
2 คะแนน	หมวดหินอื่น ๆ
1 คะแนน	หมวดหินมหาสารคามและหมวดหินภูทอก



รูปที่ 3-3 แผนที่แสดงการวิเคราะห์ปัจจัยด้านธรณีวิทยา

3. ปัจจัยพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง

พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือประสบปัญหาเสี่ยงภัยแล้ง-น้ำท่วม เป็นอันดับต้น ๆ ของประเทศ สาเหตุหลักของภัยแล้ง ส่วนใหญ่เกิดจากฝนแล้งและฝนทิ้งช่วง ซึ่งเป็นภาวะปริมาณฝนตกน้อยกว่าปกติ หรือไม่ตกต้องตามฤดูกาล โดย ฝนทิ้งช่วง (Dry Spell) หมายถึง ช่วงที่มีปริมาณฝนตกไม่ถึง 1 มิลลิเมตร/วัน ติดต่อกันเกิน 15 วัน ในช่วงฤดูฝนเดือนที่มีโอกาสเกิดฝนทิ้งช่วงในประเทศไทย คือ เดือนมิถุนายนและกรกฎาคม โดยปกติภัยแล้งในประเทศไทยจะเกิดใน 2 ช่วง ได้แก่ 1) ช่วงฤดูหนาวต่อเนื่องถึงฤดูร้อน ซึ่งเริ่มจากครึ่งหลังของเดือนตุลาคมเป็นต้นไป บริเวณประเทศไทยตอนบน (ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออก) จะมีปริมาณฝนลดลงเป็นลำดับจนกระทั่งเข้าสู่ฤดูฝนในช่วงกลางเดือนพฤษภาคมของปีถัดไป ซึ่งภัยแล้งลักษณะนี้จะเกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี และ 2) ช่วงกลางฤดูฝนประมาณปลายเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม จะมีฝนทิ้งช่วงเกิดขึ้น ภัยแล้งลักษณะนี้จะเกิดขึ้นเฉพาะท้องถิ่นหรือบางบริเวณบางครั้งอาจครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้างเกือบทั่วประเทศ ผลกระทบจากการเกิดภัยแล้งนั้นสร้างความเสียหายทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการขาดแคลนน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค และการเกษตร

สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สนทช., 2564) ได้สรุปข้อมูลหลังจากลงพื้นที่ติดตามความก้าวหน้าการศึกษาเพื่อจัดทำแผนหลักบริหารจัดการทรัพยากรน้ำกลุ่มลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา พบว่าลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีพื้นที่รวมประมาณ 104 ล้านไร่ มีลุ่มน้ำสำคัญ 3 ลุ่มน้ำ คือ ลุ่มน้ำชี ลุ่มน้ำมูล และลุ่มน้ำโขงตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมักประสบกับสภาพทั้งปัญหาภัยแล้ง-น้ำท่วม ปัญหาโครงสร้างการจัดการน้ำและปัญหาคุณภาพน้ำ โดยพบว่าจากพื้นที่ Area Based อยู่ในภาคอีสาน 16 พื้นที่ เป็นพื้นที่ที่ปัญหาด้านน้ำถึง 14 พื้นที่ แบ่งเป็น พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมและภัยแล้ง 13 พื้นที่ อาทิ ลุ่มน้ำโมงตอนบน ลุ่มน้ำห้วยหลวง ลุ่มน้ำแม่น้ำสงคราม ลุ่มน้ำพุง-น้ำก่ำ ลุ่มน้ำชีตอนบน ลุ่มน้ำชีตอนกลาง ลุ่มน้ำมูล และ เมืองบุรีรัมย์-สุรินทร์ รวม 11.7 ล้านไร่ พื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง 1 พื้นที่ คือ ลุ่มน้ำเลยตอนล่าง มีพื้นที่ 6.3 หมื่นไร่ และเขตเศรษฐกิจพิเศษ 2 พื้นที่ ได้แก่ จังหวัดนครพนม และจังหวัดมุกดาหาร รวม 4.2 หมื่นไร่ ดังนั้น เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาดังกล่าวอย่างเป็นระบบและความจำเป็นเร่งด่วน สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สทนช.) ได้ดำเนินโครงการศึกษาจัดทำแผนหลักการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำกลุ่มลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และแผนปฏิบัติการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 5 ปี ครอบคลุมทั้ง 6 ด้าน สอดคล้องตามแผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ 20 ปี (พ.ศ.2561-2580) พร้อมจัดลำดับความสำคัญโครงการตามความเร่งด่วน โดยกำหนดระยะเวลาของแผนพัฒนาตั้งแต่ปี 2566-2585 เช่น การเพิ่มขีดความสามารถการเข้าถึงน้ำอุปโภคบริโภคมีโครงการเร่งด่วน เช่น ขยายกำลังผลิตประปาภูมิภาคและประปาหมู่บ้าน ปรับปรุงระบบประปาหมู่บ้าน ติดตั้งเครื่องกรองน้ำดื่มให้ครบทุกหมู่บ้าน โรงเรียน เป็นต้น การสร้างความมั่นคงของน้ำภาคการผลิต อาทิ การพัฒนาแหล่งเก็บ

กักน้ำ ระบบส่งน้ำใหม่ โดยแผนระยะ 5 ปี มีทั้งสิ้น 404 โครงการ พื้นที่รับประโยชน์ 411,432 ไร่ และโครงการผันน้ำและเชื่อมโยงน้ำระยะ 5 ปี 46 โครงการ พื้นที่รับประโยชน์ 32,100 ไร่ ที่สำคัญคือการจัดการน้ำท่วมและอุทกภัยโดยสร้างระบบป้องกันน้ำท่วมและระบายน้ำ เพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำ และการอนุรักษ์ฟื้นฟูสภาพป่าต้นน้ำที่เสื่อมโทรมและป้องกันการพังทลายของดินควบคู่กันด้วย

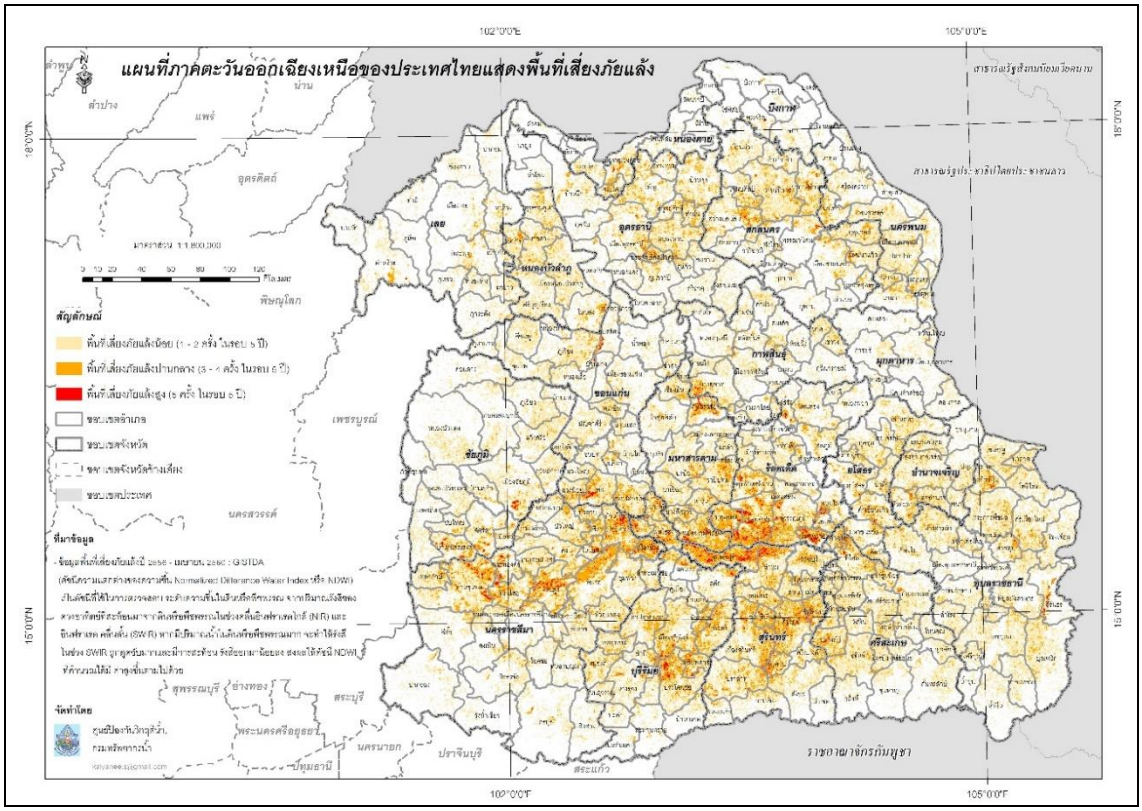
จากข้อมูล ศูนย์วิกฤติน้ำ กรมทรัพยากรน้ำ ฉบับปรับปรุง 2565 ได้วิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งทั่วประเทศ โดยวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งในระดับอำเภอ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558-2563 จำแนกพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับที่ 1 พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งน้อย (1-2 ครั้งในรอบ 5 ปี) ระดับที่ 2 พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งปานกลาง (3-4 ครั้งในรอบ 5 ปี) และระดับที่ 3 พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งสูง (5 ครั้งในรอบ 5 ปี) พบว่า ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งสูง รวมทั้งหมด 639,104.21 ไร่ โดยจังหวัดที่เสี่ยงภัยแล้งสูง มากกว่า 100,000 ไร่ ได้แก่ จังหวัดร้อยเอ็ด จังหวัดนครราชสีมา และจังหวัดสุรินทร์ ตามลำดับ และพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งปานกลาง รวมทั้งหมด 8.4 ล้านไร่ จังหวัดที่เสี่ยงภัยแล้งปานกลาง มากกว่า 100,000 ไร่ ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดสุรินทร์ จังหวัดบุรีรัมย์ จังหวัดศรีสะเกษ จังหวัดยโสธร จังหวัดอุบลราชธานี จังหวัดอำนาจเจริญ จังหวัดสกลนคร จังหวัดหนองคาย จังหวัดหนองบัวลำภู จังหวัดอุดธานี จังหวัดกาฬสินธุ์ จังหวัดขอนแก่น จังหวัดชัยภูมิ จังหวัดมหาสารคาม จังหวัดร้อยเอ็ด และจังหวัดนครพนม รายละเอียดดังตารางที่ 3-3 และรูปที่ 3-4 นอกจากนั้น ได้วิเคราะห์พื้นที่เฝ้าระวังเสี่ยงภาวะน้ำแล้ง (สนทช., 2565) ด้านอุปโภคบริโภค ด้านการเกษตร และด้านคุณภาพน้ำทั่วประเทศ พ.ศ. 2564-2565 ประกอบด้วย

1. พื้นที่เฝ้าระวังเสี่ยงภาวะน้ำแล้ง ด้านอุปโภคบริโภค ในเขตการประปาส่วนภูมิภาคและนอกเขตการประปาส่วนภูมิภาค พบว่า จังหวัดเสี่ยงภาวะน้ำแล้ง ด้านอุปโภคบริโภค นอกเขตการประปาส่วนภูมิภาค (ประปาท้องถิ่น) ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดขอนแก่น จังหวัดหนองคาย จังหวัดบึงกาฬ และจังหวัดบุรีรัมย์ จังหวัดเสี่ยงภาวะน้ำแล้ง ด้านอุปโภคบริโภค ในเขตการประปาส่วนภูมิภาค (ประปาท้องถิ่น) ได้แก่ จังหวัดขอนแก่น จังหวัดชัยภูมิ จังหวัดมหาสารคาม จังหวัดร้อยเอ็ด จังหวัดอุดรธานี จังหวัดสกลนคร จังหวัดหนองบัวลำภู จังหวัดเลย และจังหวัดบึงกาฬ

2. พื้นที่เสี่ยงภัยการขาดแคลนน้ำด้านเกษตร นอกเขตชลประทาน และในเขตชลประทาน ได้แก่ จังหวัดหนองคาย จังหวัดร้อยเอ็ด และจังหวัดมหาสารคาม

ตารางที่ 3-3 แสดงข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (สนทช., 2565)

ที่	สภท.	จังหวัด	พื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง (ไร่)			
			น้อย	ปานกลาง	สูง	รวม (ไร่)
1	3	นครพนม	1,331,389	178,898	2,168	1,512,455
2		บึงกาฬ	263,483	16,371	492	280,346
3		เลย	1,181,123	80,377	1,366	1,262,866
4		สกลนคร	2,308,356	447,185	20,761	2,776,301
5		หนองคาย	425,519	104,850	3,769	534,138
6		หนองบัวลำภู	1,307,718	198,482	6,049	1,512,249
7		อุดรธานี	2,300,926	421,792	13,214	2,735,932
สทภ. 3 รวม (ไร่)			**9,118,515**	**1,447,955**	**47,818**	**10,614,288**
8	4	กาฬสินธุ์	1,441,502	157,491	6,645	1,605,638
9		ขอนแก่น	2,506,880	354,364	26,296	2,887,540
10		ชัยภูมิ	2,319,234	236,644	19,610	2,575,488
11		มหาสารคาม	1,685,295	513,033	42,317	2,240,645
12		ร้อยเอ็ด	1,917,601	831,529	123,909	2,873,038
สทภ. 4 รวม (ไร่)			**9,870,513**	**2,093,061**	**218,776**	**12,182,350**
13	5	นครราชสีมา	4,219,252	1,372,418	121,034	5,712,705
14		บุรีรัมย์	2,642,283	959,309	72,467	3,674,059
15		ศรีสะเกษ	2,415,760	410,427	16,352	2,842,539
16		สุรินทร์	2,377,610	1,235,661	131,234	3,744,505
สทภ. 5 รวม (ไร่)			**11,654,905**	**3,977,816**	**341,087**	**15,973,808**
17	11	มุกดาหาร	486,179	10,451	277	496,907
18		ยโสธร	1,096,280	261,026	8,364	1,365,670
19		อุบลราชธานี	3,988,708	516,046	18,155	4,522,910
20		อำนาจเจริญ	944,891	158,239	4,628	1,107,757
สทภ. 11 รวม (ไร่)			**6,516,058**	**945,763**	**31,423**	**7,493,244**
รวม (ไร่)			**37,159,991**	**8,464,595**	**639,104**	**46,263,690**

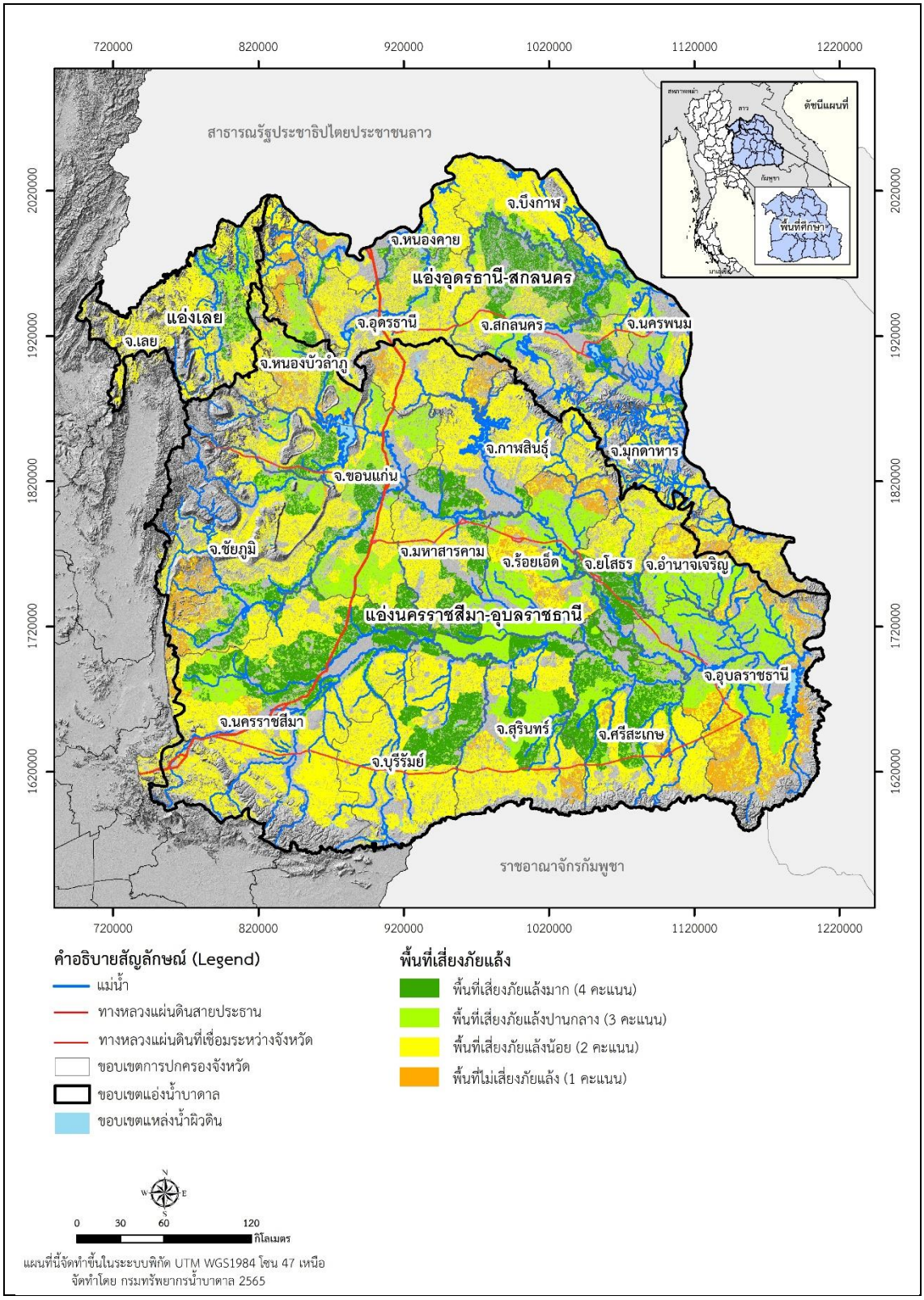


รูปที่ 3-4 แผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กรมทรัพยากรน้ำ, 2565)

จากแผนปฏิบัติการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 5 ปี ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง ศูนย์วิกฤติน้ำ กรมทรัพยากรน้ำ และอื่นๆ มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง เป็นเกณฑ์กำหนดคะแนนปัจจัยพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง โดยกำหนดค่าคะแนนเท่ากับ 4 สำหรับพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งมาก ค่าคะแนนเท่ากับ 3 สำหรับพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งปานกลาง ค่าคะแนนเท่ากับ 2 สำหรับพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งน้อย และค่าคะแนนเท่ากับ 1 สำหรับพื้นที่ไม่เสี่ยงภัยแล้ง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าเขาสูง หนองน้ำ และบึง เป็นต้น ดังตารางที่ 3-4 จากนั้นนำเข้าข้อมูลในระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ แสดงดังรูปที่ 3-5

ตารางที่ 3-4 คะแนนของปัจจัยพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง

คะแนน	ปัจจัยพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง
4 คะแนน	พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งมาก
3 คะแนน	พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งปานกลาง
2 คะแนน	พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งน้อย
1 คะแนน	พื้นที่ไม่เสี่ยงภัยแล้ง



รูปที่ 3-5 แผนที่แสดงการวิเคราะห์ปัจจัยด้านพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง

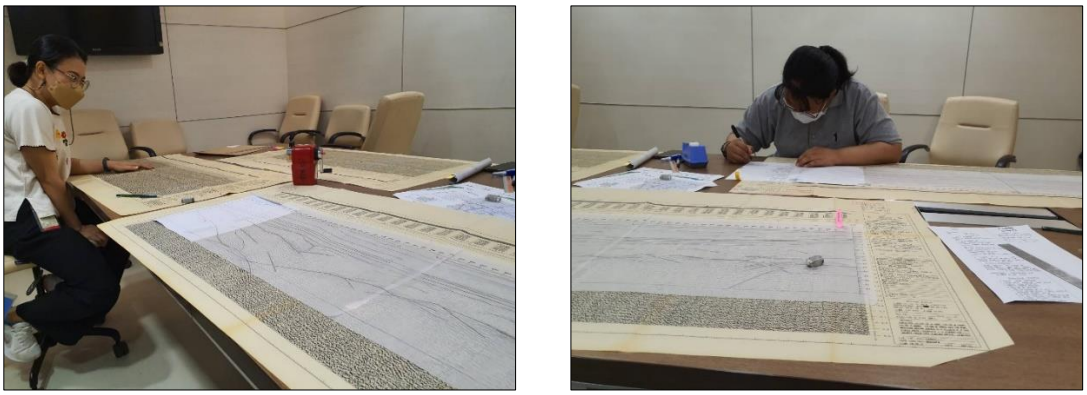
4. ปัจจัยด้านข้อมูลคลื่นไหวสะเทือน

โครงการศึกษาสำรวจแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย) ในครั้งนี้ เป็นการสำรวจน้ำบาดาลระดับลึก จำเป็นต้องศึกษาข้อมูลการสำรวจระดับลึก 1,000 เมตร เพื่อศึกษาลักษณะธรณีวิทยา ลำดับชั้นดินชั้นหิน ตลอดจนลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้าง เช่น รอยเลื่อน รอยคดโค้งของชั้นหิน มีความต่อเนื่องในระดับลึกหรือไม่อย่างไร ซึ่งการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความความต้านทานไฟฟ้าแบบ 1 มิติ แล 2 มิติ ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล มีข้อจำกัดทางความสามารถเครื่องมือสำรวจ ซึ่งสามารถสำรวจได้ระดับลึก ประมาณ 300-500 เมตร ยิ่งความลึกมากการประมวลผลจะมีความคลาดเคลื่อนตาม ดังนั้น ข้อมูลการสำรวจระดับลึกต้องใช้ข้อมูลคลื่นไหวสะเทือนจากกรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ ซึ่งให้ความอนุเคราะห์ในการศึกษาข้อมูลดังกล่าว โดยปกติการสำรวจน้ำมัน จะใช้วิธีการการสะท้อนของคลื่นไหวสะเทือน (Seismic Reflection Methods) เนื่องจากสำรวจได้ระดับลึก 2-5 กิโลเมตร วิธีนี้วัดการสะท้อนกลับของคลื่นสั่นสะเทือนที่กระทำต่อผิวโลก (Shock Waves) ลักษณะปรากฏของคลื่นสะท้อนจากชั้นหินในหมวดหินต่างๆ ของกลุ่มหินโคราช มีค่าความแตกต่างทางด้านความเร็วคลื่นสูง (ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนสูง) ประกอบด้วย หมวดหินภูทอก มหาสารคาม โคกกรวด ภูพาน เสาขัว พระวิหาร ภูกระดึง น้ำพอง และห้วยหินลาด หมวดหินเหล่านี้มีอายุช่วงมีโซโซอิก และชั้นล่างสุดเป็นหมวดหินฐาน (Basement) ประกอบด้วย หินตะกอน (หินปูน หินทราย และหินดินดาน) หินอัคนี และหินแปร รองรับอยู่ด้านล่างสุด จากข้อมูลหลุมเจาะยางตลาด เจาะทะลุหินฐานพบเป็นหินปูน พบหินฐานที่ความลึก 3,000-4,000 เมตร และจากการศึกษาข้อมูลคลื่นไหวสะเทือน กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ จำนวน 22 แนว พบว่า ชั้นหินมีการวางตัวในลักษณะแนวราบ มีการเอียงเทเล็กน้อยไปทางด้านทิศตะวันออก เข้าสู่กลางแอ่ง เช่น แนวสำรวจคลื่นไหวสะเทือน K79A5 พบลักษณะการปูดของโดมเกลือเป็นรูปโดมสูง ๆ ต่ำ ๆ กระจายตัวอยู่ภายในแอ่ง หมวดหินมหาสารคาม ความลึก 400-550 เมตร ชั้นหินโคกกรวด ความลึก 600-1,500 เมตร และชั้นหินภูพาน ความลึก 800- 1,400 เมตร ชั้นหินวางตัวเอียงเทไปทางทิศตะวันออกและมีความหนาเพิ่มขึ้น พบรอยต่อสัมผัสระหว่างหินน้ำพองกับหินฐานวางตัวไม่ต่อเนื่อง ความลึก 2,700-3,000 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 3-6

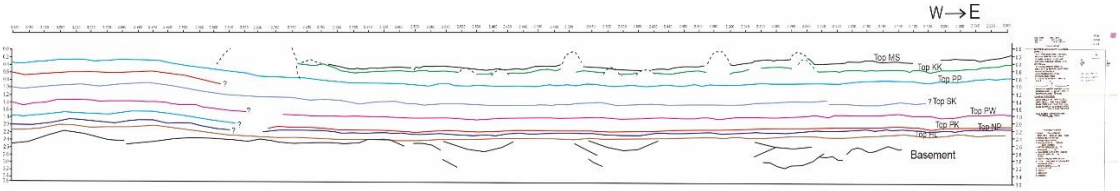
จากผลการสำรวจพบ ส่วนบนผิวของชั้นเกลือหินที่พบคลื่นสะท้อนชัดเจนเพราะเกลือมีค่าความเร็วคลื่นสูงมาก (เกลือหินมีความเร็วคลื่นประมาณ 4,500-5,500 เมตรต่อวินาที ส่วนหินทรายมีความเร็วคลื่นประมาณ 2,000-3,500 เมตรต่อวินาที) ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของการสะท้อนสูง สามารถใช้ในการจำแนกชั้นดินชั้นหิน ตลอดจนลักษณะโครงสร้างธรณีวิทยาระดับลึก เนื่องจากชั้นหินแต่ละชั้นมีความแข็งและความหนาแน่นไม่เท่ากัน การสะท้อนกลับของคลื่นสั่นสะเทือนจะเกิดขึ้น ณ รอยเชื่อมระหว่างชั้นหินที่ต่างชนิดกัน หากชั้นหินหนามาก เวลาที่ใช้ในการสะท้อนกลับของคลื่นก็ยิ่งนาน

จากกราฟคลื่นไหวสะเทือน สามารถวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างและส่วนประกอบของชั้นหินใต้ดิน สามารถใช้ประกอบในการคัดเลือกพื้นที่ที่ระดับความลึก 1,000 เมตร ได้อย่างแม่นยำ

จากข้อมูลการสำรวจคลื่นไหวสะเทือน กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ ใช้เป็นเกณฑ์กำหนดคะแนนปัจจัยข้อมูลการสำรวจระดับลึกในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยกำหนดค่าคะแนนเท่ากับ 4 สำหรับพื้นที่มีข้อมูลการสำรวจคลื่นไหวสะเทือน ค่าคะแนนเท่ากับ 1 สำหรับพื้นที่ไม่มีข้อมูลการสำรวจคลื่นไหวสะเทือน เนื่องจากไม่มีข้อมูลการสำรวจที่ใช้ในการประกอบการพิจารณาในการเจาะบ่อสำรวจระดับลึก ดังตารางที่ 3-5 จากนั้นนำเข้าข้อมูลในระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ แสดงดังรูปที่ 3-7



ก. แสดงการศึกษาข้อมูลคลื่นไหวสะเทือน

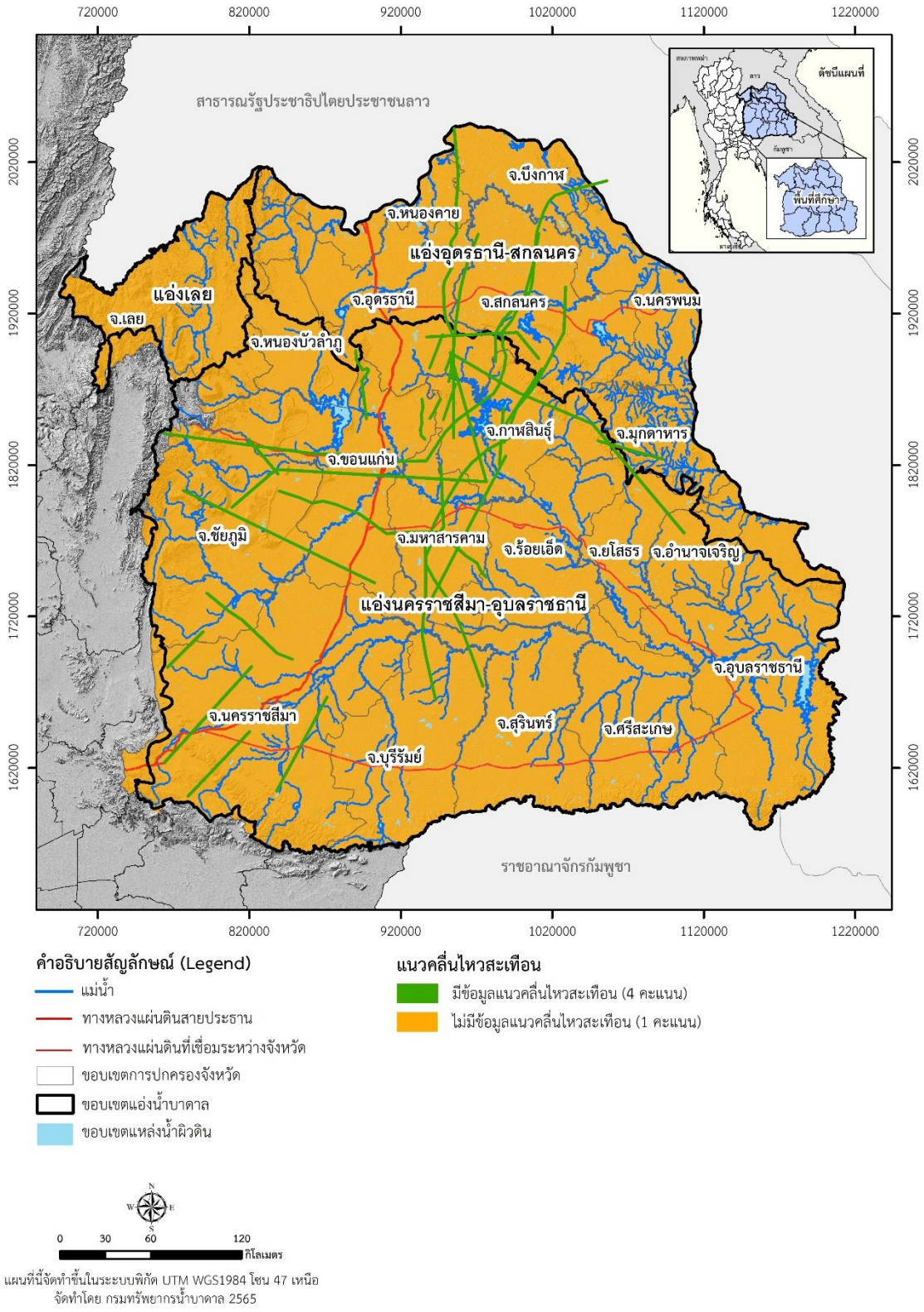


ข. ตัวอย่างผลการศึกษาคลื่นไหวสะเทือน แนวสำรวจ K79A5

รูปที่ 3-6 แสดงการศึกษาข้อมูลคลื่นไหวสะเทือน

ตารางที่ 3-5 คะแนนของปัจจัยด้านข้อมูลคลื่นไหวสะเทือน

คะแนน	ปัจจัยด้านข้อมูลคลื่นไหวสะเทือน
4 คะแนน	มีข้อมูลแนวสำรวจคลื่นไหวสะเทือน
1 คะแนน	ไม่มีข้อมูลแนวสำรวจคลื่นไหวสะเทือน



รูปที่ 3-7 แผนที่แสดงแนวสำรวจคลื่นไหวสะเทือน (กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ)

เมื่อกำหนดค่าคะแนนปัจจัยทั้ง 4 ด้าน ประกอบด้วย ปัจจัยทางเศรษฐกิจ ปัจจัยทางธรณีวิทยา ปัจจัยพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง และปัจจัยด้านข้อมูลคลื่นไหวสะเทือน พิจารณาค่าถ่วงน้ำหนักปัจจัยจากผู้เชี่ยวชาญ โดยให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านธรณีวิทยามากที่สุด ปัจจัยด้านเสี่ยงภัยแล้ง ปัจจัยด้านข้อมูลคลื่นไหวสะเทือน และปัจจัยทางเศรษฐกิจ รองลงมาตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 พิจารณาแยกตามปัจจัยอีกครั้ง การให้คะแนนตามแต่ละปัจจัยมีผลคะแนน ดังต่อไปนี้

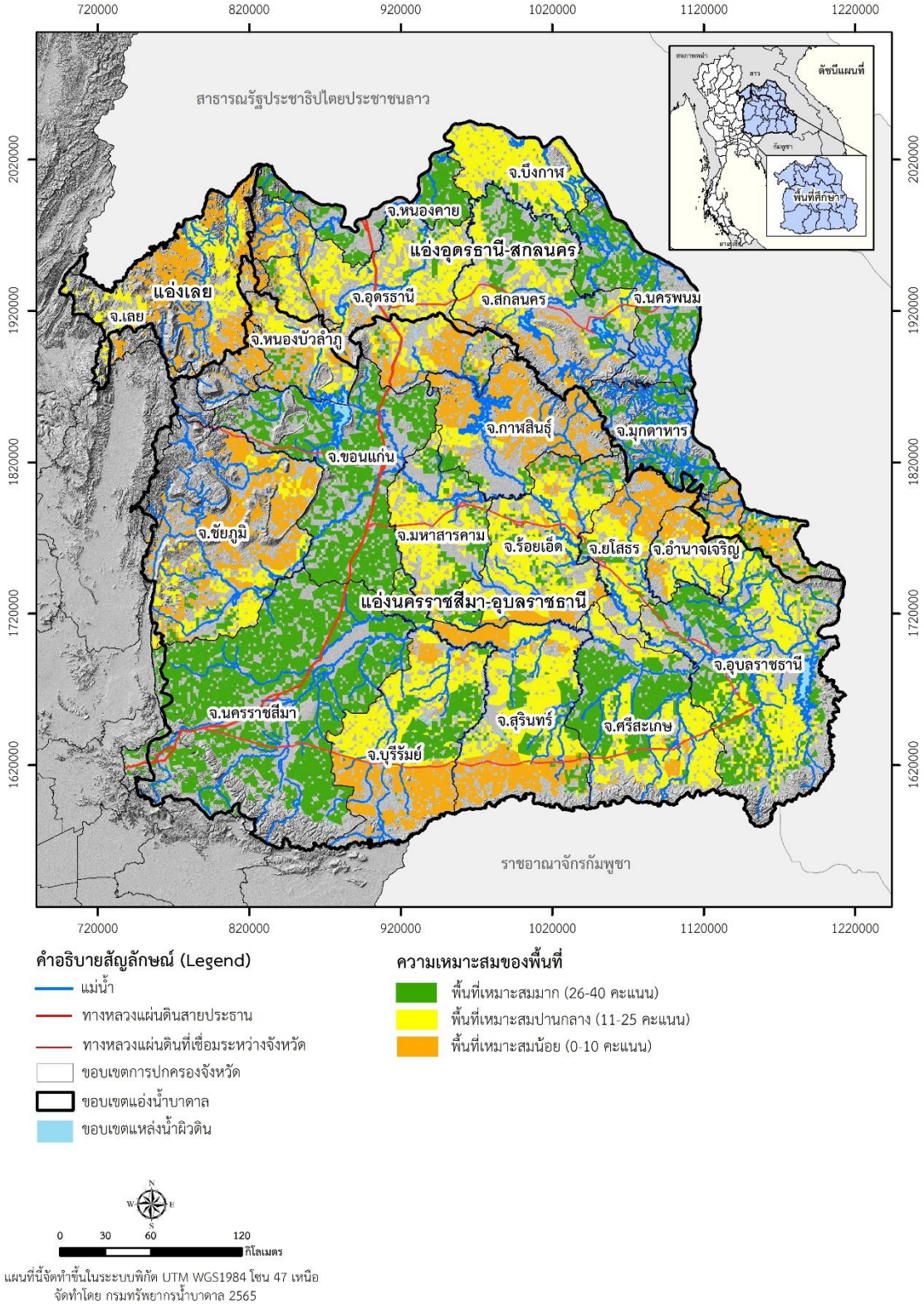
ปัจจัย	ค่าถ่วงน้ำหนักปัจจัย (W)	ค่าคะแนนของปัจจัยย่อย (R)
1. ปัจจัยทางธรณีวิทยา	**4**	
- หมวดหินโคกกรวดและหมวดหินภูพาน		4
- หมวดหินอื่น ๆ		2
- หมวดหินมหาสารคามและหมวดหินภูทอก		1
2. ปัจจัยพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง	**3**	
- พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งมาก		4
- พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งปานกลาง		3
- พื้นที่เสี่ยงภัยแล้งน้อย		2
- พื้นที่ไม่เสี่ยงภัยแล้ง		1
3. ปัจจัยด้านข้อมูลคลื่นไหวสะเทือน	**2**	
- มีแนวสำรวจคลื่นไหวสะเทือน		4
- ไม่มีแนวสำรวจคลื่นไหวสะเทือน		1
4. ปัจจัยทางเศรษฐกิจ	**1**	
- จังหวัดประกาศเขตพัฒนาเศรษฐกิจ		4
- จังหวัดไม่ประกาศเขตพัฒนาเศรษฐกิจ		1

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สามารถแบ่งคะแนนออก เป็น 3 กลุ่ม แสดงดังตารางที่ 3-7 เพื่อกำหนดเกณฑ์สำหรับแบ่งเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง และเหมาะสมน้อยในการเจาะสำรวจน้ำบาดาลระดับลึก จากการวิเคราะห์ได้พื้นที่มีความเหมาะสมมาก คิดเป็นร้อยละ 38 ประกอบด้วย จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดขอนแก่น จังหวัดหนองคาย จังหวัดนครพนม และจังหวัดมุกดาหาร พื้นที่มีความเหมาะสมปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 32 ประกอบด้วย

จังหวัดศรีสะเกษ จังหวัดอุบลราชธานี จังหวัดบึงกาฬ จังหวัดมหาสารคาม จังหวัดร้อยเอ็ด และจังหวัดอุดรธานี และสำหรับพื้นที่มีความเหมาะสมน้อย คิดเป็นร้อยละ 30 ประกอบด้วย จังหวัดบุรีรัมย์ จังหวัดสุรินทร์ จังหวัดยโสธร จังหวัดอำนาจเจริญ จังหวัดกาฬสินธุ์ จังหวัดสกลนคร จังหวัดหนองบัวลำภู และจังหวัดเลย ดังแสดงในรูปที่ 3-8 โดยจังหวัดที่มีคะแนนความเหมาะสมมากที่สุด คือจังหวัดขอนแก่น เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญด้านเศรษฐกิจของประเทศมีการเติบโตทางด้านเศรษฐกิจและเป็นศูนย์กลางของการคมนาคมไปสู่พื้นที่อื่นๆ อีกทั้งยังมีความเหมาะสมทางด้านธรณีวิทยา โครงสร้างธรณีวิทยา จากแผนที่ความเหมาะสมนี้จะนำไปสู่การพิจารณาพื้นที่ในการเก็บข้อมูลภาคสนามต่อไป

ตารางที่ 3-7 กลุ่มของคะแนนรวม

ความเหมาะสม	คะแนน	คิดเป็นร้อยละ
มาก	26-40	38
ปานกลาง	11-25	32
น้อย	0-10	30
รวม		**100**



รูปที่ 3-8 แผนที่แสดงความเหมาะสมสำหรับกำหนดพื้นที่เจาะสำรวจ

บทที่ 4
การสำรวจตรวจสอบข้อมูลเพิ่มเติมในภาคสนาม

แนวคิดการสำรวจน้ำบาดาลในพื้นที่หินแข็ง โดยการศึกษาแหล่งน้ำที่จะลงไปสะสมใต้ดิน ทิศทางแนวรอยแตก และชนิดของหินแข็งที่เป็นแหล่งกักเก็บน้ำบาดาล ดังนั้น น้ำฝนหรือแหล่งน้ำผิวดินจึงเป็นแหล่งน้ำหลักที่จะเติมใส่ภาชนะใต้ดิน หินแข็งเปรียบเสมือนพาชนะใส่น้ำใต้ดิน ส่วนรอยแตกก็คือแนวท่อที่จะนำน้ำฝนและน้ำผิวดินลงไปสะสมตัวในแหล่งกักเก็บ โดยทิศทางของท่อจะสอดคล้องกับโครงสร้างแนวรอยแตกในพื้นที่ ส่วนขนาดท่อจะมีขนาดไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับกระบวนการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก กระบวนการกัดกร่อน การผุพัง และกระบวนการแปรสัณฐาน เป็นต้น

จากการวิเคราะห์ปัจจัยความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ สังคม และสิ่งแวดล้อม จังหวัดขอนแก่น เป็นพื้นที่มีความเหมาะสมมากในการเจาะสำรวจน้ำระดับลึก นอกจากนี้ ยังเป็นพื้นที่มีภูเขาอยู่ทางด้านตอนกลาง ตอนเหนือ และด้านตะวันตกของจังหวัดขอนแก่น โดยตอนกลางและตอนเหนือเป็นแนวเขาเควสตา (Cuesta) และภูเขาโครงสร้างของกลุ่มโคราช ประกอบด้วย หมวดหินภูพาน หมวดหินพระวิหาร ส่วนทางด้านตะวันตกเป็นภูเขาของกลุ่มหินโคราชเช่นเดียวกัน แต่มีอายุแก่กว่า ได้แก่ หมวดหินห้วยหินลาด จากกระบวนการเกิดธรณีแปรสัณฐานของการเคลื่อนที่ของเปลือกโลกของแผ่นดินชาน-ไทย และแผ่นดินอินโดจีน ทำให้เกิดแนวคดโค้งของชั้นหิน ส่งผลในเกิดแนวรอยแตกของชั้นหินแข็งจำนวนมาก ทั้งขนาดเล็ก ขนาดใหญ่ ซึ่งรอยแตกดังกล่าวที่มีความสัมพันธ์กับการกับเก็บน้ำบาดาล แนวรอยแตกส่วนใหญ่ในพื้นที่วางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ แนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ และแนวเหนือ-ใต้ นอกจากนี้บริเวณตอนกลางจังหวัดขอนแก่น มีแหล่งน้ำผิวดินขนาดใหญ่ที่สร้างบนพื้นที่รับน้ำ (Recharge area) ได้แก่ เขื่อนอุบลรัตน์ มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 180-200 เมตร วางตัวบนหมวดหินภูกระดึง คาดว่าจะเป็นแหล่งน้ำหลักที่เติมไปกักเก็บในรอยแตกและรอยต่อหว่างชั้นของหินแข็ง โดยสามารถกำหนดพื้นที่ที่คาดว่าจะมีศักยภาพน้ำบาดาลเบื้องต้นได้ การดำเนินงานสำรวจตรวจสอบข้อมูลเพิ่มเติมในภาคสนาม ประกอบด้วย การวิเคราะห์และตรวจสอบแนวรอยแตกภาคสนาม การสำรวจข้อมูลธรณีวิทยา และอุทกธรณีวิทยาภาคสนาม การสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า 2 มิติ และแบบ 1 มิติ การคัดเลือกจุดเจาะสำรวจ การเจาะสำรวจ การหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ การสูบทดสอบปริมาณน้ำ และการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีน้ำและอุทกวิทยาไอโซโทป โดยมีรายละเอียดการดำเนินงานดังต่อไปนี้

4.1 การวิเคราะห์และตรวจสอบแนวรอยแตกภาคสนาม

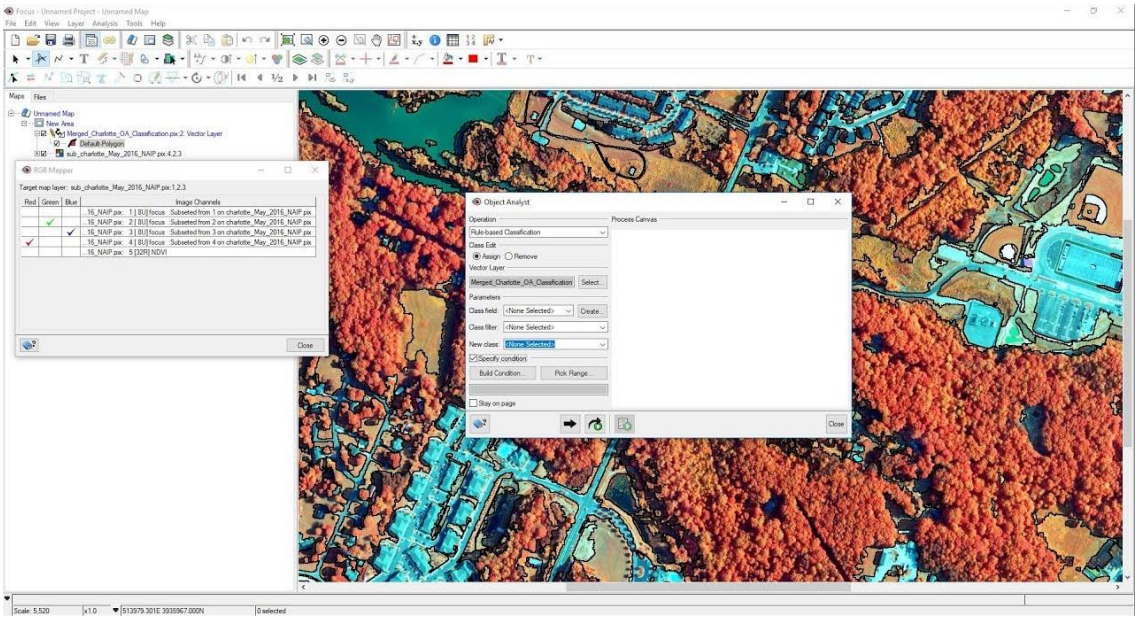
ธรณีวิทยาโครงสร้างที่สำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เกิดจากกระบวนการทางธรณีแปรสัณฐาน (Geotectonics) อันเป็นผลสืบเนื่องมาจากการเข้าชนกันของแผ่นทวีปอินเดียและแผ่นทวีปยูเรเชีย (Himalayan Orogeny) ในช่วงยุคพาลีโอจีน (Paleogene) ทำให้เกิดแนวรอยแตกและชั้นหินคดโค้งที่มีความยาวคลื่น (Very Large-wavelength Folds) วางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ และแนวตะวันออก-ตะวันตก (Ridd et al., 2011) ซึ่งกลายเป็นแหล่งกักเก็บทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญ เช่น น้ำมันและน้ำบาดาลในเวลาต่อมา การศึกษาการวางตัวและการกระจายตัวของโครงสร้างดังกล่าว รวมถึงการวิเคราะห์ความหนาแน่นนั้น จะช่วยกำหนดพื้นที่เหมาะสมสำหรับการสำรวจหาแหล่งน้ำบาดาลในขั้นรายละเอียด โดยในขั้นต้นจะอาศัยวิเคราะห์ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อวิเคราะห์โครงสร้างแนวเส้น (Lineaments) สำหรับคัดเลือกพื้นที่น่าสนใจ ก่อนที่จะดำเนินการเก็บข้อมูลในภาคสนามขั้นรายละเอียดในลำดับต่อไป

4.1.1 การวิเคราะห์แนวรอยแตกโดยอาศัยเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing Techniques)

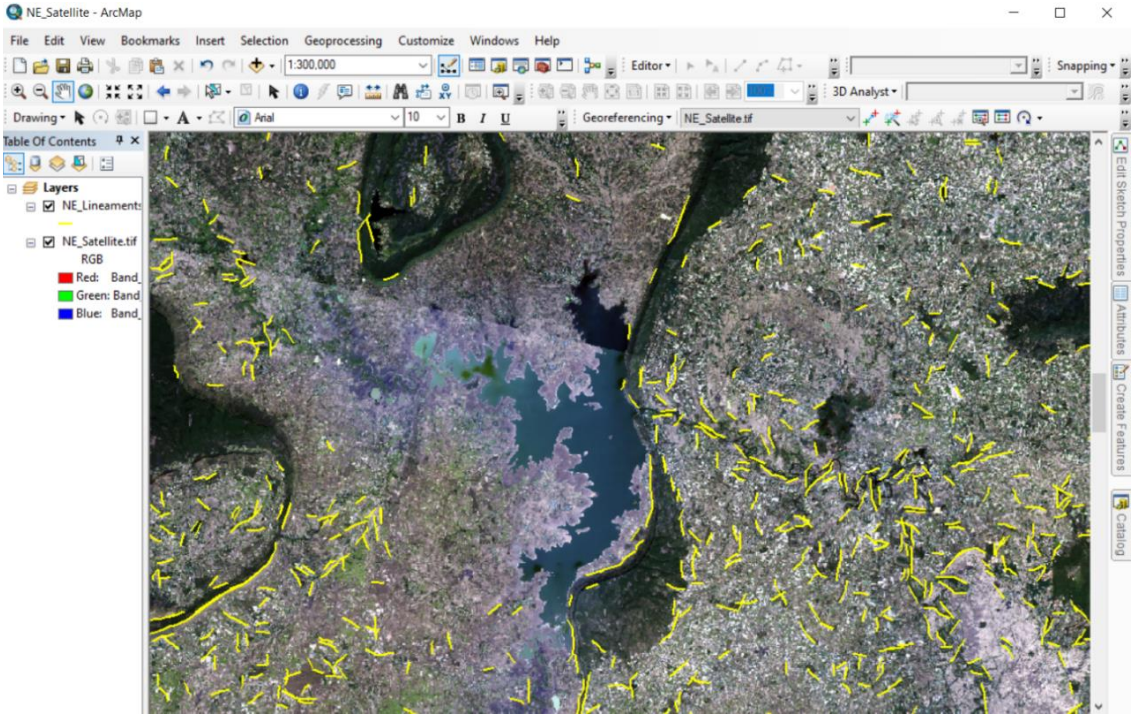
การสำรวจแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก จำเป็นต้องมีการศึกษาสภาพธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยาอย่างละเอียดและรอบคอบมากยิ่งขึ้น เพื่อคัดเลือกจุดเจาะน้ำบาดาลที่มีความเหมาะสม ในการศึกษานี้ได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ คือ การวิเคราะห์โครงสร้างแนวเส้น (Lineament) จากภาพถ่ายดาวเทียม โดยอาศัยเทคโนโลยีการสำรวจข้อมูลระยะไกล (Remote Sensing) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) มาช่วยในการกำหนดขอบเขตของพื้นที่น่าสนใจที่มีโอกาสเป็นแหล่งสะสมตัวที่สำคัญของน้ำบาดาล โดยใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการวิเคราะห์และประมวลผลการกระจายตัว ความหนาแน่น และการตัดกันของโครงสร้างแนวเส้น ซึ่งโครงสร้างดังกล่าวจะมีความสอดคล้องกับโครงสร้างต่างๆ ที่อยู่ใต้ผิวโลก เช่น รอยแตก (Fracture) แนวแตก (Joint) และรอยเลื่อน (Fault) ที่สัมพันธ์กับการสะสมตัวของน้ำบาดาล กล่าวคือ บริเวณที่มีความหนาแน่นของโครงสร้างแนวเส้นสูง และมีการตัดกันของโครงสร้างดังกล่าวมาก สามารถอนุมานได้ว่าชั้นหินด้านล่างมีรอยแตกมากและถ้ารอยแตกนั้นมีความต่อเนื่องเหมาะสำหรับเป็นแหล่งกักเก็บน้ำบาดาลระดับลึกได้ ในการดำเนินงานเจ้าหน้าที่จะลงพื้นที่เพื่อไปสำรวจธรณีวิทยาและธรณีวิทยาโครงสร้างขั้นรายละเอียด ศึกษาชนิดหินและการวางตัวของโครงสร้าง ว่ามีความสอดคล้องกับการวิเคราะห์ก่อนหน้าหรือไม่ และมีความเหมาะสมสำหรับการสะสมตัวของน้ำบาดาลมากน้อยเพียงใด

โครงสร้างแนวเส้นที่ปรากฏบนพื้นผิวอย่างเด่นชัด สามารถใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลที่กล่าวในข้างต้นในการตรวจจับ (Detect) จากภาพถ่ายดาวเทียม (Satellite imagery) ทั้งนี้ต้องอาศัยการผสมสี (Band combination) ของแต่ละช่วงคลื่น หรือการปรับปรุงคุณภาพ (Image processing) ของภาพถ่ายดาวเทียม จะช่วยทำให้เพิ่มคุณภาพในการตรวจจับโครงสร้างแนวเส้นได้ดียิ่งขึ้น ในการศึกษานี้อาศัยเทคนิค Principal component analysis (PCA) ของโปรแกรม PCI Geomatica (รูปที่ 4-1) ในการปรับปรุงคุณภาพของภาพถ่ายดาวเทียมในการวิเคราะห์ทิศทางการวางตัว การกระจายตัวและความหนาแน่นของโครงสร้างแนวเส้น โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

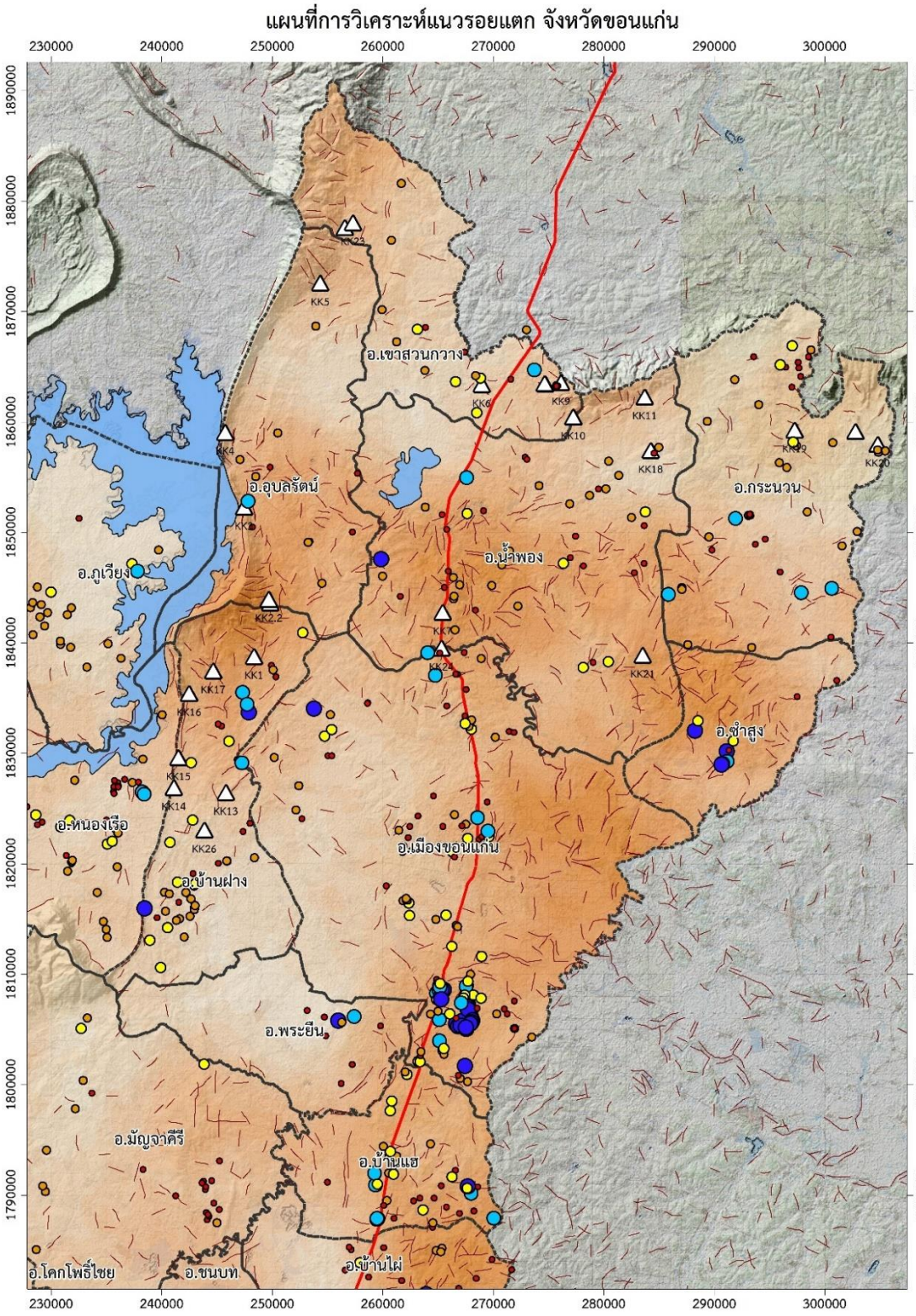
1) ดาวน์โหลดภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 จาก https://earthexplorer.usgs.gov
2) นำเข้าภาพถ่ายดาวเทียมในโปรแกรม PCI Geomatica โดยเลือกช่วงคลื่นของภาพถ่ายดาวเทียมที่มีความเหมาะสม
3) เลือกคำสั่ง *LINE: Lineament Extraction* ภายใน Algorithm Librarian ปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ใน *LINE Module Control Panel* เช่น Filter Radius, Edge Gradient Threshold, Curve Length Threshold, Angular Difference Threshold เป็นต้น หรือสามารถเลือกใช้ค่าตั้งต้น (Default)
4) กด Run เพื่อวิเคราะห์โครงสร้างแนวเส้น ทั้งนี้หากข้อมูลที่วิเคราะห์ได้มีการตรวจจับโครงสร้างแนวเส้นที่ไม่ถูกต้องหรือไม่แม่นยำ จำเป็นต้องมีการตั้งค่าพารามิเตอร์ใน *LINE Module Control Panel* อีกครั้ง เพื่อปรับค่าให้ได้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น
5) ส่งออกข้อมูล ในรูปแบบ Shapefile (.shp)
6) ตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูล โดยอาศัยโปรแกรม ArcMap
7) นำเข้าข้อมูลโครงสร้างแนวเส้น (Lineaments) ในรูปแบบ Shapefile (.shp) ลบข้อมูลแนวเส้นที่ไม่ถูกต้อง เช่น เส้นตรงที่เกิดจากการตรวจจับแนวสันเขื่อน หรือถนน เป็นต้น
8) วิเคราะห์ความหนาแน่น โดยอาศัยชุดคำสั่ง *Line Density* ในโปรแกรม ArcMap (รูปที่ 4-2)
9) วิเคราะห์ทิศทางการวางตัว (Azimuth) ของโครงสร้างแนวเส้น โดยอาศัย Rose Diagram จากโปรแกรม RockWorks เพื่อวิเคราะห์แนวการวางตัวหลักของโครงสร้างในพื้นที่ (รูปที่ 4-3)



รูปที่ 4-1 โปรแกรม PCI Geomatica



รูปที่ 4-2 โครงสร้างแนวเส้น (Lineaments) ซ้อนทับบนภาพถ่ายดาวเทียม

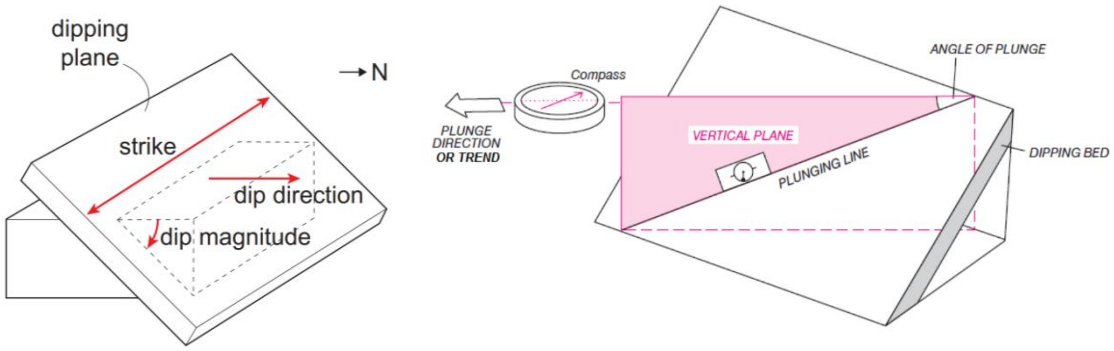


รูปที่ 4-3 แผนที่การวิเคราะห์แนวรอยแตก จังหวัดขอนแก่น

4.1.2 การตรวจสอบแนวรอยแตกภาคสนาม

การลงพื้นที่เพื่อวิเคราะห์แนวรอยแตก และตรวจสอบข้อมูลที่ได้จากการแปลผลผ่านซอฟต์แวร์นั้น (รูปที่ 4-3) จะช่วยยืนยันความถูกต้องของแผนที่ความหนาแน่นของโครงสร้างแนวเส้นที่วิเคราะห์ขึ้นมา ว่ามีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด โดยได้ดำเนินการวัดค่าแนวการวางตัวของรอยแตก (Fracture) แนวแตก (Joint) และชั้นหิน (Bedding plane) โดยอาศัยเข็มทิศธรณีวิทยา (รูปที่ 4-4) เพื่อวัดทิศทางการวางตัวและมุมเอียงเทของชั้นหิน ดังรูป 4-5 ถึง 4-8

รูปที่ 4-4 เข็มทิศธรณีวิทยา แบบ Brunton type



รูปที่ 4-5 (ซ้าย) การวัดการวางตัวของชั้นหิน (ขวา) การวัดการวางตัวของโครงสร้างแนวเส้น

รูปที่ 4-6 การวัดค่าแนวการวางตัว

รูปที่ 4-7 การวัดมุมเอียงเท

รูปที่ 4-8 การเก็บข้อมูลในภาคสนาม

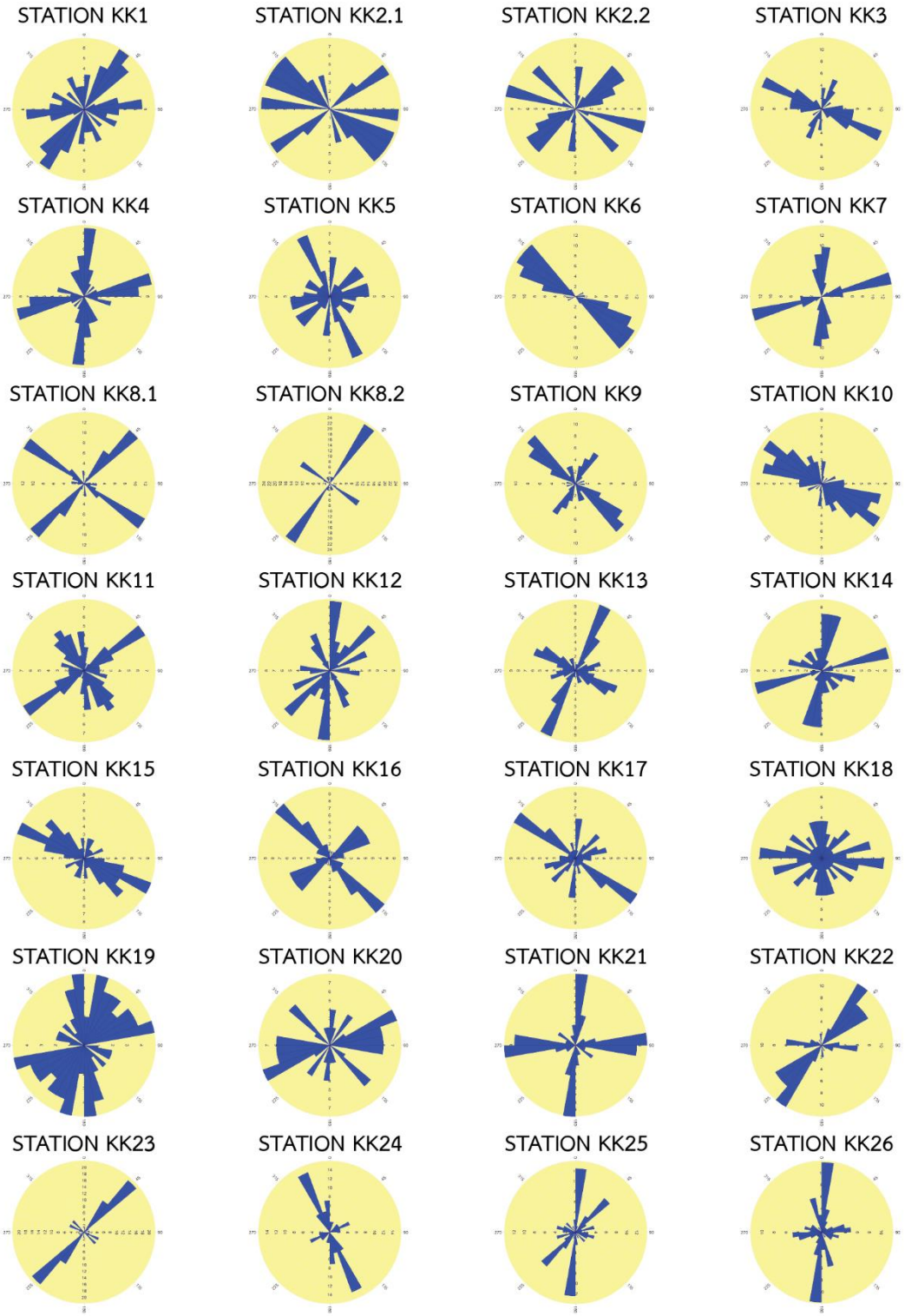
จุดสำรวจเพื่อวัดค่าการวางตัวของแนวรอยแตกในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น กระจายตัวอยู่ทางเทือกเขาทางฝั่งตะวันตกของอำเภอบ้านฝาง อำเภออุบลรัตน์ และอำเภอเขาสวนกวาง เทือกเขาบริเวณรอยต่อของอำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น และอำเภอโนนสะอาด จังหวัดอุดรธานี และเทือกเขาบริเวณรอยต่อของอำเภอกระนวน จังหวัดขอนแก่น และอำเภอท่าคันโท จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยมีจุดสำรวจรวมทั้งสิ้น 28 จุด ดังแสดงในตารางที่ 4-1 และรูปที่ 4-9

ตารางที่ 4-1 ตำแหน่งจุดสำรวจวัดค่าแนวการวางตัวของแนวรอยแตก

จุด	UTME	UTMN	สถานที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด
KK1	248351	1838766	วัดป่าพลาญหินคำไฮ	ป่าหวายนั่ง	บ้านฝาง	ขอนแก่น
KK2.1	249824	1843602	ทางไปวัดศรีธรรมมา	โคกสูง	บ้านฝาง	ขอนแก่น
KK2.2	249682	1843948	วัดศรีธรรมมา	โคกสูง	บ้านฝาง	ขอนแก่น
KK3	247447	1852265	วัดดอยวิเวกธรรม	เขื่อนอุบลรัตน์	อุบลรัตน์	ขอนแก่น
KK4	245731	1859050	ช่องเขาขาด	บ้านค้อ	โนนสัง	หนองบัวลำภู
KK5	254348	1872563	วัดป่าโคกทับช้าง	ศรีสุขสำราญ	อุบลรัตน์	ขอนแก่น
KK6	268950	1863380	หลัง อบต.เขาสวนกวาง	เขาสวนกวาง	เขาสวนกวาง	ขอนแก่น
KK7	265411	1842753	วัดป่าคำหัวช้าง	ม่วงหวาน	น้ำพอง	ขอนแก่น
KK8.1	274696	1863430	วัดพระพุทธบาทเขาน้อย	เขาสวนกวาง	เขาสวนกวาง	ขอนแก่น
KK8.2	274649	1863464	วัดพระพุทธบาทเขาน้อย	เขาสวนกวาง	เขาสวนกวาง	ขอนแก่น
KK9	276138	1863545	สวนสัตว์ขอนแก่น	คำม่วง	เขาสวนกวาง	ขอนแก่น
KK10	277232	1860437	วัดบ้านนาอ่างทอง	คำม่วง	เขาสวนกวาง	ขอนแก่น
KK11	283698	1862247	วัดซำขามถ้ำยาว	บัวเงิน	น้ำพอง	ขอนแก่น
KK12	302772	1859132	วัดถ้ำเทพวรคุณ	ดูนสาด	กระนวน	ขอนแก่น
KK13	245806	1826445	วัดป่าถ้ำผาผึ้ง	บ้านฝาง	บ้านฝาง	ขอนแก่น
KK14	241100	1826882	วัดป่าฝายพญานาค	หนองบัว	บ้านฝาง	ขอนแก่น
KK15	241513	1829604	วัดป่าคำแสบง	หนองบัว	บ้านฝาง	ขอนแก่น
KK16	242476	1835401	วัดป่าคีรีวัน	โคกงาม	บ้านฝาง	ขอนแก่น
KK17	244654	1837458	อ่างเก็บน้ำห้วยใหญ่	โคกงาม	บ้านฝาง	ขอนแก่น

ตารางที่ 4-1 ตำแหน่งจุดสำรวจวัดค่าแนวการวางตัวของแนวรอยแตก (ต่อ)

จุด	UTME	UTMN	สถานที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด
KK18	284251	1857398	วัดป่าศรีสมบูรณ์	บัวเงิน	น้ำพอง	ขอนแก่น
KK19	297273	1859254	วัดป่าศรีเจริญธรรม	หัวนาคำ	กระนวน	ขอนแก่น
KK20	304783	1857966	สถานีอนามัยดูนสาด	ดูนสาด	กระนวน	ขอนแก่น
KK21	283516	1838883	เสนาสนะป่าจันทสิทธาราม	บัวใหญ่	น้ำพอง	ขอนแก่น
KK22	256561	1877580	วัดป่าดงเย็น	นางิ้ว	เขาสวนกวาง	ขอนแก่น
KK23	257310	1878025	ฝายอีบิด	นางิ้ว	เขาสวนกวาง	ขอนแก่น
KK24	265320	1839529	คลองหินลาด	ม่วงหวาน	น้ำพอง	ขอนแก่น
KK25	218305	1833632	หินโผล่ ติดไร่มัน สำปะหลัง	โนนทอง	หนองเรือ	ขอนแก่น
KK26	243856	1823038	วัดป่าศิริธรรม	หนองบัว	บ้านฝาง	ขอนแก่น

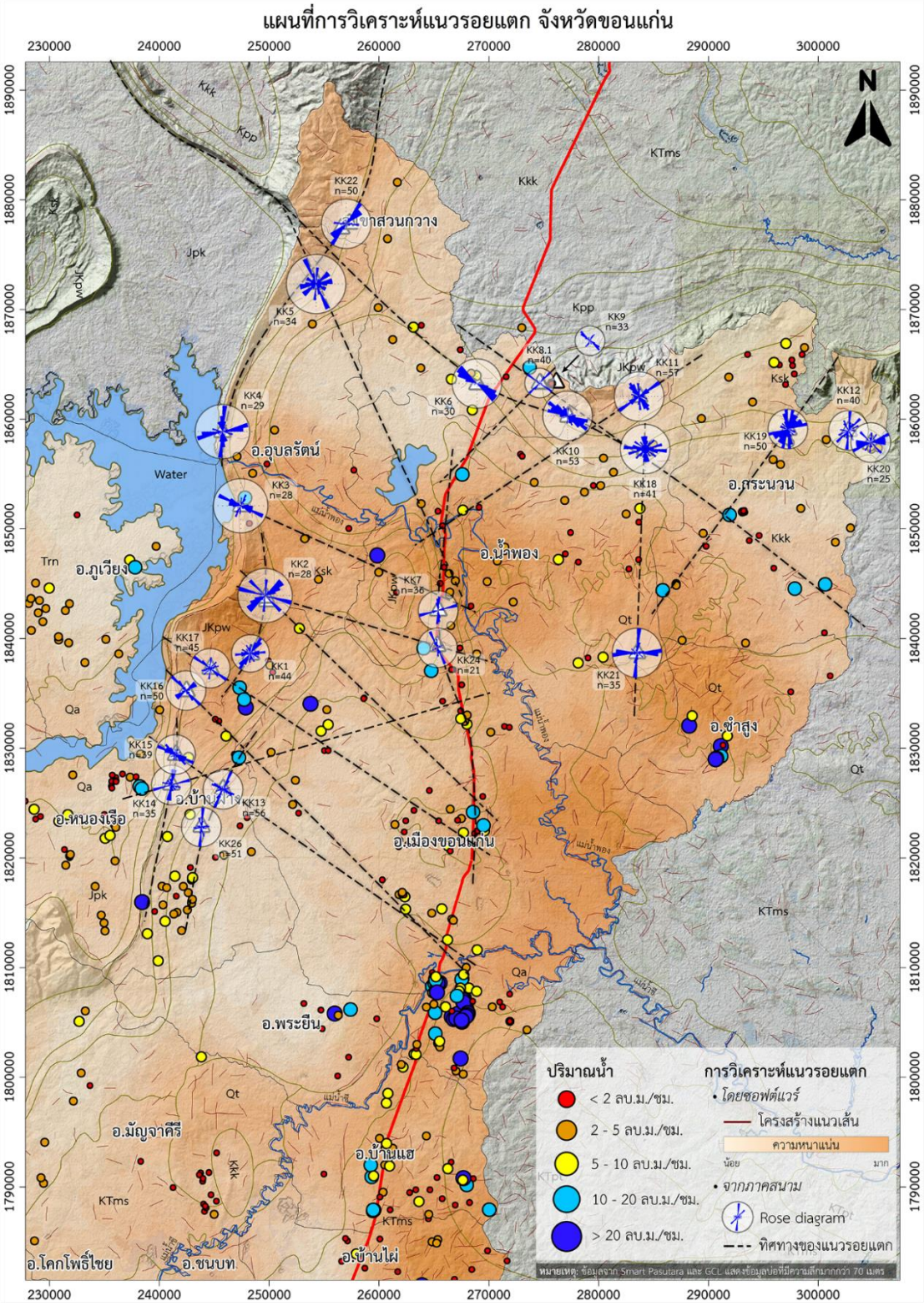


รูปที่ 4-9 ผลการวิเคราะห์ทิศทางการวางตัวของแนวรอยแตก โดยใช้ Rose Diagram

จากผลการวิเคราะห์ทิศทางการวางตัวของแนวรอยแตกในภาคสนาม พบว่า แนวรอยแตกส่วนใหญ่มีการวางตัวในแนวทิศตะวันออกเฉียงใต้-ตะวันตกเฉียงเหนือ ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ และทิศตะวันออก-ตะวันตก เมื่อนำมาวิเคราะห์ร่วมกับการแปลผลจากภาพถ่ายดาวเทียม (รูปที่ 4-10) โดยอาศัยโปรแกรม PCI Geomatica พบว่า มีข้อมูลที่สอดคล้องกันและสัมพันธ์กับแนวโครงสร้างหลักในพื้นที่ที่มีการศึกษาโดย Ridd et al. (2011) ซึ่งคาดว่าแนวดังกล่าว เกิดขึ้นจากกระบวนการทางธรณีแปรสัณฐานในช่วงเทอร์เชียรี (ยุคพาลีโอซีน) โดยเป็นผลจากการชนกันของแผ่นทวีปอินเดียและแผ่นทวีปยูเรเชีย

4.1.3 การวิเคราะห์แนวรอยแตกร่วมกับข้อมูลอุทกธรณีวิทยา

จากการวิเคราะห์และหาความสัมพันธ์ระหว่างแนวรอยแตกและปริมาณน้ำบาดาลจากแผนที่ความหนาแน่นของแนวรอยแตก ข้อมูลจากภาคสนาม และข้อมูลบ่อน้ำบาดาลจากระบบฐานข้อมูลกรมทรัพยากรน้ำบาดาล (รูปที่ 4-10) พบว่า บ่อน้ำบาดาลที่มีปริมาณน้ำบาดาลสูง (จุดสีน้ำเงิน) จะวางตัวสัมพันธ์กับแนวรอยแตก (เส้นประ) และกระจายตัวอยู่ในบริเวณที่มีความหนาแน่นของแนวรอยแตกสูง (สีน้ำตาลเข้ม) ได้แก่ บริเวณท้ายเขื่อนอุบลรัตน์ บริเวณอำเภอซำสูง และบริเวณทิศใต้ของอำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น โดยข้อมูลดังกล่าวจะถูกนำมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลอื่น ๆ เช่น ความต้องการน้ำ ข้อมูลภัยแล้ง ตำแหน่งโดมเกลือ เป็นต้น เพื่อประเมินพื้นที่เหมาะสมในการวางแผนการสำรวจขั้นรายละเอียดในลำดับถัดไป



รูปที่ 4-10 แผนที่การวิเคราะห์แนวรอยแตกและปริมาณน้ำจากบ่อน้ำบาดาล จังหวัดขอนแก่น

4.2 การสำรวจข้อมูลธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยาภาคสนาม

โดยใช้ข้อมูลแผนที่ 1:250,000 ของกรมทรัพยากรธรณี (2556) เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจำแนกประเภทและอายุของหิน โดยมีเป้าหมายเพื่อศึกษาลักษณะวิทยาหินของพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย) ตลอดจนลักษณะโครงสร้าง เพื่อใช้ประกอบข้อมูลในการจัดทำภาพตัดขวางธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยาในพื้นที่ศึกษาให้มีข้อมูลรายละเอียดยิ่งขึ้น โดยได้ทำการสำรวจลักษณะธรณีวิทยาบริเวณจังหวัดขอนแก่น รวมจำนวนทั้งหมด 28 จุด ตารางที่ 4-2 ดังนี้

ตารางที่ 4-2 การสำรวจธรณีวิทยา พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

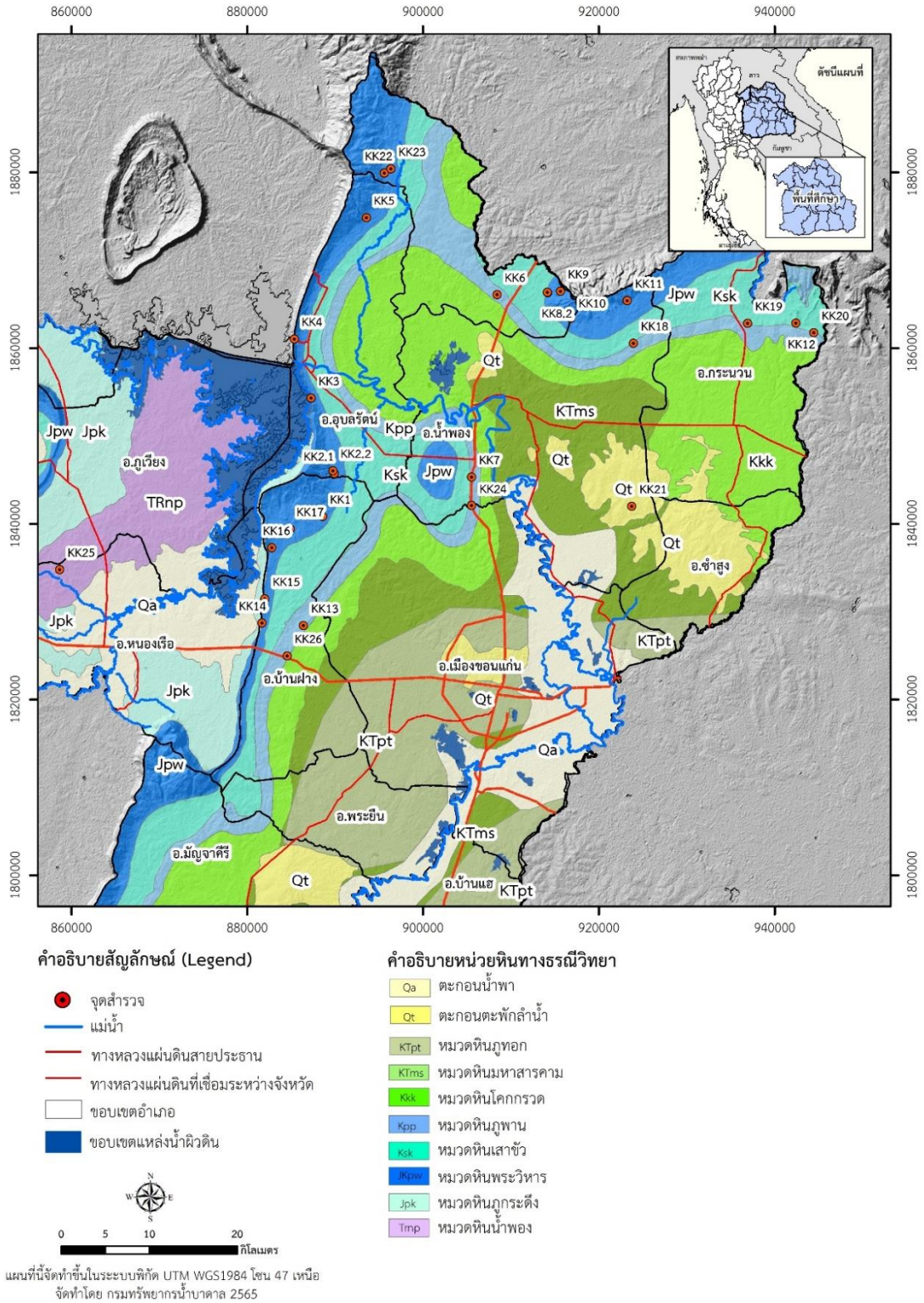
หมายเลขสำรวจ	พิกัดตะวันออก	พิกัดเหนือ	สถานที่	ประเภทหมวดหิน
KK1	248351	1838766	วัดป่าพลาญูหินคำไฮ ตำบลป่าหวายนั่ง อำเภอบ้านฝาง จังหวัดขอนแก่น	หมวดหินพระวิหาร
KK2.1	249824	1843602	ทางไปวัดศรีธรรมมา ตำบลโคกสูง อำเภอบ้านฝาง จังหวัดขอนแก่น	หมวดหินพระวิหาร
KK2.2	249682	1843948	วัดศรีธรรมมา ตำบลโคกสูง อำเภอบ้านฝาง จังหวัดขอนแก่น	หมวดหินพระวิหาร
KK3	247447	1852265	วัดดอยวิเวกธรรม ตำบลเขื่อนอุบลรัตน์ อำเภออุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น	หมวดหินพระวิหาร
KK4	245731	1859050	ช่องเขาขาด ตำบลบ้านค้อ อำเภอโนนสัง จังหวัดหนองบัวลำภู	หมวดหินพระวิหาร
KK5	254348	1872563	วัดป่าโคกทับช้าง ตำบลศรีสุขสำราญ อำเภออุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น	หมวดหินพระวิหาร
KK6	268950	1863380	หลัง อบต.เขาสวนกวาง ตำบลเขาสวนกวาง อำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น	หมวดหินภูพาน
KK7	265411	1842753	วัดป่าคำหัวช้าง ตำบลม่วงหวาน อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น	หมวดหินภูพาน

ตารางที่ 4-2 การสำรวจธรณีวิทยา พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ต่อ)

หมายเลขสำรวจ	พิกัดตะวันออก	พิกัดเหนือ	สถานที่	ประเภทหมวดหิน
KK8.1	274696	1863430	วัดพระพุทธบาทเขาน้อย ตำบลเขาสวนกวาง อำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น	หมวดหินพระวิหาร
KK8.2	274649	1863464	วัดพระพุทธบาทเขาน้อย ตำบลเขาสวนกวาง อำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น	หมวดหินพระวิหาร
KK9	276138	1863545	สวนสัตว์ขอนแก่น ตำบลคำม่วง อำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น	หมวดหินพระวิหาร
KK10	277232	1860437	วัดบ้านนาอ่างทอง ตำบลคำม่วง อำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น	หมวดหินพระวิหาร
KK11	283698	1862247	วัดซำขามถ้ำยาว ตำบลบัวเงิน อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น	หมวดหินพระวิหาร
KK12	302772	1859132	วัดถ้ำเทพวรคุณ ตำบลดูนสาด อำเภอกระนวน จังหวัดขอนแก่น	หมวดหินเสาขัว
KK13	245806	1826445	วัดป่าถ้ำผาผึ้ง ตำบลบ้านฝาง อำเภอบ้านฝาง จังหวัดขอนแก่น	หมวดหินภูพาน
KK14	241100	1826882	วัดป่าฝายพญานาค ตำบลหนองบัว อำเภอบ้านฝาง จังหวัดขอนแก่น	หมวดหินพระวิหาร
KK15	241513	1829604	วัดป่าคำแสบง ตำบลหนองบัว อำเภอบ้านฝาง จังหวัดขอนแก่น	หมวดหินพระวิหาร
KK16	242476	1835401	วัดป่าคีรีวัน ตำบลโคกงาม อำเภอบ้านฝาง จังหวัดขอนแก่น	หมวดหินพระวิหาร
KK17	244654	1837458	อ่างเก็บน้ำห้วยใหญ่ ตำบลโคกงาม อำเภอบ้านฝาง จังหวัดขอนแก่น	หมวดหินพระวิหาร

ตารางที่ 4-2 การสำรวจธรณีวิทยา พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ต่อ)

หมายเลขสำรวจ	พิกัดตะวันออก	พิกัดเหนือ	สถานที่	ประเภทหมวดหิน
KK18	284251	1857398	วัดป่าศรีสมบูรณ์ ตำบลบัวเงิน อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น	หมวดหินภูพาน
KK19	297273	1859254	วัดป่าศรีเจริญธรรม ตำบลหัวนาคำ อำเภอกระนวน จังหวัดขอนแก่น	หมวดหินภูพาน
KK20	304783	1857966	สถานีอนามัยดูนสาด ตำบลดูนสาด อำเภอกระนวน จังหวัดขอนแก่น	หมวดหินภูพาน
KK21	283516	1838883	เสนาสนะป่าจันทสิทธาราม ตำบลบัวใหญ่ อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น	หมวดหินมหาสารคาม
KK22	256561	1877580	วัดป่าดงเย็น ตำบลนางิ้ว อำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น	หมวดหินพระวิหาร
KK23	257310	1878025	ฝายอีบิด ตำบลนางิ้ว อำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น	หมวดหินพระวิหาร
KK24	265320	1839529	คลองหินลาด ตำบลม่วงหวาน อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น	หมวดหินภูพาน
KK25	218305	1833632	หินโผล่ ติดไร่มันสำปะหลัง ตำบลโนนทอง อำเภอหนองเรือ จังหวัดขอนแก่น	หมวดหินน้ำพอง
KK26	243856	1823038	วัดป่าศิริธรรม ตำบลหนองบัว อำเภอบ้านฝาง จังหวัดขอนแก่น	หมวดหินภูพาน



คำอธิบายสัญลักษณ์ (Legend)

- จุดสำรวจ
- แม่น้ำ
- ทางหลวงแผ่นดินสายประธาน
- ทางหลวงแผ่นดินที่เชื่อมระหว่างจังหวัด
- ขอบเขตอำเภอ
- ขอบเขตแหล่งน้ำผิวดิน

0 5 10 20 กิโลเมตร

แผนที่นี้จัดทำขึ้นในระบบพิกัด UTM WGS1984 โซน 47 เหนือ
จัดทำโดย กรมทรัพยากรน้ำบาดาล 2565

คำอธิบายหน่วยหินทางธรณีวิทยา

Qa	ตะกอนน้ำพา
Qt	ตะกอนตะพักลำน้ำ
KTpt	หมวดหินภูทอก
KTms	หมวดหินมหาสารคาม
Kkk	หมวดหินโคกกรวด
Kpp	หมวดหินภูพาน
Ksk	หมวดหินเสาขัว
JKpw	หมวดหินพระวิหาร
Jpk	หมวดหินภูกระดึง
Trnp	หมวดหินน้ำพอง

รูปที่ 4-11 แผนที่จุดสำรวจธรณีวิทยาจังหวัดขอนแก่น

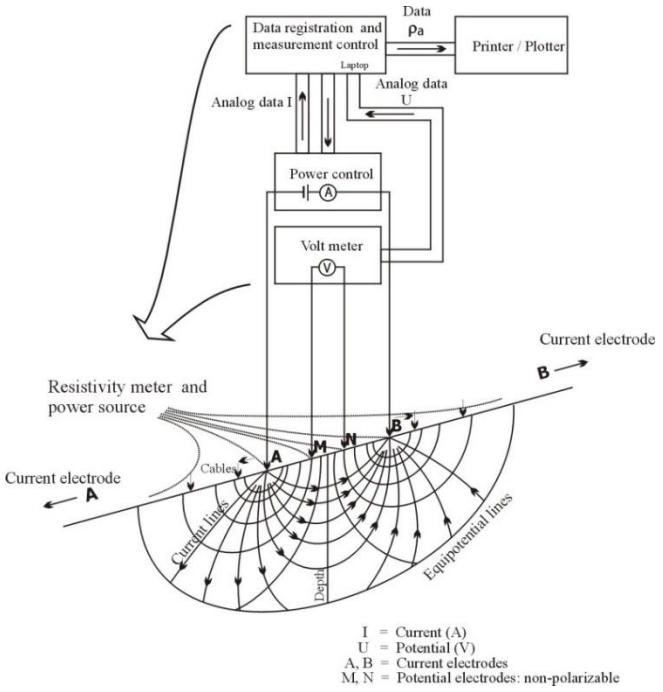
4.3 การสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า แบบ 2 มิติ และแบบ 1 มิติ

จากการวิเคราะห์และตรวจสอบแนวรอยแตกชั้นหินแข็งในพื้นที่โครงการ พบว่ามีพื้นที่ที่เหมาะสมในการกักเก็บน้ำบาดาลระดับลึก ประกอบด้วย ขอบทิศเหนือของจังหวัดขอนแก่น ได้แก่ พื้นที่อำเภอเขาสวนกวาง อำเภอน้ำพอง และขอบด้านทิศตะวันตกของจังหวัดขอนแก่น ได้แก่ อำเภอบ้านฝาง อำเภอเมือง และอำเภออุบลรัตน์ อย่างไรก็ตามในการที่จะศึกษาและประเมินศักยภาพน้ำบาดาลให้มีความเชื่อถือมากขึ้น จำเป็นต้องมีการสำรวจธรณีฟิสิกส์บนผิวดินให้ครอบคลุมพื้นที่ โดยดำเนินการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ และแบบหยั่งลึก เพื่อหาขอบเขต ความลึก และความหนาของชั้นหิน ตลอดจนลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้าง เช่น รอยเลื่อน รอยแตก รอยคดโค้งในหินแข็ง ที่เหมาะสมในการกักเก็บชั้นน้ำบาดาล เพื่อนำมาพิจารณาคัดเลือกจุดเจาะสำรวจที่เหมาะสม ตลอดจนจำแนกคุณภาพน้ำบาดาลเบื้องต้น

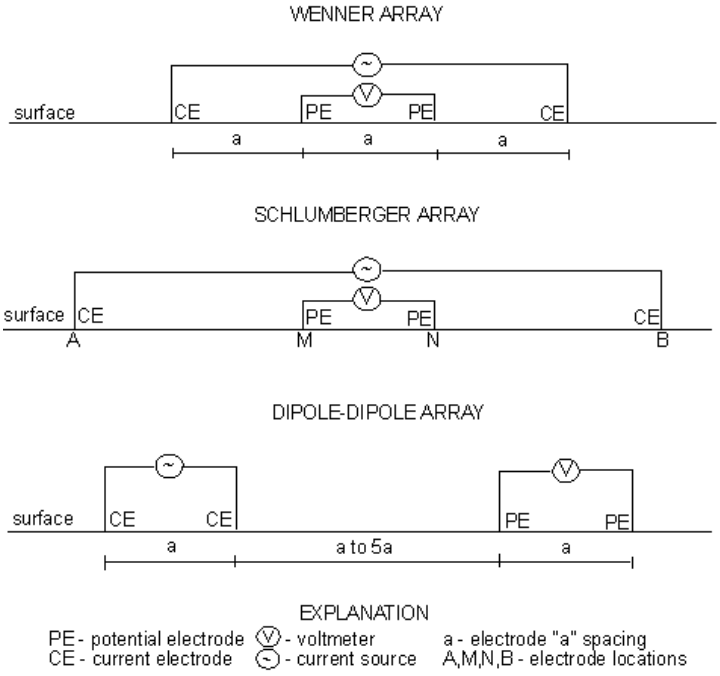
4.3.1 หลักการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า

การสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า อาศัยการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติด้านความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะที่เกิดขึ้นในชั้นดินชั้นหิน การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทำให้เกิดค่าผิดปกติที่สามารถตรวจสอบได้ เมื่อมีค่าผิดปกติทางด้านความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะเกิดขึ้นจากการสำรวจย่อมสะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงทางด้านธรณีวิทยาใต้พื้นที่สำรวจที่อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงชนิดหินหรือธรณีโครงสร้าง

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 ซึ่งค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าดังกล่าวสามารถนำมาคำนวณ ค่าความต้านทานไฟฟ้า (Resistance, R) และค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ (Resistivity, ρ) ได้ ปัจจุบันเครื่องมือส่วนใหญ่สามารถวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าได้โดยตรง สำหรับการคำนวณค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะนั้น สามารถทำได้ไม่ว่าจะวางขั้วไฟฟ้าในลักษณะใด รูปแบบการจัดวางขั้วไฟฟ้าที่ใช้แพร่หลายในปัจจุบัน ได้แก่ การจัดวางรูปแบบเวนเนอร์ (Wenner Configuration) รูปแบบชลัมเบอร์เจอร์ (Shlumberger Configuration) และรูปแบบไดโพล-ไดโพล (Dipole-Dipole Configuration) (รูปที่ 4-12)



(ก)



(ข)

รูปที่ 4-12 (ก) หลักการสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าของชั้นดินและหิน (Vogelsang, 1995)
(ข) การจัดวางขั้วไฟฟ้าในรูปแบบต่าง ๆ

4.3.2 การวางแผนการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า

การวางแผนสำรวจธรณีฟิสิกส์บนผิวดินด้วยวิธีการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าในขั้นต้น โดยการสำรวจด้วยวิธีการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ เพื่อศึกษาสภาพใต้ดินโดยรวมของพื้นที่ ได้แก่ ความหนาของชั้นหิน การวางตัวของชั้นหิน และลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้าง สำรวจที่ความลึกประมาณ 250-300 เมตร เนื่องจากเครื่องมือสามารถสำรวจความลึกสูงสุดไม่เกิน 300 เมตร กำหนดระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้า 25 เมตร ใช้รูปแบบการวางขั้วไฟฟ้าแบบไดโพล – ไดโพล (Dipole – Dipole) จากนั้นดำเนินการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก โดยใช้รูปแบบการจัดวางขั้วแบบชลัมเบอร์เจ (Schlumberger Configuration) เพื่อหาชั้นน้ำบาดาลระดับลึกที่กักเก็บในชั้นรอยต่อหรือรอยแตกชั้นหินแข็งระดับลึก ความลึกสำรวจ 700 เมตร ซึ่งเน้นการศึกษารอยต่อของชั้นหินของหมวดหินภูพาน หมวดหินเสาขัว และหมวดหินพระวิหาร ซึ่งเป็นชั้นหินแข็งสลับหินอ่อน เนื่องจากหินภูพานเป็นหินทรายปนกรวด ลักษณะหินแข็งมาก มีรอยแตกค่อนลึก และหมวดหินเสาขัว ประกอบด้วย หินหินดินดานและหินทรายแป้ง มีความผุพังสูง มีรอยแตกค่อนข้างมาก คาดว่ามีน้ำบาดาลกักเก็บระหว่างรอยต่อของหินดังกล่าว จากนั้นนำผลการสำรวจวิเคราะห์และประมวลผลเพื่อกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมในการเจาะสำรวจน้ำดาลต่อไป

4.3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า

การสำรวจธรณีฟิสิกส์บนผิวดินด้วยวิธีการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ และแบบหยั่งลึกมีอุปกรณ์และรายละเอียดขั้นตอนการสำรวจแตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

1) การสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ

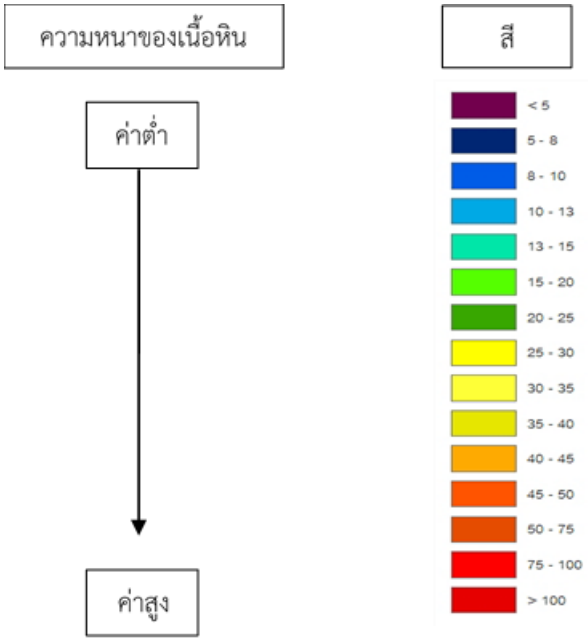
การสำรวจด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ เป็นการสำรวจสร้างภาพตัดขวางสภาพใต้ผิวดินในรูปแนวดิ่ง สามารถมองเห็นค่าความผิดปกติชัดเจน และมีความต่อเนื่อง มีเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ ได้แก่ เครื่องมือวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า (Resistivity Meter) ยี่ห้อ Superstring R8/IP สายเคเบิ้ลที่ออกแบบเพื่อใช้กับการอ่านแบบหลายขั้ว (Multi-electrode System) จำนวน 4 สาย ค้อนตอกหลัก 4 อัน หลักเหล็ก (Electrode) 56 หลัก คลิปหนีบระหว่างสายเคเบิ้ลและหลักเหล็ก 56 อัน วิทยุสื่อสาร 4 เครื่อง เครื่องตรวจวัดค่าพิกัดภูมิศาสตร์พื้นผิวโลกโดยระบบดาวเทียม (GPS) บัวรดน้ำ ร่มพร้อมหลักร่ม แบตเตอรี่ และตลับเมตร ดังแสดงในรูปที่ 4-13

รูปที่ 4-13 เครื่องมือสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ

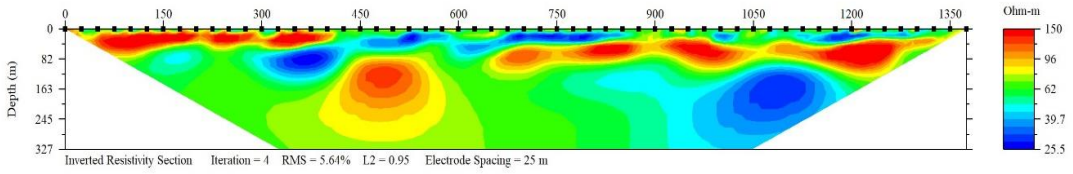
สำหรับการแปลความหมายข้อมูล ค่าความต้านทานไฟฟ้าปรากฏ (Apparent Resistivity) จะแปรผันตามค่าความหนาแน่นของชั้นหิน บริเวณที่มีค่าความต้านทานไฟฟ้าสูงกว่าจะมีความหนาแน่น หรือมีรอยแตกน้อยกว่าบริเวณที่มีค่าความต้านทานไฟฟ้าปรากฏต่ำ ดังนั้นการกำหนดว่าบริเวณใดเป็นหินที่มีความหนาแน่นเท่าไร จึงสามารถกำหนดได้โดยตรงจากค่าความต้านทานไฟฟ้าปรากฏที่วัดได้จากการสำรวจในภาคสนาม

ข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลการสำรวจในการศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ ข้อมูลแผนที่แสดงค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ระดับความลึกต่าง ๆ และข้อมูลที่ได้จากการสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ ซึ่งข้อมูลทั้ง 2 ประเภท อาศัยหลักการการเขียนเส้นระดับ (Contour) จากค่าความต้านทานไฟฟ้าปรากฏ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ที่ทำการวัดค่าได้ จากนั้นกำหนดช่วงของเส้นระดับโดยใช้สีในการแสดงช่วงของค่าความต้านทานต่าง ๆ

การใช้สีในการอ่านค่าความต้านทานไฟฟ้าปรากฏ เป็นการแสดงถึงช่วงของค่าความต้านทานไฟฟ้าปรากฏสีต่างๆ มิได้แสดงตายตัวว่า เป็นค่าความต้านทานไฟฟ้าปรากฏในช่วงใดช่วงหนึ่ง แต่เป็นค่าเปรียบเทียบ (Relative Value) ของความหนาแน่นของหินที่ความลึกระดับใดระดับหนึ่งจากผิวดิน ตัวอย่างความหนาแน่นของหินสามารถเปรียบเทียบกับสีต่างๆ ได้ ดังแสดงในรูปที่ 4-14



(ก) การใช้สีแสดงช่วงของค่าความต้านทานไฟฟ้าปรากฏ



(ข) ตัวอย่างภาพตัดขวางค่าความต้านทานไฟฟ้า

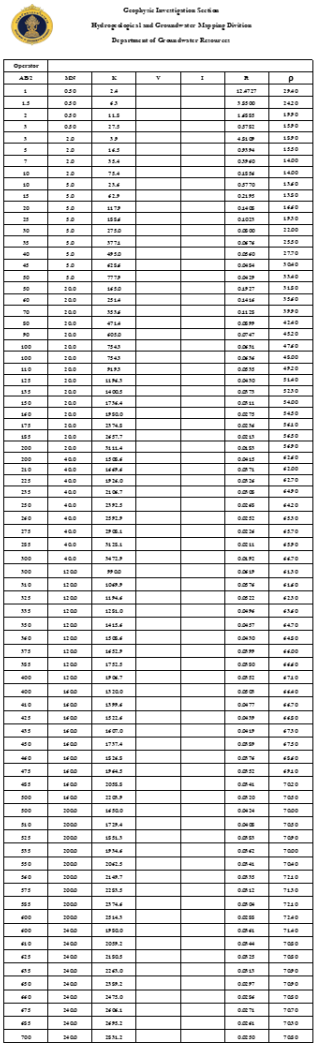
รูปที่ 4-14 การใช้สีแสดงช่วงของค่าความต้านทานไฟฟ้าปรากฏบนภาพตัดขวาง การสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ

2) การสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก

การสำรวจด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึกหรือการสำรวจในแนวดิ่ง (Vertical Electrical Sounding: VES) ผลที่ได้จากการสำรวจเป็นข้อมูลเพียงตำแหน่งเดียว โดยวัดค่าความต้านทานที่ระดับความลึกต่าง ๆ จากผิวดินลงไป ณ ตำแหน่งเดียวกัน มีเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก ได้แก่ เครื่องมือวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า (Resistivity Meter) ยี่ห้อ IRIS ม้วนสายไฟความยาว 700 เมตร จำนวน 4 ม้วนสาย (สำหรับใช้วางระยะ AB และ MN) ค้อนตอกหลัก 4 อัน หลักเหล็ก (Electrode) 12 หลัก วิทยุสื่อสาร 3 เครื่อง เครื่องตรวจวัดค่าพิกัดภูมิศาสตร์พื้นผิวโลกโดยระบบดาวเทียม (GPS) บัวรดน้ำ ร่มพร้อมหลักร่ม แบตเตอรี่ เก้าอี้ และตลับเมตรสำหรับวัดระยะการวางขั้ว MN ดังแสดงในรูปที่ 4-15

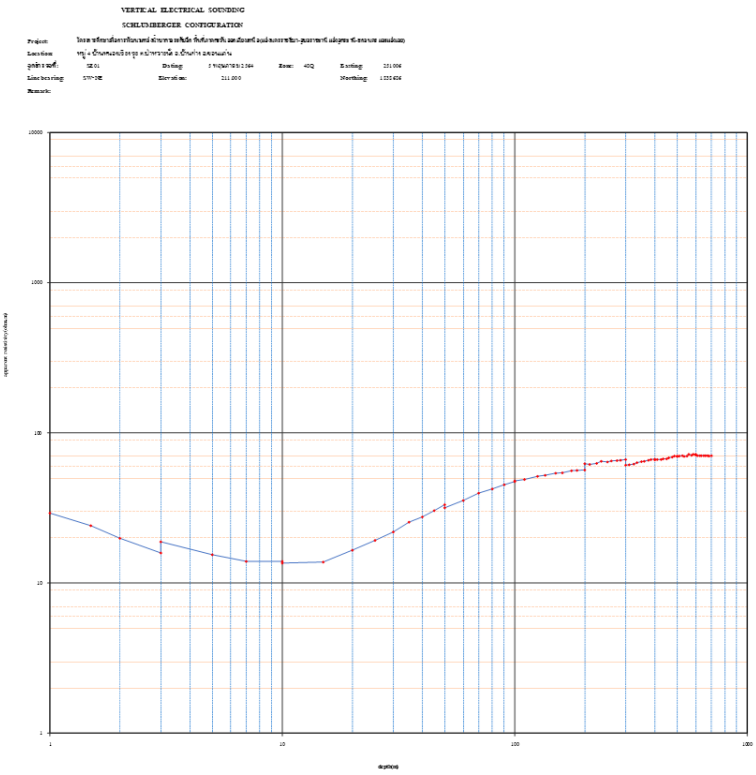
รูปที่ 4-15 เครื่องมือสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก

การสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก เป็นการหาค่าการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะในแนวลึก โดยกำหนดแนวสำรวจและเลือกรูปแบบของการจัดขั้วไฟฟ้าที่ต้องการใช้ในการสำรวจ กำหนดจุดกึ่งกลางของแนวสำรวจเป็นตำแหน่งสำรวจเริ่มต้น กำหนดระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าเริ่มต้นให้มีระยะน้อย ๆ ก่อนทำการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ สำหรับระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าเริ่มต้น จากนั้นก็ขยายระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าออกไปทำการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ และขยายระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าออกไปจนถึงระยะที่ต้องการและทำการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ เนื่องจากความลึกที่กระแสไฟฟ้าวิ่งผ่านลงไปในชั้นดินชั้นหินข้างล่างจะขึ้นอยู่กับระยะห่างของขั้วไฟฟ้า กล่าวคือ เมื่อระยะห่างมากกระแสไฟฟ้าก็สามารถวิ่งผ่านลงไปในชั้นหินลึกมากขึ้น หลังจากนั้นนำค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะปรากฏและระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าที่สัมพันธ์กันมาเขียนลงบนกระดาษกราฟ รูปร่างลักษณะของกราฟจะทำให้รู้ลักษณะของชั้นหินในบริเวณที่ทำการสำรวจได้ ดังแสดงในรูป 4-16



Geophysic Investigation Section
Hydrogeological and Groundwater Mapping Division
Department of Groundwater Resources

Operator						
AB/2	MN	K	V	I	R	ρ
1	0.5 0	2.4			12.47 27	29.9 0
1.5	0.5 0	4.3			5.83 00	24.2 0
2	0.5 0	6.3			3.48 88	19.9 0
3	0.5 0	13.2			0.57 82	15.9 0
5	2.0	5.9			4.81 09	15.9 0
5	2.0	14.5			0.95 94	13.9 0
7	2.0	35.4			0.39 40	14.0 0
10	2.0	75.4			0.18 54	14.0 0
10	5.0	23.4			0.57 70	13.4 0
15	5.0	42.9			0.31 95	13.8 0
20	5.0	81.7			0.16 88	14.4 0
25	5.0	130.6			0.10 23	13.3 0
30	5.0	179.5			0.06 96	12.5 0
35	5.0	377.6			0.04 74	17.9 0
40	5.0	495.0			0.03 63	17.7 0
45	5.0	623.4			0.04 54	28.4 0
50	5.0	771.9			0.04 28	33.1 0
50	10.0	165.0			0.19 27	31.8 0
60	10.0	254.4			0.14 16	35.9 0
70	10.0	353.6			0.11 23	39.9 0
80	10.0	471.6			0.08 99	42.4 0
90	10.0	610.2			0.07 47	45.7 0
100	10.0	754.3			0.06 31	47.6 0
100	20.0	754.3			0.06 34	48.0 0
110	10.0	914.3			0.05 35	48.9 0
123	10.0	1136.3			0.04 53	51.4 0
125	10.0	1413.0			0.03 73	52.5 0
150	10.0	1734.4			0.03 11	54.0 0
160	10.0	1950.0			0.02 73	54.5 0
175	10.0	2374.3			0.02 34	54.6 0
185	10.0	2687.7			0.02 13	54.5 0
200	10.0	3115.4			0.01 93	54.9 0
200	40.0	1538.4			0.04 13	47.4 0
210	40.0	1649.4			0.03 71	47.0 0
225	40.0	1926.0			0.03 34	47.7 0
235	40.0	2126.7			0.03 12	44.9 0
250	40.0	2593.3			0.02 45	44.2 0
260	40.0	2593.3			0.02 31	43.3 0
275	40.0	2938.1			0.02 14	43.7 0
285	40.0	3138.1			0.02 11	43.9 0
300	40.0	3672.9			0.01 91	44.7 0
300	80.0	1980			0.04 19	41.3 0
310	80.0	1049.9			0.03 74	41.4 0
325	80.0	1194.4			0.03 32	42.3 0
335	80.0	1236.0			0.02 94	42.4 0
350	80.0	1415.4			0.02 67	44.7 0
360	80.0	1538.4			0.02 50	44.8 0
375	80.0	1621.9			0.02 39	44.8 0
385	80.0	1781.3			0.02 30	44.4 0
400	80.0	1896.7			0.02 21	47.6 0
400	160.0	1920.0			0.02 08	44.4 0
410	160.0	1999.4			0.02 77	44.7 0
425	160.0	1822.4			0.02 39	44.8 0
435	160.0	1867.0			0.02 19	47.3 0
450	160.0	1737.4			0.01 89	47.2 0
460	160.0	1824.8			0.01 79	48.4 0
475	160.0	1944.3			0.01 62	49.1 0
485	160.0	2036.9			0.01 61	50.3 0
500	160.0	2138.9			0.01 53	50.8 0
500	200.0	1670.0			0.04 24	70.8 0
510	200.0	1728.4			0.04 08	70.8 0
525	200.0	1826.3			0.03 83	70.9 0
535	200.0	1934.4			0.03 62	70.8 0
550	200.0	2042.5			0.03 41	70.9 0
560	200.0	2149.7			0.03 25	72.1 0
575	200.0	2258.3			0.03 12	71.9 0
585	200.0	2374.4			0.02 94	72.1 0
600	200.0	2514.3			0.02 82	72.4 0
600	240.0	1950.0			0.03 41	71.4 0
610	240.0	2039.2			0.03 44	70.8 0
625	240.0	2150.0			0.03 23	70.8 0
635	240.0	2245.0			0.03 13	70.9 0
650	240.0	2359.2			0.02 97	70.9 0
660	240.0	2475.0			0.02 84	70.8 0
675	240.0	2606.1			0.02 71	70.7 0
685	240.0	2690.2			0.02 61	70.8 0
700	240.0	2826.2			0.02 50	70.8 0



รูปที่ 4-16 แบบบันทึกข้อมูลสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก

4.3.4 ผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์และการแปลความหมาย

ผลสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า ครอบคลุมพื้นที่รอยแตก พื้นที่ 1 อำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น และพื้นที่ 2 อำเภอบ้านฝาง อำเภอเมือง และอำเภออุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น ดำเนินการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ จำนวนทั้งหมด 10 แนว และสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก จำนวนทั้งหมด 42 จุด (รูปที่ 4-17 และ 4-20) เพื่อสำรวจรอยต่อและรอยแตกของชั้นหินระดับลึก สำหรับผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์แบบหยั่งลึกได้บันทึกค่าความต้านทานไฟฟ้าลงตารางในโปรแกรม Excel พร้อมแสดงเส้นกราฟค่าความต้านทานไฟฟ้ากับระยะห่าง AB/2 รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก จากนั้นทำการประมวลผลข้อมูลสำรวจเพื่อจำแนกชั้นดินชั้นหินตามลักษณะของค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะแต่ละความลึก โดยวิธีการจัดทำภาพตัดขวางค่าความต้านทานไฟฟ้าด้วยโปรแกรม Surfer® ประมวลผลร่วมกับข้อมูล

ทางธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยา เพื่อทำการแปลความหมายหาความหนาของชั้นหิน ชั้นหินผุ หรือรอยแตกของชั้นหินที่กักเก็บชั้นน้ำบาดาลในพื้นที่ ผลการสำรวจจะนำไปวิเคราะห์และแปลความหมายเพื่อกำหนดจุดเจาะบ่อสำรวจระดับลึกต่อไป ผลการสำรวจดังรายละเอียดต่อไปนี้

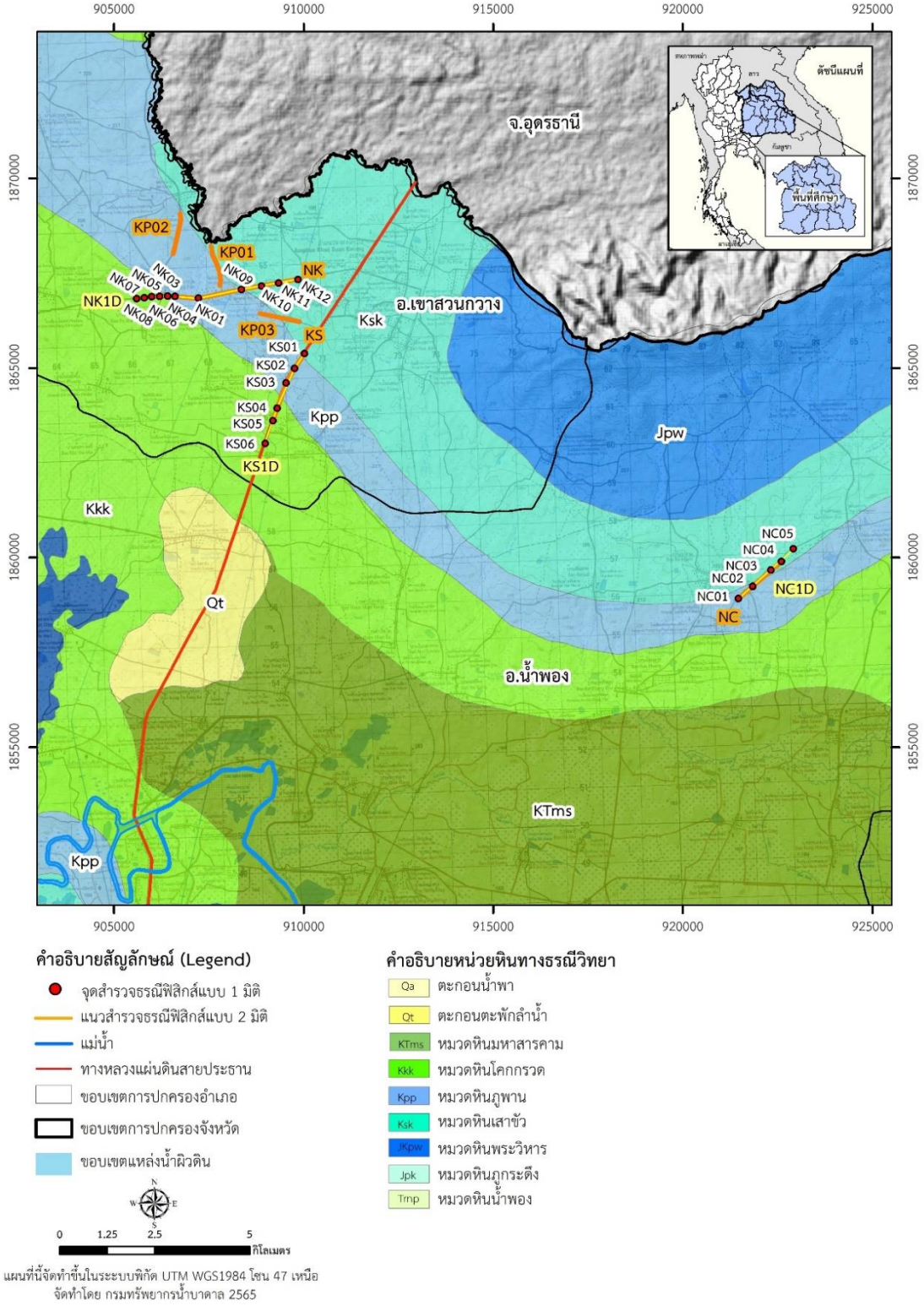
ผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีการวัดค่าความต้านทานฟ้าแบบ 2 มิติ

1) พื้นที่ 1 อำเภอเขาสวนกวางและอำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น

ผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ จำนวน 3 แนว บริเวณตำบลเขาสวนกวาง อำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น แสดงในรูปที่ 4-17 การสำรวจใช้ระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าเท่ากับ 25 เมตร ขั้วไฟฟ้าทั้งหมด 56 หลัก สามารถวัดความลึกได้ 327 เมตร นำมาประมวลผลโดยใช้โปรแกรม Earth Imager 2D ในการแปลความหมายและแสดงผลเป็นภาพตัดขวางลักษณะชั้นดินชั้นหิน รายละเอียดการสำรวจดังแสดงในตารางที่ 4-3

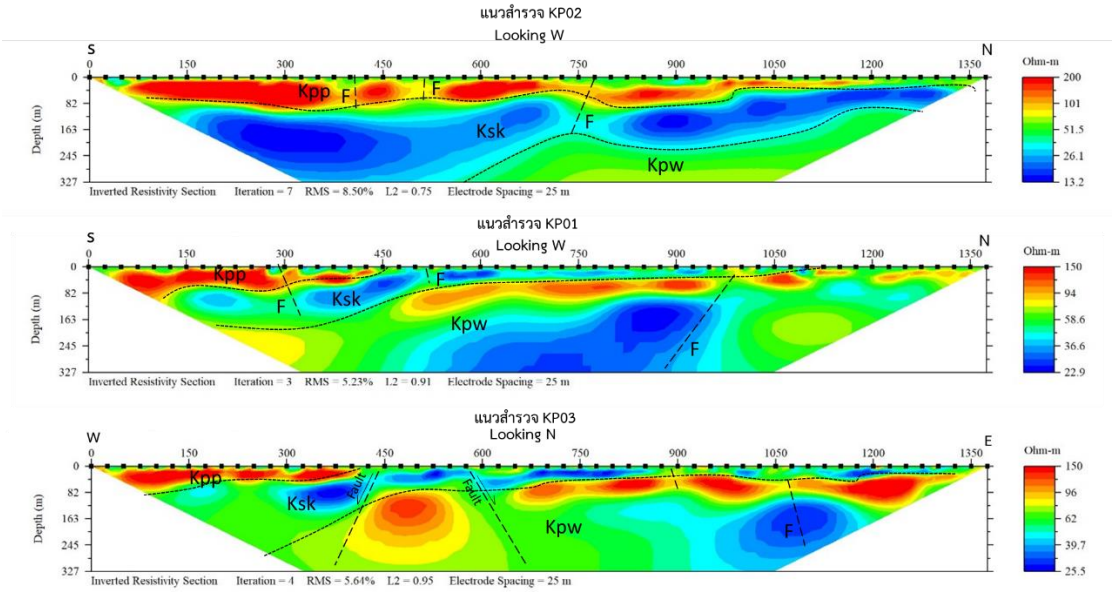
ตารางที่ 4-3 ผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ (พื้นที่ 1)

ชื่อแนวสำรวจ	สถานที่	วางแนวสำรวจ	ระยะสำรวจ
KP01	บ้านนางคำปุม ตำบลเขาสวนกวาง อำเภอเขาสวนกวาง	ทิศเหนือ-ทิศใต้	1,350 เมตร
KP02	บ้านหนองสองห้อง ตำบลเขาสวนกวาง อำเภอเขาสวนกวาง	ทิศเหนือ-ทิศใต้	1,350 เมตร
KP03	บ้านจอมพลพัฒนา ตำบลเขาสวนกวาง อำเภอเขาสวนกวาง	ทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก	1,350 เมตร



รูปที่ 4-17 แสดงแนวสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ และแบบหยั่งลึก บริเวณอำเภอเขาสวนกวางและอำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น

จากผลการประมวลผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์แบบ 2 มิติ แนวสำรวจ KP01, KP02 และ KP03 พบแนวรอยต่อของชั้นหินแข็ง จำนวน 3 ชั้น คือ ชั้นที่ 1 หมวดหินภูพาน (Kpp) ความลึกไม่เกิน 80 เมตร เนื่องจากหมวดหินภูพานเป็นหินทรายปนกรวด แสดงค่าความต้านทานไฟฟ้าค่อนข้างสูง 120-200 โอห์ม-เมตร วางตัวบนหมวดหิน ชั้นที่ 2 หมวดหินเสาขัว (Ksk) เป็นหินที่มีความแข็งน้อยกว่า (หินอ่อน) ประกอบด้วย หินดินดานและหินทรายแป้ง พบค่าความต้านทานไฟฟ้าค่อนข้างต่ำ 13-40 โอห์ม-เมตร พบความผิดปกติค่าการนำไฟฟ้า บริเวณทิศใต้ของแนวสำรวจ KP01 และ KP02 คาดว่าเป็นแนวรอยแตกของหมวดหินภูพานและหมวดหินเสาขัว ดังแสดงในรูปที่ 4-18 และชั้นที่ 3 หมวดหินพระวิหาร (Kpw) วางตัวอยู่ด้านล่างสุด พบความลึกตั้งแต่ 163-300 เมตร แสดงค่าความต้านทานไฟฟ้าค่อนข้างสูง 50-150 โอห์ม-เมตร โดยหมวดหินพระวิหาร ส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินทรายเป็นหลัก เป็นหินค่อนข้างแข็ง พบลักษณะค่าการนำไฟฟ้าผิดปกติบริเวณทิศเหนือของแนวสำรวจ KP01 ระยะสำรวจ 950 เมตร และทิศตะวันออกแนวสำรวจ KP03 ระยะสำรวจ 1,075 เมตร จากการสำรวจพบชั้นหินทั้งหมดมีทิศทางการวางตัวเอียงเทไปทางทิศใต้ และพบลักษณะความหนาของหมวดหินเสาขัวข้างล่างลดลงทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ของอำเภอเขาสวนกวาง และพบความหนาของหมวดหินพระวิหารเพิ่มขึ้น ตั้งแต่แนวสำรวจ KP02 และ KP03 คาดว่าเกิดลักษณะชั้นหินคดโค้งรูปประทุนคว่ำ (Anticline) จากการเปลี่ยนรูปของชั้นหินเมื่อถูกแรงบีบอัด เช่น การพับ หรือการแตก หรือทั้ง 2 อย่าง ทำให้พบลักษณะรอยแตกจำนวนมากในหินแข็งหมวดหินภูพาน



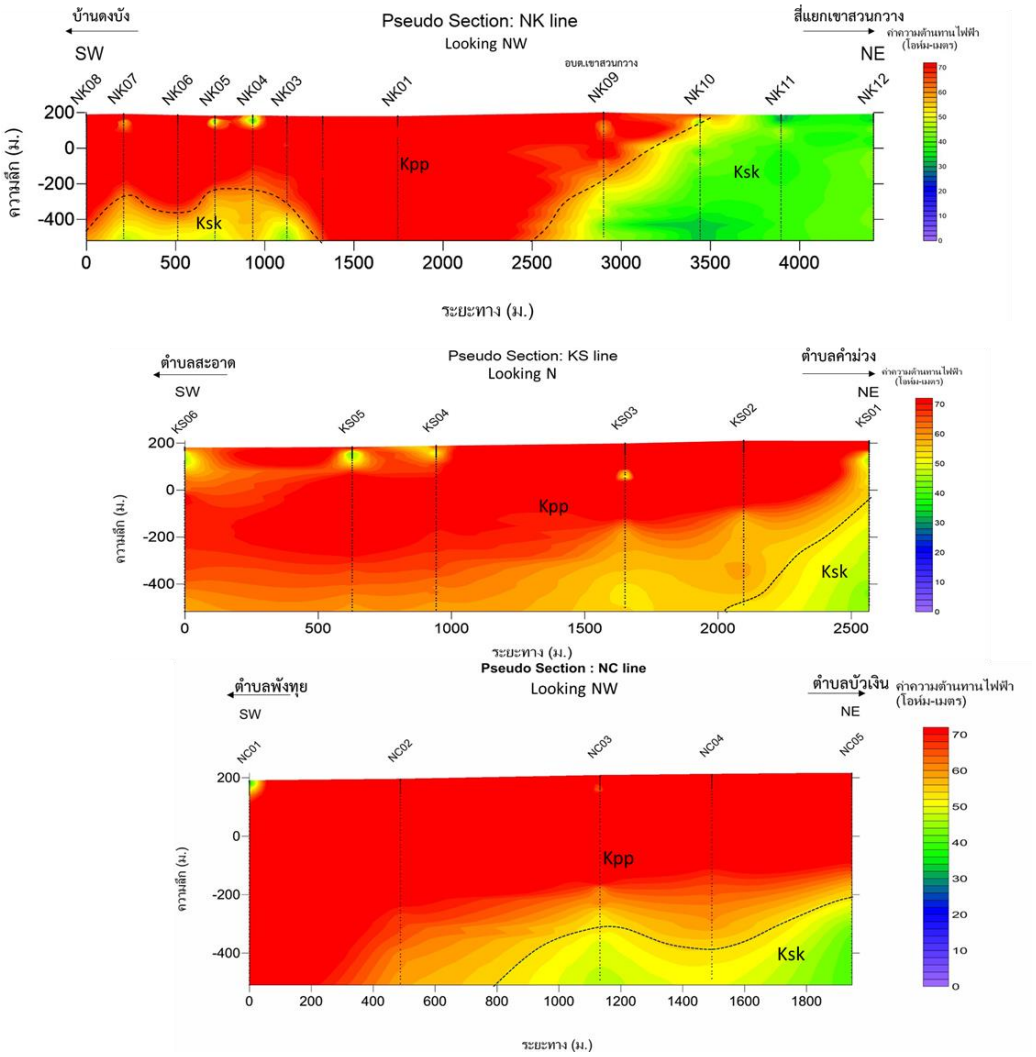
รูปที่ 4-18 ตัวอย่างผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ แนวสำรวจ KP01 KP02 และ KP03 อำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น

ผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก ด้วยวิธีการจัดวางขั้วแบบชลัมเบอร์เจอร์ (Schlumberger Configuration) จำนวน 23 จุด ครอบคลุม ตำบลดงเมืองแอม ตำบลคำม่วง อำเภอเขาสวนกวาง และอำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น ดังแสดงในรูปที่ 4-17 กำหนดความลึกสำรวจ (ระยะ AB/2) ประมาณ 700 เมตร จากนั้นทำการประมวลผลข้อมูลสำรวจเพื่อจำแนกชั้นดินชั้นหินตามลักษณะของค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะแต่ละความลึก โดยใช้โปรแกรม Surfer ในการประมวลผลและแสดงผลเป็นภาพตัดขวางลักษณะชั้นดินชั้นหิน รวมทั้งหมด 3 แนว ดังแสดงตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก (พื้นที่ 1)

ชื่อแนวสำรวจ	สถานที่	วางแนวสำรวจ	ระยะสำรวจ
Nk	บ้านป่าหวายนั่งราษฎร์บำรุง ตำบลดงเมืองแอม อำเภอเขาสวนกวาง	ทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก	4,500 เมตร
Ks	บ้านคำม่วง ตำบลคำม่วง อำเภอเขาสวนกวาง	ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันออกเฉียงใต้	2,500 เมตร
Nc	อำเภอน้ำพอง	ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันออกเฉียงใต้	2,000 เมตร

ผลการแปลความหมายภาพตัดขวางการนำไฟฟ้าทั้ง 3 แนว พบการวางตัวของชั้นหิน 2 ชนิด แสดงค่าความต้านทานไฟฟ้าสูง 60-100 โอห์ม-เมตร คาดว่าเป็นหินทราย หินทรายปนกรวดของหมวดหินภูพาน และค่าความต้านทานไฟฟ้าต่ำ ระหว่าง 30-50 โอห์ม-เมตร บริเวณทิศตะวันออกเฉียงเหนือของแนวสำรวจทั้ง 3 แนว คาดว่าเป็นหินทรายแป้ง ของหมวดหินเสาขัว ผลจากการสำรวจพบหมวดหินเสาขัวในแนวสำรวจ NK ตั้งแต่ระดับผิวดินลงไป แต่แนวสำรวจ KS และ NC พบที่ความลึกมากกว่า 200 เมตรลงไป ดังแสดงในรูปที่ 4-19 ผลจากการสำรวจธรณีฟิสิกส์สามารถแบ่งขอบเขตของหมวดหินเบื้องต้นได้ แนวทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันออกเฉียงใต้ และมีการวางตัวเอียงเทไปทางทิศตะวันตก



รูปที่ 4-19 ตัวอย่างผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ แนวสำรวจ NK KS และ NC อำเภอเขาสวนกวางและอำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น

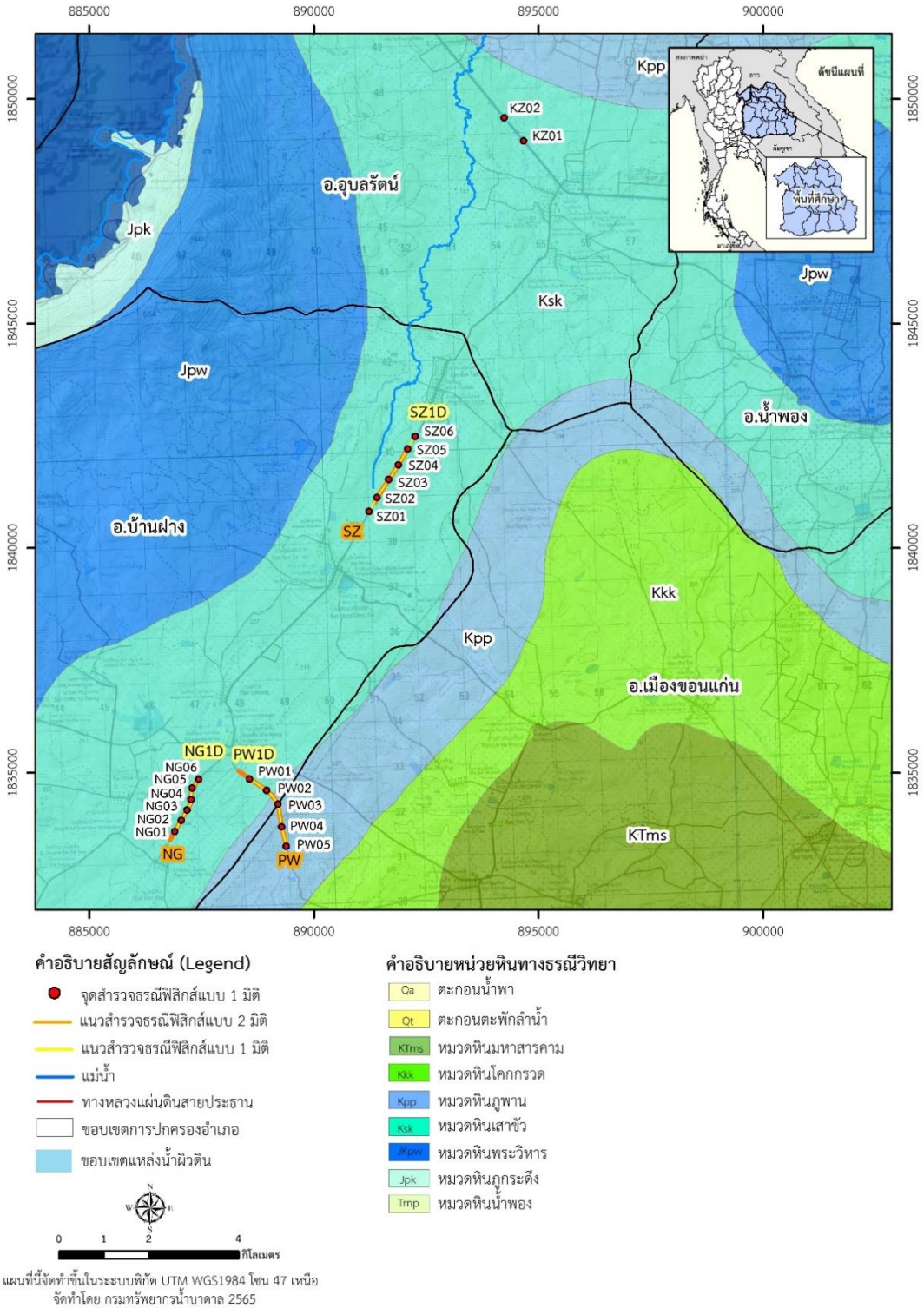
2) พื้นที่ 2 อำเภอบ้านฝาง อำเภอเมืองขอนแก่น และอำเภออุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น

การสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ จำนวน 4 แนว บริเวณอำเภอบ้านฝาง อำเภอเมืองขอนแก่น และอำเภออุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น แสดงในรูปที่ 4-20 การสำรวจใช้ระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าเท่ากับ 25 เมตร ขั้วไฟฟ้าทั้งหมด 56 หลัก สามารถวัดความลึกได้ 289-327 เมตร นำมาประมวลผลโดยใช้โปรแกรม Earth Imager 2D ในการแปลความหมายและแสดงผลเป็นภาพตัดขวางลักษณะชั้นดินชั้นหิน รายละเอียดดังในตารางที่ 4-5

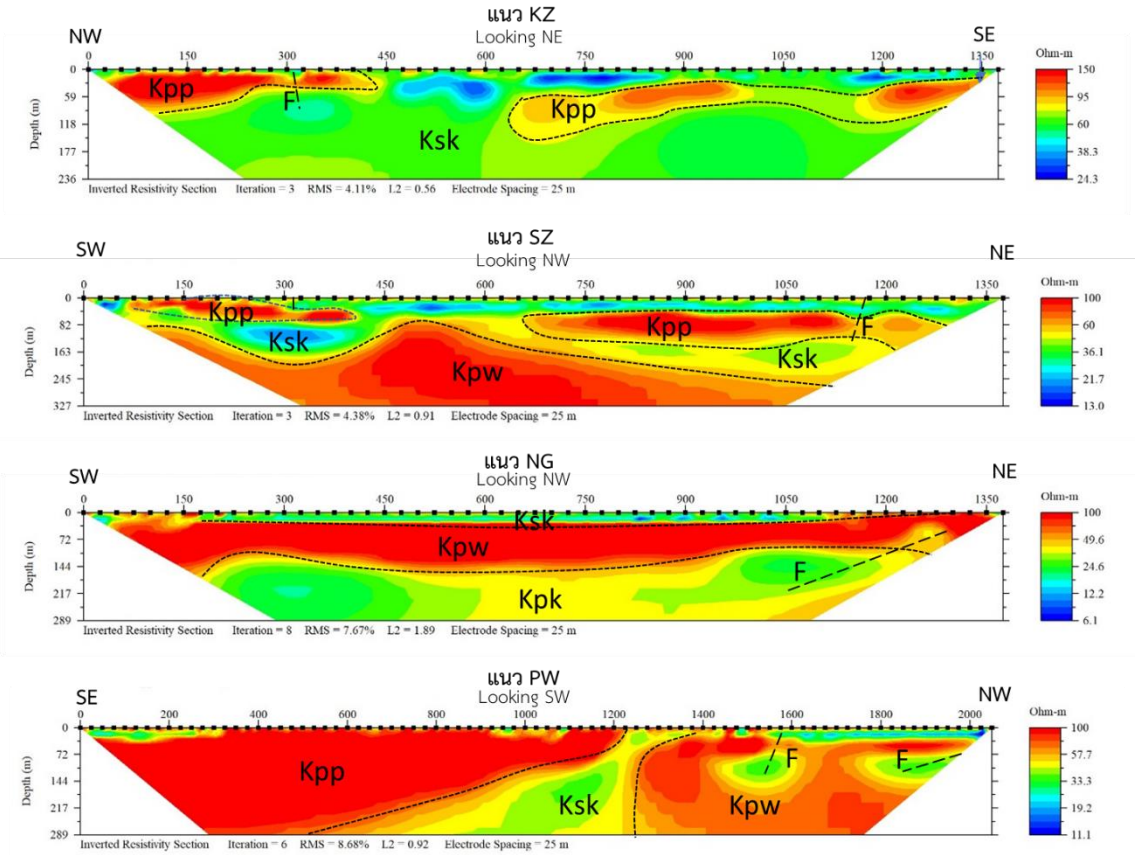
ตารางที่ 4-5 รายละเอียดผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ (พื้นที่ 2)

ชื่อแนวสำรวจ	สถานที่	วางแนวสำรวจ	ระยะสำรวจ
KZ	บ้านโคกสูง ตำบลโคกสูง อำเภออุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น	ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันออกเฉียงใต้	1,350 เมตร
SZ	บ้านหนองเซียงซุย ตำบลป่าหวายนั่ง อำเภอบ้านฝาง	ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้	1,350 เมตร
NG	บ้านโนนค้อ ตำบลป่าหวายนั่ง อำเภอบ้านฝาง	ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้	1,350 เมตร
PW	บ้านป่าหวายนั่ง ตำบลป่าหวายนั่ง อำเภอบ้านฝาง/อำเภอเมืองขอนแก่น	ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันออกเฉียงใต้	2,000 เมตร

จากผลการประมวลผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์แบบ 2 มิติ แนวสำรวจ KZ, SZ, NG และ PW วางแนวสำรวจบริเวณบนหมวดหินเสาขัวและหมวดหินภูพาน พบลักษณะการวางตัวของชั้นหินแข็งสลับกับหินอ่อน จำนวน 3 ชั้น คือ ชั้นที่ 1 ชั้นหินทรายแข็ง แสดงค่าความต้านทานไฟฟ้าค่อนข้างสูง 60-150 โอห์ม-เมตร วางตัวไม่ต่อเนื่อง คาดว่าเป็นหมวดหินภูพาน ชั้นหินความลึกไม่เกิน 80-166 เมตร แต่แนวสำรวจ PW พบการวางตัวเอียงเทของชั้นหินแข็งไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ความลึกมากกว่า 300 เมตร ชั้นที่ 2 เป็นชั้นหินอ่อน แสดงค่าความต้านทานไฟฟ้าค่อนข้างต่ำ 20-50 โอห์ม-เมตร คาดว่าเป็นหินดินดานหรือหินทรายแป้ง หมวดหินเสาขัว พบที่ความลึก 80-300 เมตร และชั้นที่ 3 พบเฉพาะแนวสำรวจ SZ และ PW เป็นชั้นล่างสุด พบตั้งแต่ความลึก 70 เมตรลงไป แสดงค่าความต้านทานไฟฟ้าค่อนข้างสูง 90-100 โอห์ม-เมตร คาดว่าเป็นหินทรายแข็งของหมวดหินพระวิหาร ลักษณะการวางตัวชั้นหินเอียงเทไปทางทิศตะวันออก นอกจากนี้ ยังพบค่าความผิดปกติความต้านทานไฟฟ้า คาดว่าเป็นรอยแตกของชั้นหินแข็งและมีน้ำบาดาลกักเก็บในรอยแตกในแนวสำรวจ SZ, NG และ PW แสดงในรูปที่ 4-21 ทั้งนี้ ต้องดำเนินการสำรวจธรณีฟิสิกส์แบบหยั่งลึกบริเวณแนวสำรวจดังกล่าวเพิ่มเติม เพื่อสำรวจตรวจสอบความสัมพันธ์ของรอยต่อและรอยแตกของชั้นหินระดับลึกมากกว่า 300-700 เมตร ต่อไป



รูปที่ 4-20 แสดงแนวสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ และแบบหยั่งลึก บริเวณอำเภอบ้านฝาง อำเภอเมืองขอนแก่น และอำเภออุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น



รูปที่ 4-21 ตัวอย่างผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ แนวสำรวจ KZ SZ NG และPW

ผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีการวัดค่าความต้านทานฟ้าแบบหยั่งลึก

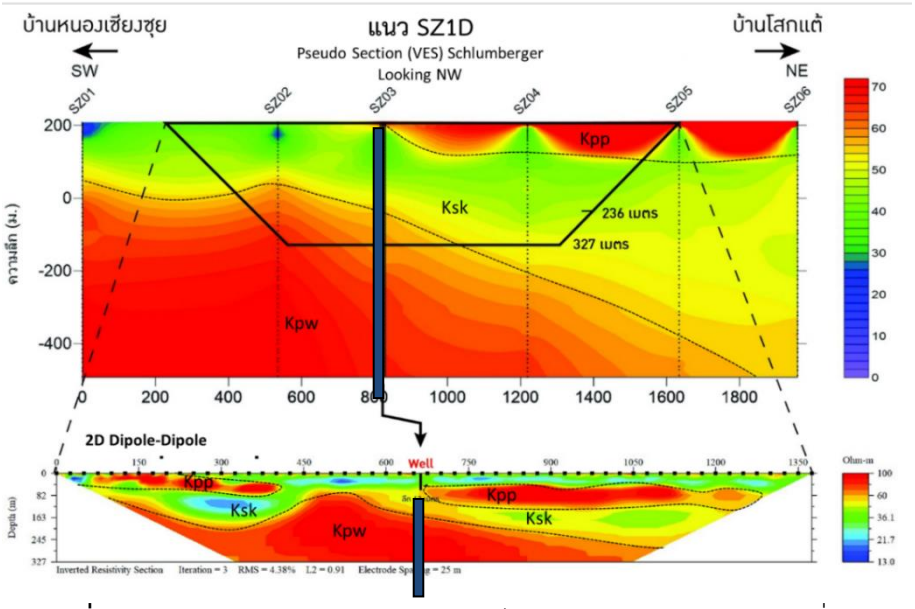
ผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก ด้วยวิธีการจัดวางขั้วไฟฟ้าแบบชลัมเบอร์เจอร์ (Schlumberger Configuration) จำนวน 20 จุด บริเวณแนวสำรวจธรณีฟิสิกส์แบบ 2 มิติ SZ NG และ PW ดังแสดงในรูปที่ 4-20 กำหนดความลึกสำรวจ (ระยะ AB/2) ประมาณ 700 เมตร จากนั้นทำการประมวลผลข้อมูลสำรวจเพื่อจำแนกชั้นดินชั้นหินตามลักษณะของค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะแต่ละความลึก โดยใช้โปรแกรม Surfer ในการประมวลผลและแสดงผลเป็นภาพตัดขวางลักษณะชั้นดินชั้นหิน รวมทั้งหมด 3 แนว ได้แก่ แนวสำรวจ SZ1D, NG1D และ PW1D ดังแสดงตารางที่ 4-6 ประมวลผลร่วมกับผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์แบบ 2 มิติ

ผลการแปลความหมายภาพตัดขวางการนำไฟฟ้าแบบหยั่งลึกและแบบ 2 มิติ มีความสอดคล้องกันทั้ง 3 แนว (รูปที่ 4-22 ถึง 4-24) โดยสามารถจำแนกชั้นดินชั้นหิน ออกเป็น 4 ชั้น ได้แก่ ชั้นที่ 1 เป็นชั้นหินแข็ง ประเภทหินทรายแข็ง หินทรายปนกรวด หมวดหินภูพาน ชั้นที่ 2 เป็นชั้นหินไม่แข็ง ประเภทหินทรายแป้ง หินดินดาน หมวดหินเสาขัว ชั้นที่ 3 คาดว่าเป็นชั้นหินแข็ง ประเภทหินทราย

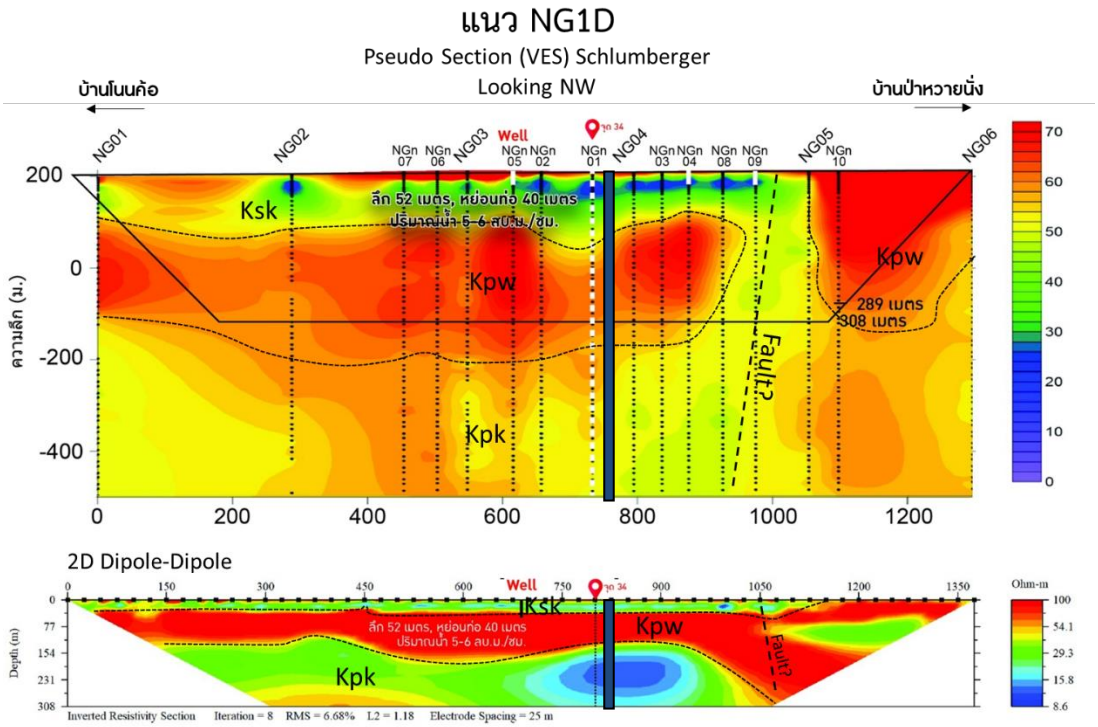
หมวดหินพระวิหาร ชั้นที่ 4 พบเฉพาะแนวสำรวจ NG1D เท่านั้น แสดงค่าความต้านทานไฟฟ้าลดลงที่ความลึกมากกว่า 400 เมตร คาดว่าเป็นหินทรายแป้ง หมวดหินภูกระดึง แต่ผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์แบบ 2 มิติ พบค่าความต้านทานไฟฟ้าแตกต่างจากการสำรวจธรณีฟิสิกส์แบบหยั่งลึก ทั้งนี้ในการแปลความหมายใช้ข้อมูลค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึกในการจำแนกชั้นดินชั้นหิน จากผลการสำรวจบริเวณพื้นที่ 2 สามารถสรุปการวางตัวของชั้นหินเอียงเทไปด้านทิศตะวันออก โดยเรียงอายุจากแก่ไปอ่อนได้แก่ หมวดหินภูกระดึง หมวดหินพระวิหาร หมวดหินเสาขัว และหมวดหินภูพาน พบรอยแตกและรอยเลื่อนในชั้นหินแข็ง คาดว่ามีน้ำบาดาลกักเก็บบริเวณรอยต่อของหินแข็ง

ตารางที่ 4-6 รายละเอียดผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก (พื้นที่ 2)

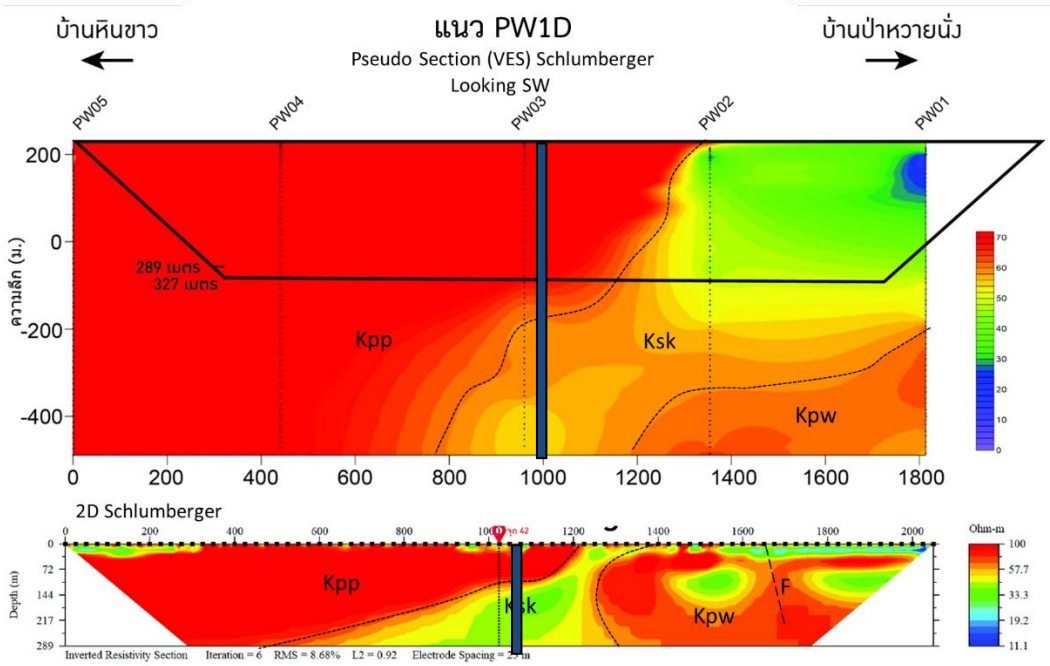
ชื่อแนวสำรวจ	สถานที่	วางแนวสำรวจ	ระยะสำรวจ
SZ1D	บ้านหนองเซียงซุย ตำบลป่าหวายนั่ง อำเภอบ้านฝาง	ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้	2,000 เมตร
NG1D	บ้านโนนค้อ ตำบลป่าหวายนั่ง อำเภอบ้านฝาง	ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้	1,300 เมตร
PW1D	บ้านป่าหวายนั่ง ตำบลป่าหวายนั่ง อำเภอบ้านฝาง/อำเภอเมืองขอนแก่น	ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันออกเฉียงใต้	1,800 เมตร



รูปที่ 4-22 ภาพตัดขวางค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ และแบบหยั่งลึก แนวสำรวจ SZ1D อำเภอบ้านฝาง จังหวัดขอนแก่น



รูปที่ 4-23 ตัวอย่างผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ แนวสำรวจ NG1D อำเภอบ้านฝาง จังหวัดขอนแก่น



รูปที่ 4-24 ตัวอย่างผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ แนวสำรวจ PW1D อำเภอบ้านฝาง จังหวัดขอนแก่น

4.3.5 สรุปผลการสำรวจและกำหนดจุดเจาะบ่อน้ำบาดาล

จากการแปลความหมายผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ และแบบหยั่งลึก ทั้ง 2 พื้นที่ สามารถสรุปผลการสำรวจได้ดังนี้

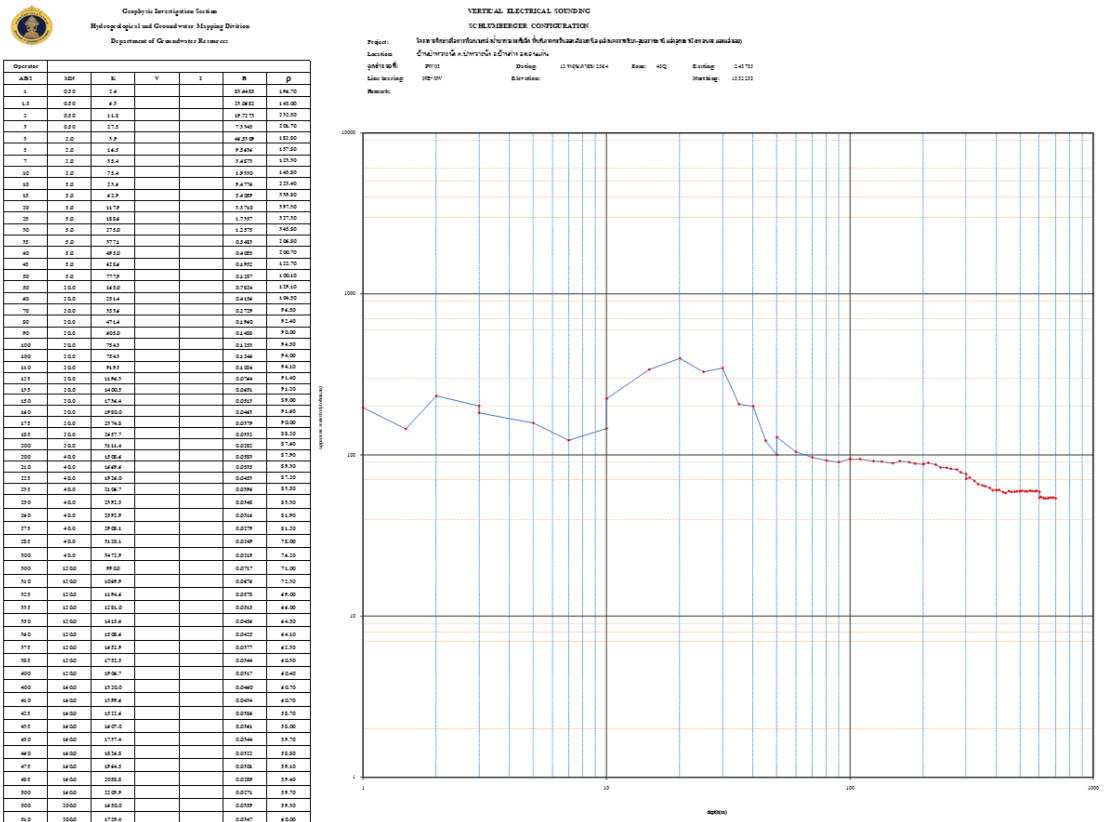
พื้นที่ 1 บริเวณขอบทิศเหนือจังหวัดขอนแก่น ได้แก่ อำเภอเขาสวนกวาง และอำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น พบรอยต่อของชั้นหิน จำนวน 3 ชั้น คือ หมวดหินภูพาน หมวดหินเสาขัว และหมวดหินพระวิหาร ชั้นหินมีการวางตัวอย่างต่อเนื่อง โดยมีการวางตัวเอียงเทไปทางทิศตะวันตก สัมพันธ์กับการเกิดชั้นหินคดโค้งรูปประทุน (Anticline) พบรอยแตกจำนวนมากในชั้นหินแข็ง หมวดหินภูพาน จากการสำรวจไม่พบรอยแตกระดับลึกมากกว่า 300 เมตร

พื้นที่ 2 บริเวณขอบทิศตะวันตกจังหวัด ได้แก่ อำเภออุบลรัตน์ อำเภอบ้านฝาง และอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น พบรอยต่อของชั้นหิน จำนวน 4 ชั้น คือ หมวดหินภูพาน หมวดหินเสาขัว หมวดหินพระวิหาร และหมวดหินภูกระดึง ชั้นหินมีการวางตัวอย่างต่อเนื่อง โดยมีการวางตัวเอียงเทไปทางทิศตะวันออก สัมพันธ์กับการเกิดกับชั้นหินคดโค้งรูปประทุนหงาย (Syncline) พบรอยต่อและรอยแตกของชั้นหินแข็งระดับลึก คาดว่ามีน้ำบาดาลกักเก็บระหว่างรอยต่อชั้นหินแข็งกับหินอ่อนระดับลึก

สามารถกำหนดจุดเจาะบ่อสำรวจน้ำบาดาลระดับลึก ความลึก 1,000 เมตร บริเวณพื้นที่ PW03 เป็นจุดเจาะบ่อสำรวจ และจุดสำรวจ SZ03 และ NGn01 เป็นจุดสำรองสำรวจที่ 2 เนื่องจากมีรอยต่อของชั้นหินหลายชั้นและมีรอยแตกระดับลึก คาดว่ามีศักยภาพน้ำบาดาลสูงและมีคุณภาพน้ำดี ดังรายละเอียดตารางที่ 4-7 แสดงตัวอย่างกราฟสำรวจในรูปที่ 4-25 และตัวอย่างผลการแปลความหมายด้วยโปรแกรม IPI2Win ดังตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-7 การกำหนดตำแหน่งจุดเจาะน้ำบาดาลสำหรับจัดทำระบบประปาบาดาล

ลำดับ	จุดสำรวจ	สถานที่	พิกัดตะวันออก	พิกัดเหนือ	ชนิดชั้นหินให้น้ำ
1	PW03	บ้านหินขาว ต.สาวะถี อ.เมืองขอนแก่น จ.ขอนแก่น	248865E	1831548N	หินทราย หินทรายแป้ง
2	SZ03	หมู่ 4 บ้านหนองเชียงซุย ต.ป่าหวายนั่ง อ.บ้านฝาง จ.ขอนแก่น	251006E	1838686N	หินทราย หินทรายแป้ง
3	NGn01	หมู่ 1 บ้านโนนค้อ ต.ป่าหวายนั่ง อ.บ้านฝาง จ.ขอนแก่น	246474E	1831700N	หินทราย หินทรายแป้ง



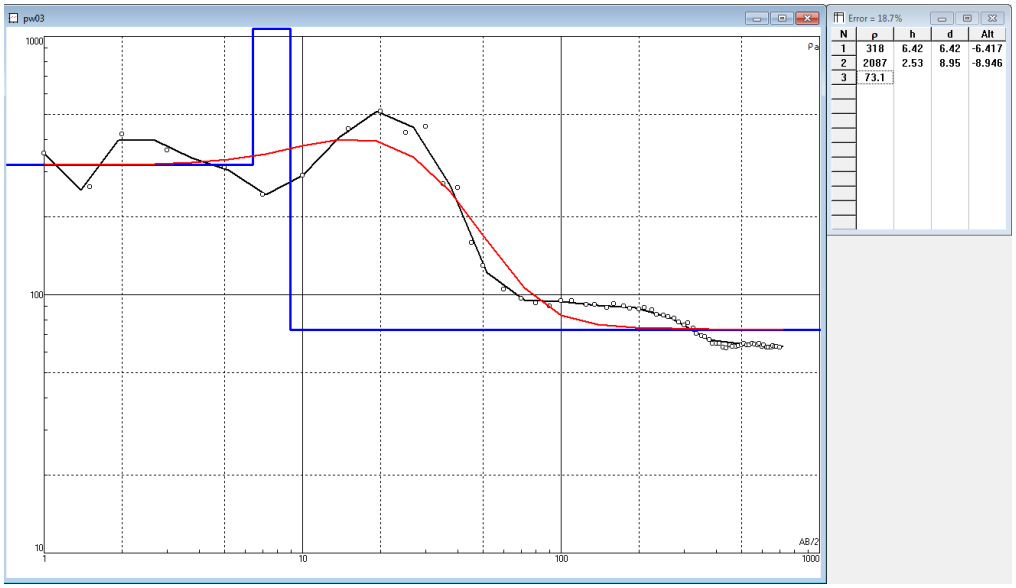
Geophysic Investigation Section
Hydrogeological and Groundwater Mapping Division
Department of Groundwater Resource

VERTICAL ELECTRICAL SOUNDING
SCHLUMBERGER CONFIGURATION

Operator						
AB/2	MN	K	V	I	R	ρ
1	0.5 0	2.4			57.4435	134.70
1.5	0.5 0	4.5			35.0833	145.00
2	0.5 0	6.3			28.7275	170.80
3	0.5 0	12.5			7.3345	138.75
5	2.0	5.5			46.5529	152.90
5	2.0	14.5			9.5494	137.50
7	2.0	33.4			3.4573	123.30
10	2.0	72.4			1.9350	140.00
10	5.0	23.4			5.4776	128.40
15	5.0	43.9			5.4559	239.80
20	5.0	81.7.9			3.3763	287.50
25	5.0	155.6			1.7357	327.50
30	5.0	275.0			1.2575	345.00
35	5.0	377.1			0.5435	204.50
40	5.0	491.0			0.4355	213.70
45	5.0	621.6			0.3921	132.70
50	5.0	777.9			0.2217	1 95.10
60	20.0	145.0			0.7324	1 39.10
60	20.0	231.4			0.4156	1 04.50
70	20.0	315.6			0.2 729	1 4.50
80	20.0	471.4			0.1960	1 2.40
90	20.0	603.0			0.1455	1 0.00
100	20.0	754.3			0.1 233	1 4.50
100	20.0	754.3			0.1 246	1 4.00
110	20.0	91.93			0.1 024	1 4.10
125	20.0	1196.3			0.0764	1 1.40
135	20.0	1400.5			0.0691	1 1.20
150	20.0	1734.4			0.0553	1 0.00
160	20.0	1950.0			0.0483	1 1.40
175	20.0	2376.8			0.0379	1 0.00
185	20.0	2697.7			0.0351	1 0.30
200	20.0	3116.4			0.0301	1 7.40
200	40.0	1505.6			0.0533	1 7.90
210	40.0	1649.4			0.0555	1 9.30
225	40.0	1936.0			0.0455	1 7.20
235	40.0	2126.7			0.0396	1 5.30
250	40.0	2392.3			0.0346	1 5.30
260	40.0	2592.9			0.0314	1 4.90
275	40.0	2908.1			0.0279	1 4.20
285	40.0	3128.1			0.0249	1 0.00
300	40.0	3472.9			0.0219	1 4.20
300	60.0	99 0.0			0.0767	1 1.00
310	60.0	1049.9			0.0476	1 2.30
325	60.0	1196.4			0.0375	1 9.00
350	60.0	1351.0			0.0353	1 4.00
350	60.0	1415.4			0.0496	1 4.30
360	60.0	1508.4			0.0423	1 4.10
375	60.0	1612.9			0.0377	1 2.30
385	60.0	1753.0			0.0344	1 0.30
400	60.0	1896.7			0.0317	1 0.40
400	80.0	1720.0			0.0465	1 0.70
410	80.0	1799.4			0.0454	1 0.70
425	80.0	1921.4			0.0396	1 0.70
435	80.0	1997.0			0.0361	1 0.00
450	80.0	2137.4			0.0344	1 9.70
460	80.0	2324.5			0.0322	1 0.00
475	80.0	2544.5			0.0301	1 9.10
485	80.0	2655.5			0.0289	1 9.40
500	80.0	2805.9			0.0271	1 9.70
500	100.0	1490.0			0.0337	1 9.30
510	100.0	1529.4			0.0347	1 0.00
525	100.0	1615.3			0.0325	1 9.30
535	100.0	1734.4			0.0307	1 9.40
550	100.0	2042.3			0.0276	1 0.10
560	100.0	2149.7			0.0277	1 9.40
575	100.0	2305.5			0.0260	1 9.40
585	100.0	2574.4			0.0225	1 0.10
600	100.0	2344.3			0.0255	1 0.70
600	120.0	1950.0			0.0274	1 4.70
610	120.0	2009.2			0.0266	1 4.00
625	120.0	2150.5			0.0247	1 3.90
635	120.0	2245.0			0.0235	1 3.80
650	120.0	2589.2			0.0224	1 3.90
660	120.0	2675.0			0.0210	1 4.40
675	120.0	2806.1			0.0208	1 4.20
685	120.0	2895.2			0.0201	1 4.20
700	120.0	3036.2			0.0190	1 3.90

รูปที่ 4-25 ตัวอย่างกราฟข้อมูลสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก แนวสำรวจ PW03 พื้นที่บ้านหินขาว ตำบลสาวะถี อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

ตารางที่ 4-8 ตัวอย่างผลการแปลความหมายด้วยโปรแกรม IPI2Win



ค่าความต้านทานไฟฟ้า	ความหนา (ม.)	ความลึก (ม.)	การแปลความหมาย
318	6.42	0-6.42	Topsoil
2,087	2.53	6.42-8.95	Weathered rock
73.1		>8.95	Sandstone

4.4 การเจาะสำรวจ

การเจาะสำรวจเพื่อศึกษาคุณสมบัติทางอุทกธรณีวิทยา เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการสำรวจน้ำบาดาล เพื่อพิสูจน์ทราบลักษณะสภาพอุทกธรณีวิทยาและคุณภาพน้ำบาดาลของจุดสำรวจ เช่น การจำแนกชนิดของหินอุ้มน้ำโดยการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างตะกอนหรือหินอย่างละเอียด ความลึกของหินอุ้มน้ำ ความลึกของหินกั้นน้ำ ระดับน้ำบาดาล ปริมาณน้ำบาดาลจากการสูบทดสอบ การเก็บน้ำตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี หรือชีวภาพ และประเมินข้อมูลจากผลการเจาะ การสูบทดสอบ และการวิเคราะห์ทั้งหมด เพื่อกำหนดแผนการเจาะบ่อผลิต หรือเพื่อวางแผนพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลในอนาคต

การเจาะและพัฒนาบ่อน้ำบาดาล ณ จุดสำรวจ PW03 อยู่ในพื้นที่ส่วนบุคคลของนายทอง โพธิ์ศรี ตั้งอยู่บ้านหินขาว หมู่ 15 ตำบลสาวะถี อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น พิกัด 248865E, 1831548N โซน 48Q ระดับความสูงน้ำทะเลปานกลาง 220 เมตร เป็นพื้นที่ใช้ทำการเกษตร ซึ่งในการดำเนินงานได้รับความยินยอมและอนุเคราะห์ให้ใช้พื้นที่เรียบร้อยแล้ว การเจาะบ่อสำรวจน้ำบาดาลระดับลึก มีขั้นตอนการดำเนินงาน ประกอบด้วย การเจาะแบบเก็บตัวอย่างตะกอนเศษหิน ตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างดิน-หิน และตรวจวัดคุณภาพน้ำโคลนทุกระยะ 1 เมตร การหยั่งธรณีฟิสิกส์เพื่อคัดเลือกชั้นน้ำบาดาลที่มีศักยภาพน้ำบาดาลสูงและมีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์น้ำอุปโภคบริโภค และสุดท้ายการพัฒนาบ่อน้ำบาดาล เป็นบ่อผลิตหรือบ่อสังเกตการณ์เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงทางด้านปริมาณน้ำและคุณภาพน้ำในอนาคต ผลการดำเนินงานโครงการ เจาะสำรวจน้ำบาดาลรวมทั้งหมด 3 บ่อ ดังแสดงในรูปที่ 4-26 โดยแต่ละบ่อมีความลึกพัฒนาที่แตกต่างกัน เพื่อศึกษาลักษณะอุทกธรณีวิทยาของแต่ละชั้นน้ำ มีรายละเอียดดังนี้

1) บ่อน้ำบาดาล ความลึกเจาะ 66 เมตร ความลึกพัฒนา 66 เมตร
2) บ่อน้ำบาดาล ความลึกเจาะ 702 เมตร ความลึกพัฒนา 540 เมตร
3) บ่อน้ำบาดาล ความลึกเจาะ 1,014 เมตร ความลึกพัฒนา 606 เมตร

รูปที่ 4-26 บ่อน้ำบาดาล (เจาะใหม่) บ้านหินขาว ตำบลสาวะถี อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น พิกัด 248865E, 1831548N

4.4.1 การวางแผนการเจาะ

1) การเลือกตำแหน่งจุดเจาะ พิจารณาตามความเหมาะสมของชุมชน สภาพพื้นที่ สภาพอุทกธรณีวิทยา และเงินทุน

2) กำหนดขนาดและความลึกบ่อน้ำบาดาลพิจารณาตามข้อมูลด้านอุทกธรณีวิทยา ชนิดชั้นดินชั้นหิน ปริมาณและคุณภาพน้ำที่คาดว่าจะได้รับ

3) เลือกชนิดเครื่องเจาะและวิธีการเจาะ บ่อน้ำบาดาล ให้เหมาะสมกับงบประมาณ ขนาด และความลึกของบ่อ ส่วนวิธีการเจาะแบบหมุนตรง แบบกระแทก แบบหมุนดูดกลับ หรือเจาะแบบผสมขึ้นอยู่กับสภาพอุทกธรณีวิทยา

4) การออกแบบบ่อน้ำบาดาลและการหยั่งธรณีหลุมเจาะ หลังจากเจาะบ่อนำ (Pilot Hole) ได้ความลึกที่ต้องการแล้วให้หยั่งธรณีหลุมเจาะเพื่อนำผลไปใช้ในการออกแบบบ่อน้ำบาดาล โดยพิจารณาร่วมกับผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินหรือหิน กรณีที่ไม่มีความมั่นใจในการเลือกชั้นน้ำคุณภาพดี ให้ดำเนินการแยกทดสอบชั้นน้ำจากผลการแปลค่ากราฟหยั่งธรณีหลุมเจาะ

5) การเลือกวัสดุที่ใช้ก่อสร้างบ่อน้ำบาดาลวัสดุก่อสร้างน้ำบาดาล ประกอบด้วย ท่อกรุ ท่อกรอง อาจเลือกใช้ชนิด PVC เหล็ก หรือเหล็กไร้สนิม

6) การติดตั้งท่อกรุ ท่อกรอง และอื่นๆ เมื่อได้คว้านหรือขยายหลุมเจาะแล้ว ทำการติดตั้งท่อกรุ ท่อกรอง โครงบังคับบ่อ ซึ่งสามารถต่อเชื่อมเข้าด้วยกันด้วยวิธีขันเกลียว หรือเชื่อมด้วยไฟฟ้า เป็นต้น

7) การพัฒนาบ่อน้ำบาดาล ประกอบด้วย ขั้นตอนการเติมกรวดกรุบ่อ การผนึกผนังบ่อ การเป่าล้างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้น้ำบาดาลที่ปราศจากตะกอนไหลเข้าสู่บ่อ เป็นต้น

8) การสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลและการวิเคราะห์ผล

4.4.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเจาะน้ำบาดาลระดับลึก

สำหรับการดำเนินงานโครงการครั้งนี้ ได้จัดซื้อเครื่องมือเจาะสำรวจด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัย มีสมรรถนะการเจาะลึก 1,000 เมตร ยี่ห้อ Massenza รุ่น MI4 ชนิด Top Head Drive โดยสามารถเจาะได้ทั้ง 2 ระบบ แบบใช้น้ำและลม (รูปที่ 4-27) ประกอบด้วย

1) ระบบหมุนตรงเจาะด้วยลม (Down The Hole Hammer Down, DTH) ขนาดหลุมเจาะไม่น้อยกว่า 8 $^{1/2}$ นิ้ว ที่ความลึกการเจาะไม่น้อยกว่า 500 เมตร ด้วยก้านเจาะ ขนาดไม่น้อยกว่า Ø 4 $^{1/2}$ นิ้ว

2) ระบบหมุนตรงเจาะด้วยน้ำโคลน (Direct Circulation System,DC) ขนาดหลุมเจาะไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว ที่ความลึกการเจาะไม่น้อยกว่า 1,000 เมตร ด้วยก้านเจาะ ขนาดไม่น้อยกว่า Ø 4$^{1/2}$ นิ้ว (System, ARC) ขนาดหลุมเจาะไม่น้อยกว่า 16 นิ้ว ที่ความลึกการเจาะไม่น้อยกว่า 600 เมตร ด้วยก้านเจาะขนาดไม่น้อยกว่า Ø 6 นิ้ว รายละเอียดรถเจาะน้ำบาดาลระดับลึกและอุปกรณ์เพิ่มเติมในบทที่ 5

(ก) รถเจาะบ่อน้ำบาดาล ประเภทเครื่องเจาะผสมแบบใช้น้ำและลม

(ข) รถเจาะบ่อน้ำบาดาลระดับลึกพร้อมอุปกรณ์การเจาะ

รูปที่ 4-27 (ก)-(ข) รถเจาะบ่อน้ำบาดาลแบบผสม (Direct Rotary ชนิด Top Head Drive)

4.4.3 การเจาะบ่อสำรวจ

การเจาะบ่อบาดาลระดับลึก ความลึก 1,000 เมตร โดยมีลำดับขั้นตอนการเจาะดังรายละเอียดต่อไปนี้ (รูปที่ 4-28)

1) ปรับพื้นที่ให้เหมาะสมในการทำงานเพื่อวางรากฐานรถเจาะบ่อและอุปกรณ์ โดยต้องมีพื้นที่ดำเนินงานประมาณ 1 ไร่ จัดทำฐานปูนซีเมนต์เสริมเหล็กขนาดกว้าง 5 เมตร ยาว 20 เมตร และสูง 30 เซนติเมตร เพื่อให้การเจาะบ่อน้ำบาดาลมีความปลอดภัยต่อรถเจาะบ่อบาดาลและอุปกรณ์ และในกรณีที่พื้นดินบริเวณที่ทำการเจาะเป็นดินหลวม ควรติดตั้งแท่นเจาะบนแผ่นเหล็กหรือลานคอนกรีตป้องกันการทรุดตัว และควรตอกเสาเข็มในกรณีใช้แท่นเจาะขนาดใหญ่มีน้ำหนักมาก

2) ติดตั้งแท่นเจาะหรือเครื่องเจาะให้ตรงกับตำแหน่งที่กำหนดไว้และแท่นเจาะต้องอยู่ในแนวระดับ ก่อนเริ่มทำการเจาะ ต้องตรวจสอบเครื่องมืออุปกรณ์ทั้งหมดให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน

3) ดำเนินการเจาะเปิดบ่อ ด้วยหัวเจาะ Down The Hole Hammer ขนาด 8 $^{1/2}$ นิ้ว พบชั้นตะกอนที่ความลึก 0-18 เมตร และเจาะขยายบ่อด้วยหัวเจาะ Drag Bit ขนาด 17 นิ้ว ความลึกที่ 0 -18 เมตร เพื่อลงท่อกันพัง

4) ติดตั้งท่อกันพังเหล็ก ขนาด 15 นิ้ว ความลึกที่ 0 -18 เมตร เนื่องจากเป็นชั้นดินร่วน ชั้นกรวด ทราย หรือเป็นชั้นหินร่วนที่ยังไม่แข็งตัวดีนัก จำเป็นที่จะต้องทำการเจาะติดตั้งท่อกันพังก่อนเพื่อป้องกันไม่ให้ตะกอนเหล่านั้นพังทลาย อันเป็นสาเหตุที่ทำให้บ่อพังหรือฐานเจาะเอียงในภายหลัง

5) ดำเนินเจาะสำรวจด้วยระบบแอร์ หัวเจาะ Down The Hole Hammer ขนาด 9 $^{7/8}$ นิ้ว ที่ความลึก 18- 300 เมตร

6) ดำเนินการเจาะด้วย วิธีเจาะ Direct Rotary Air Circulation Down the Hole Hammer ขนาดหัวเจาะ 8 7/8 นิ้ว ที่ความลึก 300- 600 เมตร แล้วทำการเก็บตัวอย่างตะกอนดินหินทุกๆ ระยะ 1 เมตร บันทึกข้อมูลอัตราการเจาะ จากนั้นถอนก้านเจาะ และเตรียมระบบน้ำโคลนเพื่อเจาะต่อไป

7) เตรียมระบบน้ำโคลนประเภทเบนโทไนต์ ต้องผสมไว้ก่อนทำการเจาะอย่างน้อย 24 ชั่วโมง โดยผสมน้ำโคลนให้มีความหนืดที่เหมาะสมในการเจาะ เพื่อพยุงเศษตะกอนดินหินขึ้นมาจากปากบ่อได้สะดวก

8) ดำเนินการเจาะด้วย วิธีเจาะ Direct Rotary Mud Circulation เจาะสำรวจด้วยระบบน้ำโคลน หัวเจาะ PDC ขนาด 8 1/2 นิ้ว ที่ความลึก 600- 870 เมตร จากนั้นเจาะสำรวจด้วยระบบน้ำโคลน หัวเจาะ Roller Rock Bit ขนาด 8 $^{1/2}$ นิ้ว ที่ความลึก 870- 918 เมตร และเจาะสำรวจด้วยระบบน้ำโคลน หัวเจาะ PDC ขนาด 8 $^{1/2}$ นิ้ว ที่ความลึก 918- 1,014 เมตร ตามลำดับ รวมทั้งตรวจวิเคราะห์ชั้นดินหิน บันทึกลงในแบบรายงานลักษณะชั้นดิน-หิน (รูปที่ 4-29) และบันทึกการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำโคลนทุกระยะก้านเจาะ

ก. ปรับพื้นที่และจัดทำฐานปูนเสริมเหล็ก เพื่อวางเครื่องจักร

ข. ดำเนินการเจาะเปิดบ่อด้วยหัวเจาะ Down The Hole Hammer ขนาด 8 $^{1/2}$ นิ้ว

ค. เจาะขยายบ่อ ด้วยหัวเจาะ Drag Bit ขนาด 17 นิ้ว ความลึกที่ 0-18 เมตร เพื่อลงท่อกันพัง

รูปที่ 4-28 (ก)-(ฌ) ขั้นตอนการเจาะน้ำบาดาลระดับลึก

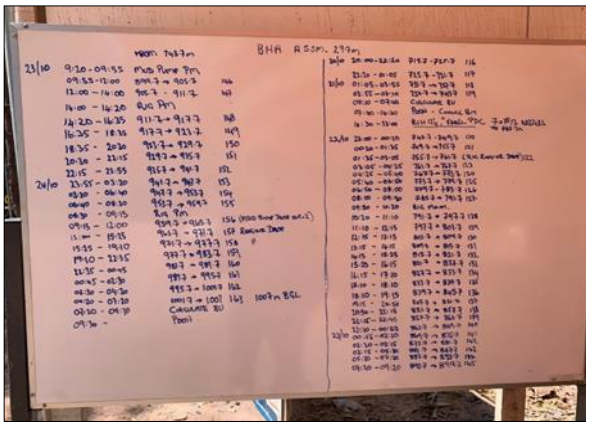
ง. ถอนก้านเจาะ จากนั้นเตรียมระบบน้ำโคลนเพื่อเจาะด้วยระบบน้ำโคลนต่อไป

จ. เจาะสำรวจด้วยระบบน้ำโคลน หัวเจาะ PDC ขนาด 8 $^{1/2}$ นิ้ว ที่ความลึก 600- 870 เมตร

รูปที่ 4-28 (ก)-(ฌ) ขั้นตอนการเจาะน้ำบาดาลระดับลึก (ต่อ)

ฉ. เจาะสำรวจด้วยระบบน้ำโคลน หัวเจาะ Roller Rock Bit ขนาด 8 1/2 นิ้ว ที่ความลึก 870- 918 เมตร

ช. เจาะสำรวจด้วยระบบน้ำโคลน หัวเจาะ PDC ขนาด 8 $^{1/2}$ นิ้ว ที่ความลึก 918- 1,014 เมตร



ซ. วิเคราะห์ตัวอย่างชั้นดินชั้นหินจากหลุมเจาะ ฌ. บันทึกรายละเอียดการเจาะ

รูปที่ 4-28 (ก)-(ฌ) ขั้นตอนการเจาะน้ำบาดาลระดับลึก

แบบรายงานลักษณะชั้นดิน-หิน
โครงการศึกษาเพื่อการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
(แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย)

Well number:				Type of drilling:	Air/Mud (DC)	
Location:	ที่นานายทอง โพธิ์ศรี บ้านหินขาว ม.15 ต.สาวะถี อ.เมือง จ.ขอนแก่น			Screen type :		
Zone:	48			Well diameter:	12.25	inch
UTM E:	248864	UTM N:	1831509	Borehole elevation:	220.00	msl
Map sheet:	5542 III			Groundwater level:	10.06	m
Drill depth:	1014.00	m		Perforation interval:	540-606	m
Develop depth:	606.00	m		Perforation range:		m
Author of description:	Mr Jirateep Yotmaw			Date of drilling:		

Depth (m.)		Thickness	Rock Unit	Description	Remark
From	To	(m.)			
0.00	24.00	24.00	Top Soil	Moderate Brown (5YR 4/4), Uncompacted, Silt-very fine sand, Composted of mostly Quartz	
24.00	42.00	18.00	Top Soil	Moderate Brown (5YR 4/4), Uncompacted, Very coarse sand - pebble, Composted of mostly Quartz	
42.00	65.00	23.00	Siltstone and Shale	Siltstone : Pale Red (10R 6/2), Silt, Very stiff, Slightly homogeneous, Moderately sorted, Composted of mostly Quartz, Calcareous cement Shale : Pale Red (10R 6/2), Clay, Stiff, Clearly fissile	
65.00	114.00	49.00	Sandstone	Medium Light Grey (N6), Coarse sand, Very stiff, Slightly homogeneous, Moderately sorted, Composted of mostly Quartz, rock fragments and feldspar, Calcareous cement	
114.00	174.00	60.00	Siltstone and Shale	Siltstone : Dark Reddish Brown (10R 3/4), Silt, Very stiff, Moderately homogeneous, Well sorted, Composted of mostly Quartz, Calcareous cement Shale : Dark Reddish Brown (10R 3/4), Clay, Stiff, Clearly fissile	
174.00	192.00	18.00	Sandstone, Siltstone and Shale	Sandstone : Medium Light Grey (N6), Medium sand, Very stiff, Slightly homogeneous, Moderately sorted, Composted of mostly Quartz, rock fragments and mica, Calcareous cement Siltstone : Pale Red (10R 6/2), Silt, Very stiff, Moderately homogeneous, Well sorted, Composted of mostly Quartz, Calcareous cement Shale : Medium Grey (N5), Clay, Stiff, Clearly fissile	
192.00	234.00	42.00	Sandstone and Siltstone	Sandstone : Dark Reddish Brown (10R 3/4), Medium sand, Very stiff, Moderately homogeneous, Well sorted, Composted of mostly Quartz and mica, Calcareous cement Siltstone : Dark Reddish Brown (10R 3/4), Silt, Very stiff, Moderately homogeneous, Well sorted, Composted of mostly Quartz, Calcareous cement	
234.00	252.00	18.00	Mudstone	Mudstone : Moderate Red (5R 5/4), Clay, Stiff, Non-fissile	

รูปที่ 4-29 แบบรายงานลักษณะชั้นดิน-หิน

แบบรายงานลักษณะชั้นดิน-หิน
โครงการศึกษาเพื่อการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
(แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย)

Well number:				Type of drilling:	Air/Mud (DC)
Location:	ที่นานายทอง โพธิ์ศรี บ้านหินขาว ม.15 ต.สาวะถี อ.เมือง จ.ขอนแก่น			Screen type :	
Zone:	48			Well diameter:	12.25 inch
UTM E:	248864	UTM N:	1831509	Borehole elevation:	220.00 msl
Map sheet:	5542 III			Groundwater level:	10.06 m
Drill depth:	1014.00	m		Perforation interval:	540-606 m
Develop depth:	606.00	m		Perforation range:	m
Author of description:	Mr Jirateep Yotmaw			Date of drilling:	

252.00	282.00	30.00	Sandstone, Siltstone and Mudstone	Sandstone : Medium Light Grey (N6), very fine to medium sand, Very stiff, Slightly homogeneous, Moderately sorted, Composted of mostly Quartz, rock fragments and mica, Calcareous cement Siltstone : Pale Red (10R 6/2), Silt, Very stiff, Moderately homogeneous, Well sorted, Composted of mostly Quartz, Calcareous cement Mudstone : Moderate Red (5R 5/4), Clay, Stiff, Non-fissile	
282.00	384.00	102.00	Sandstone and Siltstone	Sandstone : Medium Light Grey (N6), Coarse sand, Very stiff, Slightly homogeneous, Moderately sorted, Composted of mostly Quartz and rock fragments, Calcareous cement Siltstone : Dark Reddish Brown (10R 3/4), Silt, Very stiff, Moderately homogeneous, Well sorted, Composted of mostly Quartz, Calcareous cement	
384.00	396.00	12.00	Mudstone	Mudstone : Moderate Red (5R 5/4), Clay, Stiff, Non-fissile	
396.00	408.00	12.00	Sandstone, Siltstone and Mudstone	Sandstone : Medium Light Grey (N6), very fine to medium sand, Very stiff, Slightly homogeneous, Moderately sorted, Composted of mostly Quartz, rock fragments and mica, Calcareous cement Siltstone : Pale Red (10R 6/2), Silt, Very stiff, Moderately homogeneous, Well sorted, Composted of mostly Quartz, Calcareous cement Mudstone : Moderate Red (5R 5/4), Clay, Stiff, Non-fissile	
408.00	486.00	78.00	Sandstone and Siltstone	Sandstone : Medium Light Grey (N6), Very fine to fine sand, Very stiff, Slightly homogeneous, Moderately sorted, Composted of mostly Quartz and rock fragments, Calcareous cement Siltstone : Pale Red (10R 6/2), Silt, Very stiff, Moderately homogeneous, Well sorted, Composted of mostly Quartz, Calcareous cement	
486.00	510.00	24.00	Sandstone and Mudstone	Sandstone : Medium Light Grey (N6), Very fine to fine sand, Very stiff, Slightly homogeneous, Moderately sorted, Composted of mostly Quartz and rock fragments, Calcareous cement Mudstone : Medium Dark Grey (N4), Clay, Stiff, Non-fissile	

รูปที่ 4-29 แบบรายงานลักษณะชั้นดิน-หิน (ต่อ)

แบบรายงานลักษณะชั้นดิน-หิน
โครงการศึกษาเพื่อการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
(แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย)

Well number:				Type of drilling:	Air/Mud (DC)
Location:	ที่นานายทอง โพธิ์ศรี บ้านหินขาว ม.15 ต.สาวะถี อ.เมือง จ.ขอนแก่น			Screen type :	
Zone:	48			Well diameter:	12.25 inch
UTM E:	248864	UTM N:	1831509	Borehole elevation:	220.00 msl
Map sheet:	5542 III			Groundwater level:	10.06 m
Drill depth:	1014.00 m			Perforation interval:	540-606 m
Develop depth:	606.00 m			Perforation range:	m
Author of description:	Mr Jirateep Yotmaw			Date of drilling:	

510.00	534.00	24.00	Siltstone and Mudstone	Siltstone : Greyish Red (10R 4/2), Silt, Very stiff, Moderately homogeneous, Well sorted, Composted of mostly Quartz, Calcareous cement Mudstone : Greyish Red (10R 4/2), Clay, Stiff, Non-fissile	
534.00	552.00	18.00	Sandstone (70%) and Mudstone	Sandstone : Medium Light Grey (N6), Very fine to fine sand, Very stiff, Slightly homogeneous, Moderately sorted, Composted of mostly Quartz and rock fragments, Siliceous cement Mudstone : Medium Dark Grey (N4), Clay, Stiff, Non-fissile	
552.00	606.00	54.00	Sandstone, and Mudstone (70%)	Sandstone : White (N9), Coarse sand, Very stiff, Slightly homogeneous, Moderately sorted, Composted of mostly Quartz and rock fragments, Siliceous cement Sandstone : Medium Dark Grey (N4), Coarse sand, Very stiff, Slightly homogeneous, Moderately sorted, Composted of mostly Quartz and rock fragments, Siliceous cement Mudstone : Medium Dark Grey (N4), Clay, Stiff, Non-fissile	
606.00	792.00	186.00	Sandstone, and Mudstone/ Shale	Sandstone : Medium Dark Grey (N4), Fine to medium sand, Very stiff, Slightly homogeneous, Moderately sorted, Composted of mostly Quartz and rock fragments, Calcareous cement Mudstone/Shale : Pale Red (10R 6/2), Clay, Stiff	
792.00	834.00	42.00	Sandstone (70%), and Mudstone/ Shale	Sandstone : White (N9), Very fine to medium sand, Very stiff, Slightly homogeneous, Moderately sorted, Composted of mostly Quartz and rock fragments, Siliceous cement Mudstone/Shale : Medium Dark Grey (N4) and Pale Red (10R 6/2), Clay, Stiff	
834.00	912.00	78.00	Sandstone, and Mudstone (70%)	Sandstone : Moderate Reddish Brown (10R 4/6), Very fine to medium sand, Very stiff, Slightly homogeneous, Moderately sorted, Composted of mostly Quartz and rock fragments, Siliceous cement Mudstone : Medium Dark Grey (N4) and Pale Red (10R 6/2), Clay, Stiff	

รูปที่ 4-29 แบบรายงานลักษณะชั้นดิน-หิน (ต่อ)

แบบรายงานลักษณะชั้นดิน-หิน
โครงการศึกษาเพื่อการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
(แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย)

Well number:				Type of drilling:	Air/Mud (DC)	
Location:	ที่นานายทอง โพธิ์ศรี บ้านหินขาว ม.15 ต.สาวะถี อ.เมือง จ.ขอนแก่น			Screen type :		
Zone:	48			Well diameter:	12.25	inch
UTM E:	248864	UTM N:	1831509	Borehole elevation:	220.00	msl
Map sheet:	5542 III			Groundwater level:	10.06	m
Drill depth:	1014.00	m		Perforation interval:	540-606	m
Develop depth:	606.00	m		Perforation range:		m
Author of description:	Mr Jirateep Yotmaw			Date of drilling:		

912.00	954.00	42.00	Shale	Shale : Dark Greenish Grey (5G 4/1) and Moderate Reddish Brown (10R 4/6), Clay, Stiff, Clearly fissile	
954.00	977.00	23.00	Sandstone, and Shale (80%)	Sandstone : White (N9), Very fine to medium sand, Very stiff, Slightly homogeneous, Moderately sorted, Composted of mostly Quartz and rock fragments, Siliceous cement Shale : Dark Greenish Grey (5G 4/1) and Moderate Reddish Brown (10R 4/6), Clay, Stiff, Clearly fissile	
977.00	1,014.00	37.00	Siltstone, and Shale (80%)	Siltstone : Dark Reddish Brown (10R 3/4), Silt, Very stiff, Moderately homogeneous, Well sorted, Composted of mostly Quartz, Calcareous cement Shale : Dark Greenish Grey (5G 4/1) and Moderate Reddish Brown (10R 4/6), Clay, Stiff, Clearly fissile	
End of hole at depth 1,014 meters					

รูปที่ 4-29 แบบรายงานลักษณะชั้นดิน-หิน (ต่อ)

4.5 การหยั่งธรณีหลุมเจาะ

ก่อนที่จะพัฒนาบ่อน้ำบาดาล ต้องดำเนินการหยั่งธรณีหลุมเจาะเพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของชั้นดินชั้นหิน ความลึกและความหนาของชั้นดินชั้นหิน ชั้นน้ำบาดาล คุณภาพน้ำเบื้องต้น ความลึกบ่อ เพื่อกำหนดชั้นน้ำบาดาลที่เหมาะสมในการออกแบบพัฒนาบ่อน้ำบาดาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยแปลความหมายผลการหยั่งธรณีหลุมเจาะจะพิจารณาร่วมกับข้อมูลชั้นดินชั้นหินที่ได้จากการเจาะ และข้อมูลการเจาะของช่างเจาะน้ำบาดาลที่บันทึกไว้ระหว่างเจาะ

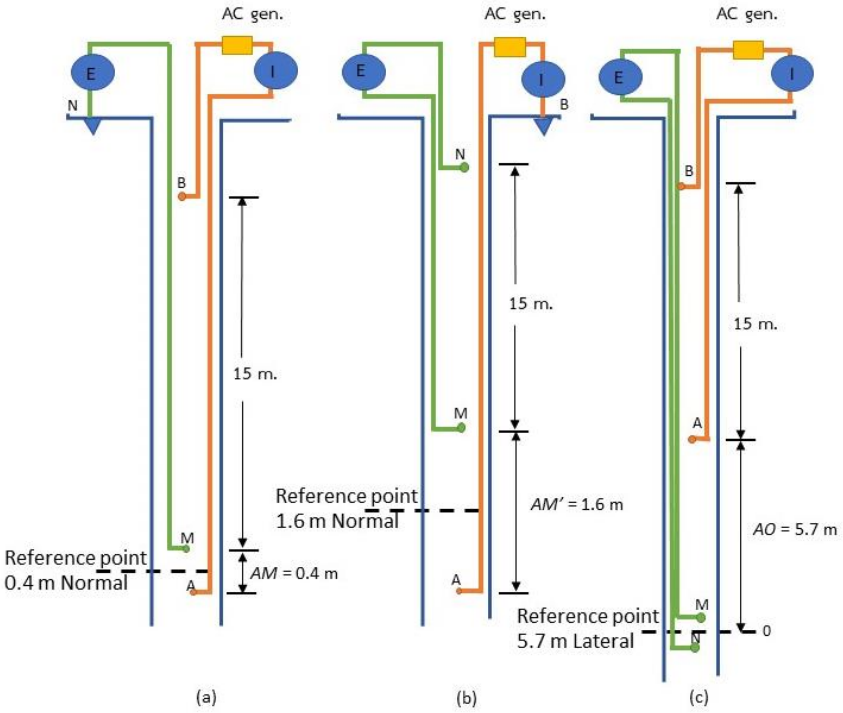
4.5.1 หลักการทำงานและการแปลความหมาย

ในการดำเนินการหยั่งธรณีหลุมเจาะในงานด้านน้ำบาดาล โดยทั่วไปจะตรวจวัดคุณสมบัติทางธรณีฟิสิกส์อย่างน้อย 3 ค่า ได้แก่ ค่ากัมมันตรังสีธรรมชาติ (Natural Gamma Ray: Gamma) ค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ (Resistivity) และ ค่าศักย์ไฟฟ้าธรรมชาติ (Self-Potential or Spontaneous potential: SP) ซึ่งมีหลักการทำงานและแปลความหมายดังนี้

1) ค่ากัมมันตรังสีธรรมชาติ (Gamma) โดยการวัดความเข้มข้นของกัมมันตภาพรังสีแกมมา (Gamma Ray) ที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากชั้นหินเองตามธรรมชาติ ซึ่งโดยปกติแล้ว ต้นกำเนิดที่สำคัญจะได้แก่ ไอโซโทปของโปแทสเซียม ยูเรเนียม และธอเรียม ซึ่งจะพบมากในพวกแร่ดินเหนียวในชั้นดินเหนียว (Shales, Clay) โดยธรรมชาติแล้ว Shales, Evaporites และ Granite จะมีกัมมันตภาพรังสีแกมมาสูง ในขณะที่ Sandstone, Limestone และ Dolomite จะมีกัมมันตภาพรังสีแกมมาต่ำ เครื่องมือจะประกอบด้วยตัวรับสัญญาณ (Na I Crystal Detector) ซึ่งจะรับสัญญาณกัมมันตภาพรังสีแกมมาที่ถูกปล่อยออกมาตามธรรมชาติจากหินรอบ ๆ หลุมเจาะ แล้วส่งเข้าขยายความเข้ม ผ่านเซลล์ขยายสัญญาณในลักษณะของกระแสแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic) กำลังที่ขยายให้สูงขึ้นก็จะถูกส่งต่อไปยังเครื่องรับบนผิวดินวัดความเข้มออกเป็น Count Rate (cpm, cps) แล้วบันทึกออกมาเป็น Natural-Gamma Log ต่อไป

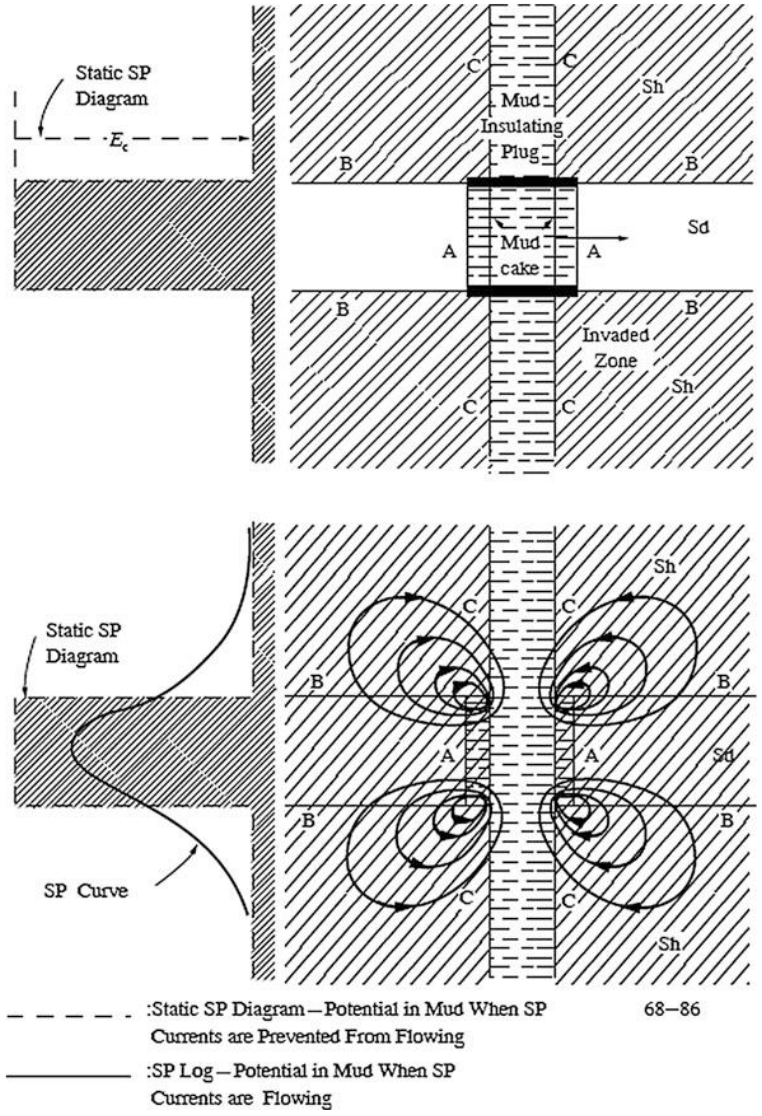
2) ค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะด้วยการวัดค่าแบบจุด (SPR) โดยหลักการแล้วเครื่องมือจะประกอบด้วยขั้วไฟฟ้า (Electrodes) จำนวน 4 ตัว โดยขั้วไฟฟ้า 2 ตัว จะทำหน้าที่เป็นตัวปล่อยและรับกระแสไฟฟ้า (Current Electrodes) และทำการวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ขั้วไฟฟ้าอีก 2 ตัว ซึ่งทำหน้าที่เป็น Potential Electrodes การจัดขั้วไฟฟ้าทั้ง 4 ตัวนี้ อาจจะจัดได้เป็น 3 รูปแบบ กล่าวคือ Short Normal (SN), Long Normal (LN) และ Lateral Electrode Arrangement (SPR) ดังแสดงในรูปที่ 4-30 ซึ่งจะมีการวางตำแหน่งของขั้วไฟฟ้าและระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าที่แตกต่างกัน การจัดรูปแบบ ก็จะมีผลต่อค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะที่อ่านได้ การที่ระยะห่างระหว่าง Current Electrodes มีค่ามาก จะทำให้กระแสไฟฟ้าผ่านเข้าไปในชั้นหินรอบ ๆ หลุมเจาะได้ลึก และกินบริเวณกว้างมากกว่าในกรณีที่ระยะห่างมีไม่มากนัก ดังนั้นข้อมูลที่ได้จากการจัดรูปแบบขั้วไฟฟ้าต่าง ๆ ก็จะช่วยและเสริมกันในการแปลความหมายต่อไป Resistivity Log จะช่วยในการบ่งบอกลักษณะของหิน

(Lithology) ที่เจาะผ่าน บ่งบอกความหนาของชั้นหินให้น้ำ ในกรณีบ่อน้ำบาดาลเก่าจะสามารถบ่งชี้ตำแหน่งของท่อกรุ และท่อกรองได้



รูปที่ 4-30 การจัดขั้วไฟฟ้าและระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าสำหรับกรณี
(a) Short Normal (b) Long Normal (C) Lateral (Todd, 1980)

3) ค่าศักย์ไฟฟ้าธรรมชาติ (SP) โดยการหย่อนขั้วไฟฟ้า (Potential Electrode) ลงไปในหลุมเจาะ 1 ขั้ว และปักไว้บนผิวดิน 1 ขั้ว ได้แก่ ขั้ว M และ N เพื่อวัดศักย์ของไฟฟ้าที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติรอบชั้นหินในหลุมเจาะ โดยไม่ต้องมีการปล่อยกระแสไฟฟ้าใด ๆ ทั้งสิ้น ศักย์ไฟฟ้าธรรมชาตินี้จะมีค่าน้อยมาก หน่วยที่ใช้วัดโดยปกติจะเป็นมิลลิโวล์ต สาเหตุของการเกิดศักย์ไฟฟ้าธรรมชาติ ก็เนื่องมาจากการไหลของกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในบริเวณที่เป็นรอยต่อระหว่างชั้นหินเนื้อพรุนกับชั้นหินเนื้อแน่น ซึ่งสัมผัสกับน้ำโคลนอยู่อีกต่อหนึ่ง การไหลของกระแสไฟฟ้านี้ เกิดขึ้นเนื่องจากแรงเคลื่อนไฟฟ้าแม่เหล็ก (Electromagnetic Force, e.m.f) ซึ่งมีต้นกำเนิดมาจากปฏิกิริยาเคมีระหว่างน้ำในหินกับน้ำโคลนในบริเวณรอยต่อดังกล่าว แนวของแรงเคลื่อนไฟฟ้านี้จะเริ่มจากน้ำโคลนในหลุมเจาะผ่านผนังบ่อเข้าสู่ชั้นหินเนื้อพรุน แล้วทะลุรอยต่อระหว่างชั้นหินเข้าสู่ชั้นหินเนื้อแน่น แล้วผ่านเข้าสู่น้ำโคลนอีก เป็นวงจร ดังแสดงในรูปที่ 4-31 โดยค่าที่ตรวจวัดจากหัววัดค่า Spontaneous (Self) หรือ Potential Logging (SP Log) มีประโยชน์ช่วยในการพิจารณาหาชั้นหินเนื้อพรุน หรือชั้นหินอุ้มน้ำ ซึ่งปกติจะแสดงโดยค่าศักย์ไฟฟ้าธรรมชาติที่มีค่าสูง นอกนั้นยังสามารถบอกถึงคุณภาพน้ำจืดหรือเค็มได้ ซึ่งแสดงโดยค่าศักย์ไฟฟ้าธรรมชาติต่ำ ในกรณีน้ำเค็ม



รูปที่ 4-31 การเกิด Spontaneous Potential ในหลุมเจาะ (Hongqi Liu, 2016)

4.5.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่องมือที่ใช้ในการหยั่งธรณีหลุมเจาะมีอุปกรณ์ดังนี้ ดังแสดงในรูปที่ 4-32

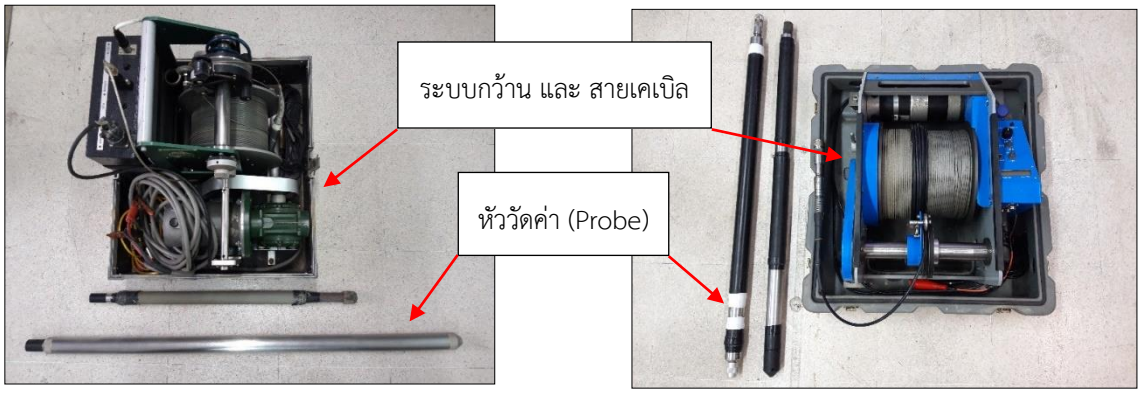
1) ระบบตรวจวัดค่า ประกอบด้วย ส่วนตรวจวัดค่า (Probe) ซึ่งวัดค่า Gamma, Self Potential, Short Normal, Long Normal และ Single Point Resistance

2) คอมพิวเตอร์บันทึกข้อมูล

3) ระบบกว้านและสายเคเบิล

4) แบตเตอรี่ ขนาด 12 VDC

5) เครื่องวัดคุณภาพน้ำแบบพกพาในสนาม (Test Kit) ที่สามารถตรวจวัดค่าต่าง ๆ ได้ ประกอบด้วย ค่าความนำไฟฟ้า (EC, µS) ค่าอุณหภูมิ (Temp, °C)



(ก) เครื่องหยั่งธรณีหลุมเจาะยี่ห้อ AusLog (ข) เครื่องหยั่งธรณีหลุมเจาะยี่ห้อ Delta

(ค) คอมพิวเตอร์บันทึกข้อมูล และแบตเตอรี่ 12 โวลต์ (ง) เครื่องวัดคุณภาพน้ำ

รูปที่ 4-32 (ก)-(ง) แสดงเครื่องมือที่จำเป็นในการสำรวจหยั่งธรณีหลุมเจาะ

4.5.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การหยั่งธรณีหลุมเจาะของโครงการ ดำเนินการตรวจวัดค่าคุณสมบัติทางกายภาพและทางไฟฟ้าของชั้นดินชั้นหิน ในบ่อเจาะ ทั้งหมดจำนวน 5 ค่า ได้แก่ ค่าศักย์ไฟฟ้าธรรมชาติ (SP) ค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ (SPR, SNR, LNR) และค่ากัมมันตรังสีแกมมาธรรมชาติ (Gamma) มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังต่อไปนี้ (รูปที่ 4-33)

1) วิเคราะห์ตัวอย่างเศษตะกอนดิน-หิน ที่ได้จากหลุมเจาะอย่างละเอียด พร้อมทั้งทำสัญลักษณ์ว่ามีการเปลี่ยนชั้นหรือขนาดตะกอนที่ช่วงความลึกใดบ้าง

2) ตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของน้ำโคลนที่ได้จากกระบวนการเจาะ และวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่ใช้ในกระบวนการเจาะบ่อ

3) ทำการเตรียมเครื่องมือหยั่งธรณีหลุมเจาะ โดยเลือกเครื่องมือที่ระยะของลวดสลิงไม่น้อยกว่า 650 เมตร

4) ต่อหัววัดค่าที่ต้องการตรวจวัดค่าให้เชื่อมต่อกันให้เรียบร้อย และระหว่างข้อต่อให้ใช้เทปกันน้ำพันโดยรอบเพื่อป้องกันน้ำรั่วซึมเข้าไปในหัววัดค่า และทำการต่อหัวต่อกับสายลวดสลิงให้เรียบร้อย

5) เชื่อมต่อหัวอ่านค่ากับคอมพิวเตอร์แบบพกพากับโปรแกรมประมวลผล และทำการตั้งค่าต่าง ๆ ที่จำเป็น พร้อมสำหรับทำงาน

6) นำรอกสามขาไปติดตั้งเหนือปากหลุมเจาะและปล่อยสายลวดสลิงที่ต่อกับหัววัดค่าไปที่สามขาที่ตั้งเหนือปากบ่อ หย่อนหัววัดค่าให้อยู่ตรงกึ่งกลางบ่อเจาะ

7) ทำการหย่อนหัววัดค่าด้วยอัตราเร็วอัตราความเร็วที่เหมาะสม พร้อมทั้งบันทึกค่าข้อมูลที่อ่านได้

8) นำกราฟที่อ่านได้ ทั้ง 5 ค่า มาแปลผลร่วมกับการวิเคราะห์ตัวอย่างเศษดินหินที่ได้จากการเจาะและรายงานช่างเจาะ เพื่อแบ่งชั้นดินชั้นหินและระบุชั้นน้ำบาดาลที่จะพัฒนาต่อไป

(ก) ติดตั้งรอกสามขาบริเวณเหนือปากหลุมเจาะ

(ข) หย่อนหัววัดค่าบริเวณกลางหลุมเจาะ

(ค) ประมวลผลและแปลความหมาย

(ง) คัดเลือกชั้นน้ำและออกแบบพัฒนาบ่อน้ำบาดาล

รูปที่ 4-33 (ก)-(ง) ขั้นตอนการปฏิบัติงานหยั่งธรณีหลุมเจาะ

4.5.4 ผลการสำรวจและการแปลความหมาย

ผลการหยั่งธรณีหลุมเจาะ จำนวนทั้งหมด 3 บ่อ ณ บ้านหินขาว ตำบลสาวะถี อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น พบว่า บ่อที่ 1 ความลึกเจาะ 66 เมตร ความลึกหยั่งได้ 66 เมตร บ่อที่ 2 (บ่อทดสอบ) ความลึกเจาะ 702 เมตร ความลึกหยั่งได้ 450 เมตร เนื่องจากชั้นหินถล่มตั้งแต่ความลึก 450 เมตรลงไปทำให้ไม่สามารถหยั่งได้ และบ่อที่ 3 ความลึกเจาะ 1,014 เมตร ความลึกหยั่ง 1,014 เมตร และผลการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะแสดงในภาคผนวก ข

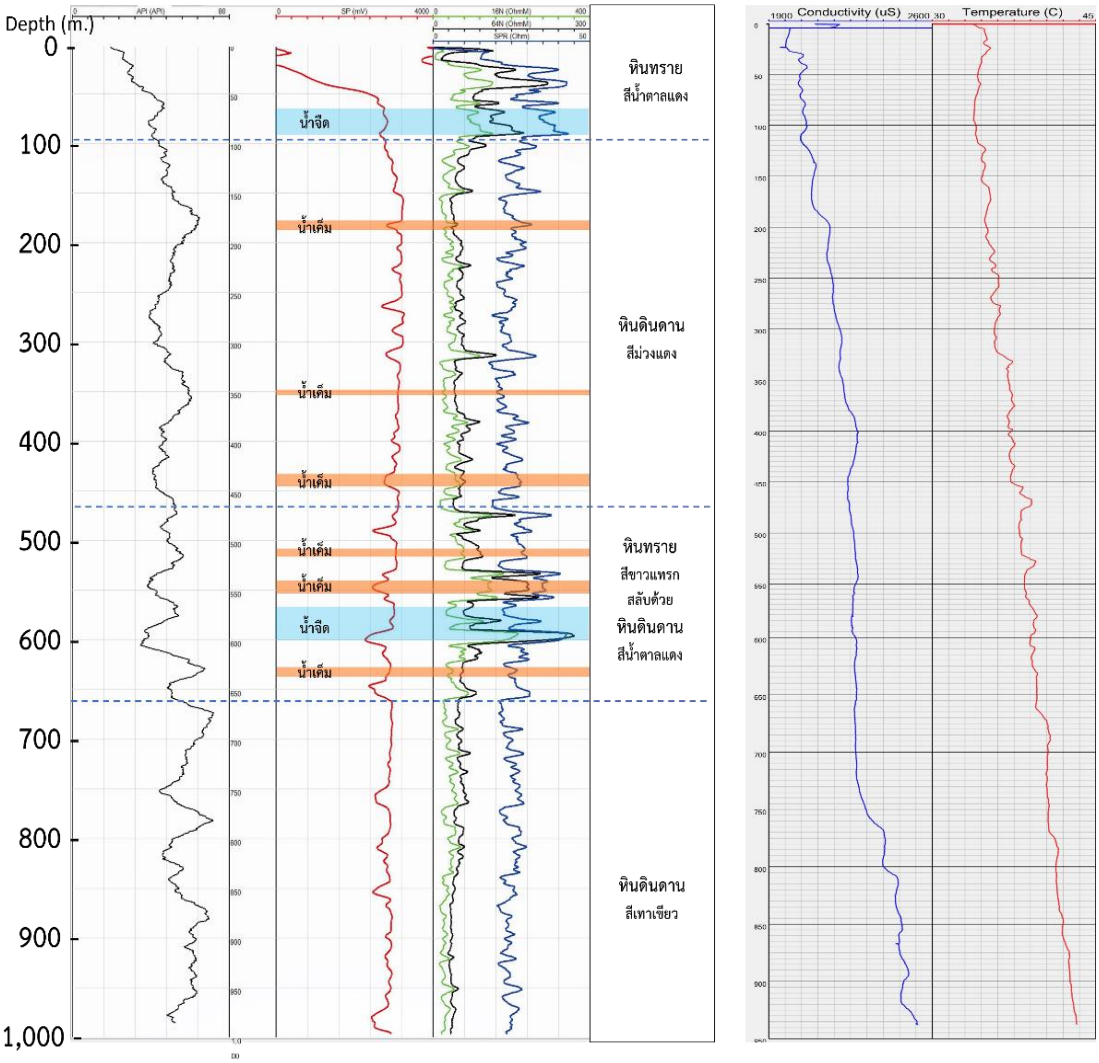
จากผลการแปลความหมายบ่อน้ำบาดาล ความลึกเจาะ 1,014 เมตร เทียบกับข้อมูลชั้นดินหิน และข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพน้ำระหว่างการเจาะบ่อ ได้แก่ ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity EC) และอุณหภูมิ (T) ทุกระยะความลึก ดังแสดงในรูปที่ 34 สามารถจำแนกชั้นน้ำบาดาล ออกได้เป็น 8 ชั้น ได้แก่

- ชั้นที่ 1 ความลึก 50-100 เมตร เป็นชั้นน้ำจืด
- ชั้นที่ 2 ความลึก 160-180 เมตร เป็นชั้นน้ำกร่อย-เค็ม
- ชั้นที่ 3 ความลึก 350-355 เมตร เป็นชั้นน้ำกร่อย-เค็ม
- ชั้นที่ 4 ความลึก 440-448 เมตร เป็นชั้นน้ำกร่อย-เค็ม
- ชั้นที่ 5 ความลึก 510-515 เมตร เป็นชั้นน้ำกร่อย-เค็ม
- ชั้นที่ 6 ความลึก 540-552 เมตร เป็นชั้นน้ำกร่อย-เค็ม
- ชั้นที่ 7 ความลึก 540-600 เมตร เป็นชั้นน้ำจืด
- ชั้นที่ 8 ความลึก 635-640 เมตร เป็นชั้นน้ำกร่อย-เค็ม

นอกจากนั้นยังสามารถจำแนกชั้นดินชั้นหิน เป็น 5 ชั้น ได้แก่

- ชั้นที่ 1 ความลึก 0-42 เมตร เป็นชั้นตะกอนทราย สีน้ำตาล
- ชั้นที่ 2 ความลึก 42- 102 เมตร เป็นชั้นหินทรายสีขาว แทรกสลับกับหินทรายแป้งสีแดง
- ชั้นที่ 3 ความลึก 102-478 เมตร เป็นชั้นหินทรายแป้งสีน้ำตาลอมแดง แทรกสลับกับหินทรายสีขาวเทา
- ชั้นที่ 4 ความลึก 478-668 เมตร เป็นชั้นหินทรายสีขาวแทรกสลับกับหินทรายแป้งสีเทาเข้ม
- ชั้นที่ 5 ความลึก 668-851 เมตร เป็นชั้นหินดินดานสีน้ำตาลแดงแทรกสลับกับหินทรายแป้งสีเทาดำ
- ชั้นที่ 6 ความลึก 851-1,014 เมตร เป็นชั้นหินทรายสีน้ำตาลแดง แทรกสลับกับหินโคลนและหินดินดานสีเทาเขียว

การหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ (Geophysical Borehole Logging)



รูปที่ 4-34 การคัดเลือกชั้นน้ำและการออกแบบพัฒนาบ่อน้ำบาดาล

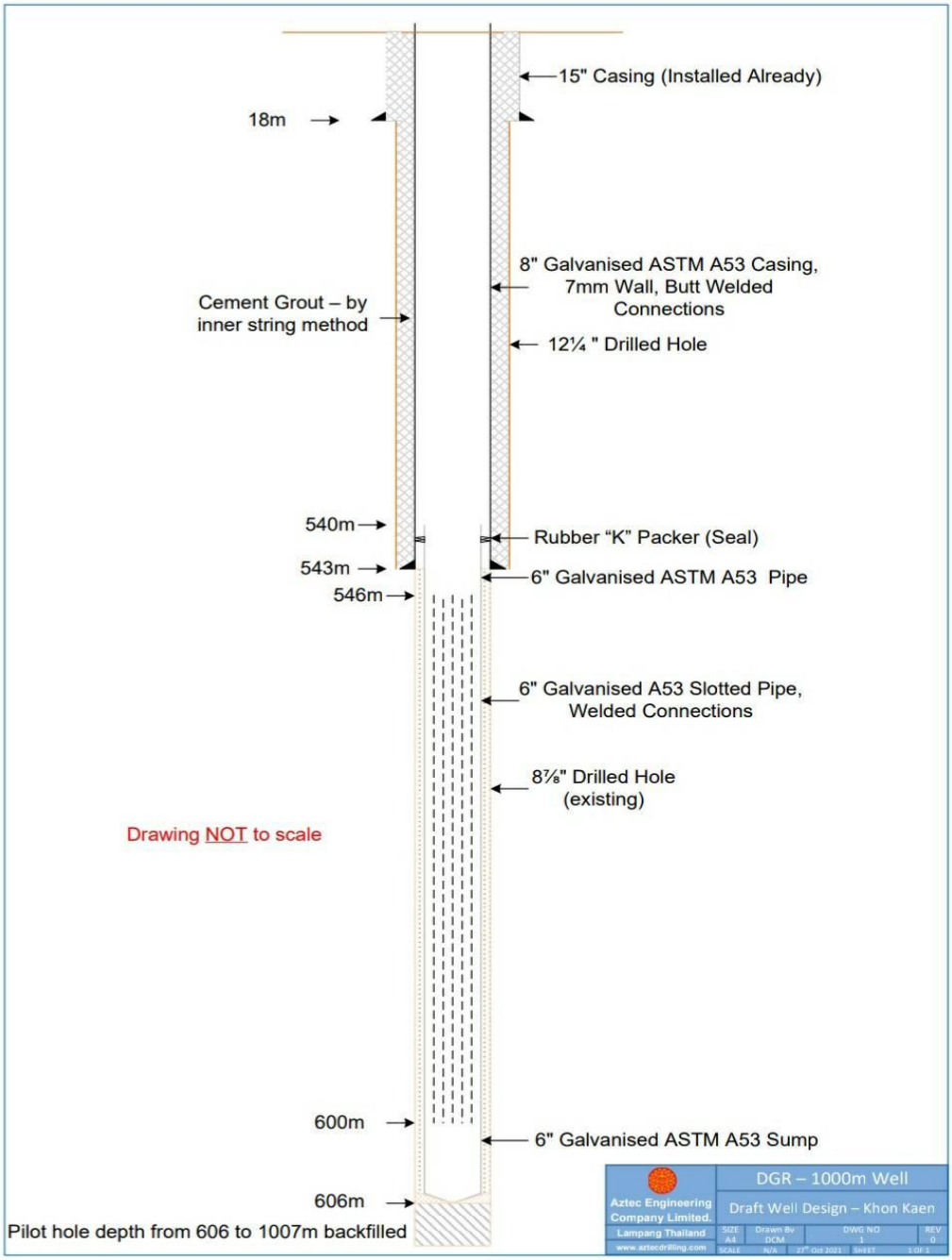
4.5.5 การออกแบบและพัฒนาบ่อน้ำบาดาล

จากผลการหยั่งธรณีหลุมเจาะ ได้นำมาออกแบบการก่อสร้างและพัฒนาบ่อ (Casing program) ร่วมกับข้อมูลบันทึกของค่าการนำไฟฟ้าจำเพาะและปริมาณน้ำที่เจาะพบในแต่ละช่วงความลึก โดยติดตั้งท่อเซาะร่องเพื่อรับน้ำเข้าบ่อ เพื่อศึกษาลักษณะอุทกธรณีวิทยาของชั้นน้ำบาดาลใหม่ ทั้งปริมาณและคุณภาพ เป็นข้อมูลสำหรับการวางแผนพัฒนาน้ำบาดาลระดับลึกในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือในอนาคต รายละเอียดดังตารางที่ 4-9

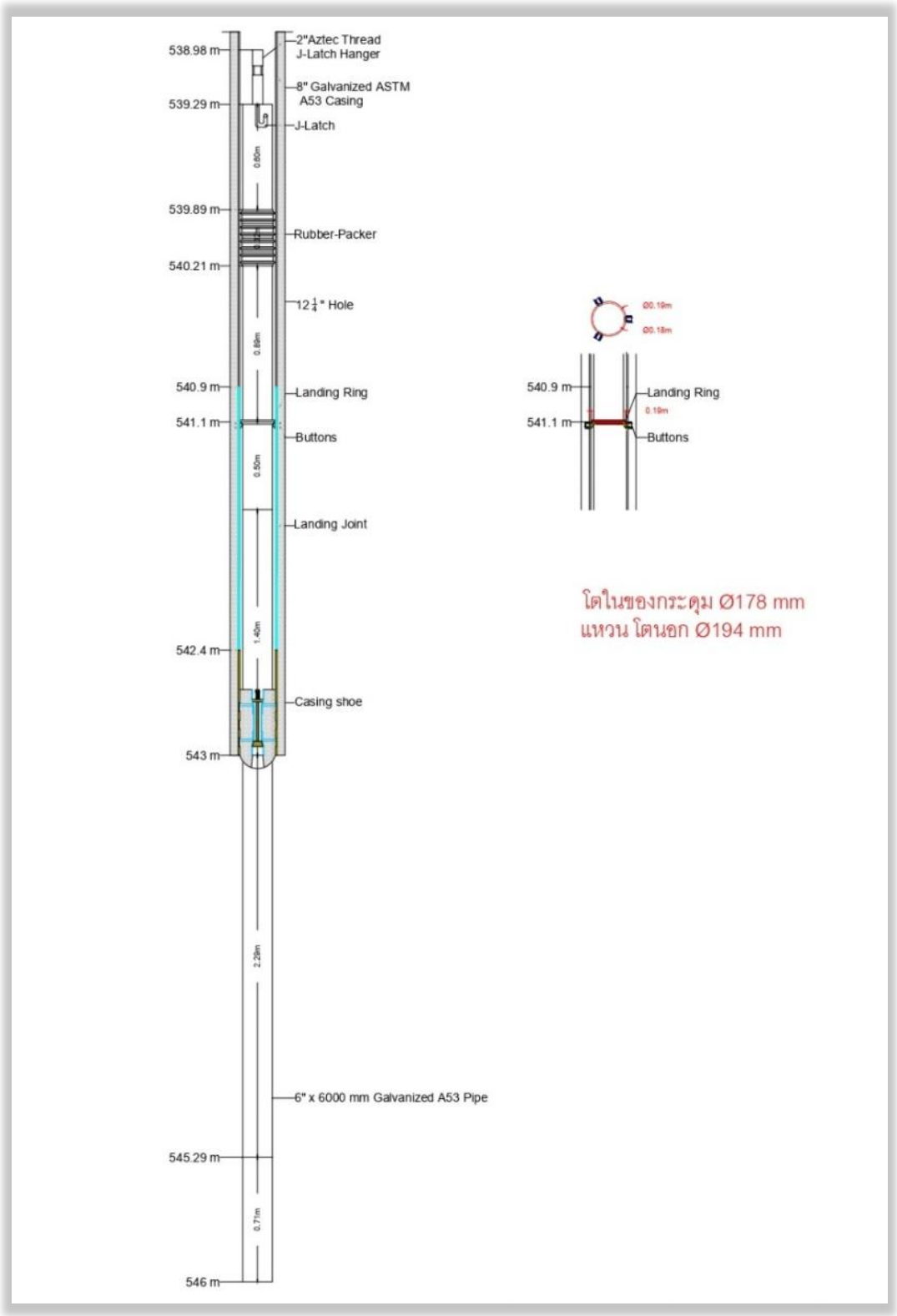
สำหรับการออกแบบพัฒนาบ่อน้ำบาดาลระดับลึก ความลึก 1,014 เมตร โดยเลือกใช้ท่อเหล็ก ASTM ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว ที่ระดับความลึก 0-543 เมตร (90 ท่อน) พร้อมทั้งติดตั้ง Sealing Sleeve adapter และผนึกข้างบ่อด้วยซีเมนต์ (Cement Grouting) เพื่ออุดช่องว่างระหว่างท่อเหล็กและผนังหลุมเจาะป้องกันน้ำเค็มผสมกับชั้นน้ำจืดด้านล่าง จากนั้นใส่ท่อเซาะร่องเหล็ก ASTM ขนาด 6 นิ้ว ความลึก 540–600 เมตร (10 ท่อน) และใส่ท่อรับทราย ขนาด 6 นิ้ว ความลึก 600–606 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 4-35 ทั้งนี้ ได้ออกแบบพัฒนาบ่อน้ำบาดาลร่วมกับการหยั่งธรณีหลุมเจาะและการวิเคราะห์ชั้นดินหิน จำนวน 3 บ่อ ดังแสดงในรูปที่ 4-36 ถึง 4-38

ตารางที่ 4-9 สรุปผลการหยั่งธรณีหลุมเจาะ

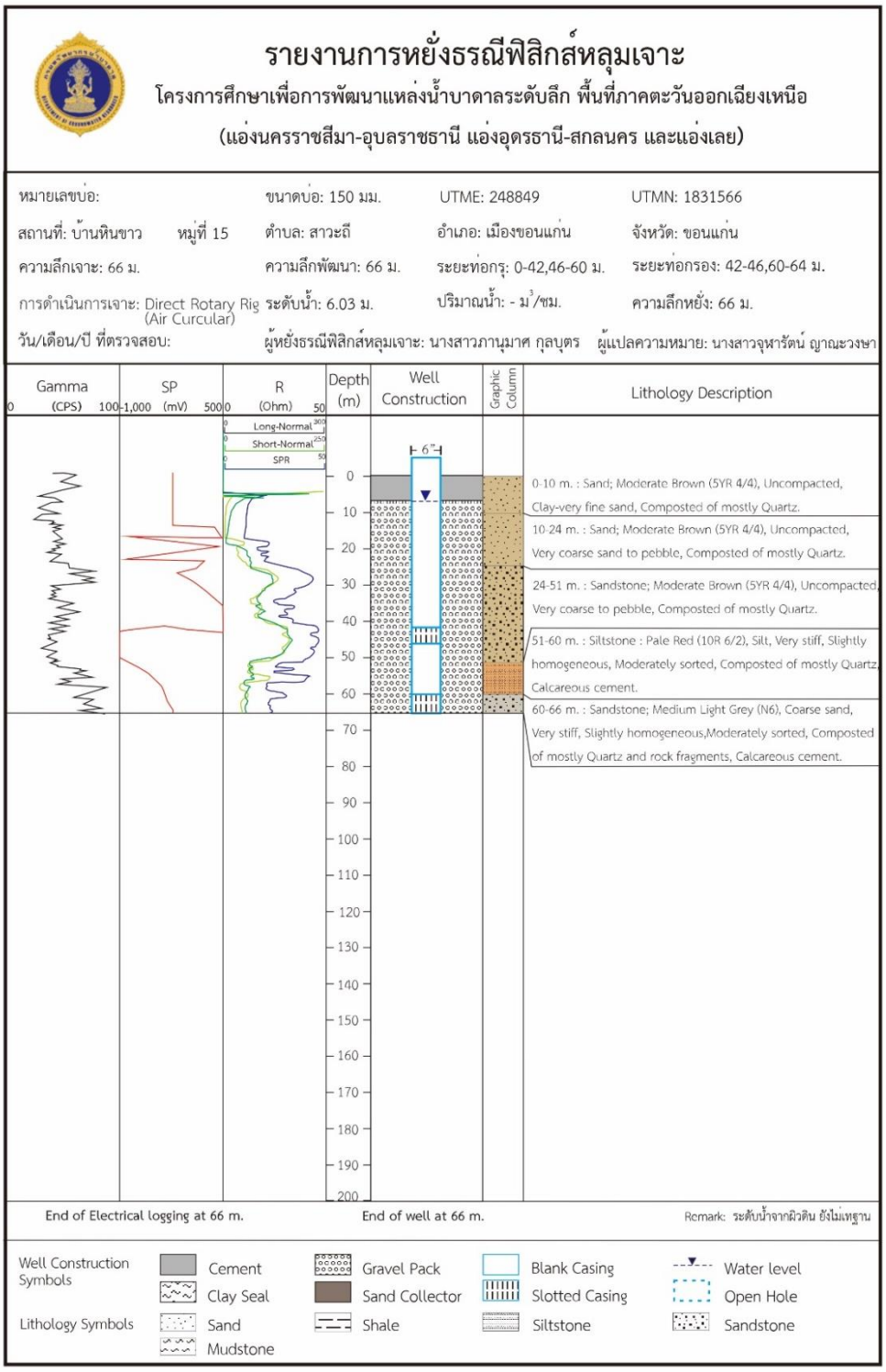
ลำดับที่	พิกัดตะวันออก	พิกัดเหนือ	ความลึกเจาะ (เมตร)	ความลึกพัฒนา(เมตร)	ระยะเซาะร่อง (เมตร)	ชนิดชั้นหินให้น้ำ
1	248849	1831566	66	66	42-46,60-64	หินทราย
2	248864	1831509	702	450	180-198,258-264, 306-318	หินทราย/ หินทรายแป้ง
3	248865	1831548	1,014	606	540-600	หินทราย



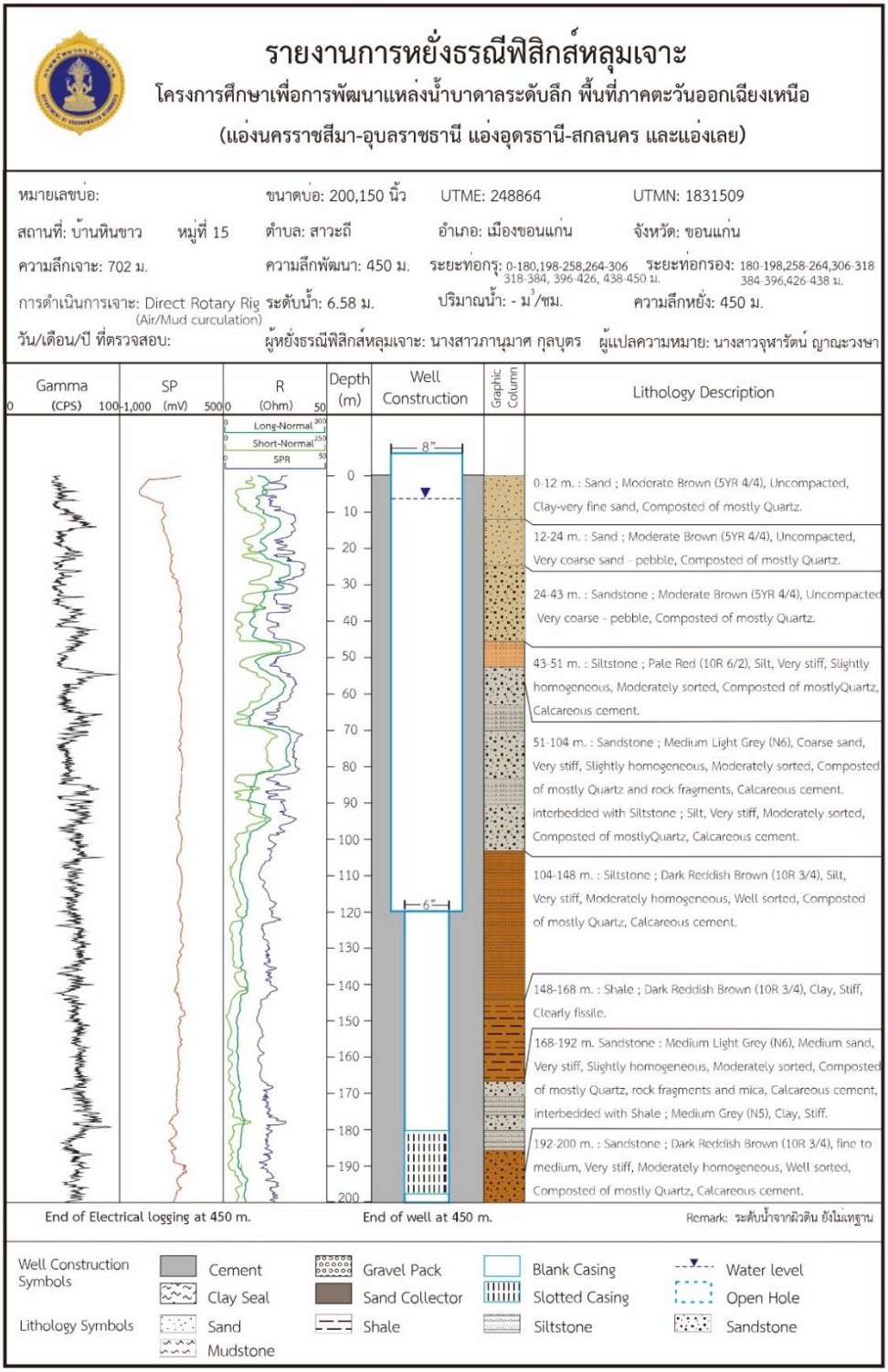
รูปที่ 4-35 รูปแบบบ่อน้ำบาดาลที่จะพัฒนา ความลึก 606 เมตร



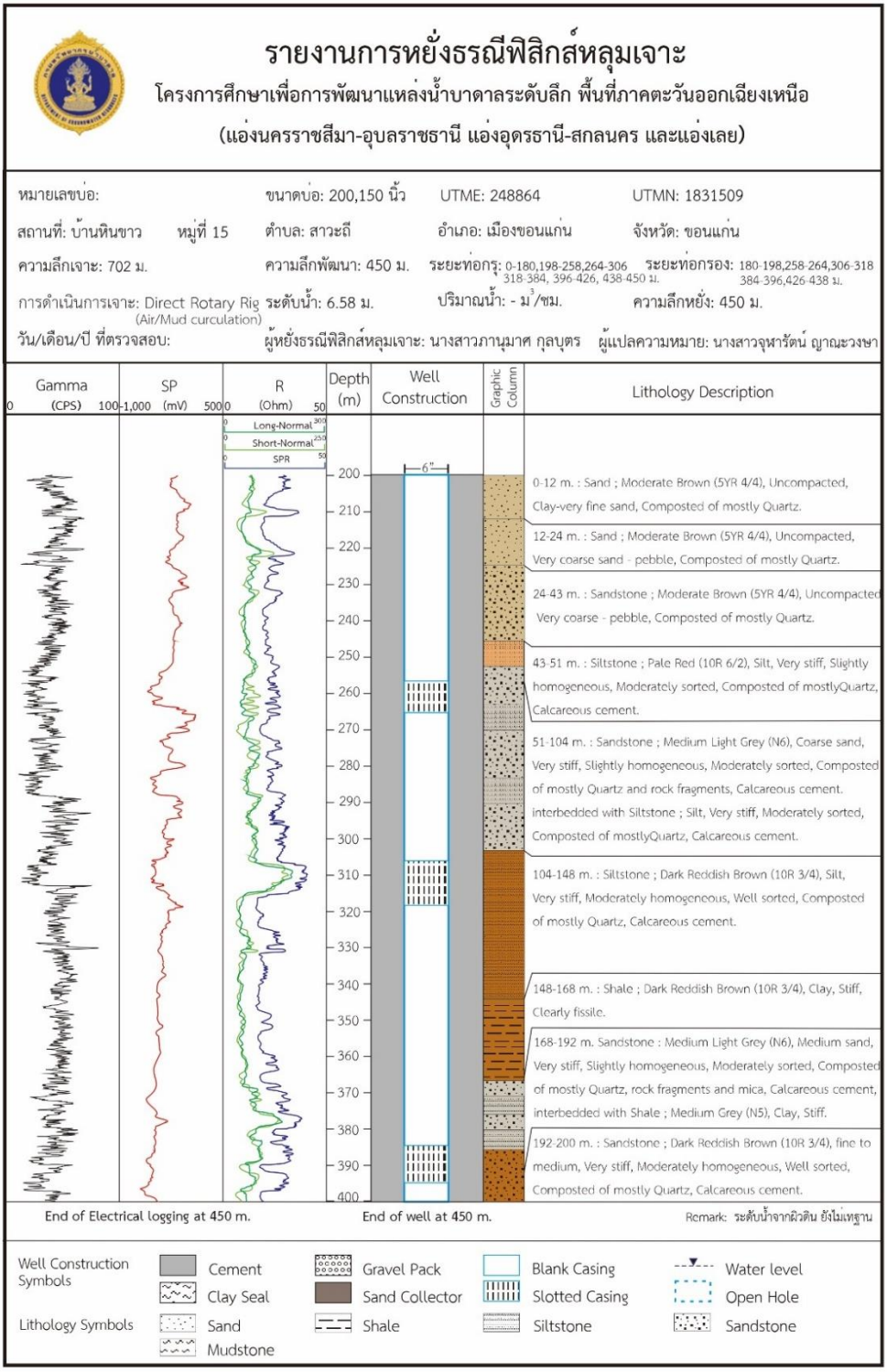
รูปที่ 4-35 รูปแบบบ่อน้ำบาดาลที่จะพัฒนา ความลึก 606 เมตร (ต่อ)



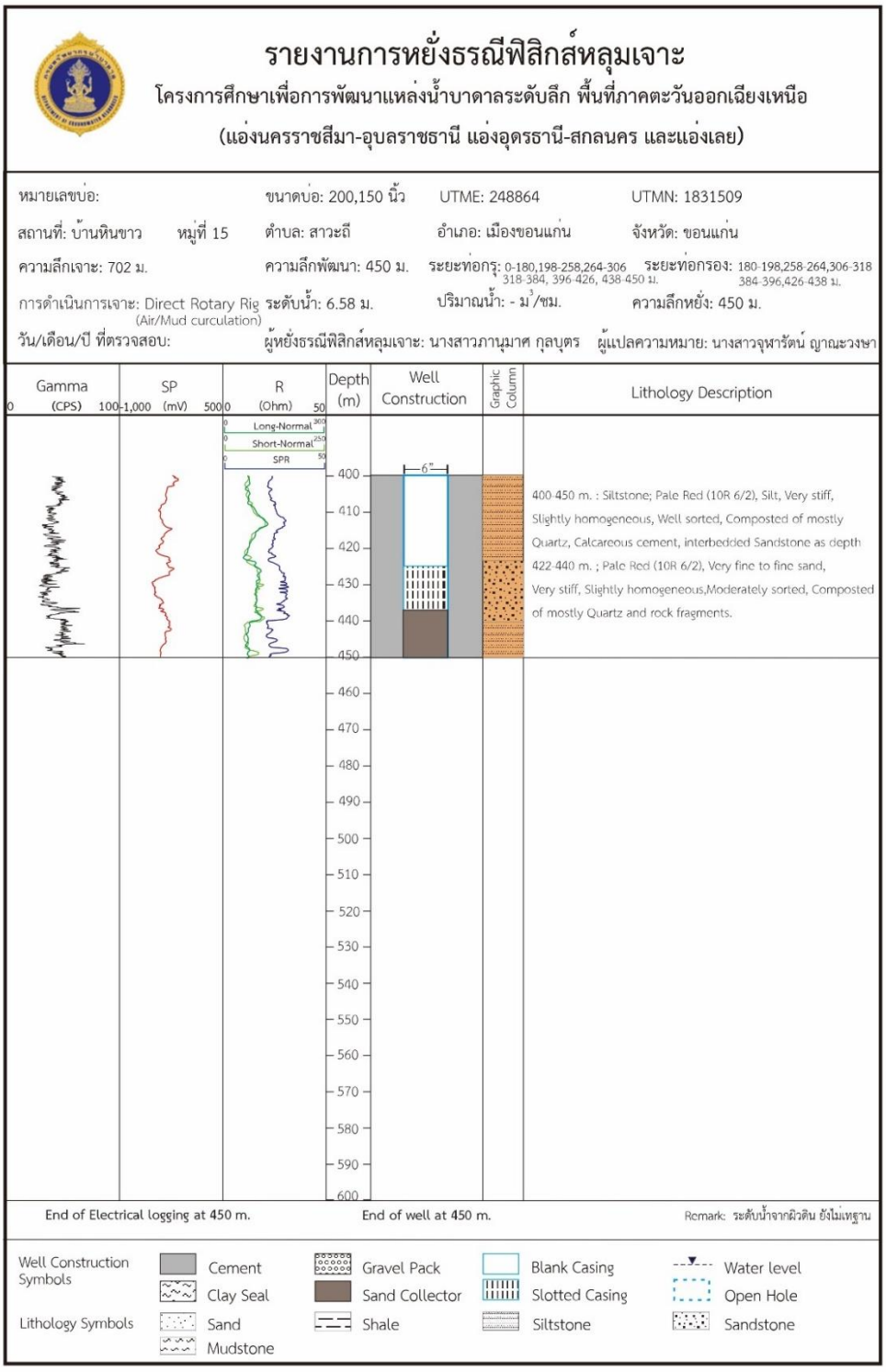
รูปที่ 4-36 ผลการหยั่งธรณีหลุมเจาะและการออกแบบพัฒนาบ่อน้ำบาดาล ความลึก 66 เมตร



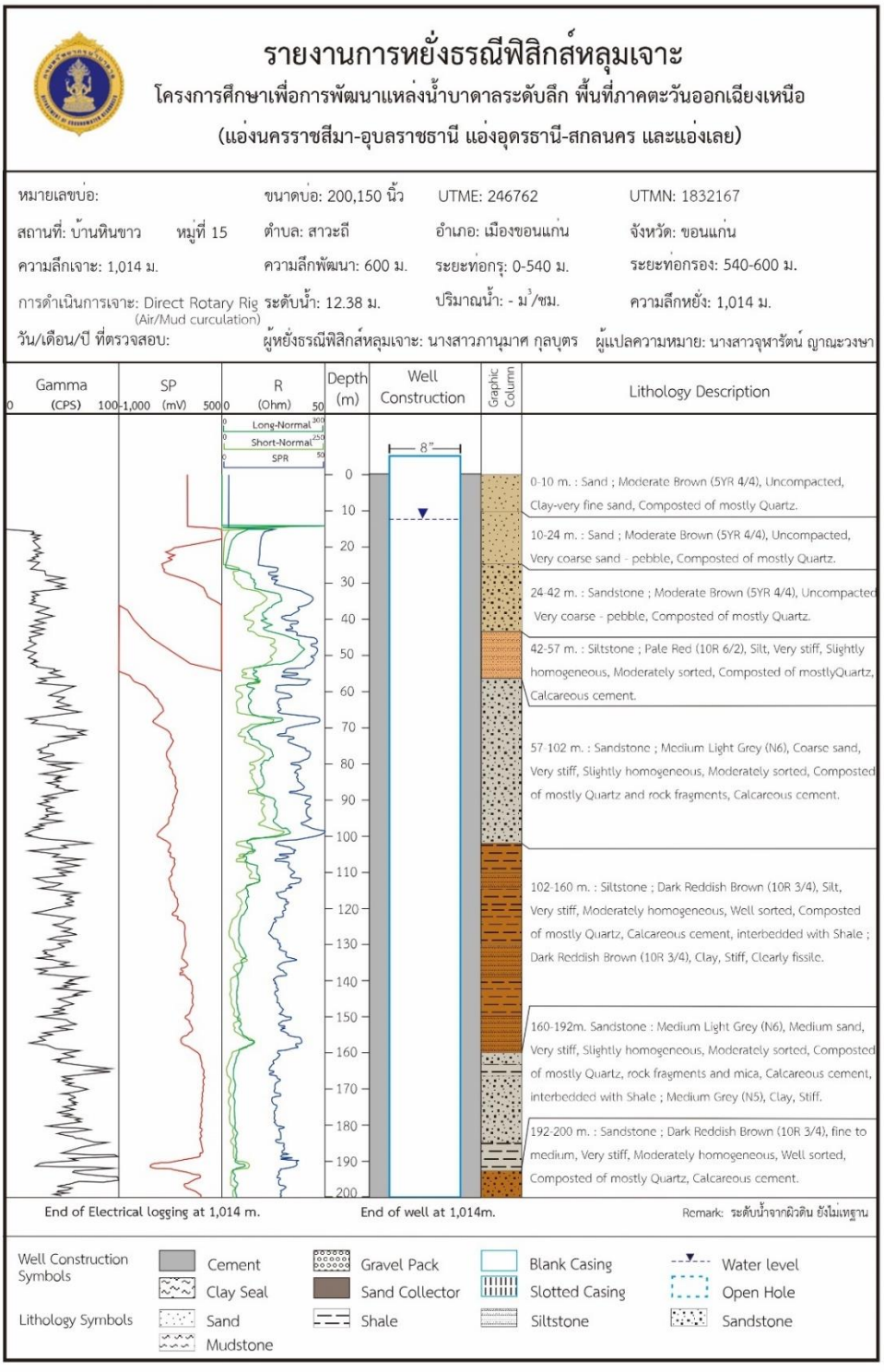
รูปที่ 4-37 ผลการหยั่งธรณีหลุมเจาะและการออกแบบพัฒนาบ่อน้ำบาดาล ความลึก 450 เมตร



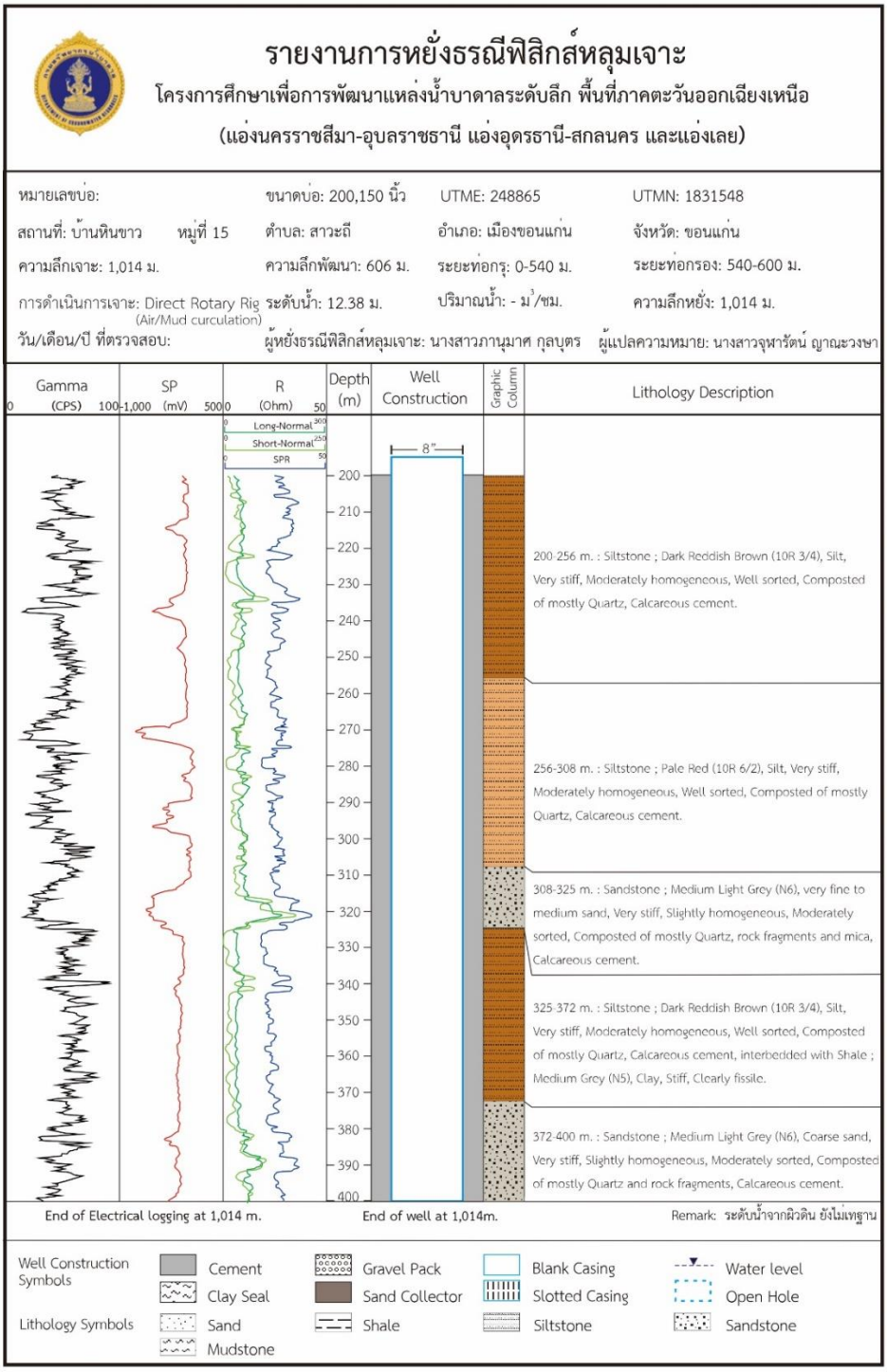
รูปที่ 4-37 ผลการหยั่งธรณีหลุมเจาะและการออกแบบพัฒนาบ่อน้ำบาดาล ความลึก 450 เมตร (ต่อ)



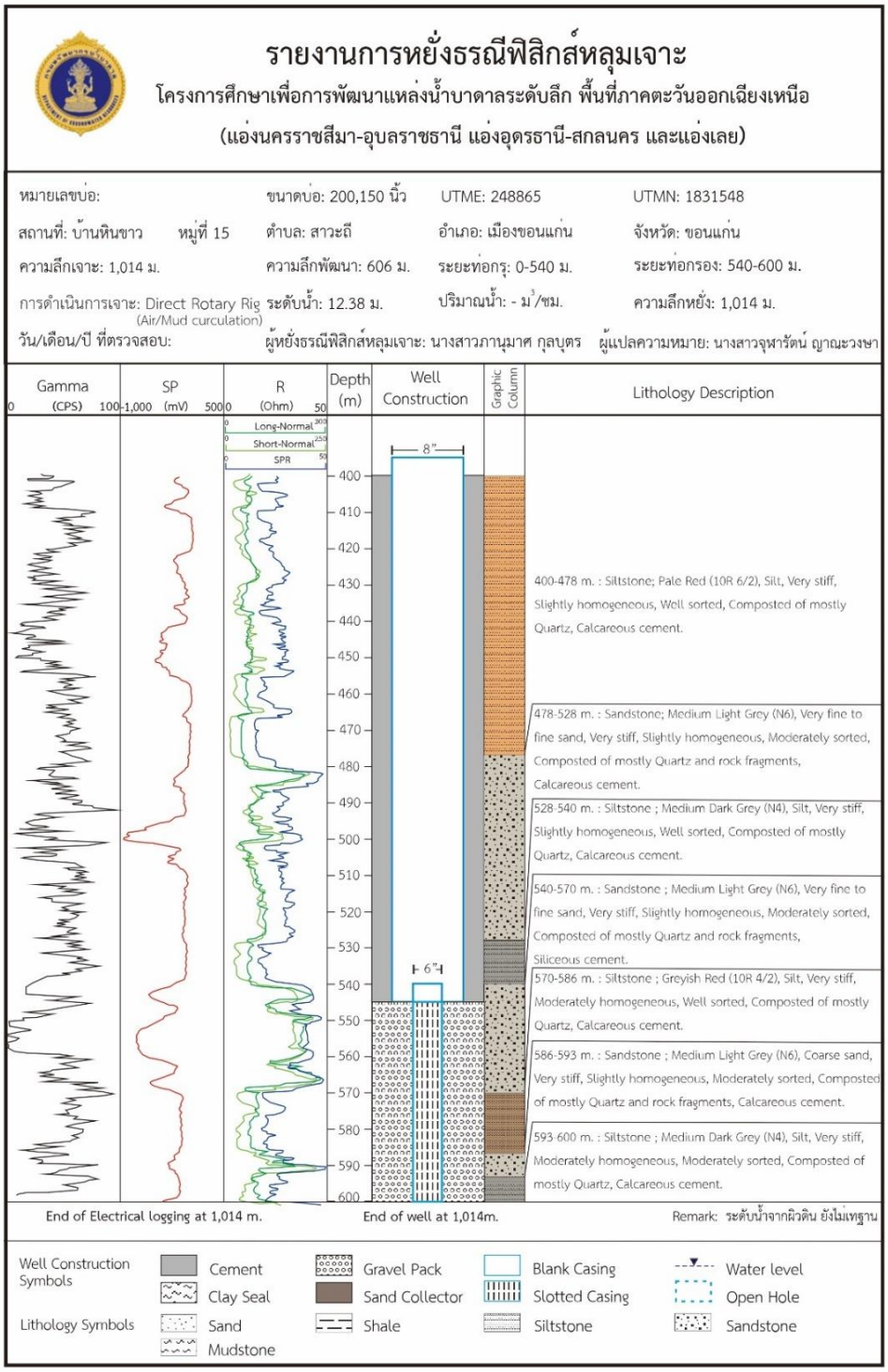
รูปที่ 4-37 ผลการหยั่งธรณีหลุมเจาะและการออกแบบพัฒนาบ่อน้ำบาดาล ความลึก 450 เมตร (ต่อ)



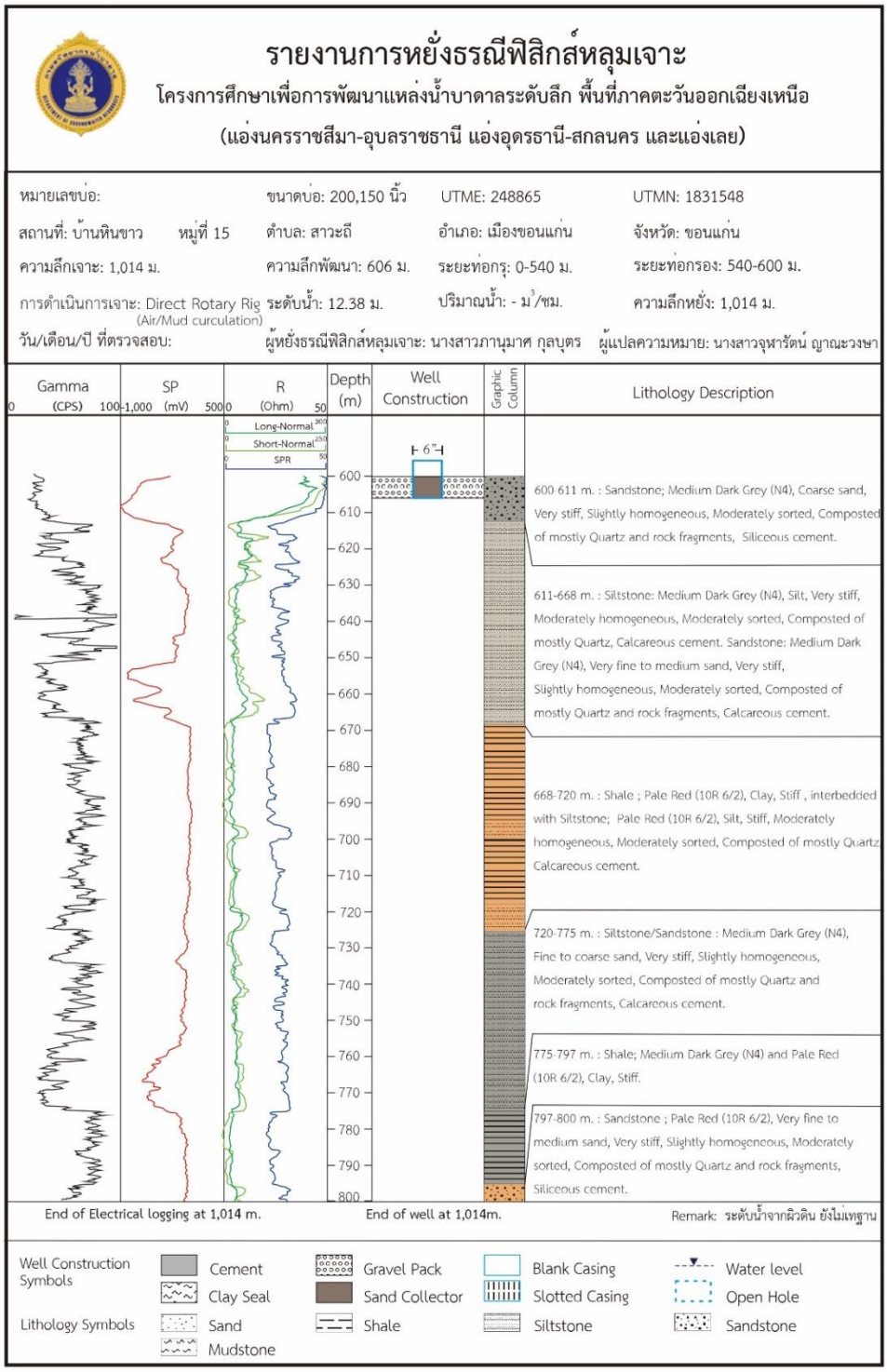
รูปที่ 4-38 ผลการหยั่งธรณีหลุมเจาะและการออกแบบพัฒนาบ่อน้ำบาดาล ความลึก 1,014 เมตร



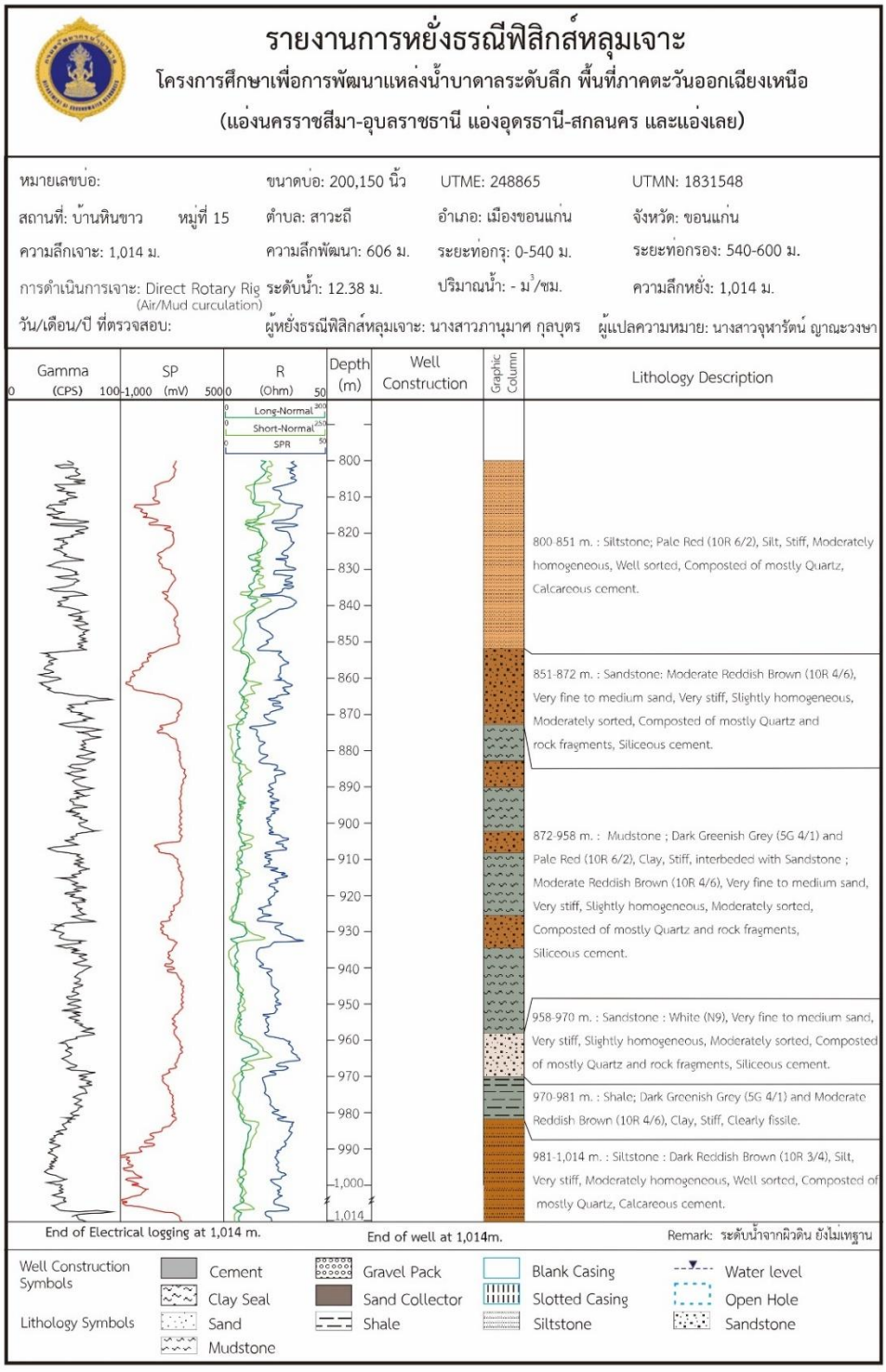
รูปที่ 4-38 ผลการหยั่งธรณีหลุมเจาะและการออกแบบพัฒนาบ่อน้ำบาดาล ความลึก 1,014 เมตร (ต่อ)



รูปที่ 4-38 ผลการหยั่งธรณีหลุมเจาะและการออกแบบพัฒนาบ่อน้ำบาดาล ความลึก 1,014 เมตร (ต่อ)



รูปที่ 4-38 ผลการหยั่งธรณีหลุมเจาะและการออกแบบพัฒนาบ่อน้ำบาดาล ความลึก 1,014 เมตร (ต่อ)



รูปที่ 4-38 ผลการหยั่งธรณีหลุมเจาะและการออกแบบพัฒนาบ่อน้ำบาดาล ความลึก 1,014 เมตร

4.6 การก่อสร้างและพัฒนาบ่อน้ำบาดาล

1) เจาะขยายบ่อด้วยระบบน้ำโคลน โดยใช้หัวเจาะ PDC ขนาด 12 $^{1/4}$ นิ้ว ที่ความลึก 18-546 เมตร (รูปที่ 4-39)

รูปที่ 4-39 เจาะขยายบ่อด้วยระบบน้ำโคลน

2) หลังจากคว้านบ่อได้ขนาดและความลึกตามที่กำหนดไว้ในแบบแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการเตรียมท่อกรุ ท่อกรองหรือท่อเซาะร่อง รวมทั้งโครงบังคับบ่อ เขียนหมายเลขกำกับไว้บนท่อแต่ละท่อนตามลำดับท่อที่ลงก่อนหลังให้ชัดเจน และตรวจวัดความยาวของท่อแต่ละท่อน แล้วคำนวณตำแหน่งความลึกท่อกรองว่าตรงตามที่กำหนดไว้ในแบบบ่อหรือไม่ (รูปที่ 4-40)

รูปที่ 4-40 ท่อกรุ ท่อกรองหรือท่อเซาะร่อง

3) กรณีนี้พัฒนาบ่อบาดาลแบบไม่เติมกรวด (Natural Pack) โดยจะติดตั้งท่อกรุเหล็ก ขนาด 8 นิ้ว ที่ความลึก 0 – 543 เมตร พร้อมหัวฉีดน้ำปูน (Cement Shoe) ไว้ที่ก้นบ่อ

รูปที่ 4-41 ติดตั้งท่อกรุเหล็ก ขนาด 8 นิ้ว

4) เพิ่มการติดตั้งหัวลอย เพื่อให้ทำหน้าที่เป็นตัวป้องกันการไหลย้อนกลับ (Check Valve) กันไม่ให้ซีเมนต์ที่จะอัดและน้ำโคลนที่อยู่ในหลุมเจาะไหลเข้าท่อกรุซึ่งหัวลอยจะอยู่ส่วนล่างสุดของการติดตั้งท่อกรุต่อเข้ากับท่อกรุโดยวิธีการขันเกลียวหรือการเชื่อม หัวลอยทำจากพีวีซีและมี ball ยางทำหน้าที่เป็น Check Valve โดยหล่อซีเมนต์หุ้มอยู่หัวลอยที่ต่ออยู่ปลายล่างท่อกรุเมื่อติดตั้งเสร็จ จะต้องวางอยู่ที่ระดับเหนือชั้นน้ำที่เลือก หรืออยู่เหนือตำแหน่งที่จะวางท่อกรองอยู่ไม่น้อยกว่า 3 เมตร ทั้งนี้ เผื่อว่าในการอัดซีเมนต์ซึ่งอัดผ่านหัวลอยนั้น จะมีน้ำปูนซีเมนต์บางส่วนถูกดันลงไปในหลุมเจาะซึ่งคาดว่าไม่เกิน 3 เมตร และน้ำปูนซีเมนต์เหล่านี้จะไปอุดชั้นน้ำ จึงควรหลีกเลี่ยงการติดตั้งท่อกรองที่ระดับความลึกดังกล่าว

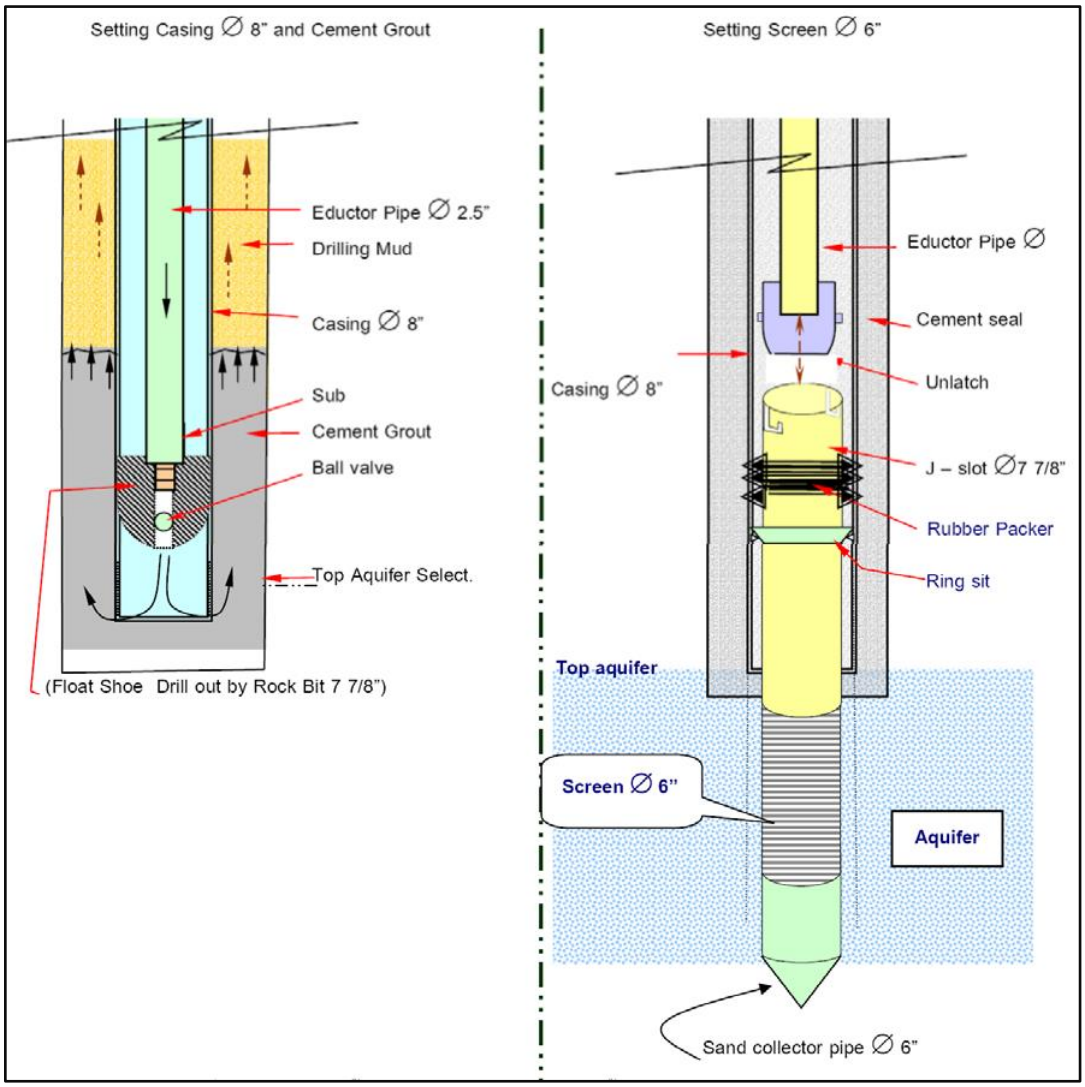
รูปที่ 4-42 การติดตั้งหัวลอย

5) ติดตั้งท่ออัดน้ำปูนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.54 ซม. (2.5 นิ้ว) โดยปลายท่อต้องไปบรรจบกับท่ออัดน้ำปูนโดยวิธีขันเกลียวหรืออัดแน่น สูบอัดน้ำโคลนผ่านท่อและหัวอัดน้ำซีเมนต์ เจือจางน้ำโคลนให้มีความหนืด 32 – 35 เซนติพอยต์ ตามวิธีวัดโดย marsh funnel (รูปที่ 4-43)

6) เตรียมน้ำปูนโดยการผสมปูนผงและน้ำ อัตราส่วน 1:1 ตามปริมาณที่คำนวณไว้และเพิ่มเติมอีกประมาณ 15 % อาจเติมผงเบนโทไนต์ 1 - 3 % เพื่อป้องกันการแข็งตัวเร็วของน้ำปูน สูบอัดน้ำ ซีเมนต์ด้วยเครื่องสูบแรงดันสูงและต่อเนื่องจนน้ำซีเมนต์เอ่อล้นขึ้นมาที่ระดับผิวดิน

7) ถอนท่ออัดน้ำซีเมนต์แล้วทำความสะอาดขณะถอนต้องสังเกตว่าไม่มีการไหลย้อนกลับของน้ำปูนเข้าท่อกรุ และมั่นใจว่าวาล์วปิดเปิดที่หัวอัดน้ำซีเมนต์ทำงานปกติ

รูปที่ 4-43 การอัดซีเมนต์



รูปที่ 4-44 การอัดน้ำปูน (ซ้าย) การติดตั้งท่อกรองและท่อรับทราย (ขวาของบ่อชนิดไม่เติมกรวด (Driscoll, 1987)

8) จากนั้นก็ใช้หัวเจาะ Roller Rock Bit ขนาด 7 $^{7/8}$ นิ้ว ทำการเจาะเอา Cement Shoe ออก แล้วเจาะต่อลงไปอีกในความลึกที่ 606 เมตร (รูปที่ 4-45)

รูปที่ 4-45 อุปกรณ์ที่จะใช้ในการหย่อนท่อเซาะร่องและท่อรับทรายลงไปเพื่อติดตั้ง

9) ติดตั้งท่อเซาะร่องและท่อรับทราย โดยดำเนินการติดตั้งท่อรับทราย ขนาด 6 นิ้ว ที่ส่วนล่างสุดของท่อเซาะร่อง ที่ความลึก 600 - 606 เมตร จากนั้นจะติดตั้งท่อเซาะร่องที่ความลึก 540 – 600 เมตร และที่ส่วนบนสุดของท่อเซาะร่องจะติดตั้งท่อกรุขนาด 8 นิ้ว ที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ ดังนี้ (รูปที่ 4-46 ถึง 4-47)

- ร่องรูปตัวเจ (J) เพื่อใช้สำหรับยึดกับอุปกรณ์ที่จะใช้ในการหย่อนท่อเซาะร่องและท่อรับทรายลงไปเพื่อติดตั้ง ติดตั้งอยู่ด้านในท่อกรุขนาด 8 นิ้ว
- วงแหวนรอบท่อเพื่อใช้ในการติดตั้งชุดท่อรับทราย ท่อเซาะร่อง และท่อกรุ ขนาด 6 นิ้ว กับท่อกรุขนาด 8 นิ้ว โดยวงแหวนจะวางอยู่บนอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ด้านในท่อกรุขนาด 8 นิ้ว
- ชุดยางกันรั่วซึม เพื่อป้องกันน้ำที่อยู่ด้านนอกชุดท่อรับทราย ท่อเซาะร่อง และท่อกรุ ขนาด 6 นิ้ว ไหลเข้ามาบริเวณช่องว่างระหว่างท่อ 6 นิ้ว และท่อกรุขนาด 8 นิ้ว

รูปที่ 4-46 (ก) อุปกรณ์ที่จะใช้ในการหย่อนท่อเซาะร่องและท่อรับทรายลงไปเพื่อติดตั้ง (ข) กรุขนาด 8 นิ้ว และชุดอุปกรณ์ที่ติดตั้งกับท่อกรุ

รูปที่ 4-47 การลงท่อกรุและท่อกรอง

10) การดำเนินงานภายหลังการใส่ท่อกรุ ท่อกรองแล้ว จำเป็นต้องเป่าล้างบ่อน้ำบาดาล เนื่องจากขณะเจาะบ่อนั้นมักจะมีน้ำโคลน คราบน้ำมัน ฯลฯ แทรกตัวเข้าไปในชั้นน้ำบาดาล ดังนั้น จึงจำเป็นต้องทำความสะอาดบ่อบริเวณที่เป็นชั้นน้ำบาดาล เพื่อขจัดสิ่งปนเปื้อนที่เกิดขึ้นในระหว่างการเจาะ เช่น น้ำโคลน เศษดิน เศษหิน ตลอดจนเม็ดดินเม็ดทรายละเอียดออกจากบ่อ เป็นต้น ทำให้กรวดกรุบ่อซึ่งอยู่รอบ ๆ ท่อกรอง หรือท่อเซาะกรองมีการเรียงตัวที่ดี

10.1) การล้างตะกอน เป็นการกำจัดทรายละเอียดและตะกอนทุกชนิดที่อยู่ในบ่อ มีวิธีการคือต่อก้านเจาะโดยใส่หัวเจ็ทไปจนถึงเซาะร่องตัวสุดท้ายแล้วใส่หัวอัดน้ำเพื่อให้น้ำไหลผ่านออกทางท่อเซาะร่องตัวสุดท้ายผ่านผนังบ่อขึ้นมาถึงปากบ่อ ดังแสดงในรูปที่ 4-48

10.2) การฉีดน้ำ (Jetting Action) เป็นการสูบน้ำด้วยแรงดันสูงให้ไหลผ่านหัวเจ็ท ที่ฉีดความแรงสูงจะชำระล้างดินส่วนที่จับกันแน่นให้หลวมตัว โดยจะฉีดไปเรื่อย ๆ จนน้ำที่ขึ้นจากบ่อใส ไม่มีตะกอน

ปริมาณน้ำ ไม่น้อยกว่า 30 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงคุณภาพน้ำจืด ระดับน้ำบาดาลลึก 12.38 เมตรจากระดับผิวดิน ปริมาณสารละลายมวลรวมที่ละลายในน้ำได้ (TDS) 463 มิลลิกรัมต่อลิตร

(ก) การล้างตะกอน

(ข) การฉีดน้ำ

รูปที่ 4-48 การล้างตะกอนและการฉีดน้ำ

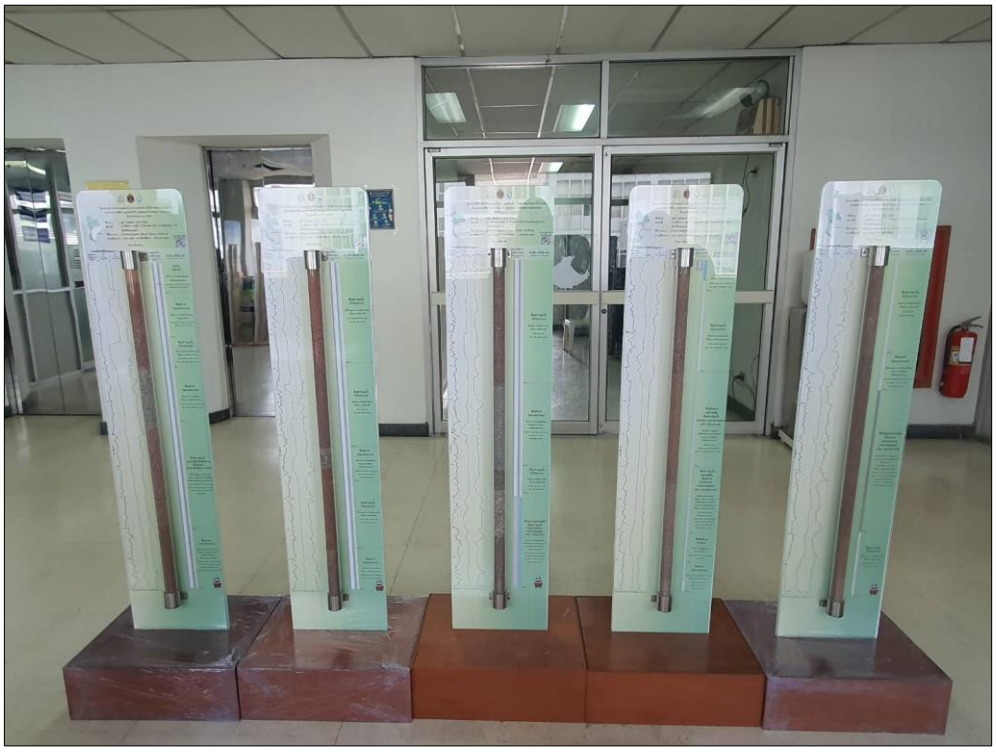
11) จัดทำฐานซีเมนต์ล้อมรอบบ่อ ขนาดกว้าง 2.3 เมตร ยาว 2.3 เมตร และสูง 0.15 เมตร พร้อมทั้งรั้วเหล็กล้อมรอบบ่อ ขนาดกว้าง 2 เมตร ยาว 2 เมตร และสูง 11.2 เมตร

รูปที่ 4-49 การก่อสร้างบ่อน้ำบาดาลพร้อมจัดทำฐานล้อมรอบบ่อ

4.7 การจัดทำชุดตัวอย่างแสดงรายละเอียดชั้นดินหิน

การจัดทำชุดตัวอย่างแสดงรายละเอียดชั้นดินหินของบ่อเจาะสำรวจ ณ บ้านหินขาว หมู่ที่ 15 ตำบลสาวะถี อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น แสดงชั้นดินหินที่ได้จากการเจาะบ่อ โดยจำแนกชั้นดินหินตามลักษณะวิทยาหินประกอบกับข้อมูลการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ แสดงรายละเอียดทุกระยะ 20 เมตร เพื่อใช้เป็นต้นแบบในการศึกษาธรณีวิทยาระดับลึก ความลึก 1,000 เมตร ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดังแสดงในรูปที่ 4-50 ถึง 4-51

รูปที่ 4-50 วิเคราะห์ลักษณะวิทยาหินของตัวอย่างชั้นดินหินจากหลุมเจาะ



รูปที่ 4-51 แสดงตัวอย่างชั้นดินชั้นหิน บ่อเจาะสำรวจระดับลึก 1,000 เมตร

4.8 การสูบทดสอบปริมาณน้ำ

การสูบทดสอบปริมาณน้ำของบ่อน้ำบาดาลโครงการ เพื่อการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย) มีการดำเนินการเจาะผลิตน้ำบาดาล เพื่อศึกษาสภาพธรณีวิทยา ธรณีโครงสร้าง อุทกธรณีวิทยา ทั้งปริมาณและคุณภาพน้ำบาดาล คุณสมบัติทางชลศาสตร์ และเพื่อพัฒนาการเจาะ รวมทั้งเสนอแนะแนวทางการพัฒนาน้ำบาดาลในชั้นหินให้น้ำระดับลึกพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จากข้อมูลบ่อบาดาลบ่อเจาะใหม่ รวมทั้งหมด 3 บ่อ พบว่า เจาะและพัฒนาบ่อโดยได้น้ำจากชั้นน้ำบาดาลประเภทหินแข็งจากหินทราย หินทรายแป้ง ซึ่งพัฒนาได้น้ำจากรอยแตก รอยต่อระหว่างชั้นหินทรายสีน้ำตาลแดง พบว่ามีศักยภาพการให้น้ำปานกลาง

ซึ่งการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลมีขั้นตอนหลักในการดำเนินงาน 3 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมการ การสูบทดสอบปริมาณน้ำในภาคสนาม และการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมาย ซึ่งมีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังนี้

4.8.1 การเตรียมการสูบทดสอบปริมาณน้ำ

ก่อนดำเนินการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลในภาคสนามมีความจำเป็นที่จะต้องเตรียมความพร้อมของข้อมูล และเครื่องมือพร้อมอุปกรณ์ให้เรียบร้อย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการ รวดเร็ว ประหยัดเวลาดำเนินการ และงบประมาณ ดังนี้

1) จัดเตรียมข้อมูลธรณีวิทยาและข้อมูลอุทกธรณีวิทยาในพื้นที่ดำเนินการ และข้อมูลของบ่อน้ำบาดาลที่จะทำการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาล ได้แก่ สถานที่ตั้ง รูปแบบการก่อสร้างบ่อ ขนาดบ่อ ความลึกเจาะ ชนิดชั้นหินให้น้ำบาดาล ประเภทชั้นหินให้น้ำ ระดับน้ำปกติ ระยะวางท่อกรองรับน้ำ ปริมาณน้ำบาดาลเบื้องต้น ฯลฯ เพื่อนำข้อมูลมาเลือกและกำหนดอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาล

2) จัดเตรียมอุปกรณ์เครื่องมือที่จำเป็นสำหรับการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลที่เหมาะสมกับบ่อน้ำบาดาลนั้น ๆ ได้แก่ เครื่องตรวจวัดค่าพิกัดโลก เครื่องยนต์ เครื่องสูบน้ำพร้อมอุปกรณ์ เครื่องวัดระดับน้ำ ตลับเมตร นาฬิกาจับเวลา แบบบันทึกการสูบทดสอบปริมาณน้ำ ถังตวงน้ำเพื่อวัดปริมาณน้ำและเครื่องวัดคุณภาพน้ำในสนามแบบพกพาและอุปกรณ์อื่นที่จำเป็น ดังแสดงในรูปที่ 4-52

เครื่องยนต์ต้นกำลังสำหรับขับปั๊มน้ำบาดาล

หัวจ่ายน้ำ

รถยนต์บรรทุกพร้อมติดตั้งเครนไฮดรอลิค

หัวสูบน้ำแบบเทอร์ไบน์

หัวสูบน้ำแบบโรเตอร์

ปั๊มสูบน้ำ

ท่อส่งน้ำ

แกนเพลาขับปั๊มน้ำ

ประแจคอม้า

ประแจจับท่อ

นาฬิกาจับเวลา

เครื่องหาพิกัด (GPS)

รูปที่ 4-52 แสดงเครื่องมือและอุปกรณ์จำเป็นสำหรับการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาล

ปลั๊กยกท่อ

ประแจล็อคท่อ

ถังตวงปริมาตรน้ำ

เครื่องวัดระดับน้ำ

ตลับเมตร

เครื่องวัดความเร็วรอบเพลา

เครื่องวัดคุณภาพน้ำ

ใบบันทึกข้อมูล

อุปกรณ์สนับสนุนที่จำเป็น

รูปที่ 4-52 แสดงเครื่องมือและอุปกรณ์จำเป็นสำหรับการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาล (ต่อ)

4.8.2 การสูบทดสอบปริมาณน้ำในภาคสนาม

ขั้นตอนการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลในภาคสนาม ดังแสดงในรูปที่ 4-53 มีขั้นตอนดังนี้

1) วัดค่าระดับน้ำปกติเริ่มต้น (Initial Static Water Level, swl) ทั้งในบ่อที่จะทำการสูบน้ำบาดาล และบ่อสังเกตการณ์

2) วัดระยะห่างระหว่างบ่อสูบและบ่อสังเกตการณ์ทุกบ่อ โดยวัดจากกึ่งกลางของบ่อสูบไปที่กึ่งกลางบ่อสังเกตการณ์

3) ทำการติดตั้งเครื่องสูบน้ำในบ่อที่กำหนดให้เป็นบ่อสูบน้ำบาดาลออก

4) ทำการติดตั้งเครื่องวัดระดับน้ำอัตโนมัติแบบพกพา (Recorder) ในบ่อสังเกตการณ์พร้อมตั้งค่าให้อ่านค่าทุก 1 นาที ถ้าไม่มีให้เตรียมเจ้าหน้าที่ประจำบ่อเพื่อติดตามวัดระดับน้ำโดยใช้เครื่องวัดระดับน้ำอัตโนมัติแบบสาย (Electric Tape) ด้วย

5) ดำเนินการทดลองสูบน้ำทิ้ง เพื่อหาอัตราสูบสูงสุดของการสูบที่เหมาะสม พร้อมทั้งวัดรอบ วัดปริมาณน้ำ โดยใช้ถังตวงที่ทราบปริมาตร เมื่อได้อัตราสูบที่เหมาะสมแล้ว เริ่มต้นการสูบทดสอบโดยควบคุมอัตราการสูบให้คงที่ ตลอดระยะเวลาที่กำหนดเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 75 ชั่วโมง จึงหยุดการสูบน้ำ

6) บันทึกเวลาเริ่มต้นการสูบทดสอบตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ โดยจะเริ่มอ่านค่าเวลาและวัดระดับน้ำบาดาลที่ลดลงขณะสูบในบ่อสูบ และและบ่อสังเกตการณ์ ในช่วงเวลาเดียวกัน โดยช่วงเริ่มแรกของการสูบทดสอบจะทำการวัดระดับน้ำลดค่อนข้างถี่ (โดยเฉพาะในช่วง 10 นาทีแรกของการสูบทดสอบ) และหลังจากนั้นก็จะวัดในช่วงเวลาที่ห่างขึ้น จนกระทั่งระดับน้ำคงตัว

7) บันทึกข้อมูลค่าระดับน้ำในขณะสูบ-หลังหยุดสูบ (วัดการคืนตัว) ให้มีความถี่และตามแบบบันทึก (มาตรฐานงานสูบทดสอบของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล-มาตรฐาน ทบ พ 5000-2550)

8) ระหว่างการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลอย่างต่อเนื่องด้วยอัตราสูบคงที่ ควรหมั่นตรวจสอบอัตราการสูบ โดยการใช้ถังตวงวัดปริมาณน้ำและจับเวลา เพื่อตรวจสอบอัตราการสูบควรควบคุมให้คงที่อยู่ตลอดเวลา

9) หยุดสูบและทำการวัดระดับน้ำที่คืนตัว (Recovery) ทั้งในบ่อสูบและบ่อสังเกตการณ์ จนกระทั่งระดับน้ำคืนตัวกลับมาอยู่ที่ระดับน้ำปกติ หรืออย่างน้อย 3-6 ชั่วโมง

10) เก็บน้ำตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำ เพื่อตรวจวิเคราะห์หาค่าการนำไฟฟ้า (EC) ค่าปริมาณสารละลายมวลรวมทั้งหมด (TDS) ทุกชั่วโมงเพื่อติดตามการเคลื่อนที่ของน้ำบาดาลเค็มเข้าสู่บ่อ

11) ค่าที่วัดได้จากการสูบทดสอบปริมาณน้ำคือ อัตราการสูบปริมาณน้ำ (Pumping Rate, Q) ค่าระยะน้ำลด (Drawdown, DD) และเวลา (Time, T) ที่เปลี่ยนไป จากทั้งบ่อสูบและบ่อสังเกตการณ์ และค่าคุณภาพน้ำบาดาลทั้งก่อน-ระหว่าง-หลังสูบ

(ก) การตรวจวัดขนาดของบ่อน้ำบาดาล

(ข) ติดตั้งอุปกรณ์เครื่องสูบน้ำ

(ค) การติดตั้งเครื่องสูบน้ำบาดาล

(ง) การติดตั้งเครื่องสูบน้ำบาดาล

(จ) การติดตั้งเครื่องสูบน้ำบาดาลชนิดเทอร์ไบน์

(ฉ) สูบทดสอบเพื่อคัดเลือกขนาดเครื่องสูบ

(ช) การตรวจสอบปริมาณอัตราการสูบด้วยวิธีวัดตวงปริมาตรน้ำเทียบกับเวลา

(ซ) ตรวจวัดระดับน้ำของบ่อสูบและบ่อสังเกตการณ์

รูปที่ 4-53 (ก)-(ซ) แสดงขั้นตอนการปฏิบัติงานสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลในภาคสนาม

4.8.3 การวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมาย

ผลการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลจะนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดค่าในภาคสนาม ได้แก่ อัตราการสูบปริมาณน้ำ (Pumping Rate, Q) ค่าระดับน้ำบาดาลซึ่งจะวัดระยะน้ำลด (Drawdown, DD) ระยะน้ำคืนตัว (Recovery) และค่าเวลา (Time, T) มาหาคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นหินให้น้ำ ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์ของการซึมได้ (K) ค่าสัมประสิทธิ์ของการจ่ายน้ำ (T) และค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บ (S) โดยเลือกใช้สมการเพื่อหาค่า T, K และ S ด้วยวิธีการคำนวณตามสมการของ Theis Method, Cooper-Jacob Method และวิธี Recovery Method และเลือกใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการวิเคราะห์ ได้แก่ โปรแกรม AquiferTest รุ่น 2016.1 ที่พัฒนาโดย Waterloo Hydrogeologic Inc. ประเทศแคนาดา การคำนวณหาคุณสมบัติของชั้นน้ำบาดาลค่านำชลศาสตร์ครั้งนี้พบว่าชั้นน้ำบาดาลในพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นชั้นน้ำบาดาลประเภทภายใต้แรงดันหรือชั้นหินให้น้ำปิด (Confined Aquifer) เพื่อให้ได้ค่าข้อมูลที่ถูกต้องน่าเชื่อถือมีสภาพใกล้เคียงกับธรรมชาติของชั้นน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษามากที่สุด นอกจากนั้นยังคำนวณหาปริมาณการให้น้ำจำเพาะของบ่อน้ำบาดาล (Specific Capacity, Sc) ปริมาณการให้น้ำสูงสุดของบ่อน้ำบาดาล (Maximum Yield, Qmax) เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในอนาคตสำหรับกำหนดอัตราการสูบรวมถึงสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการสูบทดสอบเพื่อคำนวณหาระยะห่างระหว่างบ่อที่ปลอดภัยที่จะได้รับอิทธิพลจากกรวยน้ำลดกรณีจำเป็นต้องเจาะบ่อน้ำบาดาลมากกว่า 1 บ่อ ในพื้นที่เดียวกัน เพื่อหาปริมาณน้ำที่เหมาะสมของบ่อ (Optimum Yield/Maximum Available Yield) และเลือกเครื่องสูบ จากสมการดังนี้

การคำนวณหาปริมาณน้ำและประสิทธิภาพของบ่อน้ำบาดาล

1) ค่าปริมาณการให้น้ำจำเพาะของบ่อน้ำบาดาล (Specific Capacity, Sc) เป็นข้อมูลสำคัญที่มีประโยชน์อย่างมากที่บอกเกี่ยวกับผลผลิตของบ่อน้ำบาดาลนั้น ซึ่งผลคำนวณที่ได้สามารถนำไปคำนวณหาปริมาณน้ำสูงสุดที่สูบขึ้นมาใช้ได้สำหรับนำไปใช้ในการเลือกเครื่องสูบที่เหมาะสมกับปริมาณน้ำบาดาลของบ่อและความต้องการใช้ คำนวณได้จากสมการ

$$Sc = Q/DD \qquad \text{.....(9)}$$

โดย Sc = ค่าปริมาณการให้น้ำจำเพาะ หน่วย (L^2/T)
Q = อัตราการสูบปริมาณน้ำ หน่วย (L^3/T)
DD = ระยะน้ำลด หน่วย (L)

2) ปริมาณน้ำสูงสุดที่สามารถสูบขึ้นมาใช้ได้ของบ่อ (Maximum Available Yield, Max. Yield) ซึ่งสามารถนำไปใช้ประเมินศักยภาพน้ำบาดาลเชิงปริมาณ เพื่อไปกำหนดเลือกชนิดเครื่องสูบ ขนาดของเครื่องสูบ และระยะลงท่อสูบที่เหมาะสมกับบ่อและความต้องการใช้ได้ โดยคำนวณได้จากสมการ

- <u>กรณีเป็นชั้นหินให้น้ำแบบไร้แรงดัน</u>

  Max. Yield = Sc x (ช่วงบนของท่อกรอง–SWL-3) x0.7 .....(10)

- <u>กรณีเป็นชั้นหินให้น้ำภายใต้แรงดัน</u>

  Max. Yield = Sc x (ช่วงบนของท่อกรอง–SWL-3) .....(11)

โดย Max. Yield = ปริมาณน้ำสูงสุดที่สามารถสูบขึ้นมาใช้ได้ หน่วย (L^3/T)
SWL = ระดับน้ำปกติ หน่วย (L)
Sc = ค่าปริมาณการให้น้ำจำเพาะ หน่วย (-)

โดยค่า 0.7 คือ ค่าแฟคเตอร์ความปลอดภัยของการสูบน้ำ (Safety Factor) ในกรณีที่เป็นชั้นหินให้น้ำไร้แรงดันเพราะระดับน้ำเมื่อสูบบริเวณใกล้บ่อจะเป็นเส้นตรงระดับน้ำจะลดลงกว่าปกติ

3) การคำนวณหาระยะห่าง ระหว่างบ่อที่ปลอดภัย เนื่องจากการกำหนดระยะห่างที่เหมาะสมนั้น โดยทั่วไปจะต้องมีการทดสอบคุณสมบัติชั้นน้ำก่อนเพื่อประเมินระยะที่เหมาะสม โดยใช้ค่ารัศมีอิทธิพล (Radius of Influence) มาใช้ในการพิจารณาถึงขอบเขตพื้นที่ของกรวยน้ำลด (Cone of Depression) ที่เกิดจากการสูบใช้น้ำบาดาล โดยกรวยน้ำลดนั้นจะถูกควบคุมด้วยปัจจัยหลายอย่างทั้งคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นหินให้น้ำ อัตราการสูบ ระยะเวลาการสูบ ความหนาของชั้นหินให้น้ำ อัตราการเติมน้ำ เป็นต้น ซึ่งสำหรับกรณีชั้นหินให้น้ำมีแรงดัน โดยใช้การคำนวณดังต่อไปนี้

- The Cooper-Jacob empirical relationship

$$R = \sqrt{\frac{2.25 \times T \times t}{S}} \quad \text{.....(11)}$$

โดย R = ค่ารัศมีอิทธิพล (L)
T = ค่าสัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำของชั้นหินให้น้ำบาดาล หน่วย (L^2/T)
S = ค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บของชั้นหินให้น้ำบาดาล หน่วย (-)
t = ระยะเวลาการสูบน้ำ (T)

- Adyalkar et al.

$$R = \left(\frac{4Tt}{S}\right)^{1/2} \text{..... (12)}$$

โดย R = ค่ารัศมีอิทธิพล (L)

T = ค่าสัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำของชั้นหินให้น้ำบาดาล หน่วย (L^2 / T)

S = ค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บของชั้นหินให้น้ำบาดาล หน่วย (-)

t = ระยะเวลาการสูบน้ำ (T)

- Strausberg

$$R = 0.5\frac{\sqrt{1.54\times10^{-3}\times T\times 2t}}{S} \text{.....(13)}$$

โดย R = ค่ารัศมีอิทธิพล (L)

T = ค่าสัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำของชั้นหินให้น้ำบาดาล หน่วย (L^2 / T)

S = ค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บของชั้นหินให้น้ำบาดาล หน่วย (-)

t = ระยะเวลาการสูบน้ำ (T)

- Dominico and Schwartz เป็นการคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการสูบ กับรัศมีอิทธิพล โดยกำหนดให้ระยะน้ำลดเป็นค่าคงตัว

$$s = \frac{Q}{4\pi T}\left(-0.5772 - \ln\frac{R^2 S}{4Tt}\right) \text{.....(14)}$$

โดย R = ค่ารัศมีอิทธิพล (L)

T = ค่าสัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำของชั้นหินให้น้ำบาดาล หน่วย (L^2 / T)

S = ค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บของชั้นหินให้น้ำบาดาล หน่วย (-)

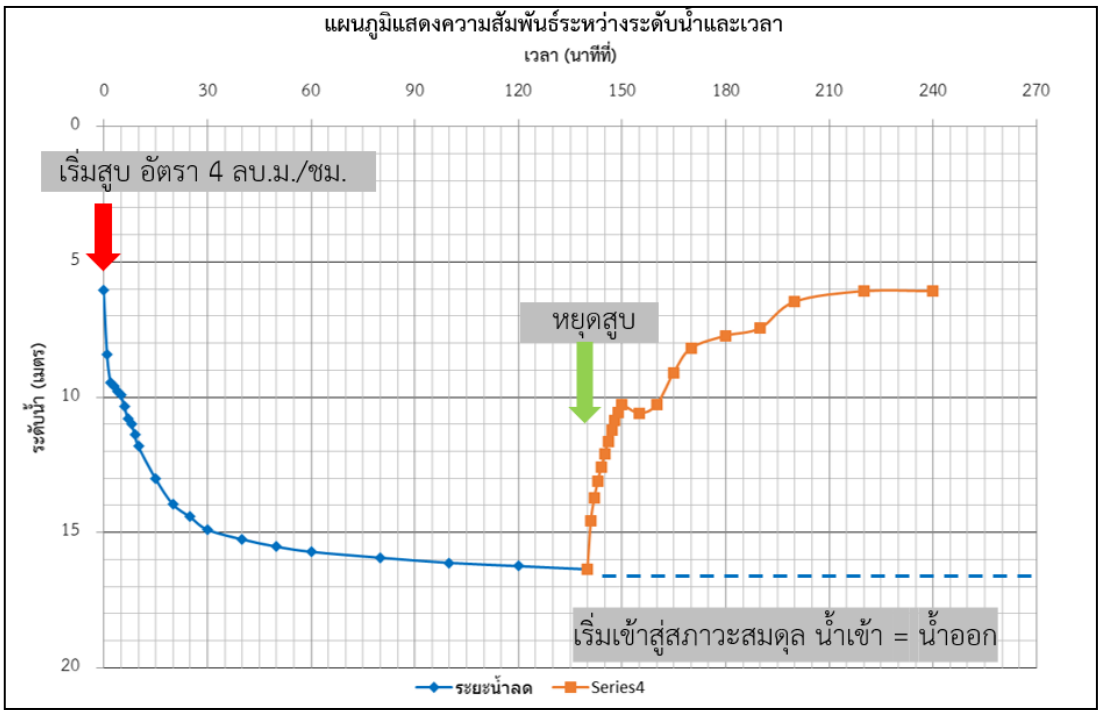
t = ระยะเวลาการสูบน้ำ (T)

s = ระยะน้ำลด (L)

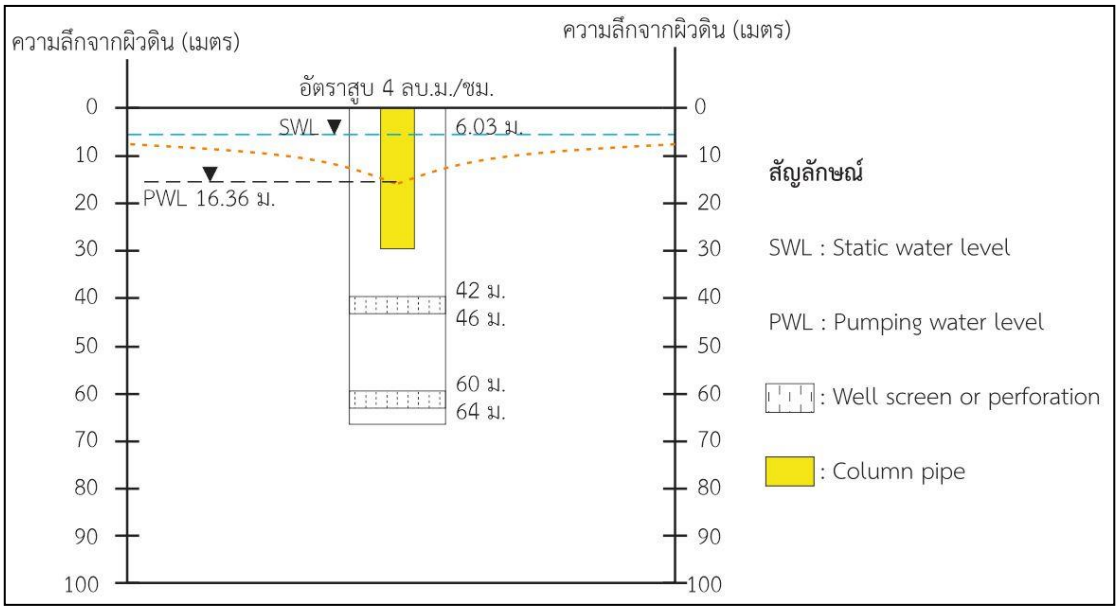
ผลการดำเนินการสูบทดสอบปริมาณน้ำ จำนวนทั้งหมด 3 บ่อ ซึ่งบ่อที่ 2 ได้ดำเนินการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลหลายครั้ง เพื่อให้ทราบถึงพฤติกรรมการไหลของชั้นน้ำบาดาลที่พัฒนาน้ำจากรอยแตก รอยต่อระหว่างชั้นหินทรายสีน้ำตาลแดง เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจถึงพฤติกรรมการไหลของชั้นน้ำบาดาล ผลการสูบทดสอบปริมาณน้ำแยกเป็นรายบ่อ ดังนี้

1) ผลการดำเนินการสูบทดสอบบ่อที่ 1 ความลึกพัฒนา 66 เมตร

บ่อที่ 1 พัฒนาน้ำบาดาลจากรอยแตกหรือรอยต่อระหว่างชั้นหินทรายสีน้ำตาลแดงที่ระดับความลึก 42-46, 60-64 เมตรจากผิวดิน ดำเนินการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลแบบอัตราสูบคงที่ต่อเนื่องแบบบ่อเดี่ยว ด้วยเครื่องสูบแบบเทอร์ไบน์ด้วย เครื่องยนต์ 35 แรงม้า ท่อสูบขนาด 20 แกลลอนต่อนาที สูบทดสอบด้วยอัตราสูบคงที่ 4 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง เป็นระยะเวลา 140 นาที วัดระดับน้ำคืนตัว 100 นาที และระยะวางท่อสูบน้ำที่ 30 เมตร ระดับน้ำปกติก่อนสูบทดสอบอยู่ที่ 6.03 เมตร ระดับน้ำในบ่อสูบลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงระดับความลึกที่ 16.36 เมตร มีระยะน้ำลดอยู่ที่ 10.33 เมตร จากนั้นดำเนินการหยุดสูบวัดค่าระดับน้ำคืนตัว หากทำการสูบต่อเนื่องมีแนวโน้มที่จะเข้าสู่สภาวะสมดุล ดังแสดงในรูปที่ 4-54 และสามารถสรุปรายละเอียดของผลการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลดังแสดงในตารางที่ 4-10 (ก) การวิเคราะห์ค่าคุณสมบัติทางชลศาสตร์ที่สำคัญของชั้นน้ำบาดาลด้วยโปรแกรม Aquifer test แสดงในภาคผนวก ค และตารางที่ 4-10 (ข)



รูปที่ 4-54 (ก) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำที่เกิดขึ้นเทียบกับระยะเวลา บ่อที่ 1



รูปที่ 4-54 (ข) ภาพตัดขวางแสดงอิทธิพลของรัศมีกรวยน้ำลดที่เกิดขึ้นโดยรอบบ่อสูบทดสอบจากการสูบบ่อที่ 1 ด้วยอัตราสูบ 4 ลบ.ม./ชม. เป็นระยะเวลา 140 นาที

ตารางที่ 4-10 (ก) ผลการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลของการสูบบ่อที่ 1

ลำดับที่	ระยะเซาะร่อง (ม.)	วิธีการสูบทดสอบ	ระยะเวลาการสูบ (นาที)	ระยะท่อสูบ (ม.)	ระดับน้ำปกติ (SWL, ม.)	ระดับน้ำลด (PWL, ม.)	ระยะน้ำลด (DD, ม.)
บ่อที่ 1	42-46, 60-64	อัตราสูบคงที่	140	30	6.03	16.36	10.33

ตารางที่ 4-10 (ข) สรุปผลการวิเคราะห์ค่าคุณสมบัติทางชลศาสตร์ที่สำคัญของชั้นน้ำบาดาลบ่อที่ 1

รอบการสูบ	ผลการวิเคราะห์ค่าคุณสมบัติทางชลศาสตร์ที่สำคัญ	
	T ($ม^2$/วัน)	K (ม/วัน)
บ่อที่ 1	$3.78x10^0$	$3.78x10^0$

หมายเหตุ : ความหนาชั้นน้ำ (b) ที่ใช้ในการคำนวณค่า K พิจารณาจากผลการหยั่งธรณีหลุมเจาะ โดยกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1 เมตร

จากผลการสูบทดสอบ สามารถกำหนดอัตราการสูบน้ำสำหรับบ่อผลิตเท่ากับ 4 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง และปริมาณน้ำสูงสุดที่สูบน้ำได้ที่ 12 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง โดยติดตั้งเครื่องสูบน้ำแบบจุ่มใต้น้ำ (Submersible pump) ที่ความลึก 24 เมตร และผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำบาดาลที่เก็บในขณะสูบทดสอบโดยห้องปฏิบัติการ พบว่า คุณภาพน้ำบาดาลอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้อุปโภค

2) ผลการดำเนินการสูบทดสอบบ่อที่ 2 ความลึกพัฒนา 450 เมตร

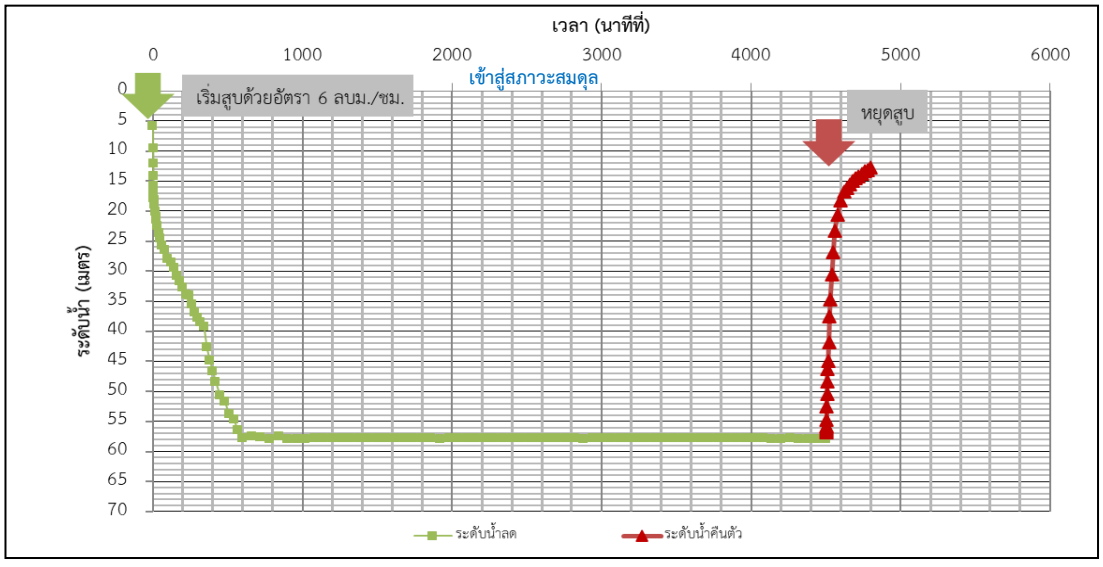
บ่อที่ 2 พัฒนาน้ำบาดาลจากรอยแตกหรือรอยต่อระหว่างหินทรายสีน้ำตาลแดงที่ระดับความลึก 180-198, 258-264, 306-318 เมตรจากผิวดิน ดำเนินการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลแบบอัตราสูบคงที่ต่อเนื่องแบบบ่อเดี่ยว ดังแสดงในรูปที่ 4-55 ด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

- **รอบที่ 1:** สูบทดสอบปริมาณน้ำแบบอัตราสูบคงที่ต่อเนื่องแบบบ่อเดี่ยว ด้วยเครื่องสูบแบบเทอร์ไบน์ เครื่องยนต์ 35 แรงม้า ท่อสูบขนาด 50 แกลลอนต่อนาที สูบทดสอบด้วยอัตราสูบคงที่ด้วยอัตรา 6 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง เป็นระยะเวลา 75 ชั่วโมง วัดระดับน้ำคืนตัว 5 ชั่วโมง และระยะวางท่อสูบน้ำที่ 63 เมตร
- **รอบที่ 2:** สูบทดสอบปริมาณน้ำแบบอัตราสูบคงที่ต่อเนื่องแบบบ่อเดี่ยว ด้วยเครื่องสูบแบบเทอร์ไบน์ เครื่องยนต์ 60 แรงม้า ท่อสูบขนาด 75 แกลลอนต่อนาที สูบทดสอบด้วยอัตราสูบคงที่ด้วยอัตรา 30 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง วัดระดับน้ำคืนตัว 10 ชั่วโมง และระยะวางท่อสูบน้ำที่ 60 เมตร
- **รอบที่ 3:** สูบทดสอบปริมาณน้ำแบบอัตราสูบคงที่ต่อเนื่องแบบบ่อเดี่ยว ด้วยเครื่องสูบแบบเทอร์ไบน์ เครื่องยนต์ 60 แรงม้า ท่อสูบขนาด 75 แกลลอนต่อนาที สูบทดสอบด้วยอัตราสูบคงที่ด้วยอัตรา 30 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง เป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง วัดระดับน้ำคืนตัว 3 ชั่วโมง และระยะวางท่อสูบน้ำที่ 93 เมตร
- **รอบที่ 4:** สูบทดสอบปริมาณน้ำแบบอัตราสูบคงที่ต่อเนื่องแบบบ่อเดี่ยว ด้วยเครื่องสูบแบบเทอร์ไบน์ เครื่องยนต์ 60 แรงม้า ท่อสูบขนาด 75 แกลลอนต่อนาที สูบทดสอบด้วยอัตราสูบคงที่ด้วยอัตรา 30 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง วัดระดับน้ำคืนตัว 3 ชั่วโมง และระยะวางท่อสูบน้ำที่ 93 เมตร

รูปที่ 4-55 การปฏิบัติงานสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาล
บ้านหินขาว ตำบลสาวะถี อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

สรุปผลการดำเนินงานเป็นรายรอบที่ทำการสูบทดสอบ 4 รอบ ดังนี้

- **รอบที่ 1**: กำหนดอัตราการสูบ 6 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง โดยทำการสูบอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 75 ชั่วโมง วางท่อสูบอยู่ที่ระยะ 63 เมตรจากระดับปากบ่อ พบว่า ระดับน้ำในบ่อสูบลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงระดับความลึกที่ 57.86 เมตร มีระยะน้ำลดอยู่ที่ 52.01 เมตร และเข้าสู่สภาวะสมดุลเมื่อสูบไปแล้ว 10 ชั่วโมง สูบต่อเนื่องจนครบ 75 ชั่วโมง จึงดำเนินการหยุดสูบพร้อมบันทึกค่าระดับน้ำคืนตัว เป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมง พบว่าระดับคืนตัวอยู่ที่ 12.72 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 4-56 และสามารถสรุปรายละเอียดของผลการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาล ดังแสดงในตารางที่ 4-11

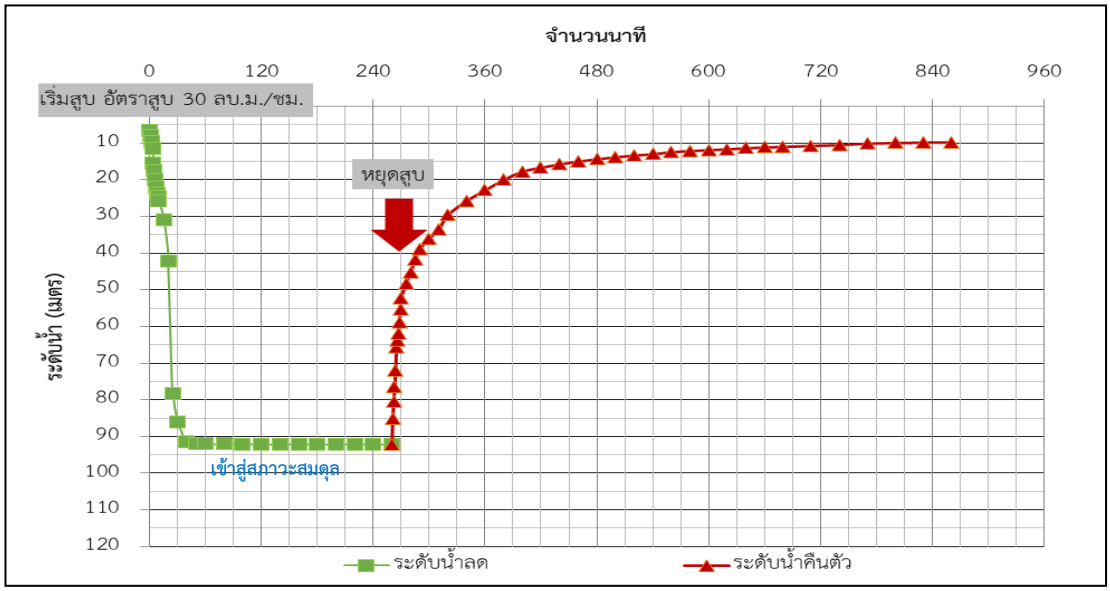


รูปที่ 4-56 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำลดที่เกิดขึ้นเทียบกับเวลาจากการสูบทดสอบน้ำบาดาลด้วยอัตรา 6 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง การสูบรอบที่ 1

ตารางที่ 4-11 สรุปรายละเอียดผลการสูบทดสอบของการสูบรอบที่ 1

ลำดับที่	ระยะเซาะร่อง (ม.)	วิธีการสูบทดสอบ	ระยะเวลาการสูบ (ชม)	ระยะท่อสูบ (ม.)	ระดับน้ำปกติ (SWL, ม.)	ระดับน้ำลด (PWL, ม.)	ระยะน้ำลด (DD, ม.)
รอบที่ 1	180-198, 258-264, 306-318, 384-396, 426-438	อัตราสูบคงที่	75	63	5.85	57.86	52.01

- **รอบที่ 2**: กำหนดอัตราการสูบ 30 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง โดยทำการสูบอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง วางท่อสูบอยู่ที่ระยะ 60 เมตรจากระดับปากบ่อ พบว่าระดับน้ำในบ่อสูบลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงระดับความลึกที่ 92.10 เมตร มีระยะน้ำลดอยู่ที่ 85.52 เมตร และเข้าสู่สภาวะสมดุลเมื่อสูบไปแล้ว 40 นาที สูบต่อเนื่องจนครบ 4 ชั่วโมง จึงดำเนินการหยุดสูบพร้อมบันทึกค่าระดับน้ำคืนตัว เป็นระยะเวลา 10 ชั่วโมง พบว่าระดับคืนตัวอยู่ที่ 9.76 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 4-57 และสามารถสรุปรายละเอียดของผลการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลดังแสดงในตารางที่ 4-12

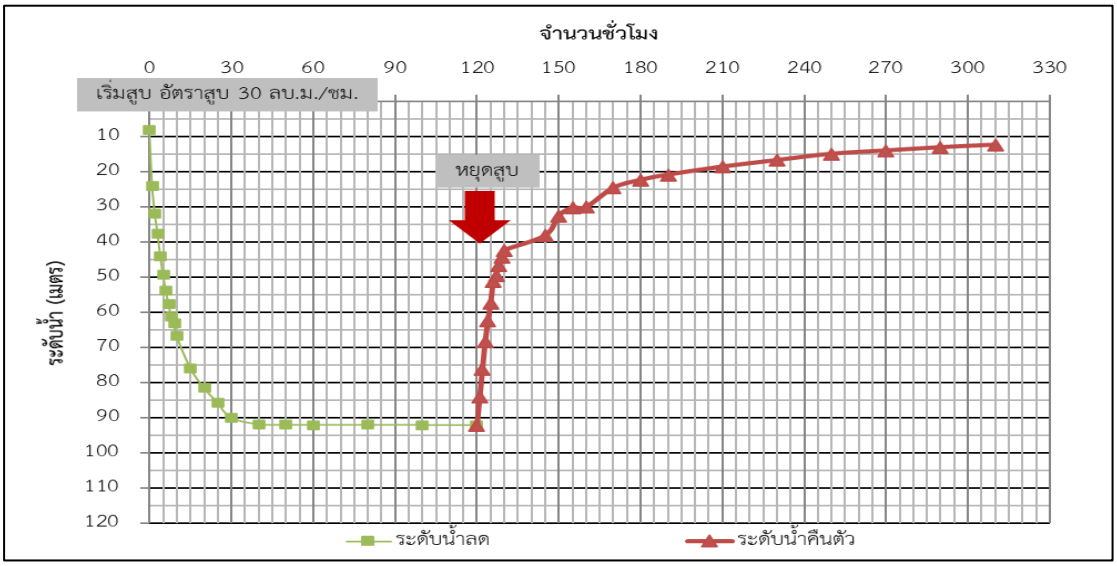


รูปที่ 4-57 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำลดที่เกิดขึ้นเทียบกับเวลาจากการสูบทดสอบน้ำบาดาลด้วยอัตรา 30 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง การสูบรอบที่ 2

ตารางที่ 4-12 สรุปรายละเอียดผลการสูบทดสอบของการสูบรอบที่ 2

ลำดับที่	ระยะเซาะร่อง (ม.)	วิธีการสูบทดสอบ	ระยะเวลาการสูบ (ชม.)	ระยะท่อสูบ (ม.)	ระดับน้ำปกติ (SWL, ม.)	ระดับน้ำลด (PWL, ม.)	ระยะน้ำลด (DD, ม.)
รอบที่ 2	180-198, 258-264, 306-318	อัตราสูบคงที่	4	60	6.85	92.10	85.82

- **รอบที่ 3:** กำหนดอัตราการสูบ 30 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง โดยทำการสูบอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง วางท่อสูบอยู่ที่ระยะ 93 เมตรจากระดับปากบ่อ พบว่าระดับน้ำในบ่อสูบลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงระดับความลึกที่ 92.08 เมตร มีระยะน้ำลดอยู่ที่ 83.87 เมตร และเข้าสู่สภาวะสมดุลเมื่อสูบไปแล้ว 40 นาที สูบต่อเนื่องจนครบ 2 ชั่วโมง จึงดำเนินการหยุดสูบพร้อมบันทึกค่าระดับน้ำคืนตัว เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง พบว่าระดับคืนตัวอยู่ที่ 12.41 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 4-58 และสามารถสรุปรายละเอียดของผลการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลดังแสดงในตารางที่ 4-13

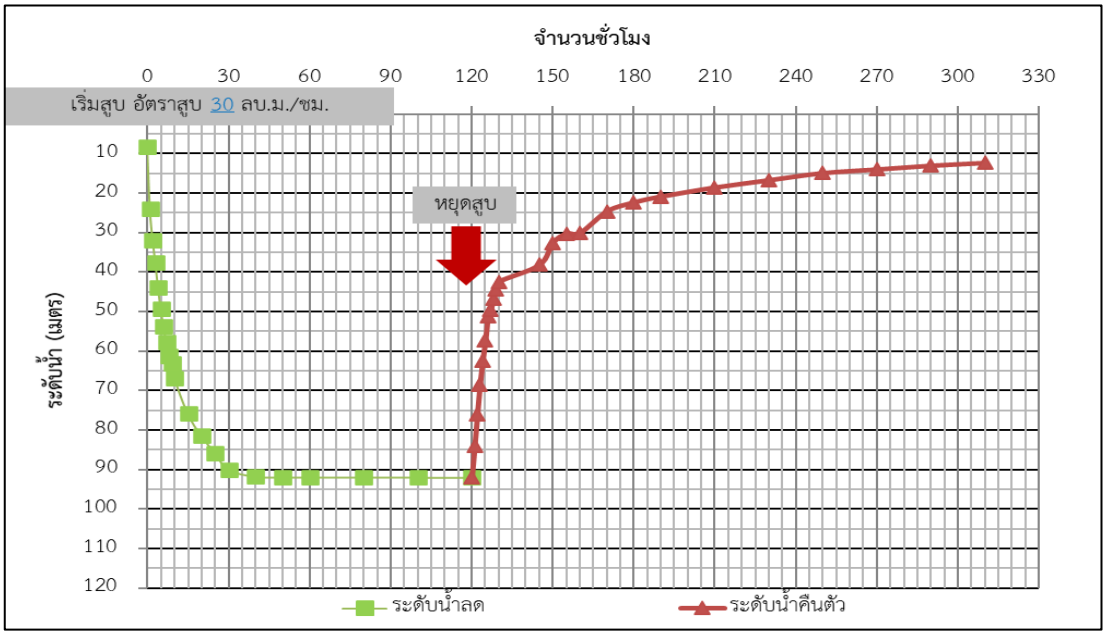


รูปที่ 4-58 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำลดที่เกิดขึ้นเทียบกับเวลาจากการสูบทดสอบน้ำบาดาลด้วยอัตรา 30 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง การสูบรอบที่ 3

ตารางที่ 4-13 สรุปรายละเอียดผลการสูบทดสอบของการสูบรอบที่ 3

ลำดับที่	ระยะเซาะร่อง (ม.)	วิธีการสูบทดสอบ	ระยะเวลาการสูบ (ชม.)	ระยะท่อสูบ (ม.)	ระดับน้ำปกติ (SWL, ม.)	ระดับน้ำลด (PWL, ม.)	ระยะน้ำลด (DD, ม.)
รอบที่ 3	180-198, 258-264, 306-318	อัตราสูบคงที่	2	93	8.21	92.08	83.87

- **รอบที่ 4:** กำหนดอัตราการสูบ 30 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง โดยทำการสูบอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง วางท่อสูบอยู่ที่ระยะ 93 เมตรจากระดับปากบ่อ พบว่าระดับน้ำในบ่อสูบลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงระดับความลึกที่ 92.10 เมตร มีระยะน้ำลดอยู่ที่ 84.15 เมตร และเข้าสู่สภาวะสมดุลเมื่อสูบไปแล้ว 40 นาที สูบต่อเนื่องจนครบ 4 ชั่วโมง จึงดำเนินการหยุดสูบพร้อมบันทึกค่าระดับน้ำคืนตัว เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง พบว่าระดับคืนตัวอยู่ที่ 12.84 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 4-59 และสามารถสรุปรายละเอียดของผลการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลดังแสดงในตารางที่ 4-14



รูปที่ 4-59 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำลดที่เกิดขึ้นเทียบกับเวลาจากการสูบทดสอบน้ำบาดาลด้วยอัตราการสูบ 30 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง การสูบรอบที่ 4

ตารางที่ 4-14 สรุปรายละเอียดผลการสูบทดสอบของการสูบรอบที่ 4

ลำดับที่	ระยะเซาะร่อง (ม.)	วิธีการสูบทดสอบ	ระยะเวลาการสูบ (ชม.)	ระยะท่อสูบ (ม.)	ระดับน้ำปกติ (SWL, ม.)	ระดับน้ำลด (PWL, ม.)	ระยะน้ำลด (DD, ม.)
รอบที่ 4	180-198, 258-264, 306-318	อัตราสูบคงที่	4	93	7.95	92.10	84.15

เมื่อนำผลการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลมาวิเคราะห์หาค่าคุณสมบัติทางชลศาสตร์ที่สำคัญของชั้นน้ำบาดาล พบว่า ชั้นน้ำมีค่าสัมประสิทธิ์ของการซึมได้ (K) อยู่ระหว่าง 1.96-3.16 เมตรต่อวัน ค่าสัมประสิทธิ์ของการจ่ายน้ำ (T) อยู่ระหว่าง 0.64-2.23 ตารางเมตรต่อวัน ดังแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 4-15 ซึ่งจากค่าที่คำนวณได้ บ่งชี้ว่าชั้นน้ำบาดาลมีศักยภาพปานกลาง ให้น้ำหรือจ่ายน้ำได้ปานกลาง

ตารางที่ 4-15 สรุปผลการวิเคราะห์ค่าคุณสมบัติทางชลศาสตร์ที่สำคัญของชั้นน้ำบาดาล

รอบการสูบ	ผลการวิเคราะห์ค่าคุณสมบัติทางชลศาสตร์ที่สำคัญ	
	T (ม^2/วัน)	K (ม/วัน)
รอบที่ 1 อัตราสูบ 6 ลบ.ม./ชม.	2.23x10^0	2.23x10^0
รอบที่ 2 อัตราสูบ 30 ลบ.ม./ชม.	3.16x10^0	1.05x10^0
รอบที่ 3 อัตราสูบ 30 ลบ.ม./ชม.	3.03x10^0	1.01x10^0
รอบที่ 4 อัตราสูบ 30 ลบ.ม./ชม	1.96x10^0	6.40x10^{-1}
(ต่ำสุด-สูงสุด)	**1.96-3.16 x10^0**	**6.40x10^{-1} – 2.23x10^0**
***ค่าตัวแทนของบ่อ**	**3.16x10^0**	**1.05x10^0**

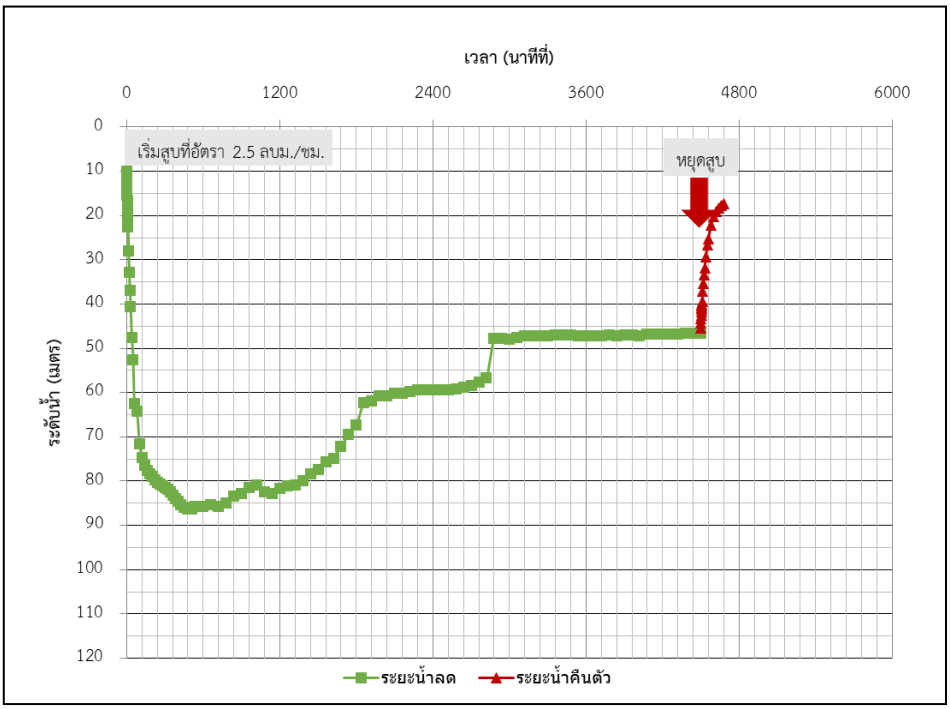
หมายเหตุ : *ความหนาชั้นน้ำ (b) ที่ใช้ในการคำนวณค่า K พิจารณาจากผลการหยั่งธรณีหลุมเจาะ โดยกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1 เมตร*

**ค่าตัวแทนของชั้นน้ำ โดยคัดเลือกจากระยะเวลาการสูบ 4 ชั่วโมง ด้วยอัตราการสูบ 30 ลบ.ม./ชม.*

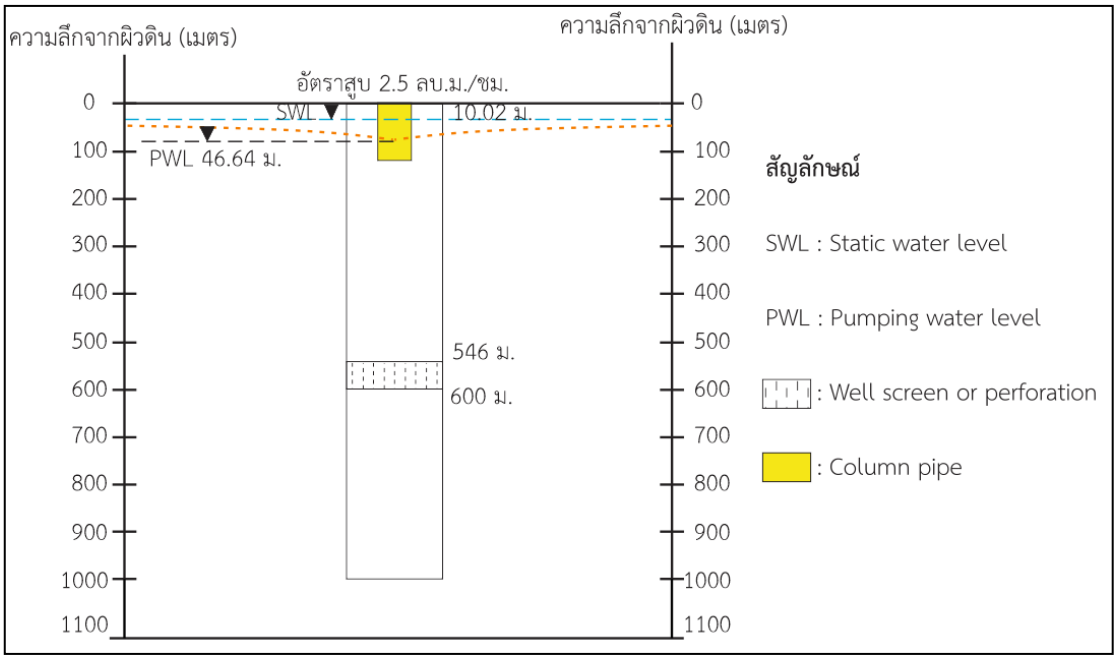
จากผลการสูบทดสอบ สามารถกำหนดอัตราการสูบน้ำสำหรับบ่อผลิต ปริมาณน้ำ 30 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง และปริมาณน้ำสูงสุดที่สูบน้ำได้ที่ 60 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง โดยติดตั้งเครื่องสูบน้ำแบบจุ่มใต้น้ำ (Submersible pump) ที่ความลึกไม่น้อยกว่า 90 เมตร

3) ผลการดำเนินการสูบทดสอบบ่อที่ 3 ความลึกพัฒนา 606 เมตร

พัฒนาน้ำบาดาลจากรอยแตก/รอยต่อระหว่างชั้นหินทรายสีน้ำตาลแดง ที่ระดับความลึก 546-600 เมตรจากผิวดิน ดำเนินการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลแบบอัตราสูบคงที่ต่อเนื่องแบบบ่อเดี่ยว ด้วยเครื่องสูบแบบเทอร์ไบน์ด้วย เครื่องยนต์ 35 แรงม้า ท่อสูบขนาด 10 แกลลอนต่อนาที สูบทดสอบด้วยอัตราสูบคงที่ 2.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง เป็นระยะเวลา 75 ชั่วโมง วัดระดับน้ำคืนตัว 3 ชั่วโมง และระยะวางท่อสูบน้ำที่ 120 เมตรจากระดับปากบ่อ ระดับน้ำปกติก่อนสูบทดสอบอยู่ที่ 10.02 เมตร พบว่าเมื่อสูบไป 8 ชั่วโมง ระดับน้ำในบ่อสูบลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงระดับความลึกที่ 86.25 เมตร มีระยะน้ำลดอยู่ที่ 76.23 เมตร ปรากฏระดับน้ำเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งอาจจะเกิดได้หลายปัจจัย เช่น บ่อในบริเวณใกล้เคียงหยุดการสูบน้ำ หรือในช่วงเวลานั้นมีน้ำเติมเข้าบ่อมากกว่าปริมาณที่สูบออก เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 4-60 (ก)-รูปที่ 4-60 (ข) และสามารถสรุปรายละเอียดของผลการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลดังแสดงในตารางที่ 4-16



รูปที่ 4-60 (ก) กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำที่เกิดขึ้นเทียบกับระยะเวลา บ่อที่ 3



รูปที่ 4-60 (ข) ภาพตัดขวางแสดงอิทธิพลของรัศมีกรวยน้ำลดที่เกิดขึ้นโดยรอบบ่อสูบทดสอบ จากการสูบบ่อที่ 3 ด้วยอัตราสูบ 2.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง เป็นระยะเวลา 75 ชั่วโมง

ตารางที่ 4-16 (ก) ผลการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลของการสูบบ่อที่ 3

ลำดับที่	ระยะเซาะร่อง (ม.)	วิธีการสูบทดสอบ	ระยะเวลาการสูบ (ชม.)	ระยะท่อสูบ (ม.)	ระดับน้ำปกติ (SWL, ม.)	ระดับน้ำลด (PWL, ม.)	ระยะน้ำลด (DD, ม.)
บ่อที่ 3	546-600	อัตราสูบคงที่	75	120	10.02	46.64	36.62

ตารางที่ 4-16 (ข) สรุปผลการวิเคราะห์ค่าคุณสมบัติทางชลศาสตร์ที่สำคัญของชั้นน้ำบาดาลบ่อที่ 3

รอบการสูบ	ผลการวิเคราะห์ค่าคุณสมบัติทางชลศาสตร์ที่สำคัญ	
	T ($ม^2$/วัน)	K (ม/วัน)
บ่อที่ 3	5.89×10^{-1}	1.18×10^{-1}

หมายเหตุ : *ความหนาชั้นน้ำ (b) ที่ใช้ในการคำนวณค่า K พิจารณาจากผลการหยั่งธรณีหลุมเจาะ โดยกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1 เมตร*

ผลการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลจำนวน 3 บ่อ พื้นที่บ้าหินขาว หมู่ที่ 15 ตำบลสาวะถี อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น พบว่า **บ่อที่ 1** ความลึกเจาะ 66 เมตร ความลึกพัฒนา 66 เมตร ระยะเซาะร่อง 42-46, 60-64 เมตร ระยะน้ำลด 16.36 เมตร คุณภาพน้ำดี อยู่ในเกณฑ์น้ำอุปโภคบริโภค ปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายน้อยกว่า 500 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าสัมประสิทธิ์ของการจ่ายน้ำ 3.78 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ค่าสัมประสิทธิ์ของการซึมได้ 3.78 เมตรต่อวัน ปริมาณน้ำสูงสุดที่สูบน้ำได้ 13 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง **บ่อที่ 2** ความลึกเจาะ 702 เมตร ความลึกพัฒนา 450 เมตร ระยะเซาะร่อง 180-198, 258-264, 306-318 เมตร ระยะน้ำลด 52-92 เมตร คุณภาพน้ำกร่อย-เค็ม เกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำอุปโภคบริโภค ปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายมากกว่า 4,800 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าสัมประสิทธิ์ของการจ่ายน้ำ 3.16 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ค่าสัมประสิทธิ์ของการซึมได้ 1.05 เมตรต่อวัน ปริมาณน้ำสูงสุดที่สูบน้ำได้ 49 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน และ**บ่อที่ 3** ความลึกเจาะ 1,014 เมตร ความลึกพัฒนา 606 เมตร ระยะเซาะร่อง 560-600 เมตร ระยะน้ำลด 76.23 เมตร คุณภาพน้ำดี อยู่ในเกณฑ์น้ำอุปโภคบริโภค ปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายน้อยกว่า 500 มิลลิกรัม/ลิตร ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำบาดาลที่เก็บในขณะสูบทดสอบโดยห้องปฏิบัติการ พบว่า คุณภาพน้ำบาดาลอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้อุปโภค รายละเอียดในภาคผนวก ง ค่าสัมประสิทธิ์ของการจ่ายน้ำ 0.589 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ค่าสัมประสิทธิ์ของการซึมได้ 0.118 เมตรต่อวัน ปริมาณน้ำสูงสุดที่สูบน้ำได้ 9 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ดังแสดงในตารางที่ 4-17

ตารางที่ 4-17 สรุปผลการดำเนินงานสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาล จำนวน 3 บ่อ

หมายเลขบ่อ	พิกัดตะวันออก	พิกัดเหนือ	ขนาดบ่อ (มม.)	ความลึกเจาะ (ม.)	ความลึกพัฒนา (ม.)	ระยะห่อสูบ (ม.)	ระยะเพาะร่อง (ม.)	ค่าระยะเพาะร่องด้านบนสุด	วิธีการสูบทดสอบ	ระยะเวลาการสูบ (ชม.)	ระยะเวลาการฟื้นตัว (ชม.)	ชนิดเครื่องสูบน้ำ	วิธีการวัดอัตราการสูบ	อัตราการสูบน้ำ (ม^3/ชม.)	ระดับน้ำปกติ (SWL, ม.)	ระดับน้ำลด (PL, ม.)	ระยะน้ำลด (DD, ม.)	ปริมาณการให้น้ำจำเพาะ (SC) (ม^3/ชม.)	ปริมาณน้ำสูงสุดที่สูบน้ำได้จากการคำนวณ	ค่าคุณสมบัติทางชลศาสตร์ที่สำคัญ	
																				T (ม^2/วัน)	K (ม/วัน)
บ่อที่ 1	248849	1831566	42-46, 60-64	66	66	30	42-46,60-64	120	อัตราสูบคงที่/แบบบ่อเดียว	140 นาที	100 นาที	Turbine pump	ตวง	4	6.03	16.36	16.36	0.24	13	$3.78x10^{0}$	$3.78x10^{0}$
บ่อที่ 2	248864	1831509	200	702	450	93	180-198,258-264, 306-318		อัตราสูบคงที่/แบบบ่อเดียว	4/2/4	10/3/3	Turbine pump	ตวง	30/30/30	6.58	8.21	52.00-92.10	0.35	49	$3.16x10^{0}$	$1.05x10^{0}$
บ่อที่ 3	248865	1831548	200 (0-546) 150 (546-606)	1,014	606	120	546-600	120	อัตราสูบคงที่/แบบบ่อเดียว	75	3	Turbine pump	ตวง	2.5	10.02	46.64	76.23	0.03	9	$5.89x10^{1}$	$1.18x10^{1}$

4.9 การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีน้ำ และอุทกวิทยาไอโซโทป

การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีน้ำ และอุทกวิทยาไอโซโทป จะเน้นการสำรวจแหล่งน้ำผิวดิน ครอบคลุมทั้งพื้นที่จังหวัดขอนแก่น เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษาอุทกวิทยาไอโซโทป ซึ่งข้อมูลทั้งหมดนำมาใช้สำหรับศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของน้ำบาดาล เพื่อหาประเภทของน้ำ แหล่งที่มาของน้ำบาดาล และอายุน้ำบาดาลระดับลึก

4.9.1 การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีน้ำ

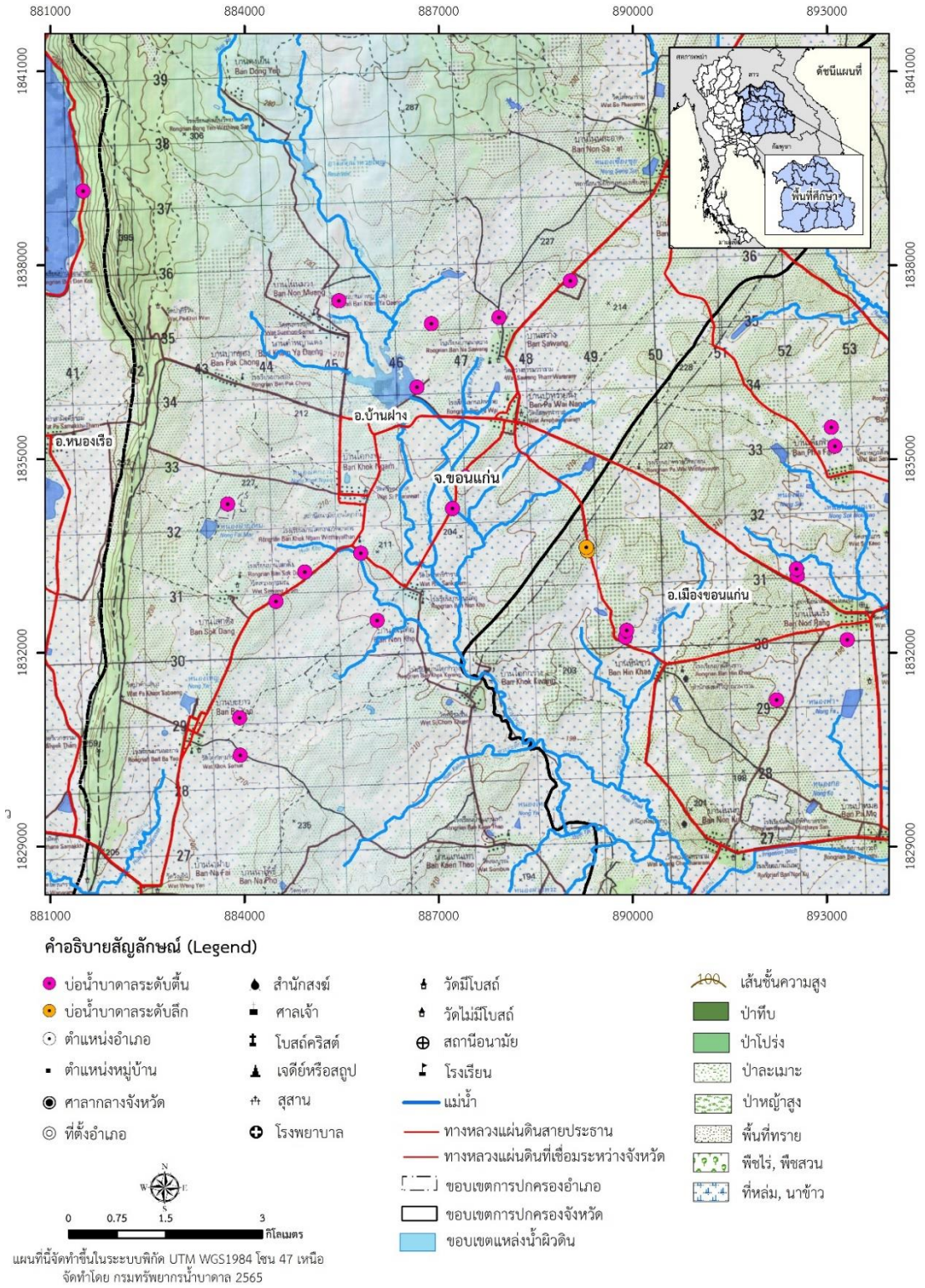
การคัดเลือกพื้นที่เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมีแบบสมบูรณ์ ระดับความลึก 6-150 เมตร เนื่องจากคาดว่าเป็นพื้นที่รับน้ำ (Recharge Area) ของพื้นที่ตำบลสาวะถี อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น การเก็บตัวอย่างน้ำต้องมีตำแหน่งที่ตั้งที่แน่นอน สามารถเก็บตัวอย่างน้ำได้ ในการศึกษาครั้งนี้ดำเนินการเก็บแหล่งน้ำผิวดินและน้ำบาดาล จำนวนทั้งสิ้น 23 ตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ 4-61

1) การเก็บน้ำตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์เคมีแบบสมบูรณ์

การเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลเพื่อการวิเคราะห์แบบสมบูรณ์มีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะมีผลต่อความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ ดังนั้น การเก็บตัวอย่างจะต้องดำเนินการตามวิธีที่ได้กำหนดไว้ในมาตรฐาน ทบ. พ 7000-2550 โดยมีรายละเอียดการเก็บตัวอย่าง การวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาล และผลการวิเคราะห์น้ำบาดาล ดังนี้

- วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาล มี 2 แบบ คือ การเก็บตัวอย่างแบบตัก (Grab Sampling) เป็นการเก็บตัวอย่างโดยใช้เครื่องตัก (Bailer) กระบอกสูบ (Syringe Sampler) และกระบอกลักน้ำ (Thief Sampler) และการเก็บตัวอย่างแบบผสม เป็นการเก็บตัวอย่างต่อเนื่องโดยใช้การสูบน้ำด้วยเครื่องสูบ ซึ่งจะใช้การเก็บน้ำแบบตักร่วมด้วยก็ได้ ทั้งนี้การเก็บตัวอย่างแบบผสมควรเก็บตัวอย่างหลาย ๆ ครั้ง ในแต่ละช่วงเวลา เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำบาดาล
- การเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลเริ่มตั้งแต่การวางแผนการเก็บตัวอย่างน้ำตามวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ มีรายละเอียดดังนี้

1) การกำหนดวัตถุประสงค์ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนเริ่มต้นในการเตรียมเก็บตัวอย่างก่อนปฏิบัติงานในภาคสนามซึ่งมีความสำคัญมาก เนื่องจากเกี่ยวข้องโดยตรงกับการระบุคุณภาพและระดับความน่าเชื่อถือของข้อมูล ซึ่งจะสัมพันธ์กับการระบุจำนวนตัวอย่าง ความถี่การเก็บตัวอย่าง และการเลือกวิธีการควบคุมคุณภาพ



รูปที่ 4-61 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

2) ปริมาณน้ำตัวอย่าง ตัวอย่างน้ำบาดาลที่เก็บควรมีปริมาณมากพอที่จะนำมาวิเคราะห์พารามิเตอร์ที่ต้องการ และปฏิบัติตามประกาศกรมทรัพยากรธรณี ฉบับที่ 9 พ.ศ. 2542 ออกตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมตามพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาล

3) การเก็บตัวอย่างน้ำบาดาล การเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลเพื่อวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมี ให้ดำเนินการตามที่ระบุในประกาศกรมทรัพยากรธรณี ฉบับที่ 9 พ.ศ. 2542 ออกตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมตามพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 เรื่องกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาล ดังนี้

3.1) การเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลจากบ่อน้ำบาดาลที่เจาะใหม่ ให้เก็บในขณะทำการสูบทดสอบปริมาณน้ำควรทำการเก็บตัวอย่างน้ำก่อนทำการหยุดสูบประมาณ 15 นาที

3.2) การเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลจากบ่อบาดาลที่ได้รับใบอนุญาตใช้น้ำบาดาลแล้ว ให้เก็บหลังจากการเริ่มสูบน้ำใช้ในวันที่จะเก็บตัวอย่างน้ำไปแล้วไม่น้อยกว่า 15 นาที การเก็บน้ำจากบ่อน้ำบาดาลต้องสูบน้ำเก่าที่ขังบ่อออกก่อนการเก็บตัวอย่างน้ำ เพื่อให้ค่าความเป็นกรดด่างและค่าความนำไฟฟ้าคงที่

4) การตรวจวัดพารามิเตอร์ในสนามอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับตรวจวัดพารามิเตอร์ในสนาม เช่น เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ต้องทำการปรับเทียบ (Calibrate) อุปกรณ์เหล่านี้ตามคู่มือ นอกจากนั้นภาชนะที่ใช้บรรจุตัวอย่างน้ำบาดาลจะต้องทำความสะอาด

5) การรักษาสภาพตัวอย่างน้ำบาดาลจำเป็นต้องขนส่งน้ำตัวอย่างไปยังห้องปฏิบัติการ ต้องทำการรักษาสภาพน้ำตัวอย่างให้ใกล้เคียงกับสภาวะเดิมของน้ำก่อนทำการวิเคราะห์ ควรทำการเก็บรักษาสภาพน้ำตัวอย่างอ้างอิงวิธีการตามที่ระบุใน Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (Arnold, et al., 2005) และตามที่ระบุในประกาศกรมทรัพยากรธรณี ฉบับที่ 9 พ.ศ. 2542 ออกตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมตามพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาล

6) การวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาล

2) การวิเคราะห์คุณภาพน้ำผิวดิน

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำผิวดินแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การตรวจวัดคุณภาพตัวอย่างน้ำผิวดินในสนาม และการตรวจวัดคุณภาพน้ำตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- การตรวจวัดคุณภาพน้ำตัวอย่างในสนามพารามิเตอร์ที่ควรตรวจวัดในสนาม ได้แก่ ค่าความนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity, EC) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อุณหภูมิ ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen, DO) ค่าศักย์รีดอกซ์ (Redox Potential, Eh) เป็นต้น ซึ่งพารามิเตอร์เหล่านี้ต้องทำการตรวจวัดในสนามทันที เพื่อให้การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำตัวอย่างน้อยที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 4-62
- การตรวจสอบคุณภาพน้ำผิวดินในห้องปฏิบัติการการตรวจสอบคุณภาพน้ำบาดาลตามมาตรฐาน Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Environmental Federation, 2005) และประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 20 (พ.ศ. 2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 117 ตอนพิเศษ 95 ง ลงวันที่ 15 กันยายน 2543 โดยการตรวจวัดคุณภาพน้ำตัวอย่าง จำแนกเป็นการตรวจวัดพารามิเตอร์ทั่วไป ซึ่งประกอบด้วยคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี และสารพิษ และการตรวจวัดคุณภาพน้ำตัวอย่างทางบักเตรี ทั้งนี้วิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำบาดาลสามารถใช้วิธีวิเคราะห์อื่น ๆ ที่เหมาะสมตาม Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater เพื่อศึกษาศักยภาพน้ำบาดาลเชิงคุณภาพน้ำ จึงทำการคัดเลือกบ่อน้ำบาดาลที่เป็นตัวแทนครอบคลุมทั้งพื้นที่ตำบลสาวะถี อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ในการจัดเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบสมบูรณ์ จำนวน 23 ตัวอย่าง รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ง แบ่งเป็นน้ำผิวดิน 2 ตัวอย่าง และน้ำบาดาล 21 ตัวอย่าง ซึ่งการจัดเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลเพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลแบบสมบูรณ์ โดยจัดเก็บตัวอย่างน้ำใส่ในขวด 500 มิลลิลิตร จำนวน 2 ขวด ขวดแรกเก็บน้ำตัวอย่างในสภาพปกติ ขวดที่สองเก็บตัวอย่างน้ำพร้อมเติมสารคงภาวะ (Preservative Reagent, 1: 1 Nitric Acid) 2 มิลลิลิตร เพื่อรักษาสภาพตัวอย่างน้ำ พร้อมเขียน ชื่อบ่อ สถานที่ตั้งบ่อ ลงบนฉลากปิดขวด พร้อมจัดส่งตัวอย่างน้ำเพื่อส่งวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ของกองวิเคราะห์น้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล เพื่อให้ทราบถึงคุณภาพน้ำบาดาลทั้งทางกายภาพและทางเคมี (ไม่รวมโลหะหนัก)

รูปที่ 4-62 การเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลและน้ำผิวดินเพื่อการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมีแบบสมบูรณ์

3) ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

สำหรับรูปแบบการกระจายของคุณภาพน้ำทางเคมีของน้ำผิวดิน (Hydrochemistry) มาจากข้อมูลการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลเพื่อการวิเคราะห์แบบสมบูรณ์ จำนวนทั้งสิ้น 23 ตัวอย่าง วิเคราะห์โดยห้องปฏิบัติการของกองวิเคราะห์น้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล มีรายละเอียดผลการวิเคราะห์ เมื่อนำมาคำนวณความสมดุลของไอออนบวกและไอออนลบ (Ionic Balance) ที่ประกอบอยู่ในน้ำบาดาล โดยอาศัยหลักการที่ว่าไอออนบวกและไอออนลบในน้ำบาดาล ควรอยู่ในสภาวะที่สมดุลซึ่งกันและกัน โดยคำนวณจากสมการ

$$\text{Error of Ion Balance} = \frac{(\sum\text{cations}-\sum\text{antions})}{(\sum\text{cations}+\sum\text{antions})} * 100\%$$

โดยที่ ∑cations คือ ผลรวมของไอออนบวก
∑antions คือ ผลรวมของไอออนลบ

จากการคำนวณ พบว่า ตัวอย่างน้ำบาดาลที่มีค่าสมดุลของไอออนไม่เกิน 5% จำนวน 20 ตัวอย่าง และมากกว่า 5% จำนวน 2 ตัวอย่าง ซึ่งไม่นำมาใช้วิเคราะห์ประมวลผล รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4-18 เมื่อนำมาวิเคราะห์รูปแบบทางเคมีของน้ำบาดาลโดยใช้แผนภูมิไปเปอร์ (Piper Diagram) ตามวิธีการของ Galloway and Kaiser (1980) ได้ ดังแสดงในรูปที่ 4-63 ซึ่งมีการจัดกลุ่มตามไอออนหลักที่พบในน้ำบาดาลของกลุ่มไอออนบวกและไอออนลบ โดยผ่านทางโปรแกรมสำเร็จรูป Aquachem 4.0 ของ Waterloo Hydrogeologic Inc. เพื่อนำมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลทางชลศาสตร์ใช้ประโยชน์ในการจำแนกลักษณะของพื้นที่ตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำบาดาลเมื่อความลึกเปลี่ยนไปของ David G. Pyne (1995) น้ำที่ไหลผ่านบรรยากาศลงไปสะสมในชั้นน้ำบาดาล จะเกิดการละลาย

ตารางที่ 4-18 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบสมบูรณ์ และค่าสมดุลไอออน (Ion Balance)

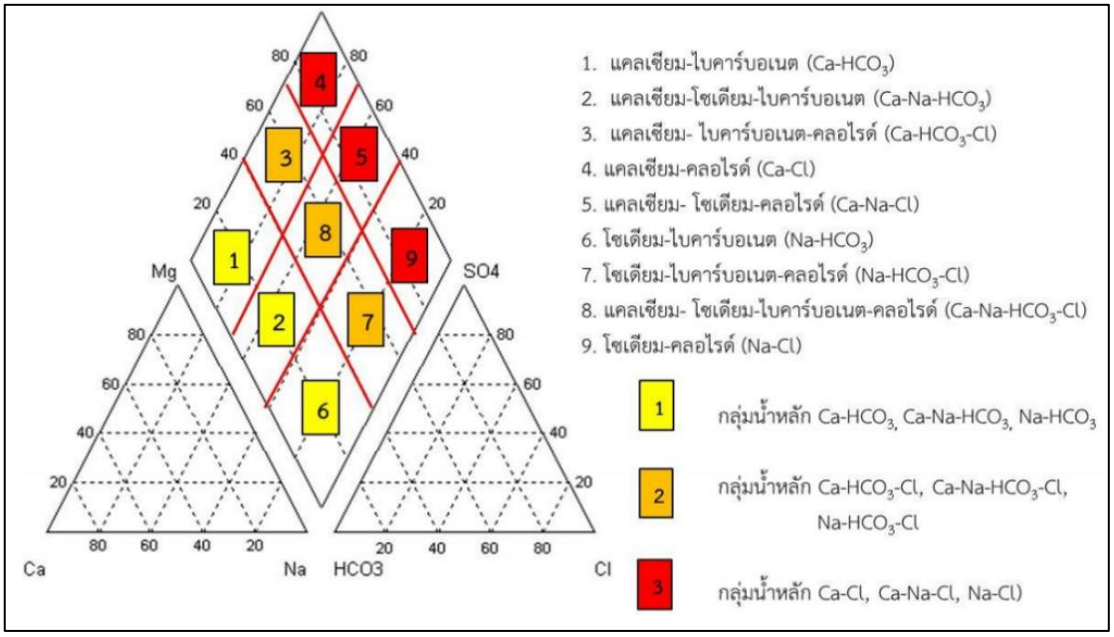
ลำดับ	UTME	UTMN	สถานที่	หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	ความลึกบ่อ	ระดับน้ำ	pH	EC	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบสมบูรณ์ และค่าสมดุลไอออน (Ion Balance)								% Ion balance	Water type
												Cation				Anion					
												Ca	Mg	Na	K	HCO3	CO3	Cl	SO4		
1	252730	1833016	บ้านคุณจันทร์สด หินวิเศษ บ้านเพี้ยฟาน	13	สาวะถี	เมือง	ขอนแก่น	45	1.9	7.3	721.0	130.0	10.0	28.0	0.6	501.0	-	4.8	1.0	1.0%	Ca HCO3
2	252092	1831031	บ้าน ดร.ดวงเนตร ชาสุวรรณ (บ่อข้างบ้าน) บ้านโนนรัง	16	สาวะถี	เมือง	ขอนแก่น	48	5.5	7.8	537.0	82.0	12.0	21.0	2.1	341.0	-	7.2	3.0	1.6%	Ca HCO3
3	249412	1830161	บ้านตาตะวัน บ้านหินขาว	15	สาวะถี	เมือง	ขอนแก่น	54	3.4	7.9	673.0	110.0	14.0	24.0	1.4	442.0	-	9.6	1.0	1.2%	Ca HCO3
4	252834	1830018	บ้านนายนิเทศ แสงศรีเรือง บ้านโนนรัง	16	สาวะถี	เมือง	ขอนแก่น	60	5.0	7.5	418.0	62.0	6.4	16.0	1.1	252.0	-	8.0	<1	0.4%	Ca HCO3
5	252081	1831135	บ้าน ดร.ดวงเนตร ชาสุวรรณ (บ่อกลางนา) บ้านโนนรัง	16	สาวะถี	เมือง	ขอนแก่น	18	3.3	8.3	18700.0	190.0	32.0	4400.0	16.0	483.0	18.0	5,700.0	1,400.0	1.5%	Na Cl
6	249436	1830263	บ้านนายอรทัย เขนน้อย บ้านหินขาว	15	สาวะถี	เมือง	ขอนแก่น	20	3.7	8.1	214.0	29.0	4.7	8.4	1.0	128.0	-	2.4	5.0	1%	Ca HCO3
7	252683	1833308	บ้านนายพิเชษฐ์ แสงศรีเรือง บ้านเพี้ยฟาน	13	สาวะถี	เมือง	ขอนแก่น	28	0.1	7.6	292.0	45.0	4.8	9.2	0.6	177.0	-	4.0	2.0	0%	Ca HCO3
8	245366	1831581	บ้านนายอัศวิน ทัดทาน บ้านโคกงาม	8	โคกงาม	บ้านฝาง	ขอนแก่น	48	3.3	8.4	664.0	70.0	7.1	76.0	0.7	408.0	5.0	17.0	2.0	1.3%	Ca Na HCO3
9	246804	1832227	วัดป่าหวายนั่ง บ้านป่าหวายนั่ง	1	ป่าหวายนั่ง	บ้านฝาง	ขอนแก่น	52	8.7	8.0	760.0	110.0	16.0	38.0	0.7	483.0	-	14.0	1.0	0.9%	Ca HCO3
10	244494	1831314	เฉลิราการเกษตร บ้านโนนค้อ	2	โคกงาม	บ้านฝาง	ขอนแก่น	60	5.3	8.3	1010.0	48.0	16.0	180.0	1.3	663.0	3.0	16.0	19.0	0.6%	Na Ca HCO3
11	247017	1832710	บ้านนายสวรรค์ พานสายตา บ้านป่าหวายนั่ง	1	ป่าหวายนั่ง	บ้านฝาง	ขอนแก่น	27	6.8	8.3	495.0	73.0	16.0	20.0	0.2	246.0	2.0	17.0	1.0	12.6%	-
12	243414	1828511	บ้านนายสุพล บ้านบะยาว	6	หนองบัว	บ้านฝาง	ขอนแก่น	37	3.9	7.3	701.0	86.0	22.0	43.0	1.4	465.0	-	5.2	4.0	1%	Ca Na Mg HCO3
13	245590	1830532	ที่นานางสมัย สุนพุด บ้านโนนค้อ	2	โคกงาม	บ้านฝาง	ขอนแก่น	30	0.2	8.0	784.0	89.0	17.0	69.0	1.5	491.0	-	21.0	9.0	0.3%	Ca Na HCO3
14	251717	1829119	นายไสว กัญญาเยี่ยมบ้านโนนรัง	16	สาวะถี	เมือง	ขอนแก่น	38	7.8	6.4	147.0	11.0	2.4	16.0	0.6	66.0	-	8.0	<1	4.6%	Na Ca HCO3
15	243338	1832402	วัดป่าสัสธนู บ้านโคกงาม	4	โคกงาม	บ้านฝาง	ขอนแก่น	50	5.1	7.9	582.0	110.0	13.0	7.6	0.5	398.0	-	4.8	<1	1.6%	Ca HCO3
16	243422	1829089	บ้านนายนวนัย บ้านบะยาว	6	หนองบัว	บ้านฝาง	ขอนแก่น	52	0.2	8.4	699.0	88.0	20.0	49.0	1.6	483.0	2.0	2.0	<1	1.3%	Ca Na Mg HCO3
17	245147	1835491	บ้านนายวิราห์ นุบาล บ้านค้าหญ้าแดง	6	โคกงาม	บ้านฝาง	ขอนแก่น	64	2.9	8.5	405.0	69.0	12.0	2.9	1.3	265.0	2.0	1.6	<1	2%	Ca Mg HCO3
18	248727	1835695	วัดป่านิตย์สุทธาวาส บ้านสว่าง	3	ป่าหวายนั่ง	บ้านฝาง	ขอนแก่น	152	5.6	8.3	423.0	68.0	9.0	12.0	1.1	274.0	2.0	<1.5	<1	1.4%	Ca HCO3
19	247610	1835161	ร้านเค้กน้องตะวัน บ้านสว่าง	3	ป่าหวายนั่ง	บ้านฝาง	ขอนแก่น	6	4.3	8.3	470.0	68.0	6.8	24.0	1.5	257.0	3.0	16.0	8.0	2.1%	Ca Na HCO3
20	244036	1830873	ไร่นายอุทัย ศรีน้อยขาว บ้านโคกตัง	3	โคกงาม	บ้านฝาง	ขอนแก่น	40	3.9	7.2	186.0	26.0	3.9	7.1	0.4	104.0	-	4.4	1.0	2.3%	Ca HCO3
21	241250	1837308	เขื่อนอุบลรัตน์ (น้ำผิวดิน)		เขื่อนอุบลรัตน์	อุบลรัตน์	ขอนแก่น			8.0	172.0	20.0	4.7	7.6	2.1	86.0	-	5.2	2.0	5.1%	-
22	246563	1835096	บ่อเจาะบ้านดงเย็น บ้านป่าหวายนั่ง	1	ป่าหวายนั่ง	บ้านฝาง	ขอนแก่น	110		7.9	252.0	36.0	6.4	8.7	2.1	155.0	-	3.6	<1	1.7%	Ca HCO3
23	246310	1834120	ห้วยใหญ่ (น้ำผิวดิน)		ป่าหวายนั่ง	บ้านฝาง	ขอนแก่น			7.6	90.0	7.4	2.6	4.1	2.0	38.0	-	4.4	<1	2.8%	Ca Mg Na HCO3

สารเคมีที่อยู่ในชั้นบรรยากาศผสมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้น้ำฝนมีสภาพเป็นกรดอ่อน ๆ โดยน้ำบาดาลใหม่ จะมีองค์ประกอบทางเคมี ดังแสดงในรูปที่ 4-64 ของน้ำกลุ่มหลักไบคาร์บอเนต (HCO3) ซึ่งมาจากน้ำฝนหรือน้ำผิวดินบริเวณพื้นที่รับน้ำ (Recharge Area) เมื่อน้ำบาดาลไหลผ่านตัวกลางพวกดิน หิน จะมีแร่ธาตุเพิ่มสูงขึ้น เกิดการแลกเปลี่ยนไอออนระหว่างน้ำบาดาลและชั้นดินชั้นหิน โดยจะเปลี่ยนไอออนจากกลุ่มหลักไบคาร์บอเนตเป็นไบคาร์บอเนต-ซัลเฟต (HCO3- -So4) หรือซัลเฟต (SO4) พบบริเวณพื้นที่รับน้ำ-สูญเสียน้ำ (Transition Area) และเมื่อน้ำบาดาลไหลลงไปในพื้นที่ปลายน้ำ จะเกิดการแลกเปลี่ยนไอออนเป็นไอออนหลักซัลเฟต-คลอไรด์ (SO4 -Cl) หรือไอออนหลักคลอไรด์ (Cl) โดยพบบริเวณพื้นที่สูญเสียน้ำ (Discharge Area) ทั้งนี้ได้นำผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำผิวดินจำนวน 23 ตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ 4-65 และบ่อเจาะสำรวจน้ำบาดาล (บ่อเจาะใหม่) จำนวน 3 ตัวอย่าง ดังตารางที่ 4-19 และรูปที่ 4-66 มาพลอตลงแผนภูมิไปเปอร์ เพื่อจำแนกกลุ่มของน้ำ

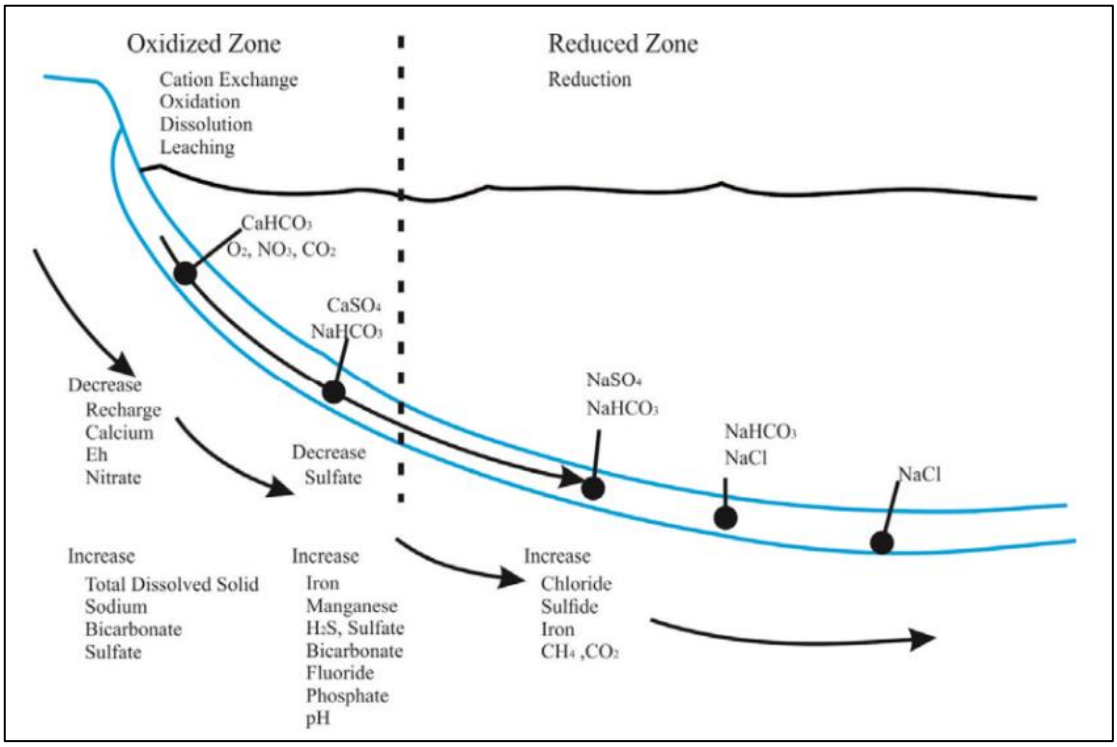
ผลการวิเคราะห์แผนภูมิไปเปอร์ (Piper Diagram) ของประเภทน้ำผิวดินและน้ำบาดาลในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น มีความสัมพันธ์กัน โดยน้ำบาดาลระดับตื้นส่วนใหญ่เป็นประเภท Calcium Bicarbonate (Ca-HCO_3) ซึ่งแหล่งกำเนิดมาจากน้ำฝน ส่วนตัวอย่างน้ำบาดาลระดับลึกมากกว่า 450 เมตร ในพื้นที่บ้านหินขาว ตำบลสาวะถี อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น เป็นประเภท Calcium - Sodium Bicarbonate (Ca-Na-HCO_3) หรือเป็นน้ำผสม (Mixed Type)

ตารางที่ 4-19 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบสมบูรณ์ และค่าสมดุลไอออน (Ion Balance) บ่อเจาะใหม่

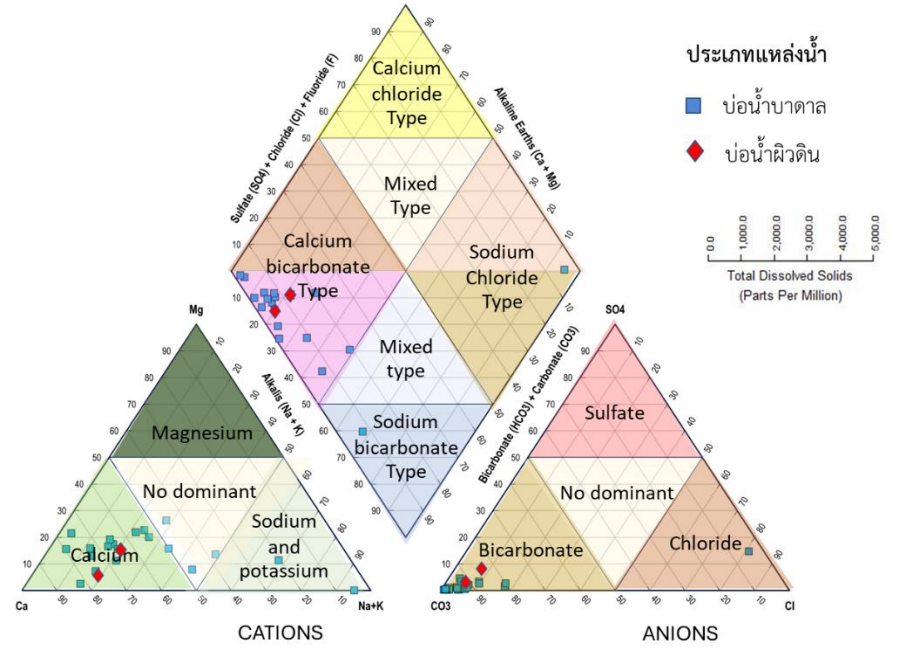
ลำดับ	UTME	UTMN	สถานที่	หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	ความลึกพัฒนา	ระดับน้ำ	pH	EC	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบสมบูรณ์ และค่าสมดุลไอออน (Ion Balance)							% ion balance	Water type
												Cation				Anion				
												Ca	Mg	Na	K	HCO3	CO3	Cl	SO4	
1	248849	1831566	บ้านหินขาว	5	สาวะถี	เมือง	ขอนแก่น	66	6.0	7.3	193.0	31.0	4.0	7.0	3.9	123.0	0.0	15.0	2.0	4.2%	Ca-HCO3
2	248864	1831509	บ้านหินขาว	5	สาวะถี	เมือง	ขอนแก่น	450	6.6	8.4	505.0	49.0	4.8	64.0	6.0	294.0	20.0	21.0	1.0	3.1%	Na-Ca-HCO3
3	248865	1831548	บ้านหินขาว	5	สาวะถี	เมือง	ขอนแก่น	606	10.0	7.8	511.0	47.0	3.4	67.0	6.0	340.0	0.0	23.0	0.0	4.4%	Na-Ca-HCO3



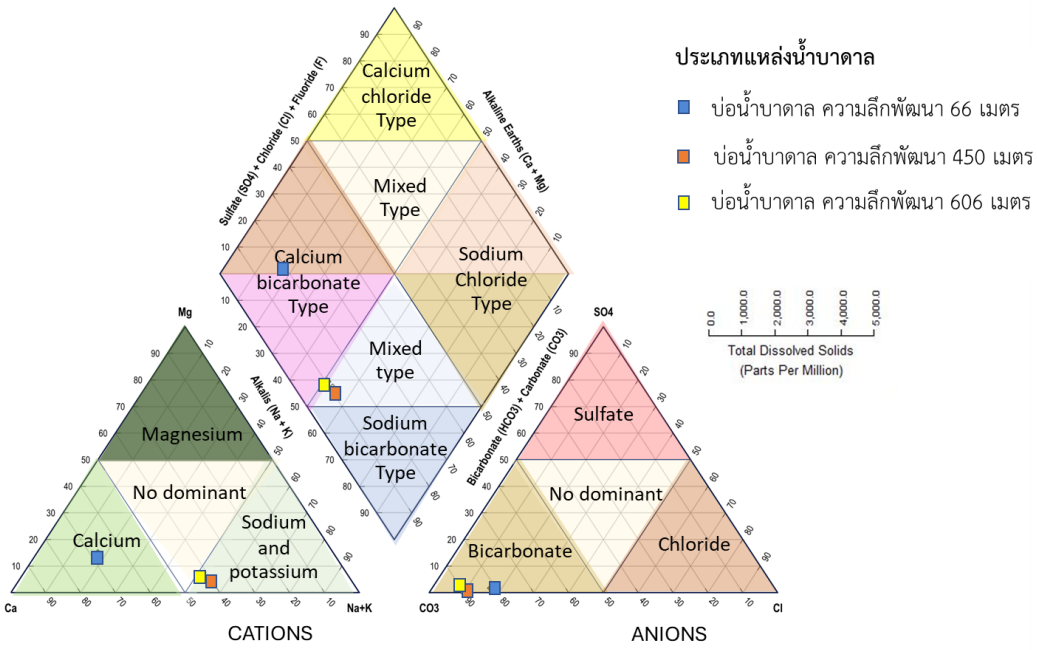
รูปที่ 4-63 แผนภูมิไปเปอร์ (Piper Diagram) ตามวิธีการของ Galloway and Kaiser (1980)



รูปที่ 4-64 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำบาดาลเมื่อความลึกเปลี่ยนไป
(ดัดแปลงจาก David G. Pyne, 1995)



รูปที่ 4-65 ผลการจัดทำข้อมูลในแผนภูมิไปเปอร์ (Piper Diagram) ของน้ำผิวดิน



รูปที่ 4-66 ผลการจัดทำข้อมูลในแผนภูมิไปเปอร์ (Piper Diagram) ของน้ำบาดาล

4.9.2 การศึกษาอุทกวิทยาไอโซโทป

การดำเนินการศึกษาไอโซโทปเสถียร (ดิวเทอเรียม และออกซิเจน-18) จำนวน 18 ตัวอย่าง และไอโซโทปกัมมันตรังสี (คาร์บอน-14) จำนวน 3 ตัวอย่าง เป็นการดำเนินงานร่วมกับสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) โดยทำการวิเคราะห์ไอโซโทปเสถียรของน้ำผิวดิน เพื่อใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางอุทกวิทยากับองค์ประกอบไอโซโทปออกซิเจน-18 และดิวเทอเรียม เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาแหล่งที่มาของน้ำบาดาลจากบ่อเจาะใหม่ และวิเคราะห์ไอโซโทปในน้ำบาดาล เพื่อหาอายุของน้ำในแต่ละชั้นน้ำบาดาลที่ต้องการศึกษา แบ่งเป็นการดำเนินงานดังต่อไปนี้

1) การเก็บตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์หาไอโซโทป มีวิธีการเก็บตัวอย่างดังนี้

1.1) การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อการวิเคราะห์หาไอโซโทปเสถียร (ดิวเทอเรียม และออกซิเจน-18) จำนวน 19 ตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ 4-67 ต้องเก็บตัวอย่างน้ำอย่างระมัดระวัง และเป็นตัวแทนที่แท้จริงของแหล่งน้ำนั้น ๆ และมีปริมาณเพียงพอสำหรับวิเคราะห์ค่าดิวเทอเรียม และออกซิเจน-18 มีขั้นตอนดังนี้

- ล้างขวดเก็บตัวอย่างน้ำ (ขวดพอลิโพรพีลีน ขนาด 50 มิลลิลิตร) ด้วยน้ำตัวอย่าง ก่อนทำการเก็บตัวอย่างอย่างน้อย 2-3 ครั้ง
- ทำการเก็บตัวอย่างใต้น้ำ โดยจุ่มขวดพอลิโพรพีลีน ขนาด 50 มิลลิลิตร ลงในถังน้ำที่บรรจุน้ำตัวอย่าง (ถ้าเก็บตัวอย่างน้ำบาดาล จะเก็บในขณะที่กำลังสูบขึ้นมา) โดยต้องเก็บให้เต็มขวด และไล่ฟองอากาศออกจากขวดจนหมด โดยไม่ต้องกรองน้ำ และไม่เติมกรดไนทริก
- ปิดฝาให้แน่น พันฝาขวดด้วยแผ่นพาราฟิล์ม และเขียนชื่อบ่อน้ำบาดาล ชื่อรหัสตัวอย่าง สถานที่ วันที่ และแบบการวิเคราะห์ ปิดไว้ที่ขวดตัวอย่าง

รูปที่ 4-67 การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อการวิเคราะห์หาไอโซโทปเสถียร

1.2) การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อการวิเคราะห์หาไอโซโทปกัมมันตรังสีคาร์บอน-14 จำนวน 1 ตัวอย่าง จะทำการตักน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินโดยตรง ส่วนน้ำบาดาลก่อนการเก็บตัวอย่างน้ำ จะต้องสูบน้ำที่ค้างในบ่อออกจากบ่อน้ำบาดาล (Flushing) และวัดค่าการนำไฟฟ้า (Electric Conductivity) ให้มีค่าคงที่ก่อนจะดำเนินการเก็บตัวอย่าง ซึ่งจะมีขั้นตอนในการเก็บตัวอย่างที่ซับซ้อนขึ้น คือ ไม่ใช่การเก็บเพียงตัวอย่างของน้ำ แต่จะเก็บตัวอย่างโดยการจับคาร์บอนออกจากน้ำให้อยู่ในรูปแบบของตะกอนคาร์บอนหรือคาร์บอเนต ก่อนนำส่งห้องปฏิบัติการต่อไป โดยมีขั้นตอนการเก็บตัวอย่างน้ำ ดังนี้

- ปั๊มน้ำตัวอย่างใส่ลงในถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร
- วัดค่า pH ของน้ำตัวอย่าง ถ้ามีค่า pH ต่ำกว่า 11 ให้เติมสารโซเดียมไฮ-ดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide) และคนให้เข้ากัน เพื่อปรับค่า pH ของตัวอย่างน้ำให้มีค่าสูงกว่า 11 เพื่อให้ HCO^{-}_{3} ในน้ำเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของ CO^{2-}_{3} อย่างสมบูรณ์ และพร้อมสำหรับการตกตะกอนต่อไป
- เติมสารไอออน (II) ซัลเฟต (Iron (II) Sulfate, $FeSO_4.7H_2O$) ปริมาณ 5 กรัม และคนให้เข้ากัน สารตัวนี้จะช่วยให้การตกตะกอนของคาร์บอเนตนั้นเกิดได้ง่ายยิ่งขึ้น
- เติมสารแบเรียมคลอไรด์ (Barium Chloride) ปริมาณ 150 กรัม สารตัวนี้จะทำให้เกิดกลุ่มตะกอนก่อตัวขึ้น (Cloud) ปิดฝาถังและคนให้ผสมกันกับน้ำตัวอย่าง ซึ่งสามารถตรวจสอบได้ว่าการจับตัวของตะกอนนั้นเกิดสมบูรณ์หรือไม่ โดยการเติมสารแบเรียมคลอไรด์เพิ่มลงไป 25-30 กรัม โดยไม่ต้องคน ถ้าไม่มีกลุ่มตะกอน (Cloud) ก่อตัวขึ้น แสดงว่ามีการจับตัวอย่างสมบูรณ์
- เติมสาร PRAESTOL ชนิดโพลีเอคริลเอไมด์ (Polyacrylamide) ปริมาณ 40 มิลลิลิตร และคนอีกครั้ง สารโพลีอะคลิลาไมด์ เป็นสารโพลิเมอร์ประจุบวกที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง (Coagulant) ช่วยให้การตกตะกอนเกิดขึ้นเร็วขึ้น
- ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง เพื่อให้การตกตะกอนเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์
- ถ่ายตะกอนลงในภาชนะขนาด 1 ลิตร ปิดฝาขวดให้แน่น ทั้งนี้ ถ้าตะกอนเกิดขึ้นปริมาณมาก ก็สามารถเปลี่ยนขวดสำหรับถ่ายตะกอนให้ตะกอนตกเพิ่มได้
- ติดฉลากหรือเขียนหมายเลขตัวอย่าง วันที่เก็บ และรายละเอียดอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำส่งวิเคราะห์ต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 4-68

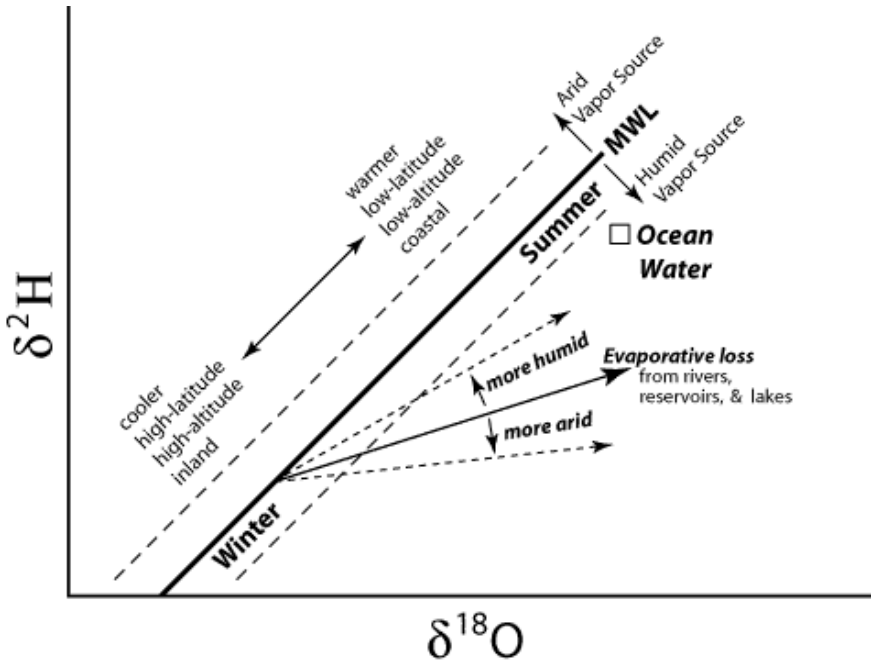
รูปที่ 4-68 การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเบื้องต้นในภาคสนาม

2) การวิเคราะห์หาไอโซโทปในห้องปฏิบัติการ ดำเนินการโดยห้องปฏิบัติการของสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) สำหรับการวิเคราะห์ค่าไอโซโทปเสถียร (ดิวเทอเรียม และออกซิเจน-18) และการวิเคราะห์หาไอโซโทปคาร์บอน-14 (^{14}C) ใช้เทคนิคการดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2 Direct Absorption Technique)

3) การศึกษาแหล่งที่มาของน้ำบาดาล

3.1) การศึกษาแหล่งที่มาของน้ำบาดาลโดยการวิเคราะห์ไอโซโทปเสถียร (ดิวเทอเรียม และออกซิเจน-18) การตรวจวัดปริมาณไอโซโทปเสถียรดิวเทอเรียม และออกซิเจน-18 ในตัวอย่างน้ำผิวดิน จำนวน 19 ตัวอย่าง (ตารางที่4-20) สามารถใช้ตรวจหาแหล่งที่มาของน้ำได้ โดยใช้เส้นน้ำฝนโลก (Global Meteoric Water Line, GMWL) ที่สร้างจากค่าความสัมพันธ์ระหว่างไอโซโทปทั้งสองในน้ำฝนของโลก มาใช้เป็นเส้นอ้างอิงเพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล โดยการเทียบกับแผนภาพแสดงความเกี่ยวข้องระหว่างลักษณะทางอุทกวิทยากับองค์ประกอบไอโซโทปออกซิเจน-18 และดิวเทอเรียม ดังแสดงในรูปที่ 4-69 โดยการเก็บตัวอย่างน้ำผิวดินในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2564 ค่าของดิวเทอเรียม (δ^2H) และออกซิเจน-18 ($\delta^{18}O$) แตกต่างกันไป ตั้งแต่ -60.44% ถึง -6.13% ค่าของดิวเทอเรียม (δ^2H) และออกซิเจน-18 ($\delta^{18}O$) ในตัวอย่างปริมาณน้ำผิวดินจะค่อนข้างขนานกับเส้นน้ำฝนโลก และมีค่าอยู่ในเขตสภาพอากาศแบบร้อนชื้น (Humid Vapor Source) ซึ่งสัมพันธ์กับที่ตั้งของพื้นที่ศึกษาที่อยู่ในประเทศไทยและอยู่ในเขตร้อนชื้น และจากการตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นนี้ แสดงให้เห็นว่า

สามารถนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับเปรียบเทียบกับตัวอย่างน้ำบาดาลของบ่อน้ำบาดาลที่ต้องการศึกษาได้ต่อไป รายละเอียดดังตารางที่ 4-21



รูปที่ 4-69 แผนภาพแสดงความเกี่ยวข้องระหว่างลักษณะทางอุทกวิทยากับองค์ประกอบไอโซโทปออกซิเจน-18 และดิวเทอเรียม (SAHRA online, 2021)

ตารางที่ 4-20 จุดเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อการวิเคราะห์หาไอโซโทปเสถียร (ดิวเทอเรียม และออกซิเจน-18)

ลำดับ	สถานที่ตั้ง	รหัส	พิกัด		วันที่เก็บตัวอย่าง	pH	EC	Temp	DO
			ตะวันออก	เหนือ			(µS/cm)	(°C)	(mg/L)
1	บ้านคุณจันทร์ลัด ทินวิเศษ	KKN 1	252730	1833016	1-ธ.ค.-64	6.6	720	27.7	1.03
2	บ้าน ดร.ดวงเนตร ชาสุวรรณ (บ่อข้างบ้าน)	KKN 2	252092	1831031	1-ธ.ค.-64	6.48	542	27.4	1.59
3	บ้านตาดขวัน	KKN 3	249412	1830161	30-พ.ย.-64	5.9	168	28.1	4.4
4	บ้านนายนิเทศ แสงศรีเรือง	KKN 4	252834	1830018	30-พ.ย.-64	7	15140	28.3	0.84
5	บ้านนายอรทัย เชนน้อย	KKN 5	249436	1830263	30-พ.ย.-64	6.03	214	28.2	2.56
6	บ้านนางนุจุรัอด กาฬษแก้ว	KKN 6	245704	1831294	1-ธ.ค.-64	7.01	680	27.7	3.14
7	วัดป่าหวายนั่ง	KKN 7	246804	1832227	30-พ.ย.-64	6.72	720	28.2	1.61
8	เมธิราการเกษตร	KKN 8	244494	1831314	30-พ.ย.-64	7.17	991	28.5	1.48
9	บ้านนายสรรค์ พานสายตา	KKN 9	247017	1832710	30-พ.ย.-64	6.5	519	27.2	1.41
10	บ้านนายสุพล	KKN 10	243414	1828511	30-พ.ย.-64	5.9	153	28.3	0.57
11	นายไสว กัญญาเยี่ยม	KKN 11	251717	1829119	30-พ.ย.-64	5.64	164	28.7	1.53
12	วัดป่าสีลัดธนู	KKN 12	243338	1832402	1-ธ.ค.-64	7.06	817	26.2	3.91
13	บ้านนายวิรวท์ นุบาล	KKN 13	245147	1835491	30-พ.ย.-64	6.41	399	28.1	1.17
14	วัดป่านิตย์สุทธาวาส	KKN 14	248724	1835695	30-พ.ย.-64	6.87	443	27.8	3.75
15	ไร่นายอุทัย ศรีน้อยขาว	KKN 15	244036	1830873	30-พ.ย.-64	5.98	190	29	2.72
16	บ่อเจาะบ้านดงเย็น	KKN 16	246563	1835096	30-พ.ย.-64	6.42	253	27.6	3.16
17	เขื่อนอุบลรัตน์ (น้ำผิวดิน)	KKN 17	241250	1837308	30-พ.ย.-64	7.57	216	27.4	4.52
18	ห้วยใหญ่ (น้ำผิวดิน)	KKN 18	246310	1834120	30-พ.ย.-64	6.59	86	25	1.62
19	น้ำบาดาลระดับความลึก 1,014 เมตร	KKN 19	248865	1831548	9-ม.ค.-65	7.1	541	27	3.17

ตารางที่ 4-21 ผลการวิเคราะห์หาไอโซโทปเสถียร (ดิวเทอเรียม และออกซิเจน-18)

ลำดับ	สถานที่ตั้ง	รหัส	พิกัด		$\delta^{18}O$	$\delta^{2}H$
			E	N	(% VSMOW)	
1	บ้านคุณจันทร์สด หินวิเศษ	KKN 1	252730	1833016	-6.71	-44.68
2	บ้าน ดร.ดวงเนตร ชาสุวรรณ (บ่อข้างบ้าน)	KKN 2	252092	1831031	-6.52	-45.64
3	บ้านตาตะวัน	KKN 3	249412	1830161	-7.45	-50.83
4	บ้านนายนิเทศ แสงศรีเรือง	KKN 4	252834	1830018	-7.00	-47.48
5	บ้านนายอรทัย เชนน้อย	KKN 5	249436	1830263	-7.17	-48.76
6	บ้านนางบุญรอด กาพย์แก้ว	KKN 6	245704	1831294	-7.67	-52.16
7	วัดป่าหวายนั่ง	KKN 7	246804	1832227	-6.13	-44.67
8	เมธิราการเกษตร	KKN 8	244494	1831314	-7.43	-50.37
9	บ้านนายสวรรค์ พานสายตา	KKN 9	247017	1832710	-7.37	-50.68
10	บ้านนายสุพล	KKN 10	243414	1828511	-6.40	-47.59
11	นายไสว กัญญาเยี่ยม	KKN 11	251717	1829119	-6.99	-48.80
12	วัดป่าสีลธนู	KKN 12	243338	1832402	-7.35	-50.13
13	บ้านนายวิราห์ นุบาล	KKN 13	245147	1835491	-7.59	-51.65
14	วัดป่านิตย์สุทธาวาส	KKN 14	248724	1835695	-7.58	-49.97
15	ไร่นายอุทัย ศรีน้อยขาว	KKN 15	244036	1830873	-7.79	-51.94
16	บ่อเจาะบ้านดงเย็น	KKN 16	246563	1835096	-7.98	-55.08
17	เขื่อนอุบลรัตน์ (น้ำผิวดิน)	KKN 17	241250	1837308	-8.21	-60.44
18	ห้วยใหญ่ (น้ำผิวดิน)	KKN 18	246310	1834120	-6.79	-54.01
19	บ่อน้ำบาดาล 1,014 เมตร	KKN 19	248865	1831548	-7.85	-53.72

3.2) การศึกษาอายุของน้ำบาดาลโดยการวิเคราะห์ไอโซโทปกัมมันตรังสี (คารบอน-14) คาร์บอน-14 มีค่าครึ่งชีวิต 5,568 ปี เหมาะสำหรับใช้หาอายุของน้ำในช่วง 1,000 ถึง 30,000 ปี (Coplen, 1993) การตรวจวัดคาร์บอน-14 ในตัวอย่างน้ำบาดาล จำนวน 3 ตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 4-22 และผลการวิเคราะห์อายุของน้ำบาดาลโดยการวิเคราะห์ไอโซโทปกัมมันตรังสี (คาร์บอน-13) ดังแสดงตารางที่ 4-23

ตารางที่ 4-22 ผลการวิเคราะห์อายุของน้ำบาดาลโดยการวิเคราะห์ไอโซโทปกัมมันตรังสี (คาร์บอน-14)

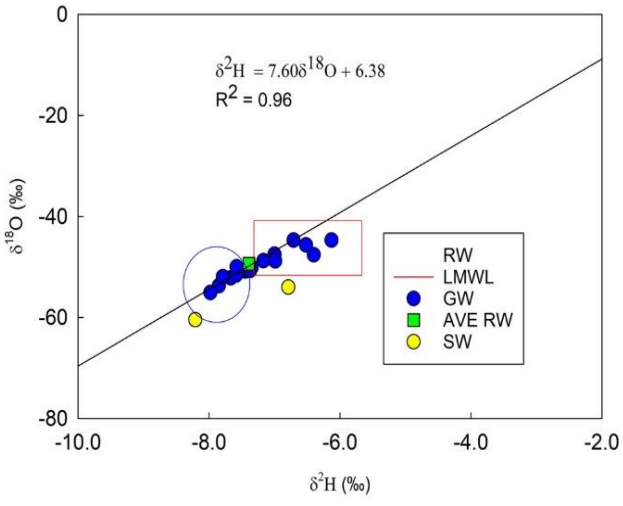
ลำดับ	หมายเลขบ่อ	พิกัด-E	พิกัด-N	พื้นที่	C-14	Age	Error
					(pMC)	(Years,B.P)	
1	KKN 19	248865	1831548	น้ำบาดาลระดับลึก 606 เมตร	7.23	21,100	680
2	KKN 20	248864	1861509	น้ำบาดาลระดับลึก 450 เมตร	95.10	400	40
3	KKN 21	248849	1831566	น้ำบาดาลระดับลึก 66 เมตร	98.49	120	40

ตารางที่ 4-23 ผลการวิเคราะห์อายุของน้ำบาดาลโดยการวิเคราะห์ไอโซโทปกัมมันตรังสี (คาร์บอน-13)

ลำดับ	หมายเลขบ่อ	พิกัด-E	พิกัด-N	Location	$\delta^{13}C$
					(‰ VPBD)
1	KKN 19	248865	1831548	น้ำบาดาลระดับลึก 606 เมตร	-16.70
2	KKN 20	248864	1861509	น้ำบาดาลระดับลึก 450 เมตร	-19.78
3	KKN 21	248849	1831566	น้ำบาดาลระดับลึก 66 เมตร	-21.98

4) การแปลความหมายผลการวิเคราะห์

จากการเก็บตัวอย่างน้ำฝนที่สถานีขอนแก่น ระหว่างปี 2563 ถึง 2564 แล้วนำมาวิเคราะห์ค่าไอโซโทปเสถียรในน้ำ จำนวน 233 ตัวอย่าง หลังจากนั้นนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างออกซิเจน-18 และไฮโดรเจน-2 ได้ความสัมพันธ์ $\delta^2H = 7.60\delta^{18}O + 6.38$ ($R^2 = 0.96$) หรือเรียกสมการนี้ว่า Local Meteoric Water Line (LMWL) มีลักษณะความสัมพันธ์กันแบบเส้นตรง โดยตัวอย่างน้ำฝนมีค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักของออกซิเจน-18 เป็น -7.39‰ และไฮโดรเจน-2 เป็น -49.37‰ ตามลำดับ ได้มีการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาล จำนวน 17 ตัวอย่าง และน้ำผิวดิน จำนวน 2 ตัวอย่าง มาจากอ่างเก็บน้ำในเขื่อนอุบลรัตน์ และอ่างเก็บน้ำห้วยใหญ่ ระหว่างวันที่ 29 พฤศจิกายน ถึง 17 มกราคม 2565 พบว่าน้ำบาดาลสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยอาศัยข้อมูลไอโซโทปเสถียร คือ กลุ่มที่ 1 มาจาก Local Rainfall โดยที่มีค่าไอโซโทปเสถียรมากกว่า -7.39 และ -49.37 ‰ และกลุ่มที่ 2 มาจากฝนที่ตกในที่สูงหรือเป็นน้ำเก่า โดยอาศัยค่าเฉลี่ยของน้ำฝนเป็นเกณฑ์ในการจัดจำแนกของแหล่งที่มา ดังแสดงในรูปที่ 4-70 นอกจากนั้นผลการวิเคราะห์หาค่าอายุยังสอดคล้องกัน โดยได้นำตัวอย่างน้ำบาดาล จำนวน 1 บ่อ ที่ความลึก 606 เมตร มาหาค่าอายุโดยใช้เทคนิคคาร์บอน-14 ด้วยวิธีการดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์โดยตรง พบว่าให้ค่าอายุ 21,100 ปี เป็นอายุที่ยังไม่ได้แก้ค่า โดยค่าอายุของน้ำบาดาลนับตั้งแต่น้ำที่เติมเข้าไปในระบบน้ำบาดาลจนกระทั่งถึงปัจจุบัน สำหรับตัวอย่างน้ำผิวดิน จำนวน 2 ตัวอย่าง ที่เก็บจากอ่างเก็บน้ำในเขื่อนอุบลรัตน์ และอ่างเก็บน้ำห้วยใหญ่นั้น มีค่าไอโซโทปเสถียรที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ค่าไอโซโทปเสถียรของน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนอุบลรัตน์มีค่าน้อยกว่านั้นแสดงว่าน้ำในอ่างเก็บน้ำทั้งสองมีแหล่งกำเนิดที่แตกต่างกัน



รูปที่ 4-70 แสดงค่าไอโซโทปเสถียรของค่า $\delta^{18}O$ กับ δ^2H ในน้ำบาดาล เปรียบเทียบกับเส้น LMWL ของน้ำฝนที่สถานีขอนแก่น

นอกจากนั้นแล้วยังได้เก็บตัวอย่างน้ำบาดาล จำนวน 1 ตัวอย่าง เพื่อหาค่าอายุด้วยเทคนิคคาร์บอน-14 พบว่ามีปริมาณคาร์บอน-14 อยู่ที่ 7.23 pMC เมื่อนำมาคำนวณหาค่าอายุ ดังแสดงในสมการที่ 1 พบว่ามีค่าอายุ 21,100 ± 680 ปี (B.P.) เป็นค่าอายุที่เกิดจากการสลายตัวของคาร์บอน-14 ที่มีค่าครึ่งชีวิตอยู่ที่ 5,730 ปี โดยเทียบกับสารมาตรฐานใน ปี 1950 และยังไม่ได้แก้ค่า (Uncorrected)

$$t = \frac{5370}{\ln 2} \ln \frac{A_0}{A} \quad (1)$$

A_0 คือ ค่ากัมมันตภาพรังสีของสารมาตรฐานต่อน้ำหนักของคาร์บอน (cpm)

A คือ ค่ากัมมันตภาพรังสีของตัวอย่างต่อน้ำหนักคาร์บอน (cpm)

นอกจากนั้นยังได้เก็บตัวอย่าง DIC ในตัวอย่างน้ำบาดาลเพื่อวิเคราะห์ค่าคาร์บอน-13 ($\delta^{13}C$) เพื่อใช้ในการแก้ค่าอายุ พบว่ามีค่า -16.7‰ VPDB

$$A_0 = \frac{(A_g - A_c)(\delta_T - \delta_c)}{(\delta_g - \delta_c)} + A_c \quad (2)$$

A_0 คือ ค่ากัมมันตภาพรังสีเริ่มต้น (pMC) ของตัวอย่าง ที่เวลา t = 0

A_g คือ ค่ากัมมันตภาพรังสีของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่อยู่ในดินบริเวณพื้นที่เติมน้ำ (recharge area) กำหนดให้เท่ากับ 100 pMC

A_c คือ ค่ากัมมันตภาพรังสีของคาร์บอเนตที่อยู่ในชั้นน้ำบาดาล กำหนดให้มีค่า เท่ากับ 0 pMC

δ_g คือ ค่าคาร์บอน-13 ของแก๊สที่อยู่ในชั้นดิน กำหนดให้มีค่า เท่ากับ -25‰

δ_c คือ ค่าคาร์บอน-13 ของตัวอย่างคาร์บอเนตในชั้นน้ำบาดาล มีค่าเท่ากับ 0‰

δ_T คือ ค่าคาร์บอน-13 ในตัวอย่างน้ำบาดาลที่อยู่ในรูปของ DIC (Dissolve Inorganic Carbon)

เมื่อได้ค่าตัวแปรทั้งหมดแล้วนำค่าที่ได้ไปแทนในสมการที่ 2 ก็จะได้ค่า A_0 จากนั้นนำไปหาค่าอายุในสมการที่ (1) ก็จะทราบค่าอายุของตัวอย่างน้ำบาดาลที่ความลึก 606 เมตร มีค่า 18,240 ปี (B.P.) หลังจากที่ได้มีการแก้ค่าอายุโดยใช้แบบจำลองของ Peason (Peason Model) ดังสมการที่ (2)

ผลการศึกษาไอโซโทปเสถียร (ดิวเทอเรียม และออกซิเจน-18) และไอโซโทปกัมมันตรังสี (คาร์บอน-14) ของน้ำบาดาล จำนวน 3 ชั้น พบว่า ชั้นน้ำบาดาล ระดับตื้นความลึก 66 เมตร มีอายุ 120 ปี ชั้นน้ำบาดาลความลึก 450 เมตร อายุ 400 ปี และชั้นน้ำบาดาลระดับลึก 606 เมตร อายุ 18,240 ปี โดยแหล่งที่มาของน้ำบาดาลมาจากน้ำฝน อยู่ในเขตสภาพอากาศแบบร้อนชื้น โดยชั้นน้ำบาดาลระดับความลึกมากกว่า 450 เมตร มาจากน้ำฝนเก่าหรือฝนที่ตกในที่สูง และจากการเปรียบเทียบข้อมูลไอโซโทปของน้ำผิวดิน อ่างเก็บน้ำห้วยใหญ่และเขื่อนอุบลรัตน์ พบว่า ค่าไอโซโทปเสถียรแตกต่างจากบ่อน้ำบาดาลระดับลึก ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า น้ำบาดาลระดับลึกไม่ได้มาจากน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยใหญ่หรือเขื่อนอุบลรัตน์ที่ซึมลงไปตามรอยแตกของชั้นหิน แต่มาจากน้ำฝนที่ตกในพื้นที่สูงซึมผ่านตามรอยแตกหรือรอยต่อของชั้นหินสะสมตัวเป็นระยะเวลานาน

บทที่ 5
การจัดหาชุดเจาะสำรวจพัฒนาแหล่งน้ำบาดาล
การฝึกอบรมและถ่ายทอดความรู้

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล เป็นหน่วยงานหลักเพียงหน่วยงานเดียวที่มีพันธกิจในการบริหารจัดการทรัพยากรของประเทศไทย ตระหนักว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเร่งทำการศึกษาแหล่งน้ำบาดาลในระดับลึกในชั้นหินร่วนและหินแข็ง พร้อมทั้งพัฒนาเครื่องมือเจาะสำรวจน้ำบาดาลระดับลึก 1,000 เมตร และพัฒนาบุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล จึงได้มีการจัดหาชุดเจาะสำรวจและพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลชุดใหม่ พร้อมทั้งฝึกอบรมและถ่ายทอดความรู้ ทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 การจัดหาชุดเจาะสำรวจพัฒนาแหล่งน้ำบาดาล

การดำเนินการของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล เพื่อเสริมความมั่นคงด้านน้ำ และการใช้ประโยชน์อย่างสมดุลและยั่งยืนภายในปี 2580 มีพันธกิจ 4 ด้าน คือ 1) ด้านสำรวจ พัฒนา ประเมินศักยภาพ อนุรักษ์ ฟื้นฟู เพื่อการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรน้ำบาดาลอย่างสมดุลและยั่งยืน 2) ด้านกำกับ ควบคุม การประกอบกิจการน้ำบาดาล รวมทั้งปรับปรุงและบังคับใช้กฎหมายอย่างเป็นธรรม เพื่อตอบสนองความต้องการใช้น้ำของทุกภาคส่วน 3) ด้านเสริมสร้างขีดความสามารถขององค์กร พัฒนาระบบ กลไก ฐานข้อมูล และใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล และ 4) ด้านบูรณาการและสร้างความร่วมมือกับภาคีเครือข่ายในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลทั้งในประเทศและระหว่างประเทศ (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2559) การดำเนินการจัดหาชุดเจาะสำรวจพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลใหม่เพิ่มเติม จึงถือเป็นพันธกิจในด้านที่ 2) และ 3) สำหรับกำหนดแนวทางการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลและการพัฒนาเครื่องมือเจาะสำรวจน้ำบาดาล นอกจากนี้ ดำเนินการวิเคราะห์ปัจจัยภายในและภายนอกสำหรับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล (SWOT Analysis) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) จุดแข็ง (S) ประกอบด้วย ผู้บริหารมีนโยบายในการเจาะพัฒนาน้ำบาดาล เพื่อบรรเทาปัญหาขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภค เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม มีแนวทางปฏิบัติ และขั้นตอนการสำรวจและพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลตามหลักวิชาการ บุคลากร นักวิชาการ และช่างเจาะบ่อน้ำบาดาลมีความเชี่ยวชาญการเจาะน้ำบาดาลในชั้นหินร่วนและหินแข็ง มีการจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลพสุธารา ซึ่งเก็บข้อมูลน้ำบาดาลทั้งปริมาณและคุณภาพ มียุทธศาสตร์บริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล พ.ศ. 2560-2579 สอดคล้องกับยุทธศาสตร์กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2560-2579 และยุทธศาสตร์บริหารจัดการน้ำ พ.ศ. 2560-2579

2) จุดอ่อน (W) อุปกรณ์เครื่องมือชุดเจาะบ่อน้ำบาดาลมีจำนวนจำกัด จำนวนชุดเจาะชำรุดชำรุดสูง คิดเป็นร้อยละ 17 และจำนวนชุดเจาะรอการจำหน่าย คิดเป็นร้อยละ 16 และบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญส่วนใหญ่มีอายุใกล้เกษียณ และเกิดช่องว่างอายุระหว่างบุคลากรเก่า-ใหม่

3) โอกาสที่ช่วยส่งเสริมการดำเนินการ (O) ทั่วโลกกำลังอยู่ในยุคดิจิตอล 4.0 มีการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเทคโนโลยีการสำรวจและเจาะพัฒนาน้ำบาดาล

4) ข้อจำกัดที่เกิดจากสภาพแวดล้อมภายนอก (T) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) เกิดปัญหาภัยแล้งน้ำท่วมมีความถี่และความรุนแรงเพิ่มสูงขึ้น

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอก พบว่า กรมทรัพยากรน้ำบาดาล มีความพร้อมในการเจาะพัฒนาน้ำบาดาลตามหลักวิชาการ มีนโยบายชัดเจน และมีแนวทางปฏิบัติตามยุทธศาสตร์บริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล 20 ปี แต่เนื่องจากเครื่องมือชุดเจาะบ่อน้ำบาดาลมีจำนวนจำกัด และบุคลากรส่วนใหญ่ใกล้เกษียณ ประกอบกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ส่งผลให้กรมทรัพยากรน้ำบาดาล มีอุปสรรคในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล ด้านการจัดหาน้ำอุปโภคบริโภคให้กับประชาชนในภาวะฉุกเฉินและวิกฤต เพื่อให้การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลและการพัฒนาเครื่องมือเจาะสำรวจ สำเร็จตามเป้าหมาย จึงมีความจำเป็นต้องดำเนินการดังนี้

ระยะเร่งด่วน : ระยะเวลาดำเนินการ 1 ปี (ปีงบประมาณ 2563) ในการดำเนินการจัดซ่อมอุปกรณ์เครื่องมือชุดเจาะน้ำบาดาล ให้พร้อมใช้งานเท่าที่สามารถดำเนินการได้

ระยะกลาง : ระยะเวลาดำเนินการ 2 ปี (ปีงบประมาณ 2564-2565) ดำเนินการพัฒนางานเจาะสำรวจน้ำบาดาล และพัฒนาบุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล โดยใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ทันสมัย ให้มีความพร้อมในการรับมือปัญหาการขาดแคลนน้ำและความต้องการการใช้น้ำที่เพิ่มสูงขึ้นในปัจจุบัน โดยการจัดทำแผนการจัดซื้ออุปกรณ์เครื่องมือชุดเจาะน้ำบาดาล ทั้งระดับความลึกไม่เกิน 200, 400, 650 และ 1,000 เมตร ตามลำดับ อีกทั้งพัฒนาบุคลากรจัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเจาะพัฒนาน้ำบาดาล และเพิ่มอัตรากำลังบุคลากร ให้สามารถทดแทนบุคลากรที่กำลังจะเกษียณ

ระยะยาว : ระยะเวลาดำเนินการ 3 ปี (ปีงบประมาณ 2566-2568) มีการดำเนินการทำข้อตกลงความร่วมมือกับสถาบันการศึกษา ทั้งในและนอกพื้นที่ เพื่อการศึกษาวิจัย สร้างนวัตกรรมการสำรวจและการพัฒนาน้ำบาดาล พื้นที่ศักยภาพต่ำและพื้นที่น้ำบาดาลระดับลึก รวมถึงการจัดการข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) เพื่อให้เกิดการบริหารการพัฒนาทรัพยากรน้ำบาดาลเพื่อความยั่งยืนต่อไป

สำหรับการจัดหาชุดเจาะสำรวจพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลใหม่เพิ่มเติมภายใต้โครงการ ฯ จำนวน 1 ชุด ดำเนินงานโดยสำนักพัฒนาน้ำบาดาล และสำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 3 (สระบุรี) โดยมีรายละเอียดของชุดเจาะสำรวจแบ่งเป็น 8 หมวด (รายละเอียดตามภาคผนวก จ) ดังนี้

หมวดรายการที่ 1 เครื่องเจาะบ่อน้ำบาดาลประเภทเครื่องเจาะผสมแบบใช้น้ำและลม (Direct Rotary) ชนิด Top Head Drive ยี่ห้อ Massenza รุ่น MI45 (รูปที่ 5-1) สมรรถนะเจาะได้ลึก 1,000 เมตรติดตั้งบนรถกึ่งพ่วงไม่น้อยกว่า 2 เพลา ขนาดบรรทุกไม่น้อยกว่า 40 ตัน และรถยนต์บรรทุกหัวลาก 10 ล้อ ขับเคลื่อน 6x44 ขนาดกำลังไม่น้อยกว่า 360 แรงม้า พร้อมเครื่องมือประจำหน่วย จำนวน 1 ชุด สามารถเจาะได้ทั้ง 3 ระบบ คือ

1.1) ระบบหมุนตรงเจาะด้วยลม (Down The Hole Hammer System, DTH) ขนาดหลุมเจาะไม่น้อยกว่า 8 1/2 นิ้ว ที่ความลึกการเจาะไม่น้อยกว่า 500 เมตร ด้วยก้านเจาะ ขนาดไม่น้อยกว่า Ø 4 1/2 นิ้ว

1.2) ระบบหมุนตรงเจาะด้วยน้ำโคลน (Direct Circulation System, DC) ขนาดหลุมเจาะไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว ที่ความลึกการเจาะไม่น้อยกว่า 1,000 เมตร ด้วยก้านเจาะ ขนาดไม่น้อยกว่า Ø 4 1/ 2 นิ้ว

1.3) ระบบดูดกลับแบบใช้ลมช่วยเจาะ (Air Reverse Circulation System, ARC) ขนาดหลุมเจาะไม่น้อยกว่า 16 นิ้ว ที่ความลึกการเจาะไม่น้อยกว่า 600 เมตร ด้วยก้านเจาะ ขนาดไม่น้อยกว่า Ø 6 นิ้ว

รูปที่ 5-1 เครื่องเจาะบ่อน้ำบาดาลประเภทเครื่องเจาะผสมแบบใช้น้ำและลม

แท่นของเครื่องเจาะฯ (Rig Frame) ทำหน้าที่เป็นแท่นสำหรับรองรับการติดตั้งอุปกรณ์ประกอบการเจาะบ่อน้ำบาดาลต่าง ๆ ที่ใช้ในการเจาะบ่อน้ำบาดาล โดยติดตั้งแท่นเครื่องเจาะบ่อน้ำบาดาลบนรถกึ่งพ่วง 3 เพลา เคลื่อนย้ายโดยรถยนต์บรรทุกรถหัวลาก (รูปที่ 5-2) การประกอบโครงสร้างใช้เหล็กกล้าเชื่อมประกอบต่อกันอย่างแข็งแรงพื้นปูด้วยแผ่นเหล็กที่มีความหนา 4.0 มิลลิเมตร พื้นเหล็กเป็นพื้นเหล็กลายหรือพื้นเรียบ ติดวัสดุกันลื่นในบริเวณพื้นที่จำเป็นเพื่อความปลอดภัยในการ

ทำงาน แท่นเครื่องเจาะบ่อน้ำบาดาลมีบันไดขึ้นลงด้านซ้ายและขวาซึ่งสามารถพับเก็บได้ บันไดจะติดตั้งตอนหน้าหรือท้ายของแท่นเครื่องเจาะบ่อน้ำบาดาลก็ได้ และต้องมีความลาดชันที่เหมาะสมต่อการเดินขึ้นลง มีการทาสี รองพื้นด้วยสีกันสนิมอย่างน้อย 3 ชั้น ก่อนการลงสีจริง เครื่องจักรหรือเครื่องกลที่ทำงานบนแท่นเครื่องเจาะบ่อน้ำบาดาล ที่เป็นชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนไหว เช่น การหมุนหรือการเลื่อน ขณะปฏิบัติงานมีฝาครอบ หรือฝาบัง (Safety Guard) ทุกส่วนเพื่อป้องกันอันตรายขณะปฏิบัติงาน โดยมีรายการส่วนประกอบที่ติดตั้งบนแท่นเครื่องเจาะบ่อน้ำบาดาล ดังนี้

รูปที่ 5-2 แท่นของเครื่องเจาะ (Rig Frame)

- เครื่องยนต์ต้นกำลังของเครื่องขุดเจาะบ่อน้ำบาดาล (Power Unit -Rig Deck Engine) เครื่องยนต์ต้นกำลัง (Power Unit) ทำหน้าที่ผลิตพลังงานเพื่อใช้จ่ายให้กับเครื่องเจาะน้ำในการเจาะบ่อน้ำบาดาล (รูปที่ 5-3) เป็นเครื่องยนต์ใหม่และแยกเป็นอิสระจากเครื่องยนต์ของรถยนต์บรรทุกเครื่องเจาะบ่อน้ำบาดาล ติดตั้งบนแท่นเครื่องสำหรับวางเครื่องยนต์โดยเฉพาะ แท่นเครื่องติดตั้งบนพื้นของ Rig Frame อย่างมั่นคงแข็งแรง เป็นเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ จำนวนกระบอกสูบ 6 สูบ ขนาดกำลังสูงสุด 510 แรงม้า โดยวัดที่ความเร็วรอบ 2,100 รอบ/นาที มีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ มีหม้อน้ำสำหรับการระบายความร้อน มีหม้อกรองอากาศชนิดแห้ง (Dry) และมีชุดท่อไอเสียขนาดที่เหมาะสมกับเครื่องยนต์ มีถังน้ำมันขนาด 600 ลิตร ระบบไฟฟ้า ใช้แบตเตอรี่ ขนาด 24 โวลต์ ไม่ต่ำกว่า 100 แอมแปร์ ตามมาตรฐานของผู้ผลิต เป็นสมรรถนะของเครื่องยนต์ต้นกำลัง (Performance) ที่เหมาะสำหรับการเจาะบ่อน้ำบาดาลความลึกไม่น้อยกว่า 1,000 เมตร ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบส่งกำลังของต้นกำลัง (Power Transmission System) เป็นระบบที่สามารถตัดหรือต่อกำลังได้โดยไม่ต้องดับเครื่องยนต์ต้นกำลัง

รูปที่ 5-3 เครื่องยนต์ต้นกำลังของเครื่องขุดเจาะบ่อน้ำบาดาล

- ระบบไฮดรอลิค (Hydraulic System) ทำหน้าที่ถ่ายทอดกำลังจากเครื่องยนต์ต้นกำลังผ่านของไหลคือน้ำมันไฮดรอลิคไปยังอุปกรณ์ทำงานในส่วนต่าง ๆ ของเครื่องเจาะบ่อน้ำบาดาล ดังรูปที่ 5-4 มีส่วนประกอบ ดังนี้

• ถังพักน้ำมันไฮดรอลิค (Hydraulic Oil Tank) มีขนาดความจุที่เหมาะสมต่อการใช้งาน มีขนาดเป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต

• ปั๊มไฮดรอลิค (Hydraulic Pump) ขับเคลื่อนโดยรับกำลังจากระบบส่งกำลัง (Power Transmission System) มาจากเครื่องยนต์ต้นกำลัง (Power Unit) มีอัตราการจ่ายน้ำมัน และแรงดันที่เหมาะสมต่อการใช้งาน ขนาดของปั๊มไฮดรอลิคเป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต

• ท่อทางเดินน้ำมันไฮดรอลิค (Hydraulic Tube) เป็นท่อทางเดินของน้ำมันไฮดรอลิค เป็นท่อ (Hydraulic Pipe) หรือสายไฮดรอลิค (Hydraulic Hose) หรือร่วมกันทั้งท่อและสายไฮดรอลิค ท่อทางเดินน้ำมันไฮดรอลิคมีขนาดเหมาะสมกับอัตราการจ่ายน้ำมัน และแรงดันใช้งาน ระบบท่อทางเดินน้ำมันไฮดรอลิคเป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิต

• ชุดกรองน้ำมัน (Hydraulic Filter) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กรองฝุ่นหรือผงที่อาจเกิดขึ้นจากการทำงานออกจากน้ำมันไฮดรอลิค มีคุณสมบัติและขนาดเหมาะสมตามมาตรฐานของผู้ผลิต

• วาล์วน้ำมันไฮดรอลิค (Hydraulic Valve) อันได้แก่ วาล์วควบคุมปริมาณน้ำมัน (Flow Control Valve) วาล์วควบคุมแรงดัน (Pressure Control Valve) วาล์วควบคุมทิศทางน้ำมัน และวาล์วนิรภัย (Safety Valve) มีคุณสมบัติและขนาดเหมาะสมตามมาตรฐานของผู้ผลิต

• ระบบระบายความร้อนจากน้ำมันไฮดรอลิค (Hydraulic Oil Cooler) ทำหน้าที่ระบายความร้อนจากน้ำมันไฮดรอลิคเป็นระบบระบายความร้อนแบบรังผึ้ง ระบายความร้อนด้วย

อากาศโดยใช้พัดลมที่ขับด้วยมอเตอร์ไฮดรอลิคตามมาตรฐานบริษัทผู้ผลิต สามารถควบคุมอุณหภูมิความร้อนของน้ำมันให้ไม่เกิน 55°C เพื่อไม่ให้คุณสมบัติของน้ำมันไฮดรอลิกลดลง

- แม่แรงไฮดรอลิคปรับระดับ (Leveling Jacks) ทำหน้าที่ยกปรับระดับแท่นเจาะให้มีระดับเหมาะสมต่อการทำงาน มีจำนวน 4 ชุด แบ่งเป็นตอนหน้า 2 ชุด ซ้ายและขวาตอนหลัง 2 ชุด พร้อมแผ่นเหล็กรองรับ แม่แรงแต่ละชุดสามารถควบคุมได้โดยอิสระ ขับเคลื่อนด้วยระบบไฮดรอลิค มีระบบวาล์วนิรภัย (Safety Check Valve) ป้องกันการไหลกลับของน้ำมันไฮดรอลิค ซึ่งทำให้น้ำมันไฮดรอลิกลดระดับลง (เพิ่มความปลอดภัยด้วยแหวนเกลียวของแม่แรงปรับระดับ 2 ชุด ป้องกันการไหลร่วงของกระบอกไฮดรอลิค) แม่แรงไฮดรอลิคปรับระดับแท่นเจาะโดยมีระยะการยก 1,000 มิลลิเมตร

รูปที่ 5-4 ระบบไฮดรอลิค (กรอบสีเขียว) และแม่แรงไฮดรอลิคปรับระดับ (กรอบสีเหลือง)

- ปั๊มสูบอัดน้ำโคลนแบบลูกสูบชัก ชนิด 2 สูบ (Duplex Piston Pump) ดังรูปที่ 5-5 ความสามารถของปั๊มน้ำโคลน (Mud Pump) ชนิด Slush Type แบบลูกสูบชัก (Duplex Reciprocating Type) สามารถสูบจ่ายน้ำโคลนได้ปริมาตร 790 ลิตร/นาที ที่ความดัน 20 บาร์ (หรือ 290 ปอนด์/ตารางนิ้ว)

รูปที่ 5-5 ปั๊มสูบอัดน้ำโคลนแบบลูกสูบชัก ชนิด 2 สูบ (Duplex Piston Pump)

- ชุดหัวหมุน (Rotary Top Head) ทำหน้าที่ส่งพลังงานการหมุน (Power Swivel) เพื่อหมุนขับก้านเจาะให้หมุน อีกทั้งยังเป็นทางผ่านของน้ำโคลน ลม น้ำ และโฟม มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 6 นิ้ว ผ่านรูก้านเจาะไปยังหัวเจาะขณะปฏิบัติการเจาะ การทำงานของชุดหัวหมุน ขับเคลื่อนด้วยระบบไฮดรอลิค สามารถหมุนตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกา กรณีเป็นมอเตอร์ไฮดรอลิกชนิดผันแปร (Variable displacement Hydraulic Motors) มีระดับความเร็วรอบได้ไม่จำกัดตั้งแต่ช่วงความเร็ว 0-127 รอบ/นาที มีแรงบิดสูงสุด 27,450 นิวตัน-เมตร ที่ระดับความเร็วรอบ 51 รอบ/นาที มีระดับความเร็วรอบสูงสุด 127 รอบ/นาที ที่แรงบิด 8,500 นิวตัน-เมตร ชุดหัวหมุนมีชุดลดแรงกระแทก (Shock Absorber) รับน้ำหนักสูงสุดได้ 55,676 กิโลกรัม การเคลื่อนไหวตัวของชุดหัวหมุน สามารถเลื่อนออกด้านข้างจากแนวศูนย์กลางของหลุมเจาะ เพื่อความสะดวกในการลงท่อกรุบ่อหรือการขันประกอบหรือถอดก้านเจาะหรือเมื่อประกอบติดตั้งอุปกรณ์ประกอบบ่อน้ำบาดาล (รูปที่ 5-6)

- แขนกล (Mechanical arm) ทำหน้าที่ประกอบต่อและถอดก้านเจาะเข้ากับชุดหัวหมุน (Rotary Head) เพื่อลดความเสี่ยงจากอุบัติเหตุจากการใช้คนมาคอยยกก้านเจาะ ดังรูปที่ 5-6 การติดตั้งแขนกลจะติดตั้งกับแท่น Rig Frame เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิต การขับเคลื่อนควบคุมแขนกลขับเคลื่อนด้วยระบบไฮดรอลิคโดยช่างผู้ควบคุมการเจาะเป็นผู้ควบคุมการทำงานของแขนกลจากชุดควบคุมการเจาะแบบรีโมตคอนโทรล (Remote control) ลักษณะการทำงานของแขนกล มีลักษณะเป็นมือจับ ทำหน้าที่จับก้านเจาะ ป้อนก้านเจาะจากแท่นสำหรับวางเรียงก้านเจาะ โดยชุดหัวหมุน (Power Swivel) เลื่อนมาเพื่อรับการต่อหรือถอดก้านเจาะ การป้อนก้านเจาะมีแท่นหรือซองสำหรับวางเรียงก้านเจาะเป็นโครงสร้างที่แข็งแรงสำหรับวางเรียงก้านเจาะเพื่อความเป็นระเบียบเรียบร้อย และเพื่อความปลอดภัยระหว่างการทำงาน แท่นวางเรียงก้านเจาะติดตั้งแยกต่างหากจากแท่น Rig Frame ง่ายสะดวกต่อการที่แขนกลจะสามารถหยิบส่งก้านเจาะได้

(ก)

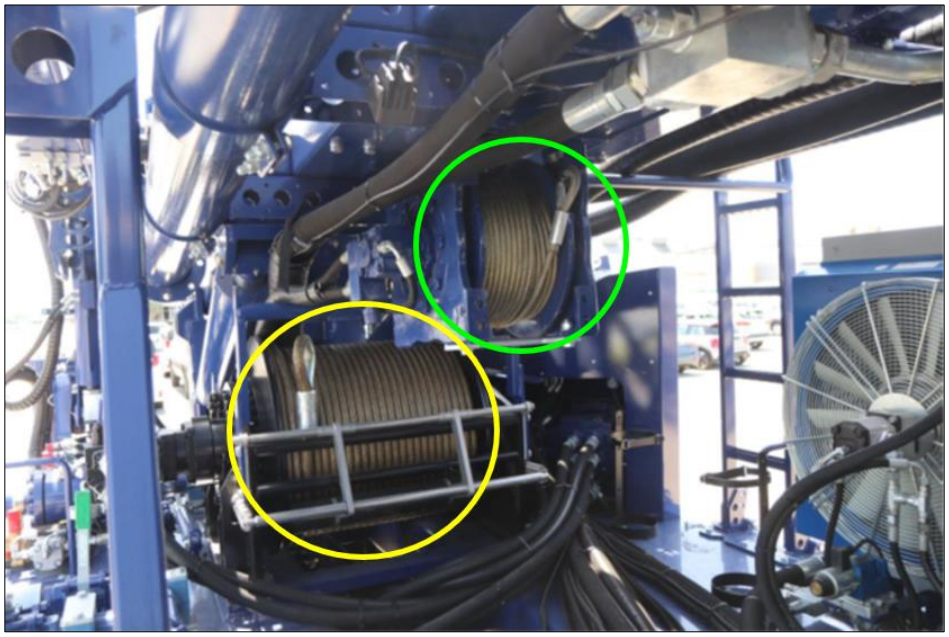
(ข)

รูปที่ 5-6 (ก) ชุดหัวหมุน (Rotary Top Head) (ข) แขนกล (Mechanical arm)

- ระบบกดและดึง (Pulldown/Pullback) ระบบ Pull Down และ Pull Back ทำหน้าที่กดหรือดึงชุดหัวหมุนที่ประกอบก้านเจาะให้ยกขึ้นหรือกดลงในหลุมเจาะระหว่างการเจาะ การทำงานของระบบ Pull Down และ Pull Back ขับเคลื่อนด้วยกระบอกไฮดรอลิคแบบสองจังหวะ (Double Acting Hydraulic Cylinder) ทำงานร่วมกับระบบโซ่เพื่อดึงหรือกดชุดหัวหมุน ซึ่งระหว่างการกดหรือดึงต้องทำงานอย่างราบเรียบด้วยระบบ Advancement Adjustable Drilling Feed System ความสามารถของระบบ Pull Down และ Pull Back มีแรงดึงสูงสุด (Pull Back) 45,887 กิโลกรัม แรงกดสูงสุด (Pull Down) 21,414 กิโลกรัมเป็นไปตามมาตฐานผู้ผลิต ความเร็วในการดึงขึ้น (Pull Back) สูงสุด 25 เมตรต่อนาที ความเร็วในการกดลง (Pull Down) สูงสุด 54 เมตรต่อนาที ระยะ Feed Stroke Feed Stroke 8.4 เมตร

- กว้านหลัก (Draw Works or Main Drum Draw Works) เป็นกว้านชนิด Single Drum ทำหน้าที่ยกหรือลงหรือแขวนก้านเจาะท่อกรุบ่อน้ำบาดาล หรืออุปกรณ์ประกอบการเจาะอื่น ๆ ให้ลงหรือขึ้นจากหลุมเจาะ การทำงานของกว้านหลัก (Draw Works) ขับเคลื่อนด้วยระบบไฮดรอลิคมีเบรกนิรภัยอัตโนมัติและสามารถปล่อยลวดสลิงเป็นแบบระบบ Automatic Fail Safe Brake สามารถทำงานแบบ Forward และ Reverse Control มีชุดปรับกดและเรียงลวดสลิงให้เป็นระเบียบในแนวระนาบเดียวกับกว้านหลัก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลวดสลิง 24 มิลลิเมตร ความยาวสลิง 180 เมตร พร้อมด้วย Safety Type Clevis ความสามารถของกว้านหลัก (Draw Works) มีแรงฉุดลากของสลิงเส้นเดี่ยว 15,600 กิโลกรัม หรือ 34,392 ปอนด์ที่ความเร็วสูงสุดของสลิงเส้นเดี่ยว 38 เมตร/นาที

- กว้านรอง (Auxiliary Winch) ทำหน้าที่ยกก้านเจาะ หรือยกก้านถ่วงน้ำหนัก หรือยกวัสดุอุปกรณ์อื่นๆ Auxiliary Winch ติดตั้งบนเสากระโดงหรือบนแท่นเจาะ ลวดสลิงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร ยาว 50 เมตร และปลายสลิงเป็นตะขอสำหรับเกี่ยวและมี Safety Catch สำหรับป้องกันการเลื่อนหลุด การทำงานของ Auxiliary Winch ขับเคลื่อนด้วยระบบไฮดรอลิค สามารถทำงานแบบ Forward และ Reverse Control มีระบบเบรกนิรภัยแบบ Integral Fail Safe Brake มีชุดปรับกดลวดสลิงและเรียงลวดสลิงให้เป็นระเบียบในแนวระนาบเดียวกับกว้าน ความสามารถของ Auxiliary Winch กำลังการฉุดลากสูงสุดของสลิงเส้นเดี่ยว 3,161 กิโลกรัม หรือ 6,968 ปอนด์ ดังรูปที่ 5-7

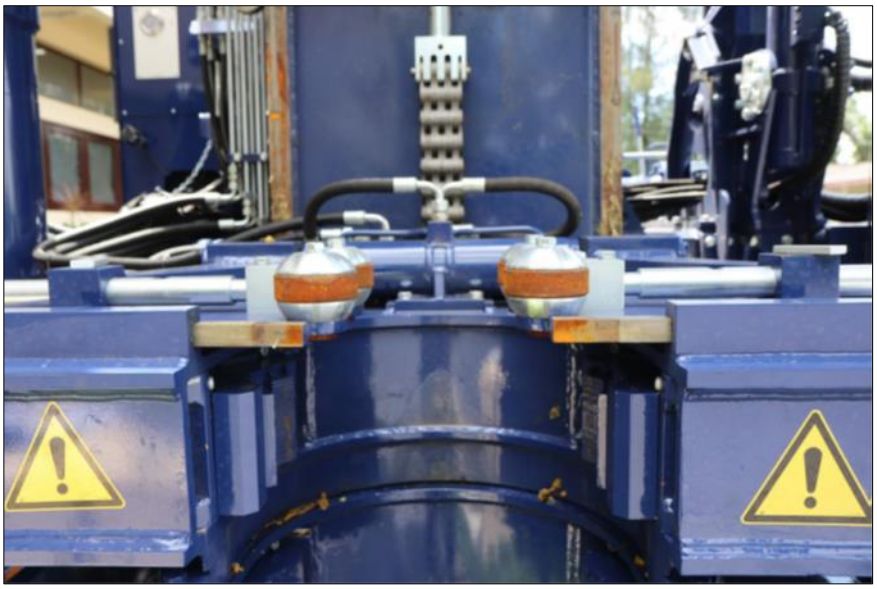


รูปที่ 5-7 กว้านหลัก (กรอบสีเหลือง) กว้านรอง (กรอบสีเขียว)

- ชุดประแจถอดก้านเจาะ (รูปที่ 5-8) ทำหน้าที่ถอดและต่อก้านเจาะติดตั้งอยู่ด้านล่างของชุดประคองก้านเจาะติดกับบริเวณฐานเสากระโดง มีลักษณะเป็นประแจคู่แบบ Hydraulic Double System มีร่องสำหรับเสียบ (Blocking Key) ระหว่างประแจตัวบนกับประแจตัวล่างป้องกันก้านเจาะหลุดร่วงตกลงในหลุมเจาะ การทำงานของชุดประแจถอดก้านเจาะ ขับด้วยกระบอกไฮดรอลิคจำนวน 5 ตัว สามารถถอดและประกอบต่อก้านขณะเจาะง่าย สะดวกและมีประสิทธิภาพ ระบบไฮดรอลิคมีวาล์วนิรภัยกันการไหลย้อนกลับของน้ำมันไฮดรอลิค (Safety Check Valves) เพื่อป้องกันการคลายตัวของกระบอกไฮดรอลิคที่ทำให้ก้านเจาะหลุดตกลงหลุมเจาะ ความสามารถของชุดประแจถอดก้านเจาะสามารถจับก้านเจาะหรือจับท่อตั้งแต่ Ø 3 นิ้ว ถึง Ø 20 นิ้ว มีแรงบีบเพื่อจับก้านเจาะได้ 36,914 กิโลกรัม มีแรงบิดเพื่อขันต่อหรือขันถอดก้านเจาะสูงสุด 11,216 กิโลกรัม-เมตร สามารถปรับตั้งแรงบีบและแรงบิดเพื่อขันเกลียวถอดหรือต่อก้านเจาะให้เหมาะสมกับขนาดและน้ำหนักของก้านเจาะที่อยู่ในบ่อได้ ชุดประแจสามารถถอดก้านเจาะได้โดยง่าย มีเหล็กเสียบล็อกก้านเจาะ (Blocking Key) เป็นเหล็กกล้าชุบผิวแข็งมีขนาดเหมาะสมในการใช้งาน ทำหน้าที่เสียบล็อกก้านเจาะกันก้านเจาะตกลงภายในหลุมเจาะ

รูปที่ 5-8 ชุดประแจถอดก้านเจาะ

- ชุดประคองก้านเจาะ (รูปที่ 5-9) ทำหน้าที่ประคองก้านเจาะให้อยู่ศูนย์กลางของหลุมเจาะได้ตลอดเวลาเป็นแบบลูกกลิ้ง (Roller) จำนวน 4 ตัว การทำงานของชุดประคองก้านเจาะขับเปิดปิดเพื่อประคองก้านด้วยกระบอกไฮดรอลิค ชุดประคองก้านเจาะ ตั้งอยู่ด้านบนของชุดประแจถอดก้านเจาะและติดยึดกับบริเวณฐานเสากระโดง หรือติดกับเสากระโดงตามมาตรฐานของผู้ผลิต



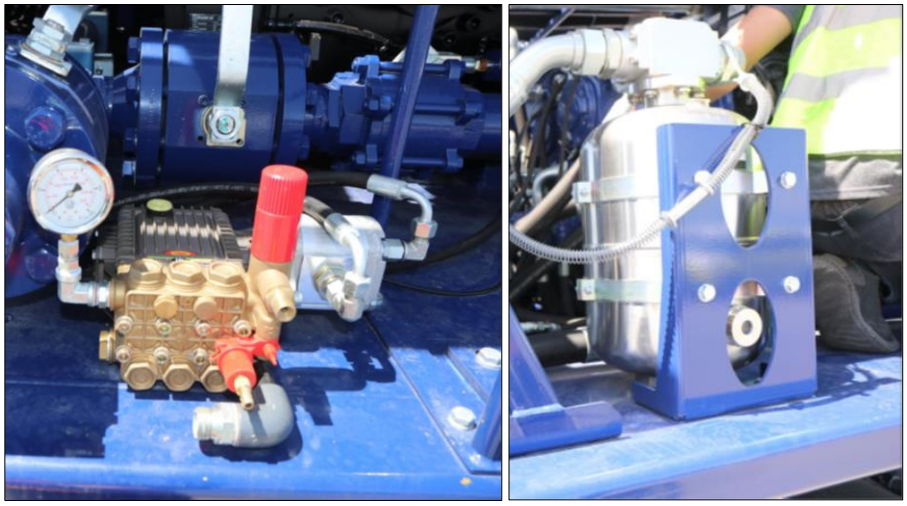
รูปที่ 5-9 ชุดประคองก้านเจาะ

- เสากระโดง (Drill Mast) ทำหน้าที่เป็นเสมือนหลักสำหรับยึดและติดตั้งอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องทำงานขึ้นลงในแนวดิ่งเพื่อส่งอุปกรณ์ทำงานขึ้นลงหลุมเจาะ เช่น ชุดหัวหมุน (Rotary Head) ก้านเจาะ และท่อกรุบ่อน้ำบาดาล เป็นต้น เสากระโดงสามารถยกตั้งและพับเก็บได้ ความสูงของเสากระโดงมีความเหมาะสมในการทำงานสำหรับการลงท่อกรุหรือท่อกรอง ความยาวไม่น้อยกว่า 6 เมตร การประกอบโครงสร้างเสากระโดงด้วยการเชื่อมด้วยไฟฟ้าเป็นโครงสร้างชนิดกล่อง (Box Type) ทำด้วยเหล็กกล้าคุณภาพสูง โครงสร้างมีความแข็งแรงสามารถป้องกันการบิดคดงอ เมื่อมีการดึงหรือยกเสากระโดงมีร่องหรือรางสำหรับเป็นทางเดินของชุดหัวหมุน (Power Swivel) ด้านบนสุดของเสากระโดง (Drill Mast) ให้ติดตั้งรอกชนิด Crown Block ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอก 390 มิลลิเมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว ชุดรอกบนรับน้ำหนักได้ 55,000 กิโลกรัม ที่ตะขอหิ้ว (Hook) รับน้ำหนักสูงสุดได้ 55,000 กิโลกรัม การยกและพับเก็บเสากระโดงทำโดยใช้กระบอกไฮดรอลิคทำงานแบบสองจังหวะ (Double Acting) จำนวน 2 ชุด พร้อมวาล์วนิรภัย (Safety Check Valves) ดังรูปที่ 5-10

รูปที่ 5-10 เสากระโดง (Drill Mast)

- ชุดปั๊มฉีดน้ำและโฟม (Water/Foam Injection Pump) เป็นปั๊มชนิด Piston Pump ทำหน้าที่ฉีดน้ำและน้ำโฟมเข้าภายในท่อจ่ายที่ภายในมีลมที่มีแรงดันสูงได้ การทำงานของ Water/Foam Injection Pump ขับด้วยมอเตอร์ไฮดรอลิคซึ่งมีระบบวาล์วนิรภัย (Safety Valve) และระบบปรับแรงดันโดยอัตโนมัติ ความสามารถของ Water/Foam Injection Pump คือ มีแรงดันจ่ายสูงสุด 170 บาร์ มีอัตราการจ่ายสูงสุด 16 ลิตร/นาที

- เครื่องป้อนน้ำมันหล่อลื่น (Airline Oiler) ทำหน้าที่จ่ายน้ำมันหล่อลื่นเข้าท่อลมสำหรับการหล่อลื่นอุปกรณ์เจาะบ่อน้ำบาดาล ในระบบการเจาะด้วยลมแบบ Down The Hole เครื่องป้อนน้ำมันหล่อลื่นเป็นแบบดูดหรือเป็นแบบปั๊มอัดน้ำมันหล่อลื่น ความสามารถของเครื่องป้อนน้ำมันหล่อลื่น (Airline Oiler) มีอัตราการจ่ายน้ำมันหล่อลื่นได้ระหว่าง 0.5 ถึง 20 ลิตร/ชั่วโมง มีแรงดันใช้งานสูงสุด 30 บาร์ มีถังบรรจุน้ำมันหล่อลื่นขนาด 24 ลิตร ดังรูปที่ 5-11



(ก) (ข)

รูปที่ 5-11 (ก) ชุดปั๊มฉีดน้ำและโฟม (ข) เครื่องป้อนน้ำมันหล่อลื่น

- เครื่องอัดอากาศ เป็นแบบเกลียวคู่ชั้นเดียว (Single Stage Rotary Screw Type) มีประสิทธิภาพสามารถทำอากาศอัดได้ 520 ลูกบาศก์ฟุต/นาที แรงดันใช้งานสูงสุด 14 บาร์ การวัดค่าตามมาตรฐานอ้างอิง ISO 1217: 1996 Annex D เครื่องอัดอากาศสามารถใช้งานและทนอุณหภูมิภายนอก (Max. Ambient Temperature) ไม่น้อยกว่า 50°C ระบายความร้อนและหล่อเย็นด้วยน้ำมัน เครื่องอัดอากาศต้องผลิตภายใต้มาตรฐานระบบบริหารงานคุณภาพ ISO 9001: 2015 มาตรฐานการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม ISO 14001 และมาตรฐานระบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย OHSAS 18001: 2007 เครื่องต้นกำลังเครื่องอัดอากาศเป็นเครื่องยนต์ของเครื่องเจาะและใช้มอเตอร์ไฮดรอลิคเป็นต้นกำลัง สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องเปิดฝาครอบเครื่อง เครื่องอัดอากาศทั้งชุดติดตั้งบนแท่นเครื่องเจาะ อยู่ในตู้ครอบเก็บเสียงสามารถป้องกันน้ำได้ มีอุปกรณ์ควบคุมความดังของเสียงขณะใช้งาน (Silencer) ความดังของเสียงวัดที่ระยะ 7 เมตร ไม่เกิน 85 dB (A) ตามมาตรฐานการวัดระดับความดังของเสียง ISO 2151 มีวาล์วนิรภัย (Safety Valve) เพื่อระบายแรงดันทิ้งสู่บรรยากาศจากถังแรงดันกรณีที่แรงดันเกิน มีวาล์วควบคุมการเปิดลมทิ้งอัตโนมัติเมื่อหยุดใช้งาน มีถังลม (Air Receiver) และถังน้ำมันระบายความร้อนและหล่อลื่นมีขนาดเพียงพอที่จะทำให้เครื่องอัดอากาศทำงานได้ตามวัตถุประสงค์เป็นไปตามมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิต มีชุดกรองอากาศสำหรับเครื่องอัดอากาศเป็นแบบ

ใช้งานหนักชนิดแห้ง (Heavy Duty Type) มีจุดต่อสายท่อส่งลมเพื่อใช้ในการพัฒนาบ่อน้ำบาดาลแยกต่างหากจากท่อส่งลมเพื่อใช้ในการเจาะในระบบดูดกลับแบบใช้ลมช่วยเจาะ (Reverse Circulation System, ARC) ดังรูปที่ 5-12

รูปที่ 5-12 เครื่องอัดอากาศ

- ตู้ควบคุมการเจาะ (Controller) ทำหน้าที่เป็นชุดควบคุมการทำงานของเครื่องเจาะบ่อน้ำบาดาล การควบคุมการทำงานใช้เจ้าหน้าที่เป็นผู้ควบคุมผ่านตู้ควบคุม มีหน้าปัด มีปุ่มสวิตช์คันบังคับ และมาตรวัด (Gauge) ต่าง ๆ ดังรูปที่ 5-13 ใต้ปุ่มสวิตช์คันบังคับมีแผ่นป้ายแสดงสัญลักษณ์และข้อความภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ บอกชื่อ หน้าที่ สถานะ หรือระดับการทำงาน ติดตั้งสวิตช์ มาตรวัด และไฟสัญญาณต่าง ๆ ชุดควบคุมติดตั้งอยู่กับที่ใช้สำหรับควบคุมการติดตั้งและเคลื่อนย้ายเครื่องขุดเจาะฯ โดยติดตั้งอยู่บนฐานเครื่องเจาะ

รูปที่ 5-13 ตู้ควบคุมการเจาะ (Control Unit)

- รถยนต์บรรทุก 10 ล้อ สำหรับติดตั้งเครื่องขุดเจาะฯ เป็นรถบรรทุก ยี่ห้อ HINO รุ่น FM 2PK 1B-XHT แบบหัวลาก 10 ล้อ (6x4) ขับเคลื่อน 2 เพลาหน้าสั้น (Cab Over Engine) ความเร็วสูงสุดบนทางราบ 110 กิโลเมตร/ชั่วโมง ความสามารถในการไต่ทางชัน 28.1% น้ำหนักตัวรถรวมน้ำหนักบรรทุก (G.V.W.) 50.5 ตัน มีกำลังสูงสุด 380 แรงม้า ที่ความเร็วรอบ 2,100 รอบต่อนาที วัดโดยวิธีมาตรฐาน EEC NET มีแรงบิดสูงสุด (Max Torque) 145 กิโลกรัม-เมตร ที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาที วัดโดยวิธีมาตรฐาน EEC NET เกียร์เป็นแบบเกียร์กระปุกมีเกียร์เดินหน้า 9 เกียร์ เกียร์ถอยหลัง 1 เกียร์ เกียร์เดินหน้าเป็นระบบซิงโครเมช 8 เกียร์

หมวดรายการที่ 2 รถยนต์บรรทุกอุปกรณ์ (รูปที่ 5-14)

2.1) รถยนต์บรรทุก 10 ล้อ ขนาดบรรทุก 25 ตัน แบบขับเคลื่อน 6x2 ขนาดกำลังไม่น้อยกว่า 300 แรงม้า พร้อมกระบะติดตั้งเครนยกของขนาดไม่น้อยกว่า 15 ตัน จำนวน 1 คัน

2.2) รถยนต์บรรทุก 10 ล้อ ขนาดบรรทุก 25 ตัน แบบขับเคลื่อน 6x4 ขนาดกำลังไม่น้อยกว่า 240 แรงม้า พร้อมกระบะ จำนวน 1 คัน

รูปที่ 5-14 รถยนต์บรรทุกอุปกรณ์พร้อมกระบะติดตั้งเครน

หมวดรายการที่ 3 รถยนต์บรรทุกน้ำ 10 ล้อ ขนาดบรรทุก 25 ตัน แบบขับเคลื่อน 6x4 มีถังบรรทุกน้ำได้ 12,000 ลิตร พร้อมเครื่องสูบน้ำ ชุดท่อดูด ท่อส่ง และอุปกรณ์ เป็นถังน้ำหน้าตัดวงรีรูปไข่ ทำจากเหล็กแผ่นความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร ปริมาตรความจุ 12,000 ลิตร มีแผ่นเหล็กปิดถังหัว-ท้าย แบ่งเป็นช่องบรรจุน้ำออกไม่น้อยกว่า 3 ช่อง ด้านบนถังน้ำตรงกลางมีช่องแมนโฮล ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 500 มิลลิเมตร พร้อมฝาและสามารถปิดล็อคกุญแจได้ ด้านข้างซ้าย-ขวาของถังน้ำมีช่องสำหรับเก็บสายสูบน้ำ ด้านบนมีราวกันตกทั้ง 2 ข้างยาวตลอดถังน้ำ ด้านหลังมีบันไดสำหรับ ขึ้น-ลง มีท่อระบายน้ำล้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 2 นิ้วไม่น้อยกว่า 1 ท่อ มีเครื่องสูบน้ำแบบ Self Priming ขนาดท่อดูดและท่อส่งเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 3 นิ้ว มีความสามารถสูบน้ำได้ 1,450 ลิตรต่อนาที ทำแรงดันสูงสุด 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ที่ความเร็วรอบ 900 รอบต่อนาที ดังแสดงในรูปที่ 5-15

รูปที่ 5-15 รถยนต์บรรทุกน้ำ 10 ล้อ

หมวดรายการที่ 4 ชุดพัฒนาบ่อน้ำบาดาล

4.1) เครื่องอัดอากาศ ยี่ห้อ ATLAS COPCO รุ่น Y1260 จำนวน 1 เครื่อง เป็นแบบเกลียวคู่ 2 ชั้น (Double Stages Rotary Screw Type) สามารถทำอากาศอัด (Free Delivery) ได้ 1,226 ลูกบาศก์ฟุต/นาที แรงดันใช้งานสูงสุด (Maximum Working Pressure) 508 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว สามารถใช้งานและทนอุณหภูมิภายนอก (Max. Ambient Temperature) ไม่น้อยกว่า 50°C ระบายความร้อนและหล่อเย็นด้วยน้ำมัน เครื่องต้นกำลังเครื่องอัดอากาศเป็นเครื่องยนต์ดีเซลระบายความร้อนด้วยน้ำหรือระบายความร้อนด้วยลม

4.2) รถยนต์บรรทุกเครื่องอัดอากาศ ขนาด 10 ล้อ น้ำหนักรถรวมน้ำหนักบรรทุก (G.V.W.) 25 ตัน ขนาดกำลัง 20 แรงม้า แบบขับเคลื่อน 6x4 ยี่ห้อ HINO รุ่น FM 8JN 1D-SGT ความเร็วสูงสุดบนทางราบ 103 กิโลเมตร/ชั่วโมง ความสามารถในการไต่ทางชัน 45.9% น้ำหนักตัวรถรวมน้ำหนักบรรทุก (G.V.W.) 25,000 กิโลกรัม เป็นเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ จำนวนกระบอกสูบ 6 สูบ ระบายความร้อนด้วยน้ำ มีกำลังสูงสุด 260 แรงม้า ที่ความเร็วรอบ 2,500 รอบ/นาที มีแรงบิดสูงสุด (Max Torque) 81 กก.-ม. ที่ความเร็วรอบ 1, 500 รอบ/นาที มีความจุของกระบอกสูบ 7,684 ซีซี ติดตั้งกระบะบรรทุกเป็นกระบะเหล็กเชื่อมติดกัน มีโครงสร้างที่แข็งแรงสามารถเปิด-ปิด ได้ 3 ด้าน ดังรูปที่ 5-16

รูปที่ 5-16 ชุดพัฒนาบ่อน้ำบาดาล

หมวดรายการที่ 5 ชุดเครื่องมือบริการซ่อมและบำรุงรักษา เครื่องเจาะบ่อน้ำบาดาลและยานพาหนะ (รูปที่ 5-17)

5.1) รถยนต์บรรทุก (ดีเซล) 4 ล้อ ขนาดบรรทุก 1 ตัน แบบขับเคลื่อน 4x4 ขนาดกำลังไม่น้อยกว่า 150 แรงม้า จำนวน 1 คัน

5.2) รถยนต์บรรทุก (ดีเซล) 4 ล้อ ขนาดบรรทุก 1 ตัน แบบขับเคลื่อน 4x4 ขนาดกำลังไม่น้อยกว่า 150 แรงม้า พร้อมตู้บรรทุก จำนวน 1 คัน

5.3) ชุดเครื่องมือพร้อมอุปกรณ์ ซ่อมบำรุงรักษาเครื่องเจาะบ่อน้ำบาดาลและยานพาหนะ จำนวน 1 ชุด

รูปที่ 5-17 ชุดเครื่องมือบริการซ่อมและบำรุงรักษา เครื่องเจาะบ่อน้ำบาดาล และยานพาหนะ

หมวดรายการที่ 6 ชุดอุปกรณ์การเจาะบ่อน้ำบาดาลครบถ้วนตามมาตรฐาน จำนวน 1 ชุด (รูปที่ 5-18)

รูปที่ 5-18 ชุดอุปกรณ์การเจาะบ่อน้ำบาดาลครบถ้วนตามมาตรฐาน

หมวดรายการที่ 7 ชุดหมุนเวียนปรับสภาพน้ำโคลนสำหรับเจาะ (รูปที่ 5-19)

7.1) ชุดหมุนเวียนน้ำโคลน ทำหน้าที่หมุนเวียนน้ำโคลนจากหลุมเจาะเพื่อทำความสะอาดคัดเศษดิน หิน และตะกอนต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการเจาะและติดขึ้นมากับน้ำโคลน มีอัตราการหมุนเวียนน้ำโคลน 2,600 ลิตรต่อนาที ระบบหมุนเวียนจะมีส่วนหลักแบ่งออกเป็น 3 ส่วน

- ส่วนที่ 1 ทำหน้าที่ปรับปรุงคุณภาพน้ำโคลนเบื้องต้นโดยการคัดแยกเศษหินและตะกอนที่มีขนาดใหญ่ออกจากน้ำโคลน โดยการใช้ตะแกรงร่อนทำการคัดแยกสามารถแบ่งออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้
- ส่วนที่ 2 ทำหน้าที่คัดแยกตะกอนเบา ซึ่งอาจจะเป็นเศษดินที่แขวนลอยในน้ำโคลนออก โดยการอัดน้ำโคลนด้วยความเร็วการไหลที่สูงผ่านไซโคลนเพื่อการคัดแยก
- ส่วนที่ 3 ทำหน้าที่จัดเตรียมน้ำโคลนให้เหมาะสมต่อการเจาะเมื่อเริ่มต้นการเจาะ หรือจัดเตรียมน้ำโคลนสำรองสำหรับการเจาะ หรือรับน้ำโคลนจาก ส่วนที่ 2 เข้ามาเพื่อปรับปรุงเพื่อเพิ่มคุณสมบัติของน้ำโคลนในส่วนนี้จะมีการเติมดินเทียม หรือเบนโทไนท์ หรือสารต่าง ๆ เพื่อเพิ่มคุณสมบัติของน้ำโคลน

7.2) ชุดปั๊มสูบอัดน้ำโคลนแบบ 3 สูบ (Triplex Piston Mud Pump) พร้อมเครื่องยนต์ต้นกำลังติดตั้งบนแท่น ปั๊มน้ำโคลนสามารถสูบส่งน้ำโคลนสูงสุด 2,600 ลิตรต่อนาที ที่แรงดันทำงาน 65 บาร์ มีท่อทางเข้าน้ำโคลนขนาด Ø 6 นิ้ว และท่อทางส่งน้ำโคลนขนาด Ø 3 นิ้ว ท่อทางดูดของปั๊มน้ำโคลนเป็นชนิดผนังท่อหนาผิวภายในท่อเรียบขนาดไม่น้อยกว่า Ø 5 นิ้ว ความยาวท่อทางดูดไม่น้อยกว่า 5 เมตร จำนวน 3 ท่อน พร้อมข้อต่อสวมเร็ว (Quick Change Coupling) สำหรับต่อท่อทางดูดเข้าด้วยกัน มีวาล์วกันกลับสายทางดูด และท่อกรอง (Strainer) เครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ 6 สูบ ระบาย

ความร้อนด้วยน้ำ มีกำลังสูงสุด 551 แรงม้า ที่ความเร็วรอบ 1,900 รอบ/นาที ติดตั้งบนฐานเดียวกันกับปั๊มน้ำโคลน ถังน้ำมันเชื้อเพลิงขนาด 400 ลิตร แผงควบคุมการทำงาน (Controller) ของระบบสูบน้ำโคลน ต้องมีสวิทซ์ คันบังคับ มาตรวัด หรืออุปกรณ์วัด

7.3) ชุดเครื่องมือทดสอบน้ำโคลน

- Marsh Funnel จำนวน 1 ตัว
- Mud Balance จำนวน 1 ตัว
- Stop Watch จำนวน 1 ตัว
- Sand Content Kit จำนวน 1ตัว
- Viscosity Cup จำนวน 1 ตัว
- Fluid Sampler จำนวน 1 ตัว
- pH Testing Tester จำนวน 1 ตัว
- Case จำนวน 1 กล่อง

(ก)

(ข)

รูปที่ 5-19 (ก) ชุดหมุนเวียนปรับสภาพน้ำโคลนสำหรับเจาะ (ข) ชุดทดสอบคุณสมบัติน้ำโคลน

หมวดรายการที่ 8 ชุดเครื่องจักรปรับสภาพพื้นที่ดำเนินการเป็นรถขุดตักและดันดิน ขนาดไม่น้อยกว่า 5 ตัน จำนวน 1 คัน (รูปที่ 5-20)

รูปที่ 5-20 ชุดเครื่องจักรปรับสภาพพื้นที่ดำเนินการเป็นรถขุดตักและดันดิน

สำหรับชุดเจาะสำรวจและพัฒนาแหล่งน้ำบาดาล พร้อมชุดอุปกรณ์ดังกล่าว ปัจจุบันอยู่ภายใต้การดูแลของสำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 4 (ขอนแก่น)

5.2 การฝึกอบรมและถ่ายทอดความรู้

การฝึกอบรมและถ่ายทอดความรู้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การอบรมภาคทฤษฎี ณ สำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 4 (ขอนแก่น) แสดงในรูปที่ 5-21 และการอบรมภาคปฏิบัติ ณ พื้นที่บ้านหินขาว หมู่ที่ 15 ตำบลสาวะถี อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ในวันที่ 15 กรกฎาคม พ.ศ. 2564 มีผู้เข้าร่วมอบรม 28 คน รายชื่อผู้เข้าร่วมอบรมดังแสดงในภาคผนวก ฉ โดยมีรายละเอียดการอบรมดังนี้

5.2.1 การอบรมภาคทฤษฎี

การอบรมภาคทฤษฎีแบ่งรายละเอียดเนื้อหาการอบรมเป็น 2 หัวข้อหลัก คือ เทคนิคการเจาะและก่อสร้างบ่อน้ำบาดาล และรายละเอียดเกี่ยวกับเครื่องมือและอุปกรณ์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การเจาะและก่อสร้างบ่อน้ำบาดาล

การเจาะและก่อสร้างบ่อน้ำบาดาล แบ่งตามลักษณะของชั้นดินชั้นหินได้เป็น 2 ประเภท คือ การเจาะและก่อสร้างบ่อน้ำบาดาลในหินแข็ง และการเจาะและก่อสร้างบ่อน้ำบาดาลในชั้นหินกลุ่มโคราช (Khorat Group) โดยนายสุวัฒน์ พลศิลป์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

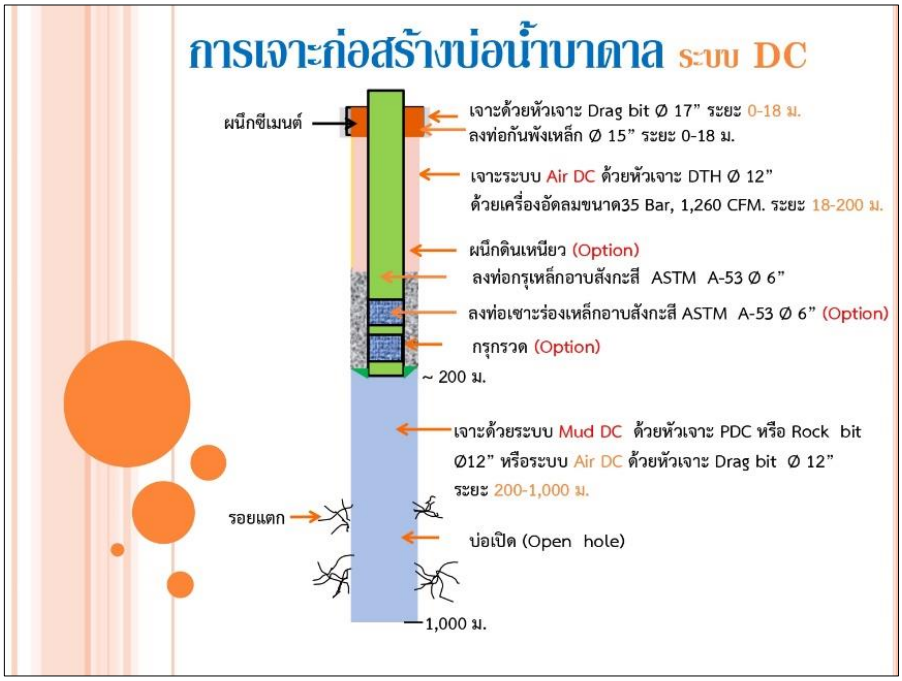
1.1) การเจาะและก่อสร้างบ่อน้ำบาดาลในหินแข็ง มีขั้นตอนดังนี้

- การเตรียมข้อมูลทางธรณีวิทยาและการสำรวจภาคสนาม
- การเตรียมข้อมูลทางด้านน้ำบาดาล
- การเตรียมชนิดเครื่องเจาะ ได้แก่ วิธีการเจาะแบบ Mud Rotary ใช้สำหรับการเจาะหาชั้นน้ำในกรวดทราย วิธีการเจาะแบบ Air Rotary ใช้สำหรับการเจาะหาชั้นน้ำในหินแข็ง และวิธีเจาะแบบผสม Mud Rotary/Air Rotary ใช้สำหรับการเจาะหาชั้นน้ำในกรวดทรายและหินแข็ง ซึ่งวิธีการเจาะแบบ Reverse Rotary เหมาะสำหรับการเจาะหาชั้นน้ำในกรวดทรายที่มีกรวดขนาดใหญ่ และต้องการเจาะบ่อน้ำบาดาลขนาดใหญ่ตั้งแต่ 10 นิ้ว ขึ้นไป ส่วนการเจาะแบบ Percussion จะนิยมใช้เจาะสำหรับการเจาะหาชั้นน้ำบาดาลในหินปูนที่มีโพรงมาก
- การเตรียมอุปกรณ์อื่น ๆ ได้แก่ ก้านเจาะ จัดเตรียมให้เพียงพอกับความลึกที่ต้องการเจาะ หัวเจาะจัดเตรียมให้เหมาะสมกับพื้นที่ เช่น กรณีชั้นน้ำกรวด ทราย ดินเหนียว ใช้หัวปีก (Drag Bit) กรณีชั้นทรายอัดแน่น หรือหินไม่แข็งมาก เช่น หินดินดาน หินทราย หินทรายแป้ง หินฟิลไลต์ หินชีสต์ ใช้หัวเฟือง (Roller Rock Bit) และในกรณีพื้นที่เป็นลักษณะหินแข็ง เช่น หินแกรนิต

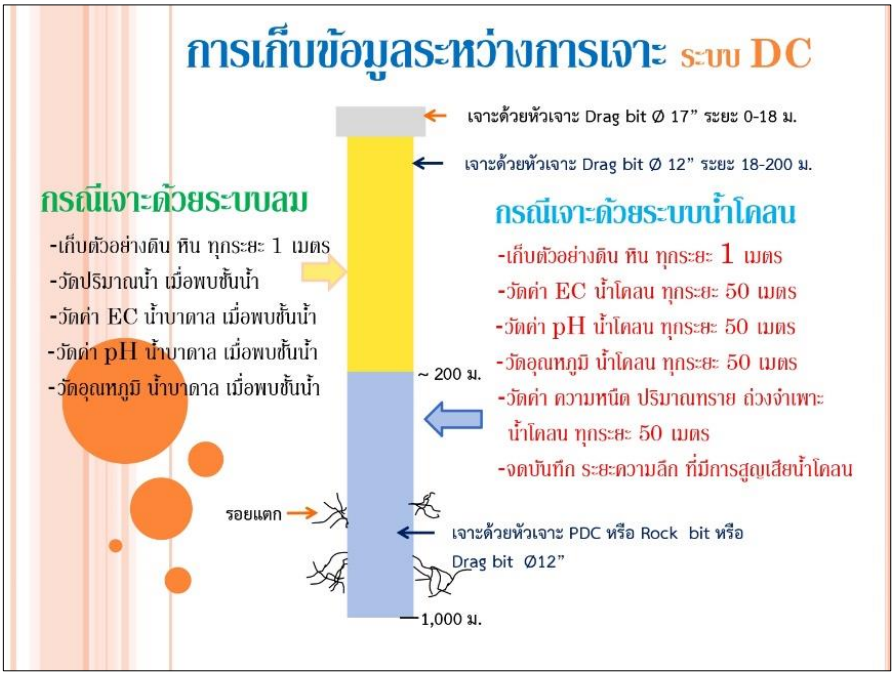
หินปูน ใช้หัวเจาะลม Down The Hole (DTH) นอกจากนี้ยังต้องจัดเตรียมท่อกันพัง ท่อกรุ ท่อกรองและกรวดคัดขนาด ให้เหมาะสมกับพื้นที่

- การเจาะก่อสร้างบ่อน้ำบาดาล ดังแสดงในรูปที่ 5-22 – 5-25
- การเจาะก่อสร้างบ่อและพัฒนาบ่อตามที่สำรวจหรือออกแบบไว้
- การฆ่าเชื้อโรคในบ่อด้วยคลอรีน ใช้ความเข้มข้นอย่างน้อย 50 มิลลิกรัมต่อลิตร
- การอัดซีเมนต์ข้างบ่อ
- การสูบทดสอบปริมาณน้ำ
- การก่อสร้างฐานบ่อ

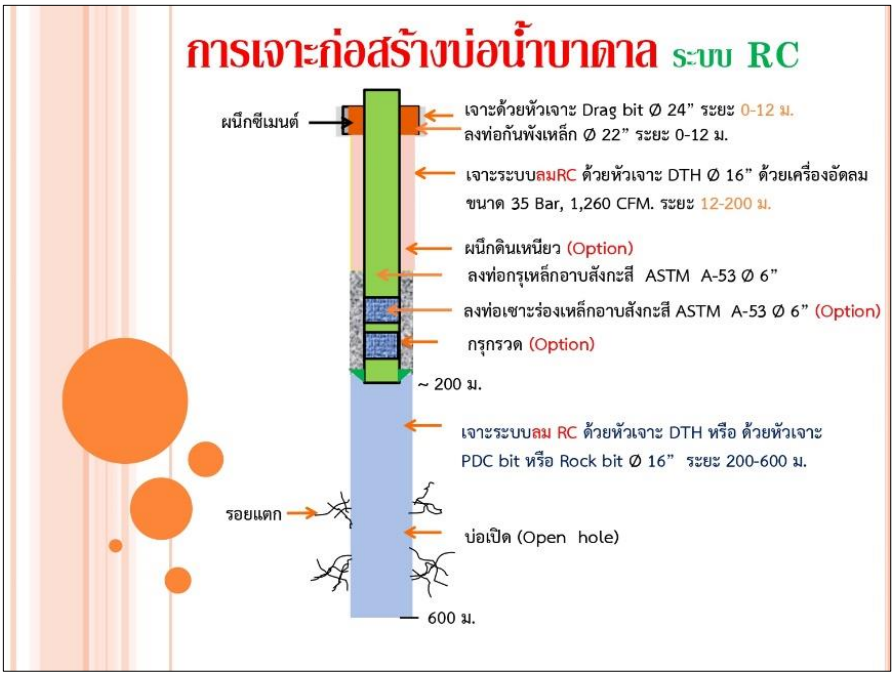
รูปที่ 5-21 การบรรยายภาคทฤษฎี ณ สำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 4 (ขอนแก่น)
เมื่อวันที่ 15 กรกฎาคม 2564



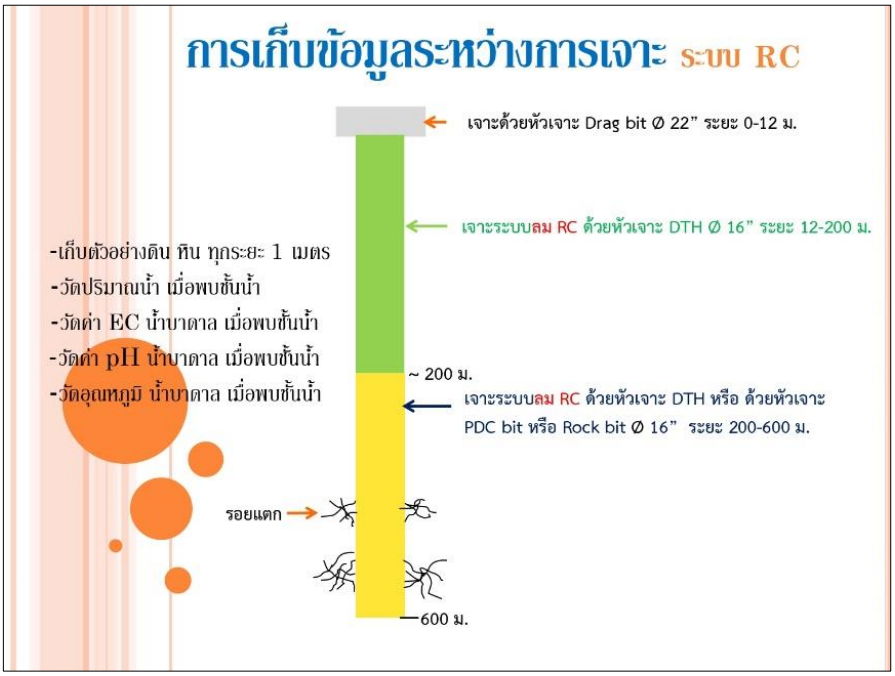
รูปที่ 5-22 รูปแบบการก่อสร้างบ่อด้วยระบบหมุนตรงเจาะด้วยน้ำโคลน
(Direct Circulation System, DC)



รูปที่ 5-23 รูปแบบการเก็บข้อมูลระหว่างการเจาะด้วยระบบหมุนตรงเจาะด้วยน้ำโคลน
(Direct Circulation System, DC)



รูปที่ 5-24 รูปแบบการก่อสร้างบ่อด้วยระบบดูดกลับแบบใช้ลมช่วยเจาะ (Air Reverse Circulation System, RC)



รูปที่ 5-25 รูปแบบการเก็บข้อมูลระหว่างการเจาะด้วยระบบดูดกลับแบบใช้ลมช่วยเจาะ (Air Reverse Circulation System, RC)

ปัญหาอุปสรรคในการเจาะก่อสร้างบ่อน้ำบาดาลในชั้นหินแข็งคือ มีโอกาสเจาะไม่พบชั้นน้ำบาดาล เนื่องจากน้ำบาดาลสะสมเฉพาะในรอยแตกของหิน หากไม่พบรอยแตก ก็จะไม่ได้น้ำ จึงต้องใช้ความรู้ทางด้านธรณีวิทยา และการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ที่แม่นยำก่อนดำเนินการเจาะ นอกจากนี้หากพบชั้นหินที่เป็นชั้นหินแข็งสลับกับหินอ่อนมาก จะมีโอกาสเกิดหินร่วงทับหัวเจาะ และไม่สามารถถอนก้านเจาะได้

1.2) การเจาะและก่อสร้างบ่อน้ำบาดาลในชั้นหินแข็ง ต้องเตรียมการเจาะโดยการลงท่อกันพังชั้นนอกด้วยปลอกซีเมนต์ แล้วเจาะนำร่องด้วยหัวเจาะปีก แล้วเจาะก่อสร้างบ่อและพัฒนาบ่อ ดำเนินการตามแบบที่ได้สำรวจหรือออกแบบไว้ เช่นเดียวกับการเจาะในหินแข็ง

- การตรวจสภาพน้ำโคลนขณะเจาะ ทำได้โดยการวัดค่าความหนืดน้ำโคลน (Viscosity) หรือการวัดปริมาณทรายในน้ำโคลน (Sand Content) หรืออาจใช้การวัดค่าถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity)
- การเก็บตัวอย่างดินหลุมเจาะ เก็บตัวอย่างดินทุกระยะ 1 เมตร
- การหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ
- การพัฒนาบ่อ มี 3 วิธี 4 ขั้นตอน คือ วิธีเป่าดูด (Air Lifting) ทำหลังจากลงท่อ กรุกรวด กรุดินเหนียวแล้ว เพื่อดูดเก็บโคลน ทรายที่ตกค้างในบ่อ รวมทั้งเพื่อให้โคลนเคลือบผนังบ่อหลุดละลายไป วิธีเป่ากวน (Air Surging) ทำหลังวิธีเป่าดูด เพื่อให้กรวดมีการเรียงตัวดีขึ้น และดึงทรายละเอียดจากชั้นน้ำให้เหลือเฉพาะทรายหยาบรอบ ๆ บ่อน้ำบาดาล จะทำให้น้ำไหลเข้าบ่ออย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และวิธีเป่าดูด (Air Lifting) อีกครั้ง เพื่อดูดเก็บทรายที่ไหลตกอยู่ก้นบ่อ

2) เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่องมือและอุปกรณ์ในชุดเจาะสำรวจและพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก 1,000 เมตร ประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก บรรยายโดยนายณัฐวุฒิ สุนทรปกาสิต บริษัท ไทยอินเตอร์คอนติเนนตัล กรุ๊ป จำกัด แบ่งเป็นหัวข้อการบรรยาย ดังนี้

2.1) เครื่องเจาะน้ำบาดาล ชนิด Top Head Drive และอุปกรณ์ประกอบการเจาะน้ำบาดาลและเครื่องมือ มีรายละเอียดเกี่ยวกับการใช้งานชุดเจาะน้ำบาดาล สมรรถนะทางทฤษฎี การจัดเตรียมชุดเจาะน้ำบาดาลเพื่อเข้าดำเนินการเจาะ การควบคุมชุดเจาะน้ำบาดาล การจัดการสถานที่ดำเนินงานเจาะ การบำรุงรักษา และความปลอดภัยในการปฏิบัติงานเจาะ

2.2) รถยนต์บรรทุก มีรายละเอียดเกี่ยวกับการใช้งาน สมรรถนะทางทฤษฎี การจัดเตรียมและการตรวจเช็คก่อนใช้งาน การบำรุงรักษา และความปลอดภัยในการใช้งาน

2.3) เครนยกของ มีรายละเอียดเกี่ยวกับสมรรถนะ การจัดเตรียมเครนยกของก่อนใช้งาน การควบคุม การบำรุงรักษา และความปลอดภัยในการใช้งาน

2.4) เครื่องอัดอากาศ มีรายละเอียดเกี่ยวกับสมรรถนะ การตรวจเช็คก่อนปฏิบัติงาน การควบคุม การบำรุงรักษา และความปลอดภัยในการทำงาน

5.2.2 การอบรมภาคปฏิบัติ

ผู้เข้าร่วมอบรมเข้ารับการอบรมภาคปฏิบัติในพื้นที่บ้านหินขาว หมู่ที่ 15 ตำบลสาวะถี อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น เพื่อดูการปฏิบัติงานของเครื่องมือในสถานที่จริง พร้อมฟังบรรยายเพิ่มเติมเกี่ยวกับอุปกรณ์และเครื่องมือ รวมถึงตอบข้อซักถามเกี่ยวกับเทคนิคการเจาะและพัฒนาบ่อน้ำบาดาลจากผู้เชี่ยวชาญ ดังแสดงในรูปที่ 5-26

รูปที่ 5-26 การอบรมภาคปฏิบัติ พื้นที่บ้านหินขาว
หมู่ที่ 15 ตำบลสาวะถี อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

จากการฝึกอบรมและภาคปฏิบัติ พบปัญหาและอุปสรรคในการทำงานของรถเจาะดังนี้

1) ปั๊มน้ำโคลนมีปัญหาติดขัดขณะทำงาน คือ เมื่อผสมน้ำโคลนที่มีความเข้มข้นสูง จะส่งผลให้วาล์วทางส่งน้ำโคลนติดขัด ไม่สามารถส่งน้ำโคลนเข้าระบบได้ จึงทำให้ต้องหยุดการขุดเจาะเพื่อตรวจเช็คปั๊มน้ำโคลน ส่งผลให้การทำงานติดขัด ล่าช้า เนื่องจากไม่มีน้ำโคลนช่วยพยุงตัวไว้ในขณะที่ทำการแก้ไขปั๊มน้ำโคลน

2) ชุดประแจถอดและจับก้านเจาะ โดยชุดประแจถอดและจับก้านเจาะสามารถจับก้านเจาะขนาดเล็กสุดคือ 5 นิ้ว แต่ในการทำงานจริงอาจใช้ก้านเจาะที่มีขนาดเล็กกว่า 5 นิ้ว จึงควรมีอุปกรณ์เสริมสำหรับยึดติดกับตัวประแจถอดและจับก้าน เพื่อให้จับก้านที่มีขนาดเล็กกว่า 5 นิ้วได้

3) รถเครนไม่เพียงพอต่อการเคลื่อนย้ายระบบถังน้ำโคลน

4) ชุดเจาะสำรวจและพัฒนาแหล่งน้ำบาดาล ยังขาดเครื่องวัดความเข้มข้นของน้ำโคลน และเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity, EC) ซึ่งมีความสำคัญและจำเป็นต้องใช้ในการวัดความเข้มข้นของน้ำโคลน และวัดการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าในระหว่างที่ปฏิบัติงาน

5) การพัฒนาชั้นน้ำบาดาลในชั้นน้ำบาดาลจืดแทรกสลับด้วยชั้นน้ำบาดาลเค็ม ต้องใช้เทคนิคการอัดฉีดซีเมนต์ (Grouting) โดยการอัดฉีดซีเมนต์ลงไปและให้ไหลออกด้านข้างบ่อเพื่อป้องกันน้ำเค็มไหลลงไปในชั้นน้ำบาดาลจืด ซึ่งความรู้ดังกล่าวควรจัดอบรมให้เจ้าหน้าที่หรือช่างเจาะของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ได้มีความรู้ ความเข้าใจ พร้อมจัดหาอุปกรณ์การทำงาน Grouting เพื่อให้สามารถพัฒนาบ่อน้ำบาดาลที่มีชั้นน้ำเค็มแทรกสลับชั้นน้ำจืด ลดข้อจำกัดในการเจาะและพัฒนาในพื้นที่มีชั้นน้ำเค็มแทรกสลับได้

บทที่ 6
แนวทางการพัฒนาน้ำบาดาลในชั้นหินให้น้ำระดับลึก พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

6.1 หลักการบริหารจัดการน้ำพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จากผลการศึกษาการบริหารจัดการน้ำในบริบทภาคอีสาน (สำนักงานภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ธนาคารแห่งประเทศไทย 2563) สรุปได้ว่า ลักษณะทางภูมิศาสตร์ทำให้การบริหารจัดการทั้งน้ำฝน น้ำผิวดิน และน้ำใต้ดินในภาคอีสานมีข้อจำกัดสูงกว่าภาคอื่น ทั้งความสามารถในการกักเก็บน้ำ และการกระจายน้ำ ภาคอีสานกักเก็บน้ำได้น้อยเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมา เนื่องจากเนื้อดินเป็นทรายไม่อุ้มน้ำและเป็นดินเค็ม พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบสูงสลับกับพื้นที่ราบแบบลูกคลื่น ไม่มีภูเขาล้อมรอบจึงไม่เหมาะกับการสร้างเขื่อนเก็บน้ำขนาดใหญ่ นอกจากนี้ ภาคอีสานส่วนใหญ่จะกระจายน้ำจากแหล่งน้ำได้ในระยะไม่เกิน 5 กิโลเมตร และหลายพื้นที่ไม่ติดลุ่มน้ำ ทำให้เกษตรกรเข้าถึงแหล่งน้ำได้จำกัด แนวทางการบริหารจัดการน้ำในภาคอีสานจึงควรให้ความสำคัญกับโครงการขนาดเล็กมากขึ้น อาทิ การทำแก้มลิง การขุดลอกคลอง การขุดบ่อบาดาล การขุดสระ การทำธนาคารน้ำใต้ดิน (Water Bank) และการทำหลุมขนมครก ทั้งนี้ รูปแบบที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับสภาพพื้นดินและภูมิประเทศของแต่ละพื้นที่ และหน่วยงานที่รับผิดชอบเรื่องน้ำกว่า 40 หน่วยงาน จึงต้องทำงานบูรณาการร่วมกันในการวางแผนการจัดการน้ำในแต่ละพื้นที่ นอกจากนี้ การเข้าถึงแหล่งน้ำที่จำกัดและขาดการบริหารจัดการน้ำที่ดี ทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่ทำเกษตรได้เฉพาะฤดูฝน ภาคเกษตรกรรมในภาคอีสานจึงไม่สามารถเป็นแหล่งจ้างงานที่ต่อเนื่องตลอดปี ดังนั้น การบริหารจัดการน้ำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทำได้โดยวางแผนการใช้น้ำในระดับชุมชน โดยเริ่มต้นจากการจัดทำบัญชีการใช้น้ำ การปรับพฤติกรรมและสร้างแรงจูงใจให้เกษตรกรเห็นความสำคัญของการจัดการน้ำ เช่น การเปลี่ยนไปปลูกพืชที่ใช้น้ำน้อยแต่มีมูลค่าสูง ในบางพื้นที่ การยอมสละพื้นที่เพาะปลูกบางส่วนเพื่อขุดสระน้ำ เป็นต้น การกำหนด zoning การปลูกพืชให้สอดคล้องกับสภาพดินและปริมาณน้ำที่มีในแต่ละพื้นที่ การมีกฎระเบียบที่เอื้อต่อการบริหารจัดการน้ำที่ชัดเจน เช่น สิทธิการใช้น้ำ (Water Rights) และการขุดดินแลกน้ำ เป็นต้น บริหารจัดการข้อมูลสารสนเทศของหน่วยงานรัฐที่เกี่ยวข้อง อาทิ ข้อมูลชั้นดินและคุณภาพดิน ข้อมูลปริมาณน้ำและแหล่งน้ำ ข้อมูลสภาพอากาศ ให้มีความถูกต้อง ครบถ้วน เป็นปัจจุบัน และเผยแพร่ในรูปแบบที่เหมาะสมเพื่อให้เกษตรกรใช้ประกอบการตัดสินใจเพาะปลูกได้

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีภาวะ ปัญหา และข้อจำกัดของการบริหารจัดการน้ำ ทั้งน้ำฝน น้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน ซึ่งส่วนใหญ่การทำเกษตรพึ่งพาน้ำฝนเป็นหลัก เนื่องจากภาคอีสานมีพื้นที่ชลประทานน้อยเพียง 6.3 ล้านไร่ หรือประมาณร้อยละ 10 ของพื้นที่เกษตรกรรมทั้งหมด ทำให้ภาคเกษตร

ไม่สามารถเป็นแหล่งจ้างงานที่ต่อเนื่องตลอดปีได้ ภาคอีสานกักเก็บน้ำได้น้อยเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมา เนื่องด้วยข้อจำกัดทางด้านภูมิศาสตร์ ดินส่วนใหญ่ในภาคอีสานเป็นดินทรายไม่อุ้มน้ำ เมื่อเข้าสู่ฤดูฝนจึงเกิดน้ำท่วมได้ง่ายและไม่สามารถกักเก็บน้ำได้ เมื่อถึงฤดูแล้งจึงเกิดปัญหาขาดแคลนน้ำ ดังนั้นหลายพื้นที่ในภาคอีสานจึงประสบปัญหาน้ำท่วมและน้ำแล้งในปีเดียวกัน สำหรับน้ำผิวดินการสร้างเขื่อนกักเก็บน้ำขนาดใหญ่ในภาคอีสานมีข้อจำกัด เนื่องด้วยลักษณะภูมิประเทศที่เป็นที่ราบสูงสลับกับพื้นที่ราบแบบลูกคลื่น ไม่มีภูเขาล้อมรอบ จึงไม่เหมาะต่อการสร้างเขื่อนขนาดใหญ่ ต่างจากภาคเหนือที่มีภูเขาล้อมรอบที่ราบลุ่ม นอกจากนี้ ดินในภาคอีสานยังมีความเค็มสูง การสร้างเขื่อนอาจส่งผลต่อคุณภาพน้ำในบริเวณใกล้เคียง เกษตรกรในภาคอีสานส่วนใหญ่พึ่งพาแหล่งน้ำขนาดเล็ก โดยกว่าร้อยละ 80 ใช้น้ำจากลำห้วยเป็นหลัก การนำน้ำจากลุ่มน้ำขนาดใหญ่ (โขง ชี มูล) มากระจายสู่ชุมชนทำได้ยากและไม่ทั่วถึง เนื่องจากหลายจังหวัดไม่ได้อยู่ติดลุ่มน้ำ ซึ่งภาคอีสานส่วนใหญ่จะกระจายน้ำจากแหล่งน้ำได้ในระยะไม่เกิน 5 กิโลเมตร และน้ำใต้ดินการขุดบ่อน้ำบาดาลมีข้อจำกัด เนื่องด้วยภาคอีสานมีชั้นหินที่ตื้น ทำให้ส่วนใหญ่ขุดเจาะได้ไม่เกิน 30 เมตร หากขุดลึกมากน้ำจะมีความเค็มและไม่สามารถนำมาใช้ในการเกษตรได้ ต่างจากพื้นที่ภาคกลางที่สามารถขุดได้ลึกถึง 300 เมตร นอกจากนี้ การขุดบ่อบาดาลต้องขออนุญาตหน่วยงานภาครัฐและมีค่าใช้จ่ายสูง ครัวเรือนเกษตรของไทยมีอุปกรณ์ในการรองรับและกักเก็บน้ำไม่เพียงพอ ไม่ว่าจะเป็นการขาดความสามารถในการกักเก็บน้ำฝนในฤดูฝน (Rainwater Harvesting) และการขาดความสามารถในการรับน้ำที่รัฐบาลแจกจ่ายให้ในฤดูแล้ง

สำนักสำรวจและประเมินศักยภาพน้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล จึงหาแนวทางแก้ไขปัญหา และข้อจำกัดของการบริหารจัดการน้ำพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยดำเนินการศึกษาการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย ในการดำเนินโครงการระยะที่ 1 ปีงบประมาณ 2563-2565 ได้ศึกษาธรณีวิทยา ในพื้นที่ศึกษารองรับด้วยกลุ่มหินโคราช (Khorat Group) ซึ่งเป็นชั้นหินสีแดงมหายุคมีโซโซอิก สะสมตัวบนภาคพื้นทวีป (Non-marine Red Beds) เป็นส่วนใหญ่ ประกอบด้วยหินทรายแป้ง หินทราย หินโคลน และหินกรวดมน มีอายุตั้งแต่ยุคไทรแอสซิกตอนปลาย ถึงยุคครีเทเชียส-เทอร์เชียรี วางทับอยู่บนพื้นผิวที่เกิดจากการผุกร่อนของหินมหายุคพาลีโอโซอิกตอนบน มีความหนาประมาณ 1-2 กิโลเมตร นอกจากนี้ยังศึกษาโครงสร้างทางธรณีวิทยา โดยพบแนวรอยแตกหลัก 3 แนว คือ แนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ แนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ และแนวเหนือ-ใต้ พร้อมทั้งทำการคัดเลือกพื้นที่เจาะบ่อสำรวจบริเวณขอบแอ่งทางทิศตะวันตกของแอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี จากผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ บริเวณบ้านหินขาว หมู่ที่ 15 ตำบลสาวะถี อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น ความลึกเจาะสำรวจรวม 1,014 เมตร โดยเจาะสำรวจผ่านหมวดหินภูพาน หมวดหินเสาขัว หมวดหินพระวิหาร และหมวดหินภูกระดึง พบชั้นน้ำบาดาลจำนวน 8 ชั้น โดย 6 ชั้นเป็นน้ำกร่อยเค็ม ได้แก่ ความลึก 170-180, 350-355, 435-445, 530-535 และความลึก 630-635 เมตร

สำหรับชั้นน้ำบาดาลจืด 2 ชั้น พบที่ความลึก 50-100 เมตร และ 540-600 เมตร ปริมาณการสูบสูงสุดรวมไม่น้อยกว่า 13 และ 9 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ตามลำดับ คุณภาพน้ำดี อยู่ในเกณฑ์น้ำอุปโภคบริโภค ปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายได้ 463 มิลลิกรัม/ลิตร ผลการศึกษาสามารถเสนอแนวทางการพัฒนาน้ำบาดาลพื้นที่ตำบลสาวะถี อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ได้ดังต่อไปนี้

6.2 การพัฒนาทรัพยากรน้ำบาดาล ตำบลสาวะถี อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

ตำบลสาวะถี อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น มีพื้นที่รวม 90.55 ตารางกิโลเมตร หรือ 56,596 ไร่ ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม กว่า 49,064 ไร่ รองลงมาเป็นพื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่สาธารณะกว่า 3,400 ไร่ ที่อยู่อาศัย และสถานที่ราชการ ประมาณ 4,000 ไร่ และมีพื้นที่แหล่งน้ำเพียง 193 ไร่ ห่างจากตัวเมืองขอนแก่นประมาณ 25 กิโลเมตร โดยทิศเหนือและทิศตะวันตกติดต่อกับตำบลป่าหวายนั่ง อำเภอบ้านฝาง ทิศใต้ติดต่อกับตำบลบ้านทุ่ม และตำบลแดงใหญ่อำเภอเมือง และทิศตะวันออกติดต่อกับตำบลบ้านค้อและตำบลแดงใหญ่ ลักษณะภูมิประเทศ พื้นที่โดยทั่วไปเป็นทุ่งนาและที่ราบสูงหรือเป็นพื้นที่เนินลอนราบ ความสูงประมาณ 170-200 เมตร (ระดับน้ำทะเลปานกลาง) พื้นที่ส่วนใหญ่มีความแห้งแล้ง มีแหล่งน้ำธรรมชาติและลำห้วยในบางหมู่บ้าน แต่หน้าแล้งจะขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภค

ธรณีวิทยาโดยทั่วไปประกอบด้วยหินชั้นของกลุ่มหินโคราช (Khorat Group) ซึ่งเป็นชั้นหินสีแดงมหายุคมีโซโซอิกสะสมตัวบนภาคพื้นทวีป (Non-Marine Red Beds) เป็นส่วนใหญ่ ประกอบด้วยหินทรายแป้ง หินทราย หินโคลนและหินกรวดมน ความหนาของหินทั้งสิ้นอาจถึง 4,000 เมตร มีอายุตั้งแต่ยุคไทรแอสซิกตอนปลายถึงยุคครีเทเชียส-เทอร์เชียรี วางทับอยู่บนพื้นผิวที่เกิดจากการผุกร่อนของหินมหายุคพาลีโอโซอิกตอนบน โดยที่ชั้นหินเอียงลาดเล็กน้อยสู่ใจกลางแอ่งโคราชและแอ่งสกลนครบริเวณทิศใต้ของที่ราบสูงโคราช มีหินบะซอลต์ยุคควอเทอร์นารีไหลคลุมกลุ่มหินโคราชเป็นหย่อมๆ **หมวดหินเสาขัว** ประกอบด้วยหินทรายแป้ง หินโคลน และหินกรวดมนปนทราย มีชั้นหินค่อนข้างหนา ซึ่งความหนาของหมวดหินนี้หนาประมาณ 512 เมตร มีซากดึกดำบรรพ์หอยกาบเดี่ยว (Gastropod) พวก Naticoid, พวกหอยกาบคู่ชื่อ Trigoniodides sp. และ Plicatounio sp. (Meesook et al., 1995) และพวกไดโนเสาร์กินพืช (Buffetaut et al., 1997) จากซากดึกดำบรรพ์ที่พบนี้ คาดว่าหินมีอายุครีเทเชียสตอนต้น (Early Cretaceous) **หมวดหินภูพาน** มีลักษณะค่อนข้างเด่นโดยเฉพาะประกอบด้วยหินทรายปนหินกรวดมนชั้นหนา ที่แสดงการวางชั้นเฉียงระดับ มีรายงานพบเศษชิ้นส่วนของกระดูกไดโนเสาร์ จำนวน 2-3 ชิ้น นอกจากนั้นยังพบว่ามีสารประกอบของพวกคาร์บอนเกิดอยู่ในหมวดหินนี้ด้วย ความหนาของหมวดหินนี้ ประมาณ 114 เมตร **หมวดหินโคกกรวด** ประกอบด้วยหินทรายแป้ง หินทราย และหินทรายแป้งปนปูน (caliche-siltstone) หินกรวดมน มีซากดึกดำบรรพ์เศษชิ้นส่วนของไดโนเสาร์ชนิดกินพืช เต่า และปลา (Buffetaut et al., 1997) หมวดหินนี้มีความหนาประมาณ 709 เมตร **หมวดหินมหาสารคาม** ประกอบด้วยหินทรายแป้ง และหินทราย มีชั้นโพแทช ยิปซัมและเกลือหินหนาเฉลี่ย 200 เมตร หมวดหินนี้มีความหนาประมาณ 600 เมตร เกิดจากการสะสมตัวของแอ่งซึ่งอาจ

แยกกันเป็น 2 แอ่งคือ แอ่งสกลนครกับแอ่งโคราช อายุของหินมหาสารคามนี้มีอายุประมาณยุคครีเทเชียสตอนปลาย จากหลักฐานสนามแม่เหล็กบรรพกาล (Maranate and Vella, 1986) และจากไอโซโทป ของแร่มีอายุประมาณ 100 ล้านปี และ**ตะกอนยุคควอเทอร์นารี** ได้แก่ชั้นกรวด (Gravel Bed) และชั้นดินลูกรัง (lateritic soil) ตามขอบแอ่งโคราชทั้งด้านบนและด้านใต้ ไม้กลายเป็นหินที่พบในชั้นกรวด

อุทกธรณีวิทยา ประกอบด้วย **ชั้นหินให้น้ำมหาสารคาม (Maha Sarakham Formation)** เป็นชั้นหินที่วางตัวปกคลุมพื้นที่ราบส่วนใหญ่ ทั้งแอ่งโคราช และแอ่งสกลนคร ลำดับชั้นหินที่สมบูรณ์ของหมวดหินมหาสารคาม ประกอบด้วยชั้นเกลือหิน (Rock Salts) วางตัวอยู่ 3 ชั้น คือ Upper, Middle and Lower Salts โดยระหว่างชั้นเกลือหินคั่นกลางด้วยหินโคลน (Mudstone) ซึ่งมีลักษณะเป็น Saline mud โดยมีการเรียงลำดับชั้นหินจากล่างสุดขึ้นมาดังนี้ คือ ชั้นล่างสุดเป็นชั้นเกลือหินตอนล่าง (Lower Salt Unit) เป็นชั้นเกลือหินหนาไม่น้อยกว่า 300 เมตร ในบริเวณพื้นที่ใจกลางแอ่งอาจหนามากกว่า 500 เมตร ถัดจากชั้น Lower Salt Unit ขึ้นมาเป็นชั้นหินโคลนตอนล่าง (Lower Clastic Unit) โดยทั่ว ๆ ไปเท่าที่เจาะพบมักจะมีลักษณะเป็นดินโคลนชุ่มน้ำเค็ม สลับด้วยชั้น Anhydrite เป็นช่วง ๆ ความหนาของชั้นหินโคลนตอนล่างโดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 50-100 เมตรเหนือชั้น Lower Clastic Unit ขึ้นมาเป็นชั้นเกลือหินตอนกลาง (Middle Salt Unit) ซึ่งมีความหนาไม่แน่นอนและมักจะคดโค้ง (Folding) ไปตามแรงบีบอัด ชั้นเกลือหินตอนกลาง จะปิดทับด้วยชั้นหินโคลนตอนกลาง (Middle Clastic Unit) ที่มีลักษณะเนื้อหินเหมือนกับชั้นหินโคลนตอนล่าง ถัดขึ้นมาเป็นชั้นเกลือหินตอนบน (Upper Salt Unit) ซึ่งปิดทับด้วยหินโคลนชุดภูทอกตอนล่าง **ชั้นหินให้น้ำโคกกรวด (Khok Kruat Formation)** เป็นหิน clastic sedimentary rocks ยุค Cretaceous มีหน่วยเรียกทางธรณีวิทยาว่า “หมวดหินโคกกรวด” ซึ่งถือได้ว่า เป็นหินที่วางตัวอยู่ตอนบนสุดของชุดหินโคราช (Khorat Group) มักโผล่ให้เห็นตามพื้นที่ขอบแอ่งของแอ่งโคราชและแอ่งสกลนคร ส่วนในพื้นที่ราบกลางแอ่งมักจะถูกปิดทับด้วยชั้นเกลือหิน ของหมวดหินมหาสารคาม ลักษณะเด่นทางศิลาวิทยาของหมวดหินโคกกรวด เป็นหินทราย หินทรายแป้งและสลับด้วยหินดินดาน สีน้ำตาลแดงถึงม่วงแดง มักพบเม็ดกรวดแทรกตัวอยู่ในเนื้อหิน เป็นเม็ดกรวดขนาดเล็ก ๆ รูปร่างกลมรี สีของเม็ดกรวดมักมีสีที่เข้มกว่าเนื้อหินดินดาน ของหมวดหินโคกกรวด เรียกหินดินดานประเภทนี้ว่า Pebbly บางแห่งพบชั้นยิปซัม หรือชั้น Anhydrite บาง ๆ แทรกตัวอยู่ในชั้นหิน ในทางอุทกธรณีวิทยา บ่อน้ำบาดาลที่เจาะในชั้นน้ำโคกกรวด มักได้น้ำบาดาลคุณภาพดี ยกเว้นกรณีที่ได้รับอิทธิพลของชั้นเกลือหินที่วางตัวปิดทับอยู่ตอนบนหรืออยู่ในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียง น้ำเค็มอาจไหลเข้าไปแทรกตัวตามแนวรอยแตกของชั้นหิน ทำให้กลายสภาพเป็นชั้นน้ำบาดาลเค็ม โดยทั่วไปบ่อน้ำบาดาลที่เจาะในชั้นน้ำโคกกรวด มักได้น้ำบาดาลจากแนวรอยแตกในชั้นหินเท่านั้น ได้ในเกณฑ์น้ำค่อนข้างต่ำระหว่าง 5-10 ลบ.ม./ชม. ต่อบ่อ เท่านั้น และหากเจาะไม่พบแนวรอยแตก ก็มักเป็นบ่อแห้ง **ชั้นหินให้น้ำภูพาน (Phu Phan Formation)** ประกอบด้วย หินทรายและหินกรวดมน (Conglomeratic Sandstone) สีเทาปนเหลือง และสีชมพูปนเทา เนื้อหินทรายเป็น

ทรายเนื้อหยาบ ถึงหยาบปานกลาง มีเนื้อประสานเป็นสารปูน มี matrix ของเศษดินเหนียวในเนื้อหินค่อนข้างสูง เป็นหินทรายจัดอยู่ในจำพวก Sub-Greywacke ถึง Sub-Arkose บางครั้งอาจพบชั้นหินดินดาน และหินทรายละเอียดแทรกอยู่ จากการเจาะบ่อน้ำบาดาลในหมวดหินภูพาน บางครั้งอาจเจาะพบ หินทรายและหินดินดานสีเทาดำ โดยทั่วไปบ่อน้ำบาดาลที่เจาะในชั้นน้ำภูพาน มักได้น้ำบาดาลจากแนวรอยแตกในชั้นหินเท่านั้น ได้ในเกณฑ์น้ำสูงระหว่าง 10-20 ลบ.ม./ชม. ต่อบ่อ บางบริเวณปริมาณน้ำมากกว่า 10-20 ลบ.ม./ชม. ต่อบ่อ เป็นน้ำพุ และ**ชั้นหินให้น้ำเสาขัว (Sao Khua Formation)** ส่วนใหญ่เป็นหินดินดาน และหินทรายแป้ง สีน้ำตาลแกมแดง หรือสีม่วงแดง ไม่ค่อยพบเป็นหินทราย จุดเด่นคือมี Lime Nodules ในเนื้อหิน และพบบรรพชีวินของสัตว์ขนาดใหญ่ (กระดูกไดโนเสาร์ ส่วนใหญ่ขุดพบในหมวดหินนี้) ตัวอย่างหินที่เจาะบ่อน้ำบาดาล โดยส่วนใหญ่มีลักษณะเป็น Mudstone หรือ Claystone สีม่วงแดง จนช่างเจาะบ่อน้ำบาดาลให้ชื่อว่า soft formation ซึ่งโดยส่วนใหญ่มักจะไม่ได้น้ำ ยกเว้นกรณีที่เจาะพบชั้นหินหินดินดานแข็ง ที่ช่างเจาะเรียกว่า “Hard Shale” ก็อาจได้น้ำบาดาลในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ ระหว่าง 2-5 ลบ.ม./ชม. ต่อบ่อ

แนวทางการพัฒนาน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ เพื่อการอุปโภคบริโภค การเกษตร และอุตสาหกรรม โดยการกำหนดชั้นน้ำบาดาลที่เหมาะสม ทั้งทางด้านปริมาณน้ำและคุณภาพน้ำ เพื่อให้ชุมชนหรือองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นสามารถพัฒนาน้ำบาดาลได้ถูกต้องตามหลักวิชาการ และไม่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำบาดาลในอนาคต นอกจากนี้ยังต้องส่งเสริมให้ประชาชนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝน น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน ระบบนิเวศน์และการดูดซับน้ำในพื้นที่ป่าต้นน้ำ เพื่อให้เกิดการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และการใช้ทรัพยากรน้ำบาดาลอย่างรู้คุณค่ามากที่สุด

1) การพัฒนาน้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภค

ตำบลสาวะถี (เทศบาลตำบลสาวะถี 2560) แบ่งเขตการปกครองเป็น 24 หมู่บ้าน ดังแสดงในตารางที่ 6-1 จำนวนประชากรรวม 18,056 คน แยกเป็นชาย 8,935 คน และหญิง 9,121 คน สามารถประเมินปริมาณการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคประมาณ 180 ลูกบาศก์เมตร/วัน (อ้างอิงปริมาณการใช้น้ำจากโครงการศึกษาสำรวจธรณีวิทยา และอุทกธรณีวิทยาเทือกเขาหินปูน วนอุทยานถ้ำหลวง-ขุนน้ำนางนอน พ.ศ. 2563 การใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค 100 ลิตร/คน/วัน) สำหรับการวิเคราะห์ปัญหาและความต้องการของประชาชน พบว่าปัญหาการขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภคเป็นปัญหาต้น ๆ ที่ประชาชนในพื้นที่ต้องการให้ภาครัฐแก้ไขเร่งด่วน เนื่องจากน้ำกินน้ำใช้เป็นปัจจัยหลักในการดำรงชีวิต โดยพบว่าประปาหมู่บ้านยังไม่ทั่วถึงทุกครัวเรือน แหล่งน้ำผิวดินที่เป็นแหล่งน้ำดิบตื้นเขิน ไม่สามารถกักเก็บน้ำได้เพียงพอสำหรับใช้ได้ตลอดทั้งปี การเจาะพัฒนาน้ำบาดาลยังทำได้จำกัด เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวรองรับด้วยหินแข็งยากต่อการเจาะพัฒนาน้ำบาดาล และประชาชนไม่มีภาชนะกักเก็บน้ำไว้ใช้ในยามขาดแคลน เป็นต้น

ตารางที่ 6-1 แสดงจำนวนหมู่บ้านและจำนวนประชากรตำบลสาวะถี

หมู่บ้าน	ชื่อบ้าน	จำนวนประชากร (คน)			จำนวนหลังคาเรือน	ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม./วัน)
		ชาย	หญิง	รวม		
1	หนองตาไก้	582	588	1,170	311	11.7
2	โคกล่าม	399	391	790	211	7.9
3	หนองเม็ก	210	226	436	123	4.36
4	ม่วงโป้	285	258	543	137	5.43
5	โนนกู่	272	269	541	167	5.41
6	สาวะถี	450	464	914	308	9.14
7	สาวะถี	340	387	727	202	7.27
8	สาวะถี	549	543	1,092	296	10.92
9	งิ้ว	375	422	797	229	7.97
10	หนองปิง	367	375	742	193	7.42
11	โนนรัง	394	428	822	254	8.22
12	โนนตุ่น	147	121	268	75	2.68
13	เฟี้ยฟาน	363	368	731	214	7.31
14	ลาดนาเพียง	534	506	1,040	310	10.4
15	หินขาว	344	336	680	172	6.8
16	โนนรัง	463	496	959	267	9.59
17	หนองตาไก้	333	314	647	159	6.47

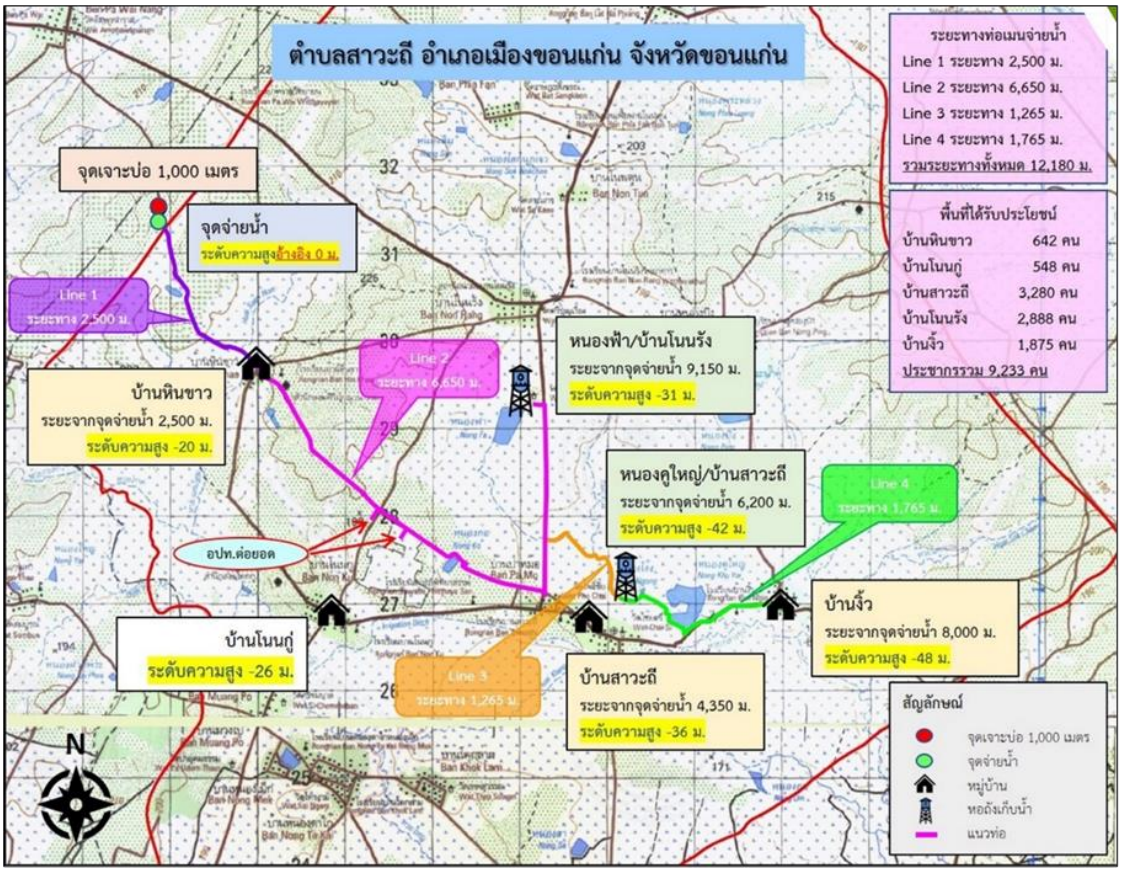
ตารางที่ 6-1 แสดงจำนวนหมู่บ้านและจำนวนประชากรตำบลสาวะถี (ต่อ)

หมู่บ้าน	ชื่อบ้าน	จำนวนประชากร (คน)		

		ชาย	หญิง	รวม	จำนวนหลังคาเรือน	ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม./วัน)
18	หนองปิง	471	465	936	226	9.36
19	งิ้ว	525	582	1,107	286	11.07
20	ลาดนาเพียง	353	337	690	204	6.9
21	สาวะถี	275	280	555	146	5.55
22	โนนรัง	274	297	544	122	5.44
23	ม่วงโป้	370	375	745	176	7.45
24	โนนกู่	267	281	548	162	5.48
รวม		**8,935**	**9,121**	**18,056**	**4,951**	**180.24**

แหล่งข้อมูล : เทศบาลตำบลสาวะถี, 2560

จากผลการศึกษาการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก บริเวณบ้านหินขาว หมู่ที่ 15 ตำบลสาวะถี อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น ซึ่งพบชั้นน้ำบาดาลจืด 2 ชั้น มีศักยภาพน้ำบาดาลสูง คุณภาพน้ำดี อยู่ในเกณฑ์น้ำอุปโภคบริโภค ดังนั้น หากเทศบาลตำบลสาวะถี ต้องการพัฒนาน้ำบาดาลเพื่อการอุปโภคบริโภค ควรดำเนินการเจาะพัฒนาน้ำบาดาลที่รองรับด้วยชั้นหินให้น้ำภูพาน จะพบน้ำบาดาลจืดชั้นที่ 1 ความลึก 50-100 เมตร หากดำเนินการเจาะบ่อขนาด 6 นิ้ว จะสามารถสูบน้ำบาดาลสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 13 ลูกบาศ์เมตร/บ่อ/ชั่วโมง และควรเจาะพัฒนาเป็นกลุ่มบ่อ โดยเจาะบ่อผลิตไม่น้อยกว่า 3 บ่อ บ่อสังเกตการณ์ระดับน้ำบาดาล จำนวน 1 บ่อ สามารถรองรับความต้องการใช้น้ำได้ไม่น้อยกว่า 36 ลูกบาศ์เมตร/บ่อ/ชั่วโมง หรือ 3,600 ลูกบาศก์เมตร/วัน (สูบ 10 ชั่วโมง) ดังแสดงในรูปที่ 6-1 แสดงแนวคิดการพัฒนาน้ำบาดาลพร้อมระบบกระจายน้ำตำบลสาวะถี โดยบ้านที่จะได้ประโยชน์ประกอบด้วย บ้านหินขาว บ้านโนนกู่ บ้านสาวะถี บ้านโนนรัง และบ้านป่างิ้ว ประชากรที่ได้ประโยชน์รวมไม่น้อยกว่า 9,233 คน โดยใช้น้ำประมาณ 100 ลูกบาศก์เมตร/วัน



รูปที่ 6-1 แนวคิดการพัฒนาน้ำบาดาลพร้อมระบบกระจายน้ำ
ตำบลสาวะถี อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

2) การพัฒนาน้ำบาดาลเพื่อการเกษตร

ตำบลสาวะถี ครอบคลุมพื้นที่รวม 90.55 ตารางกิโลเมตร หรือ 56,596 ไร่ ราษฎรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม โดยทำนา 3,304 ครัวเรือน พื้นที่ 36,806 ไร่ ทำไร่ 1,297 ครัวเรือน พื้นที่ 12,731 ไร่ ทำสวน 198 ครัวเรือน พื้นที่ 681 ไร่ เลี้ยงสัตว์ 2,715 ครัวเรือน จำนวน 23,436 ตัว แบ่งออกเป็น เลี้ยงไก่พื้นเมือง 10,278 ตัว เลี้ยงเป็ดเนื้อ 1,813 ตัว เลี้ยงสุกร 408 ตัว เลี้ยงโคเนื้อ 1,256 ตัว และเลี้ยงกระบือ 104 ตัว ความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตร โดยประเมินปริมาณการใช้น้ำของพืชรวมไม่น้อยกว่า 72.5 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี และปริมาณการใช้น้ำในการเลี้ยงสัตว์รวมไม่น้อยกว่า 5,600 ลูกบาศก์เมตร/ปี ดังแสดงในตารางที่ 6-2 และตารางที่ 6-3 โดยในพื้นที่ศึกษาอยู่นอกเขตชลประทาน น้ำฝนจึงเป็นแหล่งน้ำหลักในการเกษตรกรรมและเลี้ยงสัตว์ โดยปริมาณฝนเฉลี่ยประมาณ 1,200 ถึง 1,400 มิลลิเมตร/ปี และจำนวนวันฝนตกหนักเกินหนึ่งพันมิลลิเมตร 112 วัน หรือคิดเป็น 12,170 ถึง 14,200 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี อย่างไรก็ตามปัญหาที่พบคือ การขาดแหล่งน้ำสำหรับการเกษตร

ที่เพียงพอในฤดูฝนช่วงฝนทิ้งช่วงและในฤดูแล้ง ขาดแหล่งกักเก็บน้ำผิวดินที่เพียงพอ และแหล่งน้ำที่มีอยู่ตื้นเขินไม่สามารถกักเก็บน้ำได้

ตารางที่ 6-2 ปริมาณการใช้น้ำของพืชตำบลสาวะถี

ลำดับที่	ชนิดพืช	จำนวน (ไร่)	น้ำใช้ของพืชตลอดอายุ (ลบ.ม./ไร่)	รวมน้ำใช้ของพืช (ลบ.ม./ปี)
1	ข้าว	36,806	1,262	46,485,978
2	พืชไร่	12,731	1,810	23,043,110
3	พืชสวน ไม้ยืนต้น	681	4,435	3,020,235
รวม		**50,218**	**7,507**	**72,549,323**

ดัดแปลงจาก กรมชลประทาน http://water.rid.go.th/hwm/cropwater/CWRdata/ET/

ตารางที่ 6-3 ปริมาณการใช้น้ำของสัตว์ตำบลสาวะถี

ลำดับที่	ชนิดของสัตว์	จำนวน (ตัว)	น้ำใช้ตลอดอายุ (ลบ.ม./ตัว/วัน)	รวมน้ำใช้ของสัตว์ (ลบ.ม./ปี)
1	ไก่พื้นเมือง	10,278	11,253	30.83
2	เป็ดเนื้อ	1,813	1,986	5.44
3	สุกร	408	2,978	8.16
4	โคเนื้อ	1,256	36,675	100.48
5	กระบือ	104	3,037	8.32
รวม		13,859	0.1860	55,929

อ้างอิงจาก เทศบาลตำบลสาวะถี, 2557

ในการพัฒนาน้ำบาดาลเพื่อการเกษตร พบว่า พื้นที่ตำบลสาวะถี บริเวณที่รองรับด้วยชั้นหินให้น้ำภูพาน สามารถพัฒนาน้ำบาดาลจืดได้ศักยภาพสูง โดยเจาะพัฒนาความลึกไม่เกิน 100 เมตร หากดำเนินการเจาะบ่อขนาด 6 นิ้ว จะสามารถสูบน้ำบาดาลสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 13 ลูกบาศ์เมตร/ชั่วโมง สามารถดำเนินการระบบน้ำบาดาลขนาดใหญ่และระบบกระจายน้ำระยะไกลได้ เพื่อให้ครอบคลุมความต้องการใช้น้ำอุปโภคบริโภคและน้ำเพื่อการเกษตรได้ อย่างไรก็ตาม เพื่อให้จัดหาแหล่งน้ำบาดาลให้กลุ่มเกษตรกร มีน้ำใช้ทำการเกษตรอย่างเพียงพอในช่วงฤดูแล้งหรือฝนทิ้งช่วง โดยการพัฒนาตามหลักวิชาการให้เหมาะสมกับศักยภาพน้ำบาดาลในพื้นที่ เกิดความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ และการมีส่วนร่วมของ

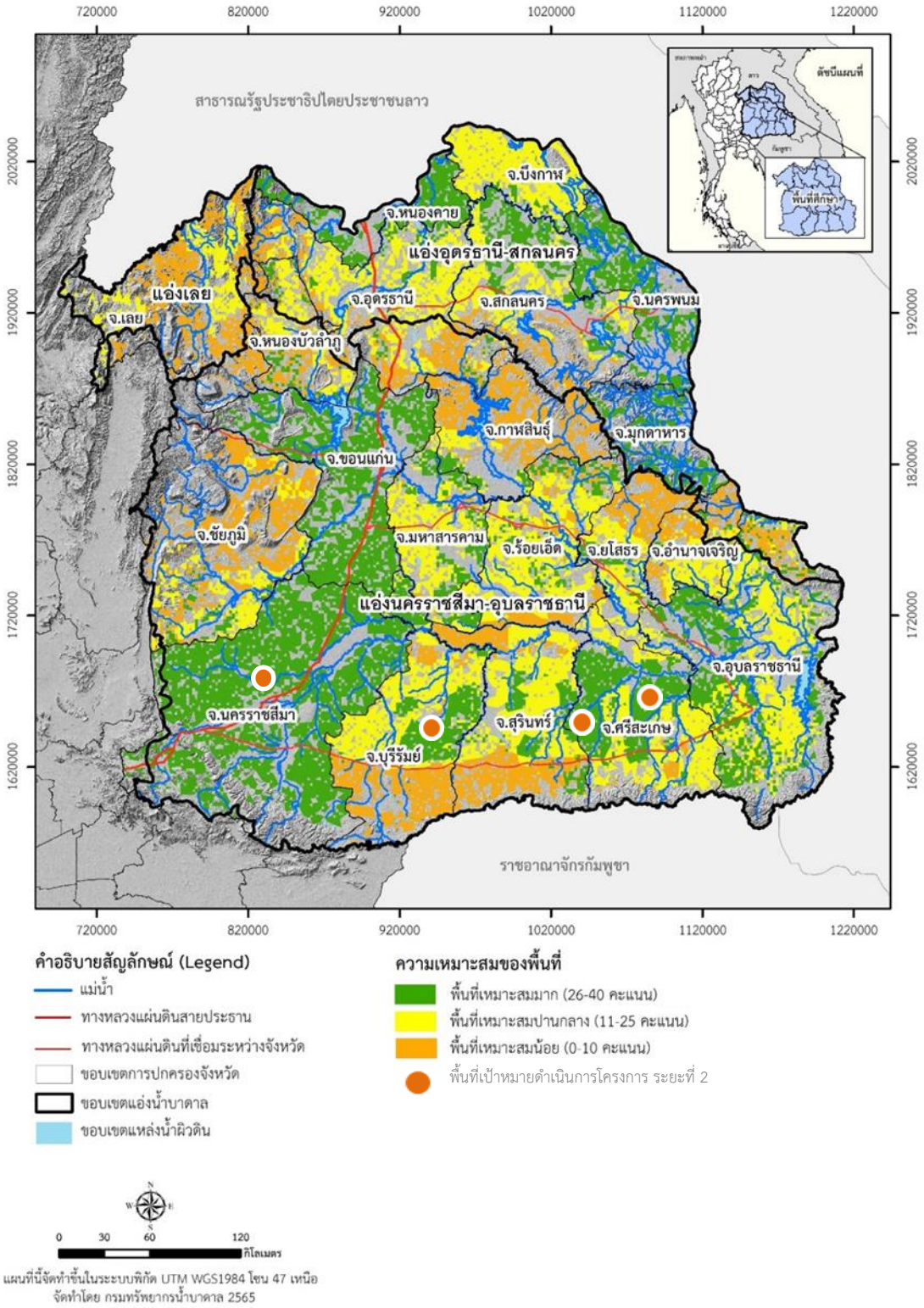
ชุมชนในการบริหารจัดการแหล่งน้ำบาดาล ตำบลสาวะถี จึงควรจัดตั้งกลุ่ม กองทุนและร่วมกันกำหนดข้อตกลงสำหรับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรร่วมกัน สมาชิกกลุ่มต้องยินยอมให้กรมทรัพยากรน้ำบาดาลเจาะบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่ของสมาชิกกลุ่ม เจ้าของพื้นที่ที่ตั้งบ่อน้ำบาดาลต้องยินยอมให้สมาชิกของกลุ่มใช้ประโยชน์จากน้ำบาดาลร่วมกัน และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นให้การรับรอง พร้อมทั้งยินดีที่จะรับมอบโครงการฯ เพื่อบริหารจัดการต่อไป นอกจากนี้ เกษตรกรควรเสนอแผนการปลูกพืชใช้น้ำน้อย เช่น พืชผักสวนครัวควบคู่ไปกับพืชไร่และเสนอสูบน้ำด้วยไฟฟ้าควบคู่กับระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น

3) การพัฒนาน้ำบาดาลเพื่ออุตสาหกรรม

จากข้อมูลพื้นฐานตำบลสาวะถี ปัจจุบันยังไม่มีการพัฒนาด้านอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตามพื้นที่ศึกษาห่างจากอำเภอเมืองขอนแก่นประมาณ 25 กิโลเมตร หากมีการขยายพื้นที่อุตสาหกรรมน้ำบาดาลจะเป็นแหล่งน้ำหลักในภาคการผลิต และเนื่องจากภาคอุตสาหกรรมที่มีกำลังสูงในการพัฒนาน้ำบาดาล จึงควรเจาะพัฒนาน้ำบาดาลจืดชั้นที่ 2 ความลึก 540-600 เมตร ปริมาณการสูบสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 9 ลูกบาศก์เมตร/บ่อ/ชั่วโมง นอกจากป้องกันไม่ให้ให้เกิดผลกระทบต่อน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค และน้ำเพื่อการเกษตรของประชาชนแล้ว ยังสามารถพัฒนาน้ำบาดาลจืด คุณสมบัติเป็นน้ำแร่ธรรมชาติ เหมาะกับอุตสาหกรรมน้ำดื่ม เป็นต้น

6.3 แนวทางการพัฒนาน้ำบาดาลพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือในอนาคต

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล มีแผนในการดำเนินศึกษาและประเมินศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลในระดับลึกพื้นที่ศักยภาพต่ำ และพื้นที่หาน้ำยากของประเทศ เพื่อพัฒนาขึ้นมาใช้ประโยชน์ เป็นการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำในพื้นที่เฉพาะ โดยแบ่งการดำเนินการออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 ศึกษาเพื่อการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลใหม่ระดับลึก ระยะเวลาดำเนินการ 1 ปี 6 เดือน ศึกษาอุทกธรณีวิทยา และอุทกธรณีเคมีชั้นน้ำบาดาลใหม่ระดับลึก พื้นที่แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี และดำเนินการเจาะพัฒนาน้ำบาดาลในพื้นที่จังหวัดของแก่น ระยะที่ 2 ศึกษาอุทกธรณีวิทยา และอุทกธรณีเคมีชั้นน้ำบาดาลใหม่ระดับลึก พื้นที่แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี พื้นที่อีสานใต้ ประกอบด้วย จังหวัดนครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ และจังหวัดศรีษะเกษ เวลาดำเนินการ 2 ปี ดังแสดงในรูปที่ 6-2 เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนบริหารจัดการด้านทรัพยากรน้ำบาดาลได้อย่างเป็นรูปธรรมต่อไปในอนาคต แก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำการอุปโภคบริโภคของประชาชนในพื้นที่ นอกจากนี้ ยังเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีการสำรวจ การพัฒนาน้ำบาดาลระดับลึก และพัฒนาบุคลากรให้มีความพร้อมในการรับมือปัญหาการขาดแคลนน้ำ และความต้องการการใช้น้ำที่เพิ่มสูงขึ้นในปัจจุบัน เพื่อรองรับการพัฒนาประเทศในอนาคต



รูปที่ 6-2 แผนการสำรวจและพัฒนาน้ำบาดาลระดับลึกระยะที่ 2 พื้นที่แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี

บทที่ 7

สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

การดำเนินงานโครงการศึกษาสำรวจแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่โครงการศึกษาสำรวจแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย) มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาสภาพธรณีวิทยา ธรณีโครงสร้าง อุทกธรณีวิทยา ทั้งปริมาณและคุณภาพน้ำบาดาล และคุณสมบัติทางชลศาสตร์น้ำบาดาลใหม่ พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย) 2) เพื่อพัฒนางานเจาะสำรวจน้ำบาดาลระดับลึก และพัฒนาบุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล โดยใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ทันสมัย ให้มีความพร้อมในการรับมือปัญหาการขาดแคลนน้ำและความต้องการการใช้น้ำที่เพิ่มสูงขึ้นในปัจจุบัน และ 3) เสนอแนะแนวทางการพัฒนาน้ำบาดาลในชั้นหินให้น้ำระดับลึกพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย) และใช้เป็นต้นแบบในการศึกษาน้ำบาดาลระดับลึกพื้นที่อื่น ๆ ที่มีลักษณะทางธรณีวิทยาใกล้เคียงกันต่อไป โดยเริ่มดำเนินงานตั้งแต่วันที่ 14 พฤษภาคม 2563 และสิ้นสุดโครงการในวันที่ 13 พฤษภาคม 2565 มีรายละเอียดของผลการดำเนินงาน รวมถึงปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะ ดังต่อไปนี้

7.1 สรุปผลการดำเนินงาน

7.1.1 ผลการศึกษาสภาพธรณีวิทยา ธรณีโครงสร้าง อุทกธรณีวิทยาทั้งปริมาณและคุณภาพน้ำบาดาล และคุณสมบัติทางชลศาสตร์น้ำบาดาลใหม่ พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือรองรับด้วยกลุ่มหินโคราช (Khorat Group) ซึ่งเป็นชั้นหินสีแดงมหายุคมีโซโซอิก สะสมตัวบนภาคพื้นทวีป (Non-marine Red Beds) เป็นส่วนใหญ่ ประกอบด้วยหินทรายแป้ง หินทราย หินโคลน และหินกรวดมน มีอายุตั้งแต่ยุคไทรแอสซิกตอนปลาย ถึงยุคครีเทเชียส-เทอร์เชียรี มีความหนาประมาณ 1-2 กิโลเมตร ปัจจุบันแบ่งออกเป็น 8 หมวดหิน (กรมทรัพยากรธรณี, 2559) คือ หมวดหินห้วยหินลาด หมวดหินน้ำพอง หมวดหินภูกระดึง หมวดหินพระวิหาร หมวดหินเสาขัว หมวดหินภูพาน หมวดหินโคกกรวด และหมวดหินมหาสารคาม พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือถูกแบ่งออกด้วยเทือกเขาภูพานที่เกิดจากโครงสร้างชั้นหินโค้งรูปประทุนลูกฟูก (Anticlinorium) ที่มีแกนวางตัวอยู่ในแนวทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ทำให้ส่วนทางด้านเหนือ เกิดแอ่งย่อยอุดรธานี-สกลนคร และทางด้านใต้ เกิดแอ่งย่อยนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งทั้งสองมีพื้นที่เอียงเทไปยังทิศตะวันออกและมีพื้นที่ราบเรียบ ซึ่งประกอบด้วยที่ราบน้ำท่วมถึงและที่ราบน้ำท่วมไม่ถึงอยู่กลางแอ่ง นอกจากนี้ในบริเวณกลางแอ่ง มีการแทรกดันของเกลือหินกระจายอยู่ทั่วไป ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดพื้นที่ดินเค็มและน้ำเค็มในบริเวณที่ราบสูงโคราช และจากกระบวนการแปรธรณีสัณฐานส่งผลให้เกิดแรงบีบอัดของชั้นหินเกิดการคดโค้งของชั้นหินเป็นลักษณะประทุนและเกิดรอยแตกในชั้นหินแข็ง ซึ่งรอยแตกส่วนใหญ่

วางตัว ในแนวทิศตะวันออกเฉียงใต้-ตะวันตกเฉียงเหนือ ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ และทิศตะวันออก-ตะวันตก เมื่อวิเคราะห์แนวรอยแตกพบว่ามีความสัมพันธ์กับแหล่งกักเก็บน้ำบาดาลระดับลึก และจากการคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมในการดำเนินงานโครงการ โดยพิจารณาจาก 4 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ ปัจจัยด้านธรณีวิทยา ปัจจัยด้านพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง และปัจจัยข้อมูลคลื่นไหวสะเทือน พบว่าพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมาก ได้แก่ จังหวัดขอนแก่น ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญด้านเศรษฐกิจของประเทศและเป็นศูนย์กลางของการคมนาคมไปสู่พื้นที่อื่น ๆ จากนั้นได้วิเคราะห์และหาความสัมพันธ์ระหว่างแนวรอยแตกและปริมาณน้ำบาดาลจากแผนที่ความหนาแน่นของแนวรอยแตก ข้อมูลจากการสำรวจอุทกธรณีภาคสนาม พบบ่อน้ำบาดาลที่มีปริมาณน้ำบาดาลสูงวางตัวสัมพันธ์กับแนวรอยแตก ได้แก่ บริเวณท้ายเขื่อนอุบลรัตน์ บริเวณอำเภอซำสูง และบริเวณทิศใต้ของอำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น จากนั้นดำเนินการสำรวจธรณีวิทยา สำรวจอุทกธรณีวิทยา และสำรวจธรณีฟิสิกส์ ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึกและแบบ 2 มิติ สามารถกำหนดบริเวณที่เหมาะสมในการเจาะสำรวจน้ำบาดาลระดับลึก ณ บ้านหินขาว ตำบลสาวะถี อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น (จุดสำรวจ PW03) เนื่องจากพื้นที่รองรับด้วยหมวดหินภูพาน หมวดหินเสาขัว และหมวดหินพระวิหาร พบรอยต่อของชั้นหินหลายชั้นและรอยแตกระดับลึกค่อนข้างมาก คาดว่ามีแหล่งน้ำบาดาลศักยภาพสูงกักเก็บบริเวณรอยแตกดังกล่าว

ผลการเจาะบ่อสำรวจ ณ บ้านหินขาว หมู่ที่ 15 ตำบลสาวะถี อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น เริ่มดำเนินงานเจาะบ่อสำรวจ รวมทั้งพัฒนาบ่อน้ำบาดาล จำนวน 3 บ่อ ดังนี้ บ่อน้ำบาดาลระดับความลึก 66 เมตร บ่อน้ำบาดาลระดับความลึก 750 เมตร (บ่อทดสอบ) และบ่อน้ำบาดาลระดับความลึก 1,014 เมตร จากผลการเจาะและการหยั่งธรณีหลุมเจาะบ่อน้ำบาดาลความลึก 1,014 เมตร โดยพิจารณากราฟ SPR, RLN, RSN, SP และ Gramma ร่วมกับวิเคราะห์ตัวอย่างชั้นดินชั้นหินจากหลุมเจาะ สามารถแบ่งชั้นน้ำบาดาล ออกได้เป็น 8 ชั้น ได้แก่ ชั้นที่ 1 ความลึก 50-100 เมตร เป็นชั้นน้ำจืด ชั้นที่ 2 ความลึก 160-180 เมตร เป็นชั้นน้ำกร่อย-เค็ม ชั้นที่ 3 ความลึก 350-355 เมตร เป็นชั้นน้ำกร่อย-เค็ม ชั้นที่ 4 ความลึก 440-448 เมตร เป็นชั้นน้ำกร่อย-เค็ม ชั้นที่ 5 ความลึก 510-515 เมตร เป็นชั้นน้ำกร่อย-เค็ม ชั้นที่ 6 ความลึก 540-552 เมตร เป็นชั้นน้ำกร่อย-เค็ม ชั้นที่ 7 ความลึก 540-600 เมตร เป็นชั้นน้ำจืด และชั้นที่ 8 ความลึก 635-640 เมตร เป็นชั้นน้ำกร่อย-เค็ม ตามลำดับ และระดับความลึกมากกว่า 700 เมตรลงไป ไม่พบชั้นน้ำบาดาล จึงออกแบบและพัฒนาน้ำบาดาล รวมทั้งศึกษาอุทกธรณีวิทยาและไอโซโทปของน้ำบาดาล จำนวน 3 บ่อ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- บ่อที่ 1 ความลึกเจาะ 66 เมตร ความลึกพัฒนา 66 เมตร ระยะท่อเซาะร่อง 42-46, 60-64 เมตร จากการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาล มีระยะน้ำลด 16.36 เมตร ค่าสัมประสิทธิ์ของการจ่ายน้ำ 3.78 ตารางเมตร/วัน ค่าสัมประสิทธิ์ของการซึมได้ 3.78 เมตร/วัน ปริมาณน้ำสูงสุดที่สูบน้ำได้ 13 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง คุณภาพน้ำดี อยู่ในเกณฑ์น้ำมาตรฐานน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค ปริมาณ

สารละลายทั้งหมดที่ละลายน้อยกว่า 500 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นน้ำอายุอ่อน 120 ปี (C-14 98.49 pMC) และจากการวิเคราะห์ประเภทกลุ่มน้ำตามไอออนหลักที่พบในน้ำบาดาล เป็นกลุ่มแคลเซียมไบคาร์บอเนต (Calcium Bicarbonate Type) ซึ่งมาจากน้ำฝนหรือน้ำผิวดินบริเวณพื้นที่รับน้ำ (Recharge Area) ไหลลงมาสะสมในรอยแตก

- บ่อที่ 2 (บ่อทดสอบ) ความลึกเจาะ 702 เมตร ความลึกพัฒนา 450 เมตร ระยะท่อเซาะร่อง 180-198, 258-264, 306-318 เมตร จากการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาล มีระยะน้ำลด 52-92 เมตร ค่าสัมประสิทธิ์ของการจ่ายน้ำ 3.16 ตารางเมตร/วัน ค่าสัมประสิทธิ์ของการซึมได้ 1.05 เมตร/วัน ปริมาณน้ำสูงสุดที่สูบน้ำได้ 49 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายมากกว่า 4,800 มิลลิกรัม/ลิตร คุณภาพน้ำกร่อย-เค็ม เกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคเป็นน้ำอายุแก่ 400 ปี (C-14 95.10 pMC) น้ำบาดาลมาจากฝนที่ตกในที่สูงหรือเป็นน้ำเก่า เป็นกลุ่มน้ำผสมระหว่างแคลเซียม-โซเดียมไบคาร์บอเนต (Calcium-Sodium Bicarbonate Type) หรือเรียกว่า Mixed Type

- บ่อที่ 3 ความลึกเจาะ 1,014 เมตร ความลึกพัฒนา 606 เมตร ระยะท่อเซาะร่อง 540-600 เมตร จากการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลมีระยะน้ำลด 76.23 เมตร ค่าสัมประสิทธิ์ของการจ่ายน้ำ 0.589 ตารางเมตร/วัน ค่าสัมประสิทธิ์ของการซึมได้ 0.118 เมตร/วัน ปริมาณน้ำสูงสุดที่สูบน้ำได้ 9 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง คุณภาพน้ำดี อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค ปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายน้อยกว่า 500 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นน้ำอายุแก่ 18,240 ปี (pMC) น้ำบาดาลมาจากฝนที่ตกในที่สูงหรือเป็นน้ำเก่า เป็นกลุ่ม Mixed Type เช่นเดียวกับชั้นน้ำความลึก 540-600 เมตร

จากผลการศึกษาที่ความลึกมากกว่า 700 เมตรลงไป พบรอยแตกแห้ง ไม่พบชั้นน้ำบาดาล เนื่องจากรอยแตกจะถูกบีบอัดให้แคบทำให้มีช่องว่างในการกักเก็บน้ำได้น้อย และการเติมน้ำลงไปในชั้นลึก ๆ ใช้เวลาค่อนข้างนาน

7.1.2 การพัฒนางานเจาะสำรวจน้ำบาดาลระดับลึก และพัฒนาบุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล โดยใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ทันสมัย ให้มีความพร้อมในการรับมือปัญหาการขาดแคลนน้ำและความต้องการการใช้น้ำที่เพิ่มสูงขึ้นในปัจจุบัน โดยการจัดซื้อชุดเจาะสำรวจน้ำบาดาลระดับลึก 1,000 เมตร พร้อมอุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด ซึ่งเป็นรถเจาะน้ำบาดาลที่มีศักยภาพสูงที่สุดในปัจจุบัน ยี่ห้อ Massenza รุ่น MI4 ชนิด Top Head Drive โดยสามารถเจาะได้ทั้ง 2 ระบบ ประเภทเครื่องเจาะผสมแบบใช้น้ำและลม (Direct Rotary and Down The Hole Hammer) ติดตั้งบนรถกึ่งพ่วงไม่น้อยกว่า 2 เพลา ขนาดบรรทุกไม่น้อยกว่า 40 ตัน และรถยนต์บรรทุกหัวลาก 10 ล้อ ขับเคลื่อน 6x44 ขนาดกำลังไม่น้อยกว่า 360 แรงม้า สามารถเจาะได้ทั้ง 2 ระบบ ได้แก่ 1) ระบบหมุนตรงเจาะด้วยลม (Down The Hole Hammer System, DTH) ขนาดหลุมเจาะไม่น้อยกว่า 8 1/2 นิ้ว ความลึกการเจาะไม่น้อยกว่า 500 เมตร ด้วยก้านเจาะ ขนาดไม่น้อยกว่า Ø 4 1/2 นิ้ว 2) ระบบหมุนตรงเจาะด้วยน้ำโคลน (Direct Circulation System, DC) ขนาดหลุมเจาะไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว ที่ความลึกการ

เจาะไม่น้อยกว่า 1,000 เมตร ด้วยก้านเจาะ ขนาดไม่น้อยกว่า Ø 4 1/ 2 นิ้ว 3) ระบบดูดกลับแบบใช้ลมช่วยเจาะ (Air Reverse Circulation System, ARC) ขนาดหลุมเจาะไม่น้อยกว่า 16 นิ้ว ที่ความลึกการเจาะไม่น้อยกว่า 600 เมตร ด้วยก้านเจาะ ขนาดไม่น้อยกว่า Ø 6 นิ้ว พร้อมทั้งฝึกอบรมการใช้เครื่องมืออุปกรณ์และเทคนิคต่างๆ ให้กับเจ้าหน้าที่ช่างเจาะ สำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 4 (ขอนแก่น) กรมทรัพยากรน้ำบาดาล จำนวน 28 ราย ทั้งภาคทฤษฎีเกี่ยวกับเทคนิคการเจาะ การก่อสร้างบ่อน้ำบาดาล และนอกจากนั้นได้อบรมเทคนิคการเจาะภาคปฏิบัติ ณ พื้นที่บ้านหินขาว หมู่ที่ 15 ตำบลสาวะถี อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ด้วยการเจาะบ่อน้ำบาดาล ความลึก 1,014 เมตร เจาะด้วยวิธีเจาะด้วยระบบลม Direct Rotary Air Circulation Down the Hole Hammer ที่ความลึก 300-600 เมตร และจากนั้นเจาะด้วยวิธีเจาะระบบน้ำโคลน Direct Rotary Mud Circulation ความลึก 600-1,014 เมตร ทำให้เจ้าหน้าที่ช่างเจาะ ได้เรียนรู้เทคนิคการทำงานในภาคปฏิบัติ สามารถนำประสบการณ์ที่ได้รับไปเจาะบ่อน้ำบาดาลระดับลึกในพื้นที่อื่นๆ ที่มีลักษณะธรณีวิทยาคล้ายคลึงกันได้

7.1.3 เสนอแนะแนวทางการพัฒนาน้ำบาดาลในชั้นหินให้น้ำระดับลึกพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย) จากผลการศึกษาน้ำบาดาลระดับลึก พบชั้นน้ำบาดาลจืดมีศักยภาพน้ำบาดาลสูง จำนวน 2 ชั้น ดังนั้น จึงได้เสนอแนวทางการพัฒนาน้ำบาดาลในพื้นที่ตำบลสาวะถี ทั้งด้านอุปโภคบริโภค ด้านการเกษตร และด้านอุตสาหกรรม ดังนี้

1) การพัฒนาน้ำบาดาลเพื่อการอุปโภคบริโภคและเกษตร ควรดำเนินการเจาะพัฒนาน้ำบาดาลที่รองรับด้วยชั้นหินให้น้ำภูพาน ความลึก 50-100 เมตร หากดำเนินการเจาะบ่อขนาด 6 นิ้ว จะสามารถสูบน้ำบาดาลสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 13 ลูกบาศ์เมตร/บ่อ/ชั่วโมง และควรเจาะพัฒนาเป็นกลุ่มบ่อ โดยเจาะบ่อผลิตไม่น้อยกว่า 3 บ่อ บ่อสังเกตการณ์ระดับน้ำบาดาล จำนวน 1 บ่อ สามารถรองรับความต้องการใช้น้ำได้ไม่น้อยกว่า 36 ลูกบาศ์เมตร/บ่อ/ชั่วโมง หรือ 3,600 ลูกบาศก์เมตร/วัน (สูบ 10 ชั่วโมง) โดยบ้านที่จะได้ประโยชน์ ประกอบด้วย บ้านหินขาว บ้านโนนกู่ บ้านสาวะถี บ้านโนนรัง และบ้านป่าจิ้ว ประชากรที่ได้ประโยชน์รวมไม่น้อยกว่า 9,233 คน โดยใช้น้ำประมาณ 100 ลูกบาศก์เมตร/วัน

2) การพัฒนาน้ำบาดาลด้านอุตสาหกรรม ในปัจจุบันตำบลสาวะถียังไม่มีการพัฒนาด้านอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตามพื้นที่ศึกษาห่างจากอำเภอเมืองขอนแก่นประมาณ 25 กิโลเมตร หากมีการขยายพื้นที่อุตสาหกรรมในอนาคต น้ำบาดาลจะเป็นแหล่งน้ำหลักในภาคการผลิต เนื่องจากภาคอุตสาหกรรมที่มีกำลังสูงในการพัฒนาน้ำบาดาล จึงควรเจาะพัฒนาน้ำบาดาลจืดชั้นที่ 2 ความลึก 540-600 เมตร ปริมาณการสูบสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 9 ลูกบาศก์เมตร/บ่อ/ชั่วโมง นอกจากป้องกันไม่ให้ให้เกิดผลกระทบต่อน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคและน้ำเพื่อการเกษตรของประชาชนแล้ว ยังสามารถพัฒนาน้ำบาดาลจืด คุณสมบัติเป็นน้ำแร่ธรรมชาติ เหมาะกับอุตสาหกรรมน้ำดื่ม เป็นต้น

7.2 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางการแก้ไข

7.2.1 งานสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 1 มิติ สามารถดำเนินการสำรวจได้ถึงระดับความลึก 700 เมตร แต่ผลการสำรวจไม่สามารถแบ่งลักษณะชั้นดินชั้นหินได้ชัดเจน ในขณะที่การสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า แบบ 2 มิติ สามารถใช้ในการแบ่งลักษณะของชั้นดินชั้นหินได้ แต่มีข้อจำกัดด้านความลึกการสำรวจ คือ สำรวจได้ไม่เกิน 300 เมตร

7.2.2 บุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล มีความสามารถ ความชำนาญ และมีประสบการณ์การเจาะและพัฒนาน้ำบาดาลในระดับไม่เกิน 300 เมตร เป็นอย่างมาก และสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนในกรณีของบ่อน้ำบาดาลระดับลึก 1,000 เมตร นั้น พบว่าขั้นตอนการพัฒนาบ่อน้ำบาดาล ยังคงขาดความรู้ ประสบการณ์ และการแก้ปัญหาที่รัดกุม จึงควรต้องเร่งพัฒนาบุคลากรด้านการพัฒนาบ่อน้ำบาดาลระดับลึกให้ถูกต้องตามหลักวิชาการต่อไป

7.3 ข้อเสนอแนะ

7.3.1 ข้อเสนอแนะทางเทคนิค

1) เทคนิคการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าระดับลึกแบบหยั่งลึก (VES) โดยปรกติ จะสำรวจที่ความลึกไม่เกิน 300 เมตร เนื่องจากม้วนสายไฟฟ้า (Roll) มีระยะไม่เกิน 300 เมตร แต่ในการสำรวจระดับลึกใช้เทคนิคการต่อม้วนสายไฟฟ้าของขั้ว AB จากเดิม 300 เมตร เป็น 700 เมตร โดยใช้ม้วนสายไฟฟ้าต่อกัน 2 อัน เพื่อเพิ่มความลึกสำรวจ และขยายระยะตัวรับสัญญาณเพื่อวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า MN ที่ระยะ 5, 10, 20, 50, 100 และ 150 เมตร ตามลำดับ รวมทั้งเพิ่มจำนวน electrode หรือแท่งเหล็ก จากเดิมใช้ 1 หลัก เพิ่มเป็น 3 หลัก ทั้งสองขั้วไฟฟ้า AB และ MN เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการปล่อยกระแสไฟฟ้าได้ลึกขึ้นและวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าได้แม่นยำขึ้น ในการสำรวจน้ำบาดาลระดับลึก ไม่น้อยกว่า 700 เมตร จากเทคนิคดังกล่าว สามารถจำแนกค่าความต้านทานไฟฟ้า สูง ปานกลาง ต่ำ ในสภาพหินดินดาน หินทราย แต่ข้อจำกัดการสำรวจของวิธีนี้คือ ถ้าพื้นที่เป็นชั้นน้ำบาดาลเค็มแทรกสลับกับชั้นน้ำจืด จะพบค่าความต้านไฟฟ้าต่ำใกล้เคียงกัน ยากต่อการจำแนกและแปลความหมาย

2) เพิ่มประสิทธิภาพงานสำรวจด้วยการจัดหาเครื่องมือสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ระดับลึก เช่น การสำรวจวัดค่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Time-Domian Electromagnetic, TEM) เป็นการวัดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าตามธรรมชาติ ความลึกสำรวจตั้งแต่ 150-600 เมตร หรือการสำรวจแมกนีโตเทลลูริก (Magnetotelluric Survey, MT) ความลึกสำรวจตั้งแต่ 500-1,000 เมตร หรือการสำรวจวัดคลื่นไหวสะเทือนแบบสะท้อน (Seismic Refraction Survey) สามารถสำรวจโครงสร้างธรณีวิทยาในระดับลึก 0.5-5 กิโลเมตร เพื่อให้สำรวจลักษณะชั้นดินชั้นหินมีความละเอียดแม่นยำ และเพิ่มประสิทธิภาพการสำรวจระดับลึกได้ดียิ่งขึ้น

3) การหยั่งธรณีฟิสิกส์ในหลุมเจาะ เนื่องจากรอยแตกในหินระดับลึกค่อนข้างแคบและเล็ก ส่งผลให้ศักย์ไฟฟ้า (SP) ที่วัดได้ไม่บ่งบอกว่าชั้นน้ำบาดาลมีคุณภาพกร่อยหรือเค็ม ดังนั้น ในการดำเนินการเจาะจึงมีความจำเป็นต้องวัดค่าการนำไฟฟ้า (EC) น้ำโคลน ตลอดการเจาะบ่อสำรวจเพื่อใช้เป้นข้อมูลในการคัดเลือกชั้นน้ำบาดาลจืด คุณภาพน้ำดี

4) การพัฒนาชั้นน้ำบาดาลในชั้นน้ำบาดาลจืดแทรกสลับด้วยชั้นน้ำบาดาลเค็ม เมื่อคัดเลือกชั้นน้ำได้แล้ว ต้องใช้เทคนิคการอัดฉีดซีเมนต์ (Grouting) โดยการอัดฉีดซีเมนต์ลงไปและให้ไหลออกด้านข้างบ่อ เพื่อป้องกันน้ำเค็มไหลลงไปในชั้นน้ำบาดาลจืด ซึ่งความรู้ดังกล่าวควรจัดอบรมให้เจ้าหน้าที่หรือช่างเจาะของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ได้มีความรู้ ความเข้าใจ พร้อมจัดหาอุปกรณ์การทำงาน Grouting เพื่อให้สามารถพัฒนาบ่อน้ำบาดาลที่มีชั้นน้ำเค็มแทรกสลับชั้นน้ำจืดได้ และสามารถประยุกต์ใช้เทคนิคดังกล่าววในพื้นที่อื่นๆ ที่ลักษณะอุทกธรณีวิทยาคล้ายคลึงกัน สามารถลดข้อจำกัดในการเจาะและพัฒนาในพื้นที่มีชั้นน้ำเค็มแทรกสลับได้

5) จากผลการศึกษามากกว่า 700 เมตรลงไป พบรอยแตกแห้ง ไม่พบชั้นน้ำบาดาล เนื่องจากรอยแตกจะถูกบีบอัดให้แคบทำให้มีช่องว่างในการกักเก็บน้ำได้น้อยและการเติมน้ำลงไปในชั้นลึก ๆ ค่อนข้างใช้เวลานาน ส่งผลให้น้ำบาดาลบางชั้นมีความเค็มสูงจากน้ำอายุแก่หรือจากการเคลื่อนที่ของเปลือกโลกส่งผลให้เกิดรอยแตกในหินใต้ดิน ทำให้น้ำบาดาลกร่อยเค็มในชั้นหินมหาสารคามไหลลงไปสะสมตัวในรอยแตกชั้นหินอื่น ๆ ได้เช่นกัน ดังนั้น การสำรวจแหล่งน้ำบาดาลพื้นที่แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี ระยะต่อไป จึงควรเจาะสำรวจที่ความลึกไม่เกิน 650 เมตร และในขั้นตอนการเจาะควรวัดค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของน้ำโคลนตลอดการเจาะบ่อสำรวจ เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบในการคัดเลือกชั้นน้ำบาดาลจืด คุณภาพน้ำดี ร่วมกับการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ

6) ควรอบรมและพัฒนาความรู้ความเข้าใจในการเจาะและพัฒนาบ่อน้ำบาดาลระดับลึกให้กับบุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลตามหลักวิชาการอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถเพิ่มประสบการณ์ปฏิบัติงานเจาะและพัฒนาบ่อน้ำบาดาลระดับลึกได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต

7.3.2 ข้อเสนอแนะระดับนโยบาย

พื้นที่พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย) เป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญด้านเศรษฐกิจของประเทศ เนื่องจากเป็นพื้นที่เชื่อมต่อกับประเทศเพื่อนบ้าน ในการขนส่งสินค้า จึงมีความจำเป็นเร่งสำหรับใช้ในการวางแผนบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล เนื่องจากการเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศในอนาคต

7.3.3 ข้อเสนอแนะระดับองค์กร

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล เป็นหน่วยงานหลักเพียงหน่วยงานเดียวในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลของประเทศ ควรมีข้อมูลผลการศึกษาชั้นน้ำบาดาลระดับลึกให้ครอบคลุมทุกพื้นที่ เพื่อสามารถใช้เป็นข้อมูลในการให้ข้อเสนอแนะการพัฒนาน้ำบาดาลที่มีศักยภาพสูงขึ้นมาใช้ในการพัฒนาประเทศ รวมถึงวางแผนติดตามผลกระทบที่อาจจะเกิดการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำบาดาลทั้งในระยะสั้นและระยะยาวได้

7.3.4 ข้อเสนอแนะระดับประชาชน

ประชาชนควรมีสิทธิและโอกาสเข้าถึงทรัพยากรน้ำบาดาลใหม่ระดับลึกที่มีศักยภาพน้ำบาดาลสูงหรือเหมาะสมต่อการอุปโภคบริโภค เพื่อสร้างความมั่นคงและมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น นอกจากนี้ ประชาชนมีความเข้าใจกฎหมายน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 และสามารถปฏิบัติได้ถูกต้องเพื่อช่วยกันอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาลอีกทางหนึ่งด้วย

7.4 การดำเนินการขั้นต่อไป

สำหรับการดำเนินงานในระยะต่อไป สามารถนำข้อมูลผลการเจาะสำรวจ การเลือกชั้นน้ำจากการหยั่งธรณีหลุมเจาะ การวิเคราะห์น้ำบาดาลทั้งแบบสมบูรณ์ และวิเคราะห์หาไอโซโทปเสถียรและไอโซโทปรังสีในระยะแรก มาใช้เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาระยะที่ 2 ได้ รวมถึงการนำปัญหาและอุปสรรคที่เกิดในระยะแรก ทั้งด้านการสำรวจและการเจาะพัฒนาบ่อน้ำบาดาล ไปใช้ในการวางแผนการดำเนินงานที่รัดกุมยิ่งขึ้น ซึ่งจะช่วยให้เกิดข้อผิดพลาดในการดำเนินการครั้งต่อไปน้อยลง เช่น การพัฒนาเครื่องมือสำรวจให้เหมาะสมกับระดับความลึกที่ต้องการศึกษา การปรับเปลี่ยนขนาดชนิดท่อ และการออกแบบบ่อน้ำบาดาล เพื่อให้มีความเหมาะสมในการพัฒนาบ่อน้ำบาดาลมากขึ้น ทั้งนี้ การดำเนินงานในระยะที่ 2 จะมีการรวบรวมผลการศึกษา และผลการเจาะบ่อน้ำบาดาลใหม่ระดับลึกเพื่อการศึกษาอุทกธรณีวิทยา และอุทกธรณีเคมีชั้นน้ำบาดาลใหม่ระดับลึก พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย) พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางการพัฒนาน้ำบาดาลในชั้นหินให้น้ำระดับลึกพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย) และใช้เป็นต้นแบบในการศึกษาน้ำบาดาลระดับลึกพื้นที่อื่น ๆ ที่มีลักษณะทางธรณีวิทยาใกล้เคียงกันต่อไป ดังนั้น การเจาะและพัฒนาบ่อน้ำบาดาลระดับลึกในพื้นที่แอ่งอื่น ๆ ก็จะส่งผลดีให้มีข้อมูลทางธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยาระดับลึกมากขึ้น เป็นการเพิ่มประสบการณ์ให้กับบุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลในการเจาะบ่อระดับลึกมากยิ่งขึ้น เครื่องมือชุดเจาะสำรวจที่ซื้อมาสามารถใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพและคุ้มค่าต่อการจัดซื้อมากยิ่งขึ้น อีกทั้งประชาชนสามารถใช้น้ำบาดาลจากแหล่งน้ำบาดาลแหล่งใหม่ทดแทนหรือสำรองในกรณีที่บ่อน้ำบาดาลระดับตื้นมีการปนเปื้อนหรือขาดแคลนน้ำได้อีกด้วย