รายงานฉบับสมบูรณ์

Final Report

โครงการสำรวจแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง (ระยะที่ 3)

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล 2565

บทคัดย่อ

โครงการการศึกษาสำรวจแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง (ระยะที่ 3) ฝั่งตะวันตก (แอ่งย่อยธนบุรี และแอ่งย่อยสาคร: จังหวัดสมุทรสาคร) โดยมีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อศึกษาอุทกธรณีวิทยา และอุทกธรณีเคมีชั้นน้ำบาดาลใหม่ ระดับความลึกระหว่าง 600 ถึง 1,000 เมตร (2) เพื่อพัฒนาบุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ด้านการสำรวจ การเจาะและพัฒนาน้ำบาดาลระดับลึก และ (3) เพื่อเสนอแนะแนวทางการพัฒนาน้ำบาดาลในชั้นหินให้น้ำระดับลึกในพื้นที่ศึกษาและใช้เป็นต้นแบบในการศึกษาน้ำบาดาลระดับลึกพื้นที่อื่น ๆ ที่มีลักษณะทางธรณีวิทยาใกล้เคียงกัน และใช้ในการวางแผนดำเนินงานระยะที่ 4 และระยะที่ 5 ต่อไป ขั้นตอนการดำเนินงานประกอบด้วย จัดเก็บข้อมูลธรณีวิทยา อุทกธรณีวิทยาเพิ่มเติม การคัดเลือกจุดเจาะบ่อน้ำบาดาลระดับลึก การพัฒนาบ่อน้ำบาดาล การสูบทดสอบค่าทางชลศาสตร์น้ำบาดาล การศึกษาอุทกธรณีเคมีและไอโซโทปน้ำบาดาล

ผลการศึกษาอุทกธรณีวิทยาและอุทกธรณีเคมีชั้นน้ำบาดาลใหม่ ระดับความลึกตั้งแต่ 640 ถึง 1,008 เมตร จำนวน 5 ชั้น สามารถปรับปรุงข้อมูลชั้นน้ำบาดาลพื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่างที่สำคัญของประเทศไทยในรอบ 30 ปี การพัฒนาน้ำบาดาล (1) ชั้นหินให้น้ำกรวดทราย ความลึก 445-493 เมตร ค่าสัมประสิทธิ์ของการจ่ายน้ำ 46.70 ตารางเมตรต่อวัน ค่าสัมประสิทธิ์ของการซึมได้ 0.97 เมตรต่อวัน ปริมาณน้ำสูงสุดที่สูบน้ำได้ 73 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง คุณภาพน้ำดี ปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายได้ 295 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นน้ำประเภท calcium bicarbonate ค่าไอโซโทปเสถียรต่ำกว่าค่าเฉลี่ยไอโซโทปเสถียรน้ำฝน คาดว่าเป็นน้ำบาดาลเก่าและอยู่ในกลุ่มเดียวกับชั้นน้ำธนบุรี (TB) อายุแก่มากกว่า 30,000 ปี และ (2) ชั้นหินให้น้ำกรวดทราย ความลึก 956-962 เมตร ปริมาณน้ำสูงสุดที่สูบน้ำได้ 30 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง คุณภาพน้ำดี ปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายได้ 571 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นน้ำประเภท sodium-potassium bicarbonate เป็นน้ำบาดาลอายุแก่มากกว่า 30,000 ปี สามารถพัฒนาบุคลากรด้านการเจาะน้ำบาดาลระดับลึกทั้งสิ้น 48 ราย พบว่าสำหรับเทคนิคใหม่ ๆ ในการเจาะน้ำบาดาลระดับลึก เช่น การก่อสร้างบ่อแบบกรุกรวดธรรมชาติ การผนึกซีเมนต์ด้านข้างบ่อด้วยการอัดซีเมนต์จากด้านล่างขึ้นสู่ปากบ่อ และความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องมือในการเจาะบ่อน้ำบาดาลระดับลึก ยังทำคะแนนได้น้อยกว่าร้อยละ 50

ดังนั้น ในการดำเนินโครงการระยะที่ 4 จึงมีความจำเป็นต้องฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพิ่มเติม โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญการเจาะพัฒนาบ่อน้ำบาดาลระดับลึก ที่มีประสบการณ์สูงมาร่วมถ่ายทอดและให้คำแนะนำตลอดการดำเนินงาน เพื่อให้เกิดความชำนาญในการเจาะและพัฒนาบ่อน้ำบาดาลระดับลึกต่อไปในอนาคต นอกจากนี้ ยังสามารถเสนอแนวทางการพัฒนาน้ำบาดาล ในพื้นที่อำเภอเมืองสมุทรสาครฝั่งตะวันออกของแม่น้ำท่าจีน และอำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร ครอบคลุมพื้นที่ไม่น้อยกว่า 400 ตารางกิโลเมตร สามารถเจาะบ่อน้ำบาดาลระดับลึก 1,000 เมตร ขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้ แต่ควรกำหนดเกณฑ์การพัฒนาน้ำบาดาลระดับลึก ได้แก่ การเลือกวิธีการเจาะและพัฒนาน้ำบาดาลระดับลึกด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสม สำหรับภาคการผลิต การแบ่งความลึกของการพัฒนาน้ำบาดาลตามความต้องการใช้น้ำในกิจกรรมต่าง ๆ พร้อมทั้งการเฝ้าระวังคุณภาพและระดับน้ำบาดาล โดยการทำงานร่วมกันแบบบูรณาการของภาครัฐและเอกชน เพื่อรองรับการเติบโตในการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้น เกิดความมั่นคงและประสิทธิภาพในการใช้น้ำบาดาลอย่างยั่งยืนต่อไป

สารบัญ

หน้า

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

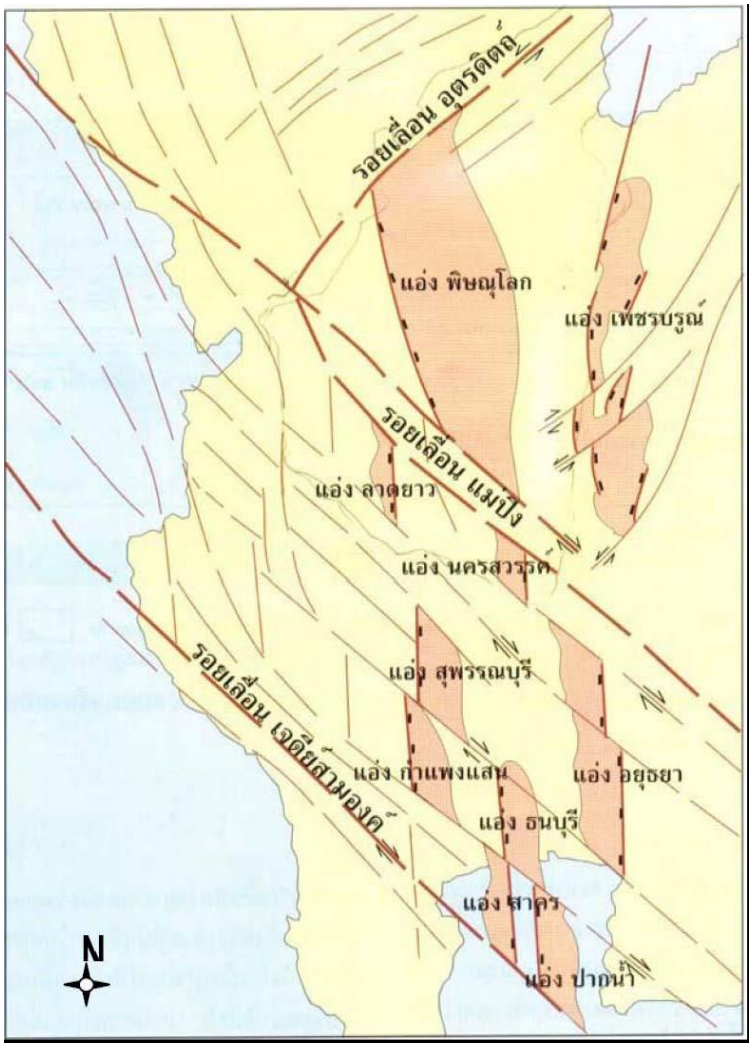
แอ่งน้ำบาดาลของประเทศไทย มีความสัมพันธ์กับแอ่งตะกอนยุคเทอร์เชียรี โดยสามารถจำแนกแอ่งตะกอนตั้งแต่เหนือถึงใต้ โดยอาศัยสภาพธรณีแปรสัญฐานออกเป็น 7 แอ่งตะกอนหลัก ได้แก่ 1) แอ่งตะกอนหลักตอนเหนือ 2) แอ่งตะกอนหลักตะวันตกและตะวันตกเฉียงเหนือ 3) แอ่งตะกอนหลักอีสาน 4) แอ่งตะกอนหลักที่ราบภาคกลาง 5) แอ่งตะกอนหลักตอนใต้ 6) แอ่งตะกอนหลักอ่าวไทย และ 7) แอ่งตะกอนหลักอันดามัน (ปัญญา จารุศิริ และคณะ, 2545)

การเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนแม่ปิง รอยเลื่อนอุตรดิตถ์ และรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ ส่งผลให้เกิดแอ่งสะสมตะกอนทั้งบนบกและแอ่งตะกอนต่อเนื่องลงไปในทะเลอ่าวไทยในยุคเทอร์เชียรี สามารถแบ่งการเกิดแอ่งได้ 4 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 การตกสะสมตัวของตะกอนน้ำท่วมหลาก อายุระหว่าง 35-25 ล้านปี โดยพื้นที่ยังไม่มีการยกตัว ช่วงที่ 2 การยกตัวของแอ่งสูงขึ้น อายุระหว่าง 25-13 ล้านปี ทำให้เกิดการตกสะสมตัวของตะกอนรูปพัดบริเวณขอบแอ่ง และตะกอนที่เกิดจากแอ่งน้ำบนแผ่นดินหรือทะเลสาบบริเวณกลางแอ่ง ช่วงที่ 3 การยกตัวของแอ่งเริ่มน้อยลง อายุระหว่าง 13-5 ล้านปี มีการตกสะสมตัวของตะกอนน้ำท่วมหลากอีกครั้ง และช่วงที่ 4 อายุระหว่าง 5 ล้านปี ถึงปัจจุบัน มีการรุกล้ำของน้ำทะเลส่งผลให้มีดินเหนียวหนาปิดทับและมีชั้นน้ำเค็มแทรกสลับ (รูปที่ 1-1)

จากสภาพธรณีสัณฐาน คาดว่าแอ่งสะสมตะกอนทั้งบนบกและแอ่งตะกอนต่อเนื่องลงไปในทะเลอ่าวไทยในยุคเทอร์เชียรีดังกล่าว เป็นแหล่งน้ำบาดาลที่มีศักยภาพน้ำสูง โดยจากผลการศึกษาพบว่าแอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง เป็นแหล่งน้ำบาดาลในตะกอนหินร่วนที่มีศักยภาพสูงที่สุดในประเทศไทย สามารถแบ่งได้เป็น 6 แอ่งย่อย คือ แอ่งสุพรรณบุรี แอ่งกำแพงแสน แอ่งธนบุรี แอ่งอยุธยา แอ่งลาดยาว และแอ่งนครสวรรค์ (C.K. Morley และคณะ, 2011) ความหนาระหว่าง 700-3,000 เมตร รองรับด้วยตะกอนดินทรายสลับดินเหนียวไม่น้อยกว่า 8 ชั้น ปัจจุบัน ภาคเอกชนมีการพัฒนาน้ำบาดาลบริเวณแอ่งธนบุรี ขึ้นมาใช้ที่ระดับความลึกเกิน 600 เมตร และคาดว่าจะยังมีชั้นหินให้น้ำศักยภาพสูงระดับลึกอีกหลายชั้น นอกจากนี้ในอ่าวไทย ยังมีแอ่งสะสมตะกอนที่ต่อเนื่องจากแอ่งบนบก ได้แก่ แอ่งสาคร และแอ่งปากน้ำ ซึ่งจากผลการศึกษาข้อมูลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดคลื่นไหวสะเทือน พบการสะสมตัวของตะกอนหนาระหว่าง 1,000-8,000 เมตร วางตัวแบบชั้นไม่ต่อเนื่องอยู่บนหินแกรนิตยุคครีเทเชียส

และหินแปรมหายุคพาลีโอโซอิค จึงคาดการณ์ว่าพื้นที่ดังกล่าวจะเป็นแหล่งสะสมแหล่งน้ำบาดาลที่มีศักยภาพสูงเช่นเดียวกัน (รูปที่ 1-2)

รูปที่ 1-1 การเกิดแอ่งเทอร์เชียรี (Panya C. and Somchai P., 2009 และ C.K.,Morley et al., 2011)



รูปที่ 1-2 แผนที่แสดงโครงสร้างของแอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง
ที่มีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนขนาดใหญ่
(กรมทรัพยากรธรณี, 2555)

พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่างครอบคลุมบริเวณจังหวัดกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เป็นพื้นที่ที่มีการเจริญเติบโตทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคมอย่างรวดเร็วในช่วง 40-50 ปีที่ผ่านมา การขยายตัวทางด้านสังคมหมายรวมถึงการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของจำนวนประชากรในอัตราที่สูง โดยส่วนใหญ่เป็นการเพิ่มขึ้นเนื่องจากการอพยพของประชากรจากชนบทเข้าสู่เขตเมือง สอดคล้องกับการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมในเขตเมือง ที่ก่อให้เกิดศักยภาพในการจ้างงานเพิ่มมากขึ้น ดึงดูดให้ผู้คนหลั่งไหลเข้ามาอยู่เป็นจำนวนมาก ประกอบกับอุตสาหกรรมในเมืองใหญ่นั้นมีความสามารถรองรับแรงงานจากชนบทเข้ามาทำงานด้วยอัตราค่าจ้างที่สูงกว่า จากการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจและสังคมและการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมบริเวณจังหวัดกรุงเทพมหานครและปริมณฑลอย่างรวดเร็ว

ดังกล่าว ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านความต้องการใช้น้ำโดยอ้างอิงจากรายงาน “สถานการณ์น้ำในประเทศไทยปี 2550 (สุจริต คูณธนกุลวงศ์ และคณะ 2555)” ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 – 2550 การใช้น้ำเพื่ออุตสาหกรรมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกลุ่มน้ำ อัตราการใช้น้ำเพิ่มขึ้น ร้อยละ 3.04 ต่อปี แหล่งน้ำใต้ดินหรือน้ำบาดาลในธรรมชาติส่วนใหญ่นำมาใช้เสริมหรือทดแทนน้ำผิวดินโดยเฉพาะในพื้นที่ที่ไม่สามารถเข้าถึงแหล่งน้ำผิวดิน หรือนอกเขตเทศบาลที่น้ำประปาบริการไม่ถึง รวมถึงอุตสาหกรรมบางประเภทต้องการใช้น้ำบาดาลเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต ซึ่งการใช้น้ำที่มีคลอรีนอาจทำให้เกิดปัญหาในกระบวนการผลิตและส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้นๆ เพื่อบรรเทาปัญหาความเดือดร้อนของภาคเอกชนที่มีความจำเป็นที่ต้องใช้น้ำบาดาล และเพื่อความสามารถในการแข่งขันด้านต้นทุนการผลิตของภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมให้สามารถดำรงอยู่และแข่งขันกับต่างประเทศได้

ในปี พ.ศ. 2563 กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ได้รับการสนับสนุนจากกองทุนพัฒนาน้ำบาดาลให้ดำเนิน**โครงการศึกษาสำรวจแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง ระยะที่ 1** เพื่อพัฒนางานเจาะสำรวจน้ำบาดาลระดับลึก และพัฒนาบุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล โดยใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ทันสมัย มีการจัดซื้อชุดเจาะสำรวจและพัฒนาแหล่งน้ำบาดาล ระดับลึกไม่เกิน 650 เมตร จำนวน 1 ชุด สำหรับรับมือปัญหาการขาดแคลนน้ำและความต้องการการใช้น้ำที่เพิ่มสูงขึ้นในปัจจุบัน เบื้องต้น ได้ดำเนินการศึกษาลักษณะทางธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยาพื้นที่แอ่งสุพรรณบุรี โดยการเจาะบ่อสำรวจในพื้นที่ศูนย์กีฬาคนพิการแห่งชาติ อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ความลึกเจาะสำรวจ 660 เมตร ทำการหยั่งธรณีหลุมเจาะและการวิเคราะห์ข้อมูลชั้นดินชั้นหิน สามารถแบ่งชั้นตะกอนออกเป็น 4 กลุ่ม คือ 1) ชั้นตะกอนรูปพัด (Alluvial Fan) ช่วงความลึกไม่เกิน 30 เมตร 2) ชั้นตะกอนน้ำพา (Flood Plan) ช่วงความลึกระหว่าง 30-70 เมตร 3) ชั้นตะพักลำน้ำยุคใหม่ (Young Terrace) จำนวน 2 ชั้น ช่วงความลึกระหว่าง 70-200 เมตร และ 4) ชั้นตะพักลำน้ำยุคเก่า (Old Terrace) จำนวน 7 ชั้น ช่วงความลึกระหว่าง 200-660 เมตร พร้อมทั้งจัดทำแนวภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยาเบื้องต้น จำนวน 9 แนว และจากการดำเนินงานโครงการฯ พบว่าการสำรวจโดยใช้เทคนิคการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทาน แบบ 1 มิติ สามารถดำเนินการสำรวจได้ความลึก 700 เมตร แต่ผลการสำรวจไม่สามารถแบ่งลักษณะชั้นดินชั้นหินได้ชัดเจนเนื่องจากค่าความต้านทานไฟฟ้าของดินเหนียวและทรายมีความชื้นมีค่าใกล้เคียงกัน ขณะที่การสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทาน แบบ 2 มิติ มีข้อจำกัดทางด้านความลึกได้ไม่เกิน 300 เมตร ดังนั้น จึงควรเพิ่มประสิทธิภาพงานสำรวจระดับลึก โดยการสำรวจธรณีฟิสิกส์อื่น ๆ เช่น การวัดค่า Time Domain Electromagnetic: TEM (ความลึกสำรวจตั้งแต่ 150-600 เมตร) หรือ Magnetotelluric:

MT (ความลึกสำรวจตั้งแต่ 500-2,000 เมตร) มาใช้ในการดำเนินงานสำรวจภาคสนามเพิ่มเติม เพื่อให้สามารถจำแนกลักษณะชั้นดินชั้นหินและจำแนกน้ำบาดาลจืดน้ำบาดาลเค็มได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ในการดำเนินการเจาะบ่อน้ำบาดาล ยังพบปัญหาการก่อสร้างและพัฒนาบ่อน้ำบาดาล เนื่องจากบุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ยังคงขาดประสบการณ์ทางด้านการก่อสร้างบ่อน้ำบาดาลระดับลึก ส่งผลให้ไม่มีน้ำบาดาลเข้าบ่อ และไม่สามารถศึกษาคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นน้ำบาดาลชั้นใหม่ในระดับลึก จึงควรมีการถ่ายทอดความรู้การเจาะและการพัฒนาน้ำบาดาลระดับลึกต่อไป สำหรับการศึกษาปริมาณ คุณภาพน้ำบาดาล และคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นน้ำบาดาล ได้ใช้ข้อมูลบ่อเจาะน้ำบาดาลเพื่อการอุปโภคบริโภคในพื้นที่ศึกษา ดำเนินการเจาะโดยสำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 2 (สุพรรณบุรี) ความลึก 372 เมตร สำหรับใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนบ่อน้ำบาดาลระดับลึก ผลการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาล ได้ปริมาณน้ำ 7.2 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง และผลการวิเคราะห์น้ำบาดาลแบบสมบูรณ์ พบปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (TDS) 455 มิลลิกรัมต่อลิตร มีประเภทของน้ำบาดาลอยู่ในกลุ่มโซเดียมไบคาร์บอเนต ถือว่าอยู่ในเกณฑ์น้ำอุปโภคบริโภค

ผลการศึกษาของโครงการฯ ระยะที่ 1 แสดงให้เห็นว่า พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง: แอ่งย่อยสุพรรณบุรี จากเดิมลักษณะชั้นหินให้น้ำส่วนใหญ่เป็นดินเหนียวและทรายแห้ง และมีข้อจำกัดเรื่องการเจาะพัฒนาน้ำบาดาลไม่เกิน 300 เมตร ส่งผลให้พัฒนาน้ำบาดาลได้น้อย แต่เมื่อทำการเจาะสำรวจระดับลึก 660 เมตร พบชั้นหินให้น้ำใหม่ ๆ หลายชั้น คุณภาพน้ำบาดาลดี เป็นแหล่งที่มีศักยภาพน้ำบาดาลสูง จึงควรมีการศึกษา สำรวจ และเจาะบ่อน้ำบาดาลระดับลึกในพื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่างอื่น ๆ เพื่อค้นพบแหล่งน้ำบาดาลใหม่ ๆ ต่อไป สำหรับปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินโครงการที่ผ่านมา พบข้อจำกัดด้านความลึกสำรวจธรณีฟิสิกส์ไม่เกิน 300 เมตร ปัญหาเทคนิคการเจาะและการพัฒนาน้ำบาดาลระดับลึก เพื่อให้การดำเนินโครงการครั้งต่อไปบรรลุตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้ (1) การเพิ่มประสิทธิภาพงานสำรวจด้วยการสำรวจธรณีฟิสิกส์ระดับลึกอื่น ๆ โดยการสำรวจด้วยวิธีวัดค่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้า การสำรวจเมกนีโตเทลลูริก หรือการสำรวจด้วยคลื่นสั่นสะเทือน เป็นต้น เพื่อให้สามารถแสดงลักษณะชั้นดินชั้นหินได้ละเอียด และมีความลึกการสำรวจ 500-1,000 เมตร (2) ปรับปรุงแผนการพัฒนาและก่อสร้างบ่อน้ำบาดาล โดยใช้วัสดุและเทคนิคที่รัดกุมเหมาะสมมากยิ่งขึ้น (เช่น การใช้ท่อเหล็กทนแรงดัน เทคนิคการลงกรวด เทคนิคการเชื่อมข้อต่อ และการใช้สารป้องกันสนิม เป็นต้น) รวมถึงจัดหาอุปกรณ์เสริมที่ใช้ในการเจาะและพัฒนาบ่อน้ำบาดาลระดับลึก เช่น เครื่องมือวัดความเข้มข้นน้ำโคลน เครื่องวัดการนำไฟฟ้าของน้ำโคลน โครงบังคับบ่อ (Centralizer) ท่อนำกรวด เพื่อให้งานเจาะบ่อน้ำบาดาลระดับลึกดำเนินการได้อย่างมี

ประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และ (3) การอบรมและพัฒนาความรู้ความเข้าใจในการเจาะและพัฒนาบ่อน้ำบาดาลระดับลึกให้กับบุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ตามหลักวิชาการอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้มีประสบการณ์และสามารถปฏิบัติงานเจาะและพัฒนาบ่อน้ำบาดาลระดับลึกได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต

ในปี พ.ศ. 2565 กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ได้รับการสนับสนุนจากกองทุนพัฒนาน้ำบาดาลให้ดำเนินโครงการศึกษาสำรวจแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง ระยะที่ 2 ระยะเวลา 1 ปี (26 ตุลาคม 2564 – 25 ตุลาคม 2565) ปัจจุบัน กำลังศึกษาธรณีวิทยา อุทกธรณีวิทยาและอุทกธรณีเคมี พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันออก (แอ่งย่อยอยุธยา: จังหวัดกรุงเทพมหานคร จังหวัดสมุทรปราการ และจังหวัดฉะเชิงเทรา) โดยพื้นที่ดังกล่าวรองรับด้วยตะกอนทรายสลับดินเหนียว คุณภาพน้ำบาดาลมีสารละลายสูงเกินเกณฑ์น้ำอุปโภคบริโภค โดยความลึก 250-290 เมตร พบน้ำบาดาลจืด คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์อนุโลม อย่างไรก็ตาม ยังขาดข้อมูลน้ำบาดาลระดับลึกในพื้นที่ดังกล่าว ดังนั้น หากดำเนินการสำรวจและพัฒนาน้ำบาดาลระดับลึก 650 เมตร คาดว่าจะพบชั้นน้ำบาดาลใหม่ ๆ คุณภาพน้ำดี จากการสะสมตัวของตะกอนในช่วงการเกิดแอ่งเทอร์เชียรี สามารถบรรเทาปัญหาขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภคในช่วงฝนทิ้งช่วงและช่วงน้ำทะเลหนุนพื้นที่รอยต่อ 3 จังหวัด ได้ คือ จังหวัดกรุงเทพมหานคร จังหวัดสมุทรปราการ และจังหวัดฉะเชิงเทรา ใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนสำนักทรัพยากรน้ำแห่งชาติในการวางแผนพัฒนาแหล่งน้ำ และจัดหาน้ำพื้นที่เศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (อีอีซี) ตามมาตรการที่ 5 พัฒนาน้ำบาดาลสำหรับภาคอุตสาหกรรมและเสริมในพื้นที่ขาดแคลนน้ำจังหวัดฉะเชิงเทรา พร้อมทั้งสร้างความแข็งแกร่งให้กับหน่วยงานโดยการพัฒนาความรู้ประสบการณ์ และนวัตกรรมด้านการเจาะพัฒนาน้ำบาดาลระดับลึกให้กับบุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลต่อไป

จากความสำคัญของพื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง ตามปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจ ด้านธรณีวิทยาและด้านสังคม โดยเฉพาะความต้องการการใช้น้ำ และการขาดแคลนน้ำของประชาชน กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักเพียงหน่วยงานเดียวที่มีพันธกิจในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลของประเทศไทย จึงตระหนักว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเร่งทำการศึกษาแหล่งน้ำบาดาลในระดับลึก โดยดำเนินโครงการศึกษาสำรวจแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง แบ่งออกเป็น

- การดำเนินโครงการฯ ระยะที่ 3 โดยวางแผนศึกษาธรณีวิทยา อุทกธรณีวิทยาและอุทกธรณีเคมี พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันตก (แอ่งย่อยธนบุรี และแอ่งย่อยสาคร: จังหวัด

สมุทรสาคร) เพื่อศึกษาและค้นหาชั้นน้ำบาดาลใหม่ ๆ คุณภาพน้ำดี ความลึก 1,000 เมตร สำหรับใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลให้กับรัฐบาล ส่งเสริมให้ภาคอุตสาหกรรมใช้น้ำบาดาลชั้นอื่น ๆ เกิดการกระจายตัวของบ่อน้ำบาดาลระดับความลึกต่าง ๆ เพิ่มขึ้น และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของภาคอุตสาหกรรม การค้า การลงทุน และบริการ สู่มาตรฐานสากล ส่งเสริมแหล่งผลิตสินค้าเกษตร ผลิตภัณฑ์และอาหารปลอดภัย พร้อมใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณและคุณภาพน้ำบาดาลระดับลึก อีกทั้งเป็นการพัฒนาความรู้ประสบการณ์และนวัตกรรมด้านการเจาะพัฒนาน้ำบาดาลระดับลึกในชั้นหินร่วน โดยใช้เทคนิคเก็บทดสอบปริมาณน้ำและตัวอย่างน้ำบาดาล ณ ที่ชั้นน้ำหนึ่ง ๆ (Aquifer packer test) การพัฒนาบ่อที่มีน้ำเค็มแทรกสลับน้ำบาดาลจืด โดยใช้เทคนิคการผนึกข้างบ่อด้วยซีเมนต์ (Internal Cement Grouting) รวมถึงการพัฒนาบ่อแบบกรุกรวดธรรมชาติ (Natural-packed well) ให้กับบุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล สำหรับใช้ในการเจาะและพัฒนาน้ำบาดาลในพื้นที่ที่มีลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาใกล้เคียงกัน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1) เพื่อศึกษาอุทกธรณีวิทยา และอุทกธรณีเคมีชั้นน้ำบาดาลใหม่ ระดับความลึกระหว่าง 600 ถึง 1,000 เมตร พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันตก (แอ่งย่อยธนบุรี และแอ่งย่อยสาคร: จังหวัดสมุทรสาคร)

2) เพื่อพัฒนาบุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ด้านการสำรวจ การเจาะและพัฒนาน้ำบาดาลระดับลึก

3) เสนอแนะแนวทางการพัฒนาน้ำบาดาลในชั้นหินให้น้ำระดับลึก พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันตก (แอ่งย่อยธนบุรี และแอ่งย่อยสาคร: จังหวัดสมุทรสาคร) เพื่อใช้เป็นต้นแบบในการศึกษาน้ำบาดาลระดับลึกพื้นที่อื่น ๆ ที่มีลักษณะทางธรณีวิทยาใกล้เคียงกัน และใช้ในการวางแผนดำเนินงานระยะที่ 4 และระยะที่ 5

1.3 เป้าหมายโครงการ

1) ข้อมูลอุทกธรณีวิทยาและอุทกธรณีเคมีชั้นน้ำบาดาลใหม่ระดับลึก ระดับความลึกไม่น้อยกว่า 1,000 เมตร พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันตก (แอ่งย่อยธนบุรี และแอ่งย่อยสาคร: จังหวัดสมุทรสาคร)

2) บุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลได้รับความรู้ด้านการสำรวจ การเจาะและการพัฒนาน้ำบาดาลระดับลึกในชั้นตะกอน โดยใช้เทคนิคเก็บทดสอบปริมาณน้ำและตัวอย่างน้ำบาดาล ณ ที่ชั้นน้ำหนึ่ง ๆ (Aquifer packer test) การพัฒนาบ่อที่มีน้ำเค็มแทรกสลับน้ำบาดาลจืด โดยใช้เทคนิคการผนึก

ข้างบ่อด้วยซีเมนต์ (Internal Cement Grouting) รวมถึงการพัฒนาบ่อแบบกรุกรวดธรรมชาติ (Natural-packed well) พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันตก (แอ่งย่อยธนบุรี และแอ่งย่อยสาคร: จังหวัดสมุทรสาคร)

3) ข้อเสนอแนะแนวทางการพัฒนาน้ำบาดาลในชั้นหินให้น้ำระดับลึก พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันตก (แอ่งย่อยธนบุรี และแอ่งย่อยสาคร: จังหวัดสมุทรสาคร)

1.4 พื้นที่ดำเนินการ

พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันตก (แอ่งย่อยธนบุรี และแอ่งย่อยสาคร: จังหวัดสมุทรสาคร) ดังแสดงในรูปที่ 1-3

1.5 ขอบเขตการดำเนินงาน

รวบรวมผลการศึกษาและผลการเจาะบ่อน้ำบาดาลใหม่ ระดับลึก เพื่อการศึกษาอุทกธรณีวิทยาและอุทกธรณีเคมีชั้นน้ำบาดาลใหม่ระดับลึก พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันตก (แอ่งย่อยธนบุรี และแอ่งย่อยสาคร: จังหวัดสมุทรสาคร) พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางการพัฒนาน้ำบาดาลในชั้นหินให้น้ำระดับลึกพื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง และใช้เป็นต้นแบบในการศึกษาน้ำบาดาลระดับลึกพื้นที่อื่น ๆ ที่มีลักษณะทางธรณีวิทยาใกล้เคียงกัน

1.6 ระยะเวลาดำเนินการ

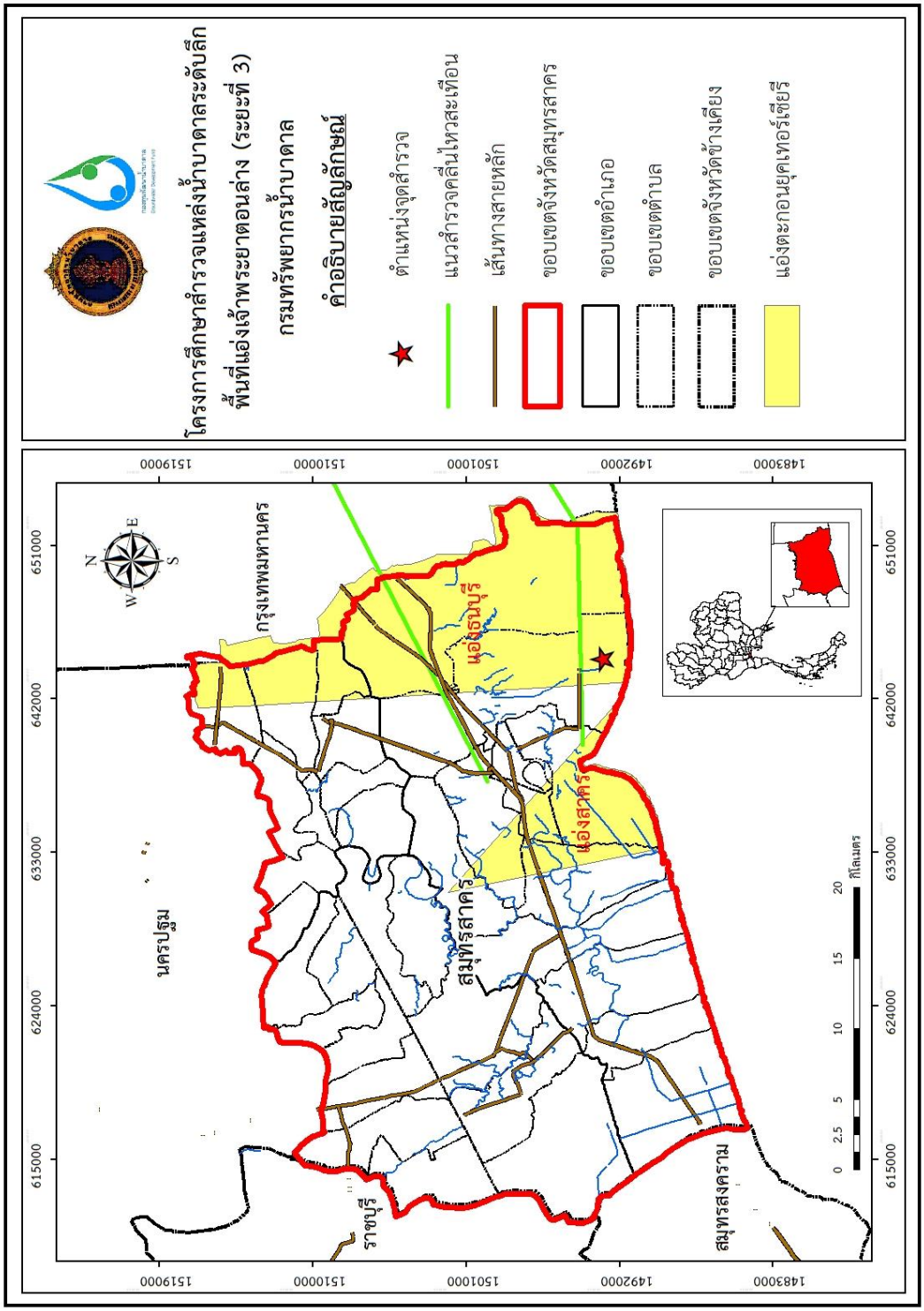
ระยะเวลาดำเนินการ 9 เดือน

1.7 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1) ทราบสภาพอุทกธรณีวิทยา และอุทกธรณีเคมีของชั้นน้ำบาดาลใหม่ ระดับความลึกไม่เกิน 1,000 เมตร พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันตก (แอ่งย่อยธนบุรี และแอ่งย่อยสาคร: จังหวัดสมุทรสาคร)

2) เพิ่มศักยภาพบุคลากร ทั้งทางด้านวิชาการและประสบการณ์ในการสำรวจ การประเมินศักยภาพน้ำบาดาล การเจาะ และพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก 1,000 เมตร ด้วยวิธีการและเทคโนโลยีที่ทันสมัย มีความพร้อมในการรับมือปัญหาการขาดแคลนน้ำ และความต้องการการใช้น้ำที่เพิ่มสูงขึ้น

3) ประชาชนในพื้นที่มีโอกาสเข้าถึงทรัพยากรน้ำบาดาลใหม่ระดับลึกที่มีศักยภาพน้ำบาดาลสูง หรือเหมาะสมต่อการอุปโภคบริโภค เพื่อสร้างความมั่นคงและมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น รวมทั้งภาคอุตสาหกรรมสามารถนำข้อมูลศักยภาพน้ำบาดาล ไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนการบริหารจัดการน้ำภาคการผลิตในอนาคต



รูปที่ 1-3 พื้นที่ดำเนินการพื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง

บทที่ 2

การศึกษาทบทวนและวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ดำเนินศึกษาการบริหารจัดการและการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาล กฎหมาย นโยบายรัฐ แผนยุทธศาสตร์ของประเทศไทยและมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลพื้นฐานพื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันตก (แอ่งย่อยธนบุรี และแอ่งย่อยสาคร: จังหวัดสมุทรสาคร) พร้อมทั้งทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 การบริหารจัดการและการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาล

การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร การเติบโตทางเศรษฐกิจ การขยายตัวของเมือง และการเติบโตทางด้านอุตสาหกรรม รวมถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ส่งผลให้ความต้องการใช้ทรัพยากรน้ำผิวดินและน้ำบาดาลเพิ่มสูงขึ้น การบริหารจัดการและการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาลจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้สามารถใช้ทรัพยากรน้ำบาดาลได้อย่างยั่งยืน และในการบริหารจัดการและการอนุรักษ์จำเป็นต้องรู้รายละเอียดศักยภาพน้ำบาดาล ผลกระทบที่จะเกิดจากการใช้น้ำบาดาลเกินสมดุล และแนวทางการดำเนินการภาครัฐในการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาล ดังต่อไปนี้

2.1.1 ข้อมูลบ่อน้ำบาดาล

ฐานข้อมูลของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2564) พบว่า บ่อน้ำบาดาลในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร มีจำนวนทั้งสิ้น 1,776 บ่อ เป็นบ่อน้ำบาดาลสำหรับการอุปโภคบริโภค จำนวน 121 บ่อ เกษตรกรรม จำนวน 7 บ่อ และบ่อเอกชน จำนวน 1,648 บ่อ ปริมาณการใช้น้ำตามใบอนุญาต 146,088 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งเกินสมดุลกว่า 30,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน โดยบ่อน้ำบาดาลส่วนใหญ่เจาะในช่วงความลึกระหว่าง 400-499 เมตร จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลเบื้องต้น พบว่าคุณภาพน้ำบาดาลอยู่ในเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสมสำหรับการบริโภค (ปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ละลายได้ 280-473 mg/L)

2.1.2 ศักยภาพน้ำบาดาล

จังหวัดสมุทรสาครมีพื้นที่ 872.347 ตารางกิโลเมตร หรือ 545,216 ไร่ มีปริมาณน้ำที่กักเก็บ 6,470 ล้านลูกบาศก์เมตร มีปริมาณน้ำที่สามารถสูบขึ้นมาใช้ได้ประมาณ 115,976 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน สำหรับศักยภาพของน้ำบาดาลในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่างสามารถแบ่งตามชั้นน้ำในพื้นที่ศึกษาได้ ตามข้อมูลการศึกษาของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล (2561) ดังต่อไปนี้

1) ชั้นน้ำกรุงเทพ ความลึกประมาณ 50 เมตร ความหนาเฉลี่ย 22 เมตร มีปริมาณน้ำมากแต่คุณภาพไม่เหมาะสมที่จะใช้บริโภค ส่วนใหญ่เป็นน้ำเค็ม

2) ชั้นน้ำพระประแดง ความลึกประมาณ 100 เมตร เป็นชั้นน้ำที่อยู่ถัดจากชั้นน้ำกรุงเทพลงไป มีความหนาประมาณ 20-50 เมตร น้ำบาดาลมีรสกร่อย-เค็ม ทั้งนี้จากสภาพแวดล้อมของการตกตะกอนเดิมเป็นตะกอนธารน้ำ แต่ในบริเวณที่กล่าวมานี้ได้น้ำคุณภาพกร่อย-เค็ม อาจเกิดเนื่องจากมีการไหลซึมลงของน้ำเค็มจากชั้นน้ำกรุงเทพเข้าไปปนเปื้อนกับน้ำจืดในชั้นน้ำพระประแดง ส่วนบริเวณที่เหลืออีกร้อยละ 40 น้ำจืด อาจเกิดเนื่องจากบางบริเวณที่มีชั้นดินเหนียวปิดกั้นระหว่างชั้นน้ำกรุงเทพกับชั้นน้ำพระประแดง ที่ค่อนข้างหนา จึงมีการไหลซึมลงของน้ำเค็มไปปนเปื้อนไม่ได้หรือได้ช้า ส่วนบริเวณใกล้ปากอ่าวไทย เช่น ด้านทิศตะวันตกของจังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งมีแม่น้ำนครชัยศรีไหลผ่านให้น้ำจืด-ค่อนข้างจืด อิทธิพลของน้ำบาดาลจืดสามารถผลักดันน้ำบาดาลเค็มออกสู่ทะเลได้อย่างต่อเนื่องและใช้ระยะเวลายาวนาน

3) ชั้นน้ำนครหลวง ความลึกประมาณ 150 เมตร เป็นชั้นน้ำที่อยู่ถัดจากชั้นน้ำพระประแดงลงไป ชั้นน้ำหนา 50-70 เมตร เป็นชั้นน้ำที่มีการสูบน้ำขึ้นมาใช้มากที่สุด เนื่องจากเป็นชั้นน้ำที่ให้น้ำดีทั้งปริมาณและคุณภาพ

4) ชั้นน้ำนนทบุรี ความลึกประมาณ 200 เมตร แบ่งออกได้เป็นชั้นน้ำนนทบุรีตอนบน และชั้นน้ำนนทบุรีตอนล่าง โดยชั้นน้ำนนทบุรีตอนบนให้น้ำกร่อย ส่วนชั้นน้ำนนทบุรีตอนล่างให้น้ำจืด ความหนาของชั้นน้ำรวมประมาณ 30-70 เมตร คุณภาพน้ำบาดาลในชั้นน้ำนนทบุรีคล้ายคลึงกับชั้นน้ำนครหลวง ปริมาณน้ำสามารถสูบได้ถึง 150-300 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ปัจจุบันบ่อน้ำบาดาลขนาดใหญ่ ๆ ของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่จะเจาะลึกถึงชั้นน้ำนนทบุรีจึงทำให้เกิดวิกฤตการณ์น้ำบาดาลในบางบริเวณเช่นเดียวกับชั้นน้ำนครหลวง

5) ชั้นน้ำสามโคก ความลึกประมาณ 250 เมตร วางตัวอยู่ใต้ชั้นนนทบุรี ความหนาโดยเฉลี่ยประมาณ 40-60 เมตร คุณภาพน้ำใกล้เคียงกับชั้นน้ำนนทบุรี แต่ปริมาณน้ำน้อยกว่า

6) ชั้นน้ำพญาไท ความลึกประมาณ 350 เมตร หนาประมาณ 40-60 เมตร สภาพน้ำบาดาลคล้ายคลึงกับชั้นน้ำสามโคก

7) ชั้นน้ำธนบุรี ความลึกประมาณ 450 เมตร ความหนาของชั้นน้ำรวมกันประมาณ 50-100 เมตร น้ำบาดาลในชั้นธนบุรีส่วนใหญ่เป็นน้ำจืดหรือค่อนข้างจืด

8) ชั้นน้ำปากน้ำ ความลึกประมาณ 450-550 เมตร เป็นชั้นน้ำที่ลึกที่สุด ให้น้ำจืดอยู่ทุกบริเวณ ปัจจุบันมีโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่เจาะบ่อและสูบน้ำจากชั้นน้ำนี้เนื่องจากชั้นน้ำระดับตื้นกว่ามีคุณภาพน้ำกร่อยถึงเค็ม

2.1.3 ผลกระทบจากการใช้น้ำบาดาลเกินสมดุล

การใช้น้ำบาดาลเกินกว่าสมดุลส่งผลให้เกิดการลดลงของระดับน้ำบาดาลอย่างต่อเนื่องและไม่คืนตัว ทำให้เกิดการทรุดตัวของแผ่นดิน และเกิดการรุกล้ำของน้ำเค็มในพื้นที่ชายฝั่งทะเล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การทรุดตัวของแผ่นดิน

การวัดการทรุดตัวของแผ่นดินในบริเวณใดที่สงสัยว่าจะมีการทรุดตัวของแผ่นดินทำได้โดยติดตามรังวัดหาระดับความสูงจากหมุดหลักฐานในระยะเวลาต่าง ๆ กัน และตั้งสถานีวัดการยุบตัวหรือการอัดตัวของชั้นดินในระดับความลึกต่าง ๆ ที่มีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ และบ่อสังเกตการณ์น้ำบาดาลในบริเวณใกล้เคียงหมุดหลักฐานด้วย

จากการศึกษาสภาพน้ำบาดาลในบริเวณกรุงเทพฯ ของกองน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี (กรมทรัพยากรธรณี, 2543) และโครงการศึกษาผลกระทบต่อแหล่งน้ำบาดาลในเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาลและแอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2561) พบว่า การลดลงของระดับน้ำมีอัตราลดลงเพิ่มขึ้นตามปริมาณการสูบน้ำขึ้นมาใช้ และวิกฤตการณ์นี้เกิดขึ้นในชั้นที่วางตัวอยู่ด้านบน โดยชั้นน้ำตั้งแต่ชั้นสามโคกลงไป ยังไม่มีการนำน้ำบาดาลมาใช้มากนัก จึงยังไม่เกิดวิกฤตการณ์น้ำบาดาลขึ้นในชั้นน้ำเหล่านั้น

การเกิดแผ่นดินทรุดบริเวณกรุงเทพฯ ได้เริ่มกล่าวถึงมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2512 และได้มีการสำรวจรังวัดระดับการทรุดตัวของพื้นดินบริเวณกรุงเทพมหานคร มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521 สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กรมแผนที่ทหารและสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) ได้ออกแบบร่วมกันก่อสร้างหมุดหลักฐานจำนวน 31 สถานี กรมทรัพยากรธรณีได้ก่อสร้างหมุดหลักฐานขึ้นระหว่างปี พ.ศ. 2533-2534 อีกจำนวน 86 แห่ง และในช่วงปี พ.ศ. 2521-2525 ได้มีโครงการป้องกันและแก้ไขวิกฤตการณ์แผ่นดินทรุดบริเวณกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชียได้ทำการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับดินรวมทั้งการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดการยุบตัวของชั้นดินที่ระดับความลึกต่าง ๆ ในบริเวณกรุงเทพมหานคร จำนวน 31 สถานี โดยผลการศึกษาระหว่างปี พ.ศ. 2521-2524 พบว่าอัตราการทรุดตัวของพื้นดินมากกว่า 10 เซนติเมตรต่อปี บริเวณชานเมืองย่านตะวันออกของกรุงเทพมหานคร และ 5-10 เซนติเมตรต่อปี ในบริเวณใจกลางกรุงเทพมหานคร ทั้งนี้การทรุดตัวของดินที่ความลึก 0-50 เมตร เกิดขึ้นประมาณ 40% ในขณะที่ชั้นดินระดับลึก 50-200 เมตร เกิดขึ้นประมาณ 60% ของการทรุดตัวทั้งหมด และพบว่าบริเวณต่ำสุดของพื้นดินกรุงเทพมหานคร อยู่ที่บริเวณมหาวิทยาลัยรามคำแหง หัวหมาก เนื่องจากมีความจำเป็นเร่งด่วนที่จะต้องดำเนินการป้องกันและแก้ไขวิกฤตการณ์น้ำบาดาลและแผ่นดินทรุดบริเวณกรุงเทพฯ สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติจึงได้มอบให้คณะกรรมการป้องกันและแก้ไขวิกฤตการณ์น้ำบาดาลและแผ่นดินทรุด กำหนดมาตรการดำเนินการซึ่งได้ผ่านการเห็นชอบจากการประชุมคณะรัฐมนตรี ตามมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่

15 มีนาคม 2526 ซึ่งกำหนดเขตมาตรการควบคุมพื้นที่ 4 จังหวัด คือ กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ นนทบุรี และปทุมธานี โดยมีเป้าหมายคือ รักษาระดับพื้นดินของกรุงเทพมหานคร และสมุทรปราการไม่ให้ทรุดลงต่ำกว่าระดับในปี พ.ศ. 2526 และรักษาระดับน้ำบาดาลในเขตวิกฤตอันดับ 1 ให้คงที่ภายในปี พ.ศ. 2530 ยกระดับน้ำบาดาลในเขตวิกฤตทั้ง 3 อันดับ ให้สูงขึ้นภายในปี พ.ศ. 2531 เป็นต้นไป เพื่อบรรลุเป้าหมาย มาตรการและแนวทางดำเนินการ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจัดสรรน้ำดิบ น้ำผิวดินให้กับการประปานครหลวงเพื่อผลิตน้ำประปา และขยายการบริการน้ำประปาในเขตวิกฤตอันดับ 1 และ 2 อย่างทั่วถึง และให้การประปานครหลวง ยกเลิกการใช้น้ำบาดาลในเขตวิกฤตทั้ง 2 อันดับ ภายใน พ.ศ. 2531 ให้กรมทรัพยากรธรณี ควบคุมการใช้น้ำบาดาลในภาคเอกชน โดยอาศัยอำนาจตามพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 โดยให้ลดการใช้น้ำบาดาลลง จนถึงปี พ.ศ. 2540 และตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 เป็นต้นไป ควบคุมไม่ให้มีการใช้น้ำบาดาลเพิ่มขึ้น โดยผลจากมาตรการควบคุมการใช้น้ำบาดาลให้น้อยลงส่งผลให้การทรุดตัวค่อย ๆ ลดลงและมีความเสถียรโดยมีการทรุดตัวสะสมประมาณปีละ 2-3 เซนติเมตร แต่ก็ยังพบพื้นที่ที่มีอัตราการทรุดตัวมากกว่า 2 เซนติเมตรต่อปี (กรมทรัพยากรธรณี, 2559)

2) การรุกล้ำของน้ำเค็ม

การรุกล้ำของน้ำเค็มเข้าสู่ชั้นน้ำจืดมีปัจจัยหลัก คือ การรุกล้ำโดยธรรมชาติ กล่าวคือ เนื่องจากน้ำเค็มมีแร่ธาตุที่สูงกว่าน้ำจืดจึงมีความหนาแน่นมากกว่าและมีแรงดันน้ำที่สูงกว่าเป็นผลให้น้ำเค็มสามารถดันเข้าไปในน้ำจืดได้ และการรุกล้ำจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่นการก่อสร้างบ่อน้ำบาดาลที่ไม่ถูกวิธี โดยการศึกษาของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล (2561) พบว่า

- ช่วงความลึก 0-50 เมตร บ่อส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณขอบแอ่งน้ำบาดาล และบ่อที่พบค่าคลอไรด์ที่มีปริมาณมากกว่า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร จะอยู่บริเวณขอบแอ่งทางตะวันออก แถวจังหวัดลพบุรี จังหวัดปราจีนบุรี จังหวัดนครนายก ทางตอนเหนือพบที่จังหวัดนครสวรรค์ ทางตะวันตกจะพบที่จังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดราชบุรี และทางตะวันตกของจังหวัดนครปฐม ส่วนบริเวณตอนกลางและตอนใต้ที่ติดกับอ่าวไทยนั้นในส่วนที่มีดินเหนียวทะเลปิดทับ ปริมาณคลอไรด์จะปริมาณค่อนข้างสูงจึงไม่มีการเจาะบ่อนำมาใช้ประโยชน์ ยกเว้นพวกที่ทำนากุ้งแถวจังหวัดนครปฐม และสมุทรสาคร ซึ่งนำน้ำจากชั้นนี้มาใช้ประโยชน์

- ช่วงความลึก 50-100 เมตร บ่อที่พบค่าคลอไรด์ปริมาณมากกว่า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณกลางแอ่งบริเวณกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และทางตอนใต้ของแอ่งที่ติดกับอ่าวไทย บริเวณขอบแอ่งนั้นจะมีที่พบบ้าง พบอยู่ที่ทางตะวันตก เหนือ และทางตะวันออก โดยจะพบที่ทางตะวันตกของจังหวัดนครปฐม จังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดราชบุรี ส่วนตอนเหนือจะพบที่จังหวัดนครสวรรค์ ส่วนทางตะวันออกจะพบที่จังหวัดสระบุรี จังหวัดลพบุรี และจังหวัดนครนายก

- ช่วงความลึก 100-150 เมตร บ่อที่พบค่าคลอไรด์ปริมาณมากกว่า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณกลางแอ่งบริเวณกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และทางตอนใต้ของแอ่งที่ติดกับอ่าวไทย บริเวณขอบแอ่งนั้นจะมีที่พบบ้าง พบอยู่ที่ทางตะวันตก และทางตะวันออก โดยจะพบ

ที่ทางตะวันตกของจังหวัดนครปฐม จังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดราชบุรี ส่วนทางตะวันออกจะพบที่จังหวัดสระบุรี จังหวัดลพบุรี และจังหวัดนครนายก

- ช่วงความลึก 150-200 เมตร บ่อที่พบค่าคลอไรด์ปริมาณมากกว่า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณกลางแอ่งบริเวณกรุงเทพมหานครและปริมณฑล บางบ่อเกิดการรั่วซึมจากชั้นบนลงมาทำให้มีค่าคลอไรด์เกิน

- ช่วงความลึก 200-300 เมตร บ่อที่พบค่าคลอไรด์ปริมาณมากกว่า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณกลางแอ่งบริเวณกรุงเทพมหานครและปริมณฑล บางบ่อเกิดการรั่วซึมบ่อมีการชำรุดช่วงชั้นน้ำเค็ม

- ช่วงความลึก 300-350 เมตร จากประวัติการเจาะมานั้นยังไม่มีบ่อไหนที่มีค่าปริมาณคลอไรด์มากกว่า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

- ช่วงความลึก 350-450 เมตร จากประวัติการเจาะมานั้นยังไม่มีบ่อไหนที่มีค่าปริมาณคลอไรด์มากกว่า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร

- ความลึกมากกว่า 450 เมตร จากประวัติการเจาะมานั้นยังไม่มีบ่อไหนที่มีค่าปริมาณคลอไรด์มากกว่า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อตรวจสอบ เกิดจากบ่อมีการชำรุดช่วงบนของบ่อที่เป็นน้ำเค็ม ทำให้เกิดการปนเปื้อนจากน้ำเค็ม

จากการศึกษาและการติดตามคุณภาพน้ำบาดาล (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2561) พบว่า ชั้นน้ำบาดาลที่เคยให้น้ำจืด เช่น ชั้นน้ำพระประแดง ชั้นน้ำนครหลวง และชั้นน้ำนนทบุรี คุณภาพน้ำในบางบริเวณได้เปลี่ยนแปลงไปเป็นน้ำกร่อยหรือน้ำเค็ม และจำนวนบ่อน้ำบาดาลที่ต้องเลิกใช้เพราะน้ำเค็มไหลเข้าบ่อได้เพิ่มสูงขึ้น จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำพบว่านอกจากปริมาณคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้นแล้วปริมาณความกระด้าง เหล็ก และแมงกานีสก็เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งปริมาณคลอไรด์ในชั้นน้ำบาดาลจะเพิ่มขึ้นตามระยะทางที่อยู่ใกล้ชายฝั่งทะเลและระดับความลึก บริเวณที่มีการไหลของน้ำเค็มเข้าสู่แหล่งน้ำจืด คือ บริเวณฝั่งธนบุรี บริเวณป้อมพระจุลฯ อำเภอพระประแดง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ นอกจากนี้น้ำเค็มที่วางตัวอยู่ในชั้นน้ำกรุงเทพได้ไหลแทรกซึมเข้าไปในชั้นน้ำจืดที่อยู่ด้านล่าง เนื่องจากท่อกรุของบ่อน้ำบาดาลเก่าและถูกกัดกร่อนจนทะลุ จึงทำให้น้ำเค็มไหลลงสู่ชั้นน้ำจืดด้านล่าง ซึ่งจำเป็นจะต้องแก้ไขด้วยการอุดกลบบ่อน้ำบาดาลตามหลักวิชาการ

2.1.4 แนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาล

การอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาล ให้สามารถใช้ได้อย่างยั่งยืน มีการดำเนินการดังต่อไปนี้

1) การเฝ้าติดตามระดับน้ำบาดาล โดยการวางเครือข่ายสังเกตการณ์น้ำบาดาลเพื่อติดตามสถานการณ์น้ำบาดาล โดยการเจาะบ่อน้ำบาดาลในระดับความลึกแต่ละชั้นน้ำบาดาลในบริเวณเดียวกันเป็นสถานีสังเกตการณ์น้ำบาดาล ซึ่งจากการดำเนินการกระจายตัวครอบคลุมทุกแอ่ง

น้ำบาดาล พร้อมติดตั้งเครื่องมือติดตามระดับและคุณภาพน้ำบาดาลอัตโนมัติ สามารถรายงานผลผ่านดาวเทียม เพื่อสังเกตพฤติกรรมระดับและคุณภาพน้ำบาดาลในช่วงเวลาที่แตกต่างกันอย่างต่อเนื่อง

2) การกำกับควบคุมประกอบกิจการน้ำบาดาล โดยดำเนินการ ควบคุม กำกับการประกอบกิจการน้ำบาดาลให้เป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยทรัพยากรน้ำบาดาล ให้บริการในการขอรับใบอนุญาตและประกอบกิจการน้ำบาดาลครบจำนวนตามคำขอ จัดเก็บรายได้เป็นค่าธรรมเนียมค่าใช้น้ำบาดาล ค่าอนุรักษ์น้ำบาดาล ค่าวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำบาดาล ค่าปรับ และอื่น ๆ จากผู้รับใบอนุญาตรายได้ไม่น้อยกว่า 600 ล้านบาทต่อปี ดำเนินการเตรียมความพร้อมการถ่ายโอนภารกิจให้กับองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น การปรับปรุงฐานข้อมูลสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล และประเมินผลเพื่อการจัดสรรทรัพยากรน้ำบาดาลของประเทศให้ทันสมัย โดยมีการนำเข้าข้อมูล ประมวลผลและแปลความหมายประกอบกิจการน้ำบาดาลที่เป็นปัจจุบัน การประชาสัมพันธ์เผยแพร่ข้อมูลข่าวสารและให้บริการข้อมูลน้ำบาดาล กฎหมาย ระเบียบเกี่ยวกับการประกอบกิจการน้ำบาดาลแก่ประชาชนหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน การเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจในวิชาการน้ำบาดาล กฎหมายน้ำบาดาล เพื่อสร้างกระบวนการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์น้ำบาดาล การขึ้นทะเบียนช่างเจาะน้ำบาดาล และวิศวกรหรือนักธรณีวิทยา ผู้ควบคุมรับผิดชอบการเจาะน้ำบาดาลทั่วประเทศ รวมทั้งออกหนังสือรับรองตามหลักเกณฑ์ และเงื่อนไขที่อธิบดีกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ประกาศในราชกิจจา-นุเบกษา การปรับปรุง พัฒนา กฎ ระเบียบ และคำสั่งสำหรับการปฏิบัติงาน กลไกในการจัดทำข้อเสนอและด้านนโยบายและแผนมาตรการด้านทรัพยากรน้ำบาดาล ให้เหมาะสมกับสถานการณ์น้ำบาดาลเศรษฐกิจและสังคมของประเทศที่เปลี่ยนแปลงไป

2.2 กฎหมาย นโยบายรัฐ แผนยุทธศาสตร์ของประเทศไทยและมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 กฎหมายของประเทศไทยที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมโดยได้บัญญัติกฎหมายต่าง ๆ ได้แก่

1) รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ. 2560

โดยรัฐต้อง (1) อนุรักษ์ ฟื้นฟู และส่งเสริมภูมิปัญญาท้องถิ่น ศิลปะ วัฒนธรรม ขนบธรรมเนียม และจารีตประเพณีอันดีงาม จัดให้มีพื้นที่สาธารณะสำหรับการทำกิจกรรม โดยต้องส่งเสริมให้ประชาชน ชุมชน และองค์กรท้องถิ่นมีส่วนร่วมด้วย ตามมาตรา 57 วรรค 1 และ (2) รัฐต้องอนุรักษ์ คุ้มครอง บำรุงรักษา ฟื้นฟู ทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม และความหลากหลายทางชีวภาพ โดยต้องให้ประชาชน และชุมชนท้องถิ่นมีส่วนร่วมดำเนินการและได้รับประโยชน์ด้วยซึ่งการดำเนินการใดของรัฐหรือที่รัฐจะอนุญาตให้ผู้ใดดำเนินการตามมาตรา 57 วรรค 2 และมาตรา 58 ระบุว่า ถ้าการนั้นอาจมีผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติคุณภาพสิ่งแวดล้อม สุขภาพอนามัย คุณภาพชีวิตหรือส่วนได้เสียสำคัญอื่นใดของประชาชนหรือชุมชนหรือสิ่งแวดล้อมอย่างรุนแรง รัฐต้องดำเนินการให้มีการศึกษาและ

ประเมินผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชนหรือชุมชน และจัดให้มีการรับฟังความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้เสีย ประชาชนและชุมชนที่เกี่ยวข้องก่อน เพื่อนำมาประกอบการพิจารณาดำเนินการหรืออนุญาตตามที่กฎหมายบัญญัติบุคคลและชุมชนย่อมมีสิทธิได้รับข้อมูลคำชี้แจงและเหตุผลจากหน่วยงานของรัฐก่อนการดำเนินการหรืออนุญาตตามวรรคหนึ่ง ในการดำเนินการหรืออนุญาตตามวรรคหนึ่ง รัฐต้องระมัดระวังให้เกิดผลกระทบต่อประชาชน ชุมชน สิ่งแวดล้อมและความหลากหลายทางชีวภาพน้อยที่สุด และต้องดำเนินการให้มีการเยียวยาความเดือดร้อนหรือเสียหายให้แก่ประชาชนหรือชุมชนที่ได้รับผลกระทบอย่างเป็นธรรมและโดยไม่ชักช้านอกจากนี้ ยังมีการเข้าถึงข้อมูลข่าวสารของประชาชน โดยรัฐต้องจัดให้มีการเปิดเผยข้อมูลแก่ประชาชนให้สามารถเข้าถึงได้สะดวก ยกเว้นข้อมูลที่เป็นความลับทางราชการ ตามมาตรา 59 โดยทั้ง 3 มาตราที่ระบุไว้มีวัตถุประสงค์เพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ที่เป็นของส่วนรวม โดยให้รัฐเป็นตัวแทนในการบังคับใช้กฎหมายและการฟ้องร้องค่าเสียหาย พร้อมทั้งการเยียวยาต่าง ๆ โดยเปิดโอกาสให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการรับรู้ข้อมูลได้อย่างเต็มที่

2) พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535

สิ่งแวดล้อมเป็นของส่วนรวม หากเกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม เช่น การเกิดมลพิษทางอากาศ โดยทุกคนจะพุ่งเป้ามาที่หน่วยงานภาครัฐในการแก้ไขปัญหา ทั้ง ๆ ที่ทุกคน ทุกกิจกรรมมีผลต่อการเกิดมลพิษนั้น ดังนั้นการกำหนดมาตรการและการบังคับใช้กฎหมายด้านสิ่งแวดล้อม จึงเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่นำมาใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและอนุรักษ์ รักษาสิ่งแวดล้อม โดยมีที่มาจากอนุสัญญาอาร์ฮูส 3 หลัก คือ หลักการมีส่วนร่วมของประชาชน หลักการรับรู้ข่าวสาร และหลักการได้รับสิทธิการฟ้องร้องคดีสิ่งแวดล้อมอย่างยุติธรรม และหลักกฎหมายสิ่งแวดล้อมจากการปฏิญญาริโอ (Rio Declaration) คือ การป้องกันไว้ก่อน การระวังไว้ก่อน และผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่าย ซึ่งสาระสำคัญของพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 มีดังนี้

- ความหมายของสิ่งแวดล้อมและคุณภาพสิ่งแวดล้อม ตามพระราชบัญญัติฉบับนี้ สิ่งแวดล้อม หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่มีลักษณะทางกายภาพและชีวภาพที่อยู่รอบตัวเรา ซึ่งเกิดขึ้นโดยธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์ได้ทำขึ้น ส่วนคุณภาพสิ่งแวดล้อม หมายถึง ระบบนิเวศที่มีความสมดุลตามธรรมชาติ ซึ่งได้แก่สัตว์ พืช ทรัพยากรธรรมชาติต่าง ๆ และสิ่งที่มนุษย์ได้ทำขึ้น เพื่อประโยชน์ต่อการดำรงชีพของประชาชนและความสมบูรณ์ของมนุษยชาติ
- สิทธิและหน้าที่ของประชาชนในการร่วมกันส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม เพื่อการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ไม่ให้เกิดความเสียหายและเกิดผลกระทบต่อส่วนรวม โดยประชาชนต้องมีสิทธิในการรับรู้ข้อมูลข่าวสารด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของทางราชการ ภาครัฐต้องเปิดเผยข้อมูล โครงการ และข่าวสาร ยกเว้นข้อมูลที่ถือว่าเป็นความลับ โดยภาครัฐต้องจัดลำดับชั้นข้อมูลในการเผยแพร่ ผ่านสื่อที่เข้าถึงได้ง่าย เพื่อให้ประชาชนเข้าถึงแหล่งข้อมูลได้สะดวก มีสิทธิได้รับชดเชยค่าเสียหายหรือค่าทดแทนจากรัฐ ในกรณีที่ได้รับความเสียหาย

จากการกระทำหรือละเว้นการกระทำ ทำให้เกิดการแพร่กระจายของมลพิษ ที่เป็นอันตรายด้านสุขภาพ ความเป็นอยู่ ทรัพย์สิน และสภาพแวดล้อม เสียหายจากกิจการหรือโครงการที่ราชการหรือรัฐวิสาหกิจริเริ่ม จากสนับสนุนหรือดำเนินการ และสิทธิฟ้องร้องผู้กระทำผิดที่ละเมิดหรือฝ่าฝืนกฎหมายเกี่ยวกับการควบคุมมลพิษหรือการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติต่อพนักงานเจ้าหน้าที่

- การคุ้มครองสิ่งแวดล้อม ปัจจุบันปฏิเสธไม่ได้ว่าการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมเป็นความจำเป็นในการพัฒนาประเทศ ส่งผลให้ประชาชนมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น มีการเติบโตทางด้านเศรษฐกิจ แต่การพัฒนาด้านอุตสาหกรรม ส่งผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการการคุ้มครองสิ่งแวดล้อม จำเป็นต้อง (1) กำหนดมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม หมายถึง ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำ อากาศ เสียง และสภาวะอื่น ๆ ของสิ่งแวดล้อม ซึ่งกำหนดเป็นเกณฑ์ทั่วไปสำหรับการส่งเสริมและรักษาสิ่งแวดล้อมดังนั้น เพื่อประโยชน์ในการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม โดยคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติมีอำนาจกำหนดมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมในเรื่องต่าง ๆ เช่น มาตรฐานคุณภาพน้ำในแม่น้ำลำคลอง หนอง บึง ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ และแหล่งน้ำอื่น ๆ มาตรฐานคุณภาพอากาศ มาตรฐานระดับเสียงและความสั่นสะเทือน โดยจะต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง (2) การประกาศเขตอนุรักษ์และพื้นที่คุ้มครองสิ่งแวดล้อมสำหรับเขตอุทยานแห่งชาติและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า ซึ่งถือว่าเป็นเขตอนุรักษ์หรือเขตพื้นที่คุ้มครองสิ่งแวดล้อม โดยคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติมีอำนาจกำหนดมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้สูงกว่ามาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่กำหนดข้างต้น โดยกำหนดการใช้ประโยชน์ในที่ดินเพื่อรักษาสภาพธรรมชาติหรือมิให้กระทบกระเทือนต่อระบบนิเวศตามธรรมชาติหรือคุณค่าของสิ่งแวดล้อมนั้น และห้ามกระทำการที่อาจเป็นอันตรายหรือก่อให้เกิดผลกระทบในทางการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศของพื้นที่นั้น

- การควบคุมมลพิษ โดยมลพิษ หมายถึง ของเสีย วัตถุอันตราย และมวลสารอื่น ๆ ถูกปล่อยจากแหล่งกำเนิด เช่น ชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม อาคาร บ้านเรือน หรือที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ ก่อให้เกิดหรืออาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หรือภาวะเป็นพิษภัยอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนได้ และหมายความรวมไปถึงรังสี ความร้อน แสง เสียง กลิ่น ความสั่นสะเทือน หรือเหตุรำคาญอื่น ๆ ที่เกิดหรือถูกปล่อยออกจากแหล่งกำเนิด ซึ่งหากพื้นที่ใดมีปัญหามลพิษ และมีแนวโน้มที่จะส่งผลต่อสุขภาพอนามัย และการใช้ชีวิตของประชาชนคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติมีอำนาจประกาศกำหนดให้ท้องที่นั้นเป็นเขตควบคุมมลพิษ เพื่อดำเนินการควบคุม ลด และขจัดมลพิษได้ ตัวอย่างเช่น นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ถูกประกาศให้เป็นเขตควบคุมมลพิษ ดังนั้น ผู้ว่าราชการจังหวัด ต้องจัดทำแผนปฏิบัติการเพื่อลดและขจัดมลพิษ กำหนดมาตรฐานมลพิษโดยสอดคล้องกับมาตรฐานมลพิษที่คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติประกาศ และหากมีปัญหาสิ่งแวดล้อมรุนแรงขั้นวิกฤต ต้องเร่งแก้ไขทันที

- บทกำหนดโทษ แหล่งมลพิษหรือแหล่งกำเนิด เกิดการรั่วไหลหรือกระจายเป็นมลพิษให้ผู้อื่นได้รับอันตรายทั้งชีวิต ร่างกาย หรือสุขภาพ ทรัพย์สิน เจ้าของหรือผู้ครอบครองแหล่ง

มลพิษนั้นต้องจ่ายค่าเสียหายให้ผู้ได้รับผลกระทบและสิ่งแวดล้อม ยกเว้น (1) เหตุนั้นเป็นเหตุสุดวิสัยหรือสงคราม (2) เป็นการกระทำตามคำสั่งของรัฐบาลหรือเจ้าพนักงาน (3) การกระทำหรือละเว้นการกระทำของผู้ได้รับอันตรายซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบโดยตรงหรือทางอ้อมต่อแหล่งมลพิษนั้น ไม่ต้องจ่ายค่าเสียหายให้ตนเอง แต่จ่ายให้ผู้อื่นที่ได้รับผลกระทบ หรือจ่ายให้ภาครัฐเพื่อฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้กลับมาใช้ประโยชน์ได้ดังเดิม

3) พระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520

จากปัญหาการใช้ทรัพยากรน้ำบาดาลเกินสมดุล จนทำให้เกิดปัญหาและผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำบาดาล และจากผลการศึกษาทางวิชาการและการติดตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณและคุณภาพน้ำบาดาลเขตกรุงเทพมหานครและปริมลฑล ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2512 จนถึงปัจจุบัน พบว่า การเจาะและการสูบใช้น้ำบาดาลในพื้นที่ดินอ่อนปากแม่น้ำเจ้าพระยา เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาแผ่นดินทรุด การลดระดับของน้ำบาดาลอย่างต่อเนื่อง และปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็มเข้าสู่แหล่งน้ำจืด โดยเป้าหมายพระราชบัญญัติฉบับนี้ เพื่อควบคุมการสำรวจและเจาะน้ำบาดาล การใช้น้ำบาดาล การเติมน้ำลงชั้นหินให้น้ำและบ่อน้ำบาดาล รวมทั้งการป้องกันและอนุรักษ์แหล่งน้ำบาดาล ในเบื้องต้น เน้นอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาลครอบคลุมเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลเป็นหลัก ต่อมาได้ประกาศพื้นที่นอกเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ทั้งประเทศ โดยมีสาระสำคัญดังนี้

- น้ำบาดาล หมายถึง น้ำใต้ดินที่เกิดอยู่ในชั้นดิน กรวด ทรายหรือหิน ซึ่งอยู่ลึกจากผิวดินเกินความลึกที่รัฐมนตรีกำหนด ความลึกน้อยกว่าสิบห้าเมตร และคำว่า “กิจการน้ำบาดาล” หมายถึง การเจาะน้ำบาดาล การใช้น้ำบาดาลหรือการระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาล บุคคลที่ต้องการประกอบกิจการน้ำบาดาล ต้องมีหนังสือขออนุญาต ผู้ใดฝ่าฝืนปรับไม่เกิน 20,000 บาท หรือจำคุก 6 เดือน หรือทั้งจำทั้งปรับ

- กระทรวง ทบวง กรมหรือองค์การของรัฐที่มีหน้าที่เกี่ยวกับการจัดหาน้ำเพื่ออุปโภคบริโภค หรือเพื่อเกษตรกรรม ในส่วนที่เกี่ยวกับการเจาะน้ำบาดาลและการใช้น้ำบาดาล ได้รับการยกเว้นจากพระราชบัญญัตินี้ เว้นการดำเนินกิจการน้ำบาดาลในเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล (เขตท้องที่ที่มีการสูบน้ำขึ้นมาใช้ในปริมาณที่มากเกินกว่าปริมาณน้ำที่ไหลลงสู่ชั้นน้ำบาดาล จนอาจทำให้แผ่นดินทรุดตัวหรือน้ำเค็มกระจายเข้าสู่น้ำบาดาลหรือเกิดการลดตัวของระดับน้ำในชั้นน้ำบาดาล) ต้องดำเนินตามกฎหมายอย่างเคร่งครัด

- การกำหนดให้ท้องที่ใดเป็นเขตน้ำบาดาลและมีอำนาจกำหนดเขตห้ามสูบน้ำบาดาล รัฐมนตรีจะเป็นผู้ประกาศ โดยได้รับคำแนะนำจากคณะกรรมการน้ำบาดาล สามารถประกาศในราชกิจจานุเบกษาได้ การประกาศกำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการเจาะน้ำบาดาล การใช้น้ำบาดาล การระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาล การป้องกันในด้านสาธารณสุขและในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษการกำหนดวิธีการให้ความคุ้มครองแก่คนงานและความปลอดภัยแก่บุคคลภายนอก

กำหนดอัตราค่าใช้น้ำบาดาลในแต่ละท้องที่ รวมถึงประเภทการใช้น้ำบาดาล หลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขการเรียกเก็บ ลดหย่อนหรือยกเว้นค่าใช้น้ำบาดาล

- กำหนดให้กรมทรัพยากรน้ำบาดาล จัดให้มีบริการฝึกอบรมเพื่อส่งเสริมความรู้ความสามารถของช่างเจาะน้ำบาดาลทั้งของรัฐและเอกชน ตลอดจนให้บริการปรึกษาและแนะนำความรู้ต่าง ๆ และได้กำหนดให้จัดตั้งกองทุนพัฒนาน้ำบาดาลขึ้นในกรมทรัพยากรน้ำบาดาล เรียกโดยย่อว่า “กพน.” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นทุนใช้จ่ายในการศึกษา วิจัย พัฒนาและอนุรักษ์แหล่งน้ำบาดาลและสิ่งแวดล้อม กำหนดให้มีคณะกรรมการบริหาร กพน. ซึ่งเป็นกรรมการโดยตำแหน่งมีอำนาจหน้าที่ในการควบคุมการใช้จ่ายเงินหรือทรัพย์สินของ กพน. เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ เสนอแผนแม่บทเพื่อการพัฒนาและอนุรักษ์แหล่งน้ำบาดาลและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งรายงานต่อคณะกรรมการเกี่ยวกับการดำเนินงานของ กพน. ซึ่งในทุกรอบปี สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน จะเป็นผู้สอบบัญชีและประเมินผลการใช้จ่ายเงินและทรัพย์สินของ กพน. ว่าการใช้จ่ายเงินเป็นไปตามวัตถุประสงค์และได้ผลตามเป้าหมายเพียงใด

- ประเภทของใบอนุญาตมี 3 ประเภท คือ ใบอนุญาตเจาะน้ำบาดาล ใบอนุญาตใช้น้ำบาดาลและใบอนุญาตระบายน้ำลงบ่อน้ำ กำหนดเกี่ยวกับอายุของใบอนุญาตประเภทต่าง ๆ การขอต่ออายุใบอนุญาตและการโอนใบอนุญาต ในกรณีที่ผู้ออกใบอนุญาตไม่ออกใบอนุญาต ไม่อนุญาตให้ต่ออายุใบอนุญาตหรือไม่อนุญาตให้โอนใบอนุญาต ผู้ขอมีสิทธิอุทธรณ์เป็นหนังสือต่อรัฐมนตรีภายในเวลาที่กำหนดและคำวินิจฉัยของรัฐมนตรีให้เป็นที่สุด โดยผู้ได้รับใบอนุญาตต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในใบอนุญาตและต้องปฏิบัติตามประกาศของรัฐมนตรี ในการเจาะน้ำบาดาล ถ้าพบโบราณวัตถุหรือสิ่งที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ ผู้ได้รับใบอนุญาตหรือส่วนราชการต้องรายงานให้พนักงานน้ำบาดาลประจำท้องที่หรือกรมทรัพยากรน้ำบาดาลทราบ นอกจากนี้ยังกำหนดให้ต้องแสดงใบอนุญาตหรือใบแทนใบอนุญาตไว้ในที่เปิดเผยและเห็นได้ง่าย ณ สถานที่ที่ระบุไว้ในใบอนุญาตด้วยผู้รับใบอนุญาตใช้น้ำบาดาลต้องชำระค่าใช้น้ำบาดาลและค่าอนุรักษ์น้ำบาดาลตามอัตราที่กำหนดและหากเลิกกิจการต้องแจ้งการเลิกกิจการเป็นหนังสือให้พนักงานน้ำบาดาลประจำท้องที่ทราบภายในกำหนดด้วย เมื่อผู้รับใบอนุญาตเลิกกิจการหรือไม่ได้รับอนุญาตให้ต่ออายุใบอนุญาตหรือถูกเพิกถอนใบอนุญาต ผู้รับใบอนุญาตต้องจัดการรื้อถอนหรือกลบหลุม บ่อ หรือสิ่งก่อสร้างที่เกี่ยวกับกิจการน้ำบาดาลที่น่าจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อแหล่งน้ำบาดาลภายในเวลาที่กำหนด

- กำหนดให้อำนาจแก่พนักงานเจ้าหน้าที่ เพื่อดำเนินการให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 เรื่องการเข้าไปตรวจการเจาะน้ำบาดาล การใช้น้ำบาดาลหรือการระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาลและมีอำนาจสั่งเป็นหนังสือแก่ผู้รับใบอนุญาตหรือตัวแทนให้จัดการป้องกันความเสียหายอันอาจเกิดจากการกระทำดังกล่าว และในกรณีที่เห็นว่าการกระทำนั้นอาจก่อหรือได้ก่อให้เกิดความเสียหายต่อแหล่งน้ำบาดาล พนักงานเจ้าหน้าที่มีอำนาจสั่งเป็นหนังสือแก่ผู้รับใบอนุญาตให้เปลี่ยนแปลงแก้ไขหรือหยุดการกระทำดังกล่าว แล้วแต่กรณีตามที่จำเป็น ผู้รับใบอนุญาตมีสิทธิ

อุทธรณ์คำสั่งของพนักงานเจ้าหน้าที่ต่อรัฐมนตรีได้โดยคำวินิจฉัยของรัฐมนตรีให้เป็นที่สุด เมื่อปรากฏว่าได้มีการออกใบอนุญาตโดยคลาดเคลื่อนหรือสำคัญผิดในข้อเท็จจริงอันเป็นสาระสำคัญหรือข้อเท็จจริงได้เปลี่ยนแปลงไปภายหลังที่ได้ออกใบอนุญาตแล้ว อธิบดีกรมทรัพยากรน้ำบาดาลมีอำนาจแก้ไขให้ถูกต้องได้ แต่ถ้าเห็นว่าการปฏิบัติตามใบอนุญาตนั้นอาจก่อให้เกิดความเสียหายแก่ทรัพยากรของชาติหรือทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นพิษหรือเป็นอันตรายแก่ประชาชนหรือทำให้แผ่นดินทรุด ให้อธิบดีกรมทรัพยากรน้ำบาดาลมีอำนาจสั่งเพิกถอนใบอนุญาตนั้นได้ และเมื่อปรากฏว่าผู้รับใบอนุญาตฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติตามพระราชบัญญัตินี้ อธิบดีกรมทรัพยากรน้ำบาดาลก็มีอำนาจสั่งเพิกถอนใบอนุญาตได้เช่นเดียวกันซึ่งผู้รับใบอนุญาตที่ถูกสั่งเพิกถอนมีสิทธิอุทธรณ์ต่อรัฐมนตรีภายในเวลาที่กำหนด คำวินิจฉัยของรัฐมนตรีให้เป็นที่สุด

4) กฎกระทรวงว่าด้วยการขออนุญาตเจาะและขออนุญาตใช้น้ำบาดาลในพื้นที่วิกฤตการณ์น้ำบาดาล พ.ศ. 2546

- ประกาศเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาลที่ต้องปฏิบัติตามพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 ในปี พ.ศ. 2546 โดยรัฐมนตรี เพื่อควบคุม กำกับ ดูแล การประกอบกิจการน้ำบาดาล พื้นที่กรุงเทพมหานคร จังหวัดสมุทรปราการ นนทบุรี ปทุมธานี สมุทรสาคร นครปฐม และจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งคณะรัฐมนตรีได้เคยมีมติกำหนดให้เป็นเขตควบคุมวิกฤตการณ์น้ำบาดาลและแผ่นดินทรุด และกรมทรัพยากรธรณี (เดิม) ได้ประกาศกำหนดเขตพื้นที่วิกฤตการณ์น้ำบาดาลดังกล่าวไว้แล้ว แต่ยังมีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ในปริมาณที่มากเกินกว่าปริมาณน้ำที่ไหลลงสู่ชั้นน้ำบาดาล จนเป็นผลให้เกิดการลดตัวลงของระดับน้ำในชั้นน้ำบาดาล และมีการทรุดตัวของแผ่นดิน หรือมีการแพร่กระจายของน้ำเค็มเข้าสู่ชั้นน้ำบาดาลในบริเวณชายฝั่งทะเล จึงมีความจำเป็นต้องดำเนินการแก้ไขวิกฤตการณ์น้ำบาดาลและการทรุดตัวของแผ่นดิน รวมทั้งป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอันเกิดจากการใช้น้ำบาดาล เพื่อลดปริมาณการใช้น้ำบาดาลและป้องกันมิให้ชั้นน้ำบาดาลในแหล่งน้ำบาดาลพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑลได้รับความเสียหาย เป็นการรักษาสมดุลตามธรรมชาติของน้ำบาดาลให้มีใช้ตลอดไป รัฐมนตรีว่าการกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยคำแนะนำของคณะกรรมการน้ำบาดาลจึงออกประกาศกำหนดให้พื้นที่กรุงเทพมหานคร จังหวัดสมุทรปราการ นนทบุรี ปทุมธานี สมุทรสาคร นครปฐม และจังหวัดพระนครศรีอยุธยา เป็นเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาลที่ต้องปฏิบัติตามพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 เพื่อควบคุม กำกับ ดูแล การประกอบกิจการน้ำบาดาลของส่วนราชการ หรือองค์การของรัฐ หรือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น หรือประชาชนทั่วไป ให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 ซึ่งเป็นการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลให้เกิดจากการใช้ประโยชน์สูงสุดอย่างยั่งยืนตลอดไป ซึ่งถือว่าปี พ.ศ. 2546 เป็นจุดเริ่มต้นการบังคับใช้กฎหมายอย่างเคร่งครัด ควบคู่กับการใช้เงินทุนสนับสนุนจากกองทุนพัฒนาน้ำบาดาล เพื่อการวิจัยและการติดตามสถานการณ์น้ำบาดาลอย่างต่อเนื่อง ทุนศึกษาต่อสำหรับพัฒนาบุคลากรเฉพาะด้าน และทุนฝึกอบรมถ่ายทอดความรู้ให้กับเอกชนผู้ประกอบกิจการน้ำบาดาล ให้มีความรู้ ความเข้าใจด้านกฎหมายน้ำบาดาล การประกอบกิจการน้ำบาดาล และความรู้ทางวิชาการน้ำบาดาล ซึ่งเมื่อเทียบเคียงกับการติดตาม

สถานการณ์น้ำบาดาลเขตกรุงเทพมหานครและปริมลฑล พบว่าช่วงเวลาดังกล่าวทรัพยากรน้ำบาดาลเริ่มฟื้นฟู โดยระดับน้ำบาดาลเพิ่มขึ้น และอัตราการทรุดตัวค่อย ๆ ลดลง ตามลำดับ

- ระเบียบกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ว่าด้วยหลักเกณฑ์ วิธีตรวจสอบสถานที่เพื่อประกอบการพิจารณาออกใบอนุญาตประกอบกิจการน้ำบาดาล พ.ศ. 2562 อธิบดีกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ออกระเบียบดังกล่าว เพื่อให้ลดเวลาการพิจารณาออกใบอนุญาต ให้ความสะดวกแก่ผู้ขอใบอนุญาต ลดขั้นตอนและปัญหาการเรียกเก็บเงินโดยมิชอบของเจ้าพนักงานท้องที่ โดยให้แจ้งหนังสือใบอนุญาตทางไปรษณีย์ตอบรับหรือทางโทรสาร การกำหนดหลักเกณฑ์การตรวจสอบพื้นที่ของพนักงานเจ้าหน้าที่ กรณีบ่อน้ำบาดาลขนาด 200 มิลลิเมตรขึ้นไป ต้องได้รับการตรวจสอบจากเจ้าพนักงานท้องที่และดำเนินการตามระเบียบต่อไป ประกอบด้วย ตรวจสอบแหล่งน้ำผิวดินในพื้นที่ สภาพสถานที่ที่ตั้งอยู่ในเขตของการประปานครหลวงหรือการประปาส่วนภูมิภาค นิคมอุตสาหกรรมหรือเขตอุตสาหกรรมตลอดจนเขตพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของแหล่งน้ำบาดาลหรือไม่ สภาพบ่อน้ำบาดาลได้มาตรฐาน มีความลึกเท่าไหร่ ปริมาณและคุณภาพน้ำบาดาลอย่างไรและมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพหรือไม่ และการตรวจสอบขนาดบ่อน้ำบาดาลน้อยกว่า 200 มิลลิเมตร หากเป็นพื้นที่ที่ไม่อาจส่งผลกระทบต่อศักยภาพน้ำบาดาล สิ่งแวดล้อมและสุขภาพ ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวต้องไม่ใช่พื้นที่ที่มีการสูบใช้น้ำบาดาลที่ส่งผลกระทบต่อศักยภาพน้ำบาดาลทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพน้ำบาดาล หรือพื้นที่ใกล้แหล่งฝังกลบขยะมูลฝอย หรือใกล้แหล่งสารพิษหรือกากของเสียอุตสาหกรรม หรือใกล้บ่อพักน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมหรือใกล้แหล่งเหมืองแร่ ที่อาจส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำบาดาลหรือสภาพพื้นที่อื่นในลักษณะทำนองเดียวกันในรัศมีไม่เกิน 1 กิโลเมตร จากพื้นที่เจาะน้ำบาดาล พนักงานเจ้าหน้าที่สามารถออกใบอนุญาตได้เลย สำหรับการตรวจสอบสถานที่ตามคำขอต่อใบอนุญาตเจาะน้ำบาดาลและใบอนุญาตใช้น้ำบาดาล ให้ดำเนินการคล้ายกับคำขอใบอนุญาตเจาะน้ำบาดาลและใบอนุญาตใช้น้ำบาดาล แต่เพิ่มเติมการตรวจสอบการติดตั้งเครื่องวัดปริมาณน้ำประจำบ่อน้ำบาดาล เพื่อตรวจสอบว่าเครื่องวัดปริมาณน้ำเที่ยงตรงหรือไม่ ป้องกันการลักลอบใช้น้ำเกินอัตราค่าใช้น้ำที่จ่ายให้หน่วยงานภาครัฐ โดยพนักงานเจ้าหน้าที่ จัดทำรายงานบันทึกการตรวจสอบให้ผู้ออกใบอนุญาต เพื่อพิจารณาต่ออายุใบอนุญาตหรือสั่งไม่อนุญาตให้ต่ออายุใบอนุญาตต่อไป

5) กฎกระทรวงกำหนดอัตราค่าอนุรักษ์น้ำบาดาล และหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขเรียกเก็บค่าอนุรักษ์น้ำบาดาล พ.ศ. 2547

การใช้น้ำบาดาลในเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล ท้องที่กรุงเทพมหานคร จังหวัดนนทบุรี จังหวัดปทุมธานี จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จังหวัดสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรสาคร และจังหวัดนครปฐม นอกจากผู้ใช้น้ำบาดาลจะจ่ายค่าน้ำบาดาล ตามราคาค่าบริการน้ำประปาท้องที่แล้ว ยังต้องจ่ายค่าอนุรักษ์น้ำบาดาลในอัตราก้าวหน้า เพื่อให้ผู้ประกอบกิจการน้ำบาดาลได้ตระหนักถึงคุณค่าของทรัพยากรน้ำบาดาลที่มีค่าและมีราคา เหมือนทรัพยากรธรรมชาติอื่น ๆ ดังนั้น ผู้ใช้น้ำจึงควรใช้อย่างประหยัดเท่าที่จำเป็น เพื่อให้มีน้ำใช้ได้อย่างยั่งยืน โดยเริ่มเก็บค่าอนุรักษ์น้ำบาดาล ตั้งแต่ พ.ศ. 2547 ใน

อัตราลูกบาศก์เมตรละหนึ่งบาท และ พ.ศ. 2549 เป็นต้นไป อัตราลูกบาศก์เมตรละแปดบาทห้าสิบสตางค์ ซึ่งการชำระค่าอนุรักษ์น้ำบาดาลจะคิดตามเครื่องวัดปริมาณน้ำ หากไม่สามารถวัดปริมาณน้ำได้เนื่องจากไม่ติดตั้งเครื่องวัดปริมาตรน้ำ ให้ชำระค่าอนุรักษ์น้ำบาดาลตามปริมาณน้ำบาดาลสูงสุดที่กำหนดไว้ในใบอนุญาตใช้น้ำบาดาลจนกว่าจะมีการติดตั้งเครื่องวัดปริมาตรน้ำ และหากผู้รับใบอนุญาตใช้น้ำบาดาลไม่ได้ชำระค่าอนุรักษ์น้ำบาดาลภายในระยะเวลาที่กำหนดไว้ จะต้องจ่ายค่าปรับตั้งแต่อัตราหนึ่งเท่าจนถึงสองเท่า โดยนับจากวันที่พ้นกำหนดสามสิบถึงเก้าสิบวัน

จากผลการเก็บค่าอนุรักษ์น้ำบาดาล พบว่า ทรัพยากรน้ำบาดาลในพื้นที่วิกฤตการณ์น้ำบาดาล สามารถฟื้นตัวอย่างต่อเนื่อง โดยภาครัฐได้ใช้เวลาติดตามและเฝ้าระวังอย่างยาวนานกว่า 20 ปี ปัจจุบัน ได้ออกมาตรการลดหย่อนค่าอนุรักษ์น้ำบาดาล จากราคาแปดบาทห้าสิบสตางค์เป็นราคาสี่บาทห้าสิบสตางค์ เพื่อให้ผู้ประกอบกิจการน้ำบาดาลทั้งรายเก่าและรายใหม่เกิดแรงจูงใจร่วมมืออนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาลต่อไป

2.2.2 นโยบายและแผนยุทธศาสตร์ภาครัฐที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ

1) เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของสหประชาชาติ พ.ศ. 2573 กลุ่ม Planet หรือกลุ่มด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม SDGs 6: การมีน้ำเพื่อใช้ประโยชน์และมีการจัดการน้ำและสุขาภิบาลอย่างยั่งยืนสำหรับทุกคน เป้าหมายที่ 6.5 ดำเนินการบริหารจัดการน้ำแบบองค์รวมในทุกระดับ รวมถึงผ่านทางความร่วมมือระหว่างเขตแดนตามความเหมาะสมภายในปี พ.ศ. 2573 และเป้าหมายที่ 6.6 ปกป้องและฟื้นฟูระบบนิเวศ ที่เกี่ยวข้องกับแหล่งน้ำรวมถึงภูเขา ป่าไม้ พื้นที่ชุ่มน้ำ แม่น้ำ ชั้นหินอุ้มน้ำ และทะเลสาบภายในปี พ.ศ. 2563

2) ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ของประเทศไทย พ.ศ. 2560–2579 โดยยึดหลัก มั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน ยุทธศาสตร์ที่ 4 จัดการเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาระบบบริหารจัดการน้ำให้มีประสิทธิภาพทั้ง 25 ลุ่มน้ำ เน้นการปรับระบบการบริหารจัดการอุทกภัยอย่างบูรณาการ

3) แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560–2564 โดยมีเป้าหมายรวม คือ ทุนทางธรรมชาติและคุณภาพสิ่งแวดล้อมสามารถสนับสนุนการเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

4) นโยบาย Thiland 4.0 การพัฒนาประเทศจากเดิมที่เป็นประเทศผู้ผลิตที่มีประสิทธิภาพให้กลายเป็นประเทศผู้ผลิตที่มีความคิดสร้างสรรค์ มีนวัตกรรมที่สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มได้สูง มีการวิจัยและพัฒนาที่มีคุณภาพน่าเชื่อถือ มีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และสามารถช่วยลดความเหลื่อมล้ำในด้านรายได้ของประชากร

5) ยุทธศาสตร์บริหารจัดการน้ำ พ.ศ. 2560–2579 ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 1 การจัดการน้ำอุปโภคบริโภค โดยเน้นน้ำอุปโภคบริโภคในเขตเมือง ที่มีความต้องการใช้น้ำส่วนใหญ่เพิ่มขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร และประชากรเคลื่อนย้ายเข้าสู่เมืองมากขึ้น การขยายตัวเมืองหลักและการท่องเที่ยว รวมทั้งการค้า การบริการทั้งในประเทศและเมืองการค้าชายแดน ซึ่งต้องวางแผนทั้งการจัดหา

น้ำต้นทุนและระบบส่งน้ำควบคู่กันไป โดยมีเป้าประสงค์ เพื่อจัดหาน้ำสะอาด เพื่อการอุปโภคบริโภคให้แก่ชุมชนครอบคลุมทุกชุมชน รวมทั้งในพื้นที่เศรษฐกิจพิเศษ และแหล่งท่องเที่ยวสำคัญ ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 2 สร้างความมั่นคงน้ำภาคการผลิต (เกษตร/อุตสาหกรรม) และประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 6 การบริหารจัดการ

6) ยุทธศาสตร์กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2560–2579 ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 2 การบริหารจัดการน้ำ เป้าหมายที่ 1 แหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างพอเพียง และเป้าหมายที่ 2 ปริมาณน้ำสะอาดเพียงพอกับการอุปโภคบริโภค แผนงานที่ 1 แผนงานอนุรักษ์ฟื้นฟู และพัฒนาแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำบาดาล

7) ยุทธศาสตร์บริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล พ.ศ. 2560–2579 ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 2 เสริมสร้างศักยภาพการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 3 เสริมสร้างขบวนการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องกับน้ำบาดาลทั้งระดับนโยบาย กลุ่มผู้ใช้น้ำบาดาล ภาคประชาชน NGOs และระดับลุ่มน้ำ ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 4 ส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมในการวิจัย และพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำบาดาล โดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาบุคลากร เครื่องมือและการบริหารจัดการน้ำบาดาลอย่างบูรณาการ การบังคับใช้กฎหายตามหลักธรรมาภิบาล การสร้างภาพลักษณ์องค์การและการเผยแพร่ข้อมูลสู่สาธารณชน การมีบทลงโทษผู้กระทำผิดและขัดขวางการดำเนินนโยบายรัฐ การส่งเสริมการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนและการสร้างเครือข่ายน้ำบาดาล การส่งเสริมคิดค้นนวัตกรรมที่ทันสมัย สำหรับการสำรวจ พัฒนาและการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาล การดูแลแหล่งน้ำบาดาลสะอาดเพื่อเป็นแหล่งน้ำสำรองในภาวะวิกฤตต่าง ๆ

กฎหมายของประเทศไทย มีการบัญญัติเรื่องการรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และทรัพยากรน้ำบาดาล โดยใช้หลักธรรมาภิบาลสิ่งแวดล้อมและปฏิญญาริโอว่าด้วยสิ่งแวดล้อมและการพัฒนา ประกอบด้วย หลักการมีส่วนร่วมของประชาชน หลักการรับรู้ข่าวสาร หลักในการได้รับสิทธิการฟ้องร้องคดีสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นธรรม หลักการป้องกันไว้ก่อน หลักการระวังไว้ก่อน และผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่าย ซึ่งพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 ก็ใช้หลักการดังกล่าวในการบัญญัติกฎหมาย ที่เห็นเด่นชัดคือ ให้ผู้ใช้น้ำบาดาลในเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล เป็นผู้จ่ายค่าใช้และอนุรักษ์น้ำบาดาล ส่งผลให้น้ำบาดาลในพื้นที่ดังกล่าวลดลงทรัพยากรน้ำบาดาลสามารถฟื้นตัวได้ นอกจากนี้ นโยบายภาครัฐ แผนยุทธศาสตร์ประเทศและเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนนานาชาติ ซึ่งให้ความสำคัญกับการสร้างความมั่นคงทางการผลิต การบริหารจัดการน้ำ และการเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ได้นำมาเป็นแนวทางในการกำหนดยุทธศาสตร์บริหารจัดการน้ำ ยุทธศาสตร์กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเรื่องการบริหารจัดการน้ำ และยุทธศาสตร์ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล การบริหารจัดการและการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาล สำหรับกำหนดกลยุทธ์ แผนงาน และโครงการต่าง ๆ เพื่อให้ทรัพยากรน้ำบาดาลสามารถใช้ได้อย่างคุ้มค่าและยั่งยืนต่อไปในอนาคต

2.3 ข้อมูลพื้นฐานพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร

2.3.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

จังหวัดสมุทรสาครเป็นจังหวัดชายทะเล ตั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำท่าจีนและปากอ่าวไทย อยู่ในเขตพื้นที่ภาคกลางตอนล่างของประเทศไทย เป็นจังหวัดปริมณฑลกรุงเทพมหานคร อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานครตามระยะทางหลวงแผ่นดิน หมายเลข 35 (ถนนพระราม 2) ประมาณ 30 กิโลเมตร มีพื้นที่ 872.347 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 545,216 ไร่ จังหวัดสมุทรสาครมีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียง ดังนี้

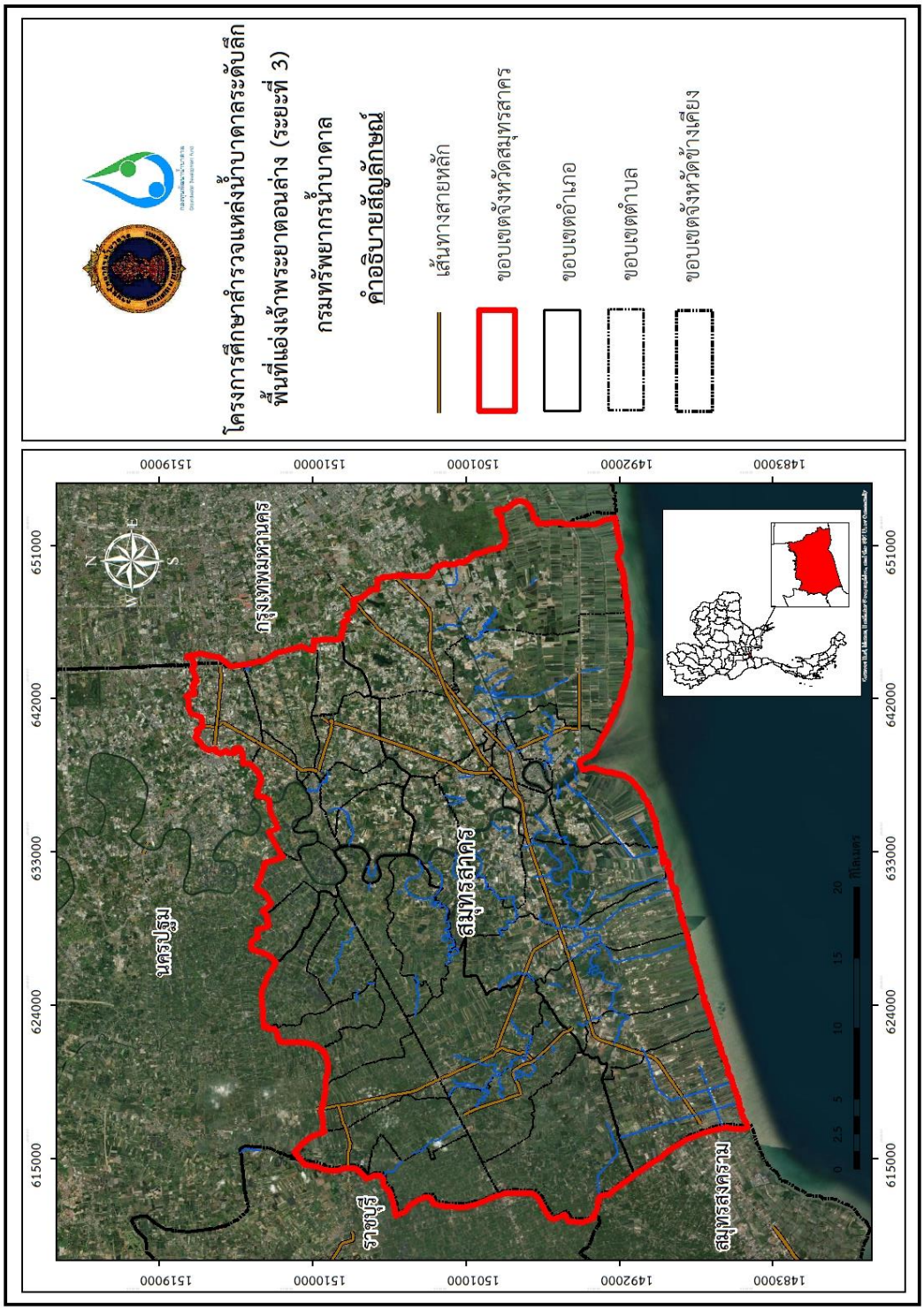
ทิศเหนือ ติดต่อกับจังหวัดนครปฐม
ทิศตะวันตก ติดต่อกับจังหวัดสมุทรสงคราม และจังหวัดราชบุรี
ทิศตะวันออก ติดต่อกับกรุงเทพมหานคร
ทิศใต้ ติดกับทะเลอ่าวไทย

2.3.2 ประชากร

จังหวัดสมุทรสาคร มีสภาพสังคมแบบกึ่งชนบทกึ่งเมือง ประชากรที่อาศัยอยู่ในเขตเมืองส่วนใหญ่จะตั้งบ้านเรือนอยู่ริมถนนสายหลักและสายรอง ส่วนการตั้งบ้านเรือนของประชากรในชนบทจะกระจายอยู่ตามริมแม่น้ำลำคลอง ประชากรตามทะเบียนราษฎรของจังหวัดสมุทรสาคร ณ วันที่ 31 สิงหาคม 2563 มีจำนวนทั้งสิ้น 587,840 คน เป็นเพศชาย 283,733 คน เพศหญิง 304,107 คน รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 จำนวนประชากรจังหวัดสมุทรสาคร (ที่ทำการปกครองจังหวัดสมุทรสาคร, สิงหาคม 2563)

อำเภอ	ประชากร		
	ชาย (คน)	หญิง (คน)	รวม (คน)
เมืองสมุทรสาคร	146,832	158,080	304,912
กระทุ่มแบน	88,439	93,887	182,326
บ้านแพ้ว	48,462	52,140	100,602
รวม	**283,733**	**304,107**	**587,840**



รูปที่ 2-1 อาณาเขตจังหวัดสมุทรสาคร

2.3.3 ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่มชายฝั่งทะเล เหนือระดับทะเลปานกลางประมาณ 1.00 - 2.00 เมตร พื้นที่ด้านทิศตะวันตกเป็นที่ราบลุ่มในเขตน้ำจืด เขตจังหวัดถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน ด้วยแม่น้ำท่าจีน ซึ่งไหลผ่านตอนกลางจังหวัด ไหลคดเคี้ยวตามแนวเหนือใต้ลงสู่อ่าวไทยที่อำเภอเมืองสมุทรสาคร ระยะทางยาว 70 กิโลเมตร พื้นที่ตอนบนของจังหวัดในเขตอำเภอบ้านแพ้วและอำเภอกระทุ่มแบน มีความอุดมสมบูรณ์ของดินและมีโครงข่ายแม่น้ำลำคลองเชื่อมโยงถึงกันกระจายอยู่ทั่วพื้นที่กว่า 170 สาย ทั้งที่เป็นคลองธรรมชาติและคลองที่ขุดขึ้น เพื่อนำน้ำจืดมาใช้ในการเพาะปลูกและการชลประทาน ช่วยในการระบายน้ำและใช้ในการคมนาคมขนส่ง สภาพพื้นที่จึงเหมาะที่จะทำการเพาะปลูกพืชนานาชนิด และบางส่วนเป็นย่านธุรกิจอุตสาหกรรมและที่อยู่อาศัย พื้นที่ตอนล่างของจังหวัดในเขตอำเภอเมืองสมุทรสาคร อยู่ติดชายฝั่งทะเลยาว 41.8 กิโลมตร เหมาะแก่การทำนาเกลือ การทำประมง และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

2.3.4 อุทกวิทยาและอุตุนิยมวิทยา

1) ระบบทางน้ำ

จังหวัดสมุทรสาครเป็นจังหวัดชายทะเลอ่าวไทย มีแม่น้ำท่าจีนไหลผ่านกลางจังหวัด ซึ่งแม่น้ำท่าจีนเป็นแม่น้ำที่แยกตัวออกจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่ตำบลมะขามเฒ่า บริเวณปากคลองมะขามเฒ่า จึงเรียกแม่น้ำนั้นว่า "คลองมะขามเฒ่า" และมาหักเลี้ยวเป็นแยกแม่น้ำที่ไหลไปเชื่อมกับแม่น้ำเจ้าพระยาได้อีกทีตรงที่เป็นพื้นที่ปากคลอง ตำบลหาดท่าเสา อำเภอเมืองชัยนาท กับฝั่งตะวันตกที่อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท ไหลผ่านจังหวัดชัยนาท จังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดนครปฐม และจังหวัดสมุทรสาคร ก่อนจะไหลออกสู่อ่าวไทยที่ตำบลบางหญ้าแพรก อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร

2) สภาพภูมิอากาศ

สภาวะอากาศทั่วไป จังหวัดสมุทรสาครอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมซึ่งพัดประจำเป็นฤดูกาล 2 ชนิด โดยพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในฤดูหนาวเรียกว่าลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ อิทธิพลของลมนี้ทำให้บริเวณจังหวัดสมุทรสาครมีอากาศหนาวเย็นและแห้งแล้ง กับมรสุมอีกชนิดหนึ่ง คือมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งพัดจากทิศตะวันตกเฉียงใต้เป็นส่วนใหญ่ในฤดูฝน ทำให้อากาศชุ่มชื้นและมีฝนตกทั่วไป

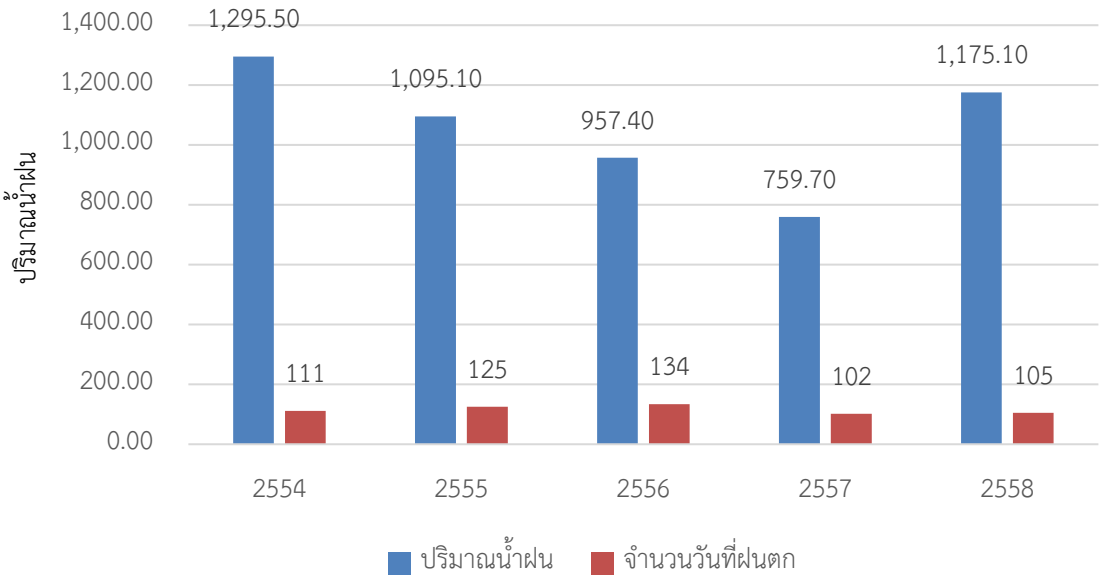
3) อุณหภูมิ

จังหวัดสมุทรสาคร มีอุณหภูมิเฉลี่ย 28 - 30 องศาเซลเซียส ตลอดปี อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 32 – 34 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 24 - 26 องศาเซลเซียส เดือนที่มีอากาศร้อนอบอ้าวที่สุดในรอบปีคือเดือนเมษายนและพฤษภาคม และเดือนที่มีอากาศหนาวที่สุดคือเดือนธันวาคม

4) ปริมาณน้ำฝน

จังหวัดสมุทรสาครเป็นจังหวัดที่มีฝนตกอยู่ในเกณฑ์น้อย ปริมาณฝนเฉลี่ยตลอดปี 1,200 - 1,400 มิลลิเมตร และมีจำนวนวันฝนตกเฉลี่ย 120 - 130 วัน เดือนที่มีฝนตกมากที่สุดคือเดือนกันยายน มีปริมาณฝนเฉลี่ย 200 - 300 มิลลิเมตร และมีจำนวนวันฝนตก 19 - 21 วัน

ระหว่างปี พ.ศ. 2554 – 2558 มีปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ย 1,016.55 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำฝนมากที่สุดในปี พ.ศ. 2554 วัดได้ 1,295.50 มิลลิเมตร จำนวนวันฝนตก 111 วัน ส่วนปริมาณน้ำฝนน้อยที่สุดในปี พ.ศ. 2557 วัดได้ 759.70 มิลลิเมตร จำนวนวันฝนตก 102 วัน



รูปที่ 2-2 ปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันที่ฝนตกในจังหวัดสมุทรสาคร
(สถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดนครปฐม, ธันวาคม 2559)

2.3.5 ทรัพยากรดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน

1) ทรัพยากรดิน

ลักษณะดินในจังหวัดสมุทรสาคร เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ แบ่งออกได้เป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มดินเค็มชายฝั่งทะเล มีพื้นที่ประมาณร้อยละ 50 ของพื้นที่จังหวัด ครอบคลุมพื้นที่ตอนล่างของจังหวัดที่ติดกับอ่าวไทย บริเวณน้ำทะเลท่วมถึงเป็นดินเลนเนื้อดินเหนียวมีสภาพเค็มจัดเหมาะแก่การเลี้ยงปลาน้ำกร่อยบางส่วนทำสวนมะพร้าว ส่วนใหญ่อยู่ในเขตอำเภอเมืองสมุทรสาคร กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มดินนา พื้นที่ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 50 ของพื้นที่จังหวัดอยู่บริเวณตอนบนของจังหวัด น้ำทะเลท่วมไม่ถึงและเป็นพื้นที่ดอน ดินเป็นดินเหนียวที่มีดินร่วนปน ได้แก่ พื้นที่ในเขตของอำเภอบ้านแพ้ว อำเภอกระทุ่มแบน และบางส่วนของอำเภอเมืองสมุทรสาคร เหมาะสมที่จะทำการเกษตรกรรม ปลูกพืชผักปลูกไม้ผล และไม้ดอก สภาพดินของจังหวัดสมุทรสาคร จำแนกออกได้เป็น 6 ชุดดิน คือ

1.1) ดินชุดท่าจีน พบบริเวณที่ราบลุ่มชายฝั่งทะเล มีพื้นที่ประมาณ 103,000 ไร่ เท่ากับร้อยละ 19.3 ของพื้นที่จังหวัด ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง แต่เป็นดินเค็มเพราะน้ำทะเลท่วมถึง ระดับน้ำใต้ดินสูงเกือบถึงหน้าดินตลอดปี เป็นป่าชายเลน นากุ้ง และยกร่องปลูกมะพร้าว ส่วนใหญ่อยู่ในเขตอำเภอเมืองสมุทรสาคร

1.2) ดินชุดสมุทรปราการ พบในบริเวณพื้นที่ราบชายฝั่งทะเลถัดจากดินชุดท่าจีนเข้ามามีพื้นที่ประมาณ 5,500 ไร่ เท่ากับร้อยละ 1 ของพื้นที่จังหวัด ดินมีความอุดมสมบูรณ์ระดับสูงถึงระดับปานกลาง ลักษณะเป็นดินเค็มไม่สามารถปลูกข้าวได้ บางแห่งใช้ขุดบ่อเลี้ยงปลาหรือยกร่องปลูกมะพร้าว ส่วนใหญ่อยู่ในเขตอำเภอเมืองสมุทรสาคร

1.3) ดินชุดบางกอก พบในบริเวณพื้นที่ราบชายฝั่งทะเลที่น้ำท่วมไม่ถึง เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง มีพื้นที่ประมาณ 100,508 ไร่ เท่ากับร้อยละ 18.9 ของพื้นที่จังหวัด จัดเป็นดินชั้นหนึ่งสำหรับปลูกข้าว ถั่วต่าง ๆ ข้าวโพด ฯลฯ ส่วนใหญ่อยู่ในเขตอำเภอกระทุ่มแบน

1.4) ดินชุดบางเลน พบในบริเวณพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง มีพื้นที่ประมาณ 28,500 ไร่ เท่ากับร้อยละ 5.3 ของพื้นที่จังหวัด เป็นดินดีเหมาะสมที่จะปลูกข้าว แต่ไม่เหมาะสมที่จะปลูกพืชไร่ ส่วนใหญ่อยู่ในเขตอำเภอกระทุ่มแบนและอำเภอบ้านแพ้ว

1.5) ดินชุดธนบุรี พบในบริเวณพื้นที่ราบใกล้ชายฝั่งแม่น้ำ พื้นที่ราบเรียบเป็นดินลึก มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง มีพื้นที่ประมาณ 6,500 ไร่ เท่ากับร้อยละ 1.2 ของพื้นที่จังหวัด เป็นพื้นที่เหมาะสมที่สุดสำหรับทำสวนผลไม้และปลูกผัก ส่วนใหญ่อยู่ในเขตอำเภอกระทุ่มแบน

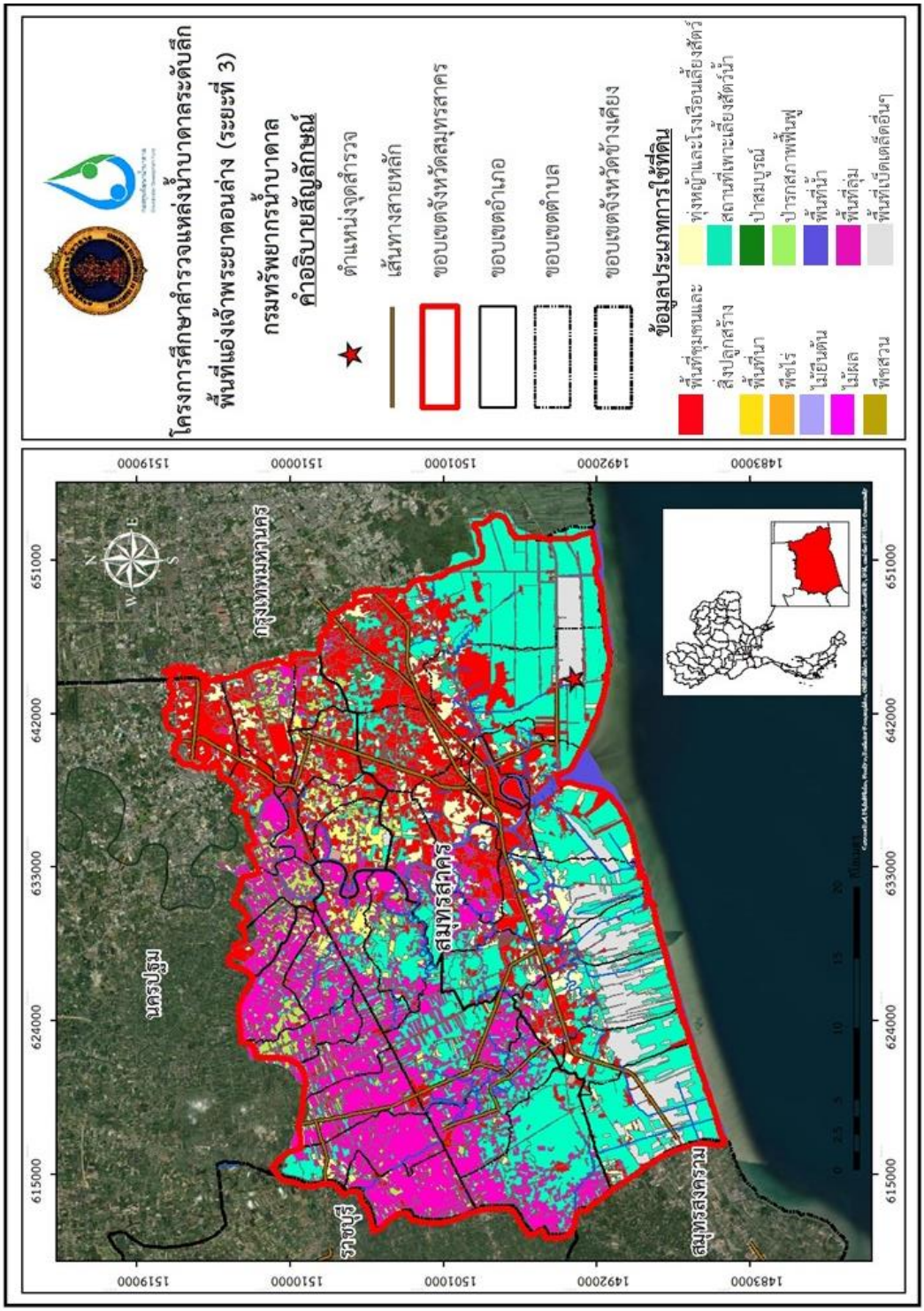
1.6) ดินชุดดำเนินสะดวก พบในบริเวณที่ราบห่างจากฝั่งทะเล มีพื้นที่ประมาณ 46,500 ไร่เท่ากับร้อยละ 8.8 ของพื้นที่จังหวัด สภาพพื้นที่ราบเรียบ มีลักษณะเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทรายแป้ง มีความอุดมสมบูรณ์สูงเหมาะที่จะใช้ปลูกผักและทำสวนผลไม้ บางแห่งใช้ปลูกพืชไร่ ส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่เขตอำเภอบ้านแพ้ว

2) การใช้ที่ดิน (Land Use)

สามารถจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาครออกเป็น 5 ประเภท โดยมีประเภทการใช้ที่ดินที่มีสัดส่วนมากที่สุด ได้แก่ ประเภทเกษตรกรรมร้อยละ 55.81 รองลงมาเป็นพื้นที่ชุมชน และที่อยู่อาศัย ร้อยละ 27.19 ที่เหลือเป็นพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่น ๆ ร้อยละ 3.50 ร้อยละ 4.12 และร้อยละ 9.38 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ รายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 2-3 และตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 ประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่ศึกษา
(กลุ่มวิเคราะห์สภาพการใช้ที่ดิน กองนโยบายและแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2562)

สัญลักษณ์	ประเภทการใช้ที่ดิน	ปริมาณพื้นที่	
		ไร่	ร้อยละ
A	พื้นที่เกษตรกรรม	304,357	55.81
F	พื้นที่ป่าไม้	19,063	3.50
U	ชุมชนและที่อยู่อาศัย	148,186	27.19
W	แหล่งน้ำ	22,489	4.12
M	พื้นที่อื่น ๆ	51,122	9.38
รวม		**43,314**	**100.00**



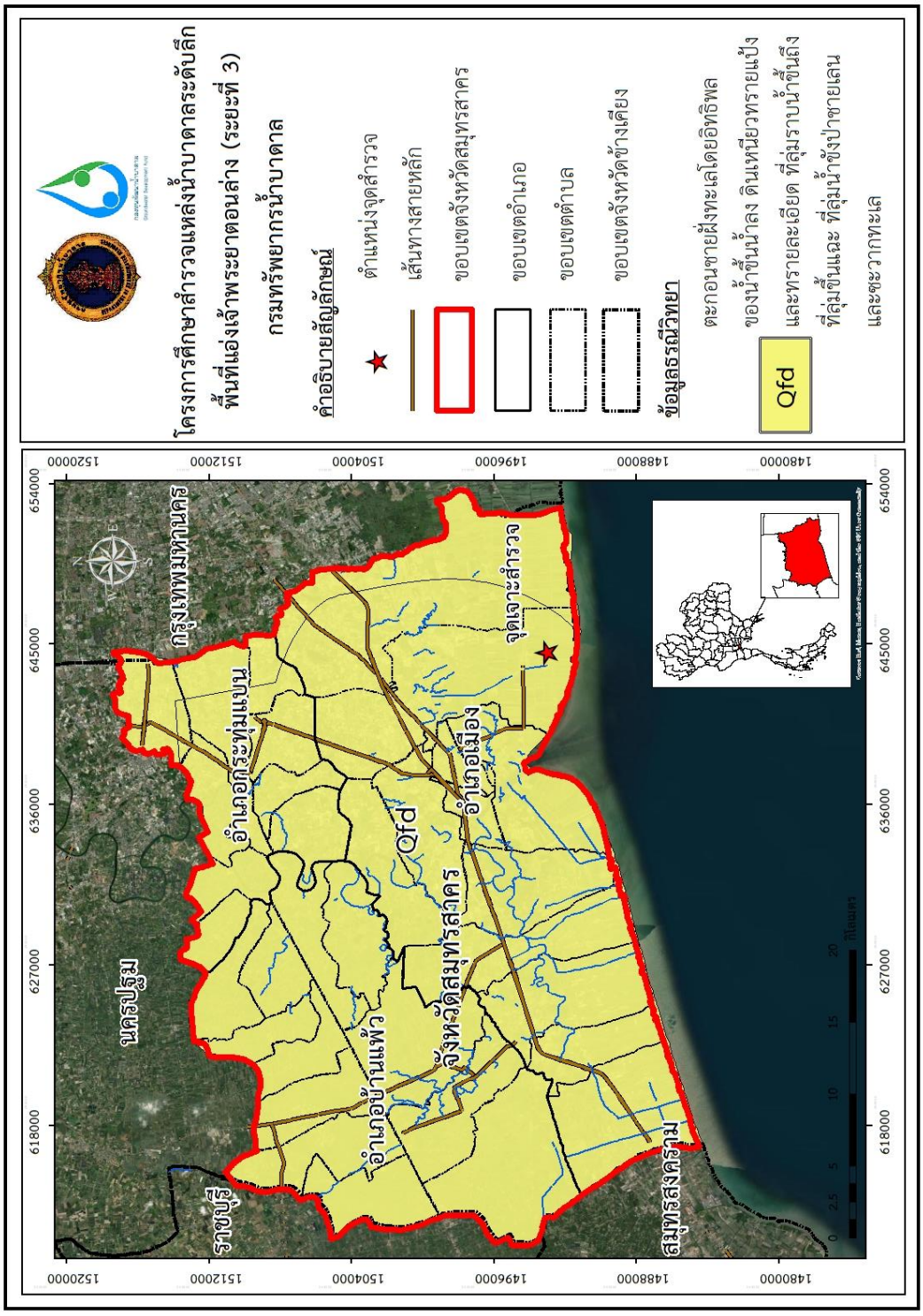
รูปที่ 2-3 แผนที่สภาพการใช้ที่ดินจังหวัดสมุทรสาคร
(กรมพัฒนาที่ดิน, 2562)

2.3.6 ข้อมูลธรณีวิทยา

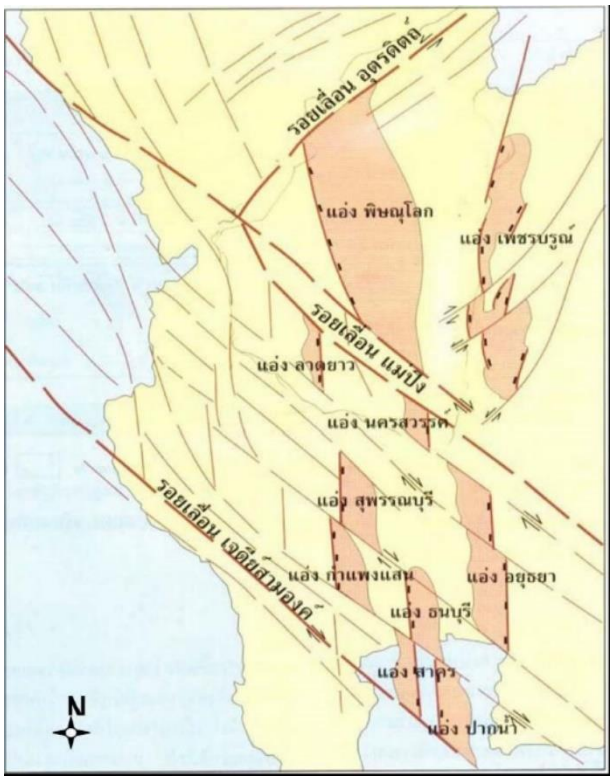
จังหวัดสมุทรสาครตั้งอยู่ในพื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง ลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่ราบลุ่มชายฝั่งทะเล มีระดับความสูงเฉลี่ย 1 – 2 เมตร เหนือระดับทะเลปานกลาง มีแม่น้ำท่าจีนไหลผ่านตอนกลางจังหวัด และมีหน่วยหินยุคควอเตอร์นารีปิดทับอยู่ คือหน่วยหินตะกอนชายฝั่งยุคควอเตอร์นารี (Marine clay deposit : Qmc) เป็นตะกอนดินจากปากแม่น้ำที่ไปตกในส่วนทะเลส่วนที่เป็นน้ำลึกนอกชายฝั่ง มีองค์ประกอบเป็นดินเหนียวปนด้วยดินทรายแป้ง เนื้ออ่อนนิ่ม มีชั้นทรายละเอียดบาง ๆ แทรกอยู่ พบซากพืชและซากเปลือกหอยกระจัดกระจายอยู่ทั่วไป ชั้นดินเคลย์ทะเลเกิดในช่วงที่น้ำทะเลยกระดับรุกเข้าไปในแผ่นดิน ในตอนต้นของสมัยปัจจุบัน หรือ โฮโลซีน เมื่อประมาณ 8,000 – 6,000 ปีก่อนปัจจุบัน โดยมีอิทธิพลของอ่าวไทยเป็นตัวพัดพาตะกอนมาสะสมตัว ดังแสดงในรูปที่ 2-4 (กรมทรัพยากรธรณี, 2564)

2.3.7 ธรณีวิทยาโครงสร้าง

แอ่งเจ้าพระยาเป็นแอ่งที่เกิดจากผลของการชนกันของแผ่นเปลือกโลกอินเดียและยูเรเชียเมื่อประมาณ 40 – 50 ล้านปีที่ผ่านมา ทำให้เกิดเทือกเขาหิมาลัยและมีผลกระทบต่อประเทศไทยด้วยส่งผลให้เกิดเป็นแอ่งแยกตัวออกจากกัน (extensional basin) เป็นแนวยาวในทิศเหนือและทิศใต้ โดยมีรอยเลื่อนขนาบหรือเป็นขอบแอ่ง โดยตัวแอ่งเกิดจากรอยเลื่อนแบบบล็อก (Fault – block basin) มีโครงสร้างธรณีวิทยาดั้งเดิมที่แผ่นดินตรงกลางถูกรอยเลื่อนที่เป็นแนวยาวเหนือ – ใต้ขนาบทั้งสองข้างดึงให้ทรุดต่ำลงเป็นกราเบน (graben) ซึ่งตามข้อมูลที่ได้จากการสำรวจปิโตรเลียม พบว่ามีลักษณะเป็นแอ่งกราเบนครึ่ง (half graben) แต่แผ่นดินที่ประชิดรอยเลื่อนแต่อยู่ถัดไป 2 ข้าง กลับถูกยกตัวให้สูงขึ้นเป็นฮอสต์ (horst) ขณะที่แผ่นดินส่วนกราเบนกำลังทรุดตัวต่ำลงมาทั้งบล็อกกลายเป็นแอ่งที่ราบภาคกลางในช่วงปลายยุคเทอร์เชียรีต่อกับยุคควอเทอร์นารีตะกอนชนิดต่าง ๆ จะถูกสะสมตัวในแอ่งดังกล่าวจึงส่งผลให้ด้านล่างของแอ่งเจ้าพระยาถูกปกคลุมด้วยตะกอนน้ำพาจำพวกกรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียวในตอนบน และค่อยๆเปลี่ยนเป็นดินตะกอนสามเหลี่ยมและตะกอนดินเหนียวทะเล ในบริเวณตอนล่างและปากแม่น้ำ



รูปที่ 2-4 แผนที่ธรณีวิทยา (กรมทรัพยากรธรณี, 2564)



รูปที่ 2-5 แผนที่แสดงโครงสร้างของแอ่งเทอร์เชียรี บริเวณที่ราบลุ่มภาคกลาง (กรมทรัพยากรธรณี, 2542)

2.3.8 ข้อมูลอุทกธรณีวิทยา

สภาพอุทกธรณีวิทยาของในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร ดังแสดงในรูปที่ 2-6 ประกอบด้วยบริเวณขอบแอ่งซึ่งเป็นพื้นที่รับน้ำ ประกอบด้วย ชั้นหินให้น้ำตะกอนน้ำพา (Qfd) จากลักษณะทางธรณีวิทยา ตั้งอยู่บริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางตอนใต้ ทำให้ลึกลงไปใต้พื้นดินเป็นแหล่งกรวดทรายขนาดใหญ่ เม็ดกรวดและทรายมีขนาดใหญ่และมีลักษณะกลมมน น้ำบาดาลสะสมตัวอยู่ระหว่างช่วงของเม็ดกรวดและทรายแทรกสลับอยู่กับชั้นดินเหนียว ทำให้มีชั้นน้ำบาดาลหลายชั้น และเป็นชั้นน้ำที่แผ่ขยายออกไปในแนวราบอย่างกว้างขวาง มีคุณสมบัติทางอุทกธรณีวิทยาเฉพาะตัว ซึ่งเป็นลักษณะที่พบอยู่ในชั้นน้ำบาดาลส่วนใหญ่ของที่ราบลุ่มภาคกลางตอนใต้ กล่าวคือ ชั้นน้ำบาดาลแต่ละชั้นจะมีชั้นดินเหนียวรองรับอยู่ด้านล่าง และปิดทับอยู่ด้านบน จัดเป็นชั้นน้ำบาดาลใต้แรงดัน (Confined aquifer) น้ำบาดาลในพื้นที่มาจากน้ำฝนที่ตกลงมาแล้วไหลแทรกไปกักเก็บอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดกรวดและทรายประกอบกันเป็นชั้นน้ำบาดาลในตะกอนที่สะสมตัวอยู่ในที่ราบลุ่มน้ำหลากและบริเวณที่ราบต่ำของลุ่มน้ำเก่า มีหน่วยเรียกทางอุทกธรณีวิทยาว่าชั้นน้ำที่ราบน้ำท่วมถึงอายุควอเทอร์นารี (Qfd) ประกอบด้วยชั้นตะกอน กรวด ทราย สลับกับชั้นดินเหนียว มีความหนามากกว่า 100 เมตร เกิดจากตะกอนที่ทับถมกันในสภาพแวดล้อมที่เป็นทั้งแม่น้ำ สันดอนปากแม่น้ำ และทะเล ปริมาณและคุณภาพน้ำบาดาลแต่ละชั้นขึ้นอยู่กับสภาพทางธรณีวิทยา และอุทกธรณีวิทยา ตะกอนยุคใหม่จะมีความหนามากทางตอนใต้ของพื้นที่ และบางลงทางทิศเหนือ เช่น บริเวณกรุงเทพมหานคร จะหนามากกว่า 100 เมตร แต่ที่จังหวัด

ชัยนาท จะหนาประมาณ 45 เมตร ในขณะที่ตะกอนยุคเก่าทางตอนล่างได้จับตัวเกาะกันบ้าง มีความหนามากที่สุดมากเกิน 2,000 เมตร แหล่งน้ำบาดาลในหินร่วนที่สำคัญ ได้แก่

1) แหล่งน้ำบาดาลในแอ่งเจ้าพระยา-ท่าจีน

พบอยู่ในหินร่วนประเภทตะกอนน้ำพา (Alluvial) ตะกอนตะพักลำน้ำยุคใหม่ (Younger Terrace) และตะกอนตะพักลำน้ำยุคเก่า (Old Terrace) ในระดับความลึกไม่เกิน 700 เมตร ชั้นน้ำสามารถแบ่งออกเป็น 8 ชั้น ดังแสดงในรูปที่ 2-11 แต่ละชั้นมีความหนาเฉลี่ยประมาณ 50 เมตร บริเวณตั้งแต่ริมอ่าวไทยไปจนถึง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดนครปฐม และจังหวัดนครนายก ชั้นบนปิดทับด้วยดินเหนียวที่พัดพามาโดยน้ำทะเลส่วนชั้นน้ำบาดาลแต่ละชั้นจะมีดินเหนียวรองรับอยู่ด้านล่าง และปิดทับอยู่ด้านบนด้วยทำให้ชั้นน้ำบาดาลแต่ละชั้นเป็นชั้นน้ำที่มีแรงดัน (Confined Aquifer) ชั้นน้ำบาดาลทั้ง 8 ชั้น มีชื่อและรายละเอียดดังนี้

1.1) ชั้นน้ำบาดาลกรุงเทพ (Bangkok Aquifer) อยู่ที่ระดับความลึกประมาณ 50 เมตร ประกอบด้วยชั้นน้ำ 2 ชั้นย่อย คือ ชั้นน้ำกรุงเทพชั้นบน อยู่ลึกจากพื้นดินประมาณ 16-30 เมตร ความหนาเฉลี่ย 20-30 เมตร และชั้นน้ำกรุงเทพล่าง อยู่ลึกจากพื้นดินประมาณ 30-40 เมตร ทั้งสองชั้นคั่นด้วยชั้นดินเหนียว ตะกอนประกอบด้วยทรายละเอียด ทรายหยาบ และกรวด ทำให้มีคุณสมบัติในการกักเก็บน้ำมาก แต่คุณภาพน้ำไม่เหมาะสมที่จะใช้ในการบริโภค เนื่องจากส่วนใหญ่จะเป็นน้ำกร่อยหรือเค็ม ยกเว้นพื้นที่ด้านตะวันตกเฉียงใต้ของกรุงเทพมหานคร คุณภาพน้ำพอใช้บริโภคได้ คือมีปริมาณคลอไรด์ 250-500 มิลลิกรัมต่อลิตร ชั้นน้ำบาดาลมีค่าสัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำ (Transmissvity) 3,950 ตารางเมตรต่อวัน และสัมประสิทธิ์การกักเก็บ (Storage Coefficient) $1x10^{-4}$

1.2) ชั้นน้ำบาดาลพระประแดง (Phra Pradang Aquifer) อยู่ที่ระดับความลึกประมาณ 100 เมตร ความหนาเฉลี่ย 20-50 เมตร คุณสมบัติในการกักเก็บน้ำบาดาลอยู่ในเกณฑ์ดีประมาณ 50-100 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง คุณภาพน้ำมีตั้งแต่จืดกร่อยจนถึงเค็ม มีค่าการไหลซึมผ่าน 1,700-3,000 ตารางเมตรต่อวัน และสัมประสิทธิ์การกักเก็บน้ำ $1x10^{-4}$

1.3) ชั้นน้ำบาดาลนครหลวง (Nakhon Luang Aquifer) อยู่ที่ระดับความลึกประมาณ 150 เมตร ความหนาเฉลี่ย 50-70 เมตร ประกอบด้วยชั้นกรวดทราย ที่มีการคัดขนาดดีปานกลาง (Moderately Well Sorted) ถึงดี (Well Sorted) มีคุณสมบัติการกักเก็บน้ำดีอยู่ในเกณฑ์ดีประมาณ 50-200 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง มีค่าการไหลซึมผ่าน 1,200-3,700 ตารางเมตรต่อวัน คุณภาพน้ำดี ยกเว้นในพื้นที่ฝั่งธนบุรี และตอนใต้ของกรุงเทพมหานคร คุณภาพน้ำกร่อยถึงเค็ม

1.4) ชั้นน้ำบาดาลนนทบุรี (Nonthaburi Aquifer) อยู่ที่ระดับความลึกประมาณ 200 เมตร ความหนาเฉลี่ย 30-70 เมตร คุณสมบัติของการกักเก็บน้ำคล้ายคลึงกับชั้นน้ำนครหลวง

1.5) ชั้นน้ำบาดาลสามโคก (Sam Khok Aquifer) อยู่ที่ระดับความลึกประมาณ 250 เมตร ความหนาเฉลี่ย 40-60 เมตร ประกอบด้วยกรวดทราย และดินเหนียวแทรกสลับกรวดทรายมีการคัดขนาดดีพอใช้ บ่อน้ำบาดาลที่เจาะลึกถึงชั้นน้ำนี้จะอยู่บริเวณตอนเหนือของจังหวัดนนทบุรี ถึง

จังหวัดปทุมธานี เป็นชั้นน้ำที่ให้น้ำในปริมาณมาก อยู่ในเกณฑ์ 50-150 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง มีค่าการไหลซึมผ่าน 5,000 ตารางเมตรต่อวัน คุณภาพน้ำดียกเว้นในพื้นที่ฝั่งธนบุรี และตอนใต้ของกรุงเทพมหานครคุณภาพน้ำกร่อยหรือเค็ม

1.6) ชั้นน้ำบาดาลพญาไท (Phaya Thai Aquifer) อยู่ที่ระดับความลึกประมาณ 350 เมตร ความหนาเฉลี่ย 40-60 เมตร ประกอบด้วยกรวดทรายมีดินเหนียวแทรกสลับการคัดขนาดดีพอใช้ มีคุณสมบัติการกักเก็บน้ำคล้ายกับชั้นน้ำสามโคก

1.7) ชั้นน้ำบาดาลธนบุรี (Thonburi Aquifer) อยู่ที่ระดับความลึกประมาณ 450 เมตร ความหนา 50-100 เมตร ประกอบด้วยกรวดทรายโดยมีดินเหนียวชั้นบาง ๆ แทรกสลับชั้นกรวดทรายที่มีการคัดขนาดดี คุณสมบัติการกักเก็บน้ำจะด้อยกว่าชั้นอื่น ๆ ที่อยู่ข้างบนเนื่องจากมีดินเหนียวแทรกสลับอยู่ คุณภาพน้ำส่วนใหญ่คุณภาพดี ยกเว้นด้านตะวันตก และตะวันตกเฉียงใต้ของฝั่งธนบุรีน้ำจะกร่อยหรือเค็ม

1.8) ชั้นน้ำบาดาลปากน้ำ (Pak Nam Aquifer) อยู่ที่ระดับความลึกประมาณ 450-550 เมตร มีความหนา 80-120 เมตร กรวดทรายมีการคัดขนาดดีและมีดินเหนียวแทรกสลับชั้นอยู่ให้น้ำอยู่ในเกณฑ์ 50-100 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ชั้นทรายที่ระดับลึกตั้งแต่ 550 เมตรลงไป จะให้น้ำคุณภาพดีที่สุด แหล่งน้ำบาดาลในบริเวณตอนเหนือของแหล่งเจ้าพระยา-ท่าจีน ตั้งแต่ จังหวัดชัยนาทถึงจังหวัดสิงห์บุรี ชั้นน้ำบาดาลอยู่ที่ระดับลึก 20-50 เมตร ปริมาณน้ำอยู่ในเกณฑ์ 30-50 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง บางแห่งมากถึง 80 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

2) แหล่งน้ำบาดาลในแอ่งแม่กลอง

พื้นที่ราบลุ่มในแอ่งแม่กลองจะประกอบด้วยตะกอนน้ำพา คลุมพื้นที่ตั้งแต่ทางใต้ อำเภอเมืองกาญจนบุรี อำเภอท่าม่วง อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี อำเภอบ้านโป่ง และอำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี จนไปถึงจังหวัดสมุทรสงคราม และอ่าวไทย ชั้นน้ำบาดาลประกอบด้วยกรวดทรายที่มีการคัดขนาดดี ที่ความลึกประมาณ 300 เมตร ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 ชั้นคือ ที่ระดับลึก 80 เมตร 120 เมตร และ 180 เมตร ชั้นน้ำบาดาลแต่ละชั้นมีปริมาณที่สามารถพัฒนาขึ้นมาใช้ได้ อยู่ในเกณฑ์ 50-150 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง คุณภาพน้ำส่วนใหญ่ดี แต่ทางด้านใต้ของจังหวัดราชบุรีและจังหวัดสมุทรสงคราม จะมีน้ำเค็มอยู่ตอนบน

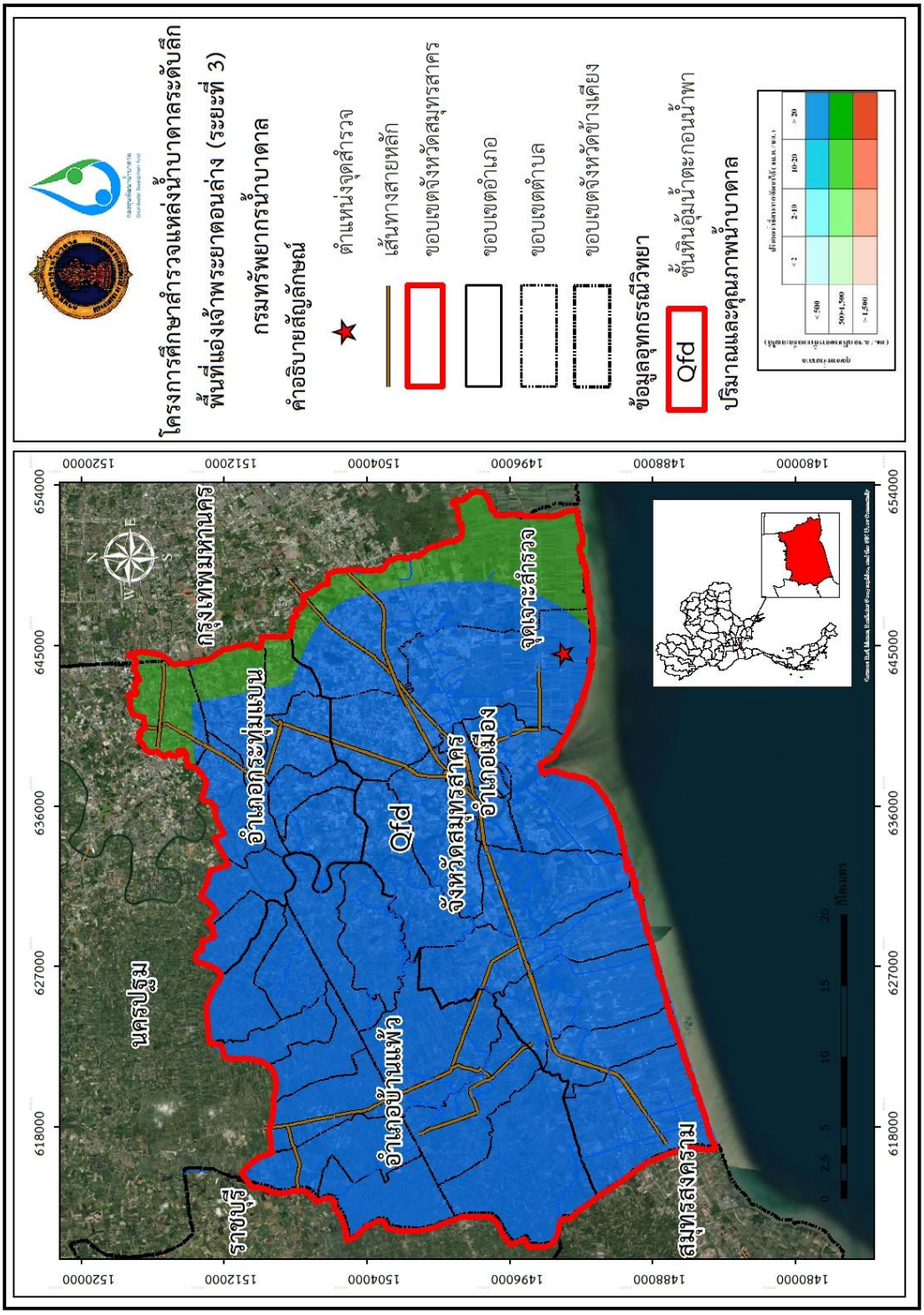
3) แหล่งน้ำบาดาลในขอบแอ่งที่ราบภาคกลาง

ในบริเวณขอบแอ่งของที่ราบแอ่งเจ้าพระยาและแอ่งแม่กลอง ส่วนใหญ่ประกอบด้วยดินเหนียว และทรายละเอียดของหินร่วนประเภทตะกอนน้ำพา โดยมีชั้นทรายหยาบหรือกรวดแทรกสลับเป็นชั้นบาง ๆ ทำให้ปริมาณน้ำบาดาลมีอยู่ในปริมาณที่ค่อนข้างน้อย กล่าวคือ จะอยู่ในเกณฑ์ 10-30 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง และริมขอบแอ่ง เช่น บริเวณจังหวัดอุทัยธานี จะได้น้ำในเกณฑ์น้อยกว่า 10 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง คุณภาพน้ำบางบริเวณอาจกร่อยหรือเค็ม เช่น บริเวณพื้นที่จังหวัดราชบุรี

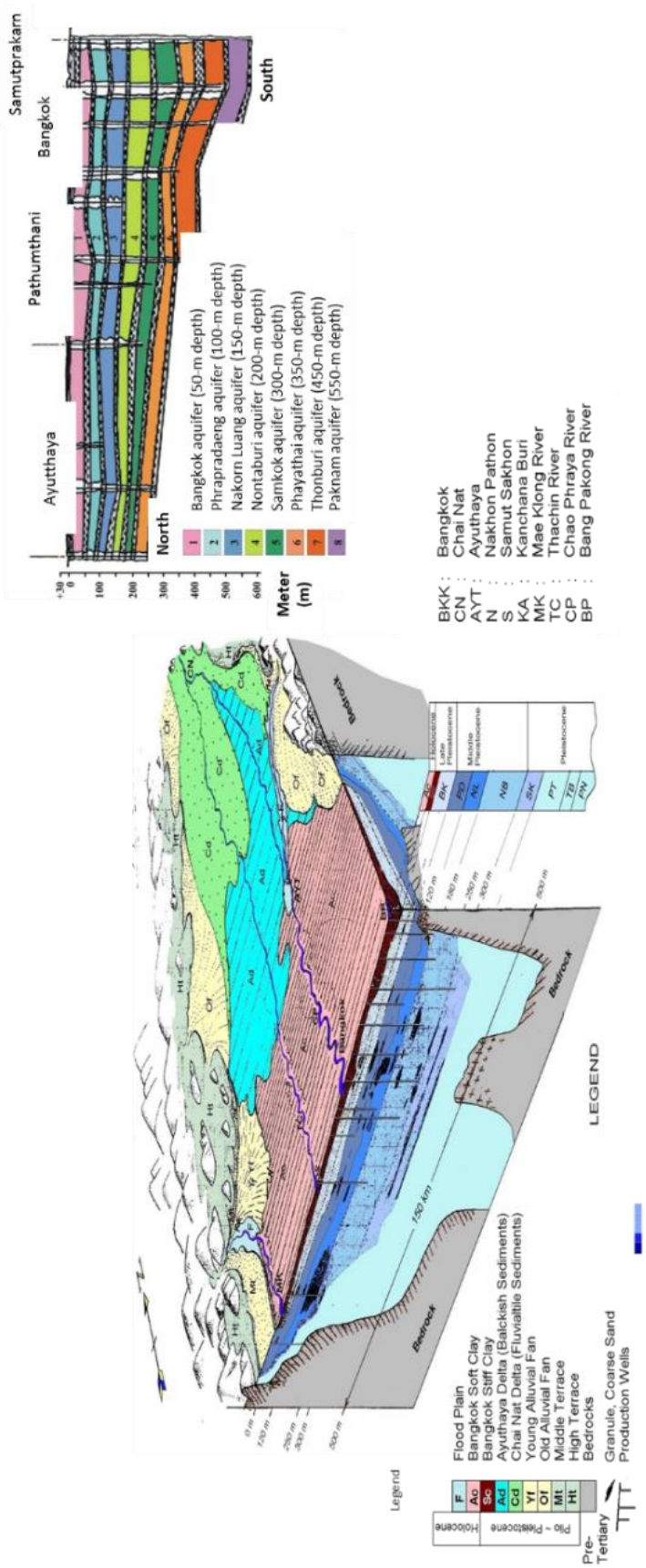
สมุทรสงคราม และสุพรรณบุรี โดยเฉพาะบริเวณด้านตะวันตกของจังหวัดสุพรรณบุรี เคยเจาะบ่อลึก 338 เมตร ชั้นดินส่วนใหญ่เป็นดินเหนียว ไม่พบชั้นน้ำบาดาล

4) แหล่งน้ำบาดาลในที่ราบเชิงเขา

บริเวณที่ราบเชิงเขาของภาคกลางและภาคตะวันตกตะกอนประกอบด้วยตะกอนของแหล่งเศษหินเชิงเขา (Colluvium) ด้านตะวันตกของจังหวัดสุพรรณบุรี กาญจนบุรี ราชบุรีและจังหวัดเพชรบุรี และทางด้านตะวันออกของจังหวัดลพบุรี และจังหวัดสระบุรี ความหนาของตะกอนเฉลี่ย 20-50 เมตร ส่วนใหญ่จะมีปริมาณน้ำบาดาลน้อย กล่าวคือ อยู่ในเกณฑ์ 2-10 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง



รูปที่ 2-6 แผนที่อุทกธรณีวิทยาจังหวัดสมุทรสาคร
(กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2560)



รูปที่ 2-7 ชั้นน้ำบาดาลในแอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง
(กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2561)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาแอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนล่าง มีข้อมูลการศึกษาทั้งด้านธรณีวิทยา อุทกธรณีวิทยา คุณภาพน้ำบาดาล รวมถึงการนำน้ำบาดาลในแอ่งนี้ไปใช้ โดยมีรายละเอียดการศึกษาในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล (2561) ดำเนินโครงการวางเครือข่ายบ่อสังเกตการณ์น้ำบาดาลเพื่อติดตามสถานการณ์น้ำบาดาล โดยจัดทำระบบเครือข่ายบ่อสังเกตการณ์น้ำบาดาล หรือการเจาะและก่อสร้างบ่อบาดาลในระดับความลึกของชั้นน้ำบาดาลแต่ละชั้นน้ำบาดาลในบริเวณเดียวกัน หรือเรียกว่า “สถานีบ่อสังเกตการณ์น้ำบาดาล” โดยกำหนดจำนวนและความหนาแน่นของบ่อสังเกตการณ์ให้ครอบคลุมพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลตามความเหมาะสมทางอุทกธรณีวิทยาและความสำคัญต่อผลกระทบแหล่งน้ำบาดาลในปัจจุบันและอนาคต ซึ่งจะเป็นเครื่องมือในการติดตามการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำบาดาลและคุณภาพอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ ใช้สำหรับติดตามการเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา เพื่อศึกษาปริมาณการใช้น้ำบาดาลให้สอดคล้องกับความสมดุลตามธรรมชาติ การประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมทั้งกายภาพและคุณภาพเป็นสำคัญ และเป็นการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลให้เกิดความยั่งยืน

การศึกษาวิเคราะห์และออกแบบระบบสังเกตการณ์น้ำบาดาลในแอ่งน้ำบาดาลครบทั้ง 27 แอ่งทั่วประเทศ ด้วยวิธีการทางสถิติแบบ Kriging Method ในแอ่งน้ำบาดาลหลัก 6 แอ่ง (แอ่งน้ำบาดาลเชียงใหม่-ลำพูน แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนบน แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนล่าง แอ่งน้ำบาดาลนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งน้ำบาดาลระยอง และแอ่งน้ำบาดาลหาดใหญ่) และด้วยวิธีการประเมินความเหมาะสมทางอุทกธรณีวิทยาในแอ่งน้ำบาดาลที่เหลืออีก 21 แอ่ง สามารถกำหนดบ่อสังเกตการณ์ที่ควรต้องมี 6,502 บ่อ 2,790 สถานี เน้นกระจายตัวในชั้นหินให้น้ำที่เป็นตะกอนหินร่วนมีศักยภาพสูง แผ่ขยายตัวอยู่ภายในพื้นที่ส่วนในของแอ่งที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่มและที่ราบลอนลาดหรือพื้นที่ราบลุ่มน้ำหลาก และลานตะพักลุ่มน้ำ

ทั้งนี้ บ่อสังเกตการณ์ สถานีสังเกตการณ์น้ำบาดาล และอุปกรณ์ที่ใช้บันทึกและจัดเก็บข้อมูลระดับและคุณภาพน้ำบาดาลที่ติดตั้งกับบ่อสังเกตการณ์ ต้องมีการตรวจสอบและบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง ในปัจจุบันกรมทรัพยากรน้ำบาดาลได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์บันทึกระดับน้ำบาดาลแบบอัตโนมัติกับบ่อสังเกตการณ์น้ำบาดาลเพื่อการตรวจวัด บันทึกและจัดข้อมูลที่ครบถ้วนและต่อเนื่อง และสามารถรองรับระบบติดตามตรวจสอบระยะไกลเพื่อการเชื่อมโยงข้อมูลระดับน้ำบาดาลจากบ่อสังเกตการณ์น้ำบาดาลเข้ามาสู่ศูนย์ควบคุมหลัก (Control Room) ในอนาคตต่อไป

ตารางที่ 2-4 จำนวนบ่อและสถานีสังเกตการณ์ที่มีในปัจจุบันและจำนวนที่ควรต้องมีตามผลการศึกษา แยกตามแอ่งน้ำบาดาล

แอ่งน้ำบาดาล	จำนวนปี 2560		จำนวนที่ควรต้องมี		จำนวนต้องทำเพิ่มเติม	
	สถานี	บ่อ	สถานี	บ่อ	สถานี	บ่อ
นครราชสีมา-อุบลราชธานี	158	208	528	1,249	370	1,041
อุดรธานี-สกลนคร	42	54	178	461	136	407
หาดใหญ่	26	67	71	194	45	127
เชียงราย-พะเยา	16	25	76	191	60	166
เชียงใหม่-ลำพูน	53	98	87	192	34	94
กาญจนบุรี	5	6	42	105	37	99
ปราจีนบุรี-สระแก้ว	24	35	60	135	36	100
น่าน	-	-	34	99	34	99
เจ้าพระยาตอนบน	47	82	218	565	171	483
สุราษฎร์ธานี	9	10	81	201	72	191
เลย	9	10	61	100	52	90
เพชรบูรณ์	2	2	43	119	41	117
จันทบุรี-ตราด	6	10	61	167	55	157
ระนอง - สตูล	71	130	165	401	94	271
ลำปาง	6	9	60	109	54	100
ฝาง	4	9	15	30	11	21
ระยอง	103	153	129	204	26	51
นครศรีธรรมราช-พัทลุง	32	57	102	167	70	110
ชลบุรี	48	65	60	97	12	32
เพชรบุรี-ประจวบคีรีขันธ์	5	9	78	140	73	131
ตาก	3	6	18	42	15	36
แม่ฮ่องสอน	2	4	31	49	29	45
แพร่	3	4	31	82	28	78
ปัตตานี	-	-	59	158	59	158
จะนะ	-	-	16	40	16	40
นราธิวาส	-	-	45	77	45	77
เจ้าพระยาตอนล่าง	208	501	441	1,128	233	627
รวมทั้งหมด	**882**	**1,554**	**2,790**	**6,502**	**1,908**	**4,948**

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล (2561, ออนไลน์) ดำเนินโครงการจัดทำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการบริหารจัดการน้ำบาดาลในเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล บริเวณที่ราบลุ่มภาคกลาง ครอบคลุมพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาตอนบนและตอนล่าง ประกอบด้วยแม่น้ำสายสำคัญที่พัดพาตะกอนมาสะสมตัวในพื้นที่ตอนล่างที่เคยอยู่ใต้ระดับน้ำทะเลมาก่อนกลายเป็นพื้นที่ราบกว้างใหญ่โผล่เหนือระดับน้ำทะเล โดยบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง เป็นแหล่งน้ำบาดาลขนาดใหญ่ที่สุด และให้น้ำมากที่สุดของประเทศ แบ่งออกได้เป็น 2 บริเวณ คือ 1) แอ่งเจ้าพระยาบริเวณพื้นที่ราบตั้งแต่อำเภอมโนรมย์ จังหวัดชัยนาท ไปจนถึงปากแม่น้ำเจ้าพระยา มีชั้นน้ำบาดาลอยู่แปดชั้นในแต่ละชั้นให้น้ำปริมาณมาก ความลึกรวมประมาณ 600 เมตร 2) ขอบแอ่งเจ้าพระยาด้านตะวันตกและด้านตะวันออก ขอบแอ่งเจ้าพระยาด้านตะวันตกคลุมพื้นที่ตั้งแต่จังหวัดอุทัยธานี จังหวัดสุพรรณบุรีด้านตะวันตก ไปจนถึงจังหวัดนครปฐม ขอบแอ่งด้านตะวันออกคลุมพื้นที่จังหวัดลพบุรี สระบุรี นครนายก ปราจีนบุรี จนถึงจังหวัดฉะเชิงเทรา โดยบริเวณขอบแอ่งที่เป็นภูเขาจะให้ปริมาณน้ำบาดาลน้อย

พื้นที่บริเวณกรุงเทพมหานครและปริมณฑลรองรับด้วยชั้นน้ำบาดาลในแอ่งเจ้าพระยา เป็นพื้นที่ที่มีการขยายตัวอย่างรวดเร็วของประชากร พื้นที่เขตเมือง และการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจและสังคม รวมทั้งมีการขยายตัวของอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว เป็นเหตุให้เกิดการใช้น้ำบาดาลอย่างเป็นกระจุก เนื่องจากอุตสาหกรรมบางประเภทต้องการใช้น้ำบาดาลเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต ซึ่งการใช้น้ำที่มีคลอรีนอาจทำให้เกิดปัญหาในกระบวนการผลิต และส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้น เมื่อสังเกตจากปริมาณการใช้น้ำบาดาลในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑลตามใบอนุญาตประกอบกิจการน้ำบาดาลจากสำนักควบคุมกิจการน้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521 จนถึงปัจจุบัน พบว่ามีแนวโน้มการใช้น้ำบาดาลลดลงช่วงปี พ.ศ. 2545 จนถึงปัจจุบัน เนื่องจากกรมทรัพยากรน้ำบาดาลได้ดำเนินมาตรการต่าง ๆ เพื่อแก้ไขและป้องกันการเกิดวิกฤตการณ์น้ำบาดาลและแผ่นดินทรุด ประกอบด้วยมาตรการกำหนดเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาลและแผ่นดินทรุด และมาตรการเก็บค่าใช้น้ำบาดาลและค่ายอนุรักษ์น้ำบาดาลในปลายปี พ.ศ. 2546

ดังนั้นเพื่อให้การประมาณการอัตราสูบน้ำปลอดภัยในพื้นที่เขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาลเป็นที่ยอมรับร่วมกันของทุกฝ่าย กรมทรัพยากรน้ำบาดาลจึงได้พัฒนาโครงการ “โครงการจัดทำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการบริหารจัดการน้ำบาดาลในเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล” ขึ้น เพื่อให้เกิดการการบูรณาการทั้งกระบวนการศึกษา แหล่งข้อมูล และแนวคิดของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเป็นที่ยอมรับร่วมกันของทุกฝ่าย รวมถึงการสร้างต้นแบบของระบบสารสนเทศเพื่อการบริหาร (Management Information System) ที่สามารถรองรับฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งฐานข้อมูลที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตให้เป็นฐานข้อมูลเดียวกัน กรมทรัพยากรน้ำบาดาลได้พัฒนาระบบคอมพิวเตอร์สารสนเทศสนับสนุนการดำเนินงานในหลายกิจกรรม รวมทั้งการควบคุมการประกอบกิจการน้ำบาดาล ซึ่งเป็นระบบการให้บริการประชาชนและเป็นฐานข้อมูลในการบริหารจัดการด้านการประกอบกิจการน้ำบาดาลด้วย โดยที่ผ่านมาเป็นการดำเนินการเฉพาะในพื้นที่กรุงเทพมหานครเท่านั้น

ยังไม่ได้มีการนำเอาระบบดังกล่าวขยายขอบเขตการปฏิบัติการไปสู่จังหวัดอื่น ๆ โดยเฉพาะในเขตปริมณฑลที่เป็นพื้นที่วิกฤตการณ์น้ำบาดาลเช่นกัน อีกทั้งปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่ปรับเปลี่ยนที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น และระบบเดิมบางระบบไม่สามารถรองรับเทคโนโลยีปัจจุบันได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องดำเนินการพัฒนาปรับปรุงระบบการประกอบกิจการน้ำบาดาลเดิม และขยายขอบเขตการให้บริการแก่ประชาชน และเพื่อให้มีความสอดคล้องกับนโยบายการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลอีกประการหนึ่งด้วย

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล (2561) ดำเนินโครงการศึกษาผลกระทบต่อแหล่งน้ำบาดาลในเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาลและแอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง จากรายงานความก้าวหน้าปีที่ 3 ชั้นน้ำบาดาลในบริเวณพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล หรือชั้นน้ำบาดาลของพื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่างเป็นแหล่งน้ำที่มีศักยภาพสูงที่สุดของประเทศ ประกอบด้วยชั้นตะกอน กรวด ทราย แทรกสลับด้วยชั้นดินเหนียว จากการแปลความหมายข้อมูลที่ผ่านมากว่า 40 ปี กองน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี (กรมทรัพยากรน้ำบาดาลในปัจจุบัน) ได้จำแนกชั้นน้ำบาดาลออกได้เป็นชั้นน้ำบาดาลแบบมีแรงดันจำนวน 8 ชั้น มีความหนาของตะกอนมากกว่า 600 เมตร มีการพัฒนาน้ำบาดาลในพื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่างขึ้นมาใช้ติดต่อกันเป็นเวลานานกว่า 50 ปี ในปริมาณมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง การใช้น้ำบาดาลที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทำให้เกิดวิกฤตการณ์น้ำบาดาลในชั้นน้ำต่าง ๆ โดยเฉพาะในชั้นน้ำพระประแดง นครหลวง และนนทบุรี ที่มีการสูบใช้มากที่สุด จนทำให้ระดับแรงดันน้ำบาดาลลดลงจากเดิมถึง 30 เมตร กรมทรัพยากรธรณีในขณะนั้น จึงจำเป็นต้องควบคุมปริมาณการสูบน้ำให้ลดลง ทั้งภาคเอกชนและการประปานครหลวง และมีมาตรการเก็บค่าใช้น้ำบาดาล โดยประกาศใช้เมื่อ 26 ตุลาคม พ.ศ. 2527 ซึ่งรัฐบาลได้ออกมาตรการต่าง ๆ ที่จะลดผลกระทบ โดยการควบคุมการใช้น้ำบาดาลอย่างเข้มงวด ลดปริมาณการใช้น้ำพร้อมกับใช้มาตรการทางเศรษฐกิจที่ทำให้การใช้น้ำบาดาลลดลง ส่งผลทำให้พื้นที่กรุงเทพมหานครและพื้นที่จังหวัดใกล้เคียงมีการฟื้นคืนตัวของแรงดันน้ำบาดาลและอัตราการทรุดตัวของแผ่นดินลดลง

การศึกษาโครงการนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระบบเครือข่ายสถานีสังเกตการณ์น้ำบาดาล และระบบติดตามแผ่นดินทรุดและเสถียรภาพของโครงสร้างใต้ดินให้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา ปรับปรุงข้อมูลชั้นน้ำบาดาลให้ทันสมัย ทั้งด้านการแผ่กระจายตัว ความลึก ความหนา โดยการจำแนกชั้นน้ำบาดาลที่ระดับความลึกต่าง ๆ ศึกษาสถานการณ์ด้านน้ำบาดาลโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการประเมินการรุกล้ำของน้ำเค็ม การทรุดตัวของแผ่นดิน และประเมินปริมาณการสูบน้ำบาดาลที่เหมาะสม เสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากผลกระทบที่มีต่อแหล่งน้ำบาดาล และแผนแม่บทในการบริหารจัดการแหล่งน้ำบาดาลในพื้นที่วิกฤตการณ์น้ำบาดาล ฝึกฝนบุคลากรให้มีการเรียนรู้และได้เทคโนโลยี มาตรฐาน และเทคนิคในการก่อสร้างบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่ที่มีน้ำเค็มและในการพัฒนาบ่อในระดับลึก ตลอดจนการประเมินการรุกล้ำของน้ำเค็มและผลกระทบจากการใช้น้ำบาดาล

การดำเนินโครงการพบว่า รูปแบบการไหลของน้ำบาดาลในตะกอนร่วน แบ่งออกเป็น 2 พื้นที่ คือ พื้นที่นอกเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล พื้นที่ส่วนใหญ่มีสภาพภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่มมีแม่น้ำหลายสายไหลมารวมกัน โดยมีสภาพแวดล้อมการสะสมตัวของตะกอนแบบที่ราบตะกอนน้ำพา (Alluvial Plain) ที่ราบขนาดใหญ่ 2 ฝั่งแม่น้ำ จากข้อมูลการติดตามและวัดระดับน้ำบ่อน้ำบาดาลตะกอนร่วนจำนวนทั้งหมด 402 บ่อ สามารถวิเคราะห์รูปแบบและทิศทางการไหลของชั้นหินให้น้ำตะกอนร่วนในแต่ละชั้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

ชั้นที่ 1 ชั้นหินให้น้ำอยู่ในช่วงความลึก 0-50 เมตร ระดับน้ำบาดาลอยู่ที่ 1-35 เมตรจากผิวดิน (ระดับแรงดันชลศาสตร์ของน้ำอยู่ในช่วง 179 ถึง -13 เมตร รทก.) ทิศทางการไหลจะไหลเข้าสู่แม่น้ำสายหลัก

ชั้นที่ 2 ชั้นหินให้น้ำอยู่ในช่วงความลึก 50-100 เมตร ระดับน้ำบาดาลอยู่ที่ 1-54 เมตรจากผิวดิน (ระดับแรงดันชลศาสตร์ของน้ำอยู่ในช่วง 100 ถึง -49 เมตร รทก.) ทิศทางการไหลจะไหลจากทางทิศตะวันตกและทิศตะวันออกเข้าหาแอ่งน้ำบาดาลและไหลออกสู่ทะเล

ชั้นที่ 3 ชั้นหินให้น้ำความลึกมากกว่า 100 เมตร ระดับน้ำบาดาลอยู่ที่ 1-44 เมตรจากผิวดิน (ระดับแรงดันชลศาสตร์ของน้ำอยู่ในช่วง 28 ถึง -31 เมตร รทก.) เส้นระดับแรงดันชลศาสตร์ของน้ำค่อนข้างมีการเปลี่ยนแปลงและขยายพื้นที่กว้างขึ้น ทิศทางการไหลก็มีการเปลี่ยนแปลงตามเส้นระดับแรงดันชลศาสตร์ของน้ำ

สำหรับพื้นที่ในเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล ครอบคลุมกรุงเทพมหานคร ชั้นหินให้น้ำเป็นพวกตะกอนน้ำพา ซึ่งมีการสะสมตัวอยู่ในระดับที่ลึกมาก ๆ หรือมีชั้นตะกอนปิดทับอยู่หนามาก ๆ และชั้นกรวดทรายที่เป็นชั้นน้ำบาดาลนั้นเอียงเท ก็จะทำให้มีแรงดันภายในกรวดทรายสูงขึ้นในลักษณะของชั้นหินอุ้มน้ำมีแรงดัน โดยมีชั้นดินเหนียวที่พัดพาตกทับถมจากกระแสน้ำจากฝั่งแผ่นดินและจากทะเลเป็นตัวแบ่งชั้นน้ำ ซึ่งได้ทำการติดตามการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำบาดาล จำนวน 447 บ่อ โดยรูปแบบและทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในแต่ละชั้นจะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของบ่อบาดาลรวมถึงปริมาณการสูบใช้น้ำ และกลุ่มน้ำจากจำนวน 9 กลุ่มน้ำย่อย สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มน้ำหลัก ได้แก่ 1) กลุ่มน้ำหลัก แคลเซียม-ไบคาร์บอเนต (Ca-HCO_3) แคลเซียม-โซเดียม-ไบคาร์บอเนต (Ca-Na-HCO_3) และโซเดียม-ไบคาร์บอเนต (Na-HCO_3) มักพบในน้ำบาดาลเกิดใหม่และมีอายุน้อย และมักมีสภาพเป็นกรดอ่อน ๆ พบตามพื้นที่ที่มีสภาพภูมิประเทศเป็นที่สูงหรือพื้นที่รับน้ำฝนโดยตรง คุณภาพของน้ำบาดาลในส่วนนี้มักเป็นน้ำจืดเป็นส่วนใหญ่ 2) กลุ่มน้ำหลัก แคลเซียม-ไบคาร์บอเนต-คลอไรด์ (Ca-HCO_3-Cl) โซเดียม-ไบคาร์บอเนต-คลอไรด์ (Na-HCO_3-Cl) และแคลเซียม-โซเดียม-ไบคาร์บอเนต-คลอไรด์ (Ca-Na-HCO_3-Cl) พบในน้ำบาดาลที่มีการเคลื่อนที่มาไกลจากพื้นที่เติมน้ำ คุณภาพน้ำจืดเป็นส่วนใหญ่ และ 3) กลุ่มน้ำหลัก แคลเซียม-คลอไรด์ (Ca-Cl) แคลเซียม-โซเดียม-คลอไรด์ (Ca-Na-Cl) และโซเดียม-คลอไรด์ (Na-Cl) พบในน้ำบาดาลที่มีการเคลื่อนที่มาเป็นระยะทางไกล ๆ จากพื้นที่เติมน้ำมักจะพาความเค็มมาด้วย

การนำข้อมูลคุณสมบัติทางเคมีของน้ำบาดาลไปจำแนกรูปแบบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Aquachem 3.70 นั้น บ่อที่สามารถจำแนกได้มี 945 บ่อ จาก 1,011 บ่อ บ่อที่ไม่สามารถจำแนกได้อาจเนื่องจากการคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ผล หรือขึ้นกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างน้ำ เป็นต้น จากการศึกษาข้อมูลดังกล่าว สามารถสรุปสภาพทางอุทกธรณีวิทยาบริเวณขอบเขตทะเลได้ โดยมีสมมติฐานจากข้อมูลที่ได้มา คือ ชั้นน้ำบาดาลกรุงเทพ (ความลึกเฉลี่ย 50 เมตร) ชั้นน้ำบาดาลพระประแดง (ความลึกเฉลี่ย 100 เมตร) ชั้นน้ำบาดาลนครหลวง (ความลึกเฉลี่ย 150 เมตร) และชั้นน้ำบาดาลนนทบุรี (ความลึกเฉลี่ย 200 เมตร) มีการแผ่ขยายของชั้นน้ำไปทางทิศใต้ลงสู่อ่าวไทย การแผ่ขยายนั้นจะสิ้นสุดลงในระยะ 55 กิโลเมตร ที่ห่างจากอ่าวไทย โดยมีทิศทางการไหลเข้าของน้ำบาดาลสู่แอ่งน้ำบาดาลเจ้าพระยาตอนล่าง ส่วนชั้นน้ำอื่น ๆ ยังไม่มีข้อมูลการศึกษาที่เพียงพอ แต่มีสมมติฐานว่าชั้นน้ำเหล่านี้จะมีการแผ่ขยายไปทางทิศใต้ลงสู่อ่าวไทย โดยการแผ่ขยายนั้นยังไม่ทราบจุดสิ้นสุดที่แน่ชัด แต่มีการแผ่ขยายลงสู่ทิศใต้มากกว่าชั้นน้ำบาดาลกรุงเทพ และชั้นน้ำบาดาลพระประแดง นอกจากนี้โครงการฯ ยังดำเนินการวัดแรงดันน้ำใต้ดินการอัดตัวของชั้นดิน และการทรุดตัวของผิวดิน เพื่อทำการศึกษารายละเอียดต่อไปในอนาคตอีกด้วย

บทที่ 3
การคัดเลือกพื้นที่เจาะสำรวจเบื้องต้น

การคัดเลือกพื้นที่เจาะสำรวจเบื้องต้น เป็นการพิจารณาปัจจัยที่แสดงความเหมาะสมจะใช้กำหนดตำแหน่งจุดเจาะสำรวจ โดยการคัดเลือกตำแหน่งเจาะสำรวจของโครงการฯ ใช้การพิจารณาความเหมาะสมจากปัจจัยทางเศรษฐกิจ ปัจจัยทางธรณีวิทยา และปัจจัยทางสังคม แล้วเพิ่มเติมด้วยข้อมูลจากการสำรวจเพิ่มเติมในภาคสนาม เพื่อกำหนดสถานที่เจาะที่เหมาะสมอีกครั้ง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

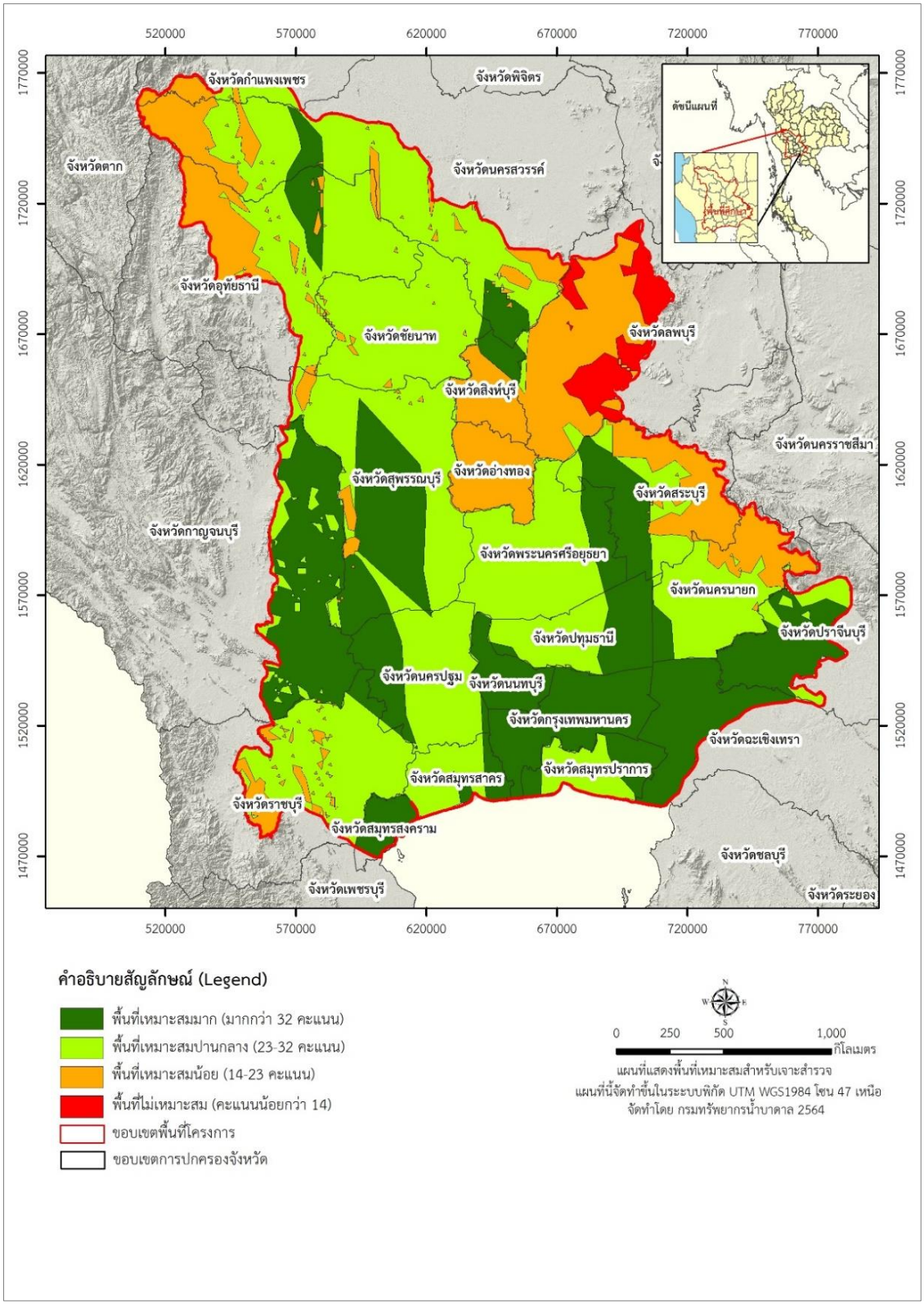
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

จากข้อมูลความเหมาะสมของพื้นที่ในการคัดเลือกพื้นที่เจาะสำรวจเบื้องต้น โดยศึกษาข้อมูลปัจจัยทางเศรษฐกิจในด้านแผนยุทธศาสตร์ชาติ และอัตราขยาย GPP ในพื้นที่เป็นหลัก เนื่องจากทรัพยากรน้ำบาดาลถือเป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญ โดยเฉพาะน้ำบาดาลในระดับลึกที่สามารถรองรับการเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจ ทั้งทางอุตสากรรมหรือเกษตรกรรมขนาดใหญ่ได้ หลังจากนั้นพิจารณาถึงปัจจัยทางธรณีวิทยา และทำการรวบรวมข้อมูลลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด และพิจารณาปัจจัยทางสังคมร่วมด้วย โดยพิจารณาในด้านอัตราการเพิ่มของประชากร และจำนวนประชากรต่อพื้นที่เพื่อเป็นการวางแผนพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการบริหารจัดการในอนาคตได้ นั้น

จากผลการศึกษา (รูปที่ 3-1) พบว่า พื้นที่ที่มีความเหมาะสมสำหรับเป็นจุดเจาะสำรวจมาก มีคะแนนมากกว่า 32 คะแนน ครอบคลุมพื้นที่ 13,785 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 32 ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนใหญ่อยู่ในจังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดนครปฐม จังหวัดสมุทรสงคราม จังหวัดสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรปราการ กรุงเทพมหานคร จังหวัดปทุมธานี จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จังหวัดฉะเชิงเทรา และจังหวัดปราจีนบุรี พื้นที่ที่มีความเหมาะสมสำหรับเป็นจุดเจาะสำรวจปานกลาง มีคะแนน 23-32 คะแนน ครอบคลุมพื้นที่ 20,445 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 47 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่ที่มีความเหมาะสมสำหรับเป็นจุดเจาะสำรวจน้อย มีคะแนน 14-23 คะแนน ครอบคลุมพื้นที่ 8,138 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 19 ของพื้นที่ทั้งหมด นอกนั้นเป็นพื้นที่ที่ไม่มีความเหมาะสมสำหรับเป็นจุดเจาะ มีคะแนนน้อยกว่า 14 คะแนน ครอบคลุมพื้นที่ 949 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 2 ของพื้นที่ทั้งหมด และจากแผนที่ความเหมาะสมนี้ จะนำไปสู่การพิจารณาพื้นที่ในการเก็บข้อมูลภาคสนามต่อไป

อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาพื้นที่วิกฤติการณ์น้ำบาดาล เขตกรุงเทพและปริมณฑล พบว่าจังหวัดสมุทรสาคร มีการขออนุญาติใช้น้ำบาดาลเกินสมดุลกว่า 30,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน (ปริมาณการใช้น้ำอย่างปลอดภัย (Safe yield) 115,976 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน แต่มีการอนุญาตใช้จริง 146,088

ลูกบาศก์เมตรต่อวัน) จากบ่อน้ำบาดาลเอกชนที่มีใบอนุญาตฯ จำนวน 1,648 บ่อ (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2564) อีกทั้งภาคเอกชนยังมีแน้วโน้มที่จะเจาะน้ำบาดาลระดับลึก 500-600 เมตรเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่กรมทรัพยากรน้ำบาดาลมีสถานีสังเกตการณ์ระดับน้ำบาดาลความลึกดังกล่าวมีจำนวนจำกัด และยังไม่ครอบคลุมทั้งพื้นที่ จึงมีความจำเป็นเร่งด่วนในการดำเนินการโครงการศึกษาสำรวจแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง (ระยะที่ 3) และระยะที่ 2 ควบคู่กันไป นอกจากศึกษาอุทกธรณีวิทยาทั้งปริมาณและคุณภาพน้ำบาดาล และคุณสมบัติทางชลศาสตร์น้ำบาดาลใหม่ สามารถใช้เป็นข้อมูลในการเจาะพัฒนาน้ำบาดาลเพื่อบรรเทาปัญหาขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภคในช่วงฝนทิ้งช่วงและช่วงน้ำทะเลหนุนแล้ว ยังสามารถใช้ในการติดตามและเฝ้าระวังระดับน้ำและคุณภาพน้ำบาดาลได้ในอนาคต



รูปที่ 3-1 แผนที่แสดงความเหมาะสมสำหรับกำหนดพื้นที่เจาะสำรวจ

3.2 การคัดเลือกพื้นที่ขั้นรายละเอียด

การวิเคราะห์และประเมินข้อมูล เป็นการวิเคราะห์และประเมินข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ ข้อมูลทางเศรษฐกิจ ข้อมูลทางธรณีวิทยา และข้อมูลทางสังคม มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ปัจจัยทางเศรษฐกิจ หมายถึง ตัวแปรที่มีผลต่อสภาวะเศรษฐกิจในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ อันจะส่งผลถึงความมั่นคงและความเป็นอยู่ของประชากรในแต่ละประเทศ (โอปอ คำเกษม, 2552) ซึ่งปัจจัยที่นำมาพิจารณาในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่

1) แผนยุทธศาสตร์ชาติ โดยใช้ข้อมูลจากแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาภาค เมือง และพื้นที่เศรษฐกิจ ภายใต้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ยุทธศาสตร์ที่ 1 ข้อที่ 8 พัฒนาเมืองปริมณฑล (สมุทรปราการ นนทบุรี ปทุมธานี นครปฐม และสมุทรสาคร) ให้เป็นศูนย์กลางการบริการธุรกิจและการพาณิชย์ ศูนย์กลางการขนส่งและโลจิสติกส์ จากข้อมูลนี้จึงนำมาใช้เป็นปัจจัยทางเศรษฐกิจอย่างหนึ่งในการพิจารณาความเหมาะสมของพื้นที่ เนื่องจากทรัพยากรน้ำบาดาลถือเป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญ โดยเฉพาะน้ำบาดาลในระดับลึกที่สามารถรองรับความต้องการใช้น้ำทางด้านประกอบกิจการธุรกิจ การพาณิชย์ รวมถึงการขนส่งและโลจิสติกส์ต่าง ๆ ในอนาคตได้

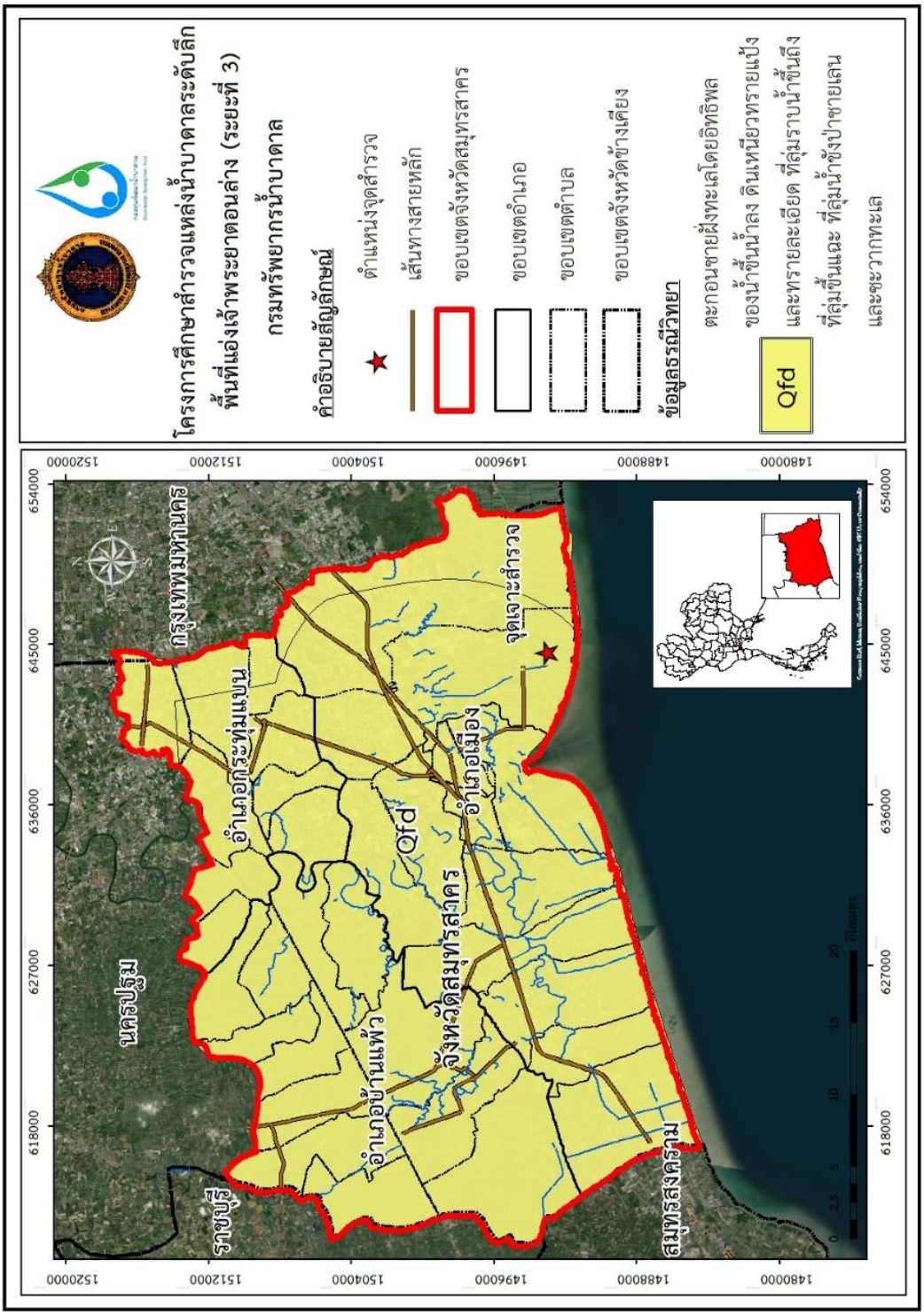
2) อัตราขยายผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด (Gross Provincial Products: GPP) เป็นข้อมูลรายได้ประชาชาติระดับจังหวัดที่สามารถอธิบายภาพรวมด้านเศรษฐกิจของจังหวัดได้ เนื่องจากเป็นการประมวลผลรวมรายได้ที่มาจากกิจกรรมการผลิตทั้งหมดที่ดำเนินการอยู่ในพื้นที่ของจังหวัด โดยใช้พื้นฐานแนวความคิดที่เป็นมาตรฐานเดียวกันกับการจัดทำผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ (Gross Domestic Product : GDP) (สถิติผลิตภัณฑ์จังหวัดยะลา, 2555) จากข้อมูลสถิติผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด (GPP) ประจำปี พ.ศ. 2561 ของสำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) ที่ประกาศเมื่อปีเดือนเมษายน 2563 พบว่าโครงสร้างด้านเศรษฐกิจของจังหวัดสมุทรสาคร (Structure) ขึ้นอยู่กับภาคนอกการเกษตร โดยมีสัดส่วนถึงร้อยละ 98.10 โดยสาขาการผลิตหลักของภาคนอกเกษตร คือ สาขาการผลิต (สาขาอุตสาหกรรม) มีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 68.96 รองลงมาคือ สาขาการขายส่งและการขายปลีก การซ่อมแซมยานยนต์และจักรยานยนต์ มีสัดส่วน ร้อยละ 14.57 และสาขากิจกรรมทางการเงินและการประกันภัย มีสัดส่วนร้อยละ 2.31 สำหรับภาคการเกษตร มีสัดส่วน ร้อยละ 1.90 โดยมีผลิตภัณฑ์มวลรวมประมาณ 4 แสนล้านบาท นับเป็นอันดับ 6 ของประเทศ คิดเป็น 2.5% ของ GDP ประเทศไทย เป็นที่ตั้งของแหล่งอุตสาหกรรมการผลิตและอุตสาหกรรมประมง มีโรงงานทั้งสิ้น 6,295 แห่ง (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2564) เกือบทั้งหมดใช้น้ำบาดาลเป็นวัตถุดิบหลักในกระบวนการผลิต ทำให้พื้นที่ดังกล่าว มีการใช้น้ำบาดาลเกินสมดุลกว่า 30,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน (ปริมาณการใช้น้ำอย่างปลอดภัย (Safe yield) 115,976 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน แต่มีการอนุญาตใช้จริง 146,088 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน) จากบ่อน้ำบาดาลเอกชนที่มีใบอนุญาตฯ จำนวน 1,648 บ่อ (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2564)

ตารางที่ 3-1 โครงสร้างด้านเศรษฐกิจจังหวัดสมุทรสาคร พ.ศ. 2559 – 2561

สาขาการผลิต	โครงสร้างด้านเศรษฐกิจ		
	2559	2560	2561
ภาคเกษตร	**3.97**	**1.96**	**1.90**
สาขาเกษตรกรรม การป่าไม้และการประมง	3.97	1.96	1.90
ภาคอุตสาหกรรม	**70.03**	**72.51**	**71.61**
การทำเหมืองแร่และเหมืองหิน	0.22	0.22	0.14
การผลิต	66.69	69.37	68.96
ไฟฟ้า ก๊าซ ไอน้ำ และระบบปรับอากาศ	2.36	2.22	1.93
การจัดหาน้ำ การจัดการ การบำบัดน้ำเสีย ของเสีย และสิ่งปฏิกูล	0.76	0.70	0.58
ภาคบริการ	**26.00**	**25.53**	**26.49**
การก่อสร้าง	2.05	1.81	1.86
การขายส่งและการขายปลีก การซ่อมยานยนต์ และจักรยานยนต์	13.40	13.78	14.57
การขนส่งและสถานที่เก็บสินค้า	1.45	1.42	1.40
ที่พักแรมและการบริการด้านอาหาร	0.19	0.19	0.20
ข้อมูลข่าวสารและการสื่อสาร	0.61	0.57	0.60
กิจกรรมทางการเงินและการประกันภัย	2.40	2.30	2.31
กิจกรรมอสังหาริมทรัพย์	1.63	1.41	1.55
กิจกรรมทางวิชาชีพ วิทยาศาสตร์ และเทคนิค	0.17	0.16	0.17
กิจกรรมการบริหารและการบริการสนับสนุน	0.70	0.64	0.50
การบริหารราชการ การป้องกันประเทศ และการประกันสังคมภาคบังคับ	1.17	1.12	1.19
การศึกษา	0.48	0.44	0.41
กิจกรรมด้านสุขภาพและงานสังคมสงเคราะห์	1.27	1.23	1.28
ศิลปะ ความบันเทิง และนันทนาการ	0.15	0.14	0.13
กิจกรรมบริการด้านอื่นๆ	0.36	0.31	0.30
ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด	**100.00**	**100.00**	**100.00**

แหล่งข้อมูลจากสำนักงานคลังจังหวัดสมุทรสาคร (กันยายน 2563)

ปัจจัยทางธรณีวิทยาของจังหวัดสมุทรสาคร พบว่า รองรับด้วยตะกอนในยุคควอเทอร์นารี (อายุ 0.01-1.6 ล้านปี) ประกอบด้วย หน่วยตะกอนดินเคลย์ทะเล (Qmc) กระจายตัวอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัดสมุทรสาคร หน่วยตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำท่วมถึงบนตะกอนดินเคลย์ทะเล (Qff/mc) กระจายตัวอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ หน่วยตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำขึ้นถึงปัจจุบันบนตะกอนดินเคลย์ทะเล (Qtf1/mc) ทางตอนกลางและตะวันออกเฉียงใต้ของจังหวัด หน่วยตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำท่วมถึงบนตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำขึ้นถึงโบราณบนตะกอนดินเคลย์ทะเล (Qff/tf2/mc) ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัด หน่วยตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำท่วมถึงบนตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำขึ้นถึงบนตะกอนดินเคลย์ปนทรายน้ำพาเก่า (Qff/tf/oa) บริเวณรอยต่อของจังหวัดสมุทรสาครและจังหวัดสมุทรสงคราม ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ และรอยต่อจังหวัดสมุทรสงครามและจังหวัดราชบุรี ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ และหน่วยตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำท่วมถึงบนตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำขึ้นถึงบนตะกอนดินเคลย์ทะเลบนตะกอนดินเคลย์ปนทรายน้ำพาเก่า (Qff/tf/mc/oa) รอยต่อจังหวัดสมุทรสงครามและจังหวัดราชบุรี ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ จึงเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมสำหรับพัฒนาน้ำบาดาลระดับลึกชั้นใหม่ขึ้นมาใช้ เนื่องจากรองรับด้วยตะกอนหนาถึงมากกว่า 700 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 3-2



รูปที่ 3-2 ลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร

นอกจากนี้ยังได้วิเคราะห์ข้อมูลธรณีวิทยา ข้อมูลธรณีวิทยาหลุมเจาะของบ่อเจาะสำรวจปิโตรเลียม และข้อมูลภาพตัดขวางคลื่นไหวสะเทือนแบบสองมิติ พบว่า พื้นที่ตามแนวสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดคลื่นไหวสะเทือน เป็นบริเวณที่มีการสะสมตัวของชั้นตะกอนหนามากกว่า 1,000 เมตร ประกอบด้วย ตะกอนทางน้ำโบราณ ซึ่งเป็นตะกอนทรายแทรกสลับด้วยตะกอนดินเหนียว มีโอกาสเป็นแหล่งสะสมตัวของน้ำบาดาล และเหมาะสมสำหรับการเจาะสำรวจบ่อระดับลึก 1,000 เมตร

ปัจจัยทางสังคม ได้แก่

1) จำนวนประชากรต่อพื้นที่ ซึ่งเป็นปัจจัยที่บ่งบอกถึงความหนาแน่นและการเจริญเติบโตของประชากรในอนาคต โดยพบว่าปัจจุบันประชากรตามทะเบียนราษฎรของจังหวัดสมุทรสาคร ณ วันที่ 30 กรกฎาคม 2563 มีจำนวนรวม 587,338 คน เป็นเพศชาย 283,525 คน เพศหญิง 303,813 คน ความหนาแน่นเท่ากับ 673 คน ต่อตารางกิโลเมตร อำเภอที่มีประชากรมากที่สุด คือ อำเภอเมืองสมุทรสาคร มีประชากรทั้งสิ้น 304,563 คน รองลงมาคืออำเภอกระทุ่มแบน มีประชากร 174,005 คน และอำเภอบ้านแพ้ว มีประชากร 100,559 คน ทั้งนี้ การเตรียมแหล่งน้ำสำรองในอนาคตถือว่าเป็นสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐาน ซึ่งแหล่งน้ำหรือน้ำบาดาลก็นับเป็นทรัพยากรอย่างหนึ่งที่ต้องมีการพัฒนาและนำมาสำรองใช้ให้แก่ประชาชนได้ต่อไป

2) โครงสร้างพื้นฐาน โดยโครงสร้างพื้นฐานที่นำมาพิจารณา ได้แก่ การให้บริการด้านการประปา ทั้งนี้ การประปาส่วนภูมิภาคสาขาสมุทรสาคร รับผิดชอบจำหน่ายน้ำประปาในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร ประกอบไปด้วย 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมืองสมุทรสาคร มี 15 ตำบล ประกอบไปด้วย ตำบลมหาชัย ตำบลท่าทราย ตำบลท่าจีน ตำบลท่าฉลอม ตำบลบางหญ้าแพรก ตำบลบ้านบ่อ ตำบลบางโทรัด ตำบลบางกระเจ้า ตำบลนาโคก ตำบลกาหลง ตำบลพันท้ายนรสิงห์ ตำบลบางน้ำจืด ตำบลนาดี ตำบลคอกกระบือ ตำบลบ้านเกาะ ตำบลโคกขาม และตำบลชัยมงคล อำเภอกระทุ่มแบน มี 5 ตำบล ประกอบไปด้วย ตำบลคลองมะเดื่อ ตำบลดอนไก่ดี ตำบลสวนหลวง ตำบลแครายและตำบลท่าเสา อำเภอบ้านแพ้ว มี 2 ตำบล ประกอบไปด้วย ตำบลหลักสาม และตำบลบ้านแพ้ว โดยมีผู้ใช้น้ำทั้งหมด 68,484 ราย จำแนกเป็นผู้ใช้น้ำประเภทที่อยู่อาศัย จำนวน 56,915 ราย ประเภทธุรกิจขนาดเล็ก จำนวน 6,286 ราย ประเภทธุรกิจขนาดใหญ่และอุตสาหกรรม จำนวน 4,090 ราย ประเภทราชการและรัฐวิสาหกิจ จำนวน 241 ราย และอื่น ๆ 60 ราย จากข้อมูลผู้ใช้น้ำประปาในจังหวัดสมุทรสาคร ปี พ.ศ. 2555 – 2560 (การประปาส่วนภูมิภาคสาขาสมุทรสาคร, มิถุนายน 2560) พบว่า จำนวนผู้ใช้น้ำ ปริมาณการผลิตน้ำและปริมาณการจำหน่ายน้ำของการประปาส่วนภูมิภาคมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังแสดงในตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-2 ข้อมูลผู้ใช้น้ำประปาในจังหวัดสมุทรสาคร ปี พ.ศ. 2555 – 2560

ปี	ปริมาณการผลิตน้ำ (ลูกบาศก์เมตร)	ปริมาณน้ำจำหน่าย (ลูกบาศก์เมตร)	จำนวนผู้ใช้น้ำ (ราย)
พ.ศ. 2555	5,570,677	4,471,1565	44,976
พ.ศ. 2556	5,964,822	4,418,854	49,819
พ.ศ. 2557	5,980,866	4,448,714	54,995
พ.ศ. 2558	6,098,158	4,767,619	59,338
พ.ศ. 2559	6,404,577	4,581,587	62,407
พ.ศ. 2560	6,724,806	5,039,746	68,484

แหล่งข้อมูลจาก การประปาส่วนภูมิภาคสาขาสมุทรสาคร (มิถุนายน 2560)

ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม โดยจากการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำแม่น้ำท่าจีนซึ่งเป็นแม่น้ำสายสำคัญของจังหวัดสมุทรสาคร โดยสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5 ในปี 2559 พบว่า สถานีวัดศิริมงคล สถานีปากแม่น้ำท่าจีน อำเภอเมืองสมุทรสาคร และสถานีโรงเรียนปล่องเหลี่ยม อำเภอกระทุ่มแบน มีค่าออกซิเจนละลายเฉลี่ยเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนความสกปรกในรูปบีโอดี พบว่า สถานีวัดศิริมงคล และสถานีโรงเรียนปล่องเหลี่ยม อำเภอกระทุ่มแบน มีค่าเฉลี่ย 4.90 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 5.15 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินกำหนดให้แหล่งน้ำที่จะนำมาใช้ในการผลิตน้ำประปา รวมทั้งสามารถว่ายน้ำและเล่นกีฬาทางน้ำได้ ไม่ควรมีค่าปริมาณรวมของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มเกินกว่า 5,000 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร (มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2) ขณะที่แหล่งน้ำที่เหมาะสมจะอนุรักษ์ไว้เพื่อใช้สำหรับกิจกรรมการเกษตรกรรม ไม่ควรมีค่าปริมาณรวมแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มเกินกว่า 20,000 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มล. (มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3) แต่ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดในช่วงแม่น้ำท่าจีนตอนล่างไม่ได้กำหนดค่ามาตรฐานไว้ จึงพิจารณาจากค่าที่มากกว่าหรือเท่ากับค่าสูงสุดในแม่น้ำท่าจีนตอนกลาง จากการตรวจติดตามทั้ง 3 สถานีได้แก่ สถานีวัดศิริมงคล สถานีปากแม่น้ำท่าจีน อำเภอเมืองสมุทรสาคร และสถานีโรงเรียนปล่องเหลี่ยม อำเภอกระทุ่มแบน พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดอยู่ในมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ยกเว้น สถานีโรงเรียนปล่องเหลี่ยมมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน

จากการตรวจวัดค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของแม่น้ำท่าจีนในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร จากการตรวจติดตามทั้ง 3 สถานี ได้แก่สถานีวัดศิริมงคล สถานีปากแม่น้ำท่าจีน อำเภอเมืองสมุทรสาคร และสถานีโรงเรียนปล่องเหลี่ยม อำเภอกระทุ่มแบน พบว่า อยู่ระหว่าง 0.67 - 1.32 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่เป็นไปตามเกณฑ์

ค่าโลหะหนัก (Heavy Metals) ของแม่น้ำท่าจีนตอนล่างในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาครทั้ง 3 สถานี ตรวจวัดโลหะหนัก 9 ชนิด ได้แก่ แคดเมียม (Cadmium: Cd) โครเมียม (Cromium: Cr) ทองแดง (Copper: Cu) ตะกั่ว (Lead: Pb) นิกเกิล (Nickle: Ni) แมงกานีส (Manganese: Mn) สารหนู (Arsenic;As) ปรอท (Mercury:Hg) และสังกะสี (Zine: Zn) พบว่าทั้ง 3 สถานีเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด

โดยรวมคุณภาพน้ำแม่น้ำท่าจีนตอนล่างอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม ปัญหาคุณภาพน้ำของแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง คือ ค่าออกซิเจนละลายน้ำ ค่าความสกปรกในรูปบีโอดี และการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มเกินเกณฑ์มาตรฐาน โดยเฉพาะบริเวณที่เป็นปัญหามาก คือ ปากแม่น้ำท่าจีน อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร และบริเวณโรงเรียน บ้านปล่องเหลี่ยม อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลทั้งหมด พบว่า จังหวัดสมุทรสาครมีผลิตภัณฑ์มวลรวมประมาณ 4 แสนล้านบาท นับเป็นอันดับ 6 ของประเทศ คิดเป็น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ของ GDP ประเทศไทย เป็นที่ตั้งของแหล่งอุตสาหกรรมการผลิตและอุตสาหกรรมประมง มีโรงงานทั้งสิ้น 6,295 แห่ง (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2564) เกือบทั้งหมดใช้น้ำบาดาลเป็นวัตถุดิบหลักในกระบวนการผลิต ทำให้พื้นที่ดังกล่าว มีการใช้น้ำบาดาลเกินสมดุลกว่า 30,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน (ปริมาณการใช้น้ำอย่างปลอดภัย (Safe yield) 115,976 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน แต่มีการอนุญาตใช้จริง 146,088 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน) จากบ่อน้ำบาดาลเอกชนที่มีใบอนุญาตฯ จำนวน 1,648 บ่อ (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2564) จึงมีความจำเป็นต้องดำเนินการศึกษาศักยภาพน้ำบาดาลระดับลึกอย่างเร่งด่วน โดยจากผลการศึกษาในระยะที่ 1 จะดำเนินการในระยะที่ 5 จึงได้เร่งดำเนินการในระยะที่ 3 ควบคู่ไปกับการดำเนินการในระยะที่ 2 ทั้งนี้ คณะทำงานได้ลงพื้นที่สำรวจขั้นรายละเอียด การประสานงานระดับพื้นที่เพื่อขออนุญาตดำเนินเจาะบ่อสำรวจ (รูปที่ 3-3) โดยพื้นที่ดำเนินการต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 2 ไร่ขึ้นไป เนื่องจากชุดเจาะ 1,000 เมตร มีน้ำหนักมากกว่า 30 ตัน และมีเครื่องมือและอุปกรณ์จำนวนมาก ผลการสำรวจพื้นที่ทั้งหมดพบว่า วัดสหกรณ์โฆสิตาราม ตำบลโคกขาม อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร มีพื้นที่กว้างขวาง เดินทางสะดวก และยินดีมอบพื้นที่ให้ทำการขุดเจาะสำรวจน้ำบาดาลระดับลึกเพื่อประโยชน์ของประชาชน และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นตำบลโคกขาม ยินดีให้การสนับสนุนตลอดช่วงการดำเนินโครงการ หากการขุดเจาะแล้วเสร็จ จะขออนุญาตใช้น้ำจากบ่อสำรวจเพื่อผลิตน้ำประปาบริการประชาชนในพื้นที่ตำบลโคกขาม ซึ่งจะสามารถแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภคจากปัญหาแรงดันในท่อส่งน้ำน้อย ส่งผลให้น้ำประปาไหลไม่ทั่วถึง และบางหมู่บ้านยังอยู่ในพื้นที่นอกเขตการบริการของประปาส่วนภูมิภาค โดยคาดว่าจะสามารถบริการประชาชนให้มีน้ำสะอาดใช้ได้มากกว่า 20,000 ราย

(ก)

(ข)

รูปที่ 3-3 คณะทำงานลงพื้นที่สำรวจขั้นรายละเอียด

บทที่ 4
การสำรวจตรวจสอบข้อมูลเพิ่มเติมในภาคสนาม

การดำเนินงานโครงการศึกษาสำรวจแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง (ระยะที่ 3) ประกอบด้วยการรวบรวมและประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ พร้อมทั้งศึกษาธรณีวิทยา อุทกธรณีวิทยา กำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการเจาะสำรวจ และดำเนินการเจาะบ่อน้ำบาดาลระดับความลึกระหว่าง 600 เมตร ถึง 1,000 เมตร โดยมีรายละเอียดการดำเนินงานดังต่อไปนี้

4.1 การสำรวจข้อมูลธรณีวิทยา และอุทกธรณีวิทยาภาคสนาม

การสำรวจข้อมูลธรณีวิทยา และอุทกธรณีวิทยาภาคสนาม ดำเนินการสำรวจข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา มีรายละเอียดการดำเนินงาน ดังนี้

4.1.1 การสำรวจธรณีวิทยาภาคสนาม

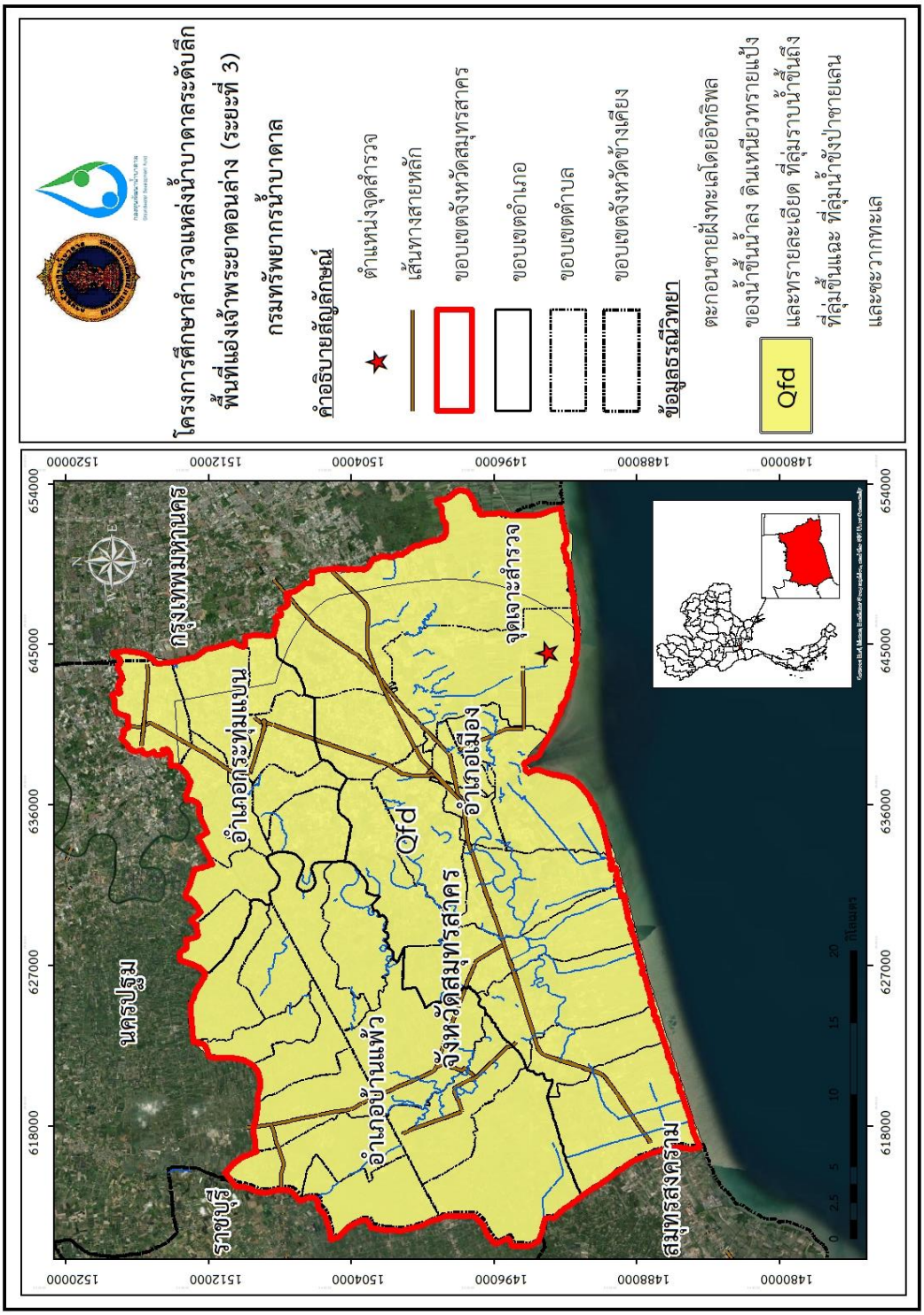
การสำรวจธรณีวิทยาภาคสนาม บริเวณพื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันตก (แอ่งย่อยธนบุรี และแอ่งย่อยสาคร: จังหวัดสมุทรสาคร) มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบลักษณะทางธรณีวิทยา ธรณีวิทยาโครงสร้าง และการวางตัวของแอ่งสะสมตะกอนยุคเทอร์เชียรี จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลปฐมภูมิ เช่น ข้อมูลการตรวจสอบสภาพบ่อน้ำบาดาล การศึกษาปริมาณและคุณภาพของน้ำบาดาลในบริเวณพื้นที่ศึกษา วิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลทุติยภูมิที่ได้มีการศึกษามาก่อนหน้านี้ เช่น ข้อมูลธรณีวิทยาและธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะจากบ่อน้ำบาดาลระดับลึก ข้อมูลบ่อเจาะสำรวจปิโตรเลียม และข้อมูลคลื่นไหวสะเทือน เป็นต้น

การศึกษาลักษณะทางธรณีวิทยาได้ศึกษาข้อมูลจากแผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1:250,000 ของกรมทรัพยากรธรณี (2559) (รูปที่ 4-1) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นตะกอนในยุคควอเทอร์นารี (อายุ 0.01-1.6 ล้านปี) ประกอบด้วย หน่วยตะกอนดินเคลย์ทะเล (Q_{mc}) กระจายตัวอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัดสมุทรสาคร หน่วยตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำท่วมถึงบนตะกอนดินเคลย์ทะเล ($Q_{ff/mc}$) กระจายตัวอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ หน่วยตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำขึ้นถึงปัจจุบันบนตะกอนดินเคลย์ทะเล ($Q_{tf1/mc}$) ทางตอนกลางและตะวันออกเฉียงใต้ของจังหวัด หน่วยตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำท่วมถึงบนตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำขึ้นถึงโบราณบนตะกอนดินเคลย์ทะเล ($Q_{ff/tf2/mc}$) ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัด หน่วยตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำท่วมถึงบนตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำขึ้นถึงบนตะกอนดินเคลย์ปนทรายน้ำพาเก่า ($Q_{ff/tf/oa}$) บริเวณรอยต่อของจังหวัดสมุทรสาครและจังหวัดสมุทรสงคราม ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ และรอยต่อจังหวัดสมุทรสงครามและจังหวัดราชบุรี ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ และหน่วยตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำท่วมถึงบนตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำขึ้นถึงบนตะกอนดินเคลย์ทะเลบนตะกอนดินเคลย์ปนทรายน้ำพาเก่า ($Q_{ff/tf/mc/oa}$) รอยต่อจังหวัดสมุทรสงคราม

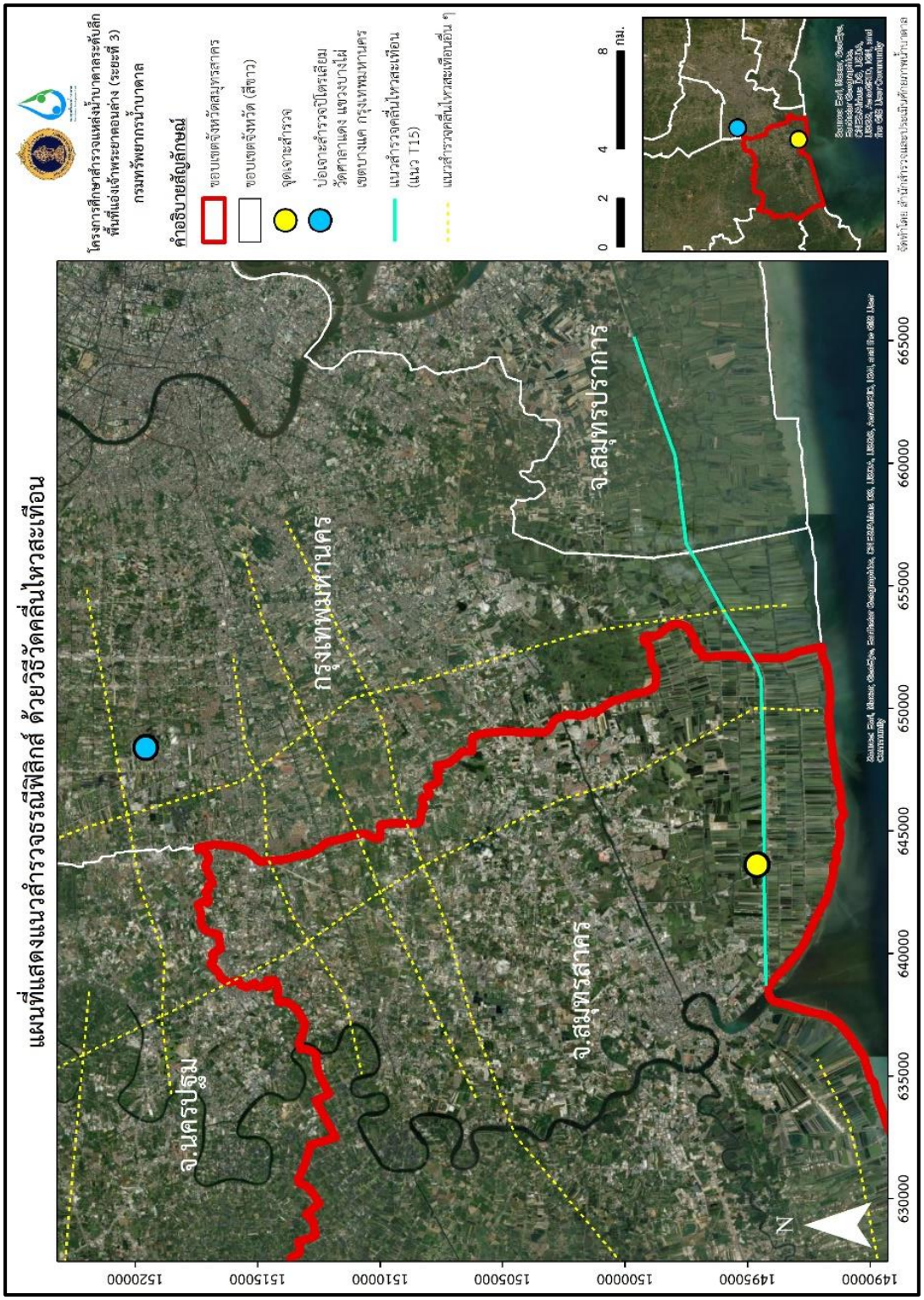
และจังหวัดราชบุรี ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจำแนกลักษณะตะกอน เพื่อประกอบข้อมูลในการจัดทำภาพตัดขวางธรณีวิทยาในพื้นที่ศึกษา ให้มีความละเอียดยิ่งขึ้น

การศึกษาลักษณะทางธรณีวิทยาและโครงสร้างทางธรณีวิทยาของแอ่งสะสมตะกอนระดับลึก ได้ศึกษาจากข้อมูลภาพตัดขวางคลื่นไหวสะเทือน (seismic section) จากการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดคลื่นไหวสะเทือน (seismic method) ของการศึกษาวิวัฒนาการของการแปรสัณฐานของแอ่งธนบุรีตอนล่าง โดยใช้ข้อมูลภาพตัดขวางคลื่นไหวสะเทือนแบบสองมิติ แนว T15 (รูปที่ 4-2 และ 4-3) ซึ่งสำรวจผ่านตำบลโคกขาม อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร ถึงอำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ เมื่อเทียบเคียงข้อมูลธรณีวิทยาหลุมเจาะกับบ่อสำรวจปิโตรเลียม (บ่อ Wat Sala Daeng-1X โดยบริษัท Gulf Oil) ความลึก 1,860 เมตร ณ วัดศาลาแดง แขวงบางไผ่ เขตบางแค กรุงเทพมหานคร (รูปที่ 4-4, 4-5 และตารางที่ 4-1) พบว่า แอ่งธนบุรีรองรับด้วยหินฐานที่เป็นตะกอนทรายกึ่งแปรสภาพ หรือหินควอร์ตไซต์ ที่ระดับความลึกตั้งแต่ 1,500 ถึง 2,500 เมตร และปิดทับด้วยตะกอนและหินตะกอน 4 หน่วย (Morley and Racey, 2011) ประกอบด้วย Unit A ประกอบด้วยหินดินดานยุคโอลิโกซีน ซึ่งสะสมตัวอยู่ในสภาพแวดล้อมแบบ lacustrine วางตัวอยู่ใต้ Unit B ประกอบด้วยตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึงยุคไมโอซีน Unit C+D ประกอบด้วยตะกอนทางน้ำยุคไมโอซีนตอนกลางและตอนปลาย และ Unit E ประกอบด้วยตะกอนทางน้ำยุคปัจจุบัน ตามลำดับ (Nuangchamnong et al., 2016)

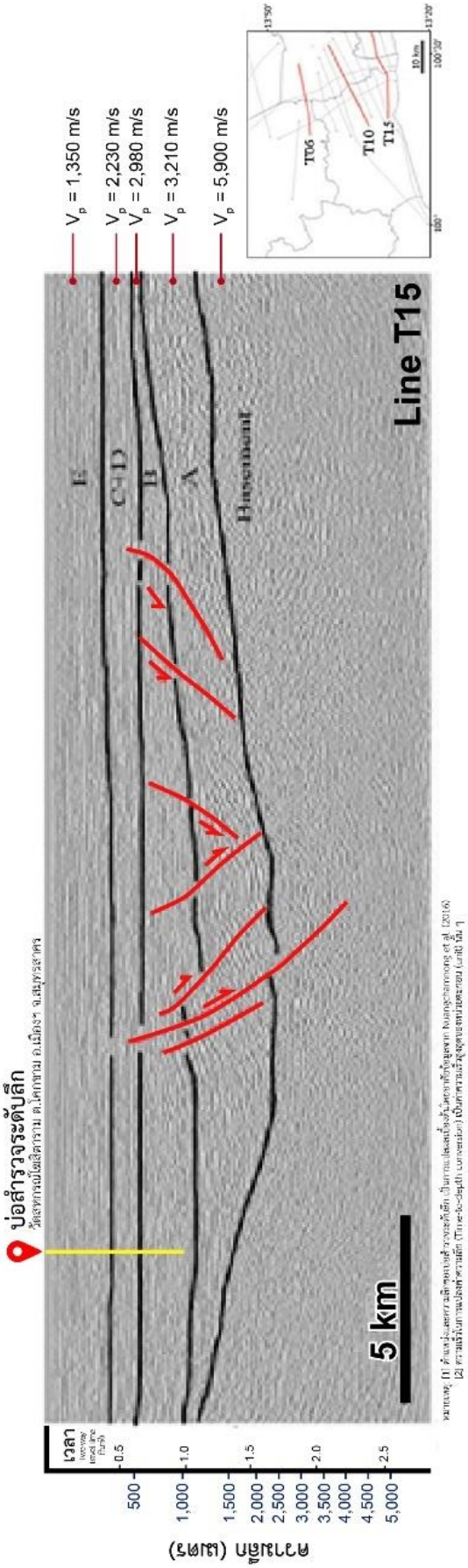
จากการวิเคราะห์ข้อมูลธรณีวิทยา ข้อมูลธรณีวิทยาหลุมเจาะของบ่อเจาะสำรวจปิโตรเลียม และข้อมูลภาพตัดขวางคลื่นไหวสะเทือนแบบสองมิติ พบว่า พื้นที่ตามแนวสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดคลื่นไหวสะเทือน เป็นบริเวณที่มีการสะสมตัวของชั้นตะกอนหนามากกว่า 1,000 เมตร ประกอบด้วย ตะกอนทางน้ำโบราณ ซึ่งเป็นตะกอนทรายแทรกสลับด้วยตะกอนดินเหนียว มีโอกาสเป็นแหล่งสะสมตัวของน้ำบาดาล และเหมาะสมสำหรับการเจาะสำรวจบ่อระดับลึก 1,000 เมตร



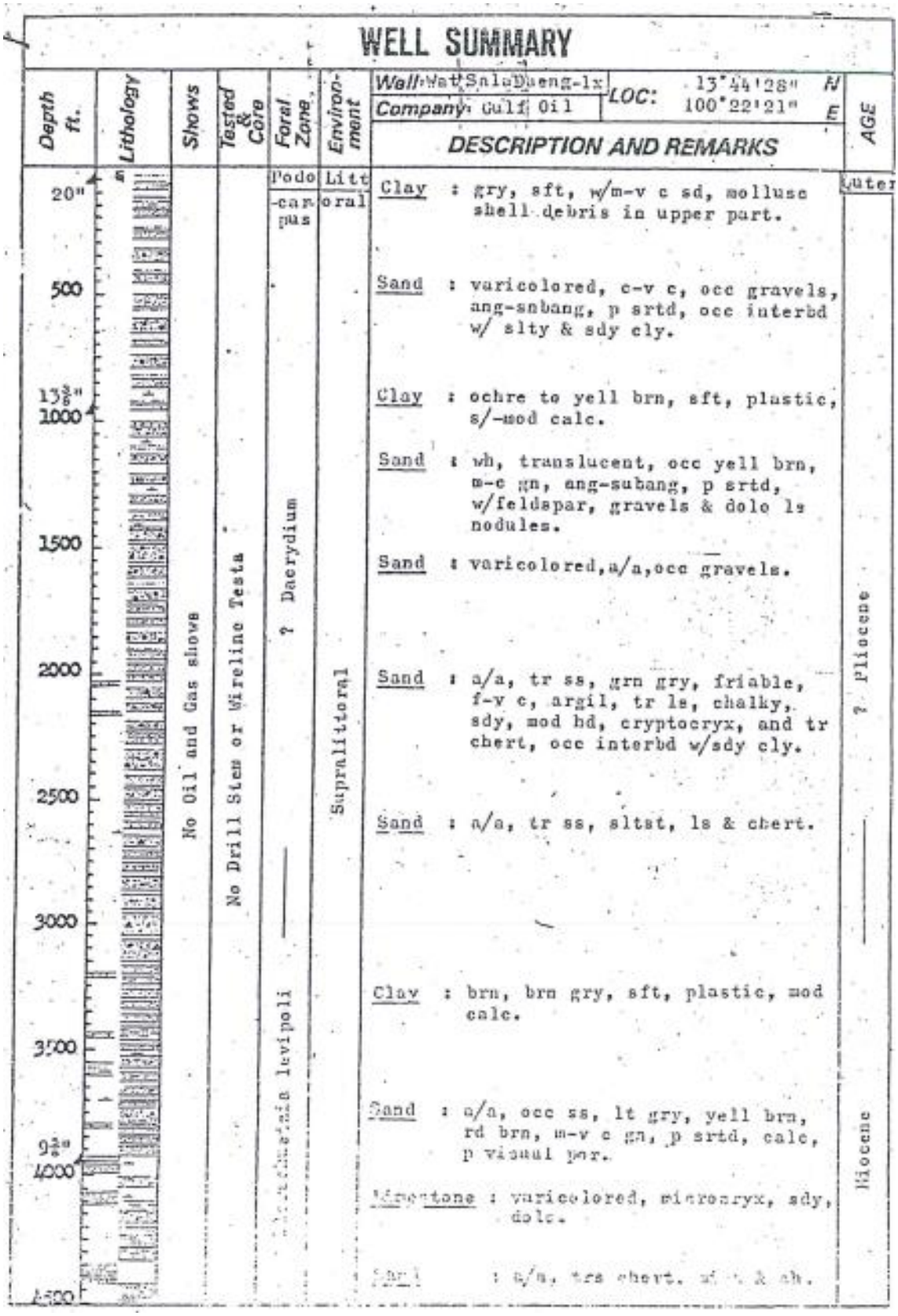
รูปที่ 4-1 แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดสมุทรสาคร (กรมทรัพยากรธรณี, 2559)



รูปที่ 4-2 แผนที่แสดงแนวสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดคลื่นไหวสะเทือน (แนว T15)



รูปที่ 4-3 ภาพตัดขวางคลื่นไหวสะเทือน (seismic section) แนว T15
(ดัดแปลงจาก Nuangchamnong et al., 2016)



รูปที่ 4-4 ข้อมูลธรณีวิทยาหลุมเจาะ บ่อ Wat Sala Daeng-1X (DMF, 1974)

Thailand Gulf Oil Company

CORE REPORT

PAGE 1 OF 1

WELL NAME: WSD-1X CORE NO: 1 DATE: Mar.13,'74 GEOL: W.O. Williams

CUT: 13 FROM: 6085 TO: 6089 REC: 5.2' TOT. TIME: 515 min. AVG/FEET: 40 min.

TYPE CORE HEAD: C-20 SERIAL NO: 5762 CA CORE HEAD OD: 8-15/32" CORE DIA: 3-1/2"

MUD TYPE: FW lignosul. CORING WT: 25,000 RPM: 50-85 PUMP PRESS: 1250 psi

FORMATION: Metamorphic Bsmt. REMARKS: Made connection at 6095'. Core cut for basement confirmation.

DEPTH FROM	DEPTH TO	MIN/FEET	DIP ANGLE	SHOWS G-O-W	LITHOLOGIC DESCRIPTION
	6085	30			Metamorphosed SS, wh-gy to dk gy mottled,
	6086	70			finely xln, dense, hard with hairline frac-
	6087	60			tures coated with calcite and finely disseminated
			60°		pyrite with veinlets of granite composed mainly
	6088	43			of qtz and plagioclase with minor muscovite,
			60°		biotite and secondary chlorite. Occasional
	6089	23			bands of steeply dipping slate, blk, brittle, hard.
			60°/70°		Bulk Density : 2.6 - 2.65
	6090	30			Non-recovered portion of core assumed
					to be from bottom.
	6091	25			
	6092	24			
	6093	31			
	6094	21			
	6095	38			
					< - Samples sent to Robertson Research for
	6096	70			K/AR dating and thin section
					analysis.
	6097	50			
	6098				

TG-18 (500) 4-72

รูปที่ 4-5 ข้อมูลธรณีวิทยาหลุมเจาะบ่อ Wat Sala Daeng-1X
จากการเก็บแท่งตัวอย่างหิน ที่ระดับความลึก 1,854-1,856 เมตร (DMF, 1974)

ตารางที่ 4-1 ข้อมูลธรณีวิทยาหลุมเจาะ บ่อ Wat Sala Daeng-IX

ความลึก (เมตร)	ลักษณะตะกอน/หิน	อายุ
0 - 30	Poorly sorted quartz sand with shell fragments	Quaternary-Recent
30 - 390	Poorly sorted quartz sand with lithic fragments common, interbedded with thin, soft, varicolored clays. Sd:sh about 5 to 1.	Pliocene?
390 - 960	Sand as above, generally cleaner, gravelly in part with some thin calcareous sandstones interbedded with soft clays. Sd:sh about 6 to 1.	?Plio- Miocene Undifferentiated
960 – 1,600	Sand more radioactive on GR, less clean in part with some calcareous bonding interbedded with clay/claystone. No obvious lithologic break in samples. Sd:sh about 6 to 1.	?Plio- Miocene Undifferentiated
1,600 – 1,749	Interbedded shale and argillaceous to limy sandstones with rare coaly beds. Section more radioactive than above unit and shale cave badly. Sd:sh about 1 to 3.	Miocene Undifferentiated
1,749 – 1,830	Predominantly shale with thin, tight sandstone interbeds.	Oligocene
1,830 – 1,858	Metamorphosed sandstone and slates with veinlets of intruded granite.	Permo-Carboniferous

4.1.2 การสำรวจอุทกธรณีวิทยาภาคสนาม

การสำรวจอุทกธรณีวิทยาภาคสนาม เป็นการสำรวจสถานภาพบ่อน้ำบาดาล และความต้องการใช้น้ำบาดาลในพื้นที่ สำหรับใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาพื้นที่เจาะบ่อสำรวจ และเป็นข้อมูลในการคัดเลือกชั้นน้ำบาดาล เพื่อให้การเจาะสำรวจและพัฒนาบ่อน้ำบาดาล เป็นการพัฒนาชั้นน้ำบาดาลชั้นใหม่ในระดับที่ลึกขึ้น

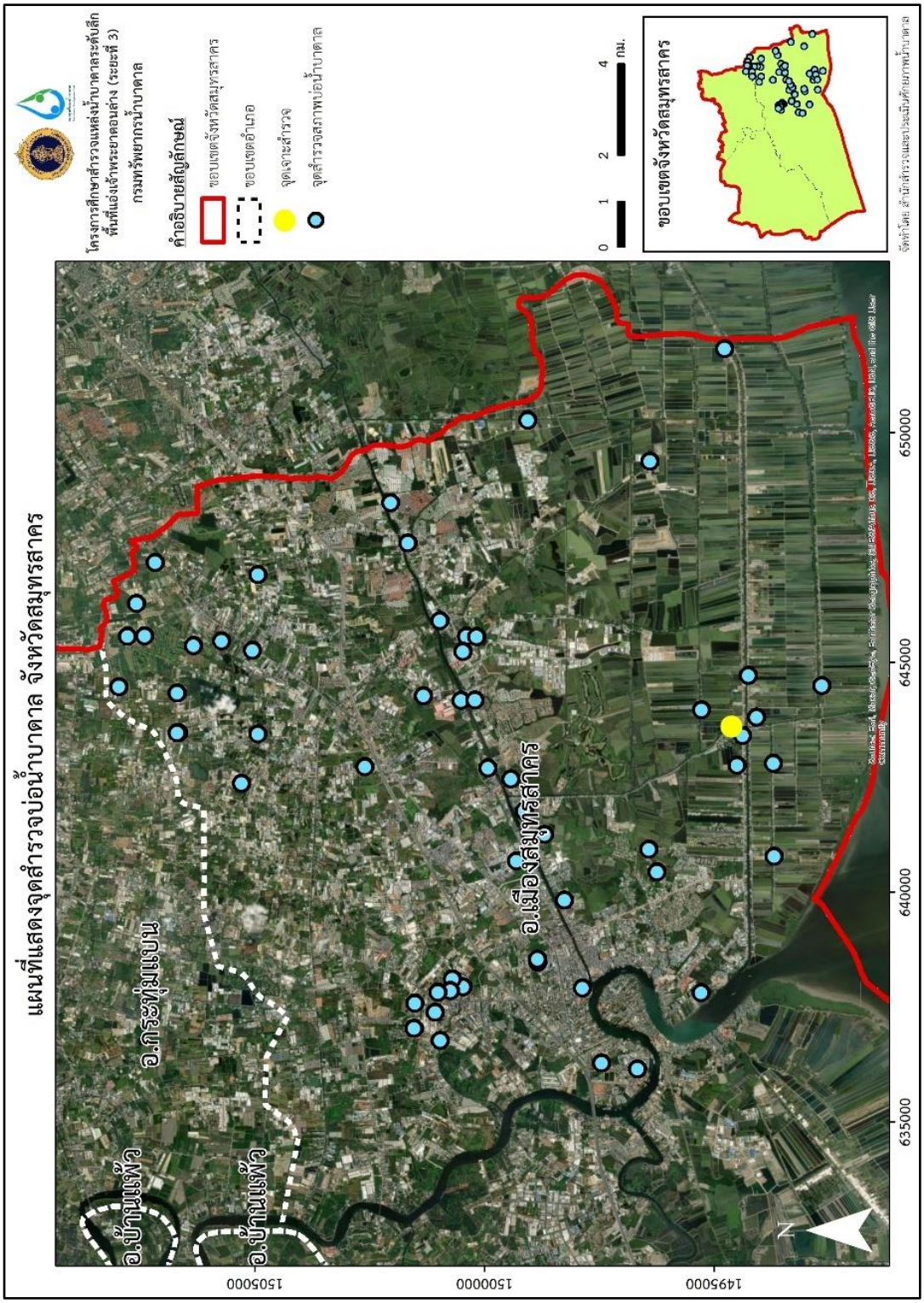
สำหรับข้อมูลที่ทำการสำรวจ จำนวน 60 จุด ดังแสดงในตารางที่ 4-2 และรูปที่ 4-6 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 4-2 จุดสำรวจสถานภาพบ่อน้ำบาดาล ในพื้นที่อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร

จุดสำรวจ	หมายเลขบ่อ	สถานที่	ตำบล	UTME	UTMN	ความลึก (ม.)
SK-Well-01	งฉ515	ประปาหมู่ 1	พันท้ายนรสิงห์	645569	1500399	480
SK-Well-02	604302D006	วัดบ้านไร่เจริญผล	พันท้ายนรสิงห์	647595	1501676	34
SK-Well-03	604302D005	วัดบ้านไร่เจริญผล	พันท้ายนรสิงห์	647596	1501679	138
SK-Well-04	งฉ516	ร้านเนื้อตุ๋นเฮียแผน	พันท้ายนรสิงห์	648470	1502048	480
SK-Well-05	DN76	วัดสหธรรมาราม	พันท้ายนรสิงห์	651818	1494780	450
SK-Well-06	งฉ514	นายพัว ขวัญชื่น	พันท้ายนรสิงห์	645904	1500981	480
SK-Well-07	งฉ517	วัดวิสุทธิวราราม	พันท้ายนรสิงห์	650268	1499065	480
SK-Well-08	งฉ511	วัดศาลพันท้ายนรสิงห์	พันท้ายนรสิงห์	649371	1496403	480
SK-Well-09	งฉ0533	ศาลเจ้าไต่เสี่ยฮุกโจ้ว	บางหญ้าแพรก	637818	1495294	350
SK-Well-10	งฉ0522	ทางไปวัดเจ็ดโคก	บางหญ้าแพรก	640437	1496253	350
SK-Well-11	DN55	วัดเจ็ดโคกวนาราม	บางหญ้าแพรก	640934	1496431	470
SK-Well-12	งฉ5061	วัดเจษฎาราม	บางหญ้าแพรก	639825	1498270	450
SK-Well-13	งฉ5062	วัดเจษฎาราม	บางหญ้าแพรก	639828	1498271	450
SK-Well-14	งฉ5059	ศาลหลักเมือง	มหาชัย	637915	1497875	450
SK-Well-15	งฉ495	วัดศรีบูรณาวาส	โคกขาม	640683	1499016	450
SK-Well-16	งฉ5069	โรงเรียนบ้านมหาชัย	มหาชัย	638480	1498846	450
SK-Well-17	งฉ5068	โรงเรียนบ้านมหาชัย	มหาชัย	638541	1498853	450
SK-Well-18	งฉ5074	ศาลเจ้าพ่อบ้านแหลม	ท่าจีน	636280	1497462	431
SK-Well-19	งฉ5072	ปากซอยวิเชียรโชฎก 16	ท่าจีน	636154	1496678	450
SK-Well-20	งฉ3270	เรืองศิริอพาร์ทเม้นท์	ท่าทราย	636781	1500970	420
SK-Well-21	งฉ3276	หลังโลตัสมหาชัย	ท่าทราย	637584	1501520	450
SK-Well-22	SSN29	-	ท่าทราย	637938	1500477	-
SK-Well-23	งฉ3277	สนามฟุตบอลริมคลอง	ท่าทราย	638108	1500707	450
SK-Well-24	ง5593	วัดคลองครุ	ท่าทราย	637858	1500746	420
SK-Well-25	JICC1	โรงเรียนวัดคลองครุ	ท่าทราย	637822	1501024	320
SK-Well-26	งฉ3269	ตลาดมหาชัยวิลล่า ตึกร้าง	ท่าทราย	637388	1501080	450
SK-Well-27	งฉ3272	หลังซอยวัดทอง	ท่าทราย	637041	1501542	450
SK-Well-28	งฉ-508	15/3	โคกขาม	640678	1499312	450
SK-Well-29	งฉ-496	บุญนาค ชุมสิทธิ์	โคกขาม	642701	1499937	450
SK-Well-30	งฉ-497	ศาลาเอนกประสงค์	โคกขาม	644171	1500518	450
SK-Well-31	งฉ-498	บ้านชวาง	โคกขาม	644276	1501332	450
SK-Well-32	งฉ-494	54/5 บ้านโคก	โคกขาม	641260	1498697	500
SK-Well-33	งฉ-493	บ้านขอม	โคกขาม	641765	1499145	460
SK-Well-34	งฉ-507	บ้านขอม	โคกขาม	642461	1499436	450

ตารางที่ 4-2 จุดสำรวจสถานภาพบ่อน้ำบาดาล ในพื้นที่อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร (ต่อ)

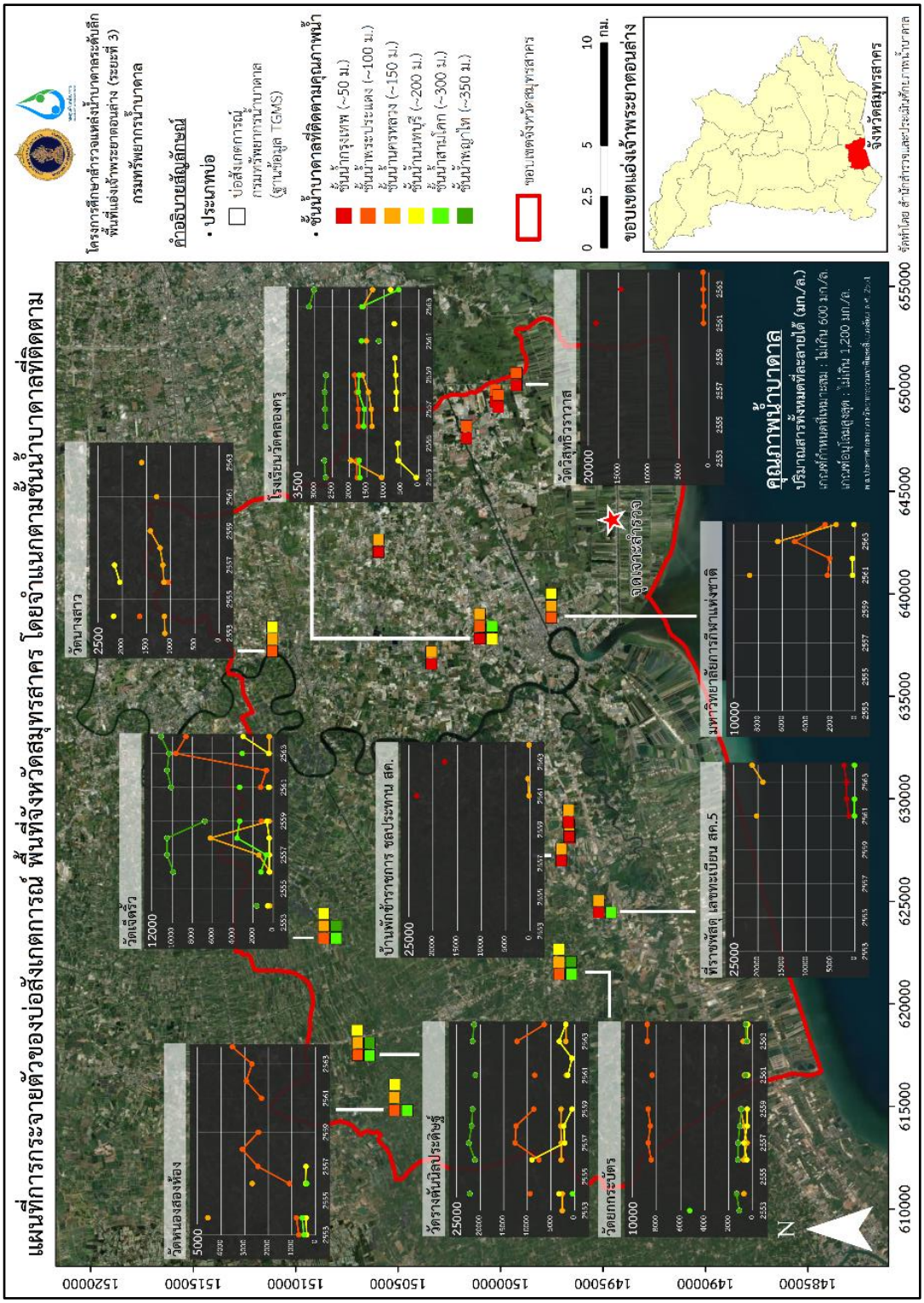
จุดสำรวจ	หมายเลขบ่อ	สถานที่	ตำบล	UTME	UTMN	ความลึก (ม.)
SK-Well-35	งฉ-506	ประเสริฐ ฤกษ์บางพลัด	โคกขาม	644180	1500210	450
SK-Well-36	งฉ-499	วัดโคกขาม	โคกขาม	645238	1500478	450
SK-Well-37	งฉ-500	บ้านโคกขาม	โคกขาม	645560	1500179	450
SK-Well-38	งฉ-492	ศูนย์เครื่องจักร	โคกขาม	642759	1494510	450
SK-Well-39	งฉ-491	ศูนย์พัฒนาเด็ก	โคกขาม	643405	1494392	450
SK-Well-40	งฉ-510	บ้านสหกรณ์	โคกขาม	643968	1495288	450
SK-Well-41	DN-37	บ้านสหกรณ์โคกชาม	โคกขาม	644714	1494267	390
SK-Well-42	งฉ-504	โรงเรียนพันท้าย	โคกขาม	643808	1494083	500
SK-Well-43	งฉ-503	บ้านสหกรณ์ 1	โคกขาม	644491	1492667	450
SK-Well-44	DN-99	บ้านคลองประมง	โคกขาม	642799	1493724	392
SK-Well-45	งฉ-501	บ้านสหกรณ์	โคกขาม	640780	1493701	450
SK-Well-46	งฉ-3258	ซอยกิจสุวรรณ	คอกกระบือ	645258	1505057	440
SK-Well-47	งฉ-3259	ซอยตลับทอง 3	คอกกระบือ	645462	1505734	430
SK-Well-48	งฉ-3256	สมศักดิ์ จ่าศรี	คอกกระบือ	645361	1506339	350
SK-Well-49	งฉ-3240	รัชนี ลี่แตง	บางน้ำจืด	644329	1506700	430
SK-Well-50	DN-17	ร.ร.บ้านหนองหาดใหญ่	บางน้ำจืด	643462	1506668	486
SK-Well-51	งฉ-3241	ร.ร.บ้านหนองหาดใหญ่	บางน้ำจืด	643463	1506699	430
SK-Well-52	งฉ-3244	สถานีอนามัยโพธิ์แจ้	บางน้ำจืด	647170	1507179	450
SK-Well-53	งฉ-3255	ไพริน เอี่ยมมาก	บางน้ำจืด	646282	1507579	430
SK-Well-54	งฉ-3252	ไพบูลย์ สินมา	บางน้ำจืด	645571	1507407	350
SK-Well-55	งฉ-3254	ชะลอ คุ้มวิเชียร	บางน้ำจืด	645566	1507775	450
SK-Well-56	งฉ-3253	ประจิน บัวน้อย	บางน้ำจืด	644470	1507967	450
SK-Well-57	DN-14	บ้านทุ่งศรีทอง	บางน้ำจืด	646911	1504937	460
SK-Well-58	งฉ-3263	บ้านกลางดอน	คอกกระบือ	642725	1502609	450
SK-Well-59	งฉ-3262	บ้านกลางดอน	คอกกระบือ	643440	1504937	430
SK-Well-60	DN-11	บ้านคอกกระบือ	คอกกระบือ	642368	1505300	510



รูปที่ 4-6 แผนที่แสดงจุดสำรวจบ่อน้ำบาดาล จังหวัดสมุทรสาคร

ผลจากการสำรวจสถานภาพบ่อน้ำบาดาล จำนวนทั้งสิ้น 60 บ่อ พบว่า มีบ่อบาดาลที่ยังใช้งานได้อยู่เพียง 27 บ่อ คิดเป็นร้อยละ 45 โดยบ่อน้ำบาดาลส่วนใหญ่เจาะในช่วงความลึกระหว่าง 400-499 เมตร จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลเบื้องต้น พบว่า คุณภาพน้ำบาดาลอยู่ในเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสมสำหรับการบริโภค (ปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายในน้ำ 280-473 mg/L) ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และมีบ่อน้ำบาดาล 2 บ่อ ในตำบลบางหญ้าแพรก อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร ที่คุณภาพน้ำบาดาลอยู่ในเกณฑ์อนุโลมสูงสุดสำหรับการบริโภค (ปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายในน้ำ 734-1,204 mg/L)

จากการสำรวจสถานภาพบ่อน้ำบาดาล พบว่า บ่อน้ำบาดาลมากกว่าร้อยละ 90 ไม่สามารถวัดระดับน้ำบาดาลและเก็บตัวอย่าง สำหรับวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลเบื้องต้นได้ ด้วยเหตุนี้ในการวัดระดับน้ำบาดาลและติดตามคุณภาพน้ำบาดาลเบื้องต้น ได้อาศัยข้อมูลจากบ่อสังเกตการณ์ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร ที่ได้ดำเนินการติดตั้งเครื่องบันทึกระดับน้ำและคุณภาพน้ำแบบอัตโนมัติ จำนวน 54 บ่อ (รูปที่ 4-7 และตารางที่ 4-3) พบว่า ช่วงความลึก 50 เมตรแรก มีค่าปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายในน้ำ อยู่ระหว่าง 9,680-26,420 mg/L ช่วงความลึก 50-100 เมตร มีค่าปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายในน้ำ อยู่ระหว่าง 1,710-12,200 mg/L ช่วงความลึก 100-150 เมตร มีค่าปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายในน้ำ อยู่ระหว่าง 445-6,380 mg/L และในช่วงความลึกมากกว่า 150 เมตร มีค่าปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายในน้ำ อยู่ระหว่าง 36-812 mg/L โดยในช่วงความลึกนี้ มีบ่อน้ำบาดาลบางพื้นที่มีค่าปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายในน้ำ สูงกว่ามาตราฐาน เช่น วัดรางตันนิลประดิษฐ์ และวัดเจ็ดริ้ว อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งมีค่าปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายในน้ำ อยู่ระหว่าง 11,100-21,300 mg/L ที่ระดับความลึก 300 เมตร จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่าคุณภาพน้ำบาดาลระดับตื้นประสบปัญหาน้ำบาดาลกร่อยเค็ม ซึ่งไม่เหมาะสมสำหรับการอุปโภคและบริโภค การสำรวจหาแหล่งน้ำบาดาลใหม่ระดับลึกที่มีคุณภาพเหมาะสมตามมาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลเพื่อการบริโภคจึงมีความจำเป็น เพื่อรองรับความต้องการของภาคประชาชน และการพัฒนาของภาคอุตสาหกรรม และเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาทรัพยากรน้ำบาดาลระดับลึกต่อไปในอนาคต



รูปที่ 4-7 แผนที่แสดงข้อมูลคุณภาพน้ำบาดาลย้อนหลัง (พ.ศ. 2553 ถึง พ.ศ. 2564) จากบ่อสังเกตการณ์กรมทรัพยากรน้ำบาดาล จำแนกตามชั้นน้ำบาดาลแอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง

ตารางที่ 4-3 ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากบ่อสังเกตการณ์กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร จากระบบฐานข้อมูล

บ่อ	สถานที่	UTME	UTMN	ความลึก	ระยะเซาะร่อง	ระดับน้ำ	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564
SK24	วัดหนองสองห้อง	614819	1505176	250	235-247	49.83	378	402		424	405							
NB125	วัดหนองสองห้อง	617510	1506980	189	180-186	25.9									28			36
PD126	วัดหนองสองห้อง	617510	1506980	105	96-102	39.35	708	812		1,112	2,440	3,100	2,420		2,290	2,930	2,690	3,520
PT20	วัดหนองสองห้อง	617510	1506980	297	288-294	46.35	491	566		372								
NL128	วัดหนองสองห้อง	617510	1506980	147	138-144	43.59		4,560		2,680								
NL106	วัดรางตันนิล	617510	1506980	100	150-162	35.87	2,610	2,600		2,830	2,800	2,940	2,850		1,720		1,830	1,850
NB133	วัดรางตันนิล	623219	1508606	200	206-218	61.39		3,300		9,040	2,100	2,300	542		1,420	558	3,250	1,870
PD131	วัดรางตันนิล	623219	1508606	150	96-108	33.64		9,420		7,540	12,600	12,400	8,640		8,450		12,200	6,400
PT26	วัดรางตันนิล	623219	1508606	302	280-292	44.68		22,200		21,100	22,400	21,800	21,600		21,000		21,600	21,300
SK9	วัดรางตันนิล	623219	1508606	300	256-262	47.64		473										
SK25	วัดเจ็ดริ้ว	623219	1508606	270	250-259	59.44				1,210	663	3,580	3,320		3,320		3,060	
NL130	วัดเจ็ดริ้ว	621463	1497147	156	143.2-149.2	47.95		332		332	1,410	6,220	394		372		393	390
PT17	วัดเจ็ดริ้ว	621463	1497147	299	290-296	58.7		1,630		9,880	10,500	10,500	6,760		10,100	10,500	10,300	11,100
NB124	วัดเจ็ดริ้ว	621463	1497147	216	197.4-205.1	63.12		551		380	384	395	630		462		447	2,970
PD121	วัดเจ็ดริ้ว	621463	1497147	87	77.4-85.14	22.78		539		351	390		1,170		1,250	682	9,620	8,640
PT8	วัดยกกระบัตร	621463	1497147	306	296.8-302.8	43.79	1,130	1,360		1,250	1,240	1,080	975		614		514	612
PD100	วัดยกกระบัตร	614819	1505176	104	92.4-100.1	26.71		754		8,450	8,710	8,520	8,710		8,380		8,780	8,780
NB106	วัดยกกระบัตร	617510	1506980	212	200.2-207.9	70.03				508	741	479	476		430		463	432
NL110	วัดยกกระบัตร	617510	1506980	155	142.6-154.6	66.69		754		774	493	748	1,020		715		812	
SK17	วัดยกกระบัตร	617510	1506980	267	254.8-262.5	52.8	5,260											
6008A017	ที่ราชพัสดุ	624467	1495212	297	275-281		5,260											
6108D001	ที่ราชพัสดุ	624467	1495212	180	167-173										83	77		83
6108D002	ที่ราชพัสดุ	624467	1495212	78	62-68										2,030		1,900	2,120
604302D019	จุดที่ 2 บ้านพัก	626994	1497028	150	142-146										1,240	1,680	1,710	2,240
604302D020	จุดที่ 2 บ้านพัก	626994	1497028	40	32-36										168	424		142
604302D017	จุดที่ 1 พื้นที่ทิ้ง	628093	1496607	154	146-150										2,338		1,760	
604302D018	จุดที่ 1 พื้นที่ทิ้ง	628093	1496607	52	44-48										376	151	448	444

ตารางที่ 4-3 ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากบ่อสังเกตการณ์กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร จากระบบฐานข้อมูล (ต่อ)

