

คู่มือการจัดการเติมน้ำใต้ดิน

ใน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
ปีงบประมาณ 2565



โครงการการศึกษาการเติมน้ำใต้ดินในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงในการแพร่กระจายน้ำเค็ม
และพัฒนาระบบฐานข้อมูลเพื่อการจัดการเติมน้ำใต้ดิน
ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

คำนำ

คู่มือการจัดการเติมน้ำใต้ดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย การศึกษาการเติมน้ำใต้ดินในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงในการแพร่กระจายน้ำเค็มและพัฒนาระบบฐานข้อมูล เพื่อการจัดการเติมน้ำใต้ดินในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กรณีศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสายบาตร จังหวัดขอนแก่น จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทางในการก่อสร้าง การทำงาน และการใช้งานของระบบเติมน้ำใต้ดิน อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการบริหารจัดการระบบเติมน้ำใต้ดินให้มีประสิทธิภาพสูงสุดในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงในการแพร่กระจายน้ำเค็มในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ให้มีความคุ้มค่า และเกิดประโยชน์สูงสุด โดยได้อธิบายหลักการเติมน้ำใต้ดิน อุทกธรณีวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการเติมน้ำใต้ดิน การออกแบบระบบเติมน้ำใต้ดินและก่อสร้าง การบำรุงรักษาระบบ รวมไปถึงการติดตามและประเมินผล ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และประชาชนทั่วไป อีกทั้งยังเป็นการเผยแพร่องค์ความรู้ในการอนุรักษ์และจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลให้มีใช้อย่างยั่งยืนสืบไป

ทั้งนี้ เนื้อหาได้รวบรวมมาจากผลการวิจัยและคู่มือเติมน้ำใต้ดินระดับต้น คู่มือการก่อสร้าง และบำรุงรักษาระบบเติมน้ำใต้ดินระดับต้น ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล และได้รวบรวมจากหนังสือ คู่มือ อีกหลายเล่ม ผู้วิจัยหวังว่าคู่มือฉบับนี้จะให้ความรู้และประโยชน์แก่ผู้ที่นำไปใช้งาน หรือผู้อ่าน ทุกๆ ท่าน หากมีข้อเสนอแนะประการใด ผู้วิจัยขอรับไว้ด้วยความขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง



โดย : สถาบันทรัพยากรน้ำใต้ดิน
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
สิงหาคม 2565

สารบัญ

	หน้า
1. เกี่ยวกับโครงการ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์โครงการฯ	1
2. หลักการเติมน้ำใต้ดิน	2
2.1 หลักการเติมน้ำใต้ดิน	2
2.2 วัตถุประสงค์ของการเติมน้ำใต้ดิน	3
2.3 ประโยชน์ของการเติมน้ำใต้ดิน	3
2.4 หลักการพิจารณาคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดิน	3
2.5 วิธีการจัดการเติมน้ำใต้ดิน	4
2.6 องค์ประกอบของระบบเติมน้ำใต้ดิน	7
2.7 การเติมน้ำใต้ดินระดับต้น	9
3. ลักษณะธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	10
3.1 ธรณีวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	10
3.2 อุทกธรณีวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	12
3.3 อุทกธรณีวิทยาพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสายบาตร	17
4. การแพร่กระจายความเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	22
4.1 แหล่งกำเนิดความเค็ม	22
4.2 ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	25
4.3 การจำแนกอุทกธรณีวิทยาต้นแบบภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	26
5. การคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการเติมน้ำใต้ดิน	29
5.1 การคัดเลือกพื้นที่	29
5.2 การประเมินพื้นที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดิน	31
5.3 การประเมินวิธีการเติมน้ำที่เหมาะสมและแบบการเติมน้ำใต้ดิน	35
6. การออกแบบระบบเติมน้ำใต้ดินและก่อสร้าง	37
6.1 การคำนวณปริมาณน้ำในพื้นที่	37

สารบัญ

	หน้า
6.2 ระบบเติมน้ำใต้ดิน	38
7. การบำรุงรักษาและการติดตามผล	41
7.1 การบำรุงรักษา	41
7.2 การติดตามและประเมินผล	44
8. ฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจการจัดการ การเติมน้ำใต้ดิน	45
8.1 ฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจการจัดการเติมน้ำใต้ดิน	45
8.2 คู่มือการใช้งานระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจ การจัดการเติมน้ำใต้ดิน	47
เอกสารอ้างอิง	48

1. เกี่ยวกับโครงการ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

การจัดการเติมน้ำใต้ดิน (Managed Aquifer Recharge, MAR) เพื่อเพิ่มศักยภาพน้ำใต้ดินในพื้นที่ขาดแคลนน้ำ มีการดำเนินการในหลายประเทศทั่วโลกและในหลายพื้นที่ในประเทศไทย รวมถึงในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีความเสี่ยงต่อการเกิดผลกระทบจากการเติมน้ำใต้ดินต่อการแพร่กระจายความเค็มของน้ำใต้ดิน จึงนำมาสู่การศึกษาการเติมน้ำใต้ดินในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงในการแพร่กระจายน้ำเค็ม จัดทำแผนพื้นที่ตามสภาพแวดล้อมทางอุทกธรณีวิทยาในพื้นที่ต้นแบบ พัฒนาระบบฐานข้อมูลเพื่อการจัดการเติมน้ำใต้ดิน จัดทำแผนที่ที่เหมาะสมต่อการเติมน้ำใต้ดิน ออกแบบก่อสร้าง และทดลองระบบ ประเมินประสิทธิภาพ วิเคราะห์ความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมทางอุทกธรณีวิทยาต่อการเติมน้ำใต้ดิน จัดทำฐานข้อมูลสนับสนุนการเติมน้ำใต้ดิน จำลองผลการเติมน้ำในระยะยาว จัดทำคู่มือการเติมน้ำใต้ดินสำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และแผนแม่บทการเติมน้ำใต้ดินของพื้นที่ลุ่มน้ำต้นแบบ เพื่อให้การดำเนินการเติมน้ำใต้ดินในพื้นที่นี้มีประสิทธิภาพและมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมน้อยที่สุด โดยดำเนินการวิจัยเชิงลึกในพื้นที่ลุ่มน้ำต้นแบบคือ ลุ่มน้ำห้วยสายบาตร

1.2 วัตถุประสงค์โครงการฯ

1.2.1 เพื่อสำรวจ ศึกษาศักยภาพ จัดทำแผนพื้นที่ตามสภาพแวดล้อมทางอุทกธรณีวิทยา ออกแบบ ก่อสร้าง ทดลองระบบเติมน้ำใต้ดิน และประเมินความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมทางอุทกธรณีวิทยาแบบต่าง ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำต้นแบบ (ห้วยสายบาตร) ต่อการจัดการเติมน้ำใต้ดิน

1.2.2 เพื่อติดตาม วิเคราะห์ ประเมินผลทางวิศวกรรม สังคม และเศรษฐศาสตร์ จากระบบการเติมน้ำใต้ดินที่ดำเนินการในพื้นที่ต้นแบบ

1.2.3 เพื่อจัดทำฐานข้อมูลสภาพแวดล้อมทางอุทกธรณีวิทยา (Hydrogeological environment database) เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System, DSS) ในการพัฒนาระบบการจัดการเติมน้ำใต้ดิน ในเชิงภูมิอากาศ อุทกวิทยา ธรณีวิทยา สิ่งแวดล้อม และระบบการจัดการน้ำแบบบูรณาการ ในบริบทของพื้นที่ลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้ลุ่มน้ำห้วยสายบาตร เป็นพื้นที่ต้นแบบ

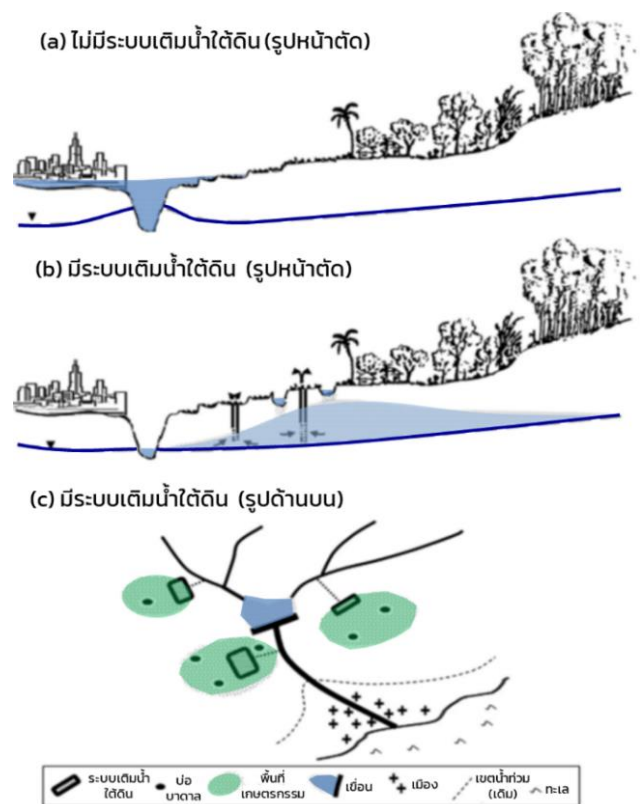
1.2.4 เพื่อจัดทำแผนการพัฒนา มาตรฐานขั้นตอนการดำเนินงาน และคู่มือสำหรับการพัฒนาระบบการจัดการเติมน้ำใต้ดินของพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสายบาตร ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2. หลักการเติมน้ำใต้ดิน

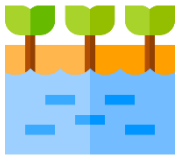
2.1 หลักการเติมน้ำใต้ดิน

การจัดการเติมน้ำสู่ชั้นน้ำใต้ดิน หรือ Managed Aquifer Recharge (MAR) คือ การจัดการให้มีการเติมน้ำสู่แหล่งน้ำใต้ดินตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ เช่น เพื่อรักษาระดับหรือแรงดันน้ำบาดาล เพื่อการกักเก็บและนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ในระยะเวลาหรือในพื้นที่ที่ต้องการ หรือเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เช่น ป้องกันการรุกคืบของน้ำเค็ม หรือการทรุดตัวของแผ่นดิน เป็นต้น เดิมเรียกว่า การเติมน้ำเทียม หรือ artificial recharge หรือบางครั้งเรียกว่า การเพิ่มการเติมน้ำบาดาล (enhanced recharge) ธนาคารน้ำ (water banking) หรือ การกักเก็บน้ำใต้ผิวดินอย่างยั่งยืน (sustainable underground storage) เป็นต้น (Dillon et al., 2009) แต่เมื่อมีการพัฒนาการของระบบมากขึ้นการมีส่วนร่วมของประชาชนก็มีมากขึ้น การใช้คำว่า การเติมน้ำเทียมซึ่งใช้กันมานานแต่มีความหมายในเชิงลบ ทำให้ประชาชนในพื้นที่เข้าใจระบบการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินผิด โดยคิดว่าไม่ได้ใช้น้ำในธรรมชาติมาเติมจึงมีการต่อต้านในบางกรณี จึงมีการปรับปรุงระบบเติมน้ำใต้ดินให้มีการจัดการที่ปลอดภัยต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม และพร้อมใจกันใช้ชื่อเรียกระบบการเติมน้ำใต้ดินใหม่ว่า Managed Aquifer Recharge หรือนิยมเรียกว่า MAR และพัฒนาการไปสู่การดำเนินการเติมน้ำใต้ดินในหลายรูปแบบมากขึ้น เช่น คือ การนำน้ำท่วมมาเติมน้ำใต้ดิน (Flood-MAR) และ การใช้พื้นที่เกษตรกรรมเติมน้ำใต้ดิน (Ag-MAR) ในปัจจุบัน

การพัฒนาาระบบเพิ่มเติมน้ำสู่ชั้นน้ำใต้ดินถือได้ว่าเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาด้านทรัพยากรน้ำแบบบูรณาการวิธีการหนึ่ง เพราะนอกจากจะสามารถระบายน้ำที่ท่วมขังในช่วงที่เกิดปัญหาน้ำท่วมหรือในช่วงฤดูน้ำหลากซึ่งทำให้ระดับน้ำและระยะเวลาท่วมขังลดลงแล้ว ยังสามารถเติมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินและนำกลับมาใช้ใหม่ในเวลาที่ประสบปัญหาการขาดแคลนแหล่งน้ำผิวดินสำหรับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม การอุปโภคบริโภค การเกษตรกรรม และอุตสาหกรรมได้อีกด้วย (รูปที่ 1) แสดงให้เห็นสภาพน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินของพื้นที่ก่อนและหลังการพัฒนาาระบบเติมน้ำใต้ดินในพื้นที่ จะเห็นว่าก่อนมีการเติมน้ำ แหล่งน้ำผิวดินเป็นแหล่งน้ำเดียวของพื้นที่ และเมื่อมีน้ำหลากก็ส่งผลเกิดน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนบริเวณท้ายน้ำ ในขณะที่มีการพัฒนาเติมน้ำในพื้นที่เหนือน้ำ ปริมาณน้ำที่ไหลลงไปสู่พื้นที่ท้ายน้ำจะลดลง และไม่ทำให้เกิดน้ำท่วม อีกทั้งยังทำให้ระดับน้ำใต้ดินเพิ่มสูงขึ้นจนสามารถนำมาใช้ประโยชน์ เพื่อกิจกรรมต่าง ๆ ได้



2.2 วัตถุประสงค์ของการเติมน้ำใต้ดิน



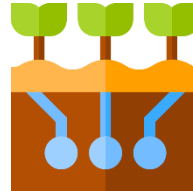
เพิ่มเติมปริมาณน้ำใต้ดิน



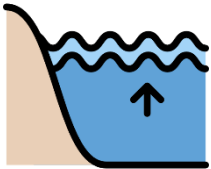
ป้องกันการรุกคืบของน้ำเค็ม
ในพื้นที่ชายฝั่งทะเล



รักษาสมดุลการไหลของ
ลำน้ำในระบบนิเวศวิทยา



เก็บน้ำให้ดินมีความชุ่มชื้น



กักเก็บน้ำหลากในฤดูฝนไว้ใช้
ในฤดูแล้ง



แก้ไขปัญหาน้ำท่วมขัง

2.3 ประโยชน์ของการเติมน้ำใต้ดิน

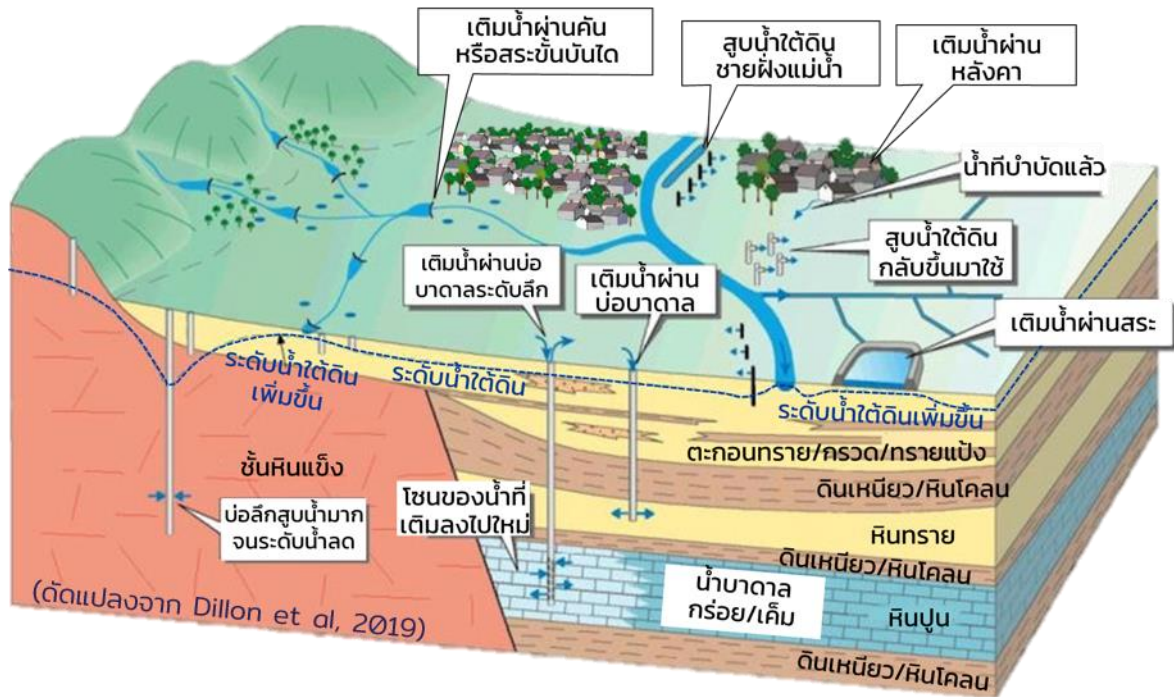
- มีแหล่งน้ำต้นทุนสำหรับใช้เพื่อการอุปโภค-บริโภค และเกษตรกรรม
- ลดความเสียหายจากภัยธรรมชาติ เช่น อุทกภัย และภัยแล้ง โดยการกักเก็บน้ำในฤดูน้ำหลาก และบูรณาการการใช้น้ำใต้ดินร่วมกับน้ำผิวดินในฤดูแล้ง
- ลดค่าใช้จ่ายในการทรุดบ่อหรือการติดตั้งปั๊มแบบจุ่มเพื่อสูบน้ำในระดับลึกขึ้น
- ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศวิทยา

2.4 หลักการพิจารณาคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดิน

- มีปริมาณความต้องการน้ำที่จะนำกลับมาใช้คุ้มค่ากับการลงทุน
- มีปริมาณน้ำดิบเพียงพอต่อการนำมาเติม
- มีชั้นน้ำใต้ดินเหมาะสมต่อการนำน้ำมากักเก็บและสูบกลับมาใช้
- มีศักยภาพที่จะบริหารจัดการอย่างมีประสิทธิภาพ

2.5 วิธีการจัดการเติมน้ำใต้ดิน

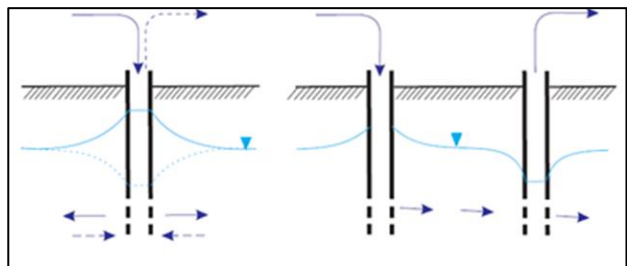
การจัดการเติมน้ำสู่ชั้นน้ำใต้ดินต้องดำเนินการตามความเหมาะสมของพื้นที่ วิธีการเติมน้ำขึ้นอยู่กับแหล่งน้ำดิบ ลักษณะของชั้นน้ำบาดาล ภูมิประเทศ การใช้ที่ดิน และปริมาณการใช้น้ำใต้ดิน (รูปที่ 2) แสดงระบบการเติมน้ำสู่ชั้นน้ำใต้ดิน แหล่งน้ำดิบ และการนำน้ำกลับขึ้นมาใช้ในพื้นที่ลุ่มน้ำ



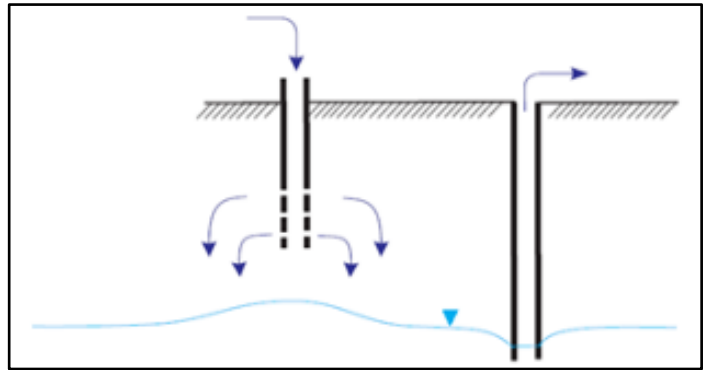
รูปที่ 2 การจัดการเติมน้ำใต้ดินในภาพรวม (ดัดแปลงจาก Dillon et al, 2009)

วิธีการเติมน้ำในปัจจุบันมีหลากหลายวิธี สามารถจัดเป็นวิธีการหลัก ๆ ได้ 12 วิธี (Dillon, 2005) ได้แก่

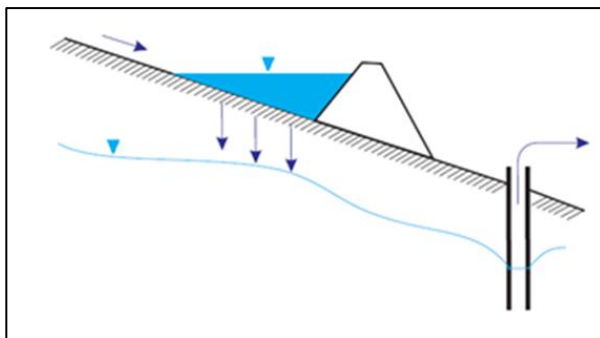
1. การเติมผ่านบ่อน้ำบาดาลระดับลึก เพื่อกักเก็บและสูบกลับขึ้นมาใช้ (Aquifer Storage and Recovery, ASR) เป็นวิธีการอัดน้ำผ่านบ่อน้ำบาดาลลงไปชั้นน้ำบาดาลระดับลึกเพื่อเก็บน้ำไว้ในฤดูแล้งหรือช่วงเวลาที่ต้องการ ส่วนการเติมผ่านบ่อน้ำบาดาลระดับลึกเพื่อกักเก็บและส่งต่อไปเพื่อสูบใช้ในพื้นที่อื่น (Aquifer Storage Transfer and Recovery, ASTR) เป็นการอัดน้ำผ่านบ่อน้ำบาดาล แต่สูบกลับขึ้นมาใช้ในบ่อผลิตในพื้นที่อื่นที่อยู่ในพื้นที่เป้าหมาย



2. การเติมผ่านบ่อแห้ง (Dry Wells) ส่วนใหญ่เป็นบ่อน้ำตื้น การเติมน้ำทำได้โดยการปล่อยน้ำที่มีคุณภาพดีลงไปในระดับลึกโดยอาศัยแรงโน้มถ่วง เป็นการเติมน้ำในบริเวณที่มีการใช้น้ำในระดับตื้น ซึ่งส่งผลให้ระดับน้ำลดลงมาก การเติมน้ำด้วยวิธีนี้สามารถผันน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินให้เติมลงไปสู่ชั้นน้ำบาดาลโดยตรง ชั้นน้ำบาดาลต้องมีความสามารถยอมให้น้ำซึมผ่านได้ดี คุณภาพของแหล่งน้ำที่ใช้เติมลงสู่ชั้นน้ำบาดาลต้องอยู่ในเกณฑ์ที่ดีเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพน้ำเติม บริเวณพื้นที่ชุ่มชื้นน้ำที่ไหลบ่าในฤดูฝนสามารถทำร่องระบายเติมผ่านตัวกรองลงสู่บ่อบาดาลได้

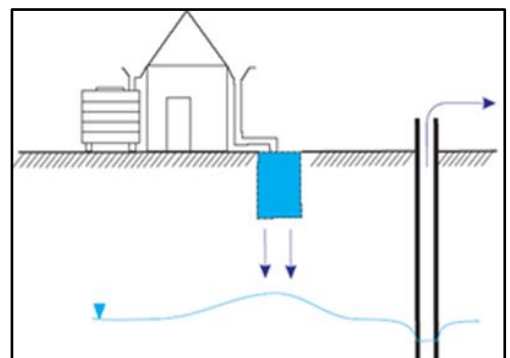


3. ฝายเติมน้ำ (Percolation Tanks หรือ Recharge Weirs) เป็นการกักเก็บน้ำผิวดินเพื่อให้น้ำไหลซึมลงสู่ชั้นน้ำบาดาล ซึ่งบริเวณที่เหมาะสมในการสร้างฝายเติมน้ำต้องมีพื้นที่รับน้ำของลำน้ำ และปริมาณน้ำฝนมากเพียงพอ ควรมีลักษณะของ

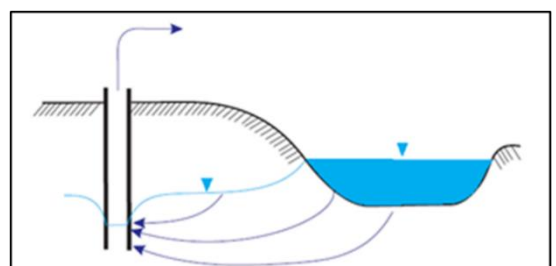


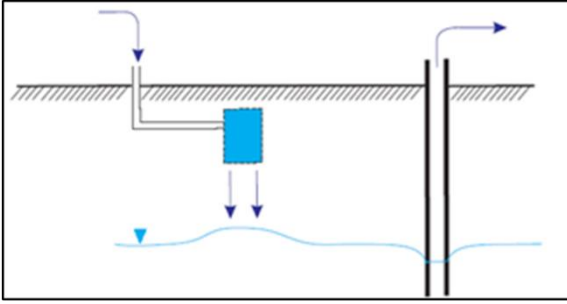
ชั้นหินอุ้มน้ำที่มีความสามารถในการซึมผ่านได้ดี ชั้นน้ำบาดาลด้านล่างฝายเติมน้ำต้องมีความต่อเนื่องไปจนถึงพื้นที่รับประโยชน์ ฝายเติมน้ำควรสร้างบริเวณด้านล่างของบริเวณ run off zone หรือบริเวณที่มีความลาดชันระหว่าง 3-5 %

4. การเก็บเกี่ยวน้ำฝน (Rainwater Harvesting) เป็นวิธีการรวบรวมน้ำฝนจากหลังคาบ้านเรือนแล้วส่งต่อลงบ่อน้ำตื้นหรือหลุมที่มีทรายหรือกรวดบรรจุอยู่ วิธีการนี้เปรียบเสมือนการนำน้ำฝนที่เหลือใช้ไปเก็บไว้ใต้ดิน เพื่อนำน้ำขึ้นมาใช้ในเวลาที่ขาดแคลน การเติมน้ำโดยวิธีนี้สามารถทำได้ในพื้นที่ชุ่มชื้นที่มีหลังคาหรือส่วนที่รองรับน้ำฝน วิธีการนี้เหมาะสมกับบริเวณที่รองรับด้วยชั้นน้ำไร้แรงดัน และเป็นบริเวณที่มีการลดระดับของน้ำบาดาลเพื่อสามารถมีระยะกักเก็บน้ำที่เติมลงไปใหม่ได้



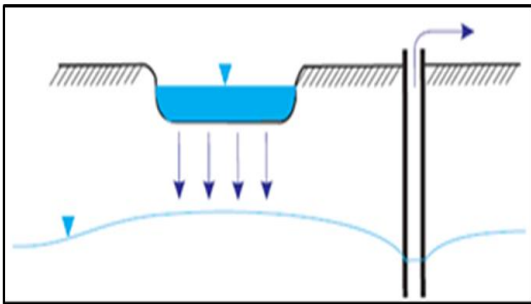
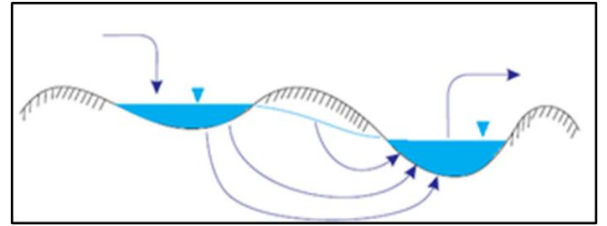
5. การสูบน้ำผ่านตะกอนตลิ่งแม่น้ำ (River Bank Filtration, RBF) เป็นวิธีการกระตุ้นการไหลซึมของน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินให้เข้าสู่ชั้นน้ำใต้ดิน โดยใช้ น้ำจากแม่น้ำแอ่งน้ำ หรือทะเลสาบ ใช้ตะกอนดินทรายในธรรมชาติช่วยกรองน้ำ โดยทั่วไปใช้วิธีนี้เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำใต้ดินเพื่อการอุปโภค-บริโภค





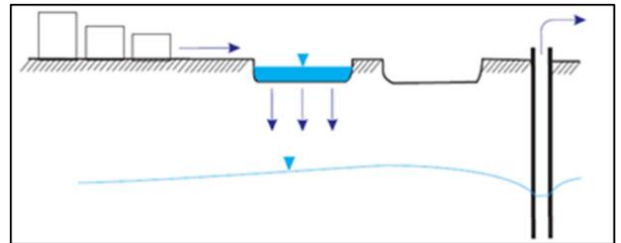
6. **ระเบียบงเติมน้ำ (Infiltration Galleries)** เป็นการใช ร่องคูบรรจุวัสดุพรมที่กลบปิดด้วยดินเดิม รับน้ำดิบ และปล่อยผ่านแรงโน้มถ่วงให้ซึมลงไปเพิ่มเติมในชั้นหิน อุ่มน้ำที่ไม่มีแรงดัน วิธีนี้เป็นวิธีที่ลงทุนสูงแต่ประหยัด เนื้อที่เหมาะกับพื้นที่เมือง ที่อยู่อาศัยหรือสวนสาธารณะ

7. **การเติมน้ำผ่านสันทราย (Dune Filtration)** เป็น การเติมน้ำตามหลักวิธี Bank filtration แต่ใช้น้ำจากสระน้ำ หรือเขื่อนที่สร้างขึ้นบนเนินทราย สุน้ำขึ้นไปกักเก็บไว้ โดยทั่วไป ใช่วิธีนี้เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำ และช่วยสร้าง สมดุลให้เกิดในระบบและตอบสนองการใช้น้ำจากใต้ดิน

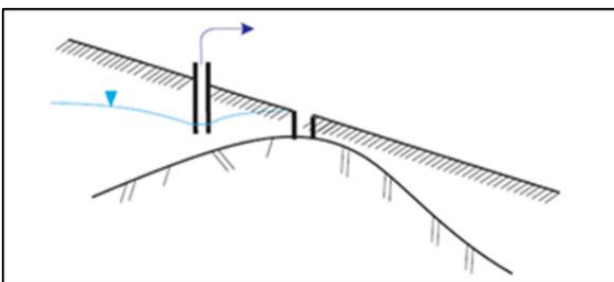


8. **การเติมน้ำผ่านสระหรือพื้นดิน (Infiltration Basin /Spreading Basin)** เป็นการสร้างสระน้ำหรือดินขังน้ำบน พื้นดินในพื้นที่ที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มเวลาและพื้นที่สัมผัส ระหว่างน้ำกับผิวดินให้มากขึ้นในพื้นที่ที่มีตะกอนดินทราย ที่ซึมได้เร็ว และมีแหล่งน้ำดิบที่มีปริมาณน้ำและคุณภาพน้ำ ที่เหมาะสมต่อการเติมลงไปกักเก็บไว้ในชั้นน้ำบาดาล

9. **การเติมน้ำและบำบัดผ่านชั้นดินและชั้น หินอุ่มน้ำ (Soil Aquifer Treatment, SAT)** เป็นการ ใช้น้ำหมุนเวียนผ่านการนำน้ำเสียที่ได้รับการ ปรับปรุงคุณภาพเบื้องต้นแล้วปล่อยให้ซึมผ่านสระ เพื่อให้น้ำซึมลงใต้ดิน โดยอาศัยชั้นดินชั้นหินเป็นตัว ช่วยกรองและปรับปรุงคุณภาพน้ำตามระยะทางที่น้ำ ไหลผ่าน แล้วสูบกลับขึ้นมาใช้ใหม่

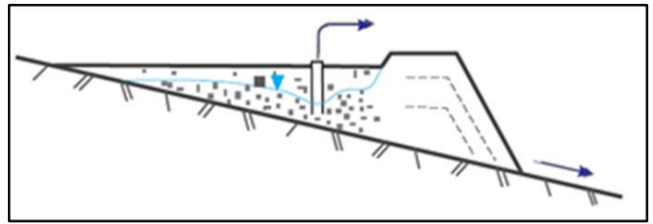


10. **เขื่อนใต้ดิน (Underground Dam)** เป็นวิธีการสร้างอ่างเก็บน้ำใต้ดิน โดยการสร้างผนังกัน ขวางเส้นทางการไหลของน้ำบาดาล เพื่อยกระดับน้ำและเพิ่มปริมาณน้ำกักเก็บไว้ในพื้นที่ชุ่มชื้นหรือการ

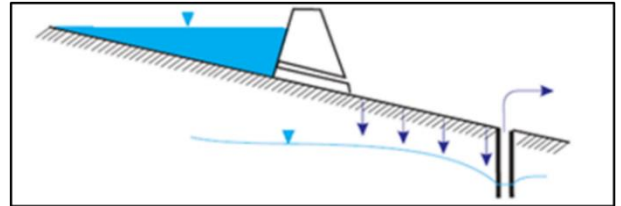


ชลประทาน ในช่วงเวลาที่ต้องการใช้น้ำ พื้นที่ที่ เหมาะสมของวิธีนี้ต้องมีหินแข็งรองรับด้านล่าง เพื่อความมั่นคงของโครงสร้าง ชั้นน้ำบาดาล บริเวณเขื่อนต้องมีการซึมผ่านได้ดี และควร หลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีความเสี่ยงในการเกิดธรณีพิบัติ ภัย เช่น แผ่นดินไหว

11. เขื่อนทราย (Sand Dam) เป็นวิธีการเก็บน้ำไว้ใต้ดิน โดยสร้างฝายกั้นน้ำและตะกอนทรายไว้เหนือพื้นที่ที่มีชั้นดินทรายร่วมกับกมกันอยู่หนาพอสมควร โดยเฉพาะในบริเวณที่ชั้นดินทรายร่วมเหล่านี้กับกมตัวอยู่บนชั้นหินเนื้อแน่น น้ำฝนที่ตกลงมาเก็บกักอยู่ในอ่างน้ำจะซึมลงไปเก็บอยู่ในรูพรุนของทราย การเจาะบ่อเพื่อนำน้ำขึ้นมาใช้สามารถเจาะบริเวณท้องหรือขอบอ่างเก็บน้ำ