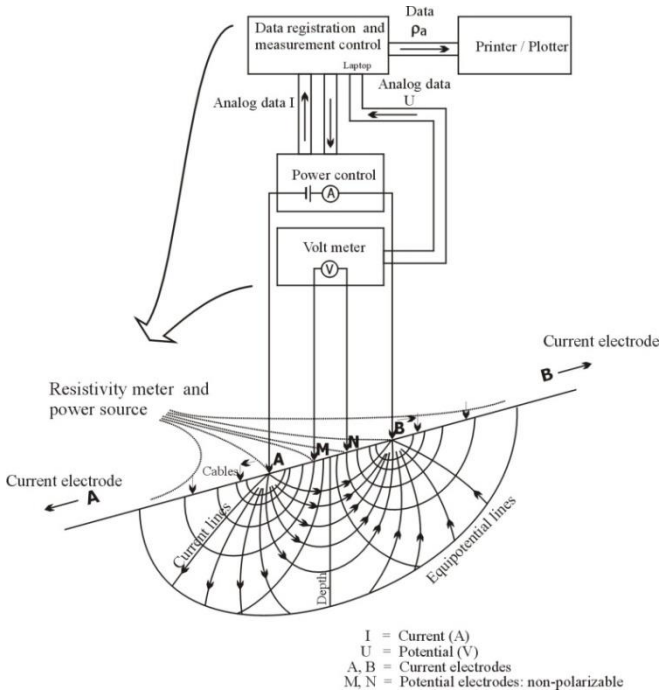
บ่อ	สถานที่	UTME	UTMN	ความลึก	ระยะเซาะร่อง	ระดับน้ำ	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564
604302D015	จุดที่ 2 พื้นที่ทิ้ง	628168	1496650	153	145-149	66.42									430	285	374	459
604302D016	จุดที่ 2 พื้นที่ทิ้ง	628168	1496650	54	46-50	11.75									13,400		9,680	
604302D013	นายสมภพ ชล	628872	1496685	154	146-150	63.55									359	323	320	291
604302D014	นายสมภพ ชล	628872	1496685	49	41-45	10.33									16,270		11,000	
NL32	วัดนางสาว	637195	1511159	164	147-153	46.34	1,120	1,130		1,140	1,160	1,220	1,420		1,290		1,600	
PD18	วัดนางสาว	637195	1511159	102	83-89	26.3		1,640		1,050								
NB25	วัดนางสาว	637195	1511159	219	210-216	51.59		2,180		2,050	2,160							
604302D003	วัดป่าชัยรังสี	636590	1503379	170	148-156	30.8									536	359	408	390
604302D004	วัดป่าชัยรังสี	636590	1503379	45	37-41	9.55									23,380		16,400	
JICC1	โรงเรียนวัด	637818	1501019	320	311.19-	79.5	1,700	1,720		1,590	1,570	1,740	1,720		1,650		1,640	577
JICC2	โรงเรียนวัด	637818	1501019	212	205.97-	66.75	591	606		650	645	663	689		702		812	
JICC3	โรงเรียนวัด	637818	1501019	141	133.96-	35.39	1,070	1,960		1,346	1,370	1,450	1,620		1,510		1,610	1,330
JICC4	โรงเรียนวัด	637818	1501019	105	96.96-104.50	22.44	1,780	1,790		1,736	1,740	1,790	1,850					
JICC5	โรงเรียนวัด	637818	1501019	78	71.96-77.50	18.23	2,690	2,730		2,698	2,700	2,720	2,680		1,150		3,170	3,020
6008A016	มหาวิทยาลัย	638870	1497515	300	202-208	33.95									210	218		96
6008D018	มหาวิทยาลัย	638870	1497515	150	134-140	21.18									8,710		6,380	1,570
6008D019	มหาวิทยาลัย	638870	1497515	96	78-84	11.83									2,280	2,090	4,990	2,480
604302D001	ศาลา	642043	1505952	170	158-166	21.55									1,120	461	470	521
604302D002	ศาลา	642043	1505952	40	32-36	13.78									20,290		11,400	
604302D005	วัดบ้านไร่เจริญ	647593	1501676	138	126-134	17.53									858	181	864	595
604302D006	วัดบ้านไร่เจริญ	647593	1501676	34	26-30	15.12									22,380		21,800	
604302D011	พื้นที่ทิ้งขยะ	649339	1500250	138	130-134	16.77									610	536	682	682
604302D012	พื้นที่ทิ้งขยะ	649339	1500250	45	37-41	15.15									26,420		20,700	
604302D009	พื้นที่ทิ้งขยะ	649109	1500116	138	126-134	16.72									702	424	623	445
604302D010	พื้นที่ทิ้งขยะ	649109	1500116	46	38-42	15.1									13,400		9,680	
604302D007	วัดวิสุทธิวรา	650177	1499228	138	126-134	16.74									956	923	1,000	1,010
604302D008	วัดวิสุทธิวรา	650177	1499228	34	26-30	16.16									18,706		14,600	

4.2 การสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดสภาพต้านทานไฟฟ้า แบบ 2 มิติ

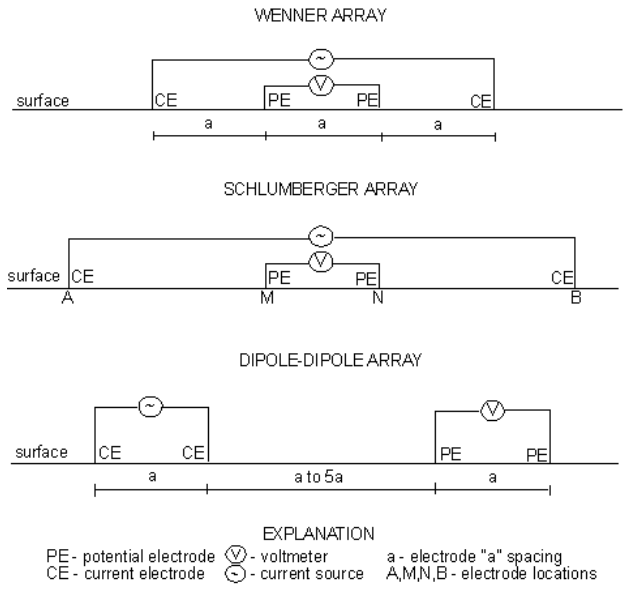
การสำรวจธรณีฟิสิกส์บนผิวดิน มีวัตถุประสงค์เพื่อหาขอบเขต ความลึก และความหนาของชั้นตะกอน หรือศึกษาบริเวณที่คาดว่าเป็นแนวรอยแตกหรือรอยเลื่อนในหินแข็ง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดขอบเขตระหว่างพื้นที่ที่รองรับด้วยหินแข็งกับพื้นที่ที่รองรับด้วยตะกอนร่วน ซึ่งจะนำไปใช้ประกอบการพิจารณาจุดเจาะสำรวจ ตลอดจนจำแนกคุณภาพน้ำบาดาลเบื้องต้น โดยการสำรวจด้วยวิธีวัดสภาพต้านทานไฟฟ้าสามารถจำแนกตามวิธีการและผลของการสำรวจได้ ดังนี้

การสำรวจวัดสภาพใต้ผิวดินด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ เป็นการวัดความต่างศักย์ที่เกิดจากการปล่อยกระแสไฟฟ้าลงไปในดินด้วยตัวกำเนิดกระแสไฟฟ้าตรง (direct current, DC) หรือใช้กระแสไฟฟ้าสลับทีมีความถี่ต่ำปล่อยลงไปในดินอย่างช้า ๆ คล้ายกระแสไฟฟ้าตรง มีการวัดระยะห่างของขั้วอิเล็กโทรดที่ใช้ปล่อยกระแสและวัดค่าความต่างศักย์แตกต่างกันจากนั้นนำมาคำนวณหาค่าสภาพความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ สิ่งที่มีผลต่อค่าการเปลี่ยนแปลงของความต่างศักย์และทางเดินของกระแสไฟฟ้า คือคุณสมบัติทางกายภาพของดิน-หิน ที่ประกอบด้วยแร่องค์ประกอบในเนื้อดิน-หิน รูพรุนของเหลวในรูพรุน หรือองค์ประกอบอื่น ๆ ที่มีอยู่ในเนื้อดิน-หิน

การแปลความหมายของการสำรวจด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ จะแปลข้อมูลแบบสร้างภาพตัดขวางสภาพใต้ผิวดินในรูปแนวดิ่ง ผลที่ได้จากการสำรวจช่วยให้การแปลความหมายง่ายขึ้น เนื่องจากมีการเก็บข้อมูลที่ทำให้ได้เป็นภาพตัดขวาง สามารถมองเห็นค่าความผิดปกติชัดเจนและมีความต่อเนื่อง โดยสามารถทำได้ไม่ว่าจะวางขั้วไฟฟ้าในลักษณะใด ซึ่งรูปแบบการจัดวางขั้วไฟฟ้าที่ใช้แพร่หลายในปัจจุบัน ได้แก่ การจัดวางรูปแบบชลัมเบอร์เจอร์ (Schlumberger Configuration) รูปแบบเวนเนอร์ (Wenner Configuration) และรูปแบบไดโพล-ไดโพล (Dipole-dipole Configuration) ดังแสดงในรูปที่ 4-8

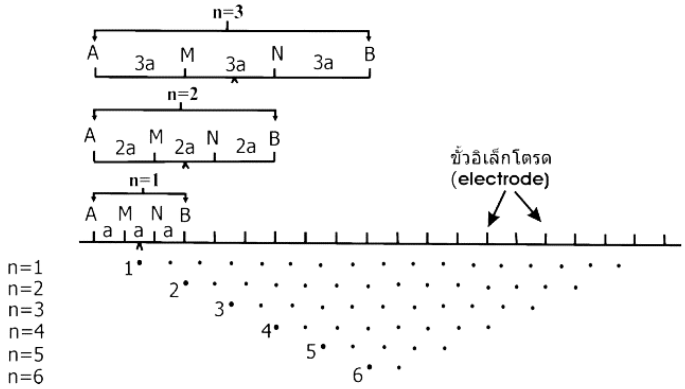


(ก)

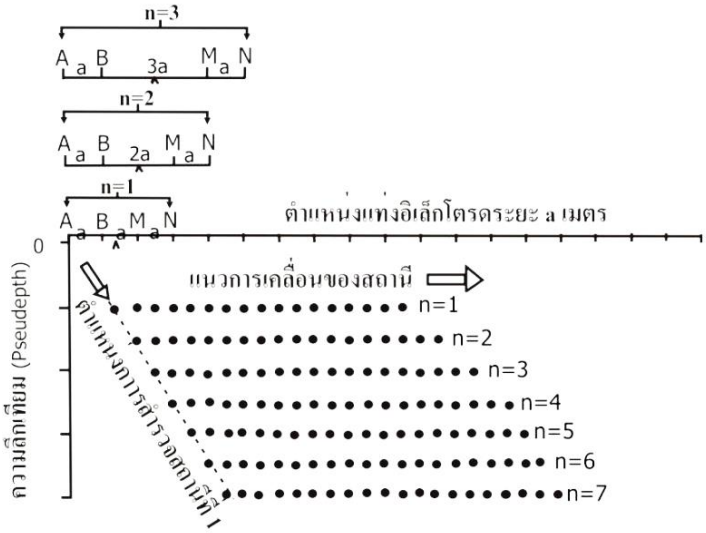


(ข)

รูปที่ 4-8 (ก) หลักการสำรวจวัดสภาพต้านทานไฟฟ้าของชั้นดินชั้นหิน
(ข) การจัดวางขั้วไฟฟ้าในรูปแบบต่าง ๆ (Vogelsang, 1995)



(ก)



(ข)

รูปที่ 4-9 รูปแบบของการเก็บข้อมูลการสำรวจวัดค่าของสภาพต้านทานไฟฟ้า (ก) แบบ 2 มิติ สำหรับสร้างภาพตัดขวางแบบละเอียด (imaging) (ข) แบบ 2 มิติ สำหรับสร้างภาพตัดขวางแบบหยาบ (conventional profiling) (เพียงตา สาตรักษ์, 2550)

การสำรวจด้วยวิธีวัดสภาพต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ

การสำรวจด้วยวิธีวัดสภาพต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ เป็นการสำรวจสร้างภาพตัดขวางสภาพใต้ผิวดินในรูปแนวดิ่ง สามารถมองเห็นค่าความผิดปกติชัดเจน และมีความต่อเนื่อง มีเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจวัดสภาพต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ ได้แก่ เครื่องมือวัดค่าของสภาพต้านทานไฟฟ้า (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 เครื่องตรวจวัดค่า

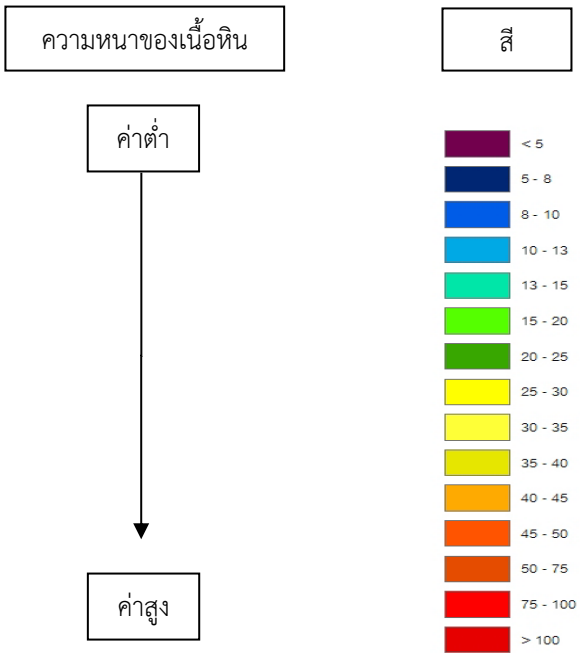
พิกัดภูมิศาสตร์พื้นผิวโลกโดยระบบดาวเทียม (GPS) บัวรดน้ำ ร่มพร้อมหลักร่ม แบตเตอรี่ และตลับเมตร ดังแสดงในรูปที่ 4-10

รูปที่ 4-10 เครื่องมือสำรวจวัดค่าของสภาพต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ

สำหรับการแปลความหมายข้อมูล ค่าของสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏ (apparent resistivity) จะแปรผันตามค่าความหนาแน่นของชั้นหิน บริเวณที่มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าสูงกว่า จะมีความหนาแน่น หรือมีรอยแตกน้อยกว่าบริเวณที่มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏต่ำ ดังนั้น การกำหนดว่าบริเวณใดเป็นหินที่มีความหนาแน่นเท่าไร จึงสามารถกำหนดได้โดยตรงจากค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏที่วัดได้จากการสำรวจในภาคสนาม

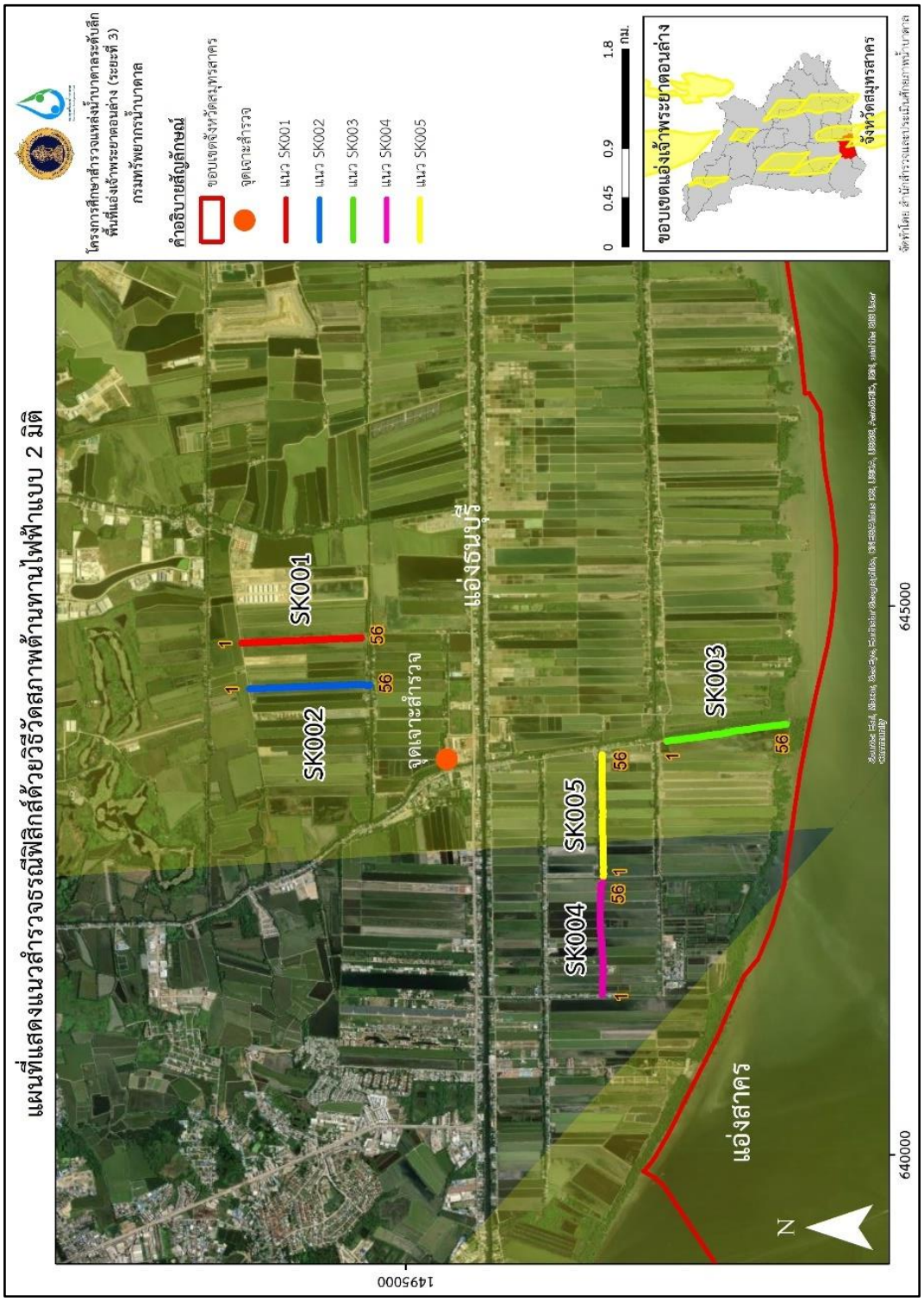
ข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลการสำรวจในการศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ ข้อมูลแผนที่แสดงค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่ระดับความลึกต่าง ๆ และข้อมูลที่ได้จากการสำรวจวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ ซึ่งข้อมูลทั้ง 2 ประเภท อาศัยหลักการการเขียนเส้นระดับ (contour) จากค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ที่ทำการวัดค่าได้ จากนั้นกำหนดช่วงของเส้นระดับ โดยใช้สีในการแสดงช่วงของค่าสภาพต้านทานต่าง ๆ

การใช้สีในการอ่านค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏ เป็นการแสดงถึงช่วงของค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏสีต่าง ๆ มิได้แสดงตายตัวว่า เป็นค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏในช่วงใดช่วงหนึ่ง แต่เป็นค่าเปรียบเทียบ (relative value) ของความหนาแน่นของหิน ที่ความลึกระดับใด ระดับหนึ่งจากผิวดิน ตัวอย่างความหนาแน่นของหินสามารถเปรียบเทียบกับสีต่าง ๆ ได้ ดังแสดงในรูปที่ 4-11



รูปที่ 4-11 การใช้สีแสดงช่วงของค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏ

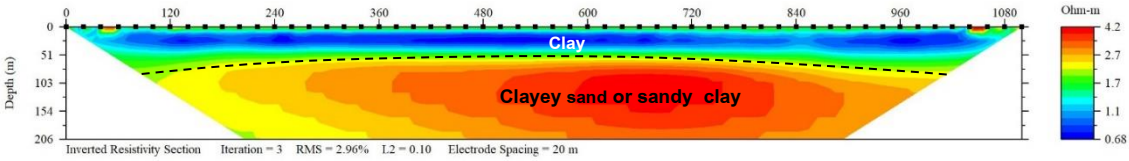
สำหรับผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีวัดสภาพต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ คณะสำรวจได้ดำเนินการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดสภาพต้านไฟฟ้าจำเพาะแบบ 2 มิติ จำนวนทั้งหมด 5 จุด ได้แก่ จุดสำรวจ SK001, SK002, SK003, SK004 และ SK005 ดังแสดงในรูปที่ 4-12 และการแปลข้อมูลภาคตัดขวาง 2 มิติ โดยใช้โปรแกรม AGI EarthImager™ 2D ในการประมวลผล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



รูปที่ 4-12 แสดงแนวสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดสภาพต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ

1) แนวสำรวจ SK001 กำหนดแนวสำรวจบริเวณทิศเหนือของวัดสหกรณ์โฆสิตาราม แนวสำรวจตามแนวทิศเหนือ-ใต้ ระยะห่างระหว่างอิเล็กโทรด (electrode) เท่ากับ 20 เมตร สามารถกำหนดความลึกได้ 206 เมตร ระยะทางเท่ากับ 1,100 เมตร ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่วัดได้มีค่าระหว่าง 0.68 - 4.2 โอห์ม-เมตร

ผลการประมวลผลแสดงดังในรูปที่ 4-13 พบว่า บริเวณที่ระดับความลึก 0-52 เมตร มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าระหว่าง 0.68-1.70 โอห์ม-เมตร เป็นดินชั้นบนและชั้นดินเหนียว ที่ระดับความลึก 52-206 เมตร มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าระหว่าง 1.20-4.20 โอห์ม-เมตร คาดว่าเป็นชั้นดินทรายปนดินเหนียวมีน้ำเค็มแทรก ดังแสดงในรูปที่ 4-14

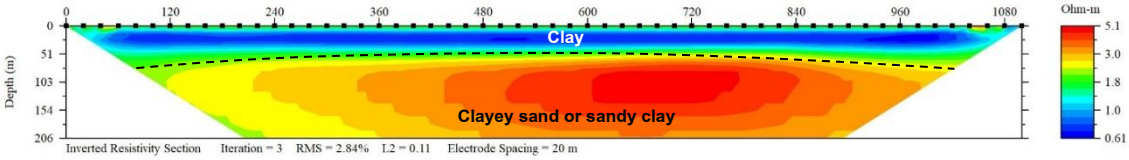


รูปที่ 4-13 ผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดสภาพต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ แนวสำรวจ SK001

รูปที่ 4-14 สภาพพื้นที่แนวสำรวจ SK001

2) แนวสำรวจ SK002 กำหนดแนวสำรวจบริเวณทิศเหนือของวัดสหกรณ์โฆสิตาราม แนวสำรวจตามแนวทิศเหนือ-ใต้ ระยะห่างระหว่างอิเล็กโทรด (electrode) เท่ากับ 20 เมตร สามารถกำหนดความลึกได้ 206 เมตร ระยะทางเท่ากับ 1,100 เมตร ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่วัดได้มีค่าระหว่าง 0.61-5.1 โอห์ม-เมตร

ผลการประมวลผลแสดงดังในรูปที่ 4-15 พบว่า บริเวณที่ระดับความลึก 0-52 เมตร มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าระหว่าง 0.61-1.80 โอห์ม-เมตร เป็นดินชั้นบนและชั้นดินเหนียว ที่ระดับความลึก 52-206 เมตร มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าระหว่าง 2.40-5.10 โอห์ม-เมตร คาดว่าเป็นชั้นดินทรายปนดินเหนียวมีน้ำเค็มแทรก ดังแสดงในรูปที่ 4-16

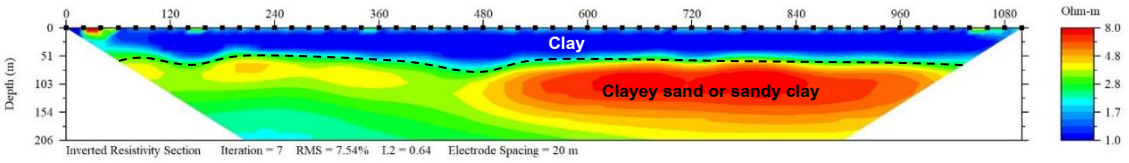


รูปที่ 4-15 ผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดสภาพต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ แนว SK002

รูปที่ 4-16 สภาพพื้นที่แนวสำรวจ SK002

3) แนวสำรวจ SK003 กำหนดแนวสำรวจบริเวณทิศเหนือของวัดสหกรณ์โฆสิตาราม แนวสำรวจตามแนวทิศเหนือ-ใต้ ระยะห่างระหว่างอิเล็กโทรด (electrode) เท่ากับ 20 เมตร สามารถกำหนดความลึกได้ 206 เมตร ระยะทางเท่ากับ 1,100 เมตร ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่วัดได้มีค่าระหว่าง 1.0-8.0 โอห์ม-เมตร

ผลการประมวลผลแสดงดังในรูปที่ 4-17 พบว่า บริเวณที่ระดับความลึก 0-64 เมตร มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าระหว่าง 1.0-2.8 โอห์ม-เมตร เป็นดินชั้นบนและชั้นดินเหนียว ที่ระดับความลึก 64-206 เมตร มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าระหว่าง 2.0-8.0 โอห์ม-เมตร คาดว่าเป็นชั้นดินทรายปนดินเหนียว มีน้ำเค็มแทรก ดังแสดงในรูปที่ 4-18

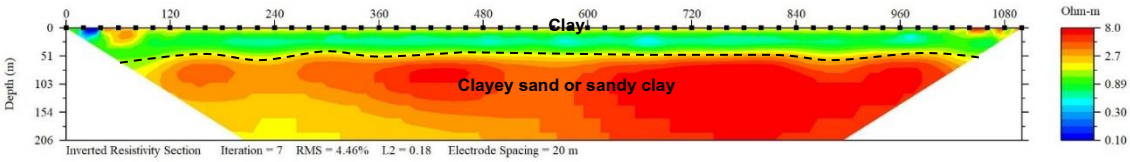


รูปที่ 4-17 ผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดสภาพต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ แนว SK003

รูปที่ 4-18 สภาพพื้นที่แนวสำรวจ SK003

4) แนวสำรวจ SK004 กำหนดแนวสำรวจบริเวณริมถนนทางทิศใต้ของวัดสหกรณ์โฆสิตาราม แนวสำรวจตามแนวทิศตะวันตก-ตะวันออก ระยะห่างระหว่างอิเล็กโทรด (electrode) เท่ากับ 20 เมตร สามารถกำหนดความลึกได้ 206 เมตร ระยะทางเท่ากับ 1,100 เมตร ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่วัดได้มีค่าระหว่าง 0.1-8.0 โอห์ม-เมตร

ผลการประมวลผลแสดงดังในรูปที่ 4-19 พบว่า บริเวณที่ระดับความลึก 0-50 เมตร มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าระหว่าง 0.10-0.89 โอห์ม-เมตร เป็นดินชั้นบนและชั้นดินเหนียว ที่ระดับความลึก 50-206 เมตร มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าระหว่าง 1.8-8.0 โอห์ม-เมตร คาดว่าเป็นชั้นดินทรายปนดินเหนียว มีน้ำเค็มแทรก ดังแสดงในรูปที่ 4-20

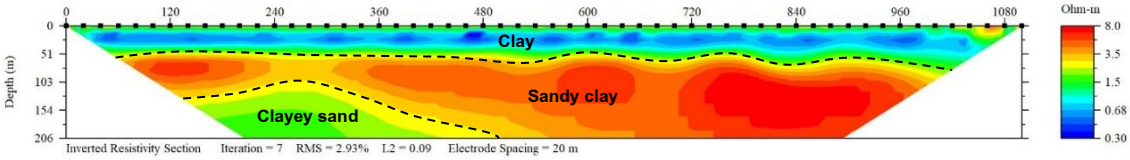


รูปที่ 4-19 ผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ แนว SK004

รูปที่ 4-20 สภาพพื้นที่แนวสำรวจ SK004

5) แนวสำรวจ SK005 กำหนดแนวสำรวจบริเวณริมถนนทางทิศใต้ของวัดสหกรณ์โฆสิตาราม ต่อจากแนวสำรวจ SK004 แนวสำรวจตามแนวทิศตะวันตก-ตะวันออก ระยะห่างระหว่างอิเล็กโทรด (electrode) เท่ากับ 20 เมตร สามารถกำหนดความลึกได้ 206 เมตร ระยะทางเท่ากับ 1,100 เมตร ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่วัดได้มีค่าระหว่าง 0.30-8.0 โอห์ม-เมตร

ผลการประมวลผลแสดงดังในรูปที่ 4-21 พบว่า บริเวณที่ระดับความลึก 0-52 เมตร มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าระหว่าง 0.30-1.50 โอห์ม-เมตร เป็นดินชั้นบนชั้นดินเหนียว และที่ระดับความลึก 52-206 เมตร มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าระหว่าง 2.5-8.0 โอห์ม-เมตร คาดว่าเป็นชั้นดินทรายปนดินเหนียวมีน้ำเค็มแทรก ดังแสดงในรูปที่ 4-22



รูปที่ 4-21 ผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดสภาพต้านทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ แนว SK005

รูปที่ 4-22 สภาพพื้นที่แนวสำรวจ SK005

สำหรับการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลของการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดสภาพต้านทานไฟฟ้า แบบ 2 มิติ พื้นที่ศึกษา ในพื้นที่บริเวณอำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร สามารถแบ่งชั้นดินชั้นหินตามผลการสำรวจออกได้เป็น 2 ชั้น คือ

1) ชั้นดินด้านบนและชั้นดินเหนียว แสดงค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า 1.0-5.0 โอห์ม-เมตร พบที่ความลึก 0-52 เมตร เป็นส่วนใหญ่

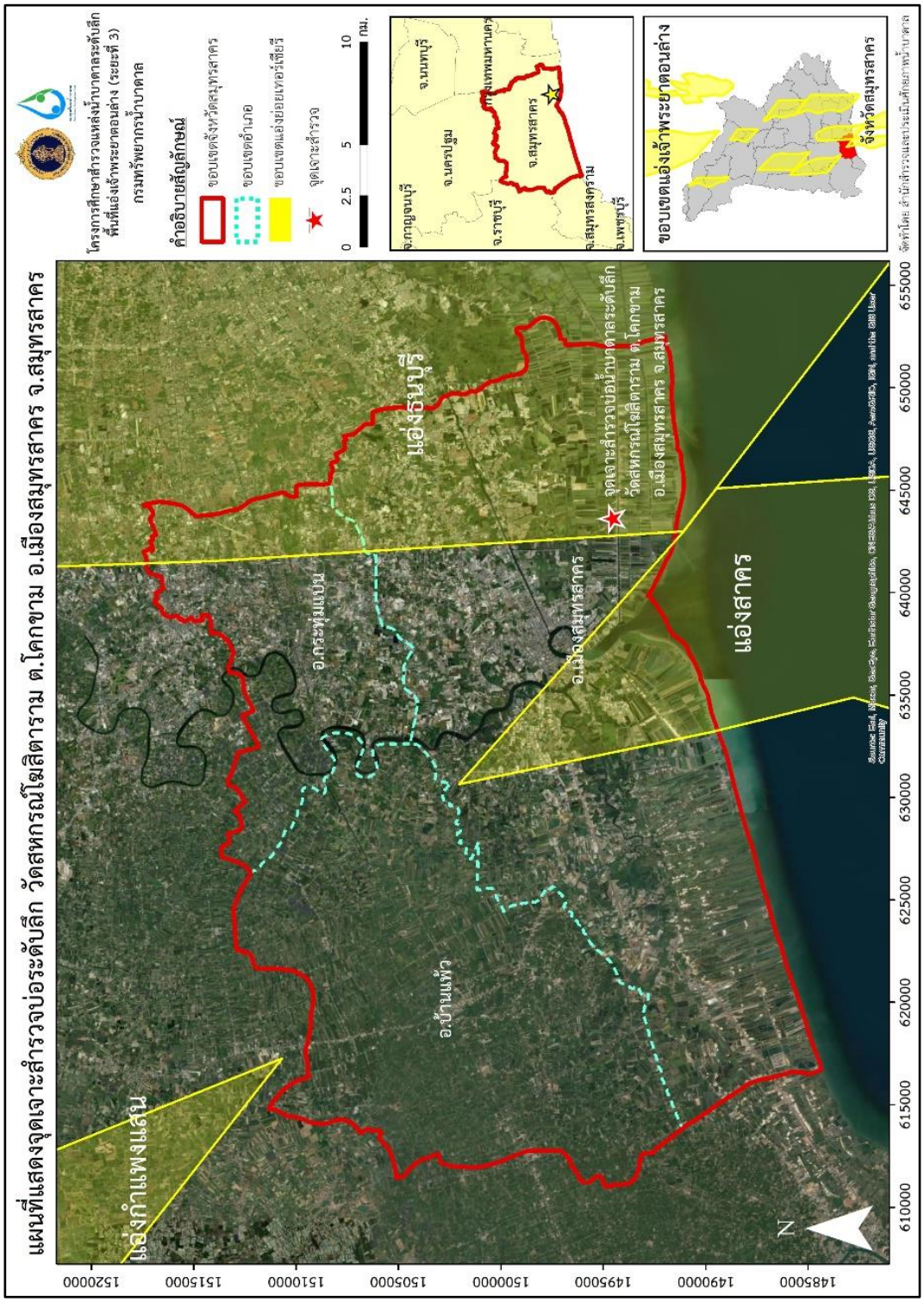
2) ชั้นตะกอนทรายปนดินเหนียว อยู่ต่อเนื่องจากชั้นดินเหนียว แสดงค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า 1.5-10 โอห์ม-เมตร กระจายตัวที่ระดับความลึกตั้งแต่ 52-206 เมตร

โดยการสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีวัดสภาพต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ (Resistivity survey) สิ่งที่มีผลต่อค่าการเปลี่ยนแปลงของความต่างศักย์และการเดินของกระแสไฟฟ้าคือ คุณสมบัติทางกายภาพของดิน-หินที่ประกอบด้วยแร่องค์ประกอบในเนื้อดิน-หิน รูพรุน ของเหลวในรูพรุน หรือ

องค์ประกอบอื่น ๆ ที่มีอยู่ในเนื้อดิน-หิน แต่เนื่องจากหินมีช่องว่าง ซึ่งมีน้ำและสารละลายกักเก็บอยู่ น้ำหรือสารละลายเหล่านี้จึงเป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าให้สามารถไหลผ่านในชั้นดิน-หินได้ ดังนั้น สภาพต้านทานไฟฟ้าจำเพาะจึงขึ้นอยู่กับตัวแปรหรือปัจจัยที่สำคัญ 2 ประการ คือ ประการแรก การนำไฟฟ้าของน้ำ หรือสารละลายที่แทรกอยู่ ขึ้นอยู่กับปริมาณแร่ธาตุที่ละลายอยู่หรือขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำ ประการที่สอง ปริมาณของสารละลายที่แทรกอยู่ในช่องว่างจะขึ้นอยู่กับค่าความพรุนตลอดจนสภาวะที่หินนั้นอยู่ พบว่า ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าจำเพาะจริงน้อยสุด-มากสุด ของชั้นดิน-ชั้นหินอุ้มน้ำแบบไร่แรงดันที่มีน้ำเค็มแทรกในเนื้อดิน มีค่าสภาพต้านไฟฟ้าจำเพาะจริงคาบเกี่ยวกัน ดินเหนียวปนทรายมีสภาพต้านทานไฟฟ้าจำเพาะจริง ระหว่าง 0.25-3.10 โอห์ม-เมตร ทรายปนดินเหนียวมีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าจำเพาะจริง ระหว่าง 1.30-7.80 โอห์ม-เมตร หากพบวาชั้นที่คาดว่าใหน้ำเป็นดินเหนียวปนทรายมีค่าสภาพต้านทานจริงต่ำกวา 3.10 โอห์ม-เมตร มีโอกาสที่จะพบน้ำบาดาลเค็มสูง (เพียงตา สาตรักษ์, 2550)

4.3 การเจาะสำรวจ

โครงการศึกษาสำรวจแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง (ระยะที่ 3) มีเป้าหมายเพื่อศึกษาและสำรวจชั้นน้ำบาดาลระดับลึก และชั้นน้ำบาดาลใหม่ ศึกษาสภาพธรณีวิทยา ธรณีโครงสร้างศาสตร์น้ำบาดาลใหม่ ที่ระดับความลึก 600 - 1,000 เมตร พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง พัฒนางานเจาะสำรวจน้ำบาดาลระดับลึก และพัฒนาบุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล โดยใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ทันสมัย ให้มีความพร้อมในการรับมือปัญหาการขาดแคลนน้ำ และความต้องการใช้น้ำที่เพิ่มสูงขึ้นในปัจจุบัน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้



รูปที่ 4-23 จุดเจาะบ่อสำรวจน้ำบาดาลระดับลึก ณ วัดสหกรณ์โฆสิตาราม อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร

4.3.1 เครื่องจักรกล อุปกรณ์ และวัสดุในการเจาะ

1. ชุดเครื่องจักรกล

1.1) เครื่องเจาะผสมแบบใช้น้ำและลม (Direct Rotary) ชนิด Top Head Drive ยี่ห้อ MASSENZA รุ่น MI 45 สมรรถนะเจาะได้ลึก 1,000 เมตร สามารถเจาะได้ทั้ง 3 ระบบ คือ

• ระบบหมุนตรงเจาะด้วยลม (Down the Hole Hammer Down, DTH) ขนาดหลุมเจาะไม่น้อยกว่า 8 1/2 นิ้ว ที่ความลึกการเจาะไม่น้อยกว่า 500 เมตร ด้วยก้านเจาะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 4 1 /2 นิ้ว

• ระบบหมุนตรงเจาะด้วยน้ำโคลน (Direct Circulation System, DC) ขนาดหลุมเจาะไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว ที่ความลึกการเจาะไม่น้อยกว่า 1,000 เมตร ด้วยก้านเจาะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 4 1/2 นิ้ว

• ระบบหมุนเจาะดูดกลับแบบใช้ลมช่วยเจาะ (Air Reverse Circulation System, ARC) ขนาดหลุมเจาะไม่น้อยกว่า 16 นิ้ว ที่ความลึกการเจาะไม่น้อยกว่า 600 เมตร ด้วยก้านเจาะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว ดังแสดงในรูป 4-24

รูปที่ 4-24 เครื่องเจาะบ่อน้ำบาดาล ยี่ห้อ MASSENZA รุ่น MI 45

1.2) แท่นของเครื่องเจาะฯ (RIG FRAME) โครงสร้างใช้เหล็กกล้าเชื่อมประกอบต่อกันอย่างแข็งแรงพื้นปูด้วยแผ่นเหล็กมีความหนาแผ่น 4.0 มิลลิเมตร พื้นเหล็กเป็นพื้นเหล็กลายหรือพื้นเรียบติดวัสดุกันลื่นในบริเวณพื้นที่จำเป็นเพื่อความปลอดภัยในการทำงาน ทำหน้าที่เป็นแท่นสำหรับรองรับ

การติดตั้งอุปกรณ์ประกอบการเจาะบ่อน้ำบาดาลต่างๆ ที่ใช้ในการเจาะบ่อน้ำบาดาล โดยติดตั้งแท่นเครื่องเจาะบ่อน้ำบาดาลบนรถกึ่งพ่วง 3 เพลา เคลื่อนย้ายโดยรถยนต์บรรทุกรถหัวลาก ดังแสดงในรูปที่ 4-25

รูปที่ 4-25 แท่นเครื่องเจาะ (RIG FRAME)

1.3) ชุดหัวหมุน (Rotary Top Head) ทำหน้าที่ส่งพลังงานการหมุน (Power Swivel) เพื่อหมุนขับก้านเจาะให้หมุน อีกทั้งยังเป็นทางผ่านของน้ำโคลน มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 6 นิ้ว ผ่านรูก้านเจาะไปยังหัวเจาะขณะปฏิบัติการเจาะ ชุดหัวหมุน (Rotary Head) เป็นแบบ Top Head Top Head Drive ดังแสดงในรูป 4-26 มีลักษณะการทำงาน ดังนี้

- ขับเคลื่อนด้วยระบบไฮดรอลิก สามารถหมุนตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกา
- กรณีเป็นมอเตอร์ไฮรอลิกชนิดผันแปร (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 55,676กิโลกรัม
- การเคลื่อนไหวตัวของชุดหัวหมุน (Rotary Head) ขับเคลื่อนด้วยระบบไฮดรอลิก สามารถเลื่อนออกด้านข้างจากแนวศูนย์กลางของหลุมเจาะ เพื่อความสะดวกในการขันประกอบลงท่อกรุบ่อ หรือถอดก้านเจาะ หรือเมื่อประกอบติดตั้งอุปกรณ์บ่อน้ำบาดาล

รูปที่ 4-26 ชุดหัวหมุน (Rotary Top Head)

1.4) แขนกล (Mechanical arm) ทำหน้าที่ประกอบต่อและถอดก้านเจาะเข้ากับชุดหัวหมุน (Rotary Head) เพื่อลดความเสี่ยงจากอุบัติเหตุจากการใช้คนมาคอยยกก้านเจาะ ขับเคลื่อนด้วยระบบไฮดรอลิกโดยช่างผู้ควบคุมการเจาะเป็นผู้ควบคุมการทำงานของแขนกลจากชุดควบคุมรีโมตคอนโทรล (Remote control) ดังแสดงในรูปที่ 4-27 ลักษณะการทำงานของแขนกล (Mechanical arm) มีดังนี้

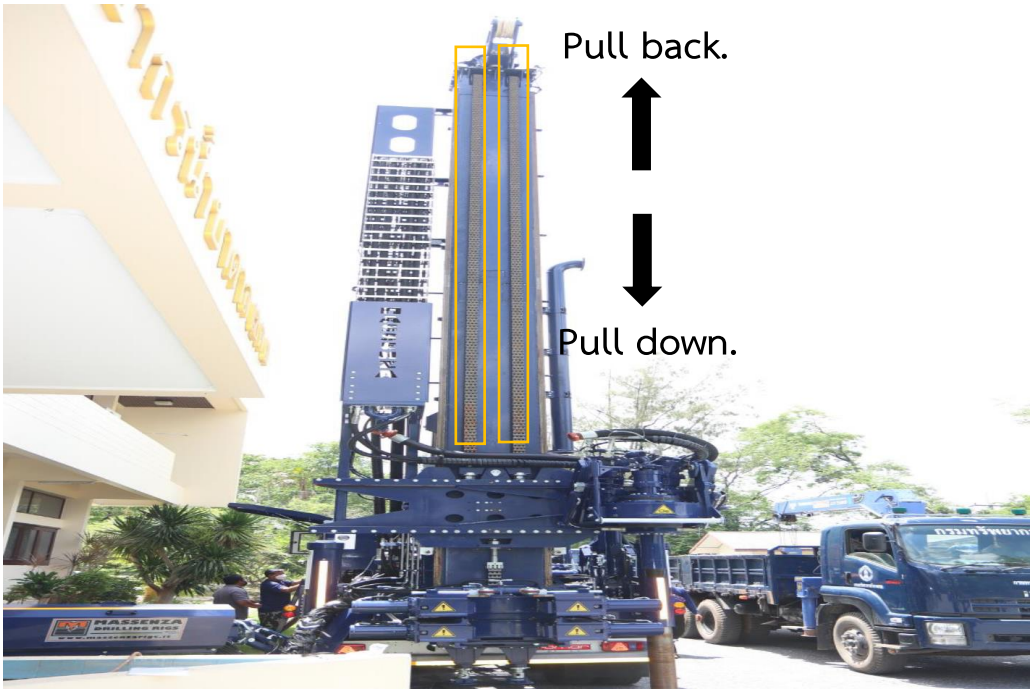
• มีลักษณะเป็นมือจับ ทำหน้าที่จับก้านเจาะและส่งก้านเจาะจากแท่นสำหรับวางเรียงก้านเจาะ โดยชุดหัวหมุน (Power Swivel) เลื่อนมาเพื่อรับการต่อหรือถอดก้านเจาะ

• แท่นวางเรียงก้านเจาะ จะติดตั้งแยกห่างจากแท่นเจาะ (Rig Frame) ในระยะที่สะดวกต่อแขนกลจะสามารถหยิบส่งก้านเจาะได้

รูปที่ 4-27 แขนกล (Mechanical arm)

1.5) ระบบกดและดึง (Pull down/Pull back) ดังแสดงในรูปที่ 4-28 ทำหน้าที่กดหรือดึงชุดหัวหมุนที่ประกอบกับก้านเจาะให้ยกขึ้นหรือกดลงในหลุมเจาะระหว่างการเจาะ โดยการทำงานของระบบกด (Pull Down) และระบบดึง (Pull Back) ขับเคลื่อนด้วยกระบอกไฮดรอลิคแบบสองจังหวะ (Double Acting Hydraulic Cylinder) ทำงานร่วมกับระบบโซ่เพื่อดึงหรือกดชุดหัวหมุน ซึ่งระหว่างการกดหรือดึงต้องทำงานอย่างราบเรียบด้วยระบบ Advancement Adjustable Drilling Feed System ซึ่งความสามารถของระบบกด (Pull Down) และระบบดึง (Pull Back) มีดังนี้

- แรงดึงสูงสุด (Pull Back) 45,887 กิโลกรัม
- แรงกดสูงสุด (Pull Down) 21,414 กิโลกรัม
- ความเร็วในการดึงขึ้น (Pull Back) สูงสุด 25 เมตรต่อนาที
- ความเร็วในการกดลง (Pull Down) สูงสุด 54 เมตรต่อนาที
- ระยะ Feed Stroke 8.4 เมตร



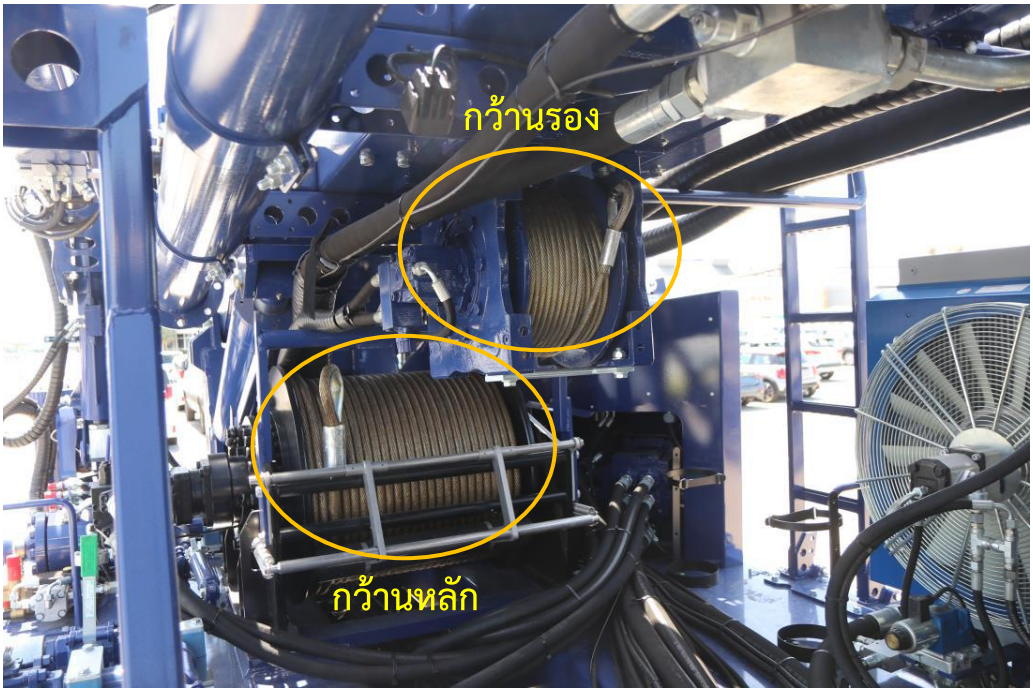
รูปที่ 4-28 ระบบกดและดึง (Pull down/Pull back)

1.6) กว้านหลัก และกว้านรอง (Main Drum Draw Works/Auxiliary Winch) ดังแสดงในรูปที่ 4-29

1.6.1) กว้านหลัก (Draw Works or Main Drum) เป็นกว้านชนิด Single Drum ทำหน้าที่ยกหรือแขวนก้านเจาะ ท่อกรุบ่อน้ำบาดาล หรืออุปกรณ์ประกอบการเจาะอื่นๆ ให้ลงหรือขึ้นจากหลุมเจาะ ขับเคลื่อนด้วยระบบไฮดรอลิก มีเบรกนิรภัยอัตโนมัติและสามารถปล่อยลวดสลิงเป็นแบบระบบ Automatic Fail-Safe Brake ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลวดสลิง 24 มิลลิเมตร ความยาวสลิง 180 เมตร ความสามารถของกว้านหลัก (Draw Works) มีดังนี้

- แรงฉุดลากของสลิงเส้นเดี่ยว 15,600 กิโลกรัม หรือ 34,392 ปอนด์
- ที่ความเร็วสูงสุดของสลิงเส้นเดี่ยว 38 เมตร/นาที

1.6.2) กว้านรอง (Auxiliary Winch) ทำหน้าที่ยกก้านเจาะ ยกก้านถ่วงน้ำหนัก หรือยกวัสดุอุปกรณ์อื่นๆ กว้านรองจะติดตั้งบนเสากระโดงและขับเคลื่อนด้วยระบบไฮดรอลิก สามารถทำงานแบบ Forward และ Reverse Control มีระบบเบรกนิรภัยแบบ Integral Fail-Safe Brake มีชุดปรับกดลวดสลิงและเรียงลวดสลิงให้เป็นระเบียบในแนวระนาบเดียวกับกว้าน พร้อมลวดสลิงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร ยาว 50 เมตร ความสามารถของกว้านรอง (Auxiliary Winch) คือ กำลังการฉุดลากสูงสุดของสลิงเส้นเดี่ยว 3,161 กิโลกรัม หรือ 6,968 ปอนด์

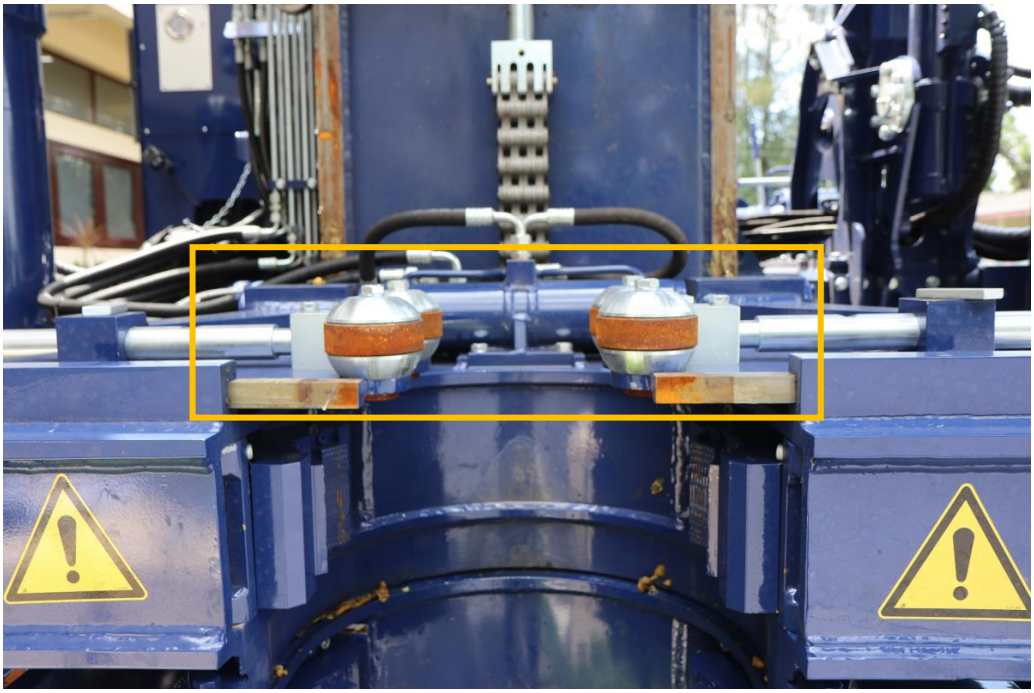


รูปที่ 4-29 กว้านหลัก และกว้านรอง (Main Drum Draw Works/Auxiliary Winch)

1.7) เสากระโดง (Drill Mast) ดังแสดงในรูปที่ 4-30 ทำหน้าที่เป็นเสมือนหลักสำหรับยึดและติดตั้งอุปกรณ์อื่นๆ ที่ต้องทำงานขึ้นลงในแนวดิ่งเพื่อส่งอุปกรณ์ทำงานขึ้นลงหลุมเจาะ เช่น ชุดหัวหมุน (Rotary Head) ก้านเจาะ และท่อกรุบ่อน้ำบาดาล เป็นต้น เสากระโดงสามารถยกตั้งและพับเก็บได้ ความสูงของเสากระโดงมีความเหมาะสมในการทำงานสำหรับการลงท่อกรุหรือท่อกรอง ด้านบนสุดของเสากระโดงติดตั้งรอกชนิด Crown Block ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอก 390 มิลลิเมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว ชุดรอกบนมีความสามารถรับน้ำหนักได้ 55,000 กิโลกรัม

รูปที่ 4-30 เสากระโดง (Drill Mast)

1.8) ชุดประคองก้านเจาะ ทำหน้าที่ประคองก้านเจาะให้อยู่ศูนย์กลางของหลุมเจาะได้ตลอดเวลาเป็นแบบลูกกลิ้ง (Roller) (Roller) จำนวน 4 ตัว ดังแสดงในรูปที่ 4-31 ตั้งอยู่ด้านบนของชุดประแจถอดก้านเจาะและติดยึดกับบริเวณฐานเสากระโดง หรือติดกับเสากระโดง การทำงานขับเปิด-ปิดเพื่อประคองก้านเจาะด้วยกระบอกไฮดรอลิก



รูปที่ 4-31 ชุดประคองก้านเจาะ

1.9) ชุดประแจถอดก้านเจาะ ดังแสดงในรูปที่ 4-32 ทำหน้าที่ถอดและต่อก้านเจาะ ติดตั้งอยู่ด้านล่างของชุดประคองก้านเจาะติดกับบริเวณฐานเสากระโดง มีลักษณะเป็นประแจคู่แบบ Hydraulic Double System ความสามารถของชุดประแจถอดก้านเจาะมี ดังนี้

- ขับด้วยกระบอกไฮดรอลิก จำนวน 5ตัว
- สามารถถอดและประกอบต่อก้านขณะเจาะง่าย สะดวกและมีประสิทธิภาพ
- ระบบไฮดรอลิกมีวาล์วนิรภัยกันการไหลย้อนกลับของน้ำมันไฮดรอลิก (Safety Check Valves) เพื่อป้องกันการคลายตัวของกระบอกไฮดรอลิกที่ทำให้ก้านเจาะหลุดตกลงหลุมเจาะ
- สามารถจับก้านเจาะหรือจับท่อตั้งแต่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ถึง 20 นิ้ว
- แรงบีบเพื่อจับก้านเจาะได้ 36,914 กิโลกรัม
- แรงบิดเพื่อขันต่อหรือขันถอดก้านเจาะสูงสุด 11,216 กิโลกรัม-เมตร
- สามารถปรับตั้งแรงบีบและแรงบิดเพื่อขันเกลียวถอดหรือต่อก้านเจาะให้เหมาะสมกับขนาดและน้ำหนักของก้านเจาะที่อยู่ในบ่อได้
- สามารถเสียบเหล็กล็อกก้านเจาะ (Blocking Key) เพื่อล็อกก้านเจาะไม่ให้ก้านเจาะตกลงภายในหลุมเจาะ

รูปที่ 4-32 ชุดประแจถอดก้านเจาะ

1.10) แม่แรงไฮดรอลิกปรับระดับ (Leveling Jacks) ทำหน้าที่ยกปรับระดับแท่นเจาะ ให้มีระดับเหมาะสมต่อการทำงาน มีจำนวน 4 ชุด แบ่งเป็นตอนหน้า 2 ชุด ซ้ายและขวา ตอนหลัง 2 ชุด ซ้ายและขวา พร้อมแผ่นเหล็กรองรับ แต่ละชุดสามารถควบคุมได้โดยอิสระ ดังแสดงในรูปที่ 4-33

รูปที่ 4-33 แม่แรงไฮดรอลิกปรับระดับ (Leveling Jacks)

1.11) ตู้ควบคุมการเจาะ (Control Unit) ทำหน้าที่เป็นชุดควบคุมการทำงานของเครื่องเจาะบ่อน้ำบาดาลการควบคุมการทำงานใช้เจ้าหน้าที่เป็นผู้ควบคุมผ่านตู้ควบคุม มีหน้าปัด มีปุ่มสวิตช์คันบังคับ และมาตรวัด (Gauge) ต่างๆ มีแผ่นป้ายแสดงสัญลักษณ์และข้อความภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษแสดงชื่อ หน้าที่ของปุ่มหรือคันบังคับ สถานะ และระดับการทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 4-34

รูปที่ 4-34 ตู้ความคุมการเจาะ (Control Unit)

1.12) เครื่องยนต์ต้นกำลังของเครื่องขุดเจาะบ่อน้ำบาดาล (Power Unit -Rig Deck Engine) เป็นเครื่องยนต์ใหม่และแยกเป็นอิสระจากเครื่องยนต์ของรถยนต์บรรทุกเครื่องเจาะบ่อน้ำบาดาล ทำหน้าที่ผลิตพลังงานเพื่อใช้จ่ายให้กับเครื่องเจาะในการเจาะบ่อน้ำบาดาล โดยเครื่องยนต์ติดตั้งบนแท่นเครื่องสำหรับวางเครื่องยนต์โดยเฉพาะ แท่นเครื่องติดตั้งบนพื้นของ Rig Frame อย่างมั่นคงแข็งแรง มีรายละเอียดดังนี้ ดังแสดงในรูปที่ 4-35

• เครื่องยนต์ต้นกำลัง (Power Unit) เป็นเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ จำนวนกระบอกลูกสูบ 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

รูปที่ 4-35 เครื่องยนต์ต้นกำลังของเครื่องขุดเจาะบ่อน้ำบาดาล (Power Unit -Rig Deck Engine)

1.13) ปั๊มน้ำโคลน (Mud Pump) ชนิด Slush Type แบบลูกสูบชัก (Duplex Reciprocating Type) สามารถสูบจ่ายน้ำโคลนได้ปริมาตร 790 ลิตร/นาที ที่ความดัน 20 บาร์ (หรือ 290 ปอนด์/ตารางนิ้ว) เป็นเครื่องอัดน้ำโคลนแรงดันสูง ผ่านลงไปในรูก้านเจาะและหัวเจาะ เพื่อพยุงเศษตะกอนขึ้นมาบนปากบ่อ ในระหว่างการเจาะบ่อ ดังแสดงรูปที่ 36

รูปที่ 4-36 ปั๊มน้ำโคลน (Mud pump)

1.14) ระบบหมุนเวียนน้ำโคลนสำหรับเจาะ ดังแสดงในรูปที่ 4-37 ทำหน้าที่หมุนเวียนน้ำโคลนจากหลุมเจาะเพื่อทำความสะอาดคัดเศษดิน หิน และตะกอนต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการเจาะขึ้นมากับน้ำโคลน มีอัตราการหมุนเวียนน้ำโคลน 2,600 ลิตรต่อนาที ระบบหมุนเวียนจะมีส่วนหลักแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

• ส่วนที่ 1 ทำหน้าที่ปรับปรุงคุณภาพน้ำโคลนเบื้องต้นโดยการคัดแยกกรวดและตะกอนทรายที่มีขนาดใหญ่ออกจากน้ำโคลน โดยการใช้ตะแกรงร่อนทำการคัดแยกสามารถแบ่งออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้

• ส่วนที่ 2 ทำหน้าที่คัดแยกตะกอนเบา ซึ่งอาจจะเป็นเศษดินที่แขวนลอยในน้ำโคลนออก โดยการอัดน้ำโคลนด้วยความเร็วการไหลที่สูงผ่านไซโคลนเพื่อการคัดแยก

• ส่วนที่ 3 ทำหน้าที่จัดเตรียมน้ำโคลนให้เหมาะสมต่อการเจาะเมื่อเริ่มต้นการเจาะ หรือจัดเตรียมน้ำโคลนสำรองสำหรับการเจาะ หรือรับน้ำโคลนจาก ส่วนที่ 2 เข้ามาเพื่อปรับปรุงเพื่อเพิ่มคุณสมบัติของน้ำโคลนในส่วนนี้จะมีการเติมดินเทียม หรือเบนโทไนท์ หรือสารต่าง ๆ เพื่อเพิ่มคุณสมบัติของน้ำโคลน

รูปที่ 4-37 ระบบหมุนเวียนน้ำโคลนสำหรับเจาะ

1.15) รถยนต์บรรทุกน้ำขนาด 12,000 ลิตร ดังแสดงในรูปที่ 4-38

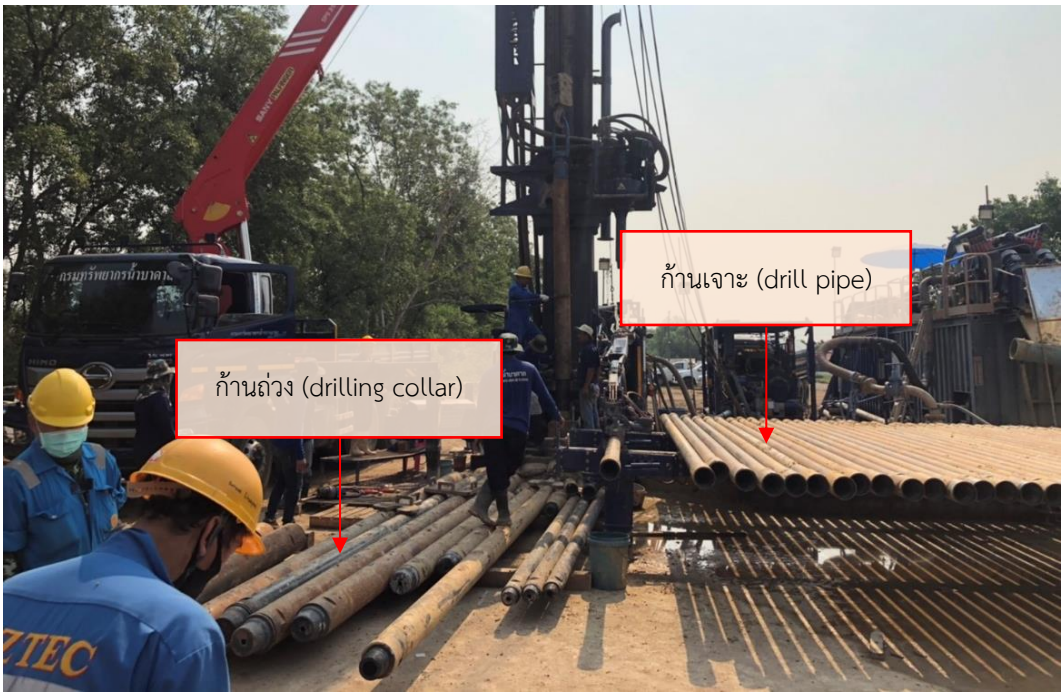
- ถังบรรทุกน้ำได้ 12,000 ลิตร พร้อมเครื่องสูบน้ำ, ชุดท่อดูด, ท่อส่งและอุปกรณ์
- แบ่งเป็นช่องบรรจุน้ำออก ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- มีความสามารถสูบน้ำได้ 1,450 ลิตรต่อนาที ทำแรงดันสูงสุด 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ที่ความเร็วรอบ 900 รอบต่อนาที

รูปที่ 4-38 รถยนต์บรรทุกน้ำขนาด 12,000 ลิตร

2. ชุดอุปกรณ์

2.1) ก้านเจาะ (Drill pipe) เป็นเหล็กกลวงกลมทำด้วยเหล็กเหนียวอย่างดี จึงสามารถทนทานแรงบิดและแรงดึงได้มาก ก้านเจาะมีความยาวก้านละ 6 เมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ 4 ½ นิ้ว ดังแสดงในรูปที่ 4-39

2.2) ก้านถ่วง (Drilling collar) เป็นตัวช่วยกดหัวเจาะให้เจาะได้เร็วและยังถ่วงน้ำหนักของก้านเจาะไม่แกว่งมากทำให้สามารถเจาะบ่อได้ตรง เนื่องจากน้ำหนักของก้านเจาะอย่างเดียวไม่สามารถถ่วงน้ำหนักให้ก้านเจาะไม่แกว่งหนีศูนย์กลางได้ ดังแสดงในรูป 4-39



รูปที่ 4-39 ก้านเจาะ (Drill pipe) และก้านถ่วง (Drilling collar)

2.3) หัวเจาะ (bits) ในการเจาะครั้งนี้มี 2 ชนิด ได้แก่ หัวเจาะแบบปีก (drag bit) มีรูปร่างคล้ายหางปลา ตอนปลายบานคล้ายปีก ตั้งแต่ 2-4 ปีก ปลายคมปีกแต่ละปีกชุบแข็งหรือฝังโลหะแข็ง เช่น ทังสเตนคาร์ไบด์ (tungsten carbide) ดังแสดงในรูปที่ 4-40 (ก) ซึ่งใช้เจาะในตะกอนดินเหนียว กรวด ทราย และหัวเจาะตะกอนแข็งหรือหินแข็ง (polycrystalline diamond compact, PDC) ดังแสดงในรูปที่ 4-40 (ข) มีฟันคล้ายใบมีด หัวเจาะแบบนี้เรียกอีกอย่างว่า fixed cutters bit กลไกการทำงานหัวเจาะ PDC ใช้หลักการเฉือนหรือ shear โดยตัวใบมีด cutter จะเฉือนปาดเอาเนื้อหินออกไปเป็นลิ่ม ใช้ในงานเจาะชั้นตะกอนแข็งหรือหินเข็ง และในงานเจาะน้ำมัน

รูปที่ 4-40 หัวเจาะ (bits) (ก) หัวเจาะแบบปีก (drag bit) (ข) หัวเจาะแบบใบมีด (PDC)

2.4) ชุดทดสอบคุณสมบัติน้ำโคลน เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติของน้ำโคลนที่ใช้ในการเจาะ โดยตรวจวัดค่าน้ำโคลนก่อน และระหว่างการเจาะ เพื่อให้น้ำโคลนมีความเหมาะสมในงานเจาะ ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้ ดังแสดงในรูปที่ 4-41

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

รูปที่ 4-41 ชุดทดสอบคุณสมบัติน้ำโคลน

ตารางที่ 4-4 ความหนืดของน้ำโคลนในการเจาะหินชนิดต่างๆ (NGWA, 2006)

ชนิดชั้นดิน-ชั้นหิน	ค่าความหนืด (เซนติพอยต์)
ดินเหนียว - ทรายละเอียด	30 - 45
ทรายขนาดปานกลาง	45 – 55
ทรายหยาบ	55 – 65
กรวด	65 – 75
กรวดหยาบ - ใหญ่	75 - 85

3. วัสดุในในการเจาะ

3.1) ท่อกันพัง (casing) เป็นท่อเหล็กทึบ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว และ 16 นิ้ว ช่วยในการป้องกันการพังทลายของผนังหลุมเจาะ ดังแสดงในรูปที่ 4-42

3.2) ประแจคอม้า ประแจโซ่ โดยประแจคอม้าเป็นอุปกรณ์ใช้ในการขันหรือหมุนเกลียวก้านเจาะหรือท่อขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-5 นิ้ว ตามขนาดและความเหมาะสม ดังแสดงในรูปที่ 4-43 (ก) ส่วนประแจโซ่จะใช้ในการขันท่อที่มีขนาดใหญ่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 5 นิ้วขึ้นไป ดังแสดงในรูปที่ 4-43 (ข)

รูปที่ 4-42 ท่อกันพัง (casing) 20 นิ้ว และท่อกันพัง (casing) 16 นิ้ว

รูปที่ 4-43 (ก) ประแจคอม้า (ข) ประแจโซ่

4.3.2 การเจาะบ่อสำรวจ

การเจาะบ่อบาดาลและสูบน้ำออกมาได้ตามความมุ่งหมาย ถือเป็นจุดหมายปลายทางของงานน้ำบาดาลที่ได้เริ่มต้นมาตั้งแต่การสำรวจ การวางแผน และการเจาะบ่อบาดาลที่ดีจะต้องเป็นผลเนื่องมาจากการสำรวจและวางแผนได้ดี ใช้เครื่องเจาะถูกต้อง พัฒนาบ่อถูกหลักและนำน้ำขึ้นมาใช้ด้วยวิธีการที่เหมาะสมตามหลักวิชาการ โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1) ปรับพื้นที่เพื่อวางรากฐานรถเจาะบ่อ

ปรับพื้นที่เพื่อทำฐานรากให้รถเจาะบ่อน้ำบาดาลระดับลึก เพื่อให้การเจาะบ่อน้ำบาดาลมีความปลอดภัยต่อรถเจาะบ่อบาดาลและอุปกรณ์ และมีประสิทธิภาพ จึงต้องทำการปรับพื้นที่ให้เรียบ และเทปูนทำฐานให้มั่นคงเพื่อรองรับน้ำหนักรถเจาะบ่อน้ำบาดาลระดับลึก รวมทั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ขณะปฏิบัติงานให้แข็งแรงและมั่นคง ขนาดของฐานรองรับน้ำหนักกว้าง 6 เมตร ยาว 18 เมตร หนา 30 เซนติเมตร เสริมด้วยเหล็กรับน้ำหนักอีก 2 ชั้น เพื่อให้มีความแข็งแรงมากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4-44

รูปที่ 4-44 ฐานรากเพื่อรองรับน้ำหนักรถเจาะ และอุปกรณ์

2) ขุดบ่อน้ำโคลน

เตรียมบ่อน้ำโคลนจำนวน 2 บ่อ ขนาดกว้าง 3 เมตร ยาว 5 เมตร ลึก 1.60 เมตร และขนาดกว้าง 3 เมตร ยาว 3 เมตร ลึก 1.6 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 4-45 เพื่อรองรับน้ำโคลนที่เป็นตัวกลางในการพยุงเศษชั้นดินตะกอนกรวดทรายต่าง ๆ ที่ถูกเจาะผ่านขึ้นมาสู่ผิวดิน และเป็นที่ดักตะกอนกรวด ทราย ที่ขึ้นมาระหว่างดำเนินการเจาะพักอยู่ในบ่อน้ำโคลน ก่อนที่จะนำไปสู่ระบบการเจาะอีกครั้ง

รูปที่ 4-45 การขุดเตรียมบ่อน้ำโคลน

3) การเจาะบ่อสำรวจระดับลึก

การเจาะบ่อสำรวจระดับลึกเริ่มจากการเตรียมรถเจาะและอุปกรณ์การเจาะพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่ที่รองรับด้วยตะกอนกรวดทราย จึงเลือกใช้การเจาะแบบน้ำโคลนด้วยเครื่องเจาะบ่อน้ำบาดาลแบบผสม Direct Rotary ชนิด Top Head Drive ใช้วิธีการเจาะแบบหมุนตรง (direct circulation, DC) โดยเศษดินและหินจะโดนแรงดันน้ำโคลน พยุงขึ้นสู่ปากบ่อ โดยมีขั้นตอนการเจาะบ่อสำรวจระดับลึก ดังนี้

1) เริ่มต้นเจาะบ่อน้ำบาดาลด้วยหัวปีกแบบ 3 ใบ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 21 ½ นิ้ว เจาะถึงความลึก 3 เมตร และลงท่อกันพัง (Casing) ขนาด 21 นิ้ว และดำเนินการผนึกซีเมนต์รอบท่อกันพัง เพื่อป้องกันการพังทลายของผนังหลุมเจาะที่เป็นชั้นดินอ่อนช่วงบนซึ่งมีโครงสร้างไม่แข็งแรงมากนัก

2) เจาะด้วยหัวเจาะปีกแบบ 4 ใบ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 ¼ นิ้ว เจาะถึงความลึก 30 เมตร

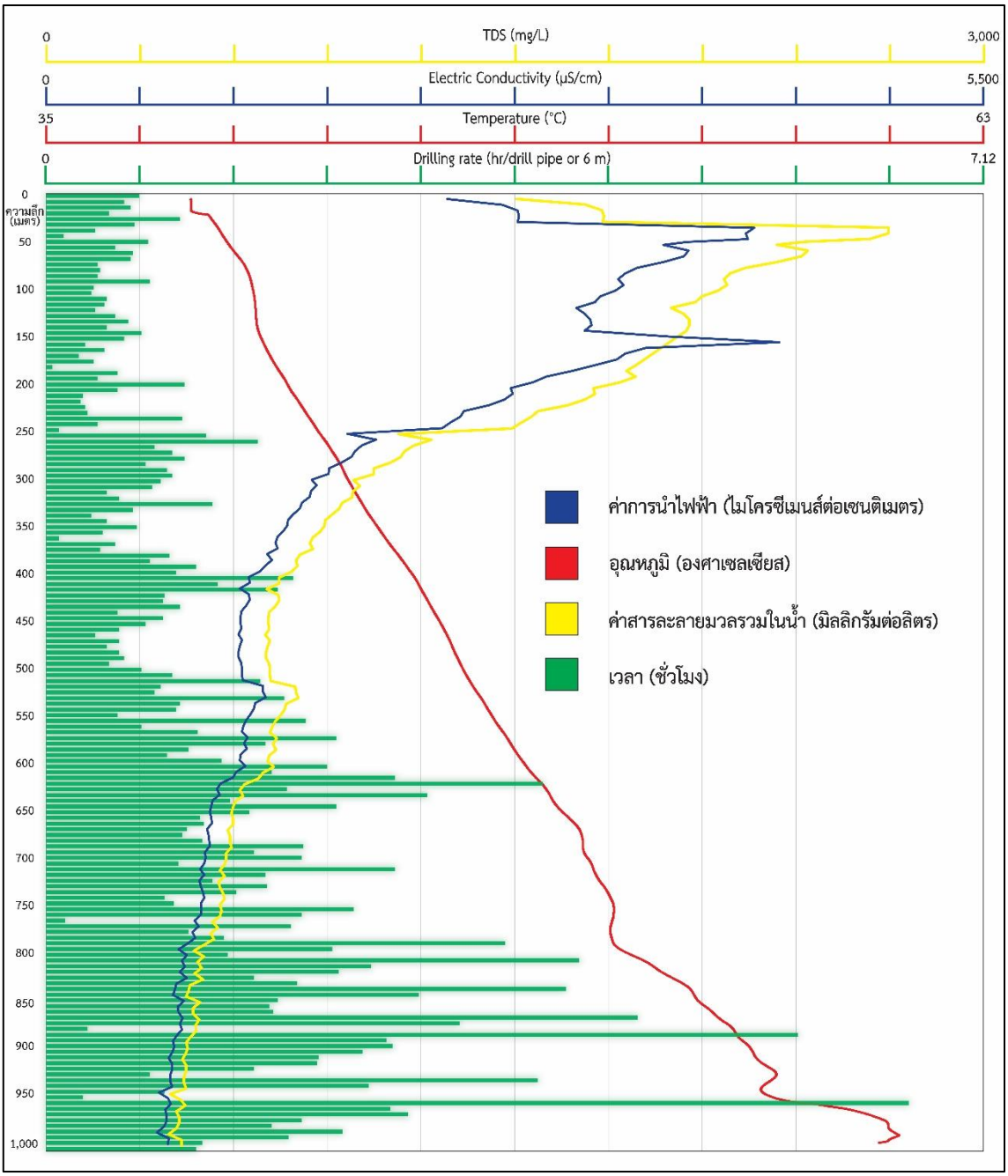
3) ถอนก้านเพื่อเปลี่ยนหัวเจาะปีก 3 ใบ ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 21 ½ นิ้ว เพื่อขยายขนาดหลุมเจาะ (Ream) และลงท่อกันพังแบบตะเข็บเกลียว (Spiral casing) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ลงได้ 18 เมตร และทำการผนึกซีเมนต์รอบท่อกันพังจนถึงระดับผิวดิน รอซีเมนต์แข็งตัวประมาณ 48 ชั่วโมง เพื่อให้โครงสร้างหลุมเจาะช่วงบนแข็งแรงไม่ทรุดตัวระหว่างการดำเนินงานเจาะ

4) เจาะต่อหัว Polycrystalline Dimond Compact (PDC) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 ½ นิ้ว เพื่อเจาะผ่านลงไปในชั้นดินต่าง ๆ จนถึงที่ความลึก 144 เมตร

5) ถอนก้านเพื่อเปลี่ยนหัวเจาะปีกแบบ 4 ใบ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 ¼ นิ้ว และ 18 ½ นิ้ว เพื่อขยายขนาดหลุมเจาะ และลงท่อกันพังแบบมีตะเข็บเกลียว ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว ที่ปลายท่อด้านล้างจะติดตั้งชุดวาล์ว Float Shoe ที่เป็นวาล์วกันย้อนกลับสำหรับการอัดซีเมนต์ ลงถึงความลึก 140 เมตร จากนั้นทำการอัดซีเมนต์ผ่านท่อหรือก้านเจาะไปยังหัวจ่ายเข้าชุดวาล์ว Float Shoe จนล้นและผนึกระหว่างรอบท่อกันพังด้านนอกกับผนังหลุมเจาะจนถึงระดับผิวดิน รอซีเมนต์แข็งตัวประมาณ 48 ชั่วโมง เพื่อให้โครงสร้างหลุมเจาะช่วงบนแข็งแรงไม่ทรุดตัวระหว่างการดำเนินงานเจาะและเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของน้ำชั้นบนซึ่งเป็นน้ำเค็มไหลเข้าสู่หลุมเจาะ

6) เริ่มเจาะด้วยหัวเจาะ PDC มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 ½ นิ้ว จากความลึก 140 เมตร ทะลุผ่านชุดวาล์ว Float Shoe จนถึงที่ความลึก 1,008 เมตร

โดยระหว่างการเจาะจะทำการตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ของน้ำโคลนเบื้องต้น ความหนืดของน้ำโคลน 37-40 วินาที ความหนาแน่นน้ำโคลน 8-9 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต โดยสามารถปรับเปลี่ยนเพิ่มขึ้นตามระดับความลึกหรือระดับของแรงดันน้ำในชั้นหิน (Formation pressure) ตามแรงดันในแนวดิ่ง (Hydrostatic pressure) ของน้ำในชั้นหิน โดยการเติมสารเพิ่มคุณสมบัติน้ำโคลน และควรที่จะต้องสูงกว่าแรงดันน้ำแนวดิ่ง (Hydrostatic pressure) ของน้ำในชั้นหิน 10-20% เช่น โซดาไฟเกล็ด เพื่อปรับความเป็นด่างของน้ำโคลน และแร่แบไรท์ (Barite, $BaSO_4$) เพื่อใช้เพิ่มความหนาแน่นน้ำโคลนสูงกว่าปกติเมื่อต้องทำการเจาะลึกมากขึ้น และทำการตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้า (Electric Conductivity, EC) ของน้ำโคลน อุณหภูมิของน้ำโคลน และระยะเวลาที่ใช้ในการเจาะบ่อสำรวจระดับลึกตามจำนวนของก้านเจาะร่วมด้วย ดังแสดงในรูปที่ 4-46 เพื่อให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของลักษณะชั้นดินชั้นหินในระหว่างดำเนินการเจาะบ่อสำรวจระดับลึก และใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการพิจารณาชั้นดินชั้นหินให้น้ำได้



รูปที่ 4-46 การเปลี่ยนแปลงของค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในการเจาะสำรวจระดับลึก (น้ำโคลน)

ผลการตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำโคลนเบื้องต้น พบว่า สามารถแบ่งค่าการนำไฟฟ้าและสารละลายมวลรวมในน้ำ ออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงความลึกที่ 1 ความลึกตั้งแต่ 0-250 เมตร แสดงค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่า 1,700 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร (หรือมีสารละลายมวลรวมในน้ำมากกว่า 1,200 มิลลิกรัมต่อลิตร) มีคุณภาพน้ำบาดาลไม่ค่อยดีอยู่ในเกณฑ์น้ำกร่อย-เค็ม ช่วงความลึกที่ 2 ความลึกตั้งแต่ 250-780 เมตร แสดงค่าการนำไฟฟ้าระหว่าง 800-1,700 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร (หรือมีสารละลายมวลรวมในน้ำ 500-1,200 มิลลิกรัมต่อลิตร) คุณภาพของน้ำบาดาลปานกลาง และช่วงความลึกที่ 3 ความลึกมากกว่า 780 เมตร แสดงค่าการนำไฟฟ้าต่ำกว่า 780 ไมโครซีเมนส์ต่อ

เซนติเมตร (หรือมีสารละลายมวลรวมในน้ำน้อยกว่า 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ถือว่าน้ำบาดาลมีคุณภาพดี สามารถนำไปใช้ในการอุปโภคและบริโภคได้ ในส่วนอุณหภูมิบ่อเจาะสำรวจระดับลึก จะเพิ่มขึ้นตามความลึกของหลุมเจาะ

ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการเจาะในแต่ละก้านเจาะ สามารถบ่งบอกถึงความยากง่ายในการดำเนินการเจาะ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับตัวอย่างชั้นดินชั้นหินที่ระดับความลึกนั้น ๆ เช่น ช่วงความลึก 954-960 เมตร พบว่าเป็นชั้นดินเหนียวแข็งที่แพคตัวกันแน่น ส่งผลให้ใช้เวลาในการเจาะประมาณ 6 ชั่วโมง หรือช่วงความลึก 786-792 เมตร พบว่าเป็นชั้นดินเหนียว ใช้เวลาในการเจาะประมาณ 3-4 ชั่วโมง ในขณะที่การดำเนินงานเจาะที่ระดับความลึกอื่น ๆ ผ่านชั้นกรวดทรายสลับกับดินเหนียวที่ไม่หนามาก ก็จะใช้เวลาในการเจาะเฉลี่ยก้านเจาะละประมาณ 1 ชั่วโมง เป็นต้น

4.4 การหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ

การหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะบ่อน้ำบาดาล (electrical borehole logging) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของชั้นดินชั้นหิน ความลึกและความหนาของชั้นดินชั้นหิน ชั้นน้ำบาดาล คุณภาพน้ำเบื้องต้น และแปลความหมายผลการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะจะพิจารณาร่วมกับข้อมูลชั้นดิน-หิน ที่ได้จากการเจาะ และข้อมูลการเจาะของช่างเจาะน้ำบาดาลที่บันทึกไว้ระหว่างเจาะ เพื่อกำหนดชั้นน้ำบาดาลที่เหมาะสมในการพัฒนาเป็นข้อมูลสำหรับการออกแบบก่อสร้างบ่อน้ำบาดาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

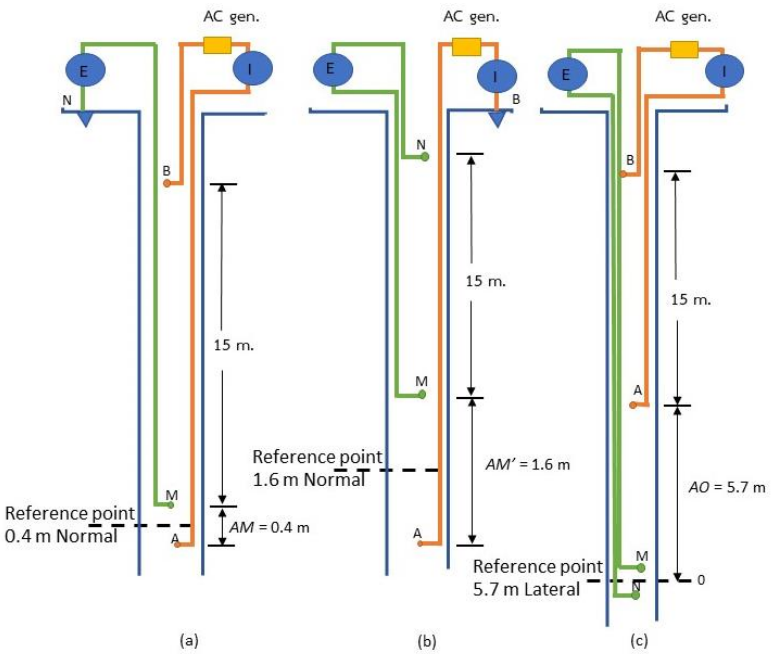
4.4.1 หลักการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ (Geophysical Well-Logging Method)

การหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะเป็นเทคนิคการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์วิธีหนึ่ง ซึ่งมีหลักการและวิธีการตลอดจนเครื่องมือที่พัฒนามาจากการสำรวจธรณีฟิสิกส์บนผิวดิน โดยปกติแล้ว เครื่องมือจะประกอบไปด้วย ส่วนของเครื่องมือที่หย่อนลงไปในหลุมเจาะ (probe or sonde) สายไฟเชื่อมต่อจากเครื่องมือที่หย่อนลงไปในหลุม กับเครื่องมือส่วนที่ใช้วัดหรืออ่านค่าต่าง ๆ ซึ่งวางไว้บนปากบ่อหรือที่พื้นดิน การวัดจะกระทำที่ความลึกต่าง ๆ ของหลุมเจาะหรือบ่อน้ำบาดาล โดยอาจจะใช้วัดในระหว่างที่หย่อนเครื่องมือลงไป หรือระหว่างที่ดึงขึ้นมาก็ได้ ค่าต่าง ๆ ที่วัดได้จะแสดงในลักษณะของกราฟ ที่เรียกว่า log เช่น resistivity log, gamma-ray log เป็นต้น ในการดำเนินการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะในงานด้านน้ำบาดาล 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 และทอเรียม ซึ่งจะพบมากในพวกแร่ดินเหนียวในชั้น

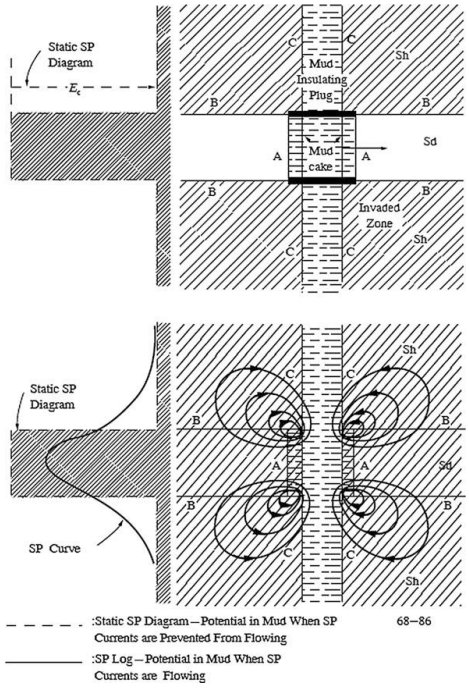
ดินเหนียวหรือหินดินดาน (clay และ shale) โดยธรรมชาติแล้ว shales, evaporites และ granite จะมีธาตุกัมมันตรังสี ที่สามารถแผ่รังสีได้สูง ในขณะที่ sandstone, limestone และ dolomite จะมีธาตุกัมมันตรังสี ที่สามารถแผ่รังสีได้ต่ำกว่า เครื่องมือจะประกอบด้วยตัวรับสัญญาณ (Na I Crystal Detector) ซึ่งจะรับสัญญาณกัมมันตภาพรังสีแกมมาที่ถูกปล่อยออกมาตามธรรมชาติจากหินรอบ 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 (SNR), Long Normal (LNR) และ Single-point Resistance (SPR) ดังแสดงในรูปที่ 4-47 ซึ่งจะมีการวางตำแหน่งของขั้วไฟฟ้าและระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าที่แตกต่างกัน การจัดรูปแบบ ก็จะมีผลต่อค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะที่อ่านได้ การที่ระยะห่างระหว่าง current electrodes มีค่ามาก จะทำให้กระแสไฟฟ้าผ่านเข้าไปในชั้นหินรอบๆ หลุมเจาะได้ลึก และกินบริเวณกว้างมากกว่าในกรณีที่ระยะห่างมีไม่มากนัก ดังนั้น ข้อมูลที่ได้จากการจัดรูปแบบขั้วไฟฟ้าต่าง ๆ ก็จะช่วยและเสริมกันในการแปลความหมายต่อไป resistivity log จะช่วยในการบ่งบอกลักษณะของหิน (lithology) ที่เจาะผ่าน ช่วยบ่งบอกความหนาของชั้นหินน้ำ ในกรณีบ่อน้ำบาดาลเก่า จะสามารถบ่งชี้ตำแหน่งของท่อกรุและท่อกรองได้



รูปที่ 4-47 การจัดขั้วไฟฟ้าและระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้า
สำหรับกรณี (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 หน่วยที่ใช้วัดโดยปกติจะเป็นมิลลิโวลต์ สาเหตุของการเกิดศักย์ไฟฟ้าธรรมชาติเนื่องมาจากการไหลของกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในบริเวณที่เป็นรอยต่อระหว่างชั้นหินเนื้อพรุนกับชั้นหินเนื้อแน่น ซึ่งสัมผัสกับน้ำโคลนอยู่อีกต่อหนึ่ง การไหลของกระแสไฟฟ้านี้ เกิดขึ้นเนื่องจากแรงเคลื่อนไฟฟ้าแม่เหล็ก (electromagnetic force, EMF) ซึ่งมีต้นกำเนิดมาจากปฏิกิริยาเคมีระหว่างน้ำในหินกับน้ำโคลนในบริเวณรอยต่อดังกล่าว แนวของแรงเคลื่อนไฟฟ้านี้จะเริ่มจากน้ำโคลนในหลุมเจาะผ่านผนังบ่อเข้าสู่ชั้นหินเนื้อพรุน แล้วทะลุรอยต่อระหว่างชั้นหินเข้าสู่ชั้นหินเนื้อแน่น แล้วจึงผ่านเข้าสู่น้ำโคลนอีกเป็นวงจร ดังแสดงในรูปที่ 4-48 โดยค่าที่ตรวจวัดจากหัววัดค่า spontaneous (self) potential logging (SP Log) มีประโยชน์ในการช่วยพิจารณาหาชั้นหินเนื้อพรุน หรือชั้นหินอุ้มน้ำ ซึ่งปกติจะแสดงโดยค่าศักย์ไฟฟ้าธรรมชาติที่มีค่าสูง นอกนั้นยังสามารถบอกถึงคุณภาพน้ำจืดหรือเค็มได้ ซึ่งแสดงโดยค่าศักย์ไฟฟ้าธรรมชาติต่ำ ในกรณีน้ำเค็ม



รูปที่ 4-48 การเกิด spontaneous potential ในหลุมเจาะ (Liu, 2016)

4.4.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่องมือที่ใช้ในการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้ (รูปที่ 4-49 และ 4-50)

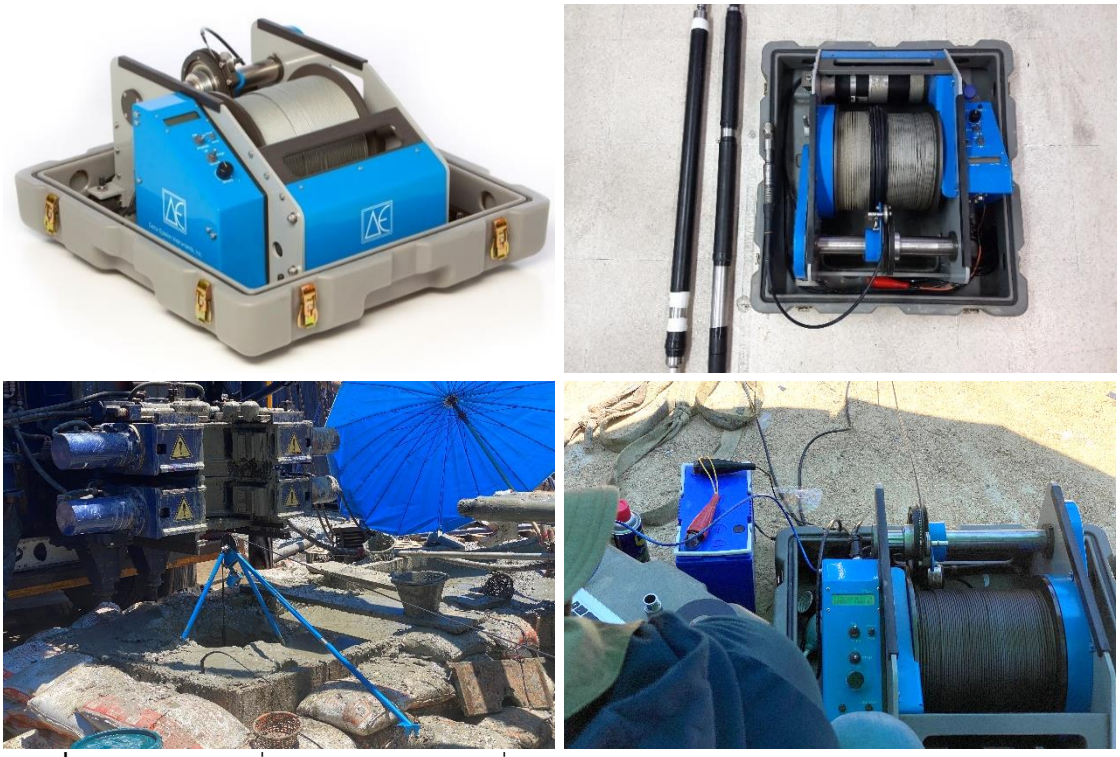
1) ระบบตรวจวัดค่า ประกอบด้วย ส่วนตรวจวัดค่า (probe) ซึ่งวัดค่า gamma, self-potential, short normal resistivity, long normal resistivity และ single-point resistance

2) คอมพิวเตอร์บันทึกข้อมูล

3) ระบบกว้านและสายเคเบิล

4) แบตเตอรี่ DC ขนาด 12 โวลต์

5) เครื่องวัดคุณภาพน้ำแบบพกพาในสนาม (test kit) ที่สามารถตรวจวัดค่าต่าง ๆ ได้ ประกอบด้วย ค่าความนำไฟฟ้า (electrical conductivity, μS/cm) ค่าอุณหภูมิ (temperature, °C)



รูปที่ 4-49 (ก)-(ง) เครื่องมือในการสำรวจหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ ช่วงความลึก 0-140 เมตร

รูปที่ 4-50 เครื่องมือในการสำรวจหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ ช่วงความลึก 0-1,008 เมตร

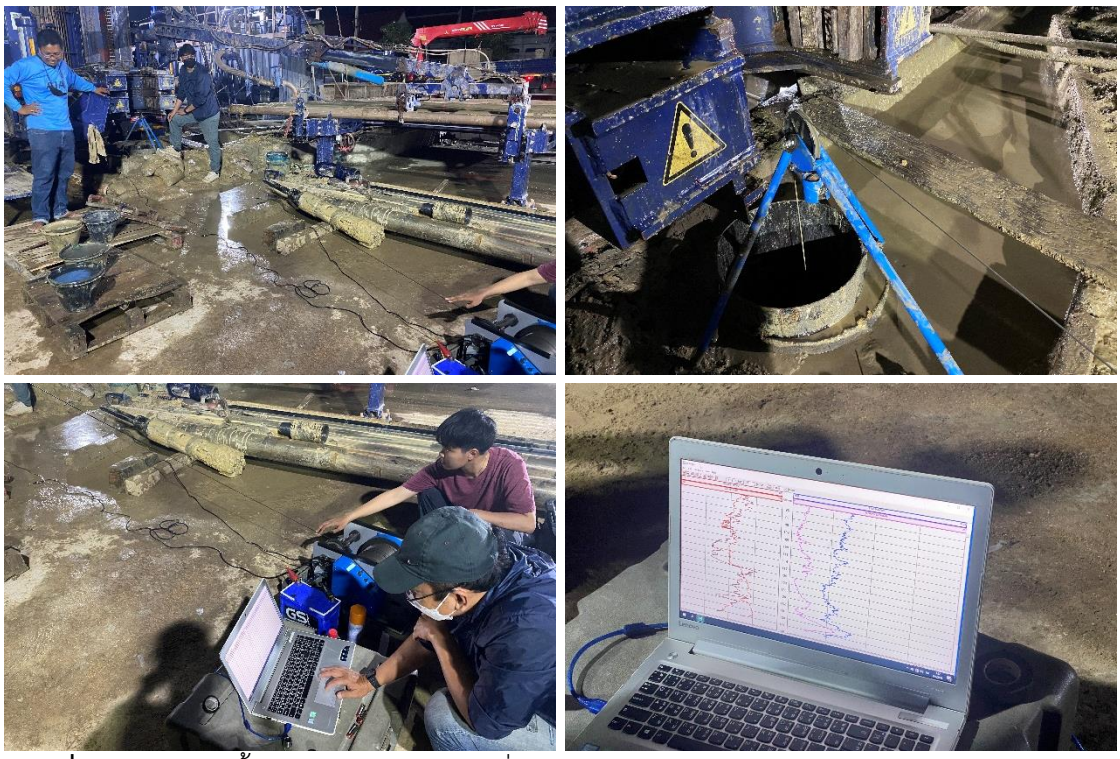
4.4.3 วิธีการดำเนินงาน

การหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะของโครงการ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของชั้นตะกอนในหลุมเจาะสำรวจ โดยจะนำมาประมวลผลร่วมกับตัวอย่างตะกอนที่ได้จากการเจาะสำรวจ เพื่อใช้จำแนกชั้นน้ำบาดาลและกำหนดระยะความลึกของชั้นน้ำบาดาลที่มีความเหมาะสมในการพัฒนาบ่อน้ำบาดาลต่อไป โดยก่อนดำเนินการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะในภาคสนามมีความจำเป็นที่จะต้องทราบสภาพพื้นที่อุทกธรณีวิทยาบริเวณพื้นที่จะดำเนินการ โดยการสืบค้นจากบ่อน้ำบาดาลที่มีอยู่เดิมในพื้นที่ ว่ามีชั้นน้ำอยู่ที่ระดับความลึกใดบ้าง พบเป็นชั้นตะกอนร่วน หรือหินแข็ง มีชั้นน้ำบาดาลกร่อยเค็มหรือไม่ นอกจากนั้นต้องทำการซักประวัติของบ่อเจาะสำรวจเบื้องต้นที่ควรทราบจากช่างเจาะบ่อน้ำบาดาล ได้แก่ ความลึกที่เจาะ เทคนิคที่ใช้ในการเจาะ ระยะที่คาดว่าจะเจอน้ำหรือชั้นน้ำบาดาล น้ำที่ใช้ในกระบวนการเจาะ (คุณภาพน้ำ) ค่าระดับน้ำปกติ ระยะที่ใส่ท่อกรุบ่อ ลักษณะของเศษตะกอนดิน-หิน ที่ได้จากบ่อเจาะน้ำบาดาล เพื่อเตรียมความพร้อมเครื่องมือพร้อมอุปกรณ์ให้เรียบร้อย กำหนดความเร็วในการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ และใช้เป็นข้อมูลช่วยในการแปลความหมายของกราฟที่ได้จากการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะให้มีความถูกต้องแม่นยำมากที่สุด

การหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะในบ่อเจาะสำรวจระดับลึก ได้ดำเนินการทั้งหมด 3 ครั้ง โดย 2 ครั้งแรก จะดำเนินการเก็บข้อมูลก่อนลงท่อกันพังขนาด 20 นิ้ว และ 16 นิ้ว โดยหยั่งถึงระดับความลึก 18 เมตร และ 140 เมตร ตามลำดับ (รูปที่ 4-51 และ 4-52) โดยอาศัยเครื่องมือหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะระยะความลึกไม่เกิน 650 เมตร โดยตรวจวัดค่าจำนวน 4 ค่า ได้แก่ ค่าศักย์ไฟฟ้าธรรมชาติ (SP) ค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ ประเภท SPR และ SNR และค่ากัมมันตรังสีแกมมาธรรมชาติ (Gamma) ก่อนที่จะดำเนินการหยั่งครั้งสุดท้าย หลังจากที่เจาะสำรวจถึงระดับความลึก 1,008 เมตร โดยอาศัยเครื่องมือหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ ระยะความลึกไม่น้อยกว่า 1,000 เมตร (รูปที่ 4-53) โดยตรวจวัดค่าจำนวน 5 ค่า ได้แก่ ค่าศักย์ไฟฟ้าธรรมชาติ (SP) ค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ ประเภท SPR, SNR และ LNR และค่ากัมมันตรังสีแกมมาธรรมชาติ (Gamma) โดยมีวิธีการดำเนินงานในภาคสนามดังต่อไปนี้

- วิเคราะห์ตัวอย่างเศษตะกอนดิน-หิน ที่ได้จากหลุมเจาะอย่างละเอียด พร้อมทั้งทำสัญลักษณ์ว่ามีการเปลี่ยนชั้นหรือขนาดตะกอนที่ช่วงความลึกใดบ้าง
- ตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของน้ำโคลนที่ได้จากกระบวนการเจาะ และวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำโคลนที่ใช้ในกระบวนการเจาะบ่อ
- ทำการเตรียมเครื่องมือหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ
- ต่อหัววัดค่าที่ต้องการตรวจวัดค่าให้เชื่อมต่อกันให้เรียบร้อย และระหว่างข้อต่อให้ใช้เทปกันน้ำพันโดยรอบเพื่อป้องกันน้ำรั่วซึมเข้าไปในหัววัดค่า และทำการต่อหัวต่อกับสายลวดสลิงให้เรียบร้อย
- เชื่อมต่อหัวอ่านค่ากับคอมพิวเตอร์แบบพกพากับโปรแกรมประมวลผล และทำการตั้งค่าต่าง ๆ ที่จำเป็น พร้อมสำหรับทำงาน
- นำรอกสามขาไปติดตั้งเหนือปากหลุมเจาะและดึงหัววัดค่าและปล่อยสายลวดสลิงที่ต่อกับหัววัดค่าไปที่สามขาที่ตั้งเหนือปากบ่อ หย่อนให้อยู่ตรงกึ่งกลางบ่อเจาะมากที่สุดจนกระทั่งระดับหัวอ่านค่าอยู่ระดับปากบ่อ
- ทำการหย่อนหัววัดค่า ด้วยอัตราเร็วอัตราความเร็วที่เหมาะสม ประมาณ 4-7 เมตรต่อนาที พร้อมทั้งบันทึกค่าข้อมูลที่อ่านได้
- หมั่นตรวจกราฟที่ปรากฏที่หน้าจอประมวลผล ว่ามีอะไรผิดปกติหรือค่าขาดช่วงหรือไม่ ตลอดการหย่อนหัววัดค่าลง จนถึงก้นบ่อ และบันทึกข้อมูลทำการดึงหัววัดค่าขึ้นพร้อมทั้งบันทึกอ่านค่าอีกครั้งจนถึงปากบ่อและบันทึกข้อมูลค่าที่ตรวจวัดได้
- นำกราฟที่อ่านได้ ทั้ง 5 ค่า มาแปลผลร่วมกับการวิเคราะห์ตัวอย่างเศษดินหินที่ได้จากการเจาะ และรายงานช่างเจาะ เพื่อแบ่งชั้นดิน-หิน และระบุชั้นน้ำน้ำบาดาลที่จะพัฒนาต่อไป โดยพิจารณาจาก กราฟทั้ง 5 กราฟร่วมกัน

รูปที่ 4-51 (ก)-(ง) ขั้นตอนการปฏิบัติงานหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ ช่วงความลึก 0-18 เมตร



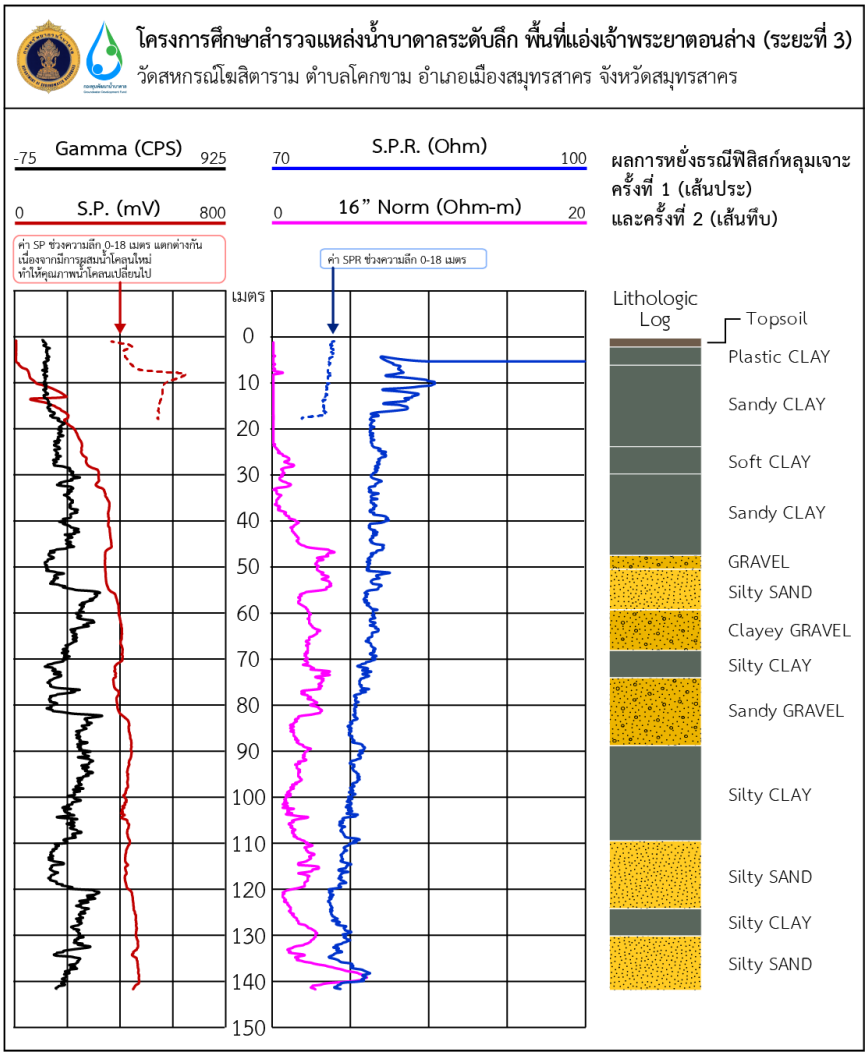
รูปที่ 4-52 (ก)-(ง) ขั้นตอนการปฏิบัติงานหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ ช่วงความลึก 0-140 เมตร

รูปที่ 4-53 ขั้นตอนการปฏิบัติงานหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ ช่วงความลึก 0-1,008 เมตร

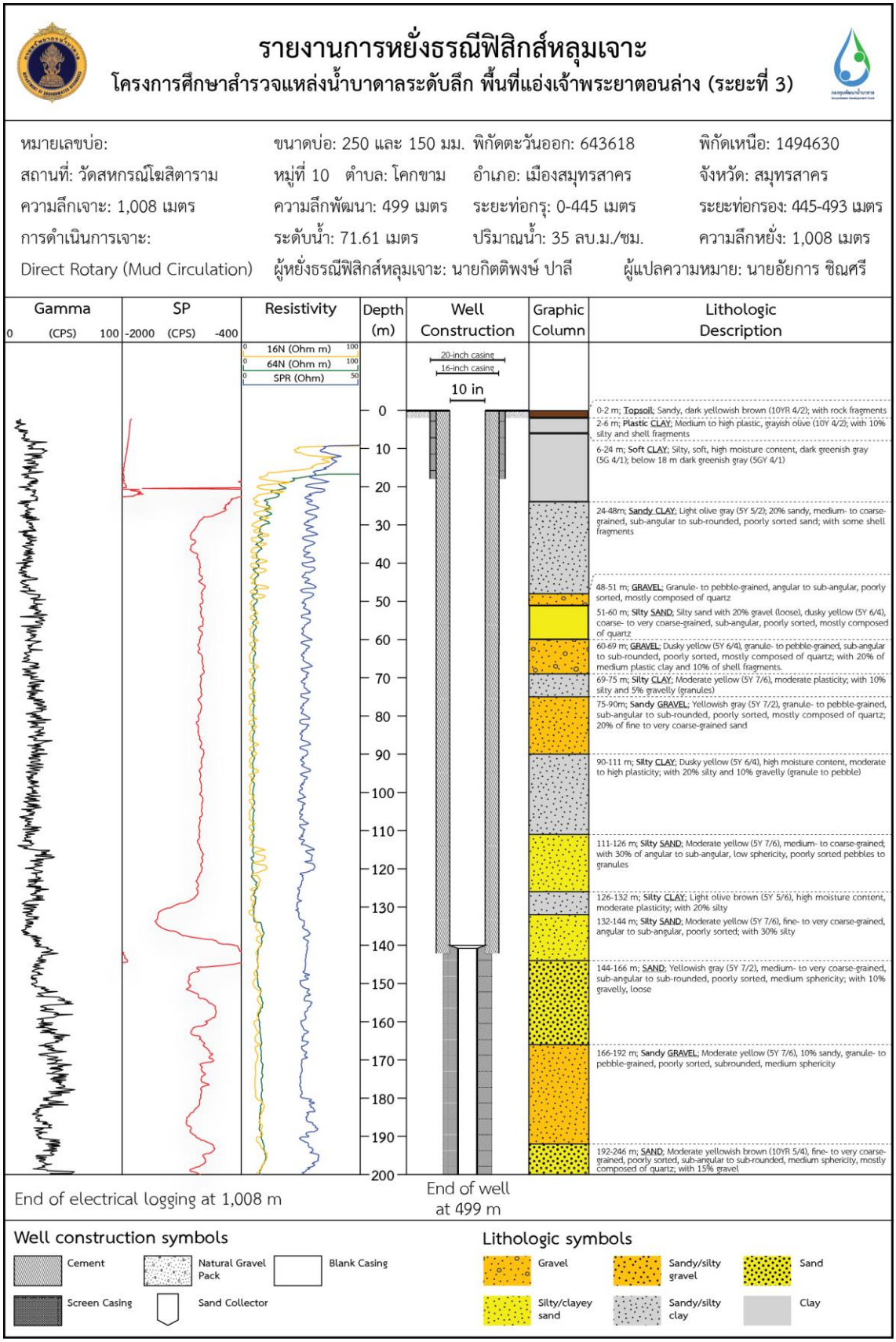
4.4.4 ผลการดำเนินงานและการแปลความหมายข้อมูล

ผลการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะในบ่อเจาะสำรวจระดับลึก ทั้ง 3 ครั้ง ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลก่อนลงท่อกันพังขนาด 20 นิ้ว และ 16 นิ้ว และหลังจากเจาะหลุมนำ (pilot hole) ถึงระดับความลึก 1,008 เมตร โดยแต่ละครั้ง ได้ดำเนินการบันทึกข้อมูลได้ถึงระดับความลึก 18 เมตร 141 เมตร และ 1,008 เมตร ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4-54 และ 4-55

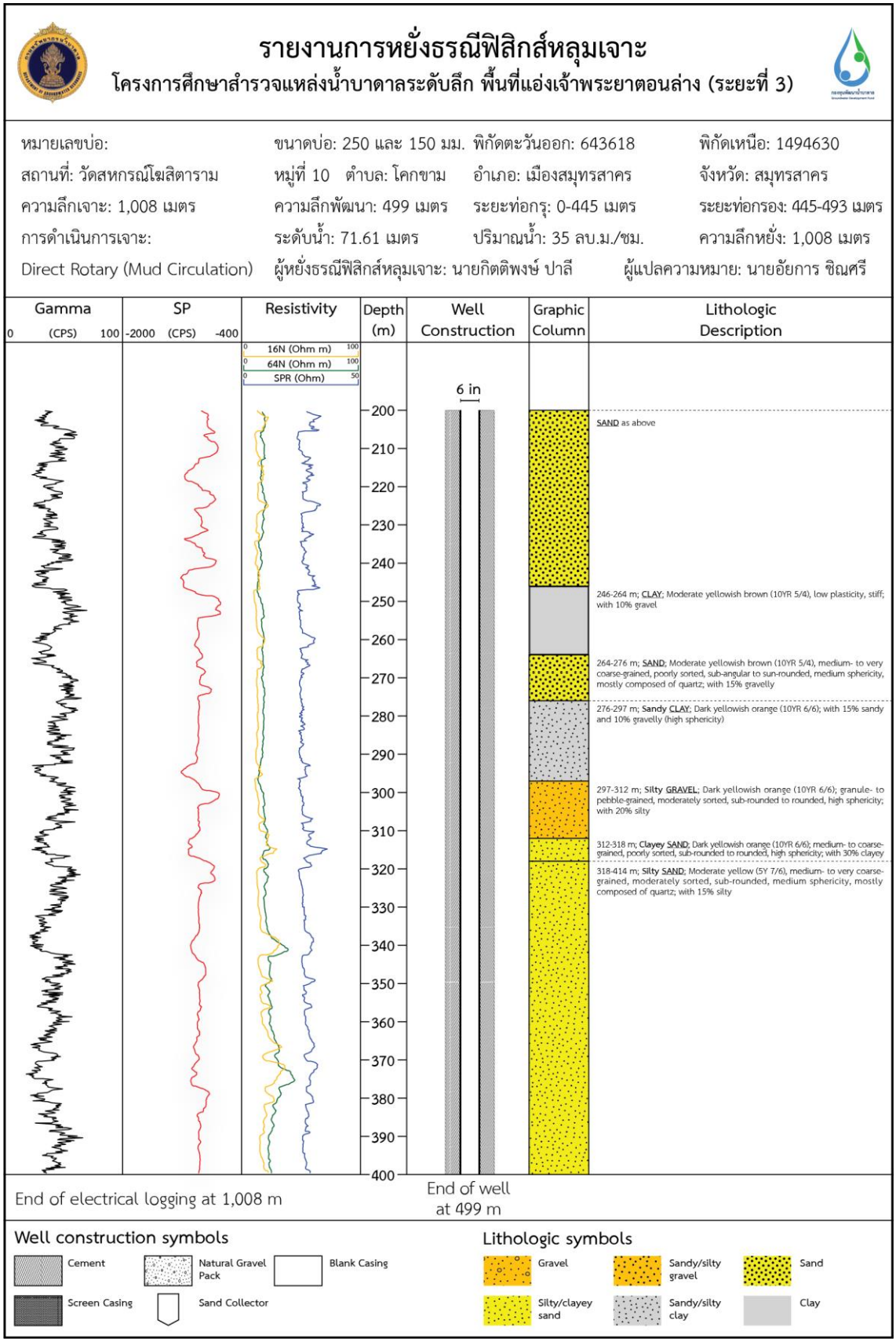
เมื่อวิเคราะห์ผลการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะร่วมกับตัวอย่างวิเคราะห์ตัวอย่างตะกอนที่ได้จากหลุมเจาะ พบว่ามีลักษณะธรณีวิทยาคล้ายคลึงกัน โดยที่ระดับความลึก 0-48 เมตร เป็นชั้นดินเหนียวกรุงเทพ ระดับความลึก 48-126 เมตร เป็นชั้นกรวดแทรกสลับด้วยชั้นทรายปนทรายแป้ง ระดับความลึก 126-132 เมตร เป็นชั้นดินเหนียว วางตัวอยู่บนชั้นทรายแทรกสลับด้วยดินเหนียว ตั้งแต่ความลึก 132-510 เมตร โดย ณ ช่วงความลึกดังกล่าว พบชั้นดินเหนียวแทรกสลับที่ความลึก 246-264 เมตร และ 276-297 เมตร ชั้นถัดไปความลึก 510-640 เมตร พบชั้นดินเหนียวหนา ซึ่งเป็นชั้นตะกอนที่คั่นระหว่างชั้นน้ำบาดาลเดิมและชั้นน้ำบาดาลใหม่ ที่ค้นพบตั้งแต่ระดับความลึก 640-1,008 เมตร



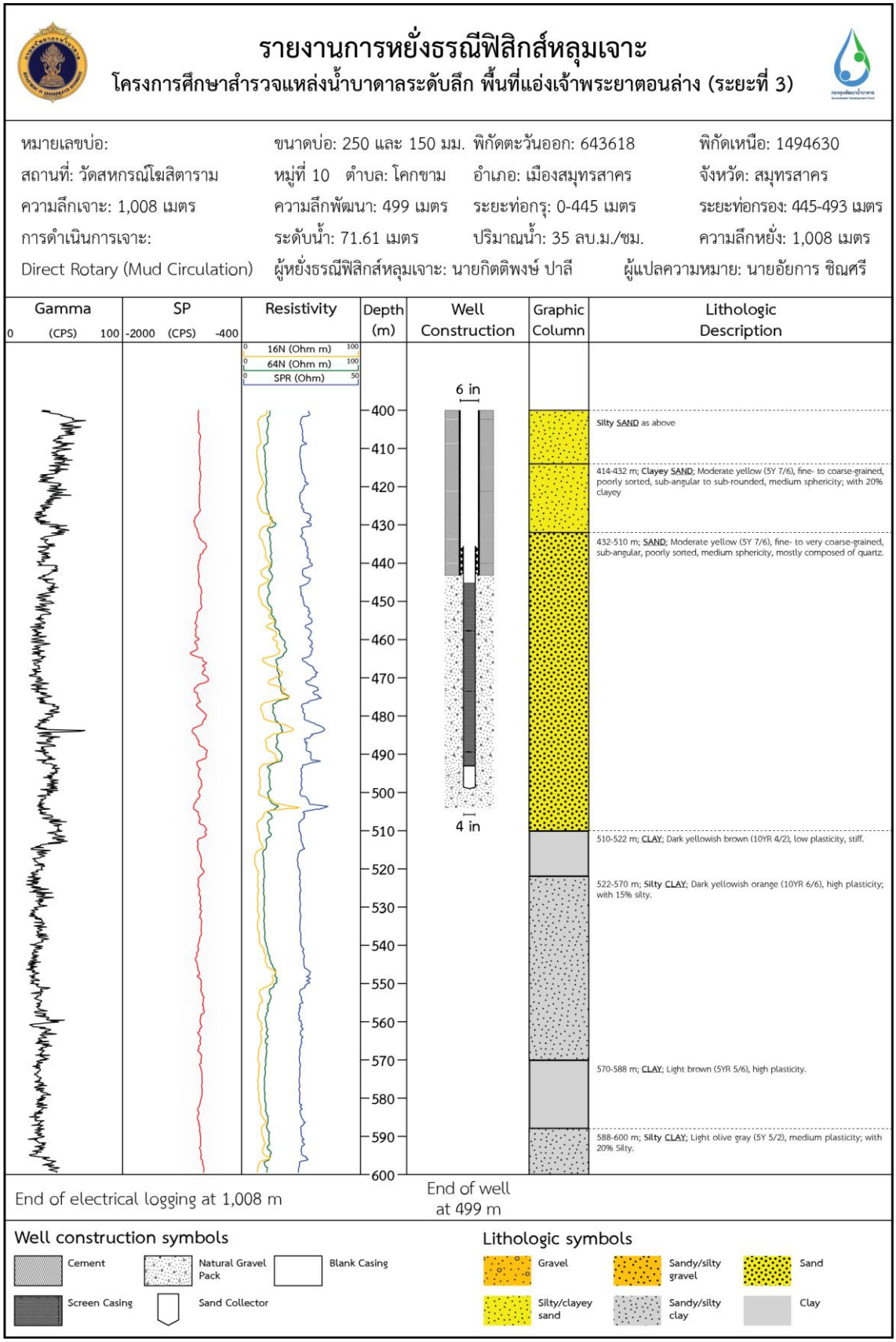
รูปที่ 4-54 ผลการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะและการเทียบเคียงข้อมูลธรณีวิทยาหลุมเจาะ ความลึก 141 เมตร



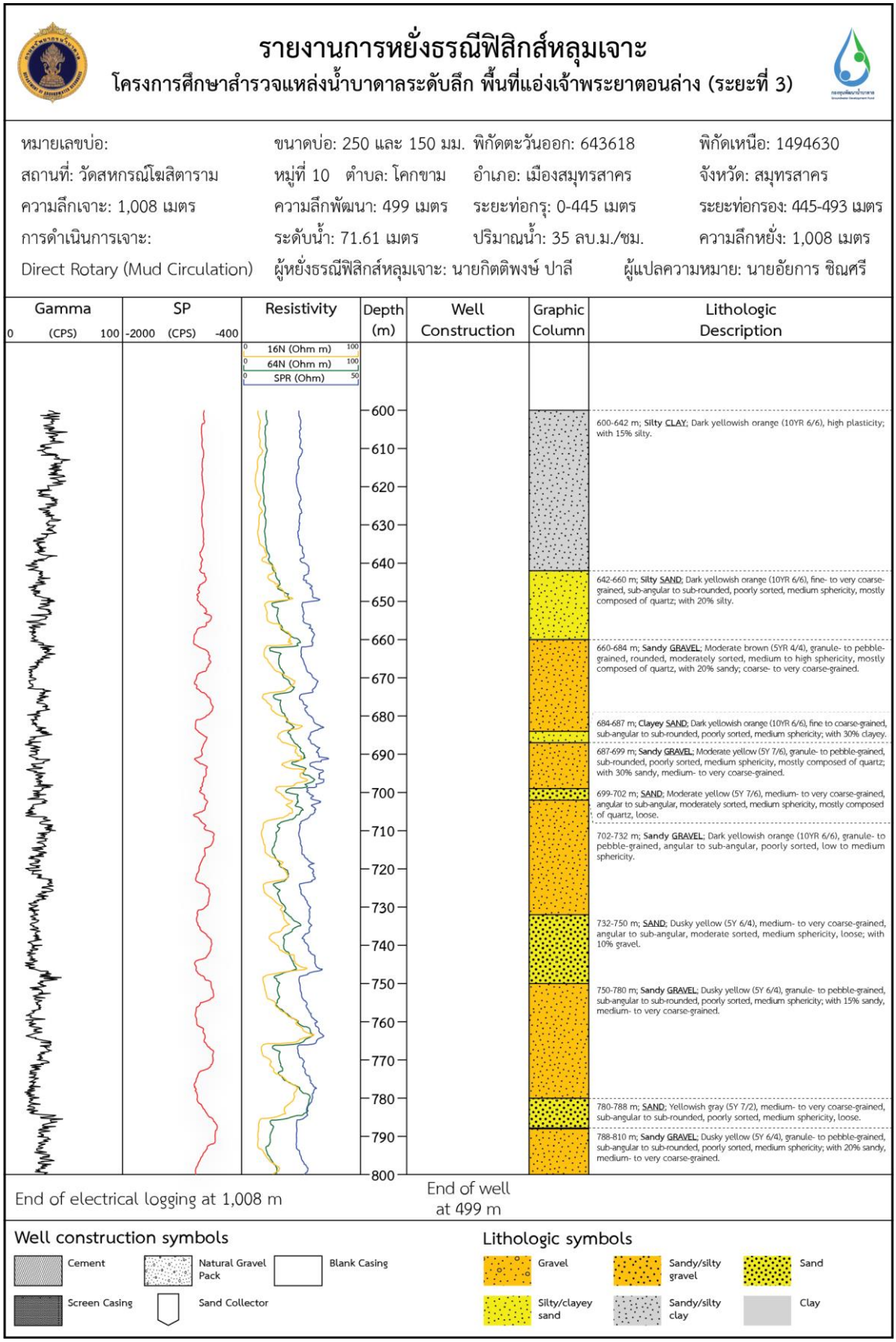
รูปที่ 4-55 ผลการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะและการออกแบบพัฒนาบ่อน้ำบาดาล ความลึก 1,008 เมตร



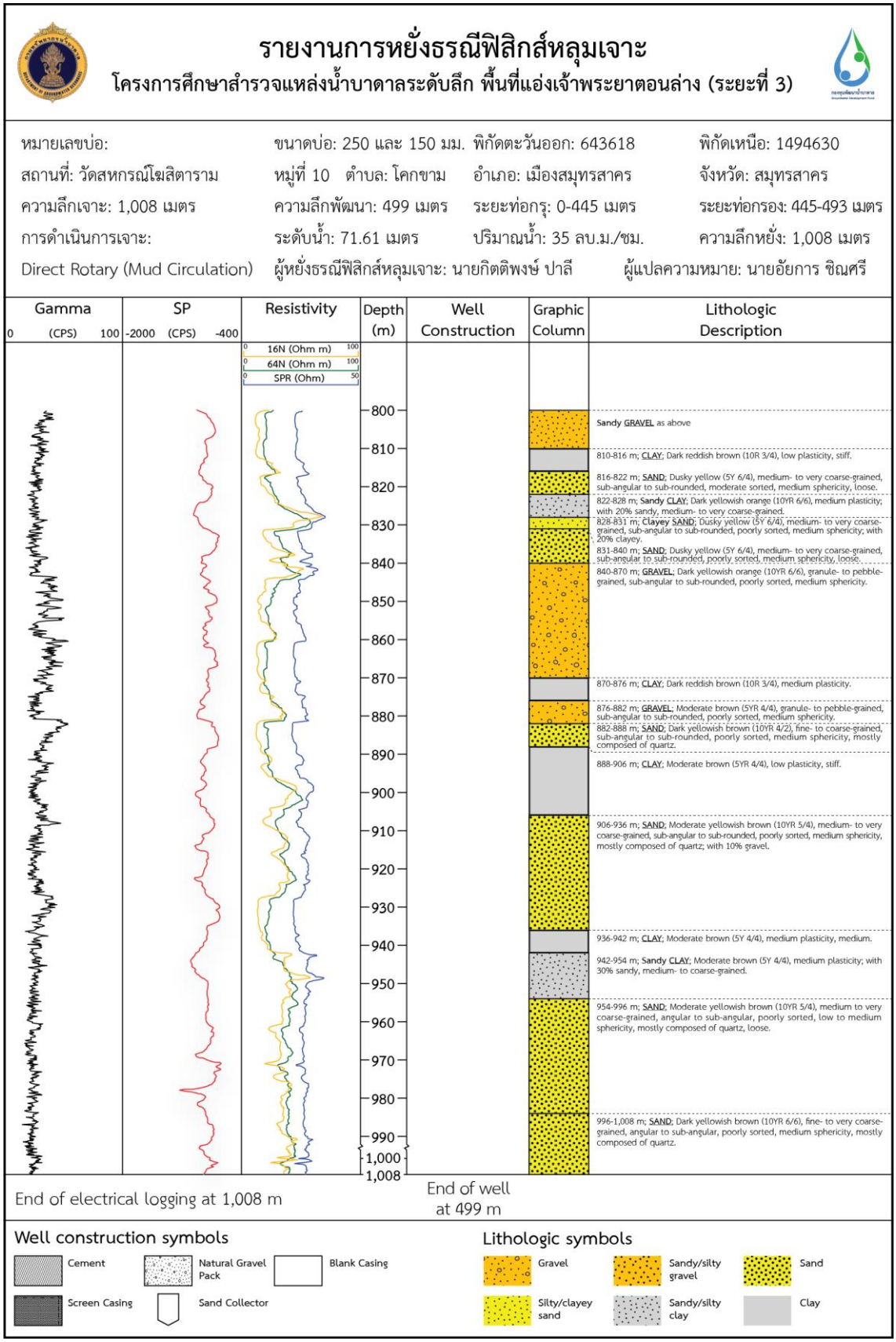
รูปที่ 4-55 ผลการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะและการออกแบบพัฒนาบ่อน้ำบาดาล ความลึก 1,008 เมตร (ต่อ)



รูปที่ 4-55 ผลการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะและการออกแบบพัฒนาบ่อน้ำบาดาล ความลึก 1,008 เมตร (ต่อ)



รูปที่ 4-55 ผลการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะและการออกแบบพัฒนาบ่อน้ำบาดาล ความลึก 1,008 เมตร (ต่อ)



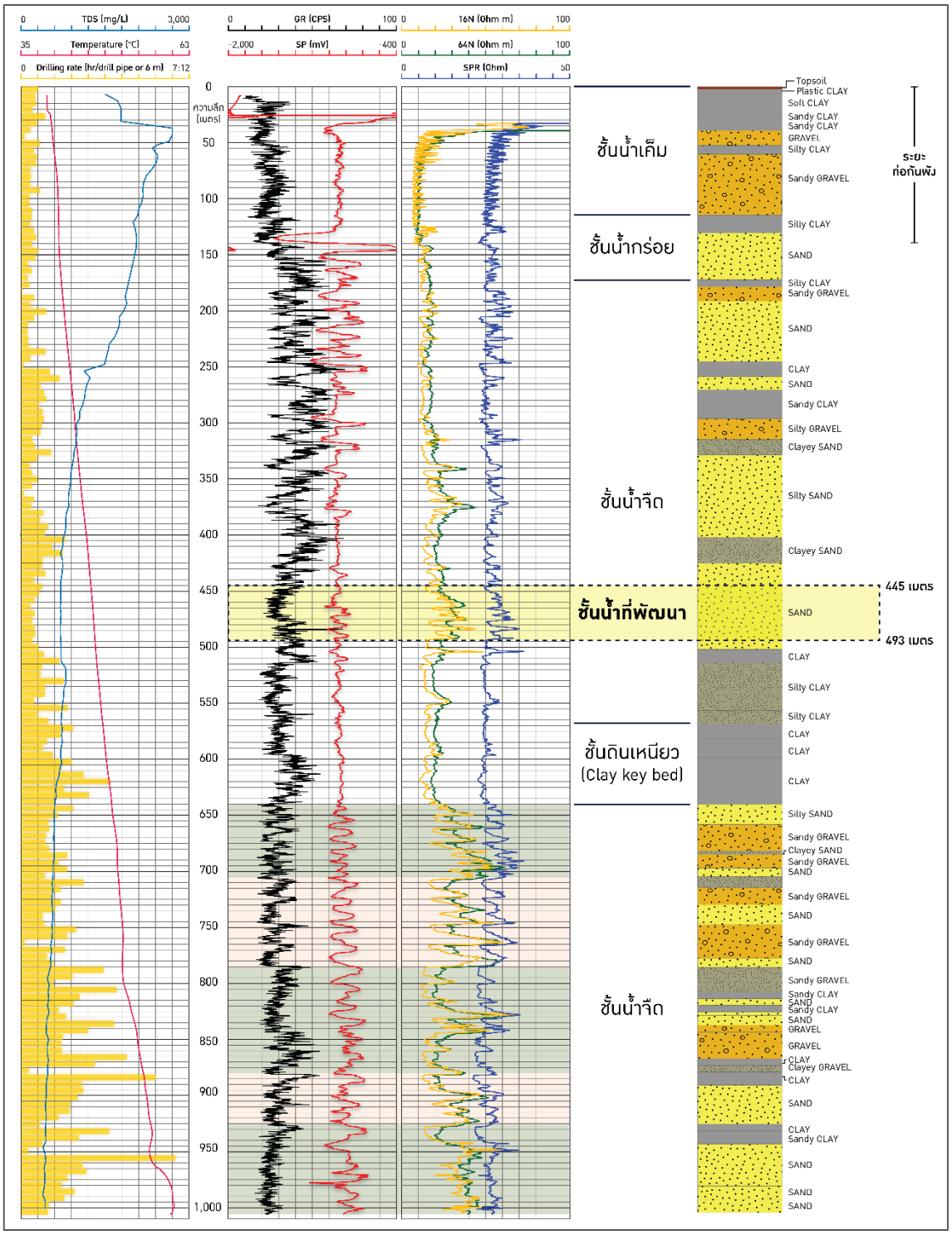
รูปที่ 4-55 ผลการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะและการออกแบบพัฒนาบ่อน้ำบาดาล ความลึก 1,008 เมตร (ต่อ)

จากการแปลความหมาย โดยพิจารณากราฟ SPR, RLN, RSN, SP, และ Gamma ร่วมกับข้อมูลชั้นดิน-ชั้นหิน จากบ่อเจาะสำรวจระดับลึก สามารถแบ่งชั้นน้ำบาดาลออกเป็น 13 ชั้นน้ำ (รูปที่ 4-56 และ 4-57) ประกอบด้วย ชั้นน้ำบาดาลเดิม จำนวน 8 ชั้นน้ำ และชั้นน้ำบาดาลใหม่ จำนวน 5 ชั้นน้ำ ที่ระดับความลึก 640-1,008 เมตร ประกอบด้วย ชั้นตะกอนกรวดทรายแทรกสลับกับชั้นดินเหนียวบางๆ แบ่งออกเป็น

ชั้นที่ 1 ความลึก 640 ถึง 705 เมตร
ชั้นที่ 2 ความลึก 715 ถึง 785 เมตร
ชั้นที่ 3 ความลึก 810 ถึง 880 เมตร
ชั้นที่ 4 ความลึก 895 ถึง 935 เมตร
ชั้นที่ 5 ความลึกมากกว่า 950 เมตร

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีการศึกษาเดิมร่วมกับข้อมูลการสำรวจสถานภาพบ่อน้ำบาดาล พบว่า ชั้นน้ำที่ 1-2 (ชั้นน้ำกรุงเทพและชั้นน้ำพระประแดง) เป็นชั้นน้ำเค็ม ชั้นน้ำที่ 3 (ชั้นน้ำนครหลวง) เป็นชั้นน้ำกร่อย และชั้นน้ำที่ 4-13 เป็นชั้นน้ำจืด ทั้งนี้ ได้ออกแบบบ่อ (casing program) ตามข้อมูลบันทึกของค่าการนำไฟฟ้าจำเพาะและปริมาณน้ำที่เจาะพบในแต่ละช่วงความลึก ร่วมกับผลการหยั่งธรณีฟิสิกส์ในหลุมเจาะ โดยติดตั้งท่อกรองน้ำ (well screen) เพื่อรับน้ำเข้าบ่อ ช่วงความลึก 445-493 เมตร ระยะรวม 48 เมตร เนื่องจาก มีชุดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำในแต่ละชั้นความลึกในบ่อน้ำบาดาลด้วยวิธี Packer Test ติดค้างอยู่ในบ่อเจาะสำรวจที่ระดับความลึก 504 ถึง 960 เมตร ซึ่งเป็นเหตุทำให้ไม่สามารถดำเนินการพัฒนาบ่อน้ำบาดาลในระดับลึกเกินกว่าระดับความลึกดังกล่าวได้

รูปที่ 4-56 การคัดเลือกชั้นน้ำ โดยอาศัยข้อมูลธรณีวิทยาและธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ



รูปที่ 4-57 การคัดเลือกชั้นน้ำในการพัฒนาบ่อน้ำบาดาล

4.5 การจัดทำภาพตัดขวางทางธรณีวิทยา

การจัดทำภาคตัดขวางทางธรณีวิทยา มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงข้อมูลชั้นดินชั้นหินบริเวณแอ่งสะสมตะกอนในพื้นที่ศึกษา เพื่อนำไปใช้แปลความหมายทางธรณีวิทยา ธรณีสัณฐาน อุทกธรณีวิทยา การเกิดการสะสมตัวของแอ่งตะกอน สามารถใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการสำรวจเพื่อหาแหล่งน้ำบาดาลที่มีศักยภาพในอนาคต เป็นการนำข้อมูลทุติยภูมิและข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบเพิ่มเติมในภาคสนาม มาประมวลผลร่วมกับข้อมูลจากการวิเคราะห์ตัวอย่างเศษดินเศษหินที่ได้จากหลุมเจาะสำรวจ และข้อมูลการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ ทั้งจากข้อมูลบ่อน้ำบาดาลเดิม และจากบ่อน้ำบาดาลที่เจาะสำรวจใหม่ เพื่อใช้ในการจำแนกและกำหนดรายละเอียดของชั้นหินให้น้ำ ลักษณะการแผ่ขยายตัว ความหนา และความลึกของชั้นหินให้น้ำในพื้นที่ดำเนินการ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.5.1 แนวคิดการดำเนินการ

การจัดทำภาพตัดขวางทางธรณีวิทยา ดำเนินการวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล และจัดทำคำอธิบายลักษณะของชั้นหินชั้นหินในพื้นที่ศึกษาให้มีความถูกต้องและเหมาะสมมากที่สุด จึงได้กำหนดกรอบแนวความคิด และแนวทางในการวิเคราะห์และแปลความหมาย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่จะใช้ในการจัดทำภาคตัดขวางทางธรณีวิทยาจากผลการศึกษาของโครงการที่เคยมีการศึกษาในพื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่างก่อนหน้า ได้แก่ ข้อมูลการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ ข้อมูลการวิเคราะห์ตัวอย่างเศษดินและเศษหิน รวมถึงข้อมูลที่ได้จากการสำรวจธรณีฟิสิกส์บนผิวดิน

2) วิเคราะห์รายละเอียดชั้นดินชั้นหิน โดยใช้ข้อมูลการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะที่มีความละเอียด ถูกต้อง และแม่นยำมากที่สุดเป็นหลัก โดยคัดเลือกและวิเคราะห์บริเวณที่มีความหนาแน่นของข้อมูลที่มากที่สุดไปสู่บริเวณที่มีข้อมูลน้อย เพื่อให้บริเวณที่มีข้อมูลไม่เพียงพอมีค่าความผิดพลาดน้อยที่สุด

3) วิเคราะห์ข้อมูลและจำแนกรายชั้นดินชั้นหินหรือกลุ่มชั้นหินที่มีคุณสมบัติของชั้นหินทางธรณีวิทยาที่ใกล้เคียงกัน โดยใช้ข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1:250,000 (กรมทรัพยากรธรณี, 2559) ข้อมูลการหยั่งธรณีฟิสิกส์ในหลุมเจาะเดิม (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2565) ข้อมูลชั้นดินชั้นหินบ่อน้ำบาดาลเดิม (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2565) และข้อมูลสำรวจเพิ่มเติมในภาคสนาม ได้แก่ ข้อมูลการสำรวจธรณีวิทยา ธรณีวิทยาโครงสร้าง และอุทกธรณีวิทยา ข้อมูลการสำรวจธรณีฟิสิกส์บนผิวดินด้วยวิธีวัดค่าสภาพทานไฟฟ้าแบบ 2 มิติ ข้อมูลการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะของบ่อเจาะสำรวจใหม่ และข้อมูลการวิเคราะห์ตัวอย่างเศษดินเศษหินในบ่อเจาะสำรวจใหม่

4.5.2 ขั้นตอนการดำเนินการ

การจัดทำภาพตัดขวางทางธรณีวิทยา เป็นการแสดงข้อมูลหน่วยหินทางธรณีวิทยาหรือชั้นดินชั้นหินที่อยู่ลึกลงไปจากผิวดิน ซึ่งต่างจากแผนที่ธรณีวิทยาที่แสดงเฉพาะข้อมูลหน่วยหินต่าง ๆ บนผิวดินเท่านั้น จึงจำเป็นที่จะต้องมีการเจาะสำรวจ และการหยั่งธรณีฟิสิกส์ในหลุมเจาะ เพื่อที่จะทราบถึงรายละเอียดของชั้นตะกอนและชั้นหินที่อยู่ใต้ผิวดิน และสามารถกำหนดลักษณะการวางตัว การตกสะสมตัว และรายละเอียดของชั้นดินชั้นหินได้อย่างถูกต้อง มีขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน ดังนี้

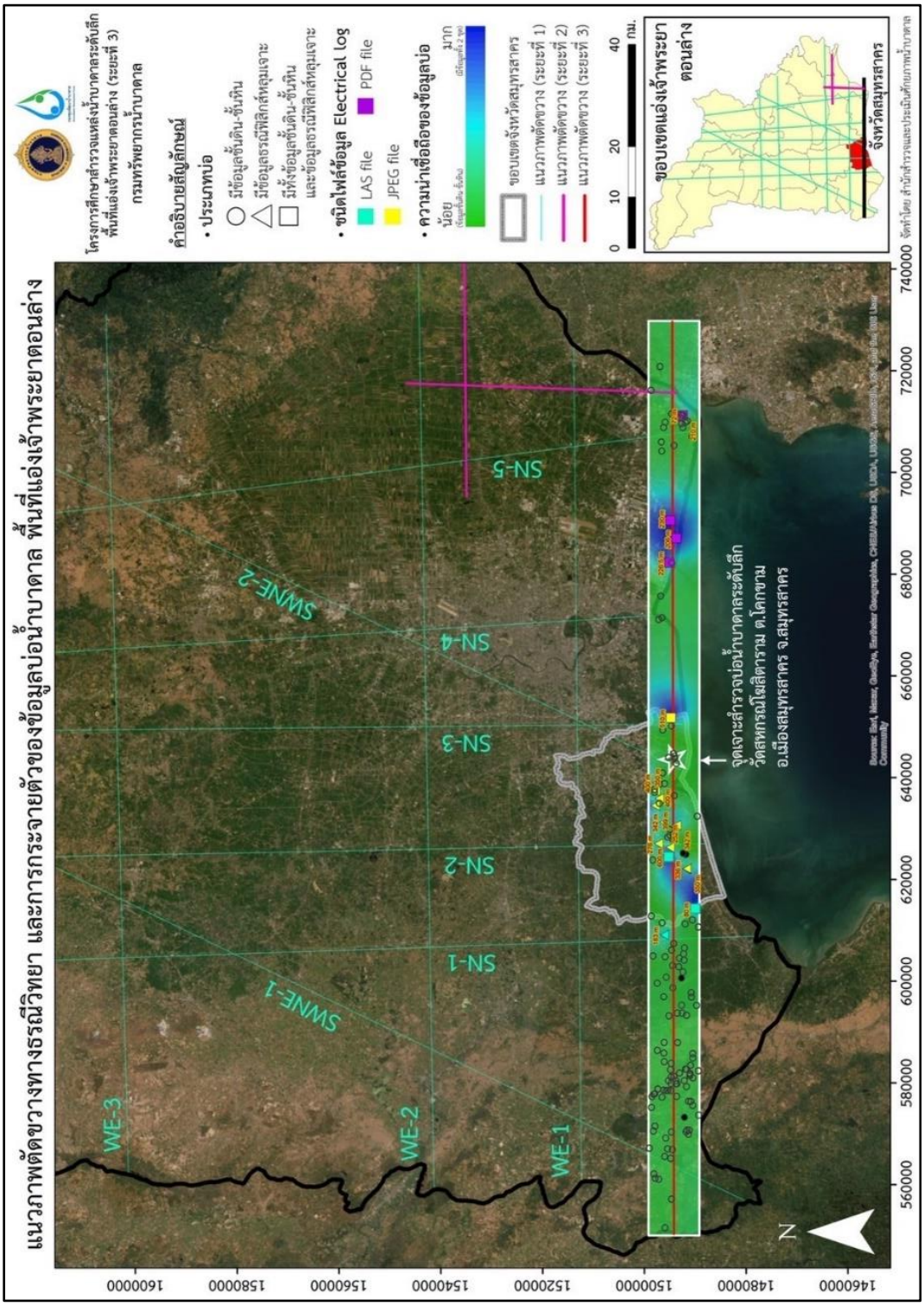
1) รวบรวมและศึกษาข้อมูลทุติยภูมิทางด้านธรณีวิทยา และธรณีวิทยาโครงสร้างในพื้นที่ศึกษาจากแผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1:250,000 (กรมทรัพยากรธรณี, 2559) แล้วทำการตรวจสอบข้อมูลในภาคสนามเพื่อตรวจสอบลักษณะปรากฏของหน่วยหินต่าง ๆ จัดทำร่างแผนที่ธรณีวิทยาที่ปรับแก้ขอบเขตความต่อเนื่องของหน่วยหินทางธรณีวิทยาในพื้นที่ศึกษา

2) รวบรวมข้อมูลชั้นดินชั้นหิน และข้อมูลการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะในบ่อน้ำบาดาลที่มีการสำรวจเดิมในพื้นที่ศึกษา ขอบเขตรัศมี 5 กิโลเมตรจากแนวเส้นที่ลากของภาคตัดขวาง โดยคัดเลือกบ่อเจาะน้ำบาดาลที่มีข้อมูลชั้นดินชั้นหินและข้อมูลการหยั่งธรณีฟิสิกส์ภายในบ่อเดียวกันเป็นหลักก่อน ซึ่งเป็นความละเอียด ความหนาแน่นของข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือสูง นำมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลที่ได้จากการศึกษาข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา และธรณีวิทยาโครงสร้าง เพื่อจัดทำภาคตัดขวางทางธรณีวิทยา โดยแนวภาคตัดขวางทางธรณีวิทยาลากผ่านจุดเจาะสำรวจ จำนวน 1 แนว ดังแสดงในรูปที่ 4-58

3) จัดทำร่างแผนที่ธรณีวิทยา พร้อมทั้งร่างแนวภาพตัดขวาง 1 แนว (แนวตะวันตกตะวันออก) โดยอาศัยแผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1:250,000 ที่ปรับแก้ขอบเขตความต่อเนื่องของหน่วยหินทางธรณีวิทยาจากการตรวจสอบข้อมูลแล้ว

4) นำข้อมูลชั้นดินชั้นหินจากการวิเคราะห์เศษดินเศษหินที่ได้จากการเจาะของบ่อเจาะสำรวจใหม่ ข้อมูลการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะของบ่อเจาะสำรวจใหม่ วิเคราะห์และเทียบเคียงความสัมพันธ์ทางธรณีวิทยาในพื้นที่ศึกษา และใส่เพิ่มเติมในร่างภาพตัดขวางทางธรณีวิทยา

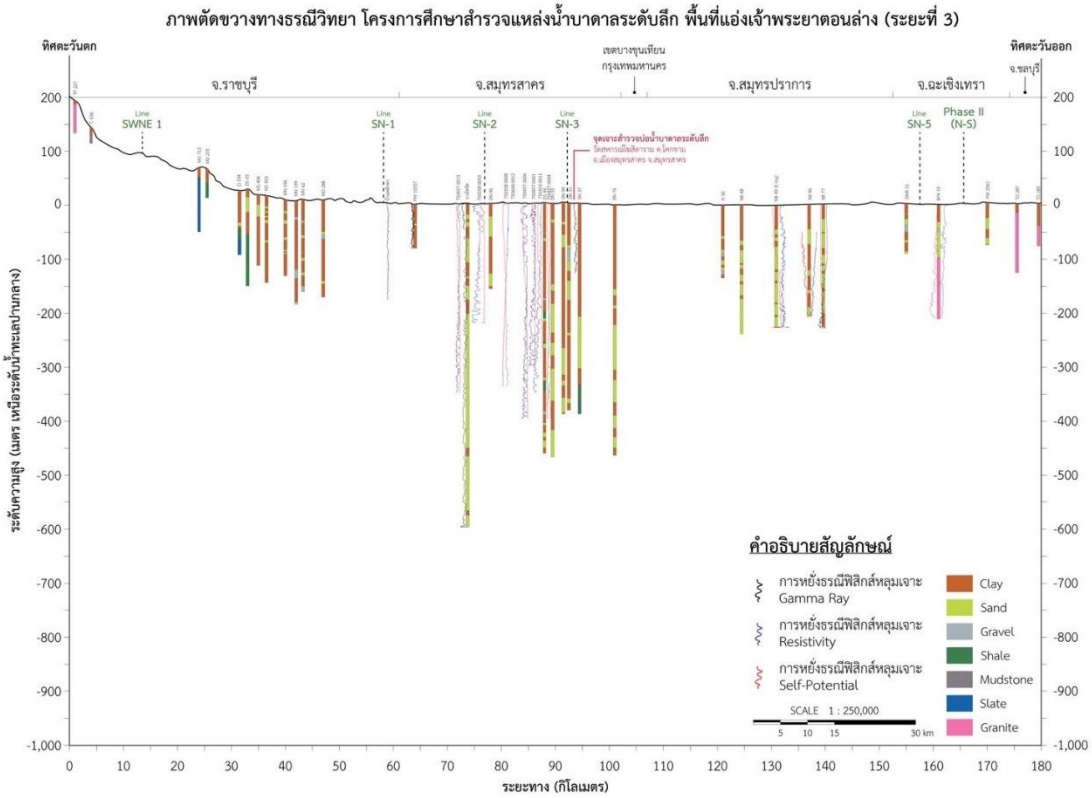
5) ปรับแก้ขอบเขตร่างภาพตัดขวางให้มีความถูกต้องสมบูรณ์มากขึ้น โดยนำข้อมูลการสำรวจภาคสนามที่ตรวจสอบแล้วมาวิเคราะห์ร่วมกัน



รูปที่ 4-58 แสดงการวางแนวภาพตัดขวางบริเวณแอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง (ระยะที่ 3) โดยใช้ข้อมูลต่าง ๆ

4.5.3 การประเมินข้อมูลเพื่อจัดทำภาพตัดขวาง

การสร้างแนวภาพตัดขวาง (cross-section profile) คำนึงถึงความหนาแน่น และความน่าเชื่อถือของข้อมูล โดยเริ่มจากการจัดทำร่างภาพตัดขวางโดยมีข้อมูลชั้นดินชั้นหินและข้อมูลการหยั่งธรณีฟิสิกส์ในหลุมเจาะจากบ่อน้ำบาดาลเดิมที่ได้คัดเลือกมา ดังแสดงในรูปที่ 4-59 เพื่อให้ง่ายต่อการแปลความหมาย โดยเฉพาะในกรณีที่พื้นที่มีความซับซ้อนทางธรณีวิทยามาก มีลักษณะทางธรณีหลายชั้นหรือมีข้อมูลน้อยมาก ในการแปลความหมายให้เลือกแนวที่มีข้อมูลมากที่สุดก่อน โดยใช้แผนที่ธรณีวิทยาช่วยในการกำหนดขอบเขตของหน่วยหิน เทียบความสัมพันธ์ และตรวจสอบความสอดคล้องของการแปลความหมาย โดยการประเมินข้อมูลเพื่อจัดทำภาพตัดขวางทางธรณีวิทยา ประกอบด้วยข้อมูลที่มีรายละเอียดดังต่อไปนี้



รูปที่ 4-59 การร่างแปลความหมายข้อมูลเพื่อจัดทำแนวภาพตัดขวางทางธรณีวิทยา

1) ลักษณะภูมิประเทศ

ภูมิประเทศของแอ่งเจ้าพระยาตอนล่างหรือที่ราบภาคกลาง เป็นที่ราบลุ่มน้ำขัง ประกอบด้วยชั้นดินตะกอนหนา และบางส่วนเป็นที่ราบลูกฟูกและภูเขาโดด พื้นที่ส่วนใหญ่ของที่ราบภาคกลางในอดีตเคยอยู่ใต้ระดับน้ำทะเล ต่อมาระดับน้ำทะเลลดต่ำลง ประกอบกับพื้นดินยกตัวสูงขึ้น รวมทั้งการกระทำของแม่น้ำหลายสาย จึงทำให้บริเวณนี้กลายเป็นที่ราบอันกว้างใหญ่ ขอบเขตของที่ราบภาคกลางตอนล่างด้านตะวันตกติดกับลุ่มน้ำแม่กลอง ส่วนด้านตะวันออกถูกแยกออกจากที่ราบสูงโคราชด้วยเทือกเขาเพชรบูรณ์ ทางทิศเหนือคือที่ราบภาคกลางตอนบน ซึ่งถูกแบ่งด้วยแนวเขาขนาดเล็กบริเวณจังหวัดนครสวรรค์ และจังหวัดชัยนาท ส่วนทางทิศใต้จรดกับทะเลอ่าวไทย

2) ลักษณะธรณีวิทยา

แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง มีพื้นที่บางส่วนที่ตั้งอยู่ในแอ่งตะกอนยุคเทอร์เชียร์รี ซึ่งเกิดจากการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนใหญ่ ได้แก่ รอยเลื่อนแม่ปิง รอยเลื่อนอุตรดิตถ์ และรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ ในยุคครีเทเชียสตอนปลายถึงยุคเทอร์เชียรรี ทำให้เกิดรอยเลื่อนแนวปกติในแนวเหนือ-ใต้ อันเกิดจากการคลายตัวของทวีปหลังจากการชนกันของแผ่นเปลือกโลกอินเดียกับแผ่นเปลือกโลกยูเรเซีย และรอยเลื่อนนี้ขยายตัวแบบ pull-apart basin ทำให้เกิดการเปิดออกของอ่าวไทย และเกิดเป็นแอ่งเทอร์เชียรรี การสะสมตัวของตะกอนจึงเกิดแบบเนินตะกอนน้ำพารูปพัด ที่ราบตะกอนน้ำพา ทางน้ำ ทะเลสาบ และแบบกึ่งทางน้ำกับทะเลสาบ

3) ข้อมูลการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ

การหยั่งธรณีในหลุมเจาะเป็นเทคนิคการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์วิธีหนึ่ง ซึ่งมีหลักการและวิธีการตลอดจนเครื่องมือที่พัฒนามาจากการสำรวจธรณีฟิสิกส์บนผิวดิน โดยปกติแล้วเครื่องมือจะประกอบไปด้วยส่วนของเครื่องมือที่หย่อนลงไปในหลุมเจาะ (probe) สายไฟเชื่อมต่อจากเครื่องมือที่หย่อนลงไปในหลุม กับเครื่องมือส่วนที่ใช้วัดหรืออ่านค่าต่าง ๆ ซึ่งวางไว้บนปากบ่อหรือที่พื้นดิน การวัดจะกระทำที่ความลึกต่าง ๆ ของหลุมเจาะหรือบ่อน้ำบาดาล โดยการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะสามารถวัดค่าพารามิเตอร์ได้ ทั้งในระหว่างที่หย่อนเครื่องมือลงไปและระหว่างตอนที่ดึงเครื่องมือขึ้นมา ค่าต่าง ๆ ที่วัดได้จะแสดงในลักษณะของกราฟที่เรียกว่า log ประกอบด้วยค่าต่าง ๆ ดังนี้ gamma log, resistivity log, self-potential, shot normal (SNR), และ Long normal (LNR) โดยได้ใช้ข้อมูลหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะจำนวน 11 บ่อ ในการวิเคราะห์และประมวลผล

4) ข้อมูลชั้นดินชั้นหิน

ข้อมูลตัวอย่างชั้นดินชั้นหินเป็นตัวแทนของลักษณะทางธรณีวิทยาของบ่อน้ำบาดาลที่มีในพื้นที่ศึกษาและบริเวณใกล้เคียง หากมีบ่อเจาะหลายบ่ออยู่ในบริเวณเดียวกัน ข้อมูลเหล่านี้จะช่วยให้สามารถสร้างภาพตัดขวางทางธรณีวิทยา (cross section) ได้ง่ายและมีความละเอียดมากขึ้น โดยใช้หลักการเชื่อมโยงการเทียบสัมพันธ์ลำดับชั้นหิน (correlation) ตามหลักการทางธรณีวิทยา ซึ่งความถูกต้อง

และความน่าเชื่อถือของภาพตัดขวางทางธรณีวิทยา ขึ้นอยู่กับความละเอียดของข้อมูลที่นำมาสร้างภาพตัดขวาง การวิเคราะห์ ตรวจสอบ และเขียนคำบรรยายลักษณะของดินและหินที่ได้มาจากบ่อเจาะสำรวจ โดยได้ใช้ข้อมูลชั้นดิน-หิน ของหลุมเจาะสำรวจ จำนวน 31 บ่อในการวิเคราะห์และประมวลผล

4.5.4 ผลการวิเคราะห์ ประมวลผล และแปลความหมายข้อมูล

จากผลการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ และการสำรวจตรวจสอบข้อมูลเพิ่มเติมในภาคสนาม การจัดทำภาพตัดขวางทางธรณีวิทยา จำนวน 1 แนว ดังแสดงในรูปที่ 4-61 โดยชั้นดินชั้นหินในพื้นที่ศึกษาที่มีภาพตัดขวางผ่านทั้งหมด 5 กลุ่มหิน ดังแสดงในรูปที่ 4-60 มีรายละเอียดดังนี้

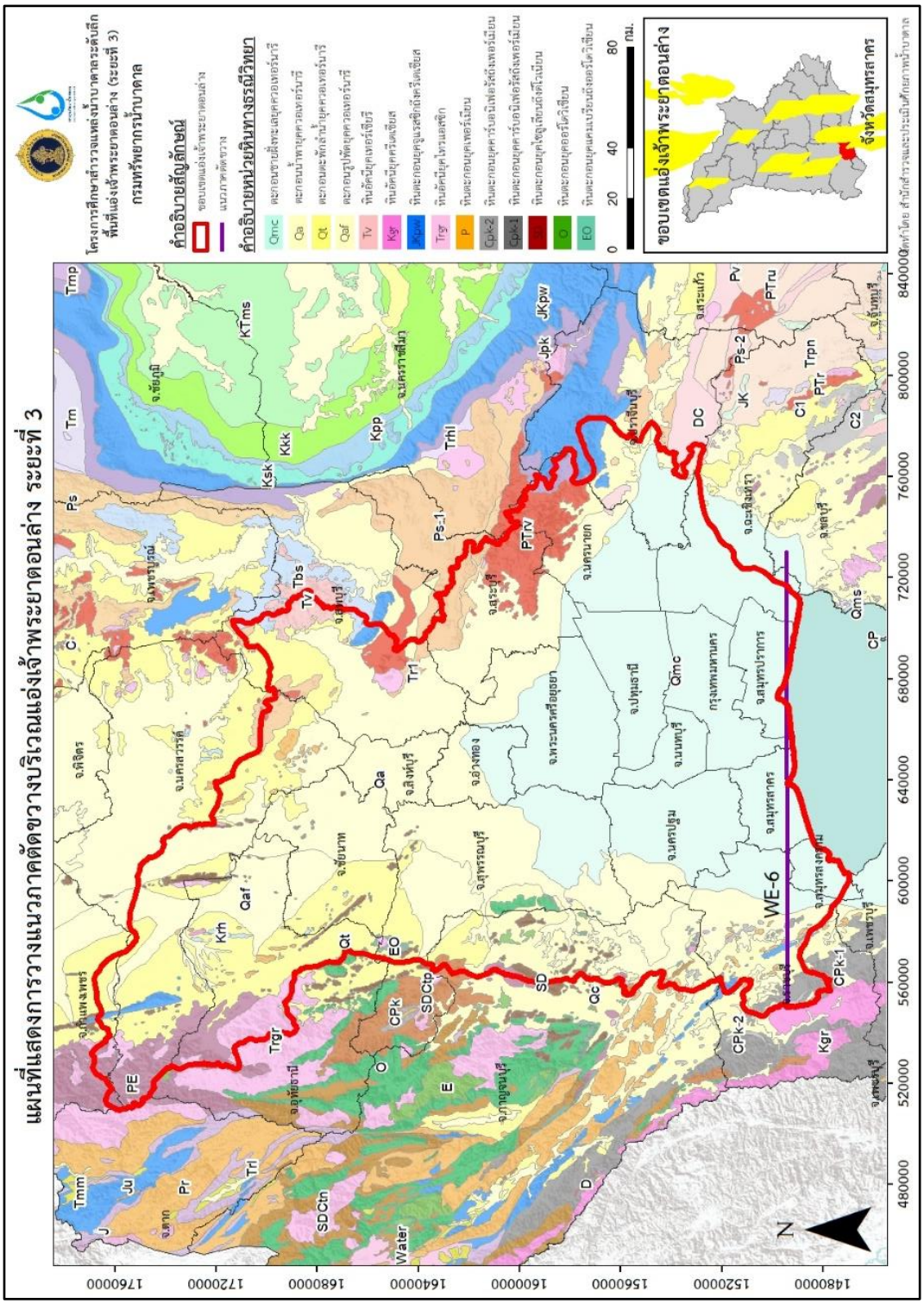
1) หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน (Carboniferous-Permian, CP_k) ประกอบด้วย หินดินดาน หินโคลน หินทราย หินควอร์ตไซต์ หินฮอร์นเฟล และหินชนวน บริเวณสัมผัสกับหินอัคนี พบกระจายตัวตามขอบตะวันตกของแอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง

2) หินยุคเพอร์เมียน (Permian, P) ประกอบด้วย หินปูน มีหินเชิร์ตเป็นกระเปาะ หินปูนเนื้อโดโลไมต์ มีซากดึกดำบรรพ์จำพวกฟิวซูลินิด แบรคิโอพอด ปะการัง แอมโมนอยด์ และไครนอยด์ พบกระจายตัวตามขอบแอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง

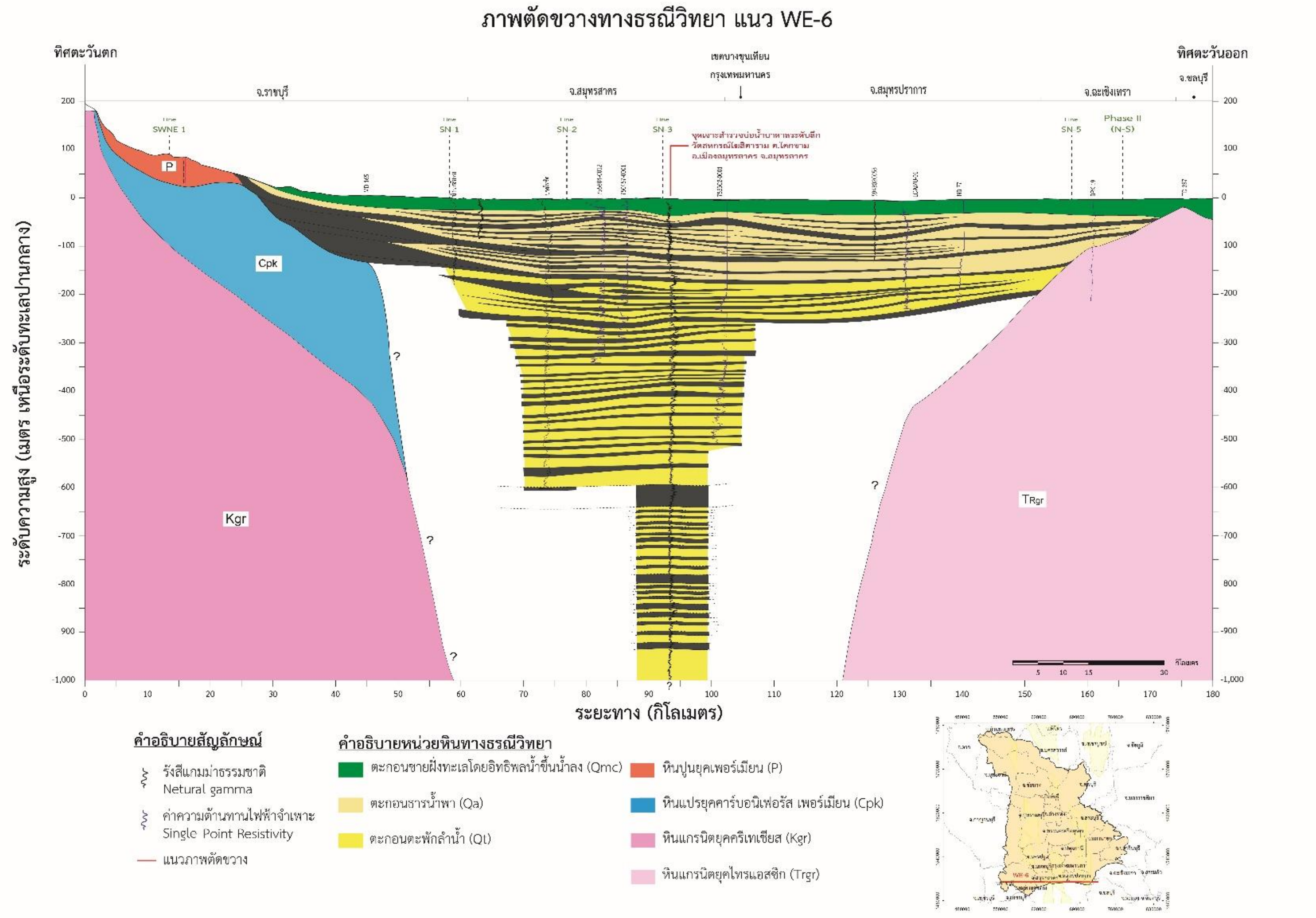
3) หินยุคไทรแอสซิก (Triassic, Tr_{gr}) ประกอบด้วยหินไบโอไทต์แกรนิต หินทัวมารีนแกรนิต หินแกรโนไดโอไรต์ หินไบโอไทต์-มัสโคไวต์แกรนิต พบกระจายตัวตามขอบตะวันออกของแอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง

4) หินยุคครีเทเชียส (Cretaceous, K_{gr}) ประกอบด้วยหินไบโอไทต์-ฮอร์นเบรนด์แกรนิต หินมัสโคไวท์แกรนิต หรือกลุ่มหินแกรนิตเนื้อดอก พบกระจายตัวตามขอบตะวันออกและตะวันตกของแอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง

5) ตะกอนยุคควอเทอร์นารี (Quaternary) ประกอบด้วยตะกอนเศษหินเชิงเขา (Q_c) ตะกอนตะพัก (Q_t) ตะกอนน้ำพารูปพัด (Q_f) ดินดอนสามเหลี่ยมธารน้ำ (Q_{df}) ดินดอนสามเหลี่ยมน้ำกร่อย (Q_{db}) ตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง (Q_a) หาดสันดอนและดินโคลนทะเล (Q_{tf}) พบครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของแอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง



รูปที่ 4-60 แสดงการวางแนวภาคตัดขวางบริเวณแอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง (ระยะที่ 3) แนว WE-6



รูปที่ 4-61 ตัวอย่างภาพตัดขวางทางธรณีวิทยา แนว WE-6

นอกจากนี้ ยังมีการจัดทำภาพตัดขวางแสดงปริมาณและคุณภาพน้ำบาดาล จำนวน 1 แนว ดังแสดงในรูปที่ 4-62 โดยมีลักษณะของชั้นหินให้น้ำในพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 4 กลุ่มหลัก มีรายละเอียดดังนี้

1) ชั้นหินให้น้ำกลุ่มตะกอนหินร่วน ประกอบด้วยตะกอนตะพักลำน้ำ (Q_t) ตะกอนน้ำพารูปพัด (Q_{af}) ตะกอนน้ำพา (Q_a) ซึ่งพบครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของแอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง พบว่าตะกอนที่สะสมอยู่ในระดับความลึกไม่เกิน 50 เมตร ให้น้ำอยู่ในเกณฑ์ 50-150 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ส่วนใหญ่มีคุณภาพน้ำบาดาลเป็นน้ำกร่อยเค็มเกือบทั้งหมด ตะกอนที่ระดับความลึก 50-300 เมตร ให้น้ำอยู่ในเกณฑ์ 50-150 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง มีคุณภาพของน้ำบาดาลตั้งแต่น้ำจืดจนถึงกร่อยเค็ม โดยเฉพาะพื้นที่ที่เป็นพื้นที่อุตสาหกรรมที่มีการใช้น้ำบาดาลในระดับลึก เช่น กรุงเทพมหานคร พระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี และสมุทรสาคร เป็นต้น (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2561) และตะกอนระดับความลึกมากกว่า 300 เมตร จากผลการเจาะสำรวจและการหยั่งธรณีหลุมเจาะ พบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่คุณภาพน้ำบาดาลอยู่ในเกณฑ์ดี สามารถใช้ในการอุโภคบริโภคได้ การพัฒนาน้ำบาดาลในชั้นหินให้น้ำตะกอนร่วนในระดับลึก จึงมีความจำเป็นสำหรับการวางแผนการจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลในอนาคต

2) ชั้นหินให้น้ำกลุ่มหินตะกอน จะพบน้ำบาดาลกักเก็บอยู่ในช่องว่างของโครงสร้างต่าง ๆ ได้แก่ รอยแตก รอยแยก รอยเลื่อน รอยต่อระหว่างชั้นหิน โพรง หรือถ้ำในชั้นหิน และช่องว่างของชั้นหินผุ ซึ่งชั้นหินให้น้ำกลุ่มหินตะกอนในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ชั้นหินให้น้ำหินคาร์บอเนตอายุเพอร์เมียน (P_c) ปริมาณน้ำ 10-20 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง มีปริมาณสารละลายมวลรวมในน้ำบาดาลน้อยกว่า 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ถือเป็นน้ำบาดาลที่มีคุณภาพดี (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2556) แต่ในบางพื้นที่ในบริเวณจังหวัดราชบุรี และกาญจนบุรี พบชั้นหินให้น้ำหินคาร์บอเนตอายุเพอร์เมียน (P) ปริมาณน้ำน้อยกว่า 2 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง มีปริมาณสารละลายมวลรวมในน้ำบาดาลน้อยกว่า 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ถือเป็นน้ำบาดาลที่มีคุณภาพดีเช่นกัน (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2549)

3) ชั้นหินให้น้ำกลุ่มหินแปร จะพบน้ำบาดาลถูกกักเก็บอยู่ภายในช่องว่างตามรอยแตก รอยแยก รอยเลื่อน และรอยต่อระหว่างชั้นหิน โดยหินที่พบในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ชั้นหินให้น้ำหินแปรอายุคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน (Carboniferous-Permian, C_{pk}) ประกอบด้วยหินแปรเกรดต่ำ เช่นหินชนวน หินฟิลไลต์ ไมกาชีสต์ ส่วนใหญ่มีปริมาณน้ำ 5-10 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง มีปริมาณสารละลายมวลรวมในน้ำบาดาล 500-1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร ถือเป็นน้ำบาดาลที่มีคุณภาพน้ำกร่อยเค็ม (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2556)

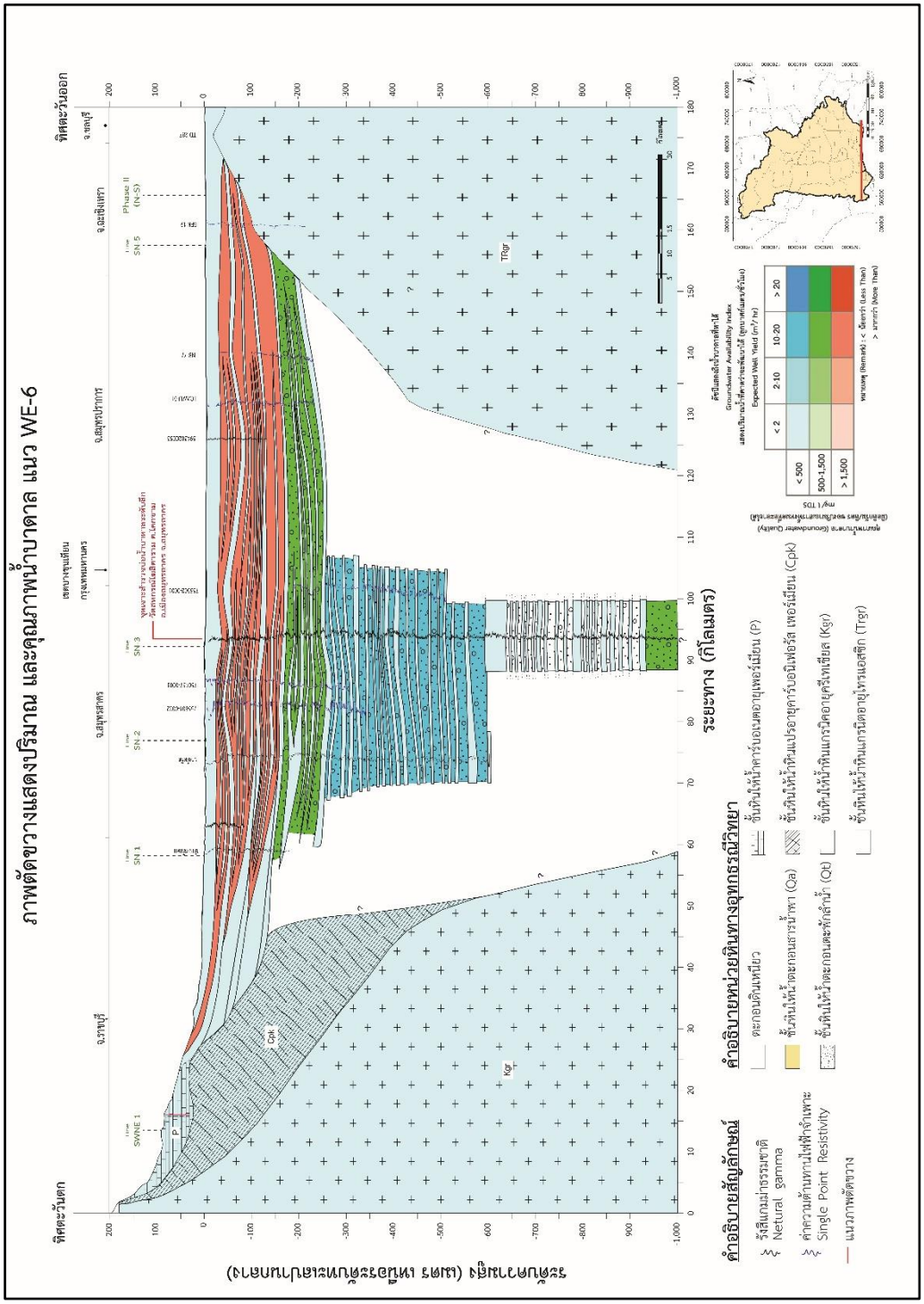
4) ชั้นหินให้น้ำกลุ่มหินอัคนี พบเป็นชั้นหินให้น้ำหินแกรนิต ปริมาณน้ำ 2-10 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงเป็นส่วนใหญ่ มีปริมาณสารละลายมวลรวมในน้ำบาดาลน้อยกว่า 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ถือเป็นน้ำบาดาลที่มีคุณภาพดี (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2556) และชั้นหินให้น้ำหินภูเขาไฟ ปริมาณน้ำ 5-10 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงเป็นส่วนใหญ่ มีปริมาณสารละลายมวลรวมในน้ำบาดาลน้อยกว่า

500 มิลลิกรัมต่อลิตร ถือเป็นน้ำบาดาลที่มีคุณภาพดี (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2556) โดยหินให้น้ำกลุ่มนี้พบกระจายตัวทั่วไปตามขอบของแอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง

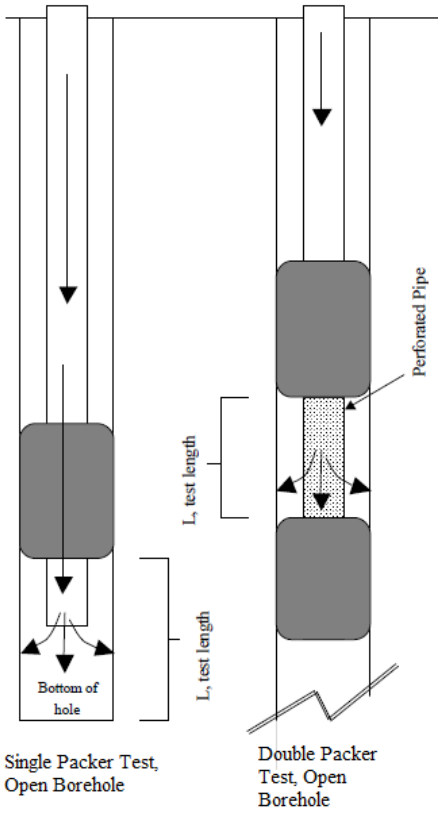
4.6 การเก็บตัวอย่างน้ำบาดาล ณ ที่ชั้นน้ำหนึ่ง ๆ ด้วยวิธี Aquifer Packer Test

Packer test เป็นวิธีการทดสอบเพื่อวัดค่าคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นหิน (permeability) ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ในการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลภายในบ่อเจาะสำรวจ เพื่อเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลในช่วงความลึกที่ต้องการ โดยอาศัยอุปกรณ์ packers หรือตัวปิดกั้น ลงไปปิดชั้นน้ำบาดาลที่ต้องการศึกษา เพื่อไม่ให้เกิดการปนกัน (mixing) ระหว่างน้ำในแต่ละชั้นน้ำบาดาล ทำให้ได้คุณภาพน้ำบาดาลของชั้นน้ำที่ต้องการศึกษาจริง (test section) ซึ่งเหมาะสำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลในบ่อเจาะสำรวจที่มีชั้นน้ำบาดาลหลายชั้น (multi-layered aquifer system)

การเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลในโครงการ ใช้วิธี double packer test (รูปที่ 4-63) ซึ่งชั้นน้ำบาดาลที่ต้องการศึกษาจะอยู่ระหว่างตั้วปิดกั้นชั้นบน (upper packer) และตัวปิดกั้นชั้นล่าง (lower packer) โดยมีท่อกรอง (pipe-based screen) ความยาว 6 เมตร คั่นระหว่าง packers ลงไปช่วงความลึกที่สนใจ จากนั้นทำการต่อท่อลมลงไป เพื่ออัดลม (airlift) ลงไปในชั้นน้ำ และดันเอาน้ำในช่วงความลึกที่ต้องการขึ้นมาสู่ด้านบน



รูปที่ 4-62 ตัวอย่างภาพตัดขวางแสดงปริมาณและคุณภาพน้ำบาดาล แนว WE-6



รูปที่ 4-63 รูปแบบการทำ packer test

(ซ้าย) แบบ single packer test (ขวา) แบบ double packer test (Yihdego, 2017)

4.6.1 อุปกรณ์การเก็บทดสอบปริมาณน้ำและตัวอย่างน้ำบาดาล ด้วยวิธี Aquifer Packer Test (แสดงในรูปที่ 4-64)

1) ตัวปิดกั้นชั้นบน (upper packer หรือ top packer) ลักษณะเป็นโครง PVC หนา 1/4 นิ้ว รูปทรงคล้ายลูกรักบี้ มีความหยืดหยุ่น สามารถหดและขยายได้ตามขนาดของบ่อ โดยภายในโครงมีลักษณะคล้ายตะกร้า สำหรับใส่ดินเทียม (bentonite) เพื่อให้ packer ขยายตัวเมื่อลงไปในบ่อ โดย upper packer มีความยาวรวม 0.8 เมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางในจุดที่กว้างที่สุดประมาณ 9 นิ้ว

2) ตัวปิดกั้นชั้นล่าง (lower packer หรือ bottom packer) เป็นอุปกรณ์ที่ทำจากไม้ฉำฉา (จามจุรี) รูปทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 8 นิ้ว สูง 0.18 เมตร พร้อมแผ่นยางปิดทับด้านบนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10 นิ้ว โดยมีแกนกลางของทรงกระบอกยื่นออกมาประมาณ 0.2 เมตร เพื่อยึดติดกับท่อกรองน้ำ (pipe-based screen) ขณะต่ออุปกรณ์ลงไปในบ่อ

3) ท่อกรองน้ำ (pipe-based screen) เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 4 นิ้ว ยาว 6 เมตร

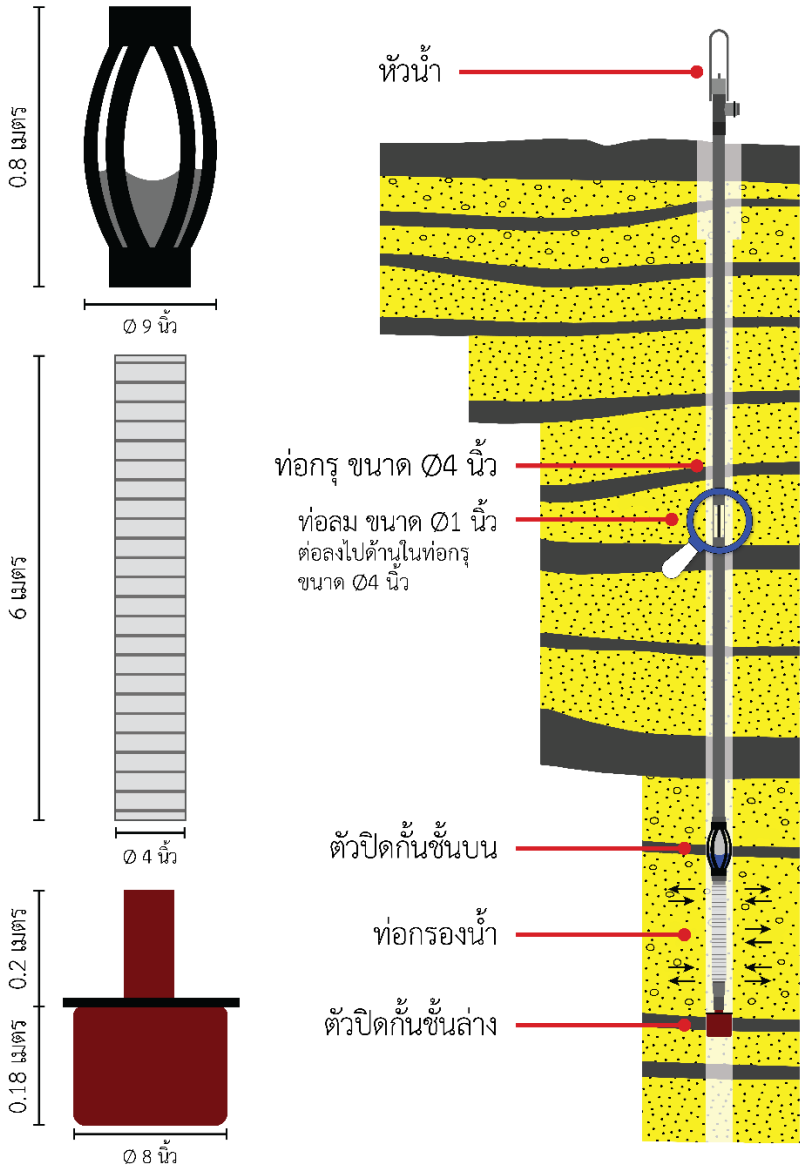
4) ท่อกรุ (pipe) เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 4 นิ้ว ยาว 6 เมตร

5) ท่อลม (airline) เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 1 นิ้ว ยาว 6 เมตร

6) หัวน้ำ (drilling swivel) สำหรับอัดน้ำและอากาศลงไปในท่อ

7) เครื่องอัดอากาศ (air compressor)

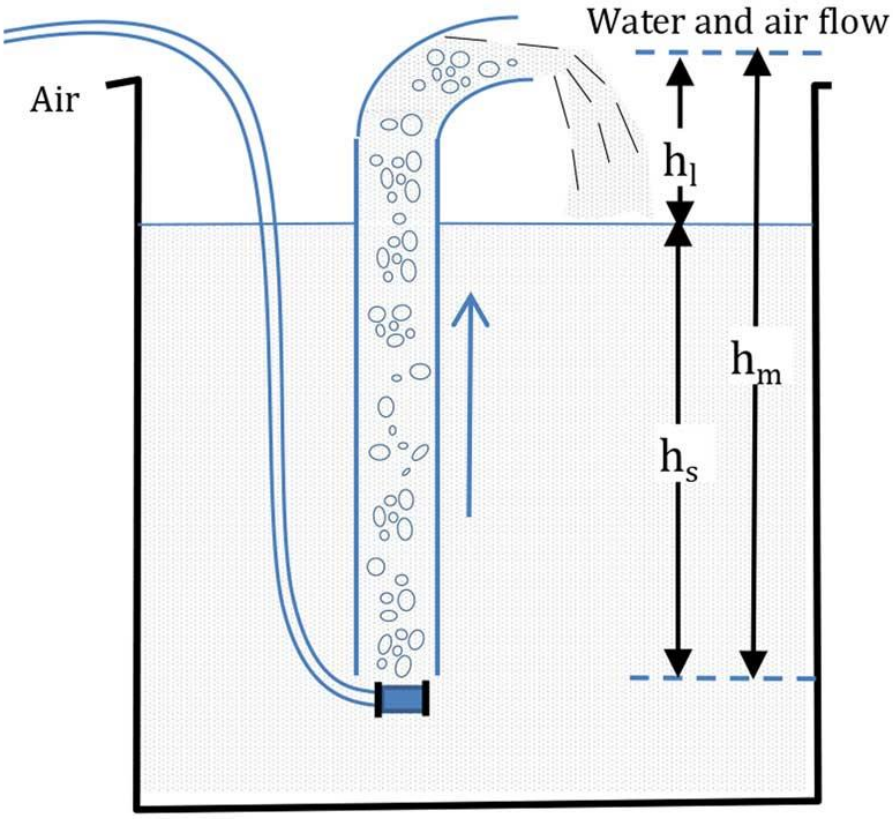
รูปที่ 4-64 อุปกรณ์การทำ Packer test



รูปที่ 4-65 (ซ้าย) อุปกรณ์ทำ packer test (ขวา) ภาพตัดขวางการต่ออุปกรณ์ลงในบ่อสำรวจ

4.6.2 หลักการในการอัดลม (Airlift pumping)

ในปี ค.ศ. 1786 Carl Emanuel Löscher ชาวบาวาเรียน ประเทศเยอรมนี ได้สังเกตพบว่ามีน้ำในเหมืองผุดขึ้นมาจากการอัดอากาศลงไปด้านล่าง จึงได้มีการศึกษาอย่างละเอียดและตีพิมพ์เป็นงานวิจัยในปีต่อมา โดยใช้ชื่อว่า “Aerostatic Kunstgezeug” โดย Löscher ได้ทำการทดลองโดยการอัดอากาศผ่านท่อที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 6 มิลลิเมตร ลงไปส่วนปลายของท่อที่อยู่ใต้น้ำที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 120 มิลลิเมตร ยาว 283 มิลลิเมตร พบว่ามีน้ำขึ้นสู่ด้านบน จนได้มีการพัฒนาเครื่องสูบน้ำและกลายมาเป็น airlift pump ในปัจจุบัน ดังที่แสดงในรูปที่ 4-66



รูปที่ 4-66 หลักการพื้นฐานของ airlift

จากรูปจะเห็นว่าเมื่ออากาศ (compressed air) ถูกอัดลงไปที่ก้นบ่อน้ำบาดาลหรือท่อที่จุ่มอยู่ใต้น้ำ น้ำที่ผสมกับอากาศ (liquid–air mixture) จะเคลื่อนที่ขึ้นสูงด้านบน ตามฟังก์ชันของความลึก (Submersed depth) ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ และความดันของอากาศที่อัดลงไป ตามสมการด้านล่าง

$$h_m \gamma_m = h_s \gamma_l \qquad (1)$$

เมื่อ h_m คือ ความสูงของน้ำที่ผสมกับอากาศในท่อ

γ_m คือ ความถ่วงจำเพาะของน้ำที่ผสมกับอากาศในท่อ

h_s คือ ความยาวของท่อที่อยู่ใต้น้ำ

γ_l คือ ความถ่วงจำเพาะของน้ำที่อยู่นอกท่อ

กล่าวคือ เมื่อน้ำที่อยู่ในระบบน้ำบาดาลถูกผสมเข้ากับอากาศที่อัดลงไป (liquid–air mixture) ทำให้มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำบาดาลอื่นที่อยู่รอบข้าง ทำให้เคลื่อนที่ขึ้นสูงด้านบนตามหลักกลศาสตร์การไหล (fluid mechanics) และตามกฎการไหลแบบสองเฟส (two-phase flow)

4.6.3 วิธีการดำเนินงาน

1) ต่ออุปกรณ์จากด้านล่างขึ้นสูงด้านบน ตามลำดับต่อไปนี้ (1) lower packer (2) pipe-based screen (3) upper packer (4) 4-inch pipe (5) drilling swivel (ดังรูป 4-65) โดยลงอุปกรณ์ไปยังช่วงความลึกที่ต้องการศึกษาชั้นน้ำบาดาล

2) ต่อท่อลม ขนาด Ø1 นิ้ว ลงไปด้านในของท่อกรุ ขนาด Ø4 นิ้ว ต่ออุปกรณ์เข้ากับหัวน้ำเพื่อเชื่อมต่อท่อเข้าสู่เครื่องอัดอากาศ และท่อน้ำใส

3) อัดอากาศ (airlift) ผ่านท่อลมเข้าสู่ท่อกรุ เพื่อเป่าน้ำในระบบขึ้นสู่ด้านบน จนกว่าน้ำจะใส

4) เก็บตัวอย่างน้ำบาดาล ปริมาณ 250 ลิตร เพื่อส่งวิเคราะห์ไอโซโทปเสถียรและไอโซโทปรังสี

5) ถอนอุปกรณ์ขึ้นมา

6) ดำเนินการทำความสะอาดบ่อ เพื่อพัฒนาบ่อน้ำบาดาลในลำดับถัดไป

โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังรูปที่ 4-67 และ 4-68

รูปที่ 4-67 ขั้นตอนการต่ออุปกรณ์ packer test

รูปที่ 4-68 ขั้นตอนการต่อท่อลม และอัดอากาศด้วยเครื่องอัดอากาศ

รูปที่ 4-69 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาล

ทั้งนี้ การวัดคุณสมบัติทางชลศาสตร์โดยวิธี Packer test ยังคงมีข้อจำกัดอยู่ เนื่องจากแรงดันที่อัดลงไปในชั้นน้ำค่อนข้างน้อยและมีช่วงเวลาการทดสอบที่สั้น ทำให้การตอบสนองต่อการไหลของน้ำบาดาลในระบบเกิดขึ้นไม่ไกลจากบ่อเจาะทดสอบ จึงไม่ได้เป็นค่าตัวแทนของชั้นน้ำนั้น ๆ ประกอบกับช่วงการทดสอบอาจจะมีการรั่วซึมของชั้นน้ำผ่านทางอุปกรณ์ Packers ทำให้ค่าที่ได้มีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง นอกจากนั้นหากมีการอัดน้ำลงไปในช่วงการทดสอบ และเป็นน้ำที่มีตะกอนขนาดละเอียดอยู่มาก อาจทำให้ตะกอนเหล่านั้นเข้าไปอุดอยู่ในรอยแตกหรือช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอน (Preene, 2018) จึงเป็นเหตุผลที่ยังไม่มีประยุกต์ใช้วิธี Packer test ในการทดสอบคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นน้ำบาดาล

4.6.4 การคำนวณปริมาณน้ำจากการทำ Packer Test ด้วยวิธี Lugeon Test

Maurice Lugeon (Lugeon, 1933) ได้ศึกษาและกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ทางชลศาสตร์ (อัตราการไหล) บริเวณรอบบ่อเจาะสำรวจ ซึ่งแสดงในหน่วย Lugeon coefficient หรือ Lu โดยค่าสัมประสิทธิ์ Lugeon เป็นที่ค่าปริมาณน้ำที่ขึ้นมาจากการการทำ Packer Test ในหน่วย ปริมาตร/เวลา ต่อ ความยาวของระยะท่อรับน้ำ ภายใต้แรงดัน 10 บาร์ ซึ่งสามารถอธิบายได้โดยใช้สมการดังต่อไปนี้

$$\mathrm{Lu} = \frac{Q_{1000}}{L} \qquad (2)$$

เมื่อ Q_{1000} คือ ปริมาณน้ำที่ได้จากบ่อเจาะสำรวจ หน่วย ปริมาตร/เวลา ภายใต้แรงดัน 10 บาร์ และ L คือ ความยาวของระยะท่อรับน้ำ หน่วย ความยาว

ในกรณีที่มีการอัดแรงดันลมเกินกว่า 10 บาร์ (1,000 kPa) จะไม่สามารถอธิบายได้ด้วยสมการที่ 1 ดังนั้นจึงได้มีการปรับสมการเพื่อให้สามารถคำนวณอัตราการไหล ภายใต้แรงดันที่เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งเรียกสมการที่ดัดแปลงใหม่ว่า modified Lugeon coefficient (Lu_{mod}) อธิบายได้โดยใช้สมการดังต่อไปนี้

$$\mathrm{Lu}_{\mathrm{mod}} = \frac{Q_P}{L} \times \frac{1{,}000}{P_t} \qquad (3)$$

เมื่อ Q_P คือ ปริมาณน้ำที่ได้จากบ่อเจาะสำรวจ หน่วย ปริมาตร/เวลา ภายใต้แรงดัน Pt ในหน่วย กิโลปาสคาล (kPa)

การทำ Packer Test ณ บ่อเจาะสำรวจระดับลึก วัดสหกรณ์โฆสิตาราม ได้ดำเนินการที่ระดับความลึก 956-962 เมตร (ความยาวของระยะท่อรับน้ำ 6 เมตร) โดยอัดลมลงไปด้วยแรงดัน 30 บาร์ และสามารถตวงน้ำจากปากบ่อได้ปริมาตร 90 ลบ.ม./ชม. ซึ่งสามารถคำนวณค่าปริมาณน้ำต่อความยาวของช่วงทดสอบ (Lu_{mod}) ได้ดังต่อไปนี้

$$\mathrm{Lu}_{\mathrm{mod}} = \frac{90}{6} \times \frac{1{,}000}{3{,}000} \qquad (4)$$

Lu_{mod} = 5 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง/เมตรของช่วงทดสอบ

จากสมการข้างต้น สามารถคำนวณปริมาณน้ำคร่าว ๆ จากการทดสอบปริมาณน้ำด้วยวิธี Packer Test ตลอดช่วงความยาวของท่อรับน้ำ ได้ 30 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง เมื่อคำนวณจาก

4.6.5 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไข

เนื่องจากพื้นที่ศึกษามีลักษณะอุทกธรณีวิทยา ประกอบด้วยชั้นตะกอนกรวดทราย และมีชั้นดินเหนียวหนา 130 เมตร ที่ช่วงความลึก 510-640 เมตร ส่งผลให้ขณะดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำในแต่ละชั้นความลึกในบ่อน้ำบาดาลด้วยวิธี Packer Test ที่ความลึก 956-962 เมตร มีตะกอนกรวด

ทรายที่อยู่ด้านบน และชั้นดินเหนียวได้ปิดทับชุดอุปกรณ์ Packer Test ทำให้ชุดอุปกรณ์ Packer Test ติดค้างอยู่ในบ่อเจาะสำรวจที่ระดับความลึก 504 ถึง 960 เมตร

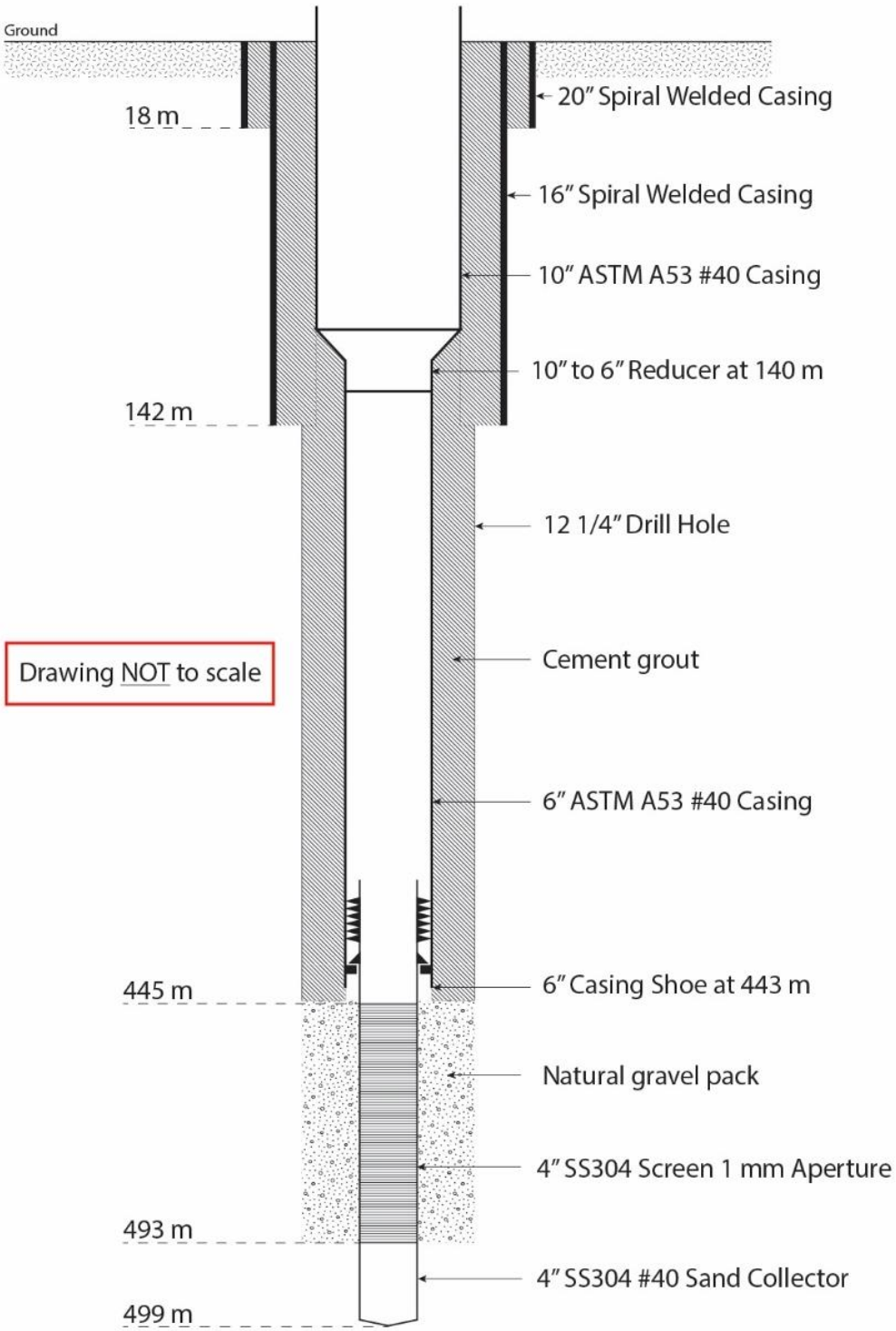
4.7 การพัฒนาบ่อน้ำบาดาล

การพัฒนาบ่อน้ำบาดาล เป็นการทำให้หลุมเจาะเป็นบ่อน้ำที่จะพัฒนานำน้ำขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งประกอบด้วยการออกแบบบ่อ (well design) จนถึงขั้นตอนการลงท่อกรุ ท่อกรอง และการเป่าล้างตะกอน ดังนี้

1) การออกแบบบ่อ หมายถึง การนำเอารายละเอียดต่าง ๆ ที่ได้จากการเจาะบ่อสำรวจ มาวางแผนการก่อสร้างบ่อเพื่อให้ได้บ่อน้ำบาดาลที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งด้านปริมาณและด้านคุณภาพ ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลจากการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ เพื่อจะได้ทราบความลึก ความหนาของชั้นดินต่าง ๆ อย่างถูกต้อง รวมทั้งทราบคุณภาพน้ำบาดาลเบื้องต้น เพื่อเป็นข้อมูลในการกำหนดชั้นน้ำออกแบบบ่อน้ำบาดาลที่มีประสิทธิภาพ และการสร้างบ่อตามระยะของชั้นน้ำที่ถูกต้อง โดยการออกแบบบ่อน้ำบาดาล ดังแสดงในรูปที่ 4-69

2) การลงท่อกรุบ่อ เมื่อทราบระยะชั้นน้ำที่แน่นอนจากการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะและจากการออกแบบบ่อแล้ว จึงลงท่อกรุบ่อ โดยเลือกใช้ท่อเหล็ก ASTM A53 #40 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 นิ้ว ความลึกรวม 140 เมตร (23 ท่อน) และท่อเหล็ก ASTM A53 #40 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ความลึกรวม 303 เมตร (51 ท่อน) ในขั้นตอนการลงท่อกรุได้มีการติดตั้ง float shoe ที่ปลายท่อกรุขนาด 6 นิ้ว เพื่อที่จะต่ออุปกรณ์ผนึกซีเมนต์ (cement grouting) และจากนั้นทำการผนึกซีเมนต์รอบท่อ 6 นิ้ว และท่อ 10 นิ้ว จนถึงระดับผิวดิน โดยใช้หลักการอัดซีเมนต์ผ่านท่อด้านใน (Inside-Tremie grouting method) ลงไปก้นบ่อผ่าน float shoe ที่มีวาล์วกันซีเมนต์ย้อนกลับ อัดซีเมนต์ด้วยแรงดันทำให้ซีเมนต์ไหลขึ้นมาระหว่างผนังบ่อกับท่อกรุ (แสดงในรูปที่ 4-70 - รูปที่ 4-73)

3) การลงท่อกรองหรือท่อรับน้ำ (screen) หลังจากการผนึกซีเมนต์รอบท่อกรุขนาด 6 นิ้ว และ 10 นิ้ว แล้วเสร็จ จากนั้นทำการเจาะด้วยหัวเจาะแบบเฟืองหมุน (rock bit) ขนาด 5½ นิ้ว ถึงความลึก 502 เมตร ถอนก้านเจาะ และทำการหย่อนท่อกรองหรือท่อรับน้ำ (screen) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ความกว้างของช่องเปิดรับน้ำขนาด 1 มิลลิเมตร ความลึกรวม 48 เมตร (8 ท่อน) พร้อมกับท่อรับทราย มีความยาว 6 เมตร ที่มีปลายปิดไว้ส่วนล่างของบ่อน้ำบาดาล หย่อนโดยใช้อุปกรณ์หย่อนที่เรียกว่า J-latch sub (ดังแสดงในรูปที่ 4-74)



รูปที่ 4-70 การออกแบบบ่อน้ำบาดาล

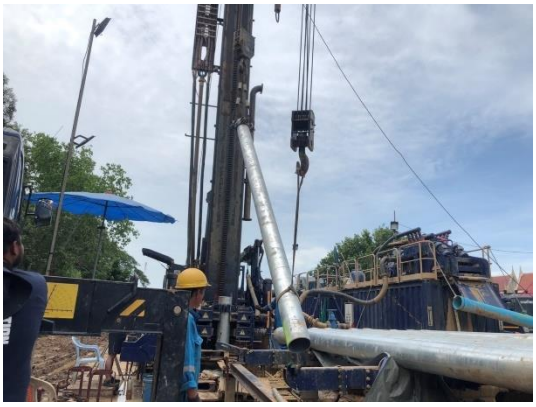
(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

รูปที่ 4-71 (ก) ท่อกรุบ่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว (ข) ท่อกรุบ่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว (ค) การลงท่อขนาด 6 นิ้วที่ติด float shoe ไว้ส่วนปลายท่อ (ง) float shoe



(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

รูปที่ 4-72 (ก)-(ข) การลงท่อกรุบ่อน้ำบาดาล (ค) การลงอุปกรณ์หัวอัดซีเมนต์ (ง) การผนึกซีเมนต์รอบท่อกรุ

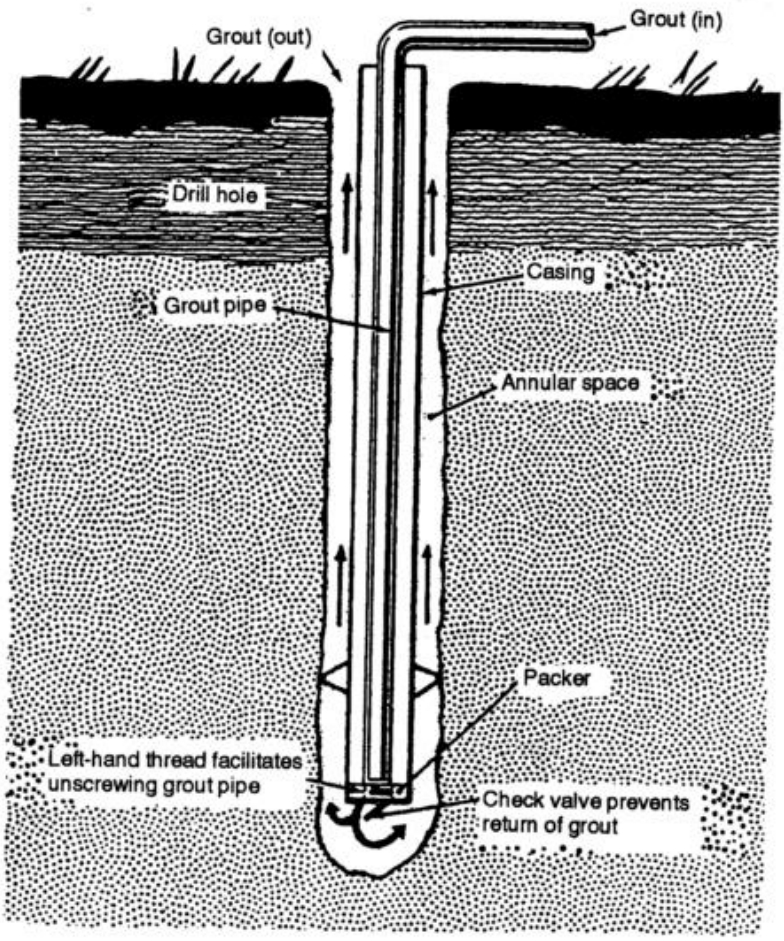


Figure 6-2. Inside-tremie grouting method

รูปที่ 4-73 แสดงหลักการอัดซีเมนต์ผ่านท่อด้านในท่อกรุ
(Us Army Field Manual FM 5-484)

4) การล้างตะกอนและน้ำโคลน เป็นการละลายน้ำโคลนที่อยู่รอบ ๆ ท่อกรองน้ำ (screen) จากน้ำโคลนที่ค่อนข้างหนืดทำให้น้ำโคลนเหลวจนกระทั่งเริ่มใส โดยการลงท่อ ASTM ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 2 7/8 นิ้ว ที่ความลึก 494 เหนือท่อกรองน้ำ จากนั้นทำการหมุนเวียนน้ำใสผ่านท่อ ASTM 2 7/8 นิ้ว เพื่อล้างน้ำโคลน จนน้ำโคลนเริ่มใส สังเกตได้จากน้ำที่ออกมาจากปากบ่อน้ำบาดาล หลังจากนั้นดำเนินการทำ airlift ต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 4-75

รูปที่ 4-74 การลงท่อกรองน้ำ (4-inc screen pipe) และท่อรับทราย (sand collector)

รูปที่ 4-75 การล้างตะกอนและน้ำโคลน

5) การเป่าล้างบ่อ (airlift) โดยทำการลงท่อ ASTM ขนาด 2-7/8 นิ้ว และท่อ 4-1/2 นิ้ว ลงไปที่ระดับความลึก 445 เมตร ลงท่อลม (airline) ภายในท่อ ASTM 2-7/8 นิ้ว และ 4-1/2 นิ้ว ถึงความลึก 258 เมตร เพื่อเป็นตัวนำลมไปเป่าล้างในท่อกรุบ่อ เป่าเหนือท่อกรองเพื่อไล่น้ำโคลน และทำความสะอาดบ่อน้ำบาดาล ตลอดจนทำให้กรวดเกิดการเรียงตัว จากนั้นปิดปั๊มลมและเช็คระดับน้ำปกติอยู่ที่ 70.50 เมตร หลังจากนั้นลงท่อขนาด 4-1/2 นิ้วเพื่อเป็นลม (airline) ถึงความลึก 138 เมตร แล้วทำการ airlift ในท่อกรุ 10 นิ้ว เป่าล้างจนน้ำใส ดังแสดงในรูปที่ 4-76

สำหรับการดำเนินงานพัฒนาบ่อน้ำบาดาลระดับลึก ภายใต้โครงการศึกษาสำรวจแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง (ระยะที่ 3) ความลึกเจาะ 1,008 เมตร ความลึกพัฒนาที่ระดับความลึก 499 เมตร พัฒนาบ่อโดยใช้ท่อรับทราย จำนวน 1 ท่อน ความยาว 6 เมตร ท่อกรองหรือท่อรับน้ำ (screen pipe) จำนวน 8 ท่อน ความยาว 48 เมตร และท่อกรุขนาด 10 นิ้ว จำนวน 23 ท่อน ความยาวรวม 140 เมตร ท่อกรุขนาด 6 นิ้ว จำนวน 51 ท่อน ความยาวรวม 303 เมตร โดยใช้วิธีการเจาะน้ำบาดาลในชั้นหินร่วนแบบไม่กรุกรวด (natural gravel pack) เป็นการใช้กรวดธรรมชาติในชั้นหินอุ้มน้ำที่มีขนาดใหญ่กว่าช่องรูเปิดน้ำเข้าบ่อ ทำหน้าที่หุ้มโดยรอบท่อกรองน้ำ (screen pipe) และหลังการพัฒนาบ่อน้ำบาดาล และเป่าล้างบ่อน้ำบาดาลจนน้ำบาดาลใส มีตะกอนทรายน้อย และวัดระดับน้ำปกติได้ 69.95 เมตร จากระดับพื้นดิน โดยจะดำเนินการในกระบวนการสูบทดสอบประมาณน้ำบาดาลต่อไป

รูปที่ 4-76 การเป่าล้างบ่อ (airlift)

4.8 การสูบทดสอบปริมาณน้ำ

การสูบทดสอบปริมาณน้ำของบ่อน้ำบาดาลในโครงการฯ ใช้วิธีการสูบด้วยอัตราการสูบคงที่ตลอดระยะเวลาการสูบ ระยะเวลา 75 ชั่วโมงหรือจนกว่าระดับน้ำจะคงที่ไม่ระดับลงแล้ว ดังนั้นจึงเลือกเครื่องต้นกำลังสูบทดสอบโดยใช้เครื่องสูบน้ำแบบเทอร์ไบน์ (turbine pump) ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมรอบและปริมาณน้ำได้ให้สามารถคงที่ได้ตลอดระยะเวลาการสูบ การวัดระดับน้ำในบ่อใช้เครื่องวัดระดับน้ำ (electric tape) และการวัดอัตราการสูบด้วยการใช้วิธีตวงวัด นอกจากนั้นยังกำหนดให้มีการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลเบื้องต้นทุก 1 ชั่วโมง ซึ่งมีขั้นตอนหลักในการดำเนินงาน 3 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมการ การสูบทดสอบปริมาณน้ำในภาคสนาม และการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมาย ซึ่งมีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังนี้

4.8.1 การเตรียมการสูบทดทอบปริมาณน้ำ

ก่อนดำเนินการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลในภาคสนามมีความจำเป็นที่จะต้องเตรียมความพร้อมของข้อมูล และเครื่องมือพร้อมอุปกรณ์ให้เรียบร้อย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการ รวดเร็ว ประหยัดเวลาดำเนินการ และงบประมาณ ดังนี้

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

2) จัดเตรียมอุปกรณ์เครื่องมือที่จำเป็นสำหรับการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลที่เหมาะสมกับบ่อน้ำบาดาลนั้น ๆ ได้แก่ เครื่องตรวจวัดค่าพิกัดโลก เครื่องยนต์ เครื่องสูบน้ำพร้อมอุปกรณ์ เครื่องวัดระดับน้ำ ตลับเมตร นาฬิกาจับเวลา แบบบันทึกการสูบทดสอบปริมาณน้ำ ถังตวงน้ำเพื่อวัดปริมาณน้ำและเครื่องวัดคุณภาพน้ำในสนามแบบพกพาและอุปกรณ์อื่นที่จำเป็น ดังแสดงในรูปที่ 4-76

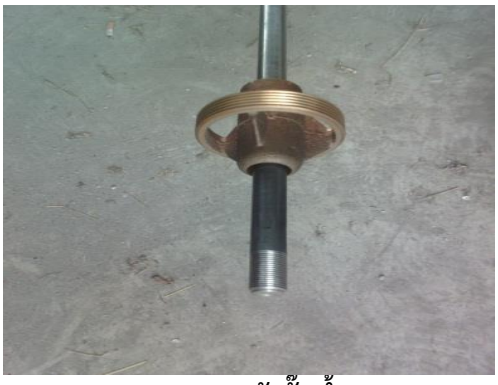
เครื่องยนต์สำหรับขับปั๊มน้ำบาดาล

หัวจ่ายน้ำ

รถยนต์บรรทุกพร้อมติดตั้งเครนไฮดรอลิค

หัวสูบน้ำแบบเทอร์ไบน์

ท่อส่งน้ำ



แกนเพลาขับปั๊มน้ำ

รูปที่ 4-77 เครื่องมือและอุปกรณ์จำเป็นสำหรับการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาล

ปลั๊กยกท่อ

ประแจล็อคท่อ

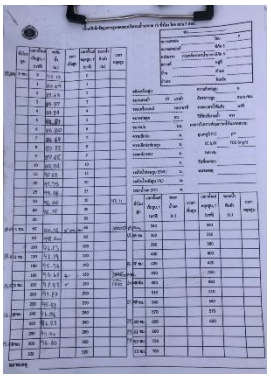
ประแจคอม้า

เครื่องวัดความเร็วรอบเพลา

ถังตวงปริมาตรน้ำ

เครื่องวัดระดับน้ำ

เครื่องวัดคุณภาพน้ำ



ใบบันทึกข้อมูล (Record)

รูปที่ 4-76 แสดงเครื่องมือและอุปกรณ์จำเป็นสำหรับการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาล (ต่อ)

4.8.2 การสูบทดสอบปริมาณน้ำในภาคสนาม

ขั้นตอนการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลในภาคสนาม ดังแสดงในรูปที่ 4-78 มีขั้นตอนดังนี้

- วัดค่าระดับน้ำปกติเริ่มต้น (Initial Static Water Level, SWL) ทั้งในบ่อที่จะทำการสูบน้ำบาดาล และบ่อสังเกตการณ์
- วัดระยะห่างระหว่างบ่อสูบและบ่อสังเกตการณ์ทุกบ่อ โดยวัดจากกึ่งกลางของบ่อสูบไปที่กึ่งกลางบ่อสังเกตการณ์
- ทำการติดตั้งเครื่องสูบน้ำในบ่อที่กำหนดให้เป็นบ่อสูบน้ำบาดาลออก
- ทำการติดตั้งเครื่องวัดระดับน้ำอัตโนมัติแบบพกพา (recorder) ในบ่อสังเกตการณ์พร้อมตั้งค่าให้อ่านค่าทุก 1 นาที ถ้าไม่มีให้เตรียมเจ้าหน้าที่ประจำบ่อเพื่อติดตามวัดระดับน้ำโดยใช้เครื่องวัดระดับน้ำแบบสาย (electric tape) ด้วย
- ดำเนินการทดลองสูบน้ำทิ้ง เพื่อหาอัตราสูบสูงสุดของการสูบที่เหมาะสม พร้อมทั้งวัดรอบ วัดปริมาณน้ำ โดยใช้ถังตวงที่ทราบปริมาตร เมื่อได้อัตราสูบที่เหมาะสมแล้ว เริ่มต้นการสูบทดสอบโดยควบคุมอัตราการสูบให้คงที่ ตลอดระยะเวลาที่กำหนดเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 75 ชั่วโมงหรือจนกว่าระดับน้ำจะคงที่ไม่ระดับลงแล้ว จึงหยุดการสูบน้ำ
- บันทึกเวลาเริ่มต้นการสูบทดสอบตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ โดยจะเริ่มอ่านค่าเวลาและวัดระดับน้ำบาดาลที่ลดลงขณะสูบในบ่อสูบ และบ่อสังเกตการณ์ ในช่วงเวลาเดียวกัน โดยช่วงเริ่มแรกของการสูบทดสอบจะทำการวัดระดับน้ำลดค่อนข้างถี่ (โดยเฉพาะในช่วง 10 นาทีแรกของการสูบทดสอบ) และหลังจากนั้นก็จะวัดในช่วงเวลาที่ห่างขึ้น จนกระทั่งระดับน้ำคงตัว
- บันทึกข้อมูลค่าระดับน้ำในขณะสูบ-หลังหยุดสูบ (วัดการคืนตัว) ให้มีความถี่และตามแบบบันทึก (มาตรฐานงานสูบทดสอบของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล-มาตรฐาน ทบ พ 5000-2550)
- ระหว่างการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลอย่างต่อเนื่องด้วยอัตราสูบคงที่ ควรหมั่นตรวจสอบอัตราการสูบ โดยการใช้ถังตวงวัดปริมาณน้ำและจับเวลา เพื่อตรวจสอบอัตราการสูบควรควบคุมให้คงที่อยู่ตลอดเวลา
- เมื่อดำเนินการสูบทดสอบที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง พบว่าระดับน้ำคงที่ไม่ลดระดับลงแล้ว จึงวัดระดับน้ำคืนตัว 4 ชั่วโมง หยุดสูบและทำการวัดระดับน้ำที่คืนตัว (recovery) ทั้งในบ่อสูบและบ่อสังเกตการณ์ จนกระทั่งระดับน้ำคืนตัวกลับมาอยู่ที่ระดับน้ำปกติ หรืออย่างน้อย 3-6 ชั่วโมง
- เก็บน้ำตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำ เพื่อตรวจวิเคราะห์หาค่าการนำไฟฟ้า (EC) ค่าปริมาณสารละลายมวลรวมทั้งหมด (TDS) ทุกชั่วโมงเพื่อติดตามการเคลื่อนที่ของน้ำบาดาลเค็มเข้าสู่บ่อ
- ค่าที่วัดได้จากการสูบทดสอบปริมาณน้ำคือ อัตราการสูบปริมาณน้ำ (pumping rate, Q) ค่าระยะน้ำลด (drawdown, DD) และเวลา (time, T) ที่เปลี่ยนไป จากทั้งบ่อสูบและบ่อสังเกตการณ์และค่าคุณภาพน้ำบาดาลทั้งก่อน-ระหว่าง-หลังสูบ

(ก) การตรวจวัดขนาดของบ่อน้ำบาดาล

(ข) ติดตั้งอุปกรณ์เครื่องสูบน้ำ

(ค) การติดตั้งเครื่องสูบน้ำบาดาล

(ง) การติดตั้งเครื่องสูบน้ำบาดาล

(จ) การติดตั้งเครื่องสูบน้ำบาดาลชนิดเทอร์ไบน์

(ฉ) สูบทดสอบเพื่อคัดเลือกขนาดเครื่องสูบ

(ช) การตรวจสอบปริมาณอัตราการสูบ
ด้วยวิธีวัดตวงปริมาตรน้ำเทียบกับเวลา

(ซ) ตรวจวัดระดับน้ำของบ่อสูบ
และบ่อสังเกตการณ์

รูปที่ 4-78 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 การคำนวณหาค่าคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นน้ำบาดาลในครั้งนี้พบว่าชั้นน้ำบาดาลในพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นชั้นน้ำบาดาลประเภทภายใต้แรงดันหรือชั้นหินให้น้ำปิด (confined aquifer) เพื่อให้ได้ค่าข้อมูลที่ถูกต้องน่าเชื่อถือมีสภาพใกล้เคียงกับธรรมชาติของชั้นน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษามากที่สุด นอกจากนั้นยังคำนวณหาปริมาณการให้น้ำจำเพาะของบ่อน้ำบาดาล (specific capacity, S_c) ปริมาณการให้น้ำสูงสุดของบ่อน้ำบาดาล (maximum yield, Q_{max}) เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในอนาคตสำหรับกำหนดอัตราการสูบรวมถึงสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการสูบทดสอบ เพื่อคำนวณหาระยะห่างระหว่างบ่อที่ปลอดภัยที่จะได้รับอิทธิพลจากกรวยน้ำลด กรณีจำเป็นต้องเจาะบ่อน้ำบาดาลมากกว่า 1 บ่อ ในพื้นที่เดียวกัน ปริมาณน้ำที่เหมาะสมของบ่อ (optimum yield/maximum available yield) และเลือกเครื่องสูบ จากสมการดังนี้

การคำนวณหาปริมาณน้ำและประสิทธิภาพของบ่อน้ำบาดาล

1) ค่าปริมาณการให้น้ำจำเพาะของบ่อน้ำบาดาล (specific capacity, S_c) เป็นข้อมูลสำคัญที่มีประโยชน์อย่างมากที่บอกเกี่ยวกับผลผลิตของบ่อน้ำบาดาลนั้น ซึ่งผลคำนวณที่ได้สามารถนำไปคำนวณหาปริมาณน้ำสูงสุดที่สูบขึ้นมาใช้ได้สำหรับนำไปใช้ในการเลือกเครื่องสูบที่เหมาะสมกับปริมาณน้ำบาดาลของบ่อและความต้องการใช้ คำนวณได้จากสมการ

$$S_c = Q/DD \tag{5}$$

โดย S_c = 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 ดังนี้

- <u>กรณีเป็นชั้นหินให้น้ำแบบไร้แรงดัน</u>

Max. yield = S_c x (ช่วงบนของท่อกรอง–SWL-3) x 0.7 (6)

- <u>กรณีเป็นชั้นหินให้น้ำภายใต้แรงดัน</u>

Max. yield = S_c x (ช่วงบนของท่อกรอง–SWL-3) (7)

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

โดยค่า 0.7 คือ ค่าความปลอดภัยของการสูบน้ำ (safety factor) ในกรณีที่เป็นชั้นหินให้น้ำไร้แรงดันเพราะระดับน้ำเมื่อสูบบริเวณใกล้บ่อจะเป็นเส้นตรงระดับน้ำจะลดลงกว่าปกติ

3) การคำนวณหาระยะห่าง ระหว่างบ่อที่ปลอดภัย เนื่องจากการกำหนดระยะห่างที่เหมาะสมนั้น โดยทั่วไปจะต้องมีการทดสอบคุณสมบัติชั้นน้ำก่อนจึงเพื่อประเมินระยะที่เหมาะสม โดยใช้ค่ารัศมีอิทธิพล (radius of influence) มาใช้ในการพิจารณาถึงขอบเขตพื้นที่ของกรวยน้ำลด (cone of depression) ที่เกิดจากการสูบใช้น้ำบาดาล โดยกรวยน้ำลดนั้นจะถูกควบคุมด้วยปัจจัยหลายอย่างทั้งคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นหินให้น้ำ อัตราการสูบ ระยะเวลาการสูบ ความหนาของชั้นหินให้น้ำ อัตราการเติมน้ำ เป็นต้น ซึ่งสำหรับกรณีชั้นหินให้น้ำมีแรงดัน โดยใช้การคำนวณดังต่อไปนี้

- The Cooper-Jacob empirical relationship

$$R = \sqrt{\frac{2.25 \times T \times t}{S}} \quad (8)$$

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

- Adyalkar et al.

$$R = \left(\frac{4Tt}{S}\right)^{1/2} \quad (9)$$

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

- Strausberg

$$R = 0.5\frac{\sqrt{1.54\times10^{-3}\times T\times 2t}}{S} \quad (10)$$

โดย R = ค่ารัศมีอิทธิพล (L)

T = ค่าสัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำของชั้นหินให้น้ำบาดาล หน่วย (L^2 / T)

S = ค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บของชั้นหินให้น้ำบาดาล หน่วย (-)

t = ระยะเวลาการสูบน้ำ (T)

- Domenico and Schwartz เป็นการคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการสูบ กับรัศมีอิทธิพล โดยกำหนดให้ระยะน้ำลดเป็นค่าคงตัว

$$s = \frac{Q}{4\pi T}\left(-0.5772 - \ln\frac{R^2 S}{4Tt}\right) \quad (11)$$

โดย R = ค่ารัศมีอิทธิพล (L)

T = ค่าสัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำของชั้นหินให้น้ำบาดาล หน่วย (L^2 / T)

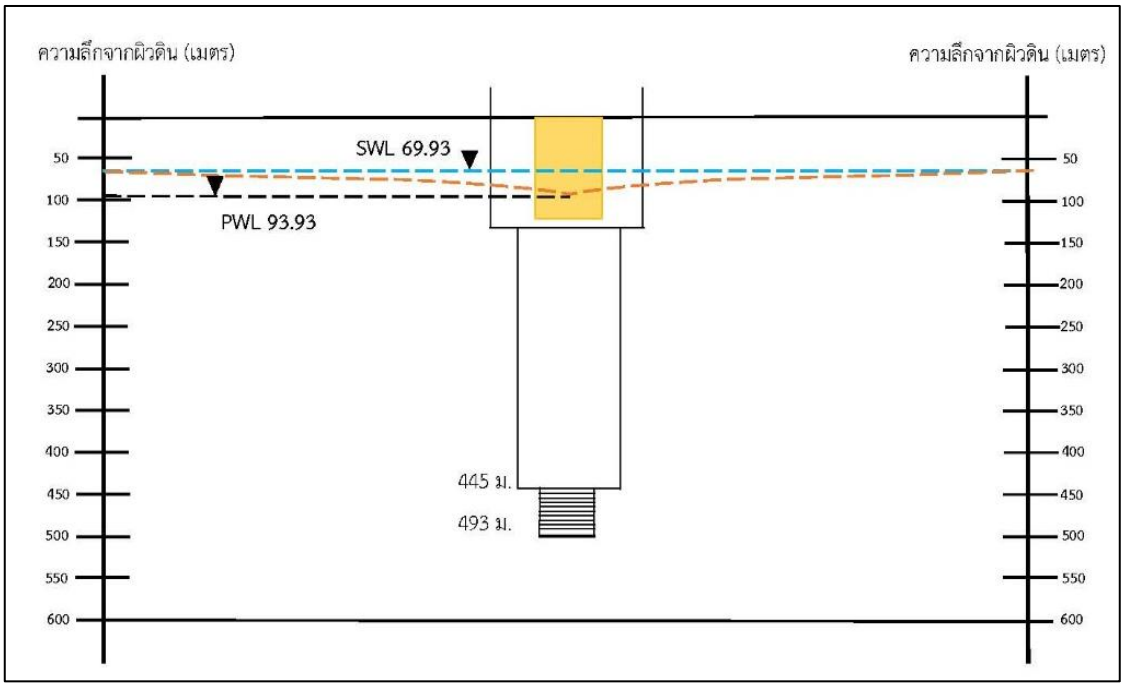
S = ค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บของชั้นหินให้น้ำบาดาล หน่วย (-)

t = ระยะเวลาการสูบน้ำ (T)

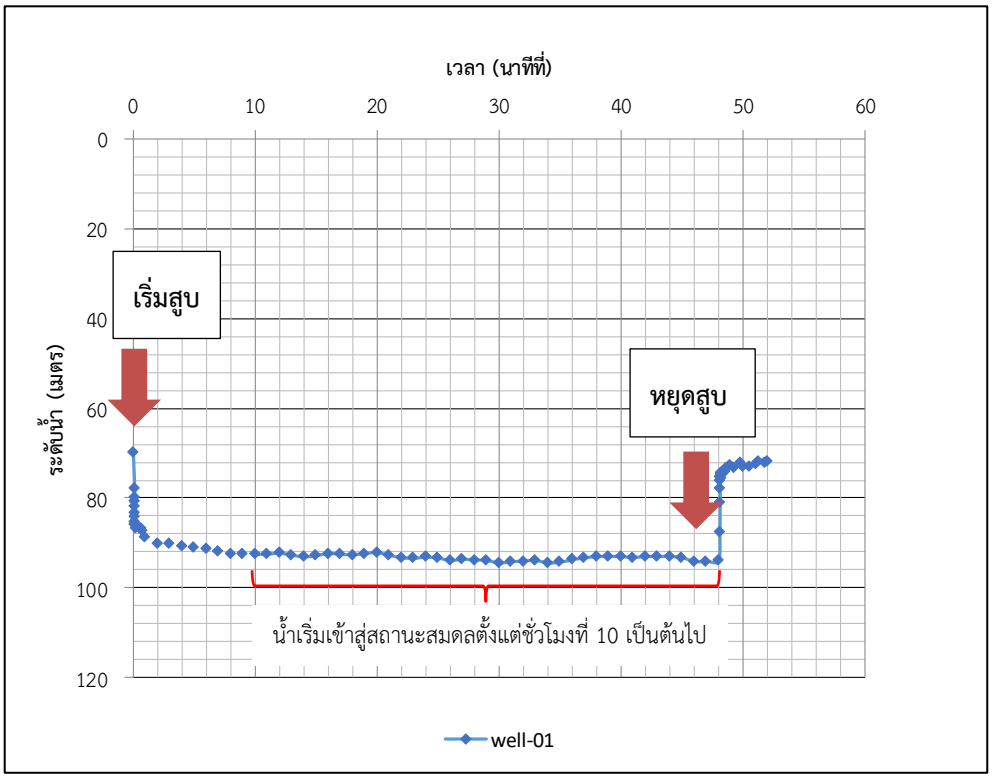
s = ระยะน้ำลด (L)

4.8.4 ผลการดำเนินการสูบทดสอบ

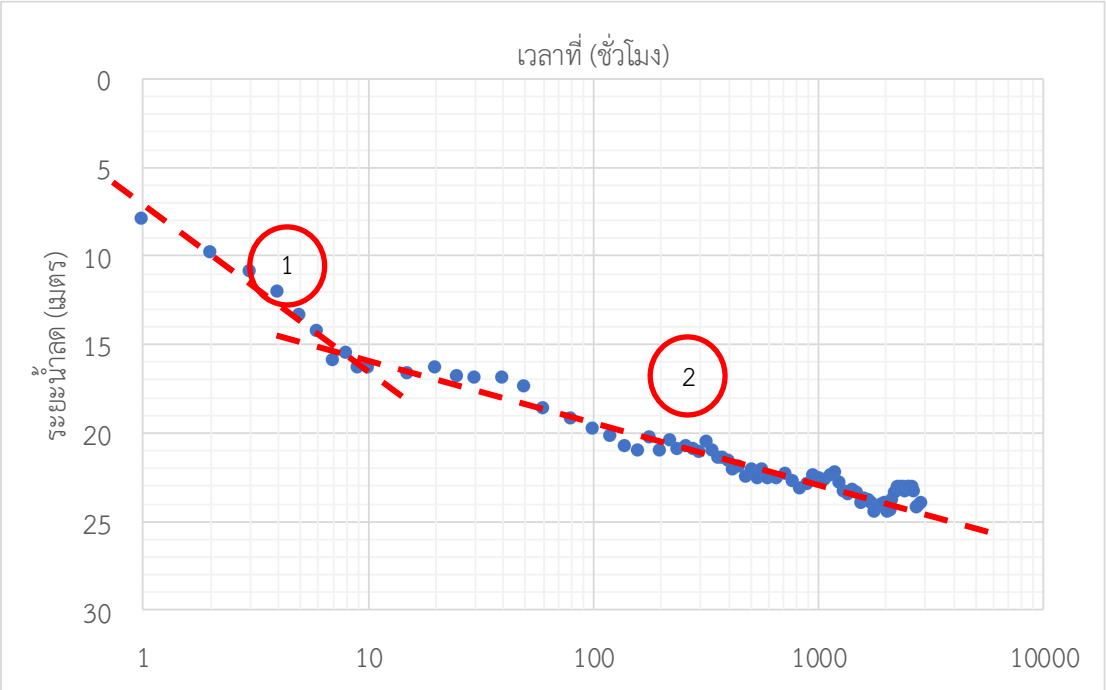
ผลการสูบทดสอบปริมาณบ่อน้ำบาดาลโครงการศึกษาสำรวจแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง ระยะที่ 3 บริเวณวัดสหกรณ์โฆสิตาราม ตำบลโคกขาม อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร ความลึก 499 เมตร ระยะท่อกรอง 445-493 เมตร ทดลองสูบน้ำเพื่อเลือกขนาดเครื่องสูบน้ำที่เหมาะสม โดยใช้เครื่องสูบน้ำแบบเทอร์ไบน์ (Turbine Pump) ขนาด 100 แรงม้า (GPM) ลงท่อดูดขนาด 3 นิ้ว มีระยะท่อสูบที่ระดับความลึก 120 เมตร จากการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาล (Pumping test method) เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นหินให้น้ำบาดาลและอัตราการให้น้ำจำเพาะของบ่อที่ดำเนินการเจาะและพัฒนาในโครงการด้วยวิธีการสูบทดสอบปริมาณน้ำแบบอัตราสูบคงที่ต่อเนื่อง (Constant rate pumping test) แบบไม่มีบ่อสังเกตการณ์ ทำการสูบทดสอบด้วยอัตราคงที่แบบต่อเนื่อง 35 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง เมื่อดำเนินการสูบทดสอบที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง พบว่าระดับน้ำคงที่ไม่ลดระดับลงแล้ว จึงวัดระดับน้ำคืนตัว 4 ชั่วโมง ทั้งนี้ ระดับน้ำปกติก่อนสูบ (SWL) อยู่ที่ระดับความลึก 69.95 เมตร และมีระดับน้ำลด (PWL) อยู่ที่ระดับความลึก 93.93 เมตร จากระดับผิวดิน ดังนั้นระยะน้ำลด (DD) ที่เกิดมีค่าเท่ากับ 23.98 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 4-79 ถึง รูปที่ 4-80 และ ตารางที่ 4-5



รูปที่ 4-79 ภาพตัดขวางแสดงการลดของระดับน้ำของบ่อสูบทดสอบ



รูปที่ 4-80 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำที่เกิดขึ้นเทียบกับเวลา



รูปที่ 4-81 กราฟ Time-Drawdown Curve ในการสูบทดสอบบ่อน้ำบาดาล

ตารางที่ 4-5 สรุปรายละเอียดข้อมูลบ่อน้ำบาดาลที่ดำเนินการสูบทดสอบริมาณน้ำของโครงการฯ

พิกัด ตะวันออก	พิกัดเหนือ	ขนาดบ่อ (นิ้ว)	ความลึกพัฒนา (เมตร)	ระยะเซาะร่อง (เมตร)	ระยะท่อสูบ (ม.)	ระยะเซาะร่องที่ใช้คำนวณ	วิธีการสูบทดสอบ	ประเภทบ่อ	ระยะเวลาการสูบ (ชม.)	ระยะเวลาคืนตัว (ชม.)
643618	1494630	10 นิ้ว (0-140 ม.) 6 นิ้ว (140-445 ม.) 4 นิ้ว (445-499 ม.)	499	445-493	120	48	สูบทดสอบด้วยอัตราสูบคงที่	บ่อสูบ/บ่อเดี่ยว	48	4

ตารางที่ 4-5 สรุปรายละเอียดข้อมูลบ่อน้ำบาดาลที่ดำเนินการสูบทดสอบปริมาณน้ำของโครงการฯ (ต่อ)

ชนิดเครื่องสูบน้ำ	วิธีวัดอัตราการสูบ	อัตราการสูบน้ำ (ลบ.ม./ชม)	ระดับน้ำปกติ (SWL, ม.)	ระดับน้ำลด (PWL, ม.)	ระยะน้ำลด (DD, ม.)	ปริมาณการให้น้ำจำเพาะ (Sc, ม.^{2}/ชม.)	ปริมาณน้ำสูงสุดที่ได้จากการคำนวณ (Qmax) (ม.^{3}/ชม.)	ปริมาณน้ำสูงสุดที่เหมาะสม (Qmax) (ม.^{3}/ชม.)
Turbine (DEUTZ)	Flow meter	35	69.95	93.93	23.98	1.46	73	70

เมื่อนำค่าระยะน้ำลด (DD) มาพล็อตเทียบกับเวลาที่ใช้ในการสูบน้ำดังแสดงในรูปที่ 4-81 จากกราฟพบว่าลักษณะความลาดชันของกราฟในช่วงต้นของการสูบน้ำนั้นมีความลาดชันมาก (กราฟช่วงที่ 1) และเมื่อสูบน้ำผ่านไปตั้งแต่ชั่วโมงที่ 10 เป็นต้นไป พบว่ากราฟมีความลาดชันลดลง (กราฟช่วงที่ 2) แสดงว่ามีน้ำไหลเข้ามาเติมในบ่อน้ำบาดาลมากขึ้น บ่งบอกถึงชั้นน้ำบาดาลมีความสามารถในการจ่ายน้ำเข้าสู่บ่อบาดาลได้ดี

จากการวิเคราะห์หาปริมาณการให้น้ำจำเพาะของบ่อน้ำบาดาล (Sc) พบว่าบ่อน้ำบาดาล มีค่า Sc เท่ากับ 1.46 ตร.ม./ชม. เมื่อทำการสูบ โดยยอมให้ระดับลดลงสูงที่สุด 120 เมตร จากระดับผิวดิน (ระยะที่มีประสิทธิภาพสูงสุดของเครื่องสูบน้ำระดับลึก) และจากการวิเคราะห์จะพบว่าบ่อน้ำบาดาลนี้สามารถสูบน้ำได้สูงสุดถึง 73 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง โดยกำหนดปริมาณน้ำสูงสุดที่เหมาะสม 70 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ซึ่งจะไม่ส่งผลกระทบต่อชั้นน้ำบาดาล ดังแสดงในตารางที่ 4-5

4.6.5 ผลการวิเคราะห์ค่าคุณสมบัติทางชลศาสตร์ที่สำคัญของชั้นน้ำบาดาล

นำค่าที่ได้จากการสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลมาวิเคราะห์หาค่าคุณสมบัติทางชลศาสตร์ที่สำคัญของชั้นน้ำบาดาล ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์ของการยอมให้น้ำซึมผ่าน (Hydraulic conductivity, K) และค่าสัมประสิทธิ์ของการจ่ายน้ำ (Transmissivity, T) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ทั้งหมด 3 วิธี ได้แก่ Theis method, Cooper-Jacob method และ Recovery method โดยสรุปได้ดังนี้

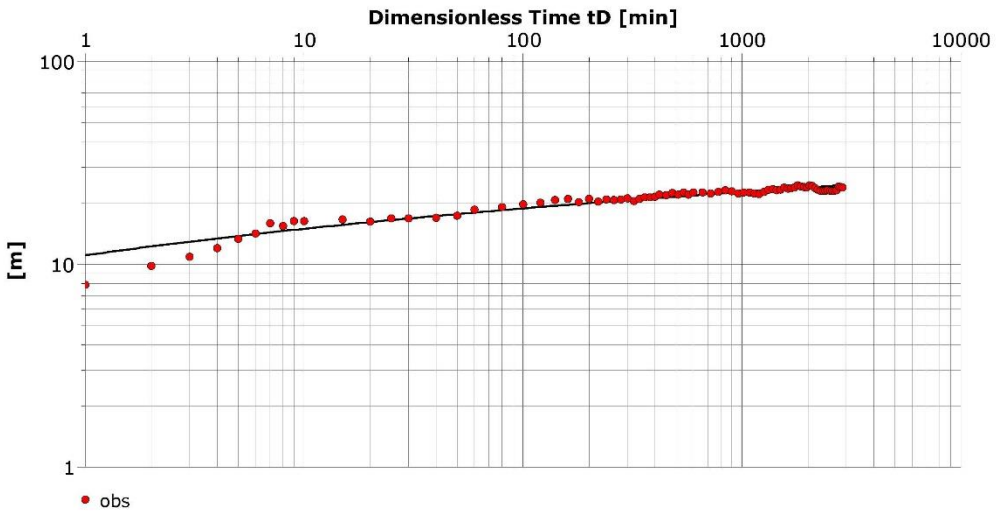
บ่อ well-01 พัฒนาน้ำบาดาลในชั้นกรวดทรายซึ่งได้น้ำจากช่องว่างของตะกอน โดยมีชั้นน้ำบาดาลในช่วงความลึก 445-493 เมตร จึงกำหนดความหนาของชั้นน้ำ 48 เมตร จากการวิเคราะห์พบว่าชั้นหินให้น้ำมีค่าสัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำเฉลี่ย 46.70 ตารางเมตรต่อวัน ค่าสัมประสิทธิ์การยอมให้น้ำซึมผ่านเฉลี่ย 0.97 เมตรต่อวัน ดังแสดงในตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 สรุปผลการวิเคราะห์ค่าคุณสมบัติทางชลศาสตร์ที่สำคัญของชั้นน้ำบาดาล

ผลการวิเคราะห์ค่าคุณสมบัติทางชลศาสตร์ที่สำคัญ							
Theis Method		Cooper-Jacob Method		Recovery method		สรุป	
T ($ม^2$/วัน)	K (ม/วัน)	T ($ม^2$/วัน)	K (ม/วัน)	T ($ม^2$/วัน)	K (ม/วัน)	T ($ม^2$/วัน)	K (ม/วัน)
39.50	0.82	39.40	0.82	61.10	1.27	39.40 – 61.10	0.82 – 1.27

สำนักสำรวจและประเมินศักยภาพน้ำบาดาล 26/83 ถนนงามวงศ์วาน กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ลาดยาว จตุจักร กรุงเทพฯ	**Pumping Test Analysis Report**
	Project: โครงการศึกษาสำรวจแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง (ระยะที่ 3)
	Number: 01/2565
	Client: กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

Location: วัดสพรหมโมลีสักคราม ต.โคกคราม อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร	Pumping Test: Well-01	Pumping Well: Well 1
Test Conducted by:		Test Date: 31/8/2022
Analysis Performed by: ประเสริฐ สุขประสิทธิ์	Theis	Analysis Date: 31/8/2022
Aquifer Thickness: 48.00 m	Discharge: variable, average rate 35 [m³/h]	



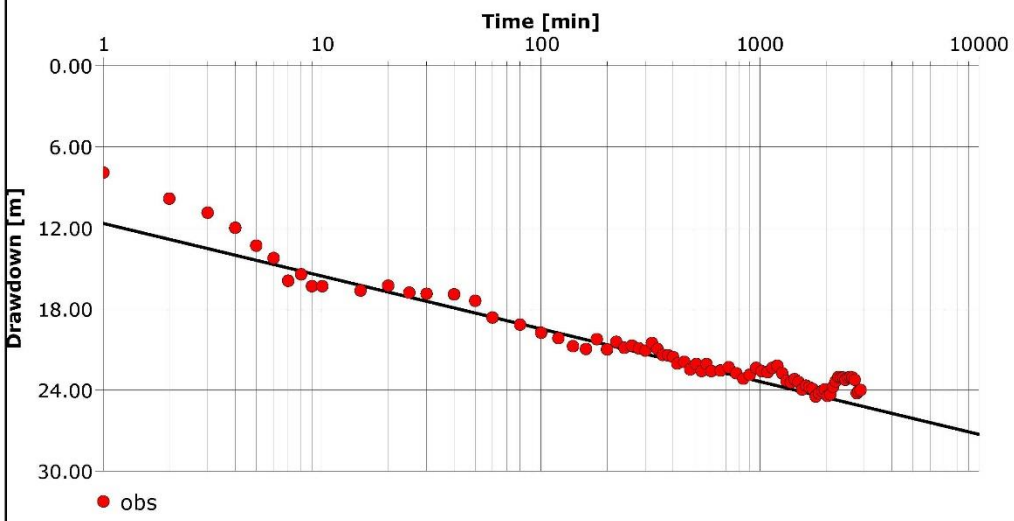
Calculation using Theis

Observation Well	Transmissivity [m²/d]	Hydraulic Conductivity [m/d]	Storage coefficient	Radial Distance to PW [m]
obs	39.50	0.82	$8.82 \times 10^{?}$	0.1

รูปที่ 4-82 ผลวิเคราะห์การสูบทดสอบด้วยวิธี Theis Method

สำนักสำรวจและประเมินศักยภาพน้ำบาดาล 26/83 ถนนงามวงศ์วาน กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ลาดยาว จตุจักร กรุงเทพฯ	**Pumping Test Analysis Report**
	Project: โครงการศึกษาสำรวจแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง (ระยะที่ 3)
	Number: 01/2565
	Client: กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

Location: วัดสพรหมโมลีสักระวาส ต.โคกกระบือ จ.แม่จันสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร	Pumping Test: Well-01	Pumping Well: Well 1
Test Conducted by:		Test Date: 31/8/2022
Analysis Performed by: ประเสริฐ สุขประสิทธิ์	Cooper & Jacob I	Analysis Date: 31/8/2022
Aquifer Thickness: 48.00 m	Discharge: variable, average rate 35 [m³/h]	



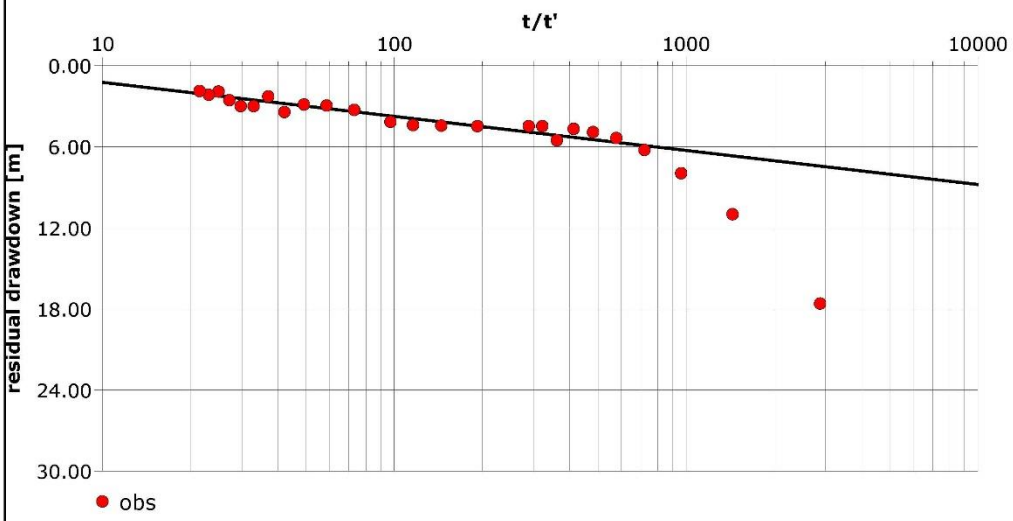
Calculation using COOPER & JACOB

Observation Well	Transmissivity [m²/d]	Hydraulic Conductivity [m/d]	Storage coefficient	Radial Distance to PW [m]
obs	39.40	0.82	$6.28 \times 10^{?}$	0.1

รูปที่ 4-83 ผลวิเคราะห์การสูบทดสอบด้วยวิธี Cooper-Jacob Method

สำนักสำรวจและประเมินศักยภาพน้ำบาดาล 26/83 ถนนงามวงศ์วาน กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ลาดยาว จตุจักร กรุงเทพฯ	**Pumping Test Analysis Report** Project: โครงการศึกษาสำรวจแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง (ระยะที่ 3) Number: 01/2565 Client: กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

Location: วัดสมพรหมโลการาม ต.โคกกรวย อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร	Pumping Test: Well-01	Pumping Well: Well 1
Test Conducted by:		Test Date: 31/8/2022
Analysis Performed by: ประเสริฐ สุขประสิทธิ์	Theis recovery	Analysis Date: 31/8/2022
Aquifer Thickness: 48.00 m	Discharge: variable, average rate 35 [m³/h]	



Calculation using THEIS & JACOB

Observation Well	Transmissivity [m²/d]	Hydraulic Conductivity [m/d]	Radial Distance to PW [m]
obs	61.10	1.27	0.1

รูปที่ 4-84 ผลวิเคราะห์การสูบทดสอบด้วยวิธี Theis Recovery Method

4.9 การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีน้ำ และอุทกวิทยาไอโซโทป

การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีน้ำ ได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาล ในเขตพื้นที่ศึกษาจังหวัดสมุทรสาคร โดยคัดเลือกบ่อน้ำบาดาล เพื่อให้ครอบคลุมชั้นน้ำบาดาลในพื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง นอกจากนี้ได้ดำเนินการศึกษาอุทกวิทยาไอโซโทป ในบ่อเจาะสำรวจระดับลึก เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษาอุทกวิทยาไอโซโทป เพื่อหาประเภทของน้ำ แหล่งที่มาของน้ำบาดาล และอายุน้ำบาดาลระดับลึก

4.9.1 การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีน้ำ

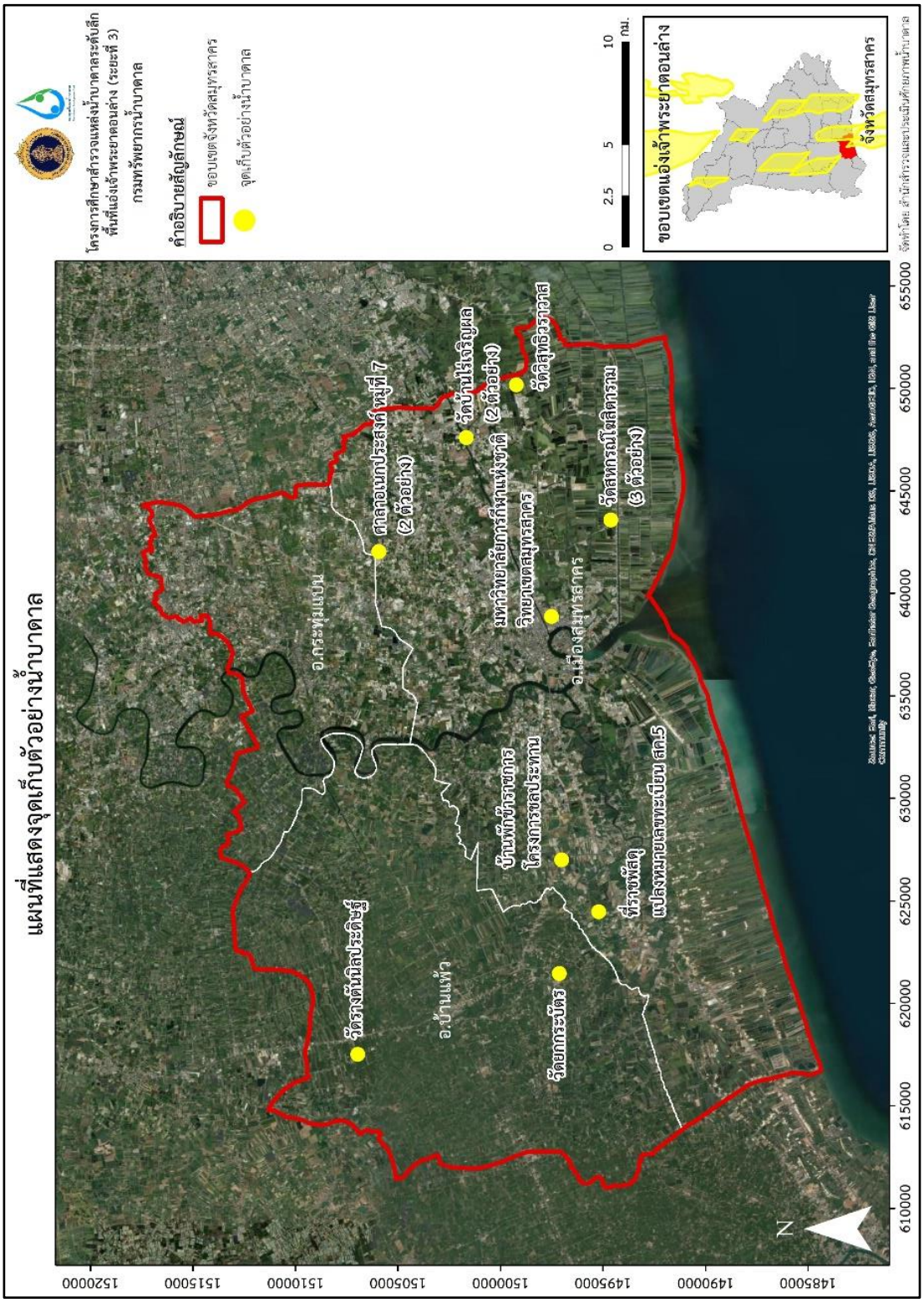
การคัดเลือกพื้นที่เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมีแบบสมบูรณ์ ได้ดำเนินการคัดเลือกบ่อน้ำบาดาลในเขตพื้นที่ศึกษาจังหวัดสมุทรสาคร โดยให้ครอบคลุมชั้นน้ำบาดาลเดิมของแอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินคุณภาพน้ำบาดาลปัจจุบัน ประกอบกับข้อมูลที่ได้มีการค้นคว้าจากระบบฐานข้อมูลกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ที่ได้ดำเนินการเฝ้าระวังระดับน้ำบาดาลและคุณภาพน้ำบาดาล ตามที่ได้กล่าวไปในหัวข้อ 4.1.2 ในการศึกษาครั้งนี้ ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลโดยวิธีการสูบ จำนวน 13 ตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ 4-85

1) การเก็บน้ำตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์เคมีแบบสมบูรณ์

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

- วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาล มี 2 แบบ คือ การเก็บตัวอย่างแบบจ้วง (grab sampling) เป็นการเก็บตัวอย่างโดยใช้เครื่องตัก (bailer) กระบอกสูบ (syringe sampler) และกระบอกลักน้ำ (thief sampler) และการเก็บตัวอย่างแบบผสม เป็นการเก็บตัวอย่างต่อเนื่องโดยใช้การสูบน้ำด้วยเครื่องสูบ ซึ่งจะใช้การเก็บน้ำแบบจ้วงร่วมด้วยก็ได้ ทั้งนี้ การเก็บตัวอย่างแบบผสม ควรเก็บตัวอย่างหลาย ๆ ครั้ง ในแต่ละช่วงเวลา เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำบาดาล
- การเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลเริ่มตั้งแต่การวางแผนการเก็บตัวอย่างน้ำตามวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ มีรายละเอียดดังนี้

1) การกำหนดวัตถุประสงค์ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนเริ่มต้นในการเตรียมเก็บตัวอย่างก่อนปฏิบัติงานในภาคสนามซึ่งมีความสำคัญมาก เนื่องจากเกี่ยวข้องโดยตรงกับการระบุคุณภาพและระดับความน่าเชื่อถือของข้อมูล ซึ่งจะสัมพันธ์กับการระบุจำนวนตัวอย่าง ความถี่การเก็บตัวอย่าง และการเลือกวิธีการควบคุมคุณภาพ



รูปที่ 4-85 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีแบบสมบูรณ์

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

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

3.1) การเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลจากบ่อน้ำบาดาลที่เจาะใหม่ ให้เก็บในขณะทำการสูบทดสอบปริมาณน้ำควรทำการเก็บตัวอย่างน้ำก่อนทำการหยุดสูบประมาณ 15 นาที

3.2) การเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลจากบ่อบาดาลที่ได้รับใบอนุญาตใช้น้ำบาดาลแล้ว ให้เก็บหลังจากการเริ่มสูบน้ำใช้ในวันที่จะเก็บตัวอย่างน้ำไปแล้วไม่น้อยกว่า 15 นาที การเก็บน้ำจากบ่อน้ำบาดาลต้องสูบน้ำเก่าที่ขังบ่อออกก่อนการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อให้ค่าความเป็นกรดด่างและค่าความนำไฟฟ้าคงที่

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

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

6) การวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาล

2) การวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาล

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การตรวจวัดคุณภาพตัวอย่างน้ำบาดาลในสนาม และการตรวจวัดคุณภาพน้ำตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- การตรวจวัดคุณภาพน้ำตัวอย่างในสนาม พารามิเตอร์ที่ควรตรวจวัดในสนาม ได้แก่ ค่าความนำไฟฟ้า (Electrical conductivity, EC) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อุณหภูมิ

ออกซิเจนละลายน้ำ (dissolved oxygen, DO) ค่าศักย์รีดอกซ์ (redox potential, Eh) เป็นต้น ซึ่งพารามิเตอร์เหล่านี้ต้องทำการตรวจวัดในสนามทันที เพื่อให้การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำตัวอย่างน้อยที่สุด

- การตรวจสอบคุณภาพน้ำผิวดินในห้องปฏิบัติการ การตรวจสอบคุณภาพน้ำบาดาลตามมาตรฐาน Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (Eaton et al., 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 ทั้งนี้ วิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำบาดาลสามารถใช้วิธีวิเคราะห์อื่น ๆ ที่เหมาะสมตาม Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater เพื่อศึกษาศักยภาพน้ำบาดาลเชิงคุณภาพน้ำ จึงทำการคัดเลือกบ่อน้ำบาดาลที่เป็นตัวแทนครอบคลุมทั้งพื้นที่ศึกษา ดังแสดงในรูปที่ 4-85 ในการจัดเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบสมบูรณ์ ซึ่งประกอบด้วย ตัวอย่างน้ำบาดาลทั้งสิ้น 13 ตัวอย่าง (ตารางที่ 4-6) โดยจัดเก็บตัวอย่างน้ำใส่ในขวด 1,000 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวด ซึ่งเป็นน้ำตัวอย่างในสภาพปกติ ตัวอย่างที่สอง ใส่ขวดขนาด 250 มิลลิลิตร พร้อมเติมสารคงภาวะ (preservative reagent, 1:1 Nitric Acid) 2 มิลลิลิตร เพื่อรักษาสภาพตัวอย่างน้ำ พร้อมเขียน ชื่อบ่อ สถานที่ตั้งบ่อ ลงบนฉลากปิดขวด พร้อมจัดส่งตัวอย่างน้ำเพื่อส่งวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ของกองวิเคราะห์น้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล เพื่อให้ทราบถึงคุณภาพน้ำบาดาลทั้งทางกายภาพและทางเคมี (ไม่รวมโลหะหนัก) ดังแสดงในรูปที่ 4-86

รูปที่ 4-86 การเก็บตัวอย่างน้ำบาดาล เพื่อการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมีแบบสมบูรณ์

3) ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

สำหรับรูปแบบการกระจายของคุณภาพน้ำทางเคมีของน้ำผิวดิน (hydrochemistry) มาจากข้อมูลการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลเพื่อการวิเคราะห์แบบสมบูรณ์ จำนวนทั้งสิ้น 13 ตัวอย่าง วิเคราะห์โดยห้องปฏิบัติการของกองวิเคราะห์น้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล มีรายละเอียดผลการวิเคราะห์ เมื่อนำมาคำนวณความสมดุลของไอออนบวกและไอออนลบ (ionic balance) ในหน่วย mEq/L (มิลลิอิควิวาเลนต์ต่อลิตร) ที่ประกอบอยู่ในน้ำบาดาล โดยการแปลงค่าผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลของไอออนแต่ละไอออน ในหน่วย mg/L เป็น mEq/L อาศัยสมการต่อไปนี้

$$\mathrm{mEq/L} = \frac{(\mathrm{mg/L})(\mathrm{Valence})}{\mathrm{Atomic\ mass}} \tag{12}$$

โดยที่ mEq/L คือ ปริมาณไอออนในหน่วย หน่วย mEq/L
mg/L คือ ปริมาณไอออนในหน่วย หน่วย mg/L
Valence คือ ค่าประจุสัมบูรณ์ของไอออน
Atomic mass คือ ค่ามวลอะตอม หน่วย AMU

ทั้งนี้อาศัยหลักการที่ว่าไอออนบวกและไอออนลบในน้ำบาดาล ควรอยู่ในสภาวะที่สมดุลซึ่งกันและกัน โดยคำนวณจากสมการ

$$\text{Error of ion balance (\%)} = \frac{(\sum \text{cations} - \sum \text{anions})}{(\sum \text{cations} + \sum \text{anions})} \times 100 \tag{13}$$

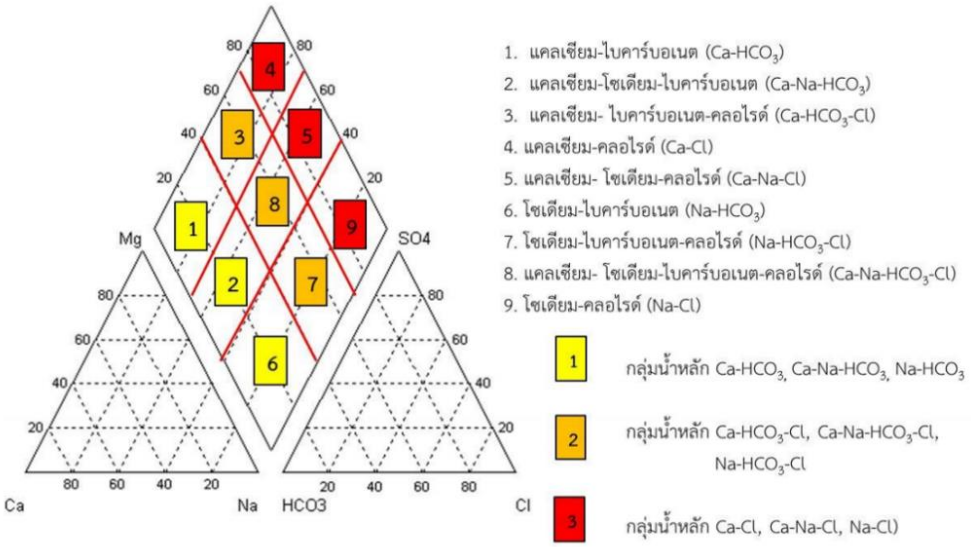
โดยที่ ∑cations คือ ผลรวมของไอออนบวก ในหน่วย mEq/L
∑anions คือ ผลรวมของไอออนลบ ในหน่วย mEq/L

จากการคำนวณ รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4-7 พบว่า ตัวอย่างน้ำบาดาลที่มีค่าสมดุลของไอออนไม่เกิน ±5% ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ มีจำนวน 13 ตัวอย่าง เมื่อนำมาวิเคราะห์รูปแบบทางเคมีของน้ำบาดาลโดยใช้แผนภูมิไปเปอร์ (piper diagram) ตามวิธีการของ Galloway and Kaiser (1979) ได้ ดังแสดงในรูปที่ 4-87 ซึ่งมีการจัดกลุ่มตามไอออนหลักที่พบในน้ำบาดาลของกลุ่มไอออนบวก และไอออนลบ โดยผ่านทางโปรแกรมสำเร็จรูป RockWorks ของ RockWare Inc. เพื่อนำมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลทางชลศาสตร์ ใช้ประโยชน์ในการจำแนกลักษณะของพื้นที่ตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำบาดาล เมื่อความลึกเปลี่ยนไปของ David and Pyne (1995) น้ำที่ไหลผ่านบรรยากาศลงไปสะสมในชั้นน้ำบาดาล จะเกิดการละลายสารเคมีที่อยู่ในชั้นบรรยากาศผสมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้น้ำฝนมีสภาพเป็นกรดอ่อน ๆ โดยน้ำบาดาลใหม่ จะมีองค์ประกอบทางเคมีดังแสดงในรูปที่ 4-88 ของน้ำกลุ่มหลักไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) ซึ่งมาจากน้ำฝนหรือน้ำผิวดินบริเวณพื้นที่

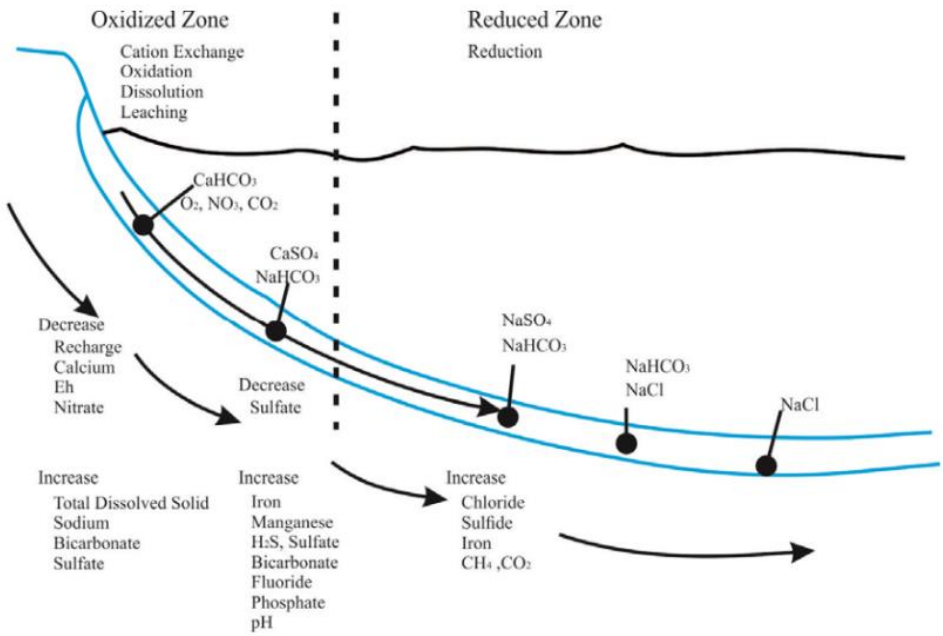
รับน้ำ (recharge area) เมื่อน้ำบาดาลไหลผ่านตัวกลางพวกดิน หิน จะมีแร่ธาตุเพิ่มสูงขึ้น เกิดการแลกเปลี่ยนไอออนระหว่างน้ำบาดาลและชั้นดินชั้นหิน โดยจะเปลี่ยนไอออนจากกลุ่มหลักไบคาร์บอเนตเป็นไบคาร์บอเนต-ซัลเฟต (HCO_3^- - SO_4^{2-}) หรือซัลเฟต (SO_4^{2-}) พบบริเวณพื้นที่รับน้ำ-สูญเสียน้ำ (transition area) และเมื่อน้ำบาดาลไหลลงไปในพื้นที่ปลายน้ำ จะเกิดการแลกเปลี่ยนไอออนเป็นไอออนหลักซัลเฟต-คลอไรด์ (SO_4^{2-} - Cl^-) หรือไอออนหลักคลอไรด์ (Cl^-) โดยพบบริเวณพื้นที่สูญเสียน้ำ (discharge area) ทั้งนี้ได้นำผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลจำนวน 13 ตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ 4-89 มาพล็อตลงแผนภูมิไปเปอร์ เพื่อจำแนกกลุ่มของน้ำ

ตารางที่ 4-7 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบสมบูรณ์ และค่าสมดุลไอออน (Ion Balance)

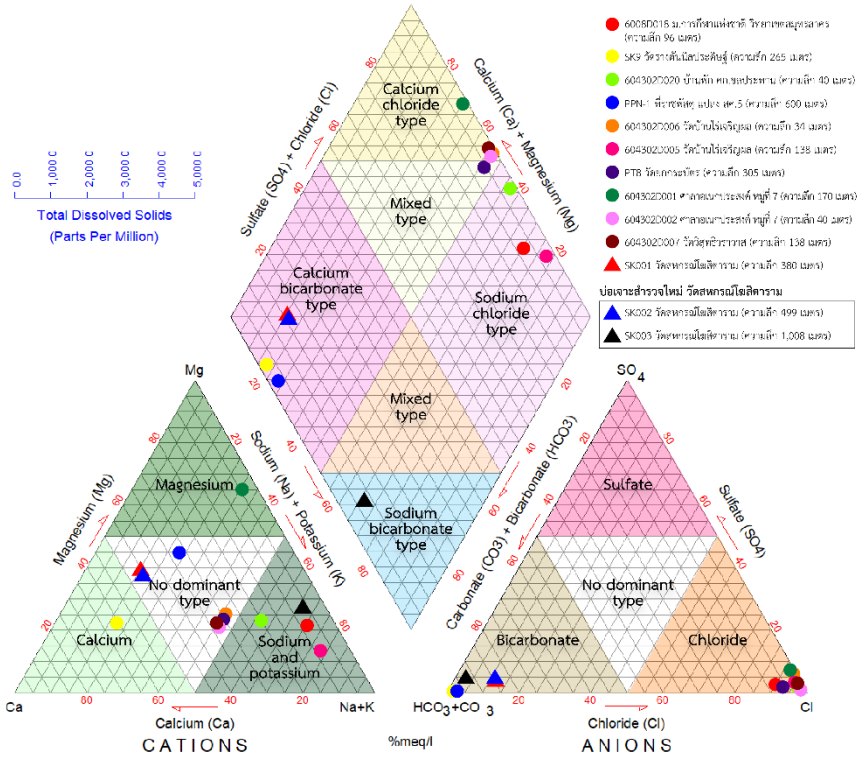
ลำดับ	UTMN	UTME	หมายเลขบ่อ	สถานที่	หมู่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	ความลึกบ่อ (ม.)	ระดับน้ำปกติ (ม.)	pH	EC	ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบสมบูรณ์ (มก./ล.)													% ion balance	Water type
													Cation						Anion								
													Ca	Mg	Na	K	Fe	Mn	SO_4	Cl	CO_3	HCO_3	F	NO_2	NO_3		
1	638870	1497515	6008D018	ม.กีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตสมุทรสาคร	-	บางหญ้าแรก	เมือง	สมุทรสาคร	96	20.99	8.0	8,480	140	230	1,400	15	1	1	110	3,000	0	436	1.2	0.13	<0.9	-3.8	Na-Cl
2	617510	1506980	SK9	วัดรางต้นนิลประดิษฐ์	5	หนองบัว	บ้านแพ้ว	สมุทรสาคร	265	62.20	7.225	722	99	22	27	9	0	0	3	4	0	484	0.3	0	<0.9	0.3	Ca-HCO_3
3	626994	1497028	604302D006	บ้านพักข้าราชการโครงการชลประทาน	4	ชัยมงคล	กระทุ่มแบน	สมุทรสาคร	40	11.84	6.943	27,500	1,200	840	3,900	44	6	10	270	10,000	0	354	0.2	0.03	<0.9	1.1	Na-Cl
4	624467	1495212	PPN-1	ที่ราชพัสดุ แปลงหมายเลขทะเบียน สค.5	1	บางโทรัด	เมือง	สมุทรสาคร	600	29.89	8.300	433	33	28	21	11	2	0	<1	4	0	282	0.9	0	<0.9	3.9	Ca-HCO_3
5	647593	1495212	604302D006	วัดบ้านไร่เจริญผล	-	พันท้ายนรสิงห์	เมือง	สมุทรสาคร	34	14.74	7.205	33,500	1,600	820	2,900	19	2	13	830	9,100	0	210	0.2	0.03	<0.9	-0.6	Ca-Na-Cl
6	647593	1501676	604302D005	วัดบ้านไร่เจริญผล	-	พันท้ายนรสิงห์	เมือง	สมุทรสาคร	138	17.24	7.110	24,400	670	640	6,900	160	15	3	490	12,000	0	562	0.2	0	77	4.3	Na-Cl
7	621463	1501676	PT8	วัดยกกระบัตร	6	ยกกระบัตร	บ้านแพ้ว	สมุทรสาคร	305	17.56	7.331	7,530	440	210	770	11	7	1	55	2,500	0	266	0.5	0	<0.9	-2.0	Ca-Na-Cl
8	642043	1497147	604302D001	ศาลาอเนกประสงค์ หมู่ที่ 7	7	คลองมะเดื่อ	กระทุ่มแบน	สมุทรสาคร	170	22.11	7.210	17,850	160	1,500	1,300	15	0	4	600	6,300	0	176	0.3	0.1	<0.9	-1.2	Mg-Cl
9	642043	1505952	604302D002	ศาลาอเนกประสงค์ หมู่ที่ 7	7	คลองมะเดื่อ	กระทุ่มแบน	สมุทรสาคร	40	13.58	6.825	23,400	1,500	580	2,400	16	2	15	180	8,500	0	295	0.2	0	<0.9	-4.4	Ca-Na-Cl
10	650177	1499228	604302D007	วัดวิสุทธิวราวาส	2	พันท้ายนรสิงห์	เมือง	สมุทรสาคร	138	16.30	7.219	23,500	1,600	650	2,500	17	0	13	520	8,900	0	169	0.2	8.9	<0.9	-4.4	Ca-Na-Cl
11	643577	1494625	SK001	วัดสหกรณ์โฆสิตาราม	10	โคกขาม	เมือง	สมุทรสาคร	380	-	7.912	443	46	24	14	6	0	0	10	19	13	215	2.4	0.03	<0.9	3.5	Ca-HCO_3
12	643577	1494625	SK002	วัดสหกรณ์โฆสิตาราม	10	โคกขาม	เมือง	สมุทรสาคร	499	69.95	7.8	425	44	22	14	7	1	0	12	18	0	239	2.1	0	<0.9	1.3	Ca-HCO_3
13	643618	1494630	SK003	วัดสหกรณ์โฆสิตาราม	10	โคกขาม	เมือง	สมุทรสาคร	962	23.74	8.9	878	12	32	97	82	2	0	20	9	40	417	0	-	3.4	3.9	Na-HCO_3



รูปที่ 4-87 แผนภูมิไปเปอร์ (piper diagram) ตามวิธีการของ Galloway and Kaiser (1980)



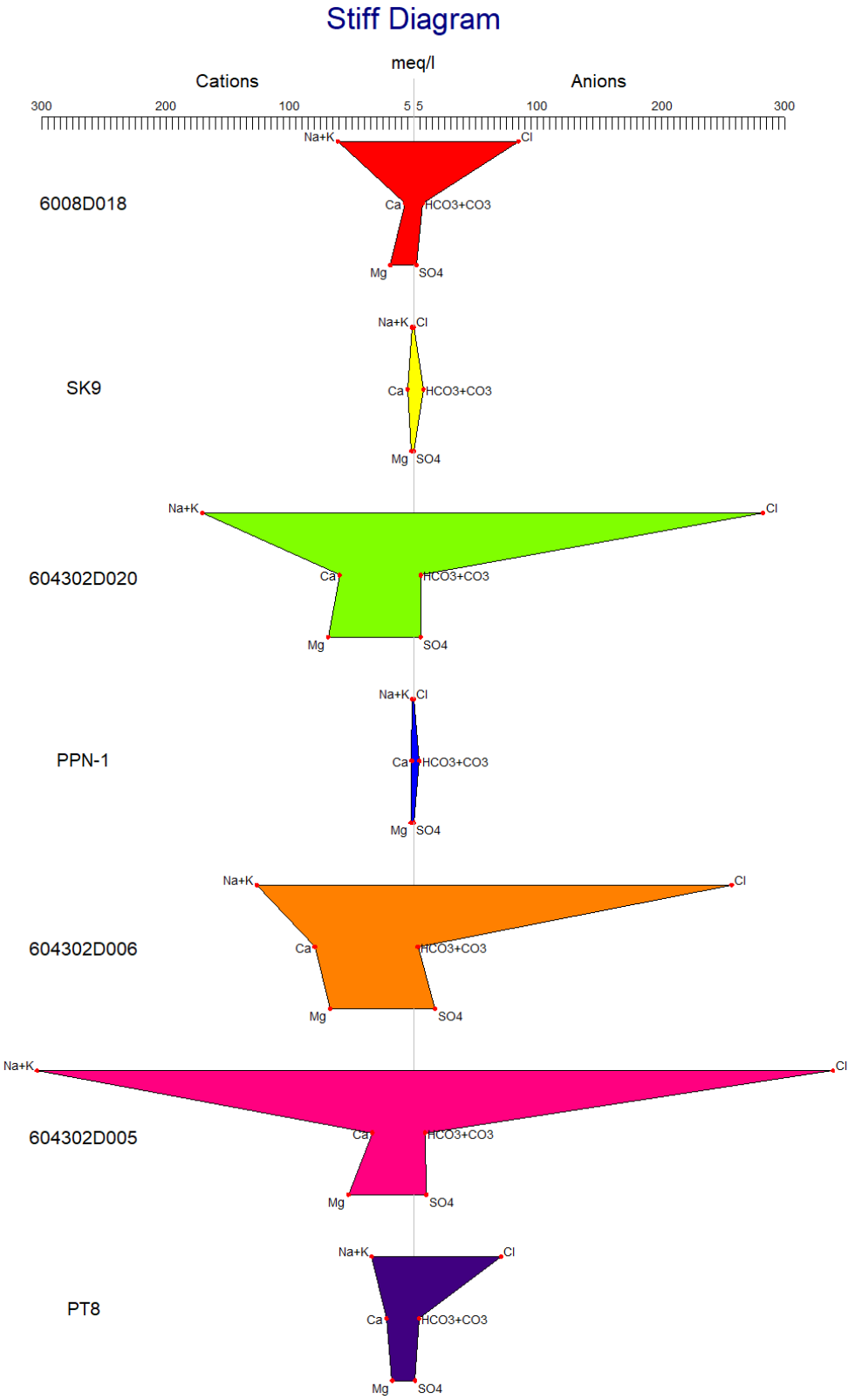
รูปที่ 4-88 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำบาดาลเมื่อความลึกเปลี่ยนไป
(ดัดแปลงจาก David and Pyne, 1995)



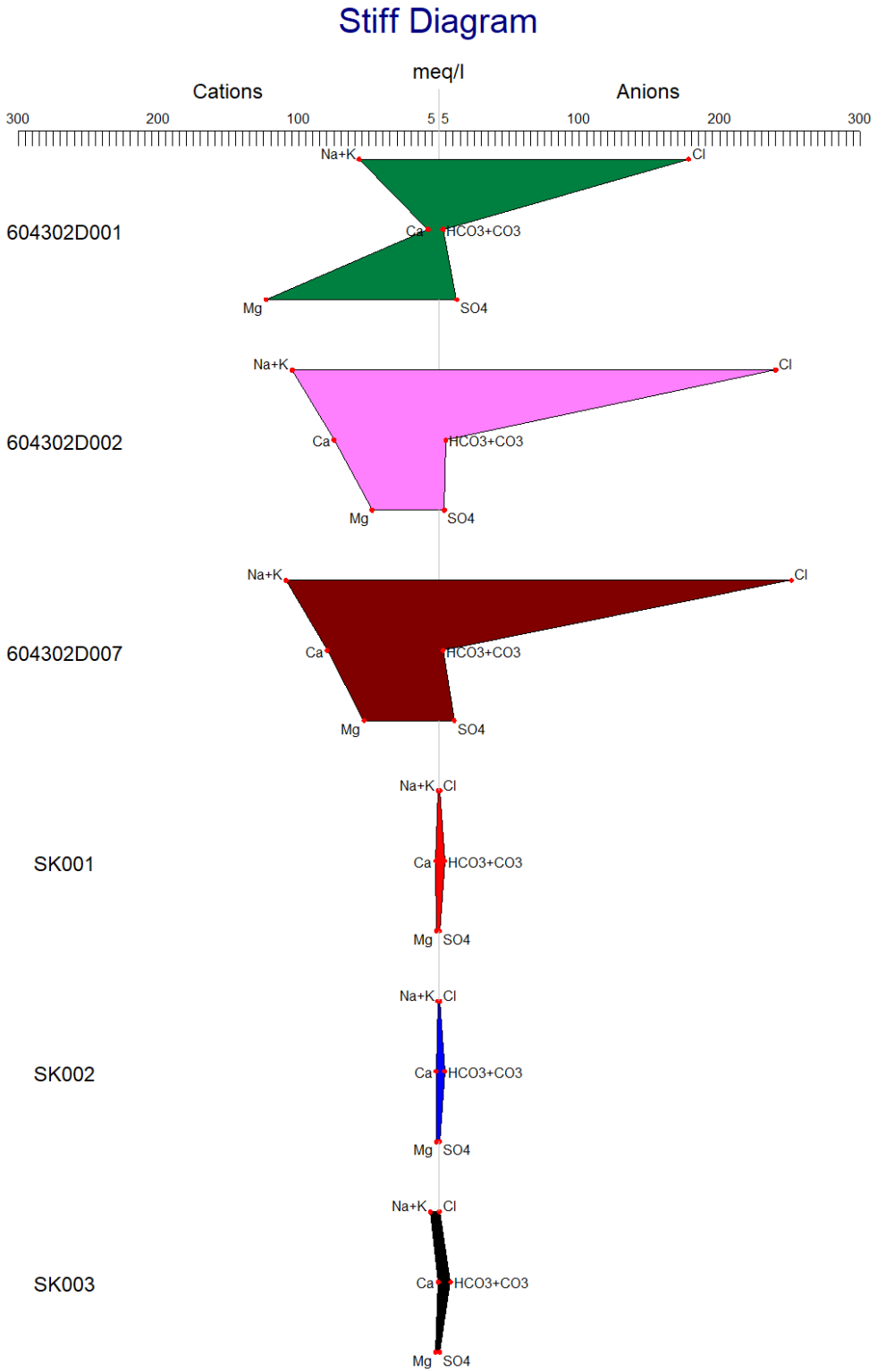
รูปที่ 4-89 ผลการจัดทำข้อมูลในแผนภูมิไปเปอร์ (Piper diagram) ของน้ำบาดาล

ผลการวิเคราะห์แผนภูมิไปเปอร์ (piper diagram) ของประเภทน้ำบาดาลในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร สามารถหาความสัมพันธ์และจำแนกประเภทของน้ำบาดาลได้เป็น 2 กลุ่ม ตามความลึกของบ่อเจาะและปริมาณของค่าแอนไอออนในน้ำบาดาล (ดังแสดงในรูป 4-90) ได้แก่ กลุ่มไบคาร์บอเนตจะพบในบ่อที่มีความลึกมากกว่า 250 เมตร (ยกเว้นบ่อ PT8 วัดยกกระบัตร) และกลุ่มคลอไรด์ จะพบในบ่อระดับตื้น ที่มีค่าคลอไรด์สูง ตั้งแต่ 3,000 – 12,000 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยช่วงความลึกดังกล่าว เป็นช่วงชั้นน้ำบาดาลที่มีความเค็มสูง

ส่วนตัวอย่างน้ำบาดาลระดับลึก บริเวณพื้นที่วัดสหกรณ์โฆสิตาราม ตำบลโคกขาม อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร เป็น calcium bicarbonate (Ca-HCO_3) ณ ช่วงความลึก 380 และ 493 เมตร และประเภท sodium-potassium bicarbonate (Na-K-HCO_3) ณ ช่วงความลึก 962 เมตร



รูปที่ 4-90 แผนภาพสติฟ (Stiff diagram) แสดงองค์ประกอบของไอออนหลักของตัวอย่างน้ำบาดาล



รูปที่ 4-89 แผนภาพสติฟ (Stiff diagram) แสดงองค์ประกอบของไอออนหลักของตัวอย่างน้ำบาดาล (ต่อ)

4.9.2 การศึกษาอุทกวิทยาไอโซโทป

การดำเนินการศึกษาไอโซโทปเสถียร (ดิวเทอเรียม และออกซิเจน-18) จำนวน 2 ตัวอย่าง และไอโซโทปกัมมันตรังสี (คาร์บอน-13 และคาร์บอน-14) จำนวนอย่างละ 2 ตัวอย่าง เป็นการดำเนินงานร่วมกับสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) โดยทำการวิเคราะห์ไอโซโทปเสถียรของน้ำบาดาลให้บ่อเจาะสำรวจใหม่ เพื่อใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางอุทกวิทยากับองค์ประกอบไอโซโทปออกซิเจน-18 และดิวเทอเรียม เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาแหล่งที่มาของน้ำบาดาล และวิเคราะห์ไอโซโทปในน้ำบาดาล เพื่อหาอายุของน้ำในแต่ละชั้นน้ำบาดาลที่ต้องการศึกษา แบ่งเป็นการดำเนินงานดังต่อไปนี้

1) การเก็บตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์หาไอโซโทป มีวิธีการเก็บตัวอย่างดังนี้

1.1) การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อการวิเคราะห์หาไอโซโทปเสถียร (ดิวเทอเรียมและออกซิเจน-18) จำนวน 2 ตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ 4-91 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

1.2) การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อการวิเคราะห์หาไอโซโทปกัมมันตรังสีคาร์บอน-13 และคาร์บอน-14 อย่างละ 2 ตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ 4-93 ก่อนการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาล จะต้องสูบน้ำที่ค้างในบ่อออกจากบ่อน้ำบาดาล (flushing) และวัดค่าการนำไฟฟ้า (electric conductivity) ให้มีค่าคงที่ก่อนจะดำเนินการเก็บตัวอย่าง ซึ่งจะมีขั้นตอนในการเก็บตัวอย่าง ที่ซับซ้อนขึ้น คือ ไม่ใช่การเก็บเพียงตัวอย่างของน้ำ แต่จะเก็บตัวอย่างโดยการจับคาร์บอนออกจากน้ำให้อยู่ในรูปแบบของตะกอนคาร์บอนหรือคาร์บอเนต ก่อนนำส่งห้องปฏิบัติการต่อไป โดยมีขั้นตอนการเก็บตัวอย่างน้ำดังนี้

- ดำเนินการวิเคราะห์สภาพความเป็นด่างหรืออัลคาไลนิตี้ (alkalinity) ของน้ำบาดาล โดยใช้ชุดทดสอบสำหรับวัดค่าอัลคาไลนิตี้ (alkalinity test kit) โดยใช้หน่วยวัดเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร เทียบกับแคลเซียมคาร์บอเนต (mg/L as $CaCO_3$) ซึ่งค่าดังกล่าวจะแปรผันตรงกับ

ปริมาณคาร์บอนที่อยู่ในตัวอย่างน้ำบาดาล โดยจะใช้เป็นตัวชี้วัดเบื้องต้นในการประเมินปริมาณตัวอย่างน้ำบาดาล ที่จะเก็บไปวิเคราะห์หาไอโซโทปกัมมันตรังสีคาร์บอน-13 และคาร์บอน-14 (รูปที่ 4-92)

- หลังจากที่ได้วิเคราะห์หาค่าอัลคาไลนิตี้ เพื่อประเมินปริมาณน้ำที่ต้องการวิเคราะห์ โดยจะดำเนินการสูบตัวอย่างน้ำบาดาลใส่ลงในถุงพลาสติก ถุงละ 40 ลิตร จำนวน 3 ถุง รวม 120 ลิตร

- วัดค่า pH ของน้ำตัวอย่าง ถ้ามีค่า pH ต่ำกว่า 11 ให้เติมสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) และคนให้เข้ากัน เพื่อปรับค่า pH ของตัวอย่างน้ำให้มีค่าสูงกว่า 11 เพื่อให้ HCO_3^- ในน้ำเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของ CO_3^{2-} อย่างสมบูรณ์ และพร้อมสำหรับการตกตะกอนต่อไป

- ในแต่ละถุงเติมสารไอออน (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

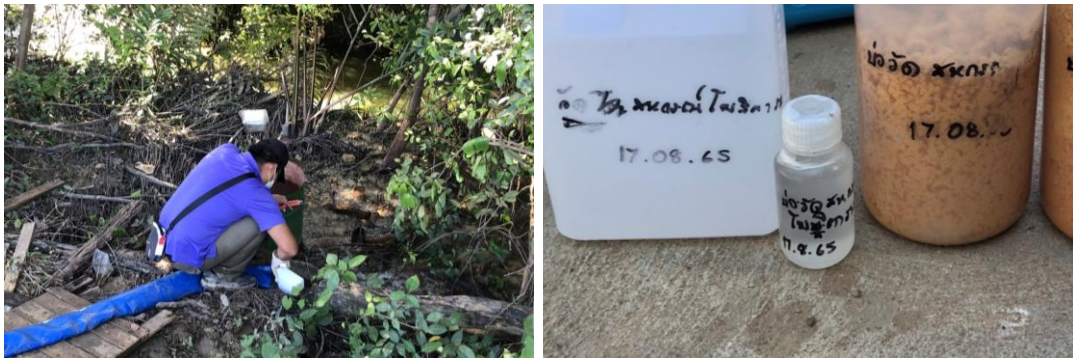
- เติมสาร PRAESTOL ชนิดโพลีเอคริลเอไมด์ (polyacrylamide) ปริมาณ 40 มิลลิลิตร และคนอีกครั้ง สารโพลีอะคลิลาไมด์ เป็นสารโพลิเมอร์ประจุบวกที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง (coagulant) ช่วยให้การตกตะกอนเกิดขึ้นเร็วขึ้น

- ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง เพื่อให้การตกตะกอนเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์

- ถ่ายตะกอนลงในภาชนะขนาด 1 ลิตร ปิดฝาขวดให้แน่น ทั้งนี้ถ้าตะกอนเกิดขึ้นปริมาณมาก ก็สามารถเปลี่ยนขวดสำหรับถ่ายตะกอนให้ตะกอนตกเพิ่มได้

- ติดฉลากหรือเขียนหมายเลขตัวอย่าง วันที่เก็บ และรายละเอียดอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำส่งวิเคราะห์ต่อไป

2) การวิเคราะห์หาไอโซโทปในห้องปฏิบัติการ ดำเนินการโดยห้องปฏิบัติการของสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) สำหรับการวิเคราะห์ค่าไอโซโทปเสถียร (ดิวเทอเรียม และออกซิเจน-18) และการวิเคราะห์หาไอโซโทปคาร์บอน-14 (^{14}C) ใช้เทคนิคการดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2 direct absorption technique)



รูปที่ 4-91 การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อการวิเคราะห์หาไอโซโทปเสถียร

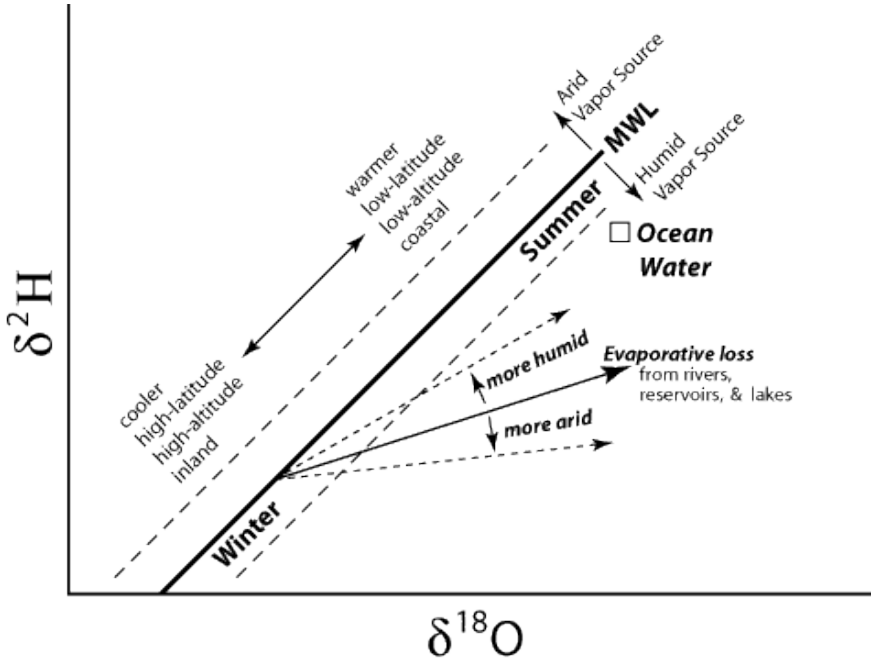
รูปที่ 4-92 การทดสอบเพื่อวัดค่ากรดด่างของน้ำ โดยอาศัยชุดทดสอบ alkalinity test kit

รูปที่ 4-93 การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อการวิเคราะห์หาไอโซโทปรังสี

3) การศึกษาแหล่งที่มาของน้ำบาดาล

3.1) การศึกษาแหล่งที่มาของน้ำบาดาลโดยการวิเคราะห์ไอโซโทปเสถียร (ดิวเทอเรียม และออกซิเจน-18)

การตรวจวัดปริมาณไอโซโทปเสถียรดิวเทอเรียม และออกซิเจน-18 ในตัวอย่างน้ำบาดาล จำนวน 1 ตัวอย่าง จากบ่อเจาะสำรวจระดับลึก ณ วัดสหกรณ์โฆสิตาราม ตำบลโคกขาม อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร โดยใช้เส้นน้ำฝนโลก (global meteoric water line, GMWL) ที่สร้างจากค่าความสัมพันธ์ระหว่างไอโซโทปทั้งสองในน้ำฝนของโลก มาใช้เป็นเส้นอ้างอิงเพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล โดยการเทียบกับแผนภาพแสดงความเกี่ยวข้องระหว่างลักษณะทางอุทกวิทยากับองค์ประกอบไอโซโทปออกซิเจน-18 และดิวเทอเรียม ดังแสดงในรูปที่ 4-94 จากรูปที่ 4-94 ค่าของดิวเทอเรียม (δ^2H) และออกซิเจน-18 ($\delta^{18}O$) จะค่อนข้างขนานกับเส้นน้ำฝนโลก และมีค่าอยู่ในเขตสภาพอากาศแบบร้อนชื้น (humid vapor source) ซึ่งสัมพันธ์กับที่ตั้งของพื้นที่ศึกษาที่อยู่ในประเทศไทยและอยู่ในเขตร้อนชื้น และจากการตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้นนี้ แสดงให้เห็นว่าสามารถนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับเปรียบเทียบกับตัวอย่างน้ำบาดาลของบ่อน้ำบาดาลที่ต้องการศึกษาได้ต่อไป



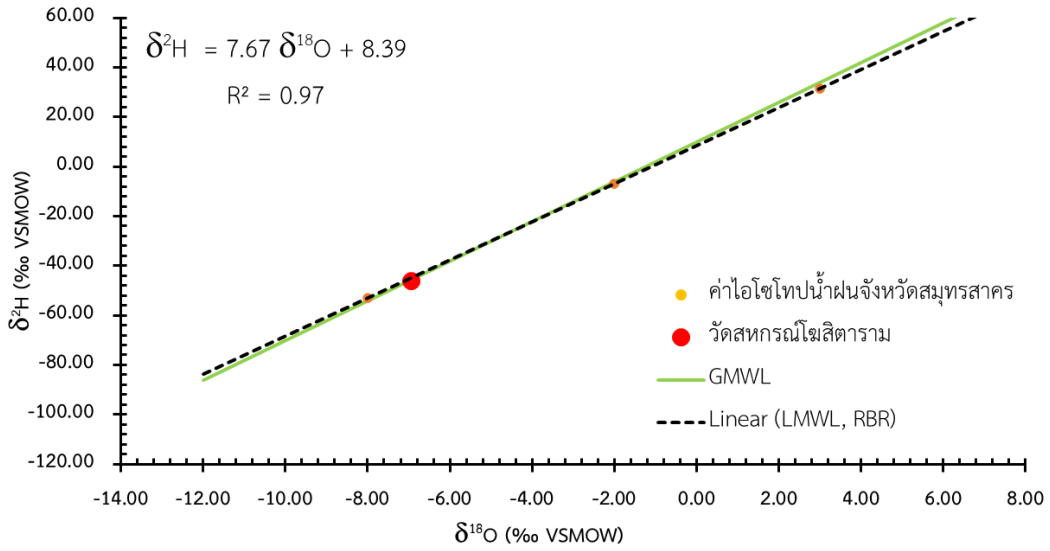
รูปที่ 4-94 แผนภาพแสดงความเกี่ยวข้องระหว่างลักษณะทางอุทกวิทยากับองค์ประกอบไอโซโทปออกซิเจน-18 และดิวเทอเรียม (SAHRA, 2021)

ตารางที่ 4-8 ข้อมูลคุณภาพน้ำบาดาลเบื้องต้น

หมายเลขอ้างอิง	สถานที่	UTME	UTMN	ความลึก (เมตร)	pH	EC (µS/cm)	TDS (mg/L)	Temp (°C)
SK001	วัดสหกรณ์โฆสิตาราม	643618	1494630	445-493	7.71	450	295	44.4

ตารางที่ 4-9 ผลวิเคราะห์ไอโซโทปเสถียรในตัวอย่างน้ำบาดาล

หมายเลขอ้างอิง	สถานที่	UTME	UTMN	$\delta^{18}O$ (‰ VSMOW)	$\delta^{2}H$ (‰ VSMOW)
SK001	วัดสหกรณ์โฆสิตาราม	643618	1494630	-6.94	-46.02



รูปที่ 4-95 แสดงค่าไอโซโทปเสถียรของค่า $\delta^{18}O$ กับ $\delta^{2}H$ ในน้ำบาดาล เปรียบเทียบกับเส้น LMWL ของน้ำฝนที่สถานีราชบุรี (เส้นประ) และเส้น GMWL (เส้นทึบ)

3.2) การศึกษาอายุของน้ำบาดาลโดยการวิเคราะห์ไอโซโทปกัมมันตรังสี (คารบอน-14)

คาร์บอน-14 มีค่าครึ่งชีวิต 5,568 ปี เหมาะสำหรับใช้หาอายุของน้ำในช่วง 1,000 ถึง 30,000 ปี (Coplen, 1993) การตรวจวัดคาร์บอน-14 ในตัวอย่างน้ำบาดาล จำนวน 1 ตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 ผลการวิเคราะห์คาร์บอน-13 ในตัวอย่างน้ำบาดาล

หมายเลขอ้างอิง	สถานที่	UTME	UTMN	$\delta^{13}C$ (‰ VPBD)
SK001	วัดสหกรณ์โฆสิตาราม	643618	1494630	-16.48

ตารางที่ 4-11 ผลการวิเคราะห์คาร์บอน-14 ในตัวอย่างน้ำบาดาล

หมายเลขอ้างอิง	สถานที่	UTME	UTMN	C-14 (pMC)	Age (Year, B.P.)	Error
SK001	วัดสหกรณ์โฆสิตาราม	643618	1494630	0.00	> 30,000	-

4) การแปลความหมายผลการวิเคราะห์อุทกวิทยาไอโซโทป

จากการเก็บตัวอย่างน้ำฝนที่สถานีราชบุรี ระหว่างปี 2562 ถึง 2564 เพื่อนำมาวิเคราะห์ค่าไอโซโทปเสถียรในน้ำ จำนวน 223 ตัวอย่าง หลังจากนั้นนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างดิวเทอเรียม และออกซิเจน-18 ซึ่งได้ความสัมพันธ์ดังสมการต่อไปนี้ $\delta^2H = 7.67\ \delta^{18}O + 8.39$ ($R^2 = 0.97$) หรือเรียกสมการนี้ว่า Local Meteoric Water Line (LMWL) มีลักษณะความสัมพันธ์กันแบบเส้นตรง จากการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลเพื่อนำมาวิเคราะห์ทางอุทกวิทยาไอโซโทป จำนวน 1 ตัวอย่าง จากบ่อเจาะสำรวจระดับลึก ณ วัดสหกรณ์โฆสิตาราม ตำบลโคกขาม อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร ณ ความลึกระหว่าง 455-493 เมตร พบว่า ค่าไอโซโทปเสถียรในน้ำบาดาลมีความสัมพันธ์กับเส้นน้ำฝน ซึ่งสามารถอนุมาณได้ว่าน้ำบาดาล ณ ช่วงความลึกดังกล่าว มีต้นกำเนิดจากน้ำฝน ซึ่งได้ซึมลงสู่ชั้นน้ำบาดาลในเวลาต่อมา นอกจากนั้นได้มีการนำตัวอย่างน้ำบาดาล มาหาค่าอายุโดยใช้เทคนิคคาร์บอน-14 ด้วยวิธีการดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์โดยตรง พบว่าให้ค่าอายุมากกว่า 30,000 ปี ซึ่งเป็นอายุสูงสุดที่เทคนิคคาร์บอน-14 สามารถวิเคราะห์ได้ ทั้งนี้หากต้องการวิเคราะห์หาอายุของน้ำบาดาลที่มากกว่า 30,000 ปี จำเป็นต้องอาศัยเทคนิคอื่น ๆ เช่น เทคนิคฮีเลียม-4 ซึ่งเกิดจากการสลายกัมมันตรังสีของธาตุยูเรเนียมและธอเรียม สามารถหาอายุได้ในช่วง 10^3–10^8 ปี หรือการใช้เทคนิคคลอรีน-36 (100 ka to 1 Ma) และคริปทอน-81 (150 – 630 ka) ซึ่งมีความจำเป็นต้องส่งตัวอย่างน้ำบาดาลไปวิเคราะห์ในต่างประเทศ

การดำเนินการศึกษาไอโซโทปเสถียร (ดิวเทอเรียม และออกซิเจน-18) และไอโซโทปกัมมันตรังสี (คาร์บอน-14) ของน้ำบาดาล เพื่อใช้ในการศึกษาหาแหล่งกำเนิดของน้ำบาดาลและอายุของน้ำบาดาล เพื่อใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนในการตรวจสอบความถูกต้องและบ่งบอกถึงการเคลื่อนที่หรือทิศทางการไหลของน้ำบาดาล (groundwater flow system) อายุน้ำบาดาล ระยะเวลาที่น้ำบาดาลเคลื่อนที่ และวิวัฒนาการของแอ่งน้ำบาดาล (groundwater evolution) ได้อีกข้อมูลหนึ่ง ซึ่งการศึกษาแหล่งที่มาของน้ำบาดาลโดยการวิเคราะห์ไอโซโทปเสถียร (ดิวเทอเรียม และออกซิเจน-18) และการศึกษาอายุของน้ำบาดาลโดยการวิเคราะหไอโซโทปกัมมันตรังสี (คารบอน-14) ของโครงการ จะนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการดำเนินการโครงการระยะต่อไป

สำหรับการสำรวจตรวจสอบข้อมูลเพิ่มเติมในภาคสนาม จะสามารถนำข้อมูลผลการเจาะสำรวจ การเลือกชั้นน้ำจากการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ การวิเคราะห์น้ำบาดาลทั้งแบบสมบูรณ์ และวิเคราะห์หาไอโซโทปเสถียรและไอโซโทปรังสีไปใช้เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาระยะต่อไปได้ รวมถึงการนำปัญหาและอุปสรรคที่เกิดในระยะแรก ทั้งด้านการสำรวจและการเจาะพัฒนาบ่อน้ำบาดาล ไปใช้ในการวางแผนการดำเนินงานที่รัดกุมยิ่งขึ้น ซึ่งจะช่วยให้เกิดข้อผิดพลาดในการดำเนินการครั้งต่อไปน้อยลง

บทที่ 5
การวิเคราะห์ข้อมูลชั้นหินให้น้ำ

การวิเคราะห์ข้อมูลชั้นหินให้น้ำโครงการศึกษาสำรวจแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง (ระยะที่ 3) ประกอบด้วยการศึกษาจำแนกชั้นน้ำบาดาลตามลักษณะทางธรณีวิทยาของชั้นดินชั้นหิน โดยใช้ข้อมูลการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะเป็นหลัก เพื่อเป็นการกำหนดหาความสัมพันธ์ระหว่างชั้นน้ำบาดาลระดับลึกในพื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเทียบสัมพันธ์กับข้อมูลบ่อน้ำบาดาลระดับลึกอื่น ๆ ทั้งของภาคเอกชน หรือภาครัฐที่จะดำเนินการเจาะพัฒนาน้ำบาดาลระดับลึกขึ้นมาใช้ในอนาคต

พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง มีความกว้างโดยเฉลี่ย 150 กิโลเมตร ความยาวประมาณ 200 กิโลเมตร จากจังหวัดนครสวรรค์ จนถึงปากน้ำเจ้าพระยาในอ่าวไทย พื้นที่ทั้งหมดเป็นพื้นที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึง (Flood Plain) ของแม่น้ำเจ้าพระยา และลำน้ำสาขา รวมไปถึงแม่น้ำท่าจีน ทางด้านตะวันตก และแม่น้ำบางปะกง ทางด้านตะวันออก พื้นที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่าง เกิดจากการยุบตัวของแผ่นดินอันเป็นผลจากแปรสัณฐานในยุคเทอร์เชียรี (Tertiary Orogeny) ทำให้เกิดเป็นแอ่งสะสมตะกอนในยุคเทอร์เชียรีและเกิดการรุกล้ำ และการถอยกลับของน้ำทะเลหลายครั้ง (Transgression and Regression) ซึ่งพบหลักฐานจากการเจาะสำรวจพบเปลือกหอยน้ำเค็มในชั้นดินตะกอนระดับลึก รวมทั้งหลักฐานการเจาะพบน้ำเค็มเป็นหย่อม ๆ ในบริเวณด้านเหนือ และด้านตะวันออกของจังหวัดนครสวรรค์ น้ำเค็มดังกล่าวเกิดจากการท่วมขังของน้ำทะเลสมัยก่อน การท่วมขังขณะน้ำขึ้น (High Tide) ตามแอ่งย่อย (Sub-basins) ต่าง ๆ ระหว่างตะเข็บรอยต่อของแอ่งเจ้าพระยาตอนบนและตอนล่าง (Upper and Lower Central Plain) เมื่อเกิดการถอยของน้ำทะเล น้ำเค็มตามแอ่งย่อยต่าง ๆ ไม่สามารถไหลกลับออกมาได้ และถูกกักเก็บไว้ในรูพรุนของตะกอน ในทางอุทกธรณีวิทยาเรียกว่า (Connate Water) การเกิดการรุกล้ำ และการถอยกลับของน้ำทะเลก่อให้เกิดชั้นตะกอนหินร่วนหนามากกว่า 2,000 เมตร ในพื้นที่ด้านทิศใต้ของแอ่ง โดยเป็นชั้นดินเหนียวสลับกับชั้นกรวดทรายหลาย ๆ ชั้น โดยพื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ในพื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันตก แอ่งย่อยธนบุรี และแอ่งย่อยสาคร จังหวัดสมุทรสาคร

จากข้อมูลการเจาะบ่อน้ำบาดาลในเขตกรุงเทพฯ-สมุทรปราการ พบว่า มีชั้นกรวดทรายซึ่งเป็นชั้นน้ำบาดาลประเภท Confined Aquifers สลับกับชั้นดินเหนียว จำนวน 8 ชั้น ที่ระดับความลึก 650 เมตร โดยเจาะพบชั้นน้ำบาดาลที่ระดับความลึกต่าง ๆ เรียงตามลำดับ คือ ชั้นน้ำกรุงเทพฯ ที่ระดับความลึก 50 เมตร ชั้นน้ำพระประแดง ที่ระดับความลึก 100 เมตร ชั้นน้ำนครหลวง ที่ระดับความลึก 150 เมตร ชั้นน้ำนนทบุรี ที่ระดับความลึก 200 เมตร ชั้นน้ำสามโคก ที่ระดับความลึก 300 เมตร ชั้นน้ำพญาไท ที่ระดับความลึก 350 เมตร ชั้นน้ำธนบุรี ที่ระดับความลึก 450 เมตร และชั้นน้ำปากน้ำ ที่ระดับความลึกตั้งแต่ 550 เมตร ลงไป สำหรับตะกอนในแอ่งเจ้าพระยาตอนล่างเป็นตะกอนกรวดทรายที่มี

ความกลมมนสูง มีการคัดขนาดที่ดี และแผ่กระจายครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง ดังนั้นชั้นน้ำบาดาลทุกชั้น เป็นชั้นน้ำบาดาลที่ให้น้ำสูงมาก เว้นแต่คุณภาพน้ำบาดาลในบางชั้น บางพื้นที่จะกร่อยเค็ม ทำให้แอ่งเจ้าพระยาตอนล่างเป็นแหล่งน้ำบาดาลที่ใหญ่ที่สุดของประเทศ (เจริญ เพียรเจริญ, 2525)

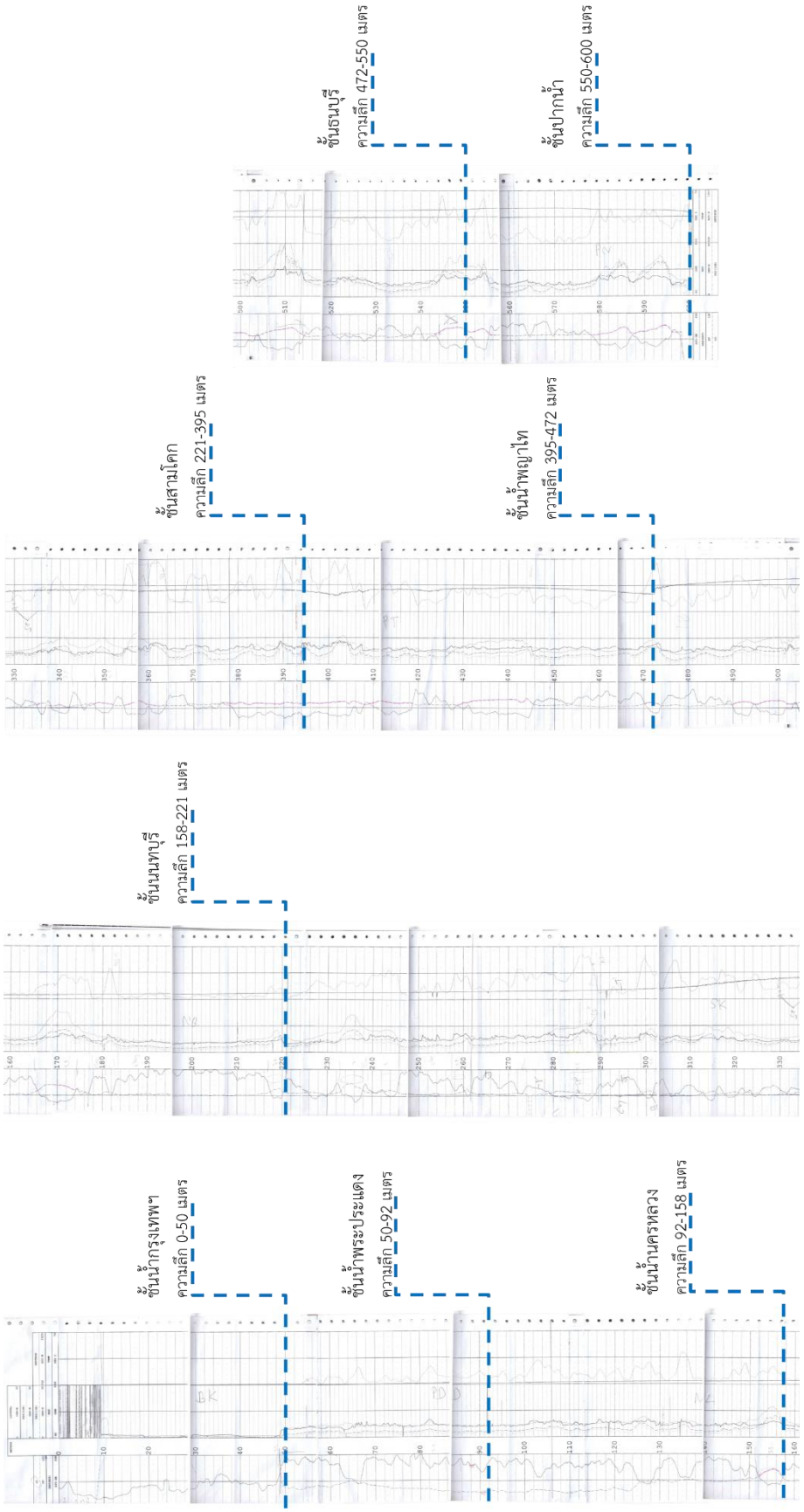
5.1 การวิเคราะห์ชั้นหินให้น้ำจากข้อมูลบ่อเจาะสำรวจ

สำหรับตัวอย่างการแปลความหมายการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะในบ่อน้ำบาดาลระดับลึกที่เคยดำเนินการเจาะในพื้นที่แอ่งเจ้าพระยาล่าง ซึ่งมีการแปลความหมายเพื่อแบ่งชั้นน้ำบาดาล หรือแปลความหมายแบ่งตามลักษณะรูปแบบการตกตะกอนในการจำแนกชั้นน้ำบาดาล ใช้ลักษณะของกราฟการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ (E-log) และตัวอย่างเศษตะกอน (Lithologic log) ที่ได้จากการเจาะบ่อสำรวจ มีตัวอย่างผลการแปลความหมายข้อมูลโดยบ่อ key well ได้ดังนี้

- บ่อเจาะสำรวจ ตำบลบางโทรัด จังหวัดสมุทรสาคร ระดับความลึกในการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ 600 เมตร แบ่งเป็นชั้นน้ำบาดาลได้ 8 ชั้น ดังแสดงในรูปที่ 5-1 คือ

ตารางที่ 5-1 ระดับความลึกในการหยั่งธรณีหลุมเจาะ 600 เมตร ของบ่อเจาะสำรวจ ตำบลบางโทรัด จังหวัดสมุทรสาคร

ลำดับที่	ระดับความลึก (เมตร)	ชั้นน้ำ
1	0 – 50	ชั้นน้ำกรุงเทพฯ
2	50 – 92	ชั้นน้ำพระประแดง
3	92 – 158	ชั้นน้ำนครหลวง
4	158 – 221	ชั้นน้ำนนทบุรี
5	221 – 395	ชั้นน้ำสามโคก
6	395 – 472	ชั้นน้ำพญาไท
7	472 – 550	ชั้นน้ำธนบุรี
8	550 – 600	ชั้นน้ำปากน้ำ

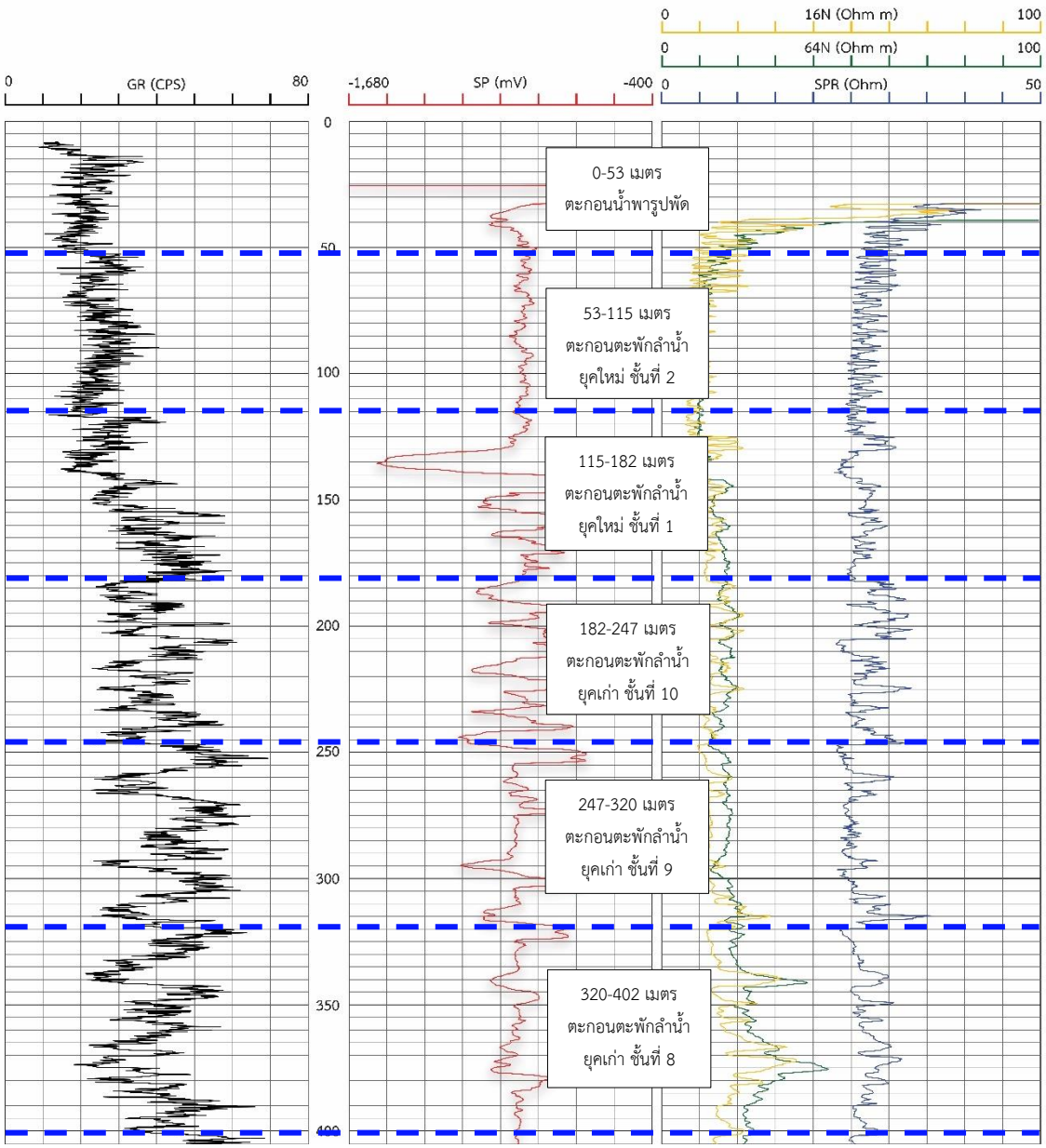


รูปที่ 5-1 การแปลความหมายการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะในบ่อเจาะสำรวจ ตำบลบางโทรัด จังหวัดสมุทรสาคร

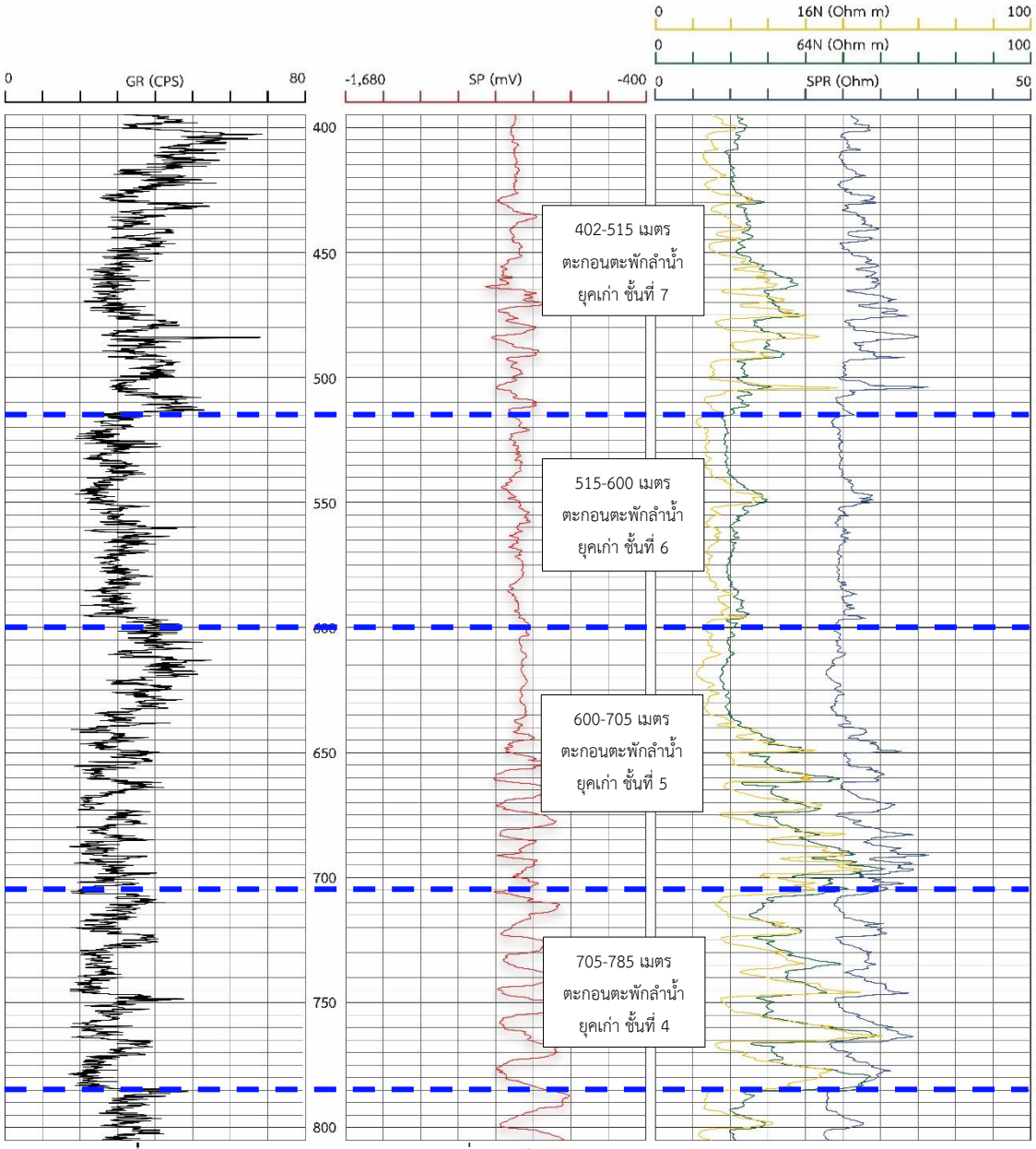
สามารถนำมาเทียบเคียงกับบ่อเจาะสำรวจระดับลึกของโครงการศึกษาสำรวจแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง (ระยะที่ 3) ณ วัดสหกรณ์โฆสิตาราม ตำบลโคกขาม อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร ได้ดังนี้

ตารางที่ 5-2 ระดับความลึกในการหยั่งธรณีหลุมเจาะ บ่อเจาะสำรวจ วัดสหกรณ์โฆสิตาราม ตำบลบางโทรัด จังหวัดสมุทรสาคร

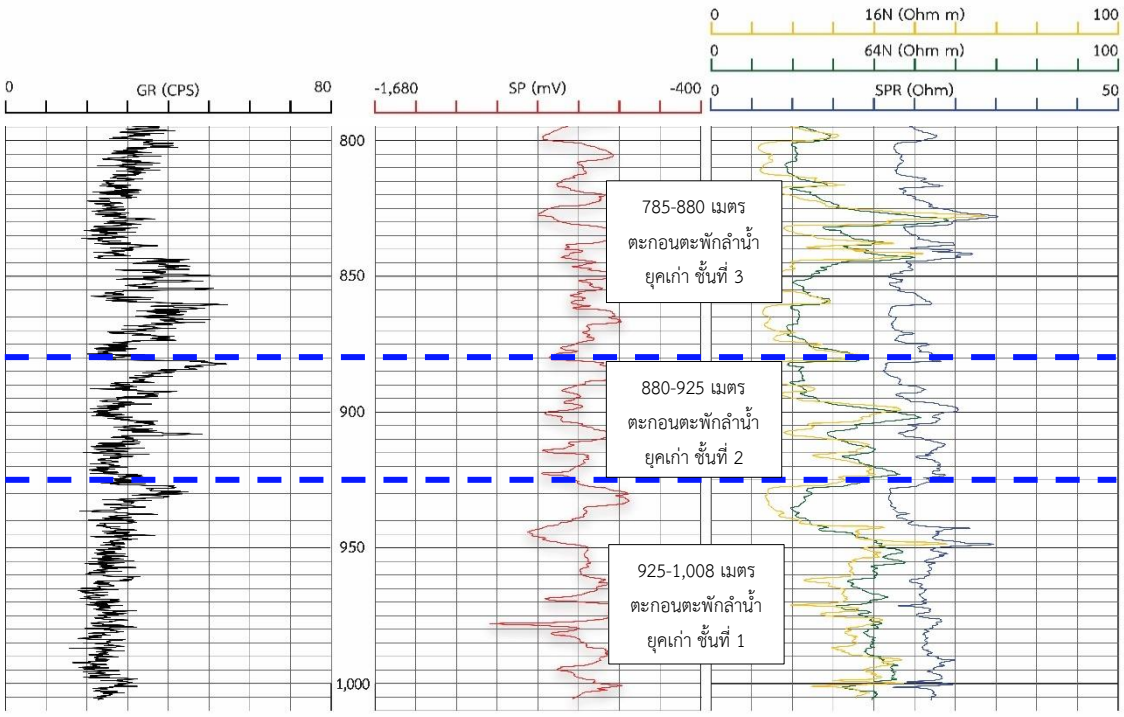
ลำดับ	ความลึก (เมตร)	ชั้นตะกอนตามลักษณะการตกสะสมตัว
1	0 – 53	เป็นตะกอนน้ำพา (Floodplain deposit)
2	53 – 115	เป็นตะกอนตะพักลำน้ำยุคใหม่ ชั้นที่ 2 (Young Terrace Deposits 2)
3	115 – 182	เป็นตะกอนตะพักลำน้ำยุคใหม่ ชั้นที่ 1 (Young Terrace Deposits 1)
4	182 – 247	เป็นตะกอนตะพักลำน้ำยุคเก่า ชั้นที่ 10 (Old Terrace Deposits 10)
5	247 – 320	เป็นตะกอนตะพักลำน้ำยุคเก่า ชั้นที่ 9 (Old Terrace Deposits 9)
6	320 – 402	เป็นตะกอนตะพักลำน้ำยุคเก่า ชั้นที่ 8 (Old Terrace Deposits 8)
7	402 – 515	เป็นตะกอนตะพักลำน้ำยุคเก่า ชั้นที่ 7 (Old Terrace Deposits 7)
8	515 – 600	เป็นตะกอนตะพักลำน้ำยุคเก่า ชั้นที่ 6 (Old Terrace Deposits 6)
9	600 – 705	เป็นตะกอนตะพักลำน้ำยุคเก่า ชั้นที่ 5 (Old Terrace Deposits 5)
10	705 – 785	เป็นตะกอนตะพักลำน้ำยุคเก่า ชั้นที่ 4 (Old Terrace Deposits 4)
11	785 – 880	เป็นตะกอนตะพักลำน้ำยุคเก่า ชั้นที่ 3 (Old Terrace Deposits 3)
12	880 – 925	เป็นตะกอนตะพักลำน้ำยุคเก่า ชั้นที่ 2 (Old Terrace Deposits 2)
13	925 – 1,008	เป็นตะกอนตะพักลำน้ำยุคเก่า ชั้นที่ 1 (Old Terrace Deposits 1)



รูปที่ 5-3 การแปลความหมายการหยั่งธรณีหลุมเจาะ (รูปแบบการตกสะสมตะกอน)
บ่อเจาะสำรวจวัดสหกรณ์โฆสิตาราม ตำบลโคกขาม อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร



รูปที่ 5-3 การแปลความหมายการหยั่งธรณีหลุมเจาะ (รูปแบบการตกสะสมตะกอน)
บ่อเจาะสำรวจวัดสหกรณ์โฆสิตาราม ตำบลโคกขาม อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร (ต่อ)

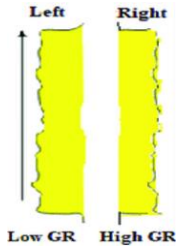
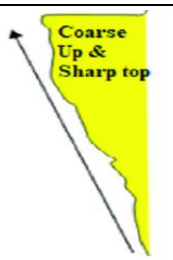
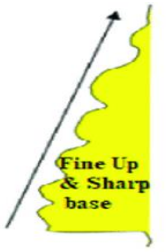
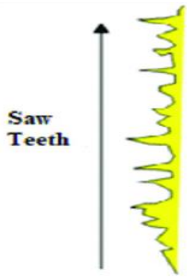


รูปที่ 5-3 การแปลความหมายการหยั่งธรณีหลุมเจาะ (รูปแบบการตกสะสมตะกอน) บ่อเจาะสำรวจวัดสหกรณ์โฆสิตาราม ตำบลโคกขาม อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร (ต่อ)

5.2 การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมการตกสะสมตัวของตะกอน

การวิเคราะห์และแปลความหมายชั้นหินให้น้ำจากการแปลความหมายการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะในบ่อเจาะสำรวจ สามารถวิเคราะห์ และแปลความหมายแบ่งตามลักษณะรูปแบบการตกตะกอน โดยใช้ลักษณะของกราฟจากการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ พิจารณาจากลักษณะรูปร่างของกราฟแกมมา (Gamma ray log) 5 รูปแบบ ดังแสดงในตารางที่ 5-3

ตารางที่ 5-3 ลักษณะตะกอนและสภาพแวดล้อมการตกสะสมตัวที่อนุมานจากรูปร่างของรังสีแกมมา (Mene and Okengwu 2020)

Type of Log Shape	Shape of GR	Characteristics	Grain size	Inferred Depositional Environment
Cylindrical / Box shape		Shape top and base with consistent trend	Relative consistent lithology	Fluvial channels, Tidal Sands, prograding delta distributaries.
Funnel Shape		Abrupt top with coarsening upward trend	Grain size increases	Crevasse splay, River mouth bar, Delta front, Shoreface.
Bell Shape		Abrupt base with finning upward trend	Grain size decreases	Fluvial point bar, Tidal point bar, Deltaic distributaries.
Symmetrical Shape / Bow Shape		Ideally base and top like a bow shape	Cleaning upward trend into dirtying upward sequence from top	Transgressive shelf sands and mixed Tidal flat environment.
Serrated / Saw tooth Shape		Irregular pattern / spikes of GR logs	Interbedded shale and sands	Fluvial flood plain, mixed Tidal flat, Debris flow.

สำหรับการวิเคราะห์สภาพการตกสะสมตัวของตะกอนของบ่อสำรวจระดับลึก โครงการศึกษาสำรวจแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง (ระยะที่ 3) โดยวิเคราะห์และแปลความหมายจากรูปร่างของรังสีแกมมา (Gramma ray log) สามารถบ่งบอกได้ถึงลักษณะของตะกอนและสภาพการตกสะสมตัวของตะกอน ได้เป็น 13 ชั้น ดังแสดงในรูปที่ 5-4 โดยเรียงลำดับจากการตกตะกอน ดังนี้

1) ระดับความลึก 925-1,008 เมตร เป็นตะกอนตะพักลำน้ำยุคเก่า ชั้นที่ 1 (Old Terrace Deposits 1) มีลักษณะของกราฟแกมมาเป็นแบบฟันเลื่อย (Box shape) ตัวอย่างดิน-หินประกอบด้วยทรายละเอียดถึงทรายหยาบ การสะสมตัวของตะกอนกระทำโดยน้ำ สะสมตัวของตะกอนโดยน้ำขึ้นน้ำลงและสะสมตัวในบริเวณสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ (Fluvial channels, tidal sands, or deltaic distributaries deposit environment)

2) ระดับความลึก 880-925 เมตร เป็นตะกอนตะพักลำน้ำยุคเก่า ชั้นที่ 2 (Old Terrace Deposits 2) มีลักษณะของกราฟแกมมาเป็นแบบระฆัง (Bell shape) แบบตะกอนเรียงจากล่างขึ้นบนขนาดจากใหญ่ไปเล็ก (Fining upward) ตัวอย่างดิน-หินประกอบด้วยทราย กรวด และมีดินเหนียวแทรกสลับ การสะสมตัวของตะกอนทางน้ำ สะสมตัวในบริเวณสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ และสะสมตัวของตะกอนแถบบริเวณน้ำขึ้นน้ำลง (Fluvial point bar, tidal point bar, deltaic distributaries deposit)

3) ระดับความลึก 785-880 เมตร เป็นตะกอนตะพักลำน้ำยุคเก่า ชั้นที่ 3 (Old Terrace Deposits 3) มีลักษณะของกราฟแกมมาเป็นแบบระฆัง (Bell shape) แบบตะกอนเรียงจากล่างขึ้นบนขนาดจากใหญ่ไปเล็ก (Fining upward) ตัวอย่างดิน-หินประกอบด้วยทราย กรวด และมีดินเหนียวแทรกสลับ การสะสมตัวของตะกอนทางน้ำ สะสมตัวในบริเวณสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ และสะสมตัวของตะกอนแถบบริเวณน้ำขึ้นน้ำลง (Fluvial point bar, tidal point bar, deltaic distributaries deposit)

4) ระดับความลึก 705-785 เมตร เป็นตะกอนตะพักลำน้ำยุคเก่า ชั้นที่ 4 (Old Terrace Deposits 4) มีลักษณะของกราฟแกมมาเป็นแบบระฆัง (Bell shape) แบบตะกอนเรียงจากล่างขึ้นบนขนาดจากใหญ่ไปเล็ก (Fining upward) ตัวอย่างดิน-หินประกอบด้วยทราย กรวด และมีดินเหนียวแทรกสลับ การสะสมตัวของตะกอนทางน้ำ สะสมตัวในบริเวณสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ และสะสมตัวของตะกอนแถบบริเวณน้ำขึ้นน้ำลง (Fluvial point bar, tidal point bar, deltaic distributaries deposit)

5) ระดับความลึก 600-705 เมตร เป็นตะกอนตะพักลำน้ำยุคเก่า ชั้นที่ 5 (Old Terrace Deposits 5) มีลักษณะของกราฟแกมมาเป็นแบบระฆัง (Bell shape) แบบตะกอนเรียงจากล่างขึ้นบนขนาดจากใหญ่ไปเล็ก (Fining upward) ตัวอย่างดิน-หินประกอบด้วยทราย กรวด และมีดินเหนียวแทรกสลับ การสะสมตัวของตะกอนทางน้ำ สะสมตัวในบริเวณสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ และสะสมตัวของตะกอนแถบบริเวณน้ำขึ้นน้ำลง (Fluvial point bar, tidal point bar, deltaic distributaries deposit)

6) ระดับความลึก 515-600 เมตร เป็นตะกอนตะพักลำน้ำยุคเก่า ชั้นที่ 6 (Old Terrace Deposits 6) มีลักษณะกราฟแกมมาเป็นแบบกล่อง (Box shape) ตัวอย่างดิน-หินประกอบด้วยดินเหนียว และทรายแป้งปนดินเหนียว การสะสมตัวในสภาพน้ำนิ่ง (Tidal sands, or deltaic distributaries deposit environment)

7) ระดับความลึก 402-515 เมตร เป็นตะกอนตะพักลำน้ำยุคเก่า ชั้นที่ 7 (Old Terrace Deposits 7) มีลักษณะของกราฟแกรมมาเป็นแบบคันธนู (Bow shape) ตัวอย่างดิน-หินประกอบด้วยทรายละเอียดถึงทรายหยาบ การสะสมตัวในระหว่างการรุกของน้ำทะเล และน้ำขึ้นน้ำลง (Transgressive shelf and tidal flat environment)

8) ระดับความลึก 320-402 เมตร เป็นตะกอนตะพักลำน้ำยุคเก่า ชั้นที่ 8 (Old Terrace Deposits 8) ลักษณะของกราฟแกรมมาเป็นแบบคันธนู (Bow shape) ตัวอย่างดิน-หินประกอบด้วยทรายละเอียดถึงทรายหยาบ การสะสมตัวในระหว่างการรุกของน้ำทะเล และน้ำขึ้นน้ำลง (Transgressive shelf and tidal flat environment)

9) ระดับความลึก 247-320 เมตร เป็นตะกอนตะพักลำน้ำยุคเก่า ชั้นที่ 9 (Old Terrace Deposits 9) มีลักษณะกราฟแกมมาเป็นแบบฟันเลื่อย (Saw tooth) ตัวอย่างดิน-หินประกอบด้วยกรวด ทราย และดินเหนียวแทรกสลับ การสะสมตัวของตะกอนธารน้ำและแม่น้ำในพื้นที่ราบน้ำท่วม และสะสมตัวในที่ราบบริเวณน้ำขึ้นน้ำลง เกิดสลับไปสลับมา (Fluvial floodplain, mixed tidal flat, and Debris flow)

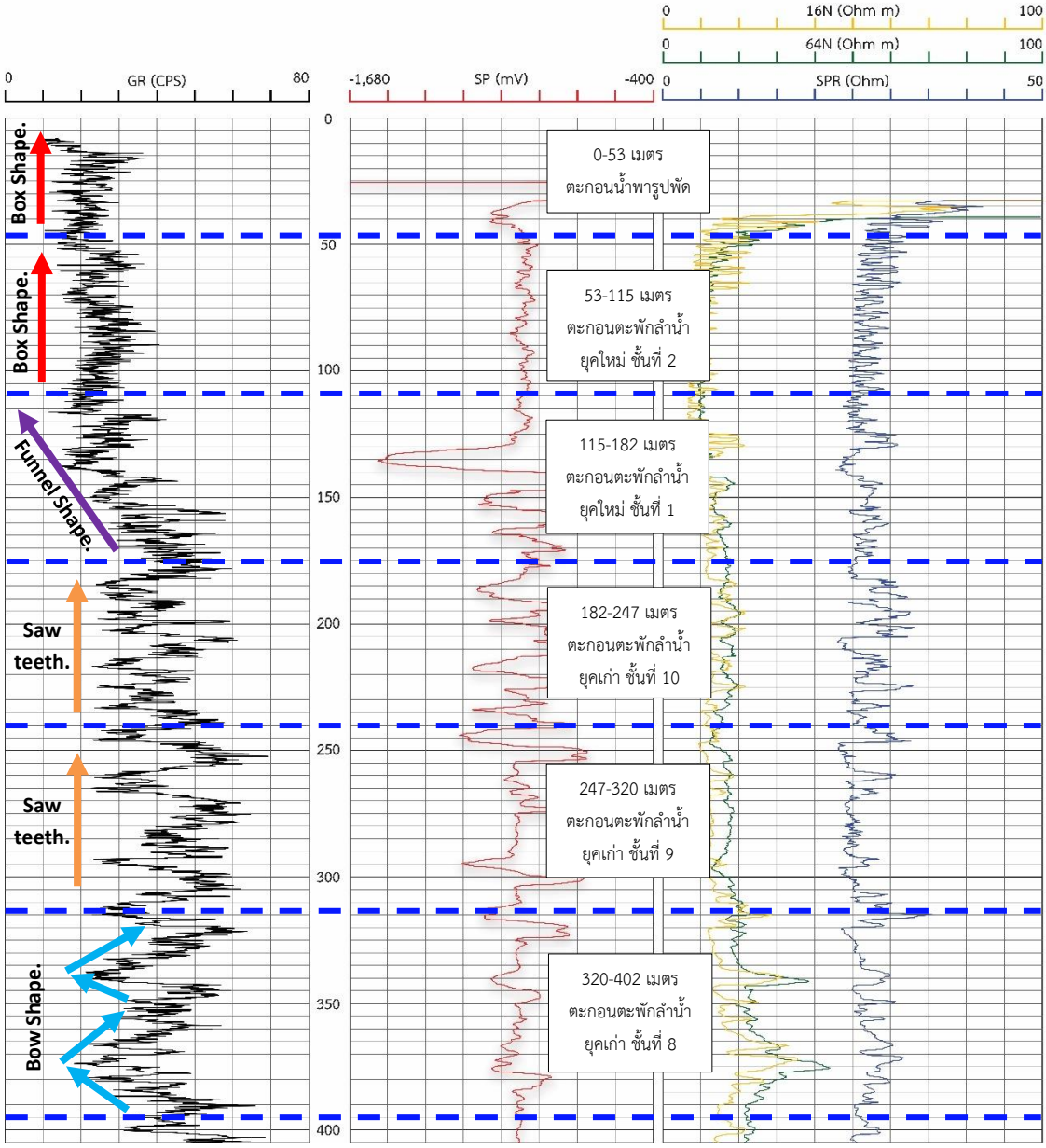
10) ระดับความลึก 182-247 เมตร เป็นตะกอนตะพักลำน้ำยุคเก่า ชั้นที่ 10 (Old Terrace Deposits 10) มีลักษณะกราฟแกมมาเป็นแบบฟันเลื่อย (Saw tooth) ตัวอย่างดิน-หินประกอบด้วยกรวด ทราย และดินเหนียวแทรกสลับ การสะสมตัวของตะกอนธารน้ำและแม่น้ำในพื้นที่ราบน้ำท่วม และสะสมตัวในที่ราบบริเวณน้ำขึ้นน้ำลง เกิดสลับไปสลับมา (Fluvial floodplain, mixed tidal flat, and Debris flow)

11) ระดับความลึก 115-182 เมตร เป็นตะกอนตะพักลำน้ำยุคใหม่ ชั้นที่ 1 (Young Terrace Deposits 1) มีลักษณะกราฟแกมมาเป็นแบบรูปกรวย (Funnel shape) แบบตะกอนเรียงจากบนลงล่างจากขนาดใหญ่ไปเล็ก (Coarsening upward) ตัวอย่างดิน-หินประกอบด้วยกรวด ทราย และดินเหนียวแทรกสลับ การสะสมตัวในบริเวณสามเหลี่ยมปากแม่น้ำพลังงานต่ำ บริเวณที่แคบ ๆ ของสามเหลี่ยมปากแม่น้ำที่มีพลัง บริเวณที่อยู่ระหว่างขอบชายฝั่งด้านที่ออกสู่ทะเล และพื้นที่เกือบราบของเขตนอกชายฝั่ง (Crevasse splay, River mouth bar, Delta front, Shoreface)

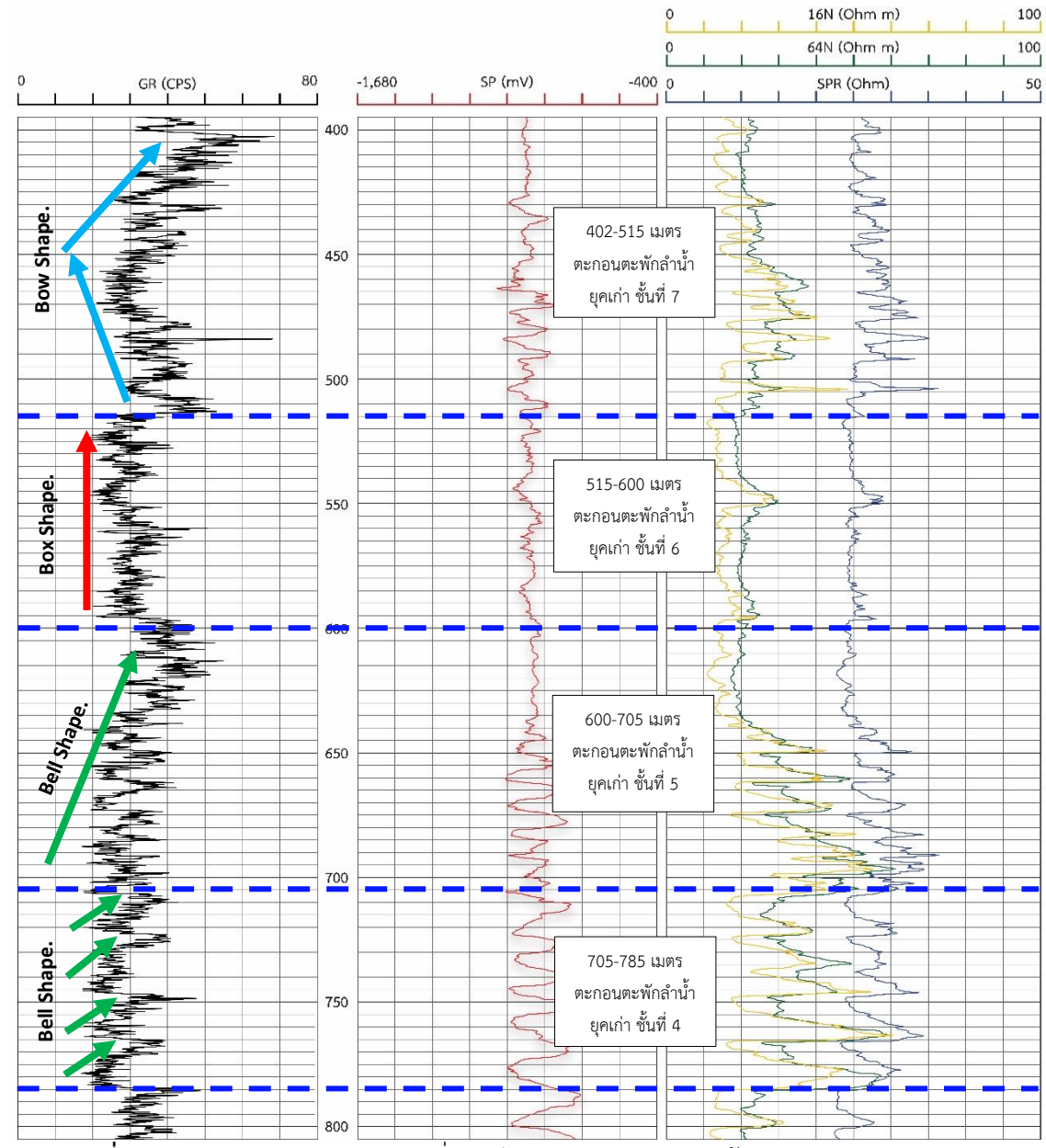
12) ระดับความลึก 53-115 เมตร เป็นตะกอนตะพักลำน้ำยุคใหม่ ชั้นที่ 2 (Young Terrace Deposits 2) มีลักษณะกราฟแกมมาเป็นแบบกล่อง (Box shape) ตัวอย่างดิน-หินประกอบด้วยกรวด ทราย และดินเหนียวแทรกสลับ การสะสมตัวโดยการกระทำของสายน้ำ การสะสมตัวของตะกอน

โดยน้ำขึ้นน้ำลง และการสะสมตัวในบริเวณสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ (Fluvial channels, tidal sands, or deltaic distributaries deposit environment)

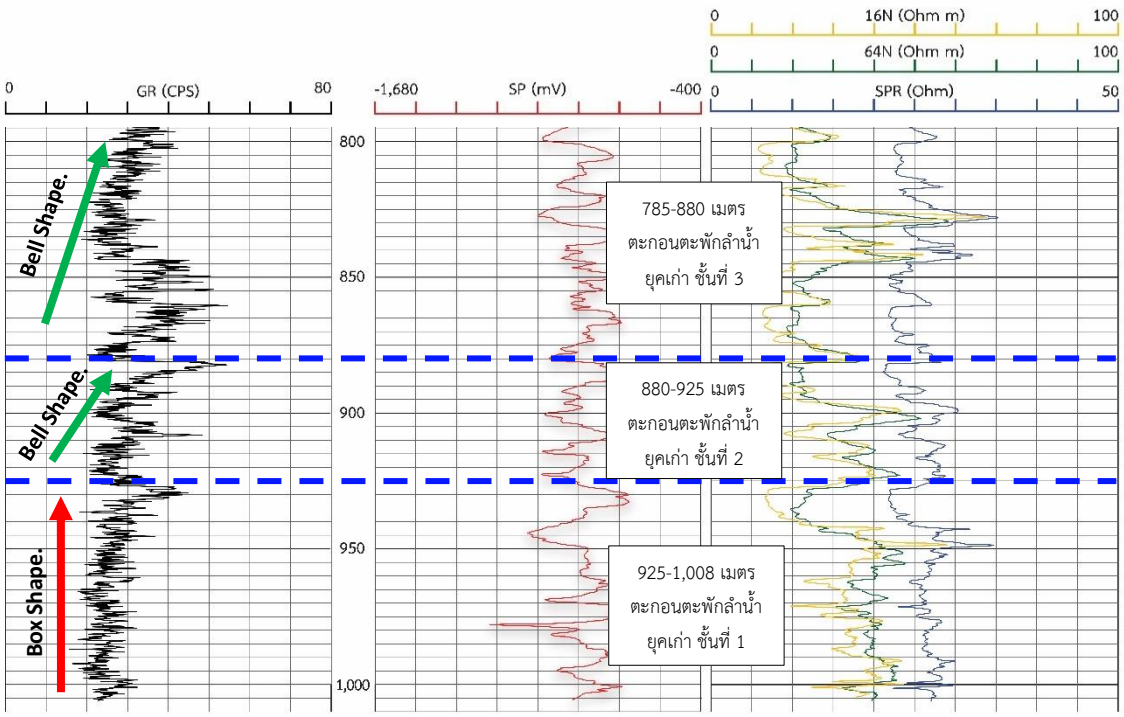
13) ระดับความลึก 0-53 เมตร มีลักษณะกราฟแกมมาแบบกล่อง (Box shape) ตัวอย่างดิน-หินประกอบด้วยดินเหนียว เป็นตะกอนน้ำพารูปพัด และตะกอนน้ำพา (Alluvial fans and Floodplain deposits)



รูปที่ 5-4 การแปลความหมายการหยั่งธรณีหลุมเจาะ (สภาพแวดล้อมการตกสะสมตะกอน) บ่อเจาะสำรวจวัดสหกรณ์โฆสิตาราม ตำบลโคกขาม อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร



รูปที่ 5-4 การแปลความหมายการหยั่งธรณีหลุมเจาะ (สภาพแวดล้อมการตกสะสมตะกอน) บ่อเจาะสำรวจวัดสหกรณ์โฆสิตาราม ตำบลโคกขาม อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร (ต่อ)



รูปที่ 5-4 การแปลความหมายการหยั่งธรณีหลุมเจาะ (สภาพแวดล้อมการตกสะสมตะกอน) บ่อเจาะสำรวจวัดสหกรณ์โฆสิตาราม ตำบลโคกขาม อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร (ต่อ)

5.3 การจำแนกชั้นน้ำโดยอุทกวิทยาไอโซโทป

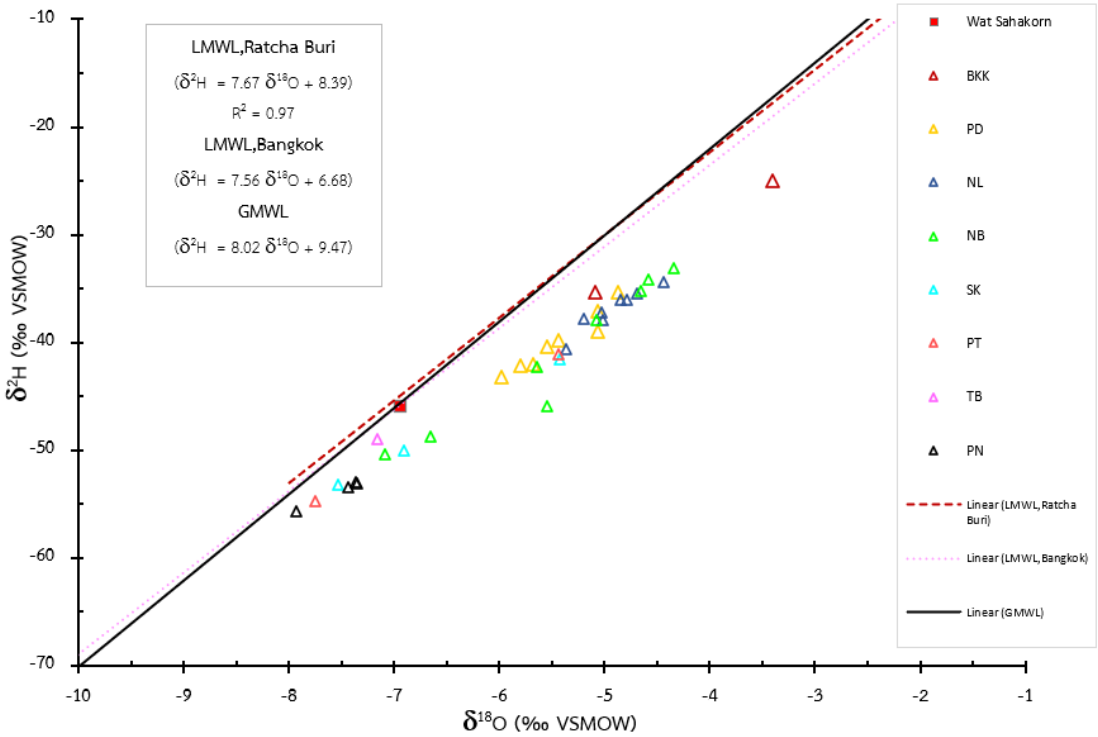
จากการศึกษาแหล่งที่มาของน้ำบาดาลโดยการวิเคราะห์ไอโซโทปเสถียร (ดิวเทอเรียม และออกซิเจน-18) การตรวจวัดปริมาณไอโซโทปเสถียรดิวเทอเรียม และออกซิเจน-18 จากการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลจำนวน 1 ตัวอย่าง ได้นำมาวิเคราะห์ร่วมกับค่าไอโซโทปเสถียรของน้ำบาดาลในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล โครงการ CPRs16879 (IAEA, 2562) จำนวน 37 ตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 5-4 ตามชั้นน้ำบาดาลที่ระดับความลึกต่าง ๆ เรียงตามลำดับ จำนวน 8 ชั้น คือ ชั้นน้ำกรุงเทพฯ (BKK) ที่ระดับความลึก 50 เมตร ชั้นน้ำพระประแดง (PD) ที่ระดับความลึก 100 เมตร ชั้นน้ำนครหลวง (NL) ที่ระดับความลึก 150 เมตร ชั้นน้ำนนทบุรี (NB) ที่ระดับความลึก 200 เมตร ชั้นน้ำสามโคก (SK) ที่ระดับความลึก 300 เมตร ชั้นน้ำพญาไท (PT) ที่ระดับความลึก 350 เมตร ชั้นน้ำธนบุรี (TB) ที่ระดับความลึก 450 เมตร และชั้นน้ำปากน้ำ (PN) ที่ระดับความลึกตั้งแต่ 550 เมตร (เจริญ เพียรเจริญ, 2525)

ตารางที่ 5-4 ผลวิเคราะห์ไอโซโทปเสถียรของ โครงการ CPRs16879 (DGR, 2018)

หมายเลขอ้างอิง	หมายเลขตัวอย่าง	สถานที่	UTME	UTMN	ความลึก (เมตร)	$\delta^{18}O$ (‰)	$\delta^{2}H$ (‰)
ST1-1	JICA-A01	ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร_PN	687628	1521792	574	-55.67	-7.93
ST1-2	JICA-A02	ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร_TB	687599	1521797	437	-30.48	-4.24
ST1-3	JICA-A03	ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร_PT	687617	1521775	360	-54.75	-7.75
ST1-4	JICA-A04	ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร_SK	687628	1521792	302	-53.16	-7.53
ST1-5	JICA-A05	ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร_NB	687599	1521797	215	-50.4	-7.09
ST1-6	JICA-A06	ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร_NL	687617	1521775	145	-36.01	-4.79
ST1-7	JICA-A07	ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร_PD	687599	1521797	108	-42.1	-5.8
ST1-8	JICA-A08	ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร_BKK	687617	1521775	48	-24.94	-3.41
ST2-1	JICA-B01	คลองหลวง ปทุมธานี_SK	674037	1557553	272	-50.07	-6.91
ST2-2	JICA-B02	คลองหลวง ปทุมธานี_NB	674037	1557553	192	-45.95	-5.54
ST2-3	JICA-B03	คลองหลวง ปทุมธานี_NL	674037	1557553	153	-34.34	-4.44
ST2-4	JICA-B04	คลองหลวง ปทุมธานี_PD	674037	1557553	94	-43.21	-5.98
ST2-5	JICA-B05	คลองหลวง ปทุมธานี_BKK	674037	1557553	47	-35.28	-5.09
ST2-6	B-06	ลาดหลุมแก้ว ปทุมธานี_PN	658539	1553049	650	-53.01	-7.37
ST2-7	B-07	ลาดหลุมแก้ว ปทุมธานี_PN	658218	1553399	575	-53.41	-7.44
ST3-1	PD-0129	บางกรวย นนทบุรี_PD	652547	1526141	121	-39.75	-5.44
ST3-2	NL-0129	บางกรวย นนทบุรี_NL	652547	1526141	163	-37.17	-5.03
ST3-3	NB-0128	บางกรวย นนทบุรี_NB	652547	1526141	220	-37.9	-5.07
ST3-4	SK-0021	บางกรวย นนทบุรี_SK	652547	1526141	261	-41.59	-5.43
ST3-5	PT-0022	บางกรวย นนทบุรี_PT	652547	1526141	309	-41.05	-5.43
ST3-6	JST- 001	กระทุ่มแบน สมุทรสาคร_TB	644185	1507709	420	-49.01	-7.16
ST3-7	JST-002	บางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร_PN	656013	1507312	605	-53.1	-7.35
ST01	PD34	จตุจักร กรุงเทพมหานคร_PD	668423	1527731	128.3	-42.01	-5.68
ST01	NL48	จตุจักร กรุงเทพมหานคร_NL	668425	1527733	173	-37.86	-5.02
ST01	NB42	จตุจักร กรุงเทพมหานคร_NB	668424	1527732	226	-34.17	-4.58
ST02	PD104	เมืองสมุทรปราการ สมุทรปราการ_PD	674576	1498362	106	-38.98	-5.06
ST02	NL107	เมืองสมุทรปราการ สมุทรปราการ_NL	674576	1498365	160	-40.59	-5.36
ST02	NB99	เมืองสมุทรปราการ สมุทรปราการ_NB	674576	1498360	205	-42.26	-5.64
ST03	PD82	บางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร_PD	658314	1522556	100	-35.28	-4.87
ST03	NL57	บางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร_NL	658314	1522556	165	-35.49	-4.69
ST03	NB50	บางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร_NB	658314	1522556	229	-35.18	-4.66
ST04	PD135	คลองเตย กรุงเทพมหานคร_PD	671116	1517252	104	-37.11	-5.07
ST04	NL137	คลองเตย กรุงเทพมหานคร_NL	671116	1517252	148	-36.07	-4.85
ST04	NB136	คลองเตย กรุงเทพมหานคร_NB	671116	1517252	202	-33.11	-4.34
ST05	PD137	ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร_PD	689760	1519944	116	-40.33	-5.55
ST05	NL47	ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร_NL	689780	1519950	170	-37.74	-5.2
ST05	NB138	ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร_NB	689759	1519943	201	-48.77	-6.65

เมื่อนำข้อมูลผลวิเคราะห์ไอโซโทปเสถียรของโครงการศึกษาสำรวจแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง (ระยะที่ 3) และข้อมูลผลวิเคราะห์ไอโซโทปเสถียรของโครงการ CPRs16879 เพื่อดูความสัมพันธ์ของชั้นน้ำบาดาล โดยใช้เส้นน้ำฝนโลก (Global Meteoric Water Line, GMWL)

ที่สร้างจากค่าความสัมพันธ์ระหว่างไอโซโทปทั้งสองในน้ำฝนอ้างอิงของโลก ($\delta^2H = 8.02\ \delta^{18}O + 9.47$) ค่าความสัมพันธ์ระหว่างไอโซโทปทั้งสองในน้ำฝนของจังหวัดราชบุรี ($\delta^2H = 7.67\ \delta^{18}O + 8.39$) และค่าความสัมพันธ์ระหว่างไอโซโทปทั้งสองในน้ำฝนของกรุงเพพมหานคร ($\delta^2H = 7.56\ \delta^{18}O + 6.68$) มาใช้เป็นเส้นอ้างอิงเพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล เทียบกับแผนภาพแสดงความเกี่ยวข้องระหว่างลักษณะทางอุทกวิทยากับองค์ประกอบไอโซโทปออกซิเจน-18 และดิวเทอเรียม จากการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลเพื่อนำมาวิเคราะห์ทางอุทกวิทยาไอโซโทป จำนวน 1 ตัวอย่าง จากบ่อเจาะสำรวจระดับลึก ณ วัดสหกรณ์โฆสิตาราม ตำบลโคกขาม อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร ที่ระดับความลึก 455-493 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 5-5 ในตัวอย่างน้ำบาดาล พบว่า ค่าไอโซโทปเสถียรในน้ำบาดาลมีความสัมพันธ์กับเส้นน้ำฝน ค่อนข้างขนานกับเส้นน้ำฝนอ้างอิง และมีค่าอยู่ในเขตสภาพอากาศแบบร้อนชื้น (Humid Vapor Source) ซึ่งสัมพันธ์กับที่ตั้งของพื้นที่ศึกษาที่อยู่ในประเทศไทยและอยู่ในเขตร้อนชื้น โดยค่าไอโซโทปเสถียรของบ่อเจาะใหม่อยู่ในกลุ่มน้ำบาดาลอายุแก่ ความลึกมากกว่า 300 เมตร คาดว่าจะเป็นน้ำบาดาลเก่าหรือแหล่งน้ำที่ไหลมาเติมมาจากต้นกำเนิดไกล หรือแหล่งน้ำต้นกำเนิดมาจากน้ำบาดาลในชั้นตื้นกว่าไหลลงมาเติมในชั้นน้ำบาดาลที่ลึกกว่า จึงทำให้ค่าไอโซโทปเสถียรดังกล่าวมีค่าต่ำ



รูปที่ 5-5 แสดงค่าไอโซโทปเสถียรของค่า $\delta^{18}O$ กับ δ^2H ในน้ำบาดาล
เปรียบเทียบกับเส้น LMWL ของราชบุรี และกรุงเทพมหานคร และเส้น GMWL

เมื่อนำผลวิเคราะห์ไอโซโทปเสถียร ออกซิเจน-18 ($\delta^{18}O$) ของบ่อเจาะสำรวจใหม่มาเทียบผลวิเคราะห์ไอโซโทปเสถียรตามชั้นน้ำบาดาลที่ระดับความลึกต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 5-6 สามารถ

วิเคราะห์ได้ว่า บ่อ SK001 วัดสหกรณ์โฆสิตาราม ตำบลโคกขาม อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร ความลึกระหว่าง 455 – 493 เมตร พบว่าผลวิเคราะห์ไอโซโทปเสถียร ออกซิเจน-18 ($\delta^{18}O$) มีค่าเท่ากับ -6.94 ‰ อยู่ในกลุ่มเดียวกันกับชั้นน้ำธนบุรี (TB) ที่ระดับความลึก 450 เมตร มีค่าออกซิเจน-18 ($\delta^{18}O$) มีค่า -7.15 ‰

โดยบ่อเจาะสำรวจ SK001 วัดสหกรณ์โฆสิตาราม ตำบลโคกขาม อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร จากการวิเคราะห์ข้อมูลการเจาะสำรวจ การเลือกชั้นน้ำจากการแปลผลการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ การแปลความหมายของรูปแบบการตกสะสมตัวของตะกอน จำนวน 13 ชั้น และข้อมูลอุทกวิทยาไอโซโทป พบว่า ช่วงความลึก 455 – 493 เมตร มีค่าอุทกวิทยาไอโซโทปอยู่ในชั้นเดียวกับชั้นน้ำบาดาลธนบุรี จึงสามารถการจำแนกชั้นน้ำได้ ดังนี้

1) ระดับความลึก 0 – 53 เมตร กำหนดเป็นชั้นน้ำกรุงเทพ

2) ระดับความลึก 53 – 115 เมตร กำหนดเป็นชั้นน้ำพระประแดง

3) ระดับความลึก 115 – 182 เมตร กำหนดเป็นชั้นน้ำนครหลวง

4) ระดับความลึก 182 – 247 เมตร กำหนดเป็นชั้นน้ำนนทบุรี

5) ระดับความลึก 247 – 320 เมตร กำหนดเป็นชั้นน้ำสามโคก

6) ระดับความลึก 320 – 402 เมตร กำหนดเป็นชั้นน้ำพญาไท

7) ระดับความลึก 402 – 515 เมตร กำหนดเป็นชั้นน้ำธนบุรี

8) ระดับความลึก 515 – 600 เมตร ชั้นดินเหนียวหนา คาดว่าเป็นชั้นน้ำปากน้ำ

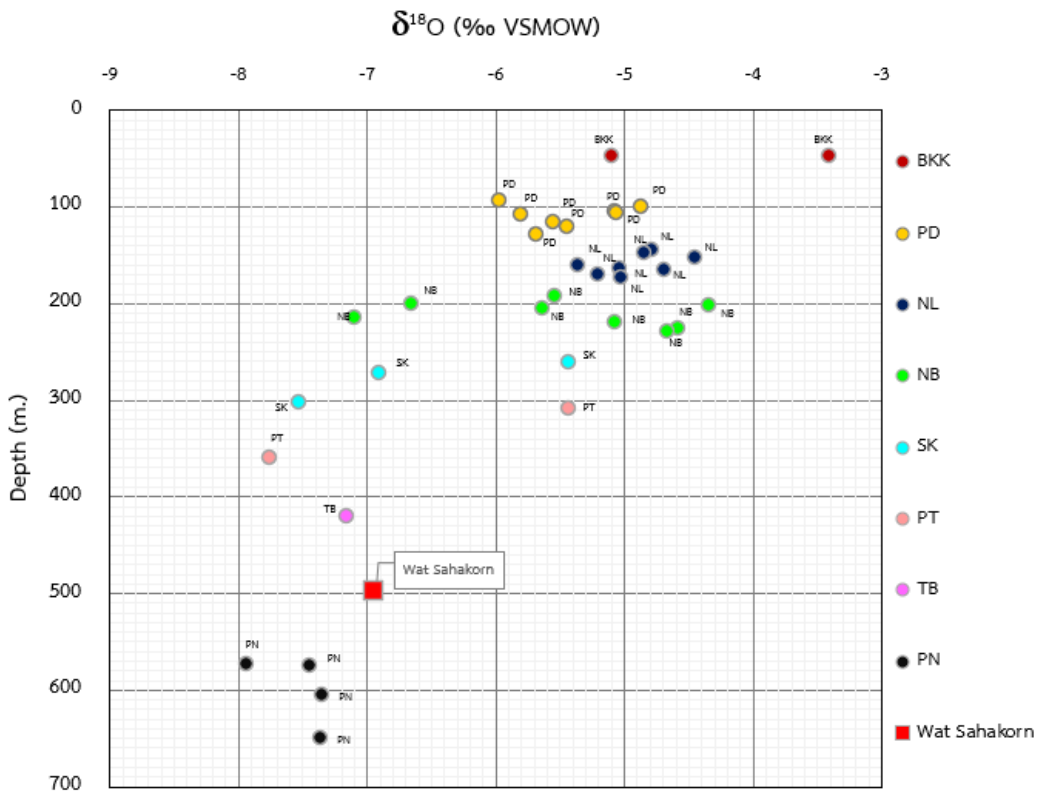
9) ระดับความลึก 600 – 705 เมตร คาดว่าเป็นน้ำบาดาลใหม่ ชั้นที่ 1

10) ระดับความลึก 705 – 785 เมตร คาดว่าเป็นชั้นน้ำบาดาลใหม่ ชั้นที่ 2

11) ระดับความลึก 785 – 880 เมตร คาดว่าเป็นชั้นน้ำบาดาลใหม่ ชั้นที่ 3

12) ระดับความลึก 880 – 925 เมตร คาดว่าเป็นชั้นน้ำบาดาลใหม่ ชั้นที่ 4

13) ระดับความลึก 925 – 1,008 เมตร คาดว่าเป็นชั้นน้ำบาดาลใหม่ ชั้นที่ 5



รูปที่ 5-6 แสดงค่าไอโซโทปเสถียรของค่า $\delta^{18}O$ กับ ความลึกของบ่อน้ำบาดาล

บทที่ 6
การฝึกอบรมและถ่ายทอดความรู้

การฝึกอบรมและถ่ายทอดความรู้ เพื่อเสริมสร้างองค์ความรู้และเทคนิคใหม่ ๆ ในการปฏิบัติงานเจาะ และทบทวนความรู้เดิมที่สามารถนำมาประยุกต์กับงานเจาะบ่อน้ำบาดาลระดับลึก จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การเข้าร่วมปฏิบัติงานประจำหน่วยเจาะ (On the Job Training) ณ บ่อเจาะสำรวจระดับลึก วัดสหกรณ์โฆสิตาราม ตำบลโคกขาม อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร ตลอดช่วงเวลาการเจาะและพัฒนาบ่อน้ำบาดาลระดับลึก และการอบรมเพื่อถอดบทเรียนการเจาะและพัฒนาบ่อระดับลึก ณ ห้องประชุมองค์การบริหารส่วนตำบลโคกขาม ตำบลโคกขาม อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร โดยมีรายละเอียดการอบรมดังนี้

6.1 การเข้าร่วมปฏิบัติงานประจำหน่วยเจาะบ่อสำรวจระดับลึก 1,000 เมตร

ผู้เข้าร่วมปฏิบัติงาน เข้ารับการอบรมภาคปฏิบัติ ณ บ่อสำรวจระดับลึก วัดสหกรณ์โฆสิตาราม ตำบลโคกขาม อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร เพื่อเข้าร่วมปฏิบัติงานประจำหน่วยเจาะบ่อสำรวจระดับลึก ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาบุคลากรกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ในการพัฒนาองค์ความรู้ด้านการเจาะพัฒนาน้ำบาดาลระดับลึก 1,000 เมตร ในชั้นตะกอนกรวดทราย โดยมีบุคลากรกรมทรัพยากรน้ำบาดาลเข้าร่วมทั้งสิ้น 48 ท่าน จากสำนักสำรวจและประเมินศักยภาพน้ำบาดาล สำนักอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล สำนักพัฒนาน้ำบาดาล สำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 2 (สุพรรณบุรี) สำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 3 (สระบุรี) สำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 4 (ขอนแก่น) สำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 8 (ราชบุรี) และสำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 9 (ระยอง) ดังแสดงในรูปที่ 6-1 และ 6-2

บุคลากรกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ได้รับการถ่ายทอดความรู้ด้านการเจาะพัฒนาน้ำบาดาลระดับลึกจากผู้เชี่ยวชาญ และเรียนรู้ทักษะและวิธีการใหม่ ๆ ในการพัฒนาบ่อน้ำบาดาลระดับลึกจากการปฏิบัติงานจริง คือ

1) การเรียนรู้การใช้งานเครื่องเจาะบ่อน้ำบาดาล ประเภทเครื่องเจาะผสมแบบใช้น้ำและลม (direct rotary) ชนิด top head drive ความลึกการเจาะไม่น้อยกว่า 1,000 เมตร
2) การเตรียมน้ำโคลนสำหรับการเจาะบ่อน้ำบาดาล
3) การเจาะบ่อสำรวจระดับลึก 1,000 เมตร
4) การเก็บตัวอย่างน้ำบาดาล ณ ที่ชั้นน้ำหนึ่ง ๆ ด้วยวิธี aquifer packer test
5) การพัฒนาบ่อน้ำบาดาลด้วยวิธีการกรุกรวดธรรมชาติ (natural gravel pack)

รูปที่ 6-1 การฝึกอบรมและถ่ายทอดความรู้ การเจาะและพัฒนาบ่อน้ำบาดาลระดับลึก ณ วัดสหกรณ์โฆสิตาราม ตำบลโคกขาม อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร

รูปที่ 6-2 การฝึกอบรมจากการปฏิบัติงานจริง ในการเจาะและพัฒนาบ่อน้ำบาดาลระดับลึก ณ วัดสหกรณ์โฆสิตาราม ตำบลโคกขาม อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร

6.2 การอบรมเพื่อถอดบทเรียนการเจาะและพัฒนาบ่อระดับลึก

การอบรมเพื่อถอดบทเรียนการเจาะและพัฒนาบ่อระดับลึก แบ่งรายละเอียดเนื้อหาการอบรมเป็น 2 หัวข้อหลัก ได้แก่ การสรุปขั้นตอนและผลการดำเนินงาน และการอภิปรายประเด็นปัญหาและอุปสรรคจากการดำเนินงาน และการแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็น ซึ่งได้รับเกียรติจาก Mr. David McPherson หัวหน้าผู้ควบคุมการพัฒนาบ่อน้ำบาดาล เป็นผู้บรรยายในครั้งนี้ (รูปที่ 6-3) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

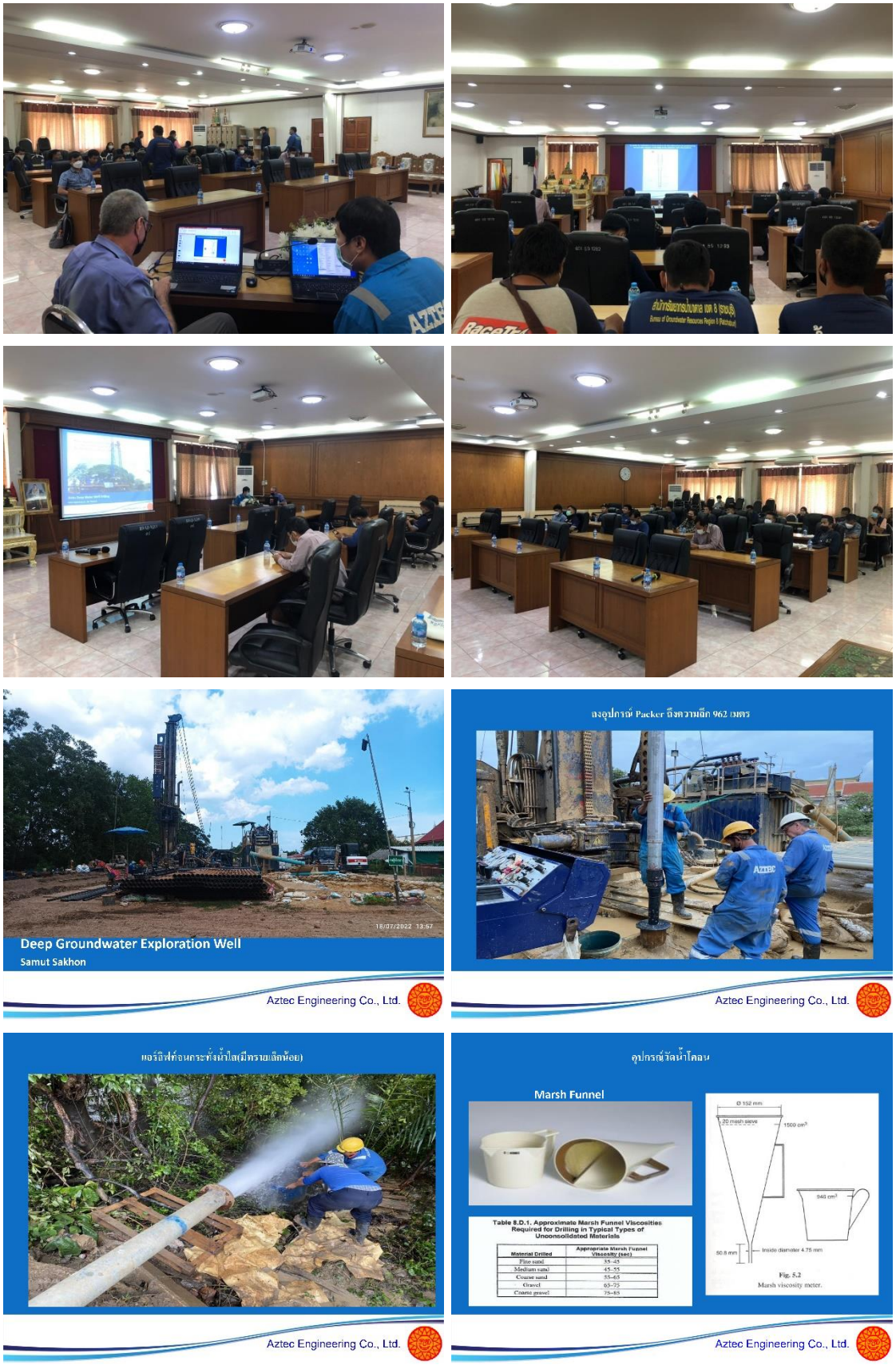
1) ขั้นตอนการเจาะและพัฒนาบ่อน้ำบาดาล และผลการดำเนินงาน

การเจาะและพัฒนาบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่ที่รองรับด้วยตะกอนกรวดทราย นับว่ามีความแตกต่างจากการเจาะและพัฒนาบ่อน้ำบาดาลในหินแข็ง ซึ่งได้มีการดำเนินงานไปก่อนหน้านี้ในโครงการศึกษาเพื่อการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (แอ่งนครราชสีมา-อุบลราชธานี แอ่งอุดรธานี-สกลนคร และแอ่งเลย) ในการศึกษานี้มีวิธีการดำเนินงานที่ต่างไปจากการเจาะในหินแข็ง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การเจาะและก่อสร้างบ่อน้ำบาดาลในชั้นตะกอนกรวดทราย เริ่มต้นจากการออกแบบผังสถานที่ก่อสร้าง และจัดเตรียมสถานที่ ได้แก่ การขุดบ่อน้ำโคลน และการเตรียมพื้นคอนกรีตสำหรับเป็นแท่นตั้งรถเจาะ และฐานสำหรับตั้งอุปกรณ์อื่น ๆ พร้อมคำนวณน้ำหนักที่รองรับได้ของพื้นคอนกรีตเพื่อป้องกันการทรุดตัว ภายหลังจากการตั้งเครื่องเจาะและอุปกรณ์อื่น ๆ เรียบร้อยแล้ว จึงเริ่มดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

- การเจาะหลุม การลงท่อกรุกันพัง และการลงท่อกรุผิวดิน
- การผนึกซีเมนต์รอบท่อกรุผิวดินจากด้านล่าง ขึ้นถึงระดับพื้นผิว 0 เมตร
- การเจาะหลุมนำ (pilot hole) ถึงระดับความลึก 1,000 เมตร
- การหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ และเลือกชั้นน้ำที่จะทำการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาล
- การเก็บตัวอย่างชั้นน้ำ ด้วยวิธี aquifer packer tests
- การลงท่อกรองน้ำ (well screen) และท่อรับทราย (sand collector pipe)
- การพัฒนาบ่อน้ำบาดาลด้วยวิธีการกรุกรวดธรรมชาติ และการเป่าล้างพัฒนาบ่อ

นอกจากนี้ น้ำโคลน เป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญของการเจาะบ่อระดับลึกที่รองรับด้วยชั้นตะกอนกรวดทราย การควบคุมปริมาณหรืออัตราการไหลของน้ำโคลน จำเป็นต้องมีความแม่นยำและต้องปรับค่าให้สอดคล้องกับสภาพตะกอนวิทยา ณ ระดับความลึกต่าง ๆ โดยอาศัยอุปกรณ์ 2 ชนิด ได้แก่ marsh funnel หรืออุปกรณ์วัดค่าความหนืดน้ำโคลน และ mud balance หรืออุปกรณ์วัดความหนาแน่นของน้ำโคลน



รูปที่ 6-3 การอบรมเพื่อถอดบทเรียนการเจาะและพัฒนาบ่อระดับลึก ณ ห้องประชุมองค์การบริหารส่วนตำบลโคกขาม ตำบลโคกขาม อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร

สำหรับการฝึกอบรมและถ่ายทอดความรู้ การเจาะสำรวจและพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก 1,000 เมตร พร้อมอุปกรณ์ ถือเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาบุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับชุดเจาะสำรวจและพัฒนาแหล่งน้ำบาดาล ระดับลึก 1,000 เมตร พร้อมอุปกรณ์ ในพื้นที่ที่รองรับด้วยตะกอนกรวดทราย และสามารถดำเนินการสำรวจ และพัฒนาบ่อน้ำบาดาลระดับลึกได้ต่อไปในอนาคต

6.3 การทำแบบทดสอบก่อนและหลังการเจาะและพัฒนาบ่อน้ำบาดาล

การจัดทำแบบทดสอบการเจาะและพัฒนาบ่อน้ำบาดาลระดับลึก มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับชุดเจาะสำรวจ และขั้นตอนการดำเนินงาน ก่อนและหลังจากที่ได้ดำเนินกิจกรรมฝึกอบรมและถ่ายทอดความรู้ โครงการศึกษาสำรวจแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง (ระยะที่ 3)

แบบทดสอบถูกจัดทำออกมาในรูปแบบของแบบทดสอบออนไลน์ ผ่านระบบ Google Forms โดยได้สร้างแบบทดสอบด้วยวิธีเลือกตอบ (multiple choice questions) จำนวน 10 ข้อ (รูปที่ 6-4) โดยคำถามทั้งหมดจะเกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการเจาะและพัฒนาบ่อน้ำบาดาลระดับลึก ขั้นตอนการดำเนินงาน และเทคนิคที่ใช้ในการเจาะสำรวจบ่อระดับลึก ในพื้นที่ที่รองรับด้วยตะกอนกรวดทราย จากผลการทำแบบทดสอบซึ่งมีช่วงคะแนนดังแสดงในแผนภูมิรูปที่ 6-5 สามารถอธิบายได้ดังนี้

ข้อที่ 1 ระบบที่ใช้ในการเจาะบ่อน้ำบาดาลระดับลึก 1,000 เมตร จังหวัดสมุทรสาคร ใช้วิธีการเจาะแบบ Direct Rotary Drilling โดยก่อนฝึกอบรมมีผู้ตอบถูกทั้งสิ้น 35 ราย คิดเป็นร้อยละ 72.92 หลังฝึกอบรมมีผู้ตอบถูกทั้งสิ้น 42 ราย คิดเป็นร้อยละ 87.50 มีผู้ตอบคำถามถูกต้องเพิ่มขึ้น 7 ราย คิดเป็นร้อยละ 14.58

ข้อที่ 2 การเจาะเปิดปากหลุมเจาะสำรวจระดับลึก 1,000 เมตร จะใช้หัวเจาะขนาด 21 นิ้ว โดยก่อนฝึกอบรมมีผู้ตอบถูกทั้งสิ้น 20 ราย คิดเป็นร้อยละ 41.67 หลังฝึกอบรมมีผู้ตอบถูกทั้งสิ้น 42 ราย คิดเป็นร้อยละ 87.50 มีผู้ตอบคำถามถูกต้องเพิ่มขึ้น 22 ราย คิดเป็นร้อยละ 45.83

ข้อที่ 3 ชั้นดินชั้นหินในพื้นที่ดำเนินการประกอบไปด้วย ดินเหนียว กรวด ทราย โดยก่อนฝึกอบรมมีผู้ตอบถูกทั้งสิ้น 24 ราย คิดเป็นร้อยละ 50 หลังฝึกอบรมมีผู้ตอบถูกทั้งสิ้น 48 ราย คิดเป็นร้อยละ 100 มีผู้ตอบคำถามถูกต้องเพิ่มขึ้น 24 ราย คิดเป็นร้อยละ 50

ข้อที่ 4 เมื่อเจาะสำรวจถึงความลึก 1,000 เมตรแล้ว จะต้องดำเนินการหยั่งธรณีฟิสิกส์เป็นขั้นตอนต่อไป โดยก่อนฝึกอบรมมีผู้ตอบถูกทั้งสิ้น 26 ราย คิดเป็นร้อยละ 54.17 หลังฝึกอบรมมีผู้ตอบถูกทั้งสิ้น 48 ราย คิดเป็นร้อยละ 100 มีผู้ตอบคำถามถูกต้องเพิ่มขึ้น 22 ราย คิดเป็นร้อยละ 45.83

ข้อที่ 5 ท่อพันลวด (Screen) ไม่ใช่อุปกรณ์ในการผนึกซีเมนต์รอบท่อกรุ โดยก่อนฝึกอบรมมีผู้ตอบถูกทั้งสิ้น 30 ราย คิดเป็นร้อยละ 62.50 หลังฝึกอบรมมีผู้ตอบถูกทั้งสิ้น 48 ราย คิดเป็นร้อยละ 100 มีผู้ตอบคำถามถูกต้องเพิ่มขึ้น 18 ราย คิดเป็นร้อยละ 37.50

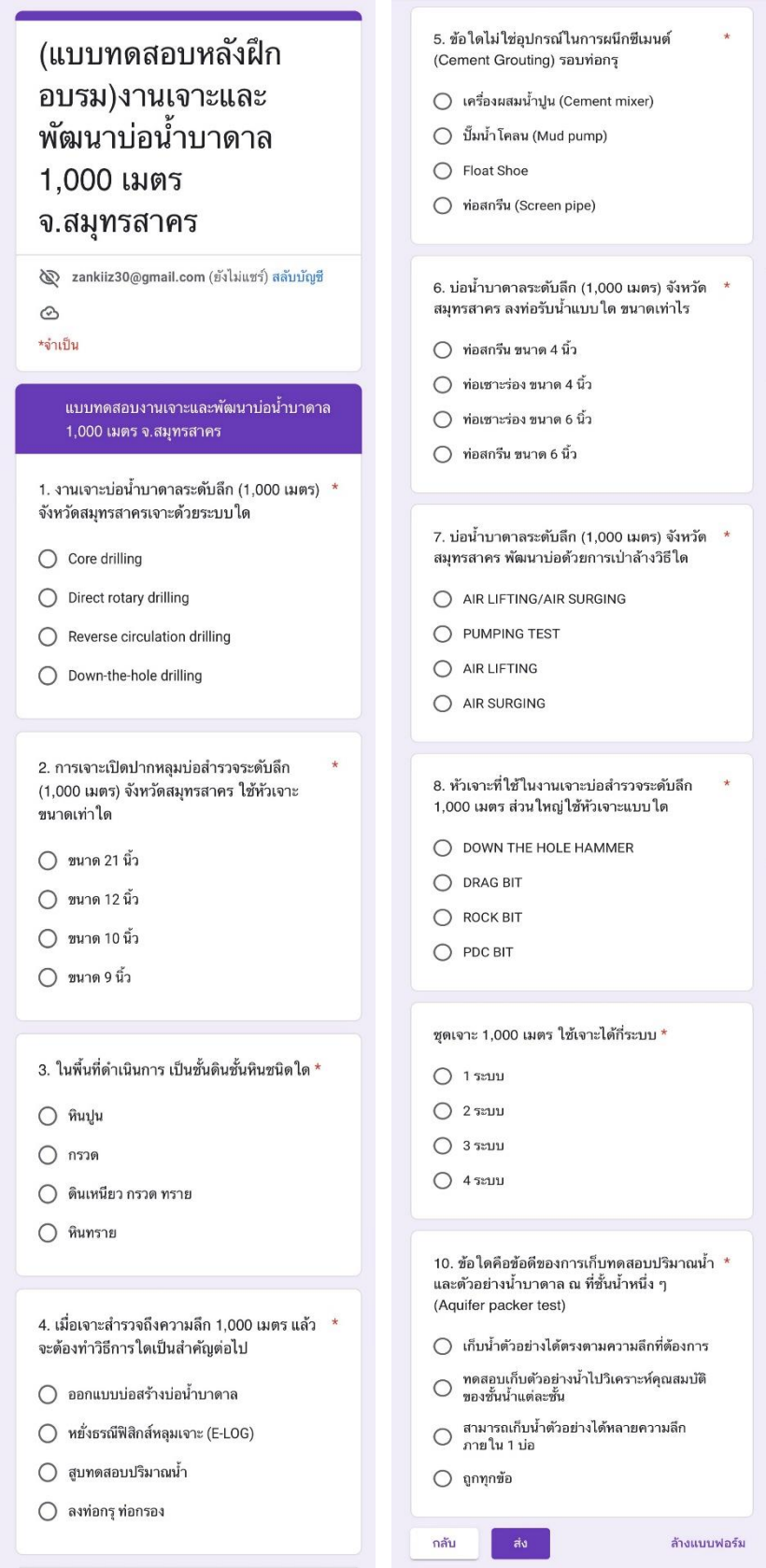
ข้อที่ 6 บ่อน้ำบาดาลระดับลึก 1,000 เมตร จังหวัดสมุทรสาคร ลงท่อรับน้ำแบบท่อพันลวด (Screen) ขนาด 4 นิ้ว โดยก่อนฝึกอบรมมีผู้ตอบถูกทั้งสิ้น 18 ราย คิดเป็นร้อยละ 37.50 หลังฝึกอบรมมีผู้ตอบถูกทั้งสิ้น 42 ราย คิดเป็นร้อยละ 87.50 มีผู้ตอบคำถามถูกต้องเพิ่มขึ้น 24 ราย คิดเป็นร้อยละ 50

ข้อที่ 7 บ่อน้ำบาดาลระดับลึก 1,000 เมตร จังหวัดสมุทรสาคร ใช้วิธีการพัฒนาบ่อแบบ Air Lifting โดยก่อนฝึกอบรมมีผู้ตอบถูกทั้งสิ้น 16 ราย คิดเป็นร้อยละ 33.33 หลังฝึกอบรมมีผู้ตอบถูกทั้งสิ้น 24 ราย คิดเป็นร้อยละ 50 มีผู้ตอบคำถามถูกต้องเพิ่มขึ้น 8 ราย คิดเป็นร้อยละ 16.67

ข้อที่ 8 หัวเจาะที่ใช้ในงานเจาะบ่อสำรวจระดับลึก 1,000 เมตร จังหวัดสมุทรสาคร ส่วนใหญ่จะใช้หัวเจาะแบบ PDC bit โดยก่อนฝึกอบรมมีผู้ตอบถูกทั้งสิ้น 37 ราย คิดเป็นร้อยละ 77.08 หลังฝึกอบรมมีผู้ตอบถูกทั้งสิ้น 46 ราย คิดเป็นร้อยละ 95.83 มีผู้ตอบคำถามถูกต้องเพิ่มขึ้น 9 ราย คิดเป็นร้อยละ 18.75

ข้อที่ 9 ชุดเจาะ 1,000 เมตร สามารถเจาะได้ทั้งสิ้น 3 ระบบ ประกอบด้วย ระบบหมุนตรงเจาะด้วยลม (Down the Hole Hammer Down, DTH) ระบบหมุนตรงเจาะด้วยน้ำโคลน (Direct Circulation System, DC) และระบบหมุนเจาะดูดกลับแบบใช้ลมช่วยเจาะ (Air Reverse Circulation System, ARC) โดยก่อนฝึกอบรมมีผู้ตอบถูกทั้งสิ้น 17 ราย คิดเป็นร้อยละ 35.42 หลังฝึกอบรมมีผู้ตอบถูกทั้งสิ้น 26 ราย คิดเป็นร้อยละ 54.17 มีผู้ตอบคำถามถูกต้องเพิ่มขึ้น 9 ราย คิดเป็นร้อยละ 18.75

ข้อที่ 10 ข้อดีของการเก็บทดสอบปริมาณน้ำและตัวอย่างน้ำบาดาล ณ ที่ชั้นน้ำหนึ่ง ๆ คือ สามารถเก็บตัวอย่างน้ำได้ตรงตามความลึกของชั้นน้ำนั้น ๆ เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของน้ำบาดาลในแต่ละชั้น และสามารถเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลได้หลายชั้นความลึกภายใน 1 บ่อ โดยก่อนฝึกอบรมมีผู้ตอบถูกทั้งสิ้น 21 ราย คิดเป็นร้อยละ 43.75 หลังฝึกอบรมมีผู้ตอบถูกทั้งสิ้น 45 ราย คิดเป็นร้อยละ 93.75 มีผู้ตอบคำถามถูกต้องเพิ่มขึ้น 24 ราย คิดเป็นร้อยละ 50



(แบบทดสอบหลังฝึกอบรม)งานเจาะและพัฒนาบ่อน้ำบาดาล 1,000 เมตร จ.สมุทรสาคร

zankiiz30@gmail.com (ยังไม่แชร์) สลับบัญชี

*จำเป็น

แบบทดสอบงานเจาะและพัฒนาบ่อน้ำบาดาล 1,000 เมตร จ.สมุทรสาคร

1. งานเจาะบ่อน้ำบาดาลระดับลึก (1,000 เมตร) จังหวัดสมุทรสาครเจาะด้วยระบบใด *
- Core drilling
- Direct rotary drilling
- Reverse circulation drilling
- Down-the-hole drilling

2. การเจาะเปิดปากหลุมบ่อสำรวจระดับลึก (1,000 เมตร) จังหวัดสมุทรสาคร ใช้หัวเจาะขนาดเท่าใด *
- ขนาด 21 นิ้ว
- ขนาด 12 นิ้ว
- ขนาด 10 นิ้ว
- ขนาด 9 นิ้ว

3. ในพื้นที่ดำเนินการ เป็นชั้นดินชั้นหินชนิดใด *
- หินปูน
- กรวด
- ดินเหนียว กรวด ทราย
- หินทราย

4. เมื่อเจาะสำรวจถึงความลึก 1,000 เมตร แล้วจะต้องทำวิธีการใดเป็นสำคัญต่อไป *
- ออกแบบบ่อสร้างบ่อน้ำบาดาล
- หยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ (E-LOG)
- สูบทดสอบปริมาณน้ำ
- ลงท่อกรุ ท่อกรอง

5. ข้อใดไม่ใช่อุปกรณ์ในการผนึกซีเมนต์ (Cement Grouting) รอบท่อกรุ *
- เครื่องผสมน้ำปูน (Cement mixer)
- ปั๊มน้ำโคลน (Mud pump)
- Float Shoe
- ท่อสกรีน (Screen pipe)

6. บ่อน้ำบาดาลระดับลึก (1,000 เมตร) จังหวัดสมุทรสาคร ลงท่อรับน้ำแบบใด ขนาดเท่าไร *
- ท่อสกรีน ขนาด 4 นิ้ว
- ท่อเซาะร่อง ขนาด 4 นิ้ว
- ท่อเซาะร่อง ขนาด 6 นิ้ว
- ท่อสกรีน ขนาด 6 นิ้ว

7. บ่อน้ำบาดาลระดับลึก (1,000 เมตร) จังหวัดสมุทรสาคร พัฒนาบ่อด้วยการเป่าล้างวิธีใด *
- AIR LIFTING/AIR SURGING
- PUMPING TEST
- AIR LIFTING
- AIR SURGING

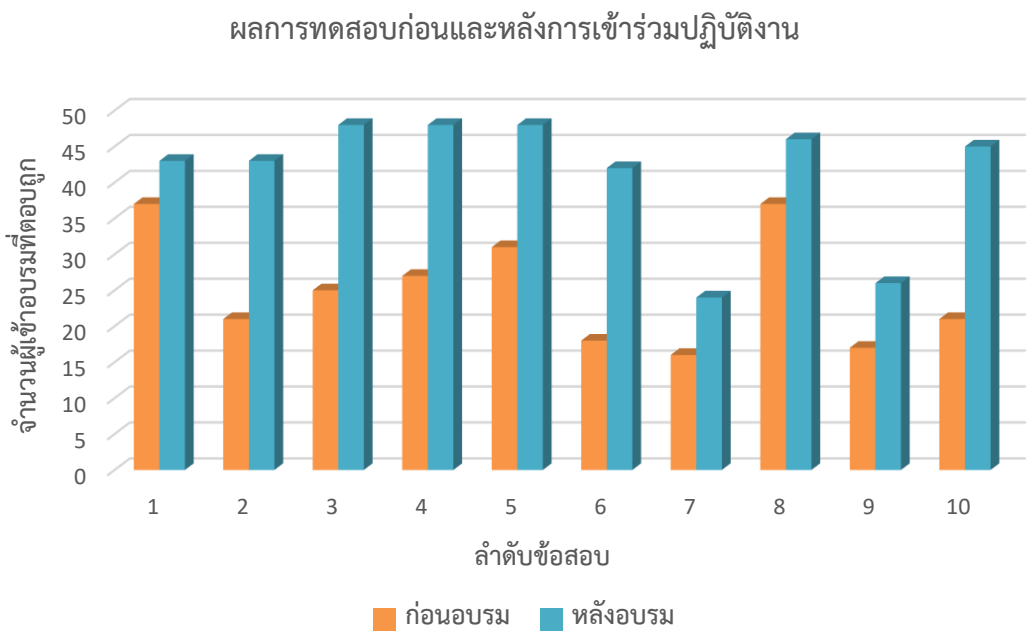
8. หัวเจาะที่ใช้ในงานเจาะบ่อสำรวจระดับลึก 1,000 เมตร ส่วนใหญ่ใช้หัวเจาะแบบใด *
- DOWN THE HOLE HAMMER
- DRAG BIT
- ROCK BIT
- PDC BIT

ชุดเจาะ 1,000 เมตร ใช้เจาะได้กี่ระบบ *
- 1 ระบบ
- 2 ระบบ
- 3 ระบบ
- 4 ระบบ

10. ข้อใดคือข้อดีของการเก็บทดสอบปริมาณน้ำและตัวอย่างน้ำบาดาล ณ ที่ชั้นน้ำหนึ่ง ๆ (Aquifer packer test) *
- เก็บน้ำตัวอย่างได้ตรงตามความลึกที่ต้องการ
- ทดสอบเก็บตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์คุณสมบัติของชั้นน้ำแต่ละชั้น
- สามารถเก็บน้ำตัวอย่างได้หลายความลึกภายใน 1 บ่อ
- ถูกทุกข้อ

กลับ ส่ง ล้างแบบฟอร์ม

รูปที่ 6-4 ตัวอย่างแบบทดสอบ ผ่านระบบ Google Forms



รูปที่ 6-5 ผลการทดสอบก่อนและหลังการเข้าร่วมปฏิบัติงาน

สรุปผลจากการทดสอบ และการประเมินจากการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ ของผู้เข้าร่วมทั้งสิ้น 48 ราย โดยผลการทดสอบก่อนอบรม พบว่า ผู้เข้าอบรมมีความเข้าใจการเจาะบ่อน้ำบาดาลในหัวข้อวิธีการเจาะบ่อน้ำบาดาล ชนิดของท่อรับน้ำและชนิดหัวเจาะที่ใช้กับชั้นดินชั้นหินต่างๆ ได้เป็นอย่างดี สามารถทำแบบทดสอบได้มากกว่าร้อยละ 50 สำหรับความรู้ด้านการเลือกชนิดของท่อรับน้ำโดยใช้ท่อพันลวดและท่อกรองน้ำต่างกันอย่างไร การพัฒนาบ่อด้วย Air Lifting ความเข้าใจระบบหรือสมรรถนะของชุดเจาะ 1,000 เมตร และเทคนิคการเก็บน้ำตัวอย่างตามความลึกของชั้นน้ำนั้น ๆ ผู้เข้ารับการทดสอบสามารถทำแบบทดสอบได้น้อยกว่า 50 ซึ่งข้อทดสอบดังกล่าว เป็นความรู้หรือเทคนิคที่กรมทรัพยากรน้ำบาดาลไม่ค่อยได้นำมาใช้ในการเจาะบ่อผลิตหรือเป็นความรู้ใหม่ที่ใช้เฉพาะในการเจาะพัฒนาน้ำบาดาลระดับลึกหรือการเจาะบ่อสำรวจทางวิชาการเท่านั้น ส่วนผลการทดสอบหลังอบรม พบว่า ผู้ทดสอบทำคะแนนได้สูงขึ้นทุกข้อ ส่วนใหญ่ทำคะแนนได้มากกว่าร้อยละ 80 อย่างไรก็ตาม ในส่วนของเทคนิคใหม่ ๆ เช่น การก่อสร้างบ่อแบบกรุกรวดธรรมชาติ หรือ Natural Gravel Packed และการผนึกซีเมนต์ด้านข้างบ่อด้วยการอัดซีเมนต์จากด้านล่างขึ้นสู่ปากบ่อ การพัฒนาบ่อโดยการอัดอากาศลงในบ่อ และความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องมือในการเจาะบ่อระดับลึก ยังทำคะแนนได้น้อยกว่าร้อยละ 50 ดังนั้น ในการดำเนินการต่อไป จึงต้องมีความจำเป็นต้องฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพิ่มเติมในประเด็นดังกล่าว โดยมีผู้เชี่ยวชาญการเจาะพัฒนาบ่อระดับลึกที่มีประสบการณ์สูงมาร่วมถ่ายทอดและให้คำแนะนำตลอดการดำเนินงาน เพื่อเพิ่มทักษะให้บุคลากรมีความรู้ ความสามารถในการเจาะและพัฒนาบ่อระดับลึกต่อไปได้ในอนาคต

บทที่ 7
แนวทางการพัฒนาน้ำบาดาลในชั้นหินให้น้ำระดับลึก พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันตก (แอ่งย่อยธนบุรี และแอ่งย่อยสาคร: จังหวัดสมุทรสาคร)

จากผลการดำเนินงานโครงการศึกษาสำรวจแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง (ระยะที่3) พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันตก (แอ่งย่อยธนบุรี และแอ่งย่อยสาคร: จังหวัดสมุทรสาคร) 2) คณะทำงานได้ศึกษาการบริหารจัดการน้ำจังหวัดสมุทสาคร พร้อมเสนอแนวทางการพัฒนาน้ำบาดาลจังหวัดสมุทรสาคร รายละเอียดดังต่อไปนี้

7.1 การบริหารจัดการน้ำจังหวัดสมุทรสาคร

จากการรวบรวมข้อมูล จังหวัดสมุทรสาครมีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจของประเทศ โดยเฉพาะเป็นแหล่งที่ตั้งโรงงานแปรรูปอาหารทะเลและอาหารแช่แข็งกว่า 6,000 แห่ง จากการประเมินความต้องการใช้น้ำในพื้นที่ พบว่าจังหวัดสมุทรสาครยังมีความต้องการใช้น้ำอีกเกือบ 100 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี สำหรับการจัดหาน้ำบาดาลมีปริมาณน้ำจัดหารวมทั้งสิ้น 81 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี และจากการตรวจสอบใบอนุญาตคำขออนุญาตใช้น้ำบาดาล พบว่า มีการขออนุญาตใช้น้ำบาดาล 113,104 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน หรือกว่า 41 ล้าน ลบ.ม./ปี ส่วนใหญ่จะเป็นการใช้น้ำบาดาลที่ระดับความลึกระหว่าง 200-400 เมตร มีแนวโน้มที่จะใช้น้ำบาดาลเพิ่มขึ้นในอนาคต นอกจากนี้ สภาพพื้นที่ของจังหวัดสมุทรสาครเป็นพื้นที่ปลายน้ำ ไม่มีแหล่งกักเก็บน้ำผิวดิน ถ้ามีปริมาณน้ำหลากทั้งจากปริมาณน้ำฝนจากพื้นที่ต้นน้ำและกลางน้ำมากกว่าความสามารถในการระบายออกสู่อ่าวไทย จะทำให้พื้นที่ดังกล่าวเกิดปัญหาน้ำท่วมได้ นอกจากนี้ยังมีประเด็นปัญหา (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2559) การขาดแคลนน้ำด้านอุตสาหกรรมอำเภอบ้านแพ้ว ระบบประปาครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ แต่มีปัญหาเรื่องคุณภาพน้ำ และแรงดันน้ำอ่อนรวมถึงราคาค่าน้ำประปาสูง คุณภาพน้ำบาดาลเฉลี่ยส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ส่วนคุณภาพน้ำผิวดินอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม เนื่องจากเป็นพื้นที่ท้ายน้ำมีปัญหาน้ำเค็มรุกล้ำช่วงน้ำทะเลหนุนสูง ในเขตอำเภอเมืองสมุทรสาคร อำเภอบ้านแพ้ว และ อำเภอกระทุ่มแบน เป็นต้น ดังนั้น

แนวทางการบริหารจัดการน้ำผิวดินในพื้นที่ศึกษา แบ่งออกเป็น ในฤดูน้ำหลาก โดยการสร้างระบบควบคุมน้ำ ประกอบด้วย ระบบควบคุมการไหลของน้ำในการระบายออก เช่น คลอง ท่อ หรืออุโมงค์ระบายน้ำ ระบบหน่วงน้ำหรือแก้มลิง ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้พื้นที่เกษตรลุ่มต่ำเป็นแก้มลิง สำหรับในช่วงหน้าแล้งขาดแคลนน้ำ จะดำเนินการผันน้ำจากแม่น้ำแม่กลอง และแม่น้ำท่าจีน ผ่านระบบคลองต่างๆ สำหรับใช้เป็นแหล่งน้ำดิบในกิจกรรมต่างๆ ต่อไป นอกจากนี้ กรมทรัพยากรน้ำบาดาลได้ศึกษา

และจัดทำยุทธศาสตร์การบริหารจัดการน้ำสำหรับภาคอุตสาหกรรมแบบบูรณาการและมีส่วนร่วมของจังหวัดสมุทรสาคร แบ่งออกเป็น การใช้ทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ภาคอุตสาหกรรมใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพตามหลักการ 3Rs (Reduce, Reuse and Recycle) ลดการสูญเสียน้ำในกระบวนการผลิตของภาคอุตสาหกรรม และลดปัญหาการแย่งชิงน้ำระหว่างการใช้น้ำเพื่อการผลิตในภาคอุตสาหกรรมกับภาคการผลิตอื่นและเพื่อการดำรงชีวิตในพื้นที่ การสร้างความมั่นคงของน้ำต้นทุนและระบบให้บริการน้ำ เพื่อให้มีแหล่งน้ำต้นทุนที่เพียงพอสำหรับภาคอุตสาหกรรม เพื่อรองรับการขยายตัวของอุตสาหกรรมในพื้นที่ และจัดสรรน้ำให้เพียงพอและครอบคลุมทุกพื้นที่และทุกภาคส่วน การจัดการคุณภาพน้ำ เพื่อลดการเกิดมลพิษในแหล่งน้ำสาธารณะ สำหรับความเหมาะสมในการนำน้ำไปใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่างๆ และการเฝ้าสังเกตการณ์ ลดผลกระทบจากคุณภาพน้ำในจังหวัด และการสร้างกลไกและเครื่องมือสนับสนุนการบริหารจัดการน้ำ เพื่อสร้างความร่วมมือในการบริหารจัดการน้ำของทุกภาคส่วนบริหารจัดการน้ำทุกภาคส่วนอย่างเหมาะสม พัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรม สำหรับการพัฒนาการบริหารจัดการน้ำ และสร้างมาตรการในการบริหารจัดการน้ำให้มีความชัดเจนและเป็นปัจจุบัน เป็นต้น

สำนักสำรวจและประเมินศักยภาพน้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ตระหนักความสำคัญของน้ำบาดาลในพื้นที่ปลายน้ำสมุทรสาคร จึงหาแนวทางแก้ไขปัญหาการบริหารจัดการน้ำในส่วนของการพัฒนาน้ำบาดาล ซึ่งสอดคล้องกับยุทธศาสตร์น้ำบาดาล 20 ปี และยุทธศาสตร์การบริหารจัดการน้ำสำหรับภาคอุตสาหกรรมแบบบูรณาการและมีส่วนร่วมของ จังหวัดสมุทรสาคร โดยในปีงบประมาณ 2565 ได้ศึกษาอุทกธรณีวิทยา และอุทกธรณีเคมีชั้นน้ำบาดาลใหม่ ระดับความลึกระหว่าง 600 ถึง 1,000 เมตร พร้อมพัฒนาบุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ด้านการสำรวจ การเจาะและพัฒนาน้ำบาดาลระดับลึก บริเวณวัดสหกรณ์โฆษิตาราม ตำบลโคกขาม อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร ผลการดำเนินการเจาะบ่อสำรวจระดับลึก 1,008 เมตร การตรวจสอบชั้นน้ำบาดาลจากการเจาะสำรวจบ่อระดับลึก โดยใช้ข้อมูลธรณีวิทยาหลุมเจาะ (Lithologic log) และข้อมูลธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ (Geophysical log) มีการค้นพบแหล่งน้ำบาดาลใหม่ที่ระดับความลึกตั้งแต่ 640 ถึง 1,008 เมตร จำนวน 5 ชั้น ทำการพัฒนาบ่อน้ำบาดาลความลึก 499 เมตร เนื่องจาก มีชุดอุปกรณ์เก็บทดสอบปริมาณน้ำและตัวอย่างน้ำบาดาล ณ ที่ชั้นน้ำหนึ่ง ๆ ติดค้างอยู่ในบ่อเจาะสำรวจที่ระดับความลึก 504 ถึง 960 เมตร ซึ่งเป็นเหตุทำให้ไม่สามารถดำเนินการพัฒนาบ่อน้ำบาดาลในระดับลึกเกินกว่าระดับความลึกดังกล่าวได้ อย่างไรก็ตาม ในเก็บทดสอบปริมาณน้ำและตัวอย่างน้ำบาดาล ณ ที่ชั้นน้ำหนึ่ง ๆ สามารถเก็บน้ำตัวอย่างในชั้น 956-962 เมตร ได้ และประเมินปริมาณน้ำด้วยวิธี Lugeon test สามารถสรุปผลการศึกษาอุทกธรณีวิทยาและอุทกธรณีเคมีดังต่อไปนี้ (1) ชั้นหินให้น้ำกรวดทราย ความลึก 445-493 เมตร ค่าสัมประสิทธิ์ของการจ่ายน้ำ 46.70 ม^2/วัน ค่าสัมประสิทธิ์ของการซึมได้ 0.97 ม./วัน ปริมาณน้ำสูงสุดที่สูบน้ำได้ 73 ลบ.ม./ชม. คุณภาพน้ำดี อยู่ในเกณฑ์น้ำอุปโภคบริโภค ปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายได้ 295 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นน้ำประเภท calcium bicarbonate (Ca-

HCO3) ค่าไอโซโทปเสถียรต่ำกว่าค่าเฉลี่ยไอโซโทปเสถียรน้ำฝน โดยมีค่า δ2H เท่ากับ -6.94 เปอร์มิลล์ และ δ18O เท่ากับ -46.02 เปอร์มิลล์ คาดว่าจะเป็นน้ำบาดาลเก่า หรือแหล่งน้ำที่ไหลเติมมาจากต้นกำเนิดไกล หรือแหล่งต้นกำเนิดมาจากน้ำบาดาลในชั้นที่ตื้นกว่าไหลลงมาเติมในชั้นน้ำบาดาลที่ลึกกว่า อยู่ในกลุ่มเดียวกันกับชั้นน้ำธนบุรี (TB) อายุแก่มากกว่า 30,000 ปี (2) ชั้นหินให้น้ำกรวดทรายความลึก 956-962 เมตร จากการประเมินปริมาณน้ำด้วยวิธี Lugeon Test และจากการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีน้ำและอุทกวิทยาไอโซโทป พบว่า ปริมาณน้ำสูงสุดที่สูบน้ำได้ 30 ลบ.ม./ชม. คุณภาพน้ำดี อยู่ในเกณฑ์น้ำอุปโภคบริโภค ปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายได้ 571 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นน้ำประเภท sodium-potassium bicarbonate (Na-K-HCO3) เป็นน้ำบาดาลอายุแก่มากกว่า 30,000 ปี

ผลจากการศึกษาครั้งนี้ เมื่อเทียบเคียงกับลักษณะทางธรณีวิทยาและโครงสร้างทางธรณีวิทยาของแอ่งสะสมตะกอนระดับลึก จากศึกษาจากข้อมูลภาพตัดขวางคลื่นไหวสะเทือน (seismic section) จากการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดคลื่นไหวสะเทือน (seismic method) ของการศึกษาวิวัฒนาการของการแปรสัณฐานของแอ่งธนบุรีตอนล่าง (Nuangchamnong et al., 2016) โดยใช้ข้อมูลภาพตัดขวางคลื่นไหวสะเทือนแบบสองมิติ แนว T06, T10 และ T15 (รูปที่ 7-1) ซึ่งแนวสำรวจครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 400 ตารางกิโลเมตร ในพื้นที่ตำบลโคกขาม ตำบลพันท้ายนรสิงห์ ตำบลมหาชัย ตำบลนาดี ตำบลคอกกระบือ และตำบลบางน้ำจืด อำเภอเมืองสมุทรสาคร ตำบลท่าเสา ตำบลดอนไก่ดี ตำบลคลองมะเดื่อน ตำบลแคราย ตำบลสวนหลวง ตำบลกระทุ่มแบน ตำบลท่าไม้ และตำบลอ้อมน้อย อำเภอกระทุ่มแบน ที่ความลึกไม่เกิน 1,000 เมตร พบลักษณะการตกสะสมตัวของตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึงยุคไมโอซีนตอนกลางและตอนปลาย และตะกอนทางน้ำยุคปัจจุบัน ตามลำดับ ซึ่งสามารถนำมาเสนอแนะแนวทางการพัฒนาน้ำบาดาลพื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันตก (แอ่งย่อยธนบุรี และแอ่งย่อยสาคร: จังหวัดสมุทรสาคร ในหัวข้อต่อไป

7.2 แนวทางการพัฒนาน้ำบาดาลพื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันตก (แอ่งย่อยธนบุรี และแอ่งย่อยสาคร: จังหวัดสมุทรสาคร)

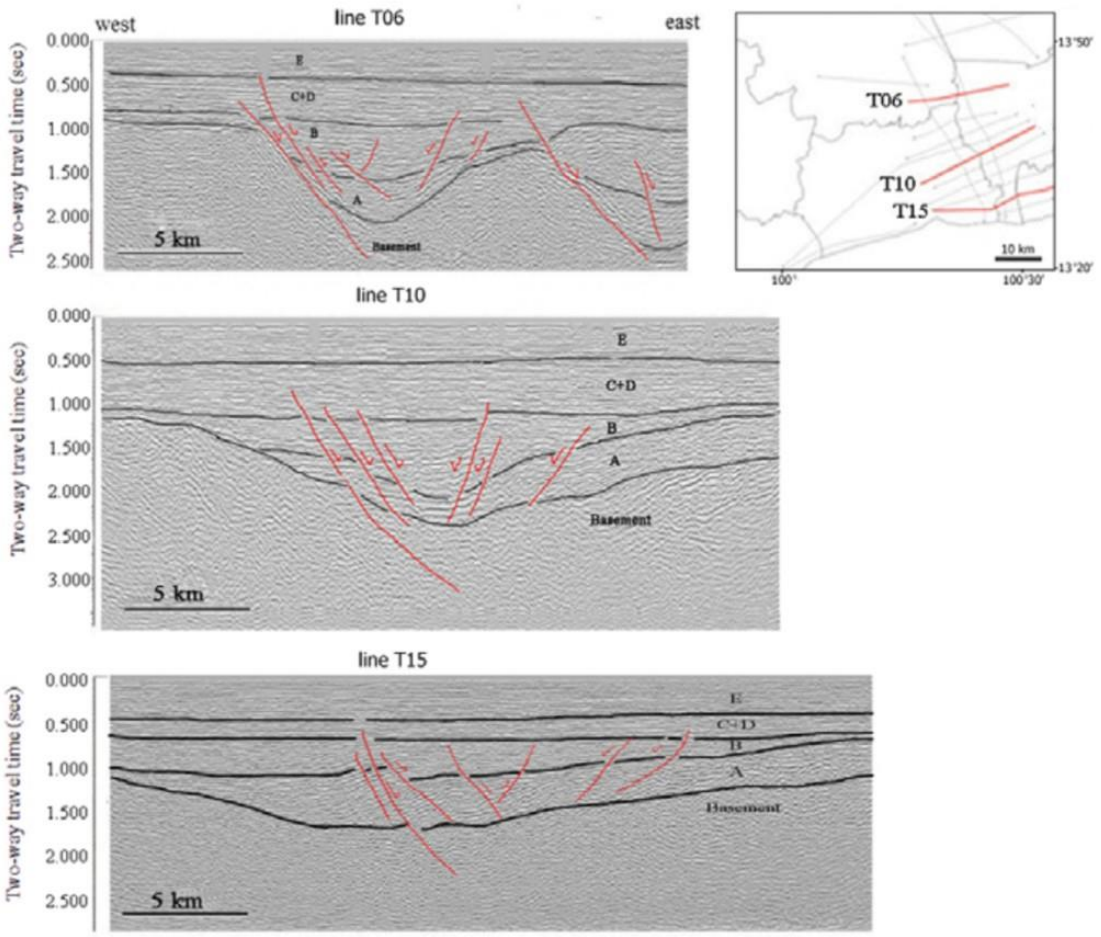
จากผลการเจาะสำรวจบ่อน้ำบาดาลระดับลึกเทียบเคียงกับผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดคลื่นไหวสะเทือน สามารถประเมินพื้นที่ที่สามารถเจาะบ่อระดับลึก 1,000 เมตร ในพื้นที่อำเภอเมืองสมุทรสาครฝั่งตะวันออกของแม่น้ำท่าจีน และอำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร โดยข้อมูลดังกล่าวสามารถเสนอแนะการพัฒนาน้ำบาดาลในพื้นที่ได้ดังต่อไปนี้

1) การเจาะและพัฒนาน้ำบาดาลระดับลึกด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสม เป็นการสนับสนุนการเจาะน้ำบาดาลมาใช้ประโยชน์สำหรับภาคการผลิต โดยเลือกให้เครื่องมือหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการเจาะ เช่น วิธีหมุนตรงด้วยน้ำโคลน (mud direct circulation rotary) วิธีหมุนตรงด้วยลม (air direct circulation rotary) และวิธีหมุนดูดกลับด้วยน้ำโคลน (mud reverse circulation rotary) เป็นต้น พร้อมทั้งการพัฒนาบ่อน้ำบาดาล โดยการใช้ผนึกซีเมนต์ (cement grouting) เพื่อป้องกัน

น้ำเค็มแทรกลงชั้นน้ำจืด และการลงท่อกรองหรือท่อรับน้ำ (screen) พัฒนาบ่อน้ำบาดาลในชั้นหินร่วนแบบไม่กรุกรวด (natural gravel pack) เป็นการใช้กรวดธรรมชาติในชั้นหินอุ้มน้ำที่มีขนาดใหญ่กว่าช่องรูเปิดน้ำเข้าบ่อ สำหรับให้ภาคอุตสาหกรรม ภาคเกษตรกรรม รวมถึงภาคครัวเรือน สามารถใช้น้ำบาดาลที่มีคุณภาพสำหรับตอบสนองต่อความต้องการ โดยอาศัยเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการเจาะบ่อน้ำบาดาล เพื่อรักษาโครงสร้างของชั้นน้ำบาดาลและคุณภาพน้ำบาดาล

2) การแบ่งความลึกของการพัฒนาน้ำบาดาลตามความต้องการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ ทั้งภาคอุตสาหกรรม ภาคเกษตรกรรม รวมถึงภาคครัวเรือน เพื่อให้เกิดการกระจายตัวของความลึกบ่อน้ำบาดาล และการกระจายตัวของการใช้น้ำ ลดการปัญหาแข่งชิงทรัพยากรน้ำบาดาลในอนาคต

3) การเฝ้าระวังคุณภาพและระดับน้ำบาดาล โดยการทำงานร่วมกันแบบบูรณาการของภาครัฐและภาคอุตสาหกรรม โดยคำนึงถึงศักยภาพของพื้นที่ และความต้องการของภาคอุตสาหกรรม ซึ่งหวังให้เกิดประโยชน์โดยตรงในการเพิ่มคุณภาพและรักษาระดับน้ำบาดาลในพื้นที่ เพื่อรองรับการเติบโตในการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้น เกิดความมั่นคงและประสิทธิภาพในการใช้น้ำบาดาลอย่างยั่งยืนต่อไป



รูปที่ 7-1 แสดงผลการแปลความหมายการตกสะสมตัวของตะกอนในแนวสำรวจ T06, T10 และ T15

บทที่ 8
สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

การดำเนินงานโครงการศึกษาสำรวจแหล่งน้ำบาดาลระดับลึก พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง (ระยะที่ 3) มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาอุทกธรณีวิทยา และอุทกธรณีเคมีชั้นน้ำบาดาลใหม่ระดับความลึกระหว่าง 600 ถึง 1,000 เมตร พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันตก (แอ่งย่อยธนบุรี และแอ่งย่อยสาคร: จังหวัดสมุทรสาคร) 2) เพื่อพัฒนาบุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ด้านการสำรวจการเจาะและพัฒนาน้ำบาดาลระดับลึก และ 3) เสนอแนะแนวทางการพัฒนาน้ำบาดาลในชั้นหินให้น้ำระดับลึก พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันตก (แอ่งย่อยธนบุรี และแอ่งย่อยสาคร: จังหวัดสมุทรสาคร) เพื่อใช้เป็นต้นแบบในการศึกษาน้ำบาดาลระดับลึกพื้นที่อื่น ๆ ที่มีลักษณะทางธรณีวิทยาใกล้เคียงกัน และใช้ในการวางแผนดำเนินงานระยะที่ 4 และระยะที่ 5 โดยเริ่มดำเนินงานตั้งแต่วันที่ 4 มกราคม 2565 และสิ้นสุดโครงการในวันที่ 3 ตุลาคม 2565 มีรายละเอียดของผลการดำเนินงานดังต่อไปนี้

8.1 ผลการศึกษาอุทกธรณีวิทยา และอุทกธรณีเคมีชั้นน้ำบาดาลใหม่ ระดับความลึกระหว่าง 600 ถึง 1,000 เมตร

ผลการตรวจสอบชั้นน้ำบาดาลจากการเจาะสำรวจบ่อระดับลึก โดยใช้ข้อมูลธรณีวิทยาหลุมเจาะ (Lithologic log) และข้อมูลธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ (Geophysical log) มีการค้นพบแหล่งน้ำบาดาลใหม่ในแอ่งย่อยธนบุรี ที่ระดับความลึกตั้งแต่ 640 ถึง 1,008 เมตร จำนวน 5 ชั้น ประกอบด้วย ชั้นตะกอนกรวดทรายแทรกสลับกับชั้นดินเหนียวบาง ๆ แบ่งออกเป็น

ชั้นที่ 1 ความลึก 640 ถึง 705 เมตร ประกอบไปด้วยตะกอนกรวดทราย

ชั้นที่ 2 ความลึก 715 ถึง 785 เมตร ประกอบไปด้วยตะกอนกรวดสลับกับตะกอนทราย

ชั้นที่ 3 ความลึก 810 ถึง 880 เมตร ประกอบไปด้วยตะกอนทราย กรวดสลับกับชั้นดินเหนียว ความหนาของชั้นตะกอนทราย กรวดแต่ละชั้นอยู่ในช่วง 10 – 15 เมตร

ชั้นที่ 4 ความลึก 895 ถึง 935 เมตร ประกอบด้วยตะกอนทรายหยาบ

ชั้นที่ 5 ความลึกมากกว่า 950 เมตร ประกอบไปด้วยตะกอนทรายหยาบถึงทรายละเอียด

โดยชั้นน้ำบาดาลใหม่ทั้ง 5 ชั้นนี้ สามารถแบ่งออกจากชั้นน้ำบาดาลที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันอย่างชัดเจน เนื่องจากถูกปิดทับด้วยชั้นดินเหนียวหนากว่า 132 เมตร จึงเป็นโอกาสที่ดีในการปรับปรุงข้อมูลชั้นน้ำบาดาลที่สำคัญของประเทศไทยในรอบ 30 ปี ซึ่งเดิมที่มีข้อมูลชั้นน้ำบาดาลในเขตที่ราบลุ่มเจ้าพระยาตอนล่าง จำนวน 8 ชั้น ที่ระดับความลึกไม่เกิน 600 เมตร

จากนั้นได้ดำเนินการเก็บทดสอบตัวอย่างน้ำที่ชั้นน้ำหนึ่ง ๆ (Packer Test) ที่ระดับความลึก 956-962 เมตร (ความยาวของระยะท่อรับน้ำ 6 เมตร) โดยอัดลมลงไปด้วยแรงดัน 30 บาร์ และสามารถตวงน้ำจากปากบ่อได้ปริมาตร 90 ลบ.ม./ชม. ซึ่งสามารถคำนวณค่าปริมาณน้ำต่อความยาวของช่วงทดสอบจากสมการ modified Lugeon coefficient (Lumod) ได้ปริมาณน้ำเท่ากับ 5 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง/เมตรของช่วงทดสอบ ซึ่งสามารถคำนวณปริมาณน้ำคร่าว ๆ จากการทดสอบปริมาณน้ำด้วยวิธี Packer Test ตลอดช่วงความยาวของท่อรับน้ำ ได้ประมาณ 30 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง จากนั้นทำการพัฒนาบ่อน้ำบาดาลความลึก 499 เมตร เนื่องจาก มีชุดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำในแต่ละชั้นความลึกในบ่อน้ำบาดาลด้วยวิธี Packer Test ติดค้างอยู่ในบ่อเจาะสำรวจที่ระดับความลึก 504 ถึง 960 เมตร ซึ่งเป็นเหตุทำให้ไม่สามารถดำเนินการพัฒนาบ่อน้ำบาดาลในระดับลึกเกินกว่าระดับความลึกดังกล่าวได้ และได้ดำเนินการสูบทดสอบ เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นหินให้น้ำบาดาลและอัตราการให้น้ำจำเพาะของบ่อน้ำบาดาล พบว่าบ่อน้ำบาดาลสามารถสูบน้ำได้สูงสุดถึง 73 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง โดยกำหนดปริมาณน้ำสูงสุดที่เหมาะสม 70 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ซึ่งจะไม่ส่งผลกระทบต่อชั้นน้ำบาดาล

การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีน้ำ และอุทกวิทยาไอโซโทป ที่ความลึก 445-493 เมตร ซึ่งเป็นตัวอย่างน้ำบาดาลจากบ่อน้ำบาดาลใหม่ และความลึก 956-962 เมตร ซึ่งเป็นตัวอย่างน้ำบาดาลที่ได้จากการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาล ณ ที่ชั้นน้ำหนึ่ง ๆ ด้วยวิธี Aquifer Packer Test พบว่า

1) ที่ระดับความลึก 445-493 เมตร คุณภาพน้ำดี อยู่ในเกณฑ์น้ำอุปโภคบริโภค ปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายได้ 276 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าการนำไฟฟ้า 425 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่าสัมประสิทธิ์ของการจ่ายน้ำ 46.70 ม^2/วัน ค่าสัมประสิทธิ์ของการซึมได้ 0.97 ม./วัน ปริมาณน้ำสูงสุดที่สูบน้ำได้ 73 ลบ.ม./ชม. เป็นน้ำประเภท calcium bicarbonate (Ca-HCO3) มีค่าไอโซโทปเสถียรต่ำกว่าค่าเฉลี่ยไอโซโทปเสถียรน้ำฝน โดยมีค่า δ2H เท่ากับ -6.94 เปอร์มิลล์ และ δ18O เท่ากับ -46.02 เปอร์มิลล์ คาดว่าจะเป็นน้ำบาดาลเก่า หรือแหล่งน้ำที่ไหลเติมมาจากต้นกำเนิดไกล หรือแหล่งต้นกำเนิดมาจากน้ำบาดาลในชั้นที่ตื้นกว่าไหลลงมาเติมในชั้นน้ำบาดาลที่ลึกกว่า เป็นน้ำบาดาลอายุแก่ มากกว่า 30,000 ปี

2) ที่ระดับความลึก 956-962 เมตร คุณภาพน้ำดี อยู่ในเกณฑ์น้ำอุปโภคบริโภค ปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ละลายได้ 571 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าการนำไฟฟ้า 878 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ปริมาณน้ำ 30 ลบ.ม./ชม. เป็นน้ำประเภท sodium-potassium bicarbonate (Na-K-HCO_3) เป็นน้ำบาดาลอายุแก่ มากกว่า 30,000 ปี

8.2 การพัฒนาบุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ด้านการสำรวจ การเจาะและพัฒนาน้ำบาดาลระดับลึก

จากผลการทดสอบ และการประเมินจากการฝึกภาคปฏิบัติและการอบรมในห้องอบรมของผู้เข้าร่วมทั้งสิ้น 48 ท่าน พบว่า เมื่อเสร็จสิ้นการฝึกอบรมทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ผู้เข้าร่วมการฝึกอบรมมีความเข้าใจในลักษณะของพื้นที่ศึกษาและสามารถเลือกใช้เทคนิคในการเจาะที่เหมาะสมกับพื้นที่ศึกษา เนื่องจากผู้เข้าอบรมส่วนใหญ่ประจำชุดเจาะที่รับผิดชอบการเจาะในพื้นที่ตะกอน ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับพื้นที่ศึกษาอยู่แล้ว ดังนั้น จึงสามารถใช้วิธีการเจาะแบบ Direct Rotary ซึ่งเป็นวิธีที่ผู้เข้าอบรมปฏิบัติอยู่เป็นประจำ มาประยุกต์ใช้ในการเจาะสำรวจเบื้องต้นได้เป็นอย่างดี แต่อย่างไรก็ตามยังต้องมีการอบรมและพัฒนาเพิ่มมากขึ้น โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญที่ประสบการเจาะพัฒนาน้ำบาดาลระดับลึกมาเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ในส่วนของเทคนิคใหม่ๆ เช่น การก่อสร้างบ่อแบบกรุกรวดธรรมชาติ หรือ Natural Gravel Packed และการผนึกซีเมนต์ด้านข้างบ่อด้วยการอัดซีเมนต์จากด้านล่างขึ้นสู่ปากบ่อ และการพัฒนาบ่อโดยการอัดอากาศลงในบ่อ และความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องมือในการเจาะบ่อระดับลึก เพื่อให้บุคลากรมีความรู้การเจาะและพัฒนาน้ำบาดาลระดับลึกเพิ่มขึ้นและสามารถถ่ายทอดให้กับผู้อื่นได้ในอนาคต

8.3 เสนอแนะแนวทางการพัฒนาน้ำบาดาลในชั้นหินให้น้ำระดับลึก

1) จากผลการเจาะสำรวจบ่อน้ำบาดาลระดับลึกเทียบเคียงกับผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดคลื่นไหวสะเทือน สามารถประเมินพื้นที่ที่สามารถเจาะบ่อระดับลึก 1,000 เมตร ในพื้นที่อำเภอเมืองสมุทรสาครฝั่งตะวันออกของแม่น้ำท่าจีน และอำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร โดยการเจาะและพัฒนาน้ำบาดาลระดับลึกด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสม เป็นการสนับสนุนการเจาะน้ำบาดาลมาใช้ประโยชน์สำหรับภาคการผลิต สามารถรักษาโครงสร้างของชั้นน้ำบาดาลและคุณภาพน้ำบาดาลได้ นอกจากนี้หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ควรกำหนดมาตรการการอนุญาตเจาะอนุญาตใช้น้ำบาดาลตามความลึกและความต้องการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ ทั้ง ภาคอุตสาหกรรม ภาคเกษตรกรรม รวมถึงภาคครัวเรือน เพื่อให้เกิดการกระจายตัวของความลึกบ่อน้ำบาดาล และการกระจายตัวของการใช้น้ำ ลดการปัญหาแย่งชิงทรัพยากรน้ำบาดาลในอนาคต พร้อมทั้งการเฝ้าระวังคุณภาพและระดับน้ำบาดาล โดยการทำงานร่วมกันแบบบูรณาการของภาครัฐ และภาคอุตสาหกรรม ในการเพิ่มคุณภาพและรักษาระดับน้ำบาดาลในพื้นที่เพื่อรองรับการเติบโตในการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้น เกิดความมั่นคงและประสิทธิภาพในการใช้น้ำบาดาลอย่างยั่งยืนต่อไป

2) การดำเนินงานในระยะต่อไป สามารถนำข้อมูลผลการเจาะสำรวจ การเลือกชั้นน้ำจากการหยั่งธรณีหลุมเจาะ การวิเคราะห์น้ำบาดาลทั้งแบบสมบูรณ์ และวิเคราะห์หาไอโซโทปเสถียรและไอโซโทปรังสีในระยะแรก มาใช้เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาระยะที่ 4 ได้ รวมถึงการนำปัญหาและอุปสรรคที่เกิดในระยะที่ 3 ไปใช้ในการวางแผนการดำเนินงานที่รัดกุมยิ่งขึ้น ซึ่งจะช่วยให้เกิด

ข้อผิดพลาดในการดำเนินการครั้งต่อไปน้อยลง เช่น ในขั้นตอนการเก็บตัวอย่างน้ำในแต่ละชั้นความลึกในบ่อน้ำบาดาล ควรดำเนินการหลังจากพัฒนาบ่อน้ำบาดาลชั้นน้ำที่คาดว่ามีปริมาณน้ำบาดาลสูงสุด เพื่อป้องกันการพังทลายของผนังหลุมเจาะ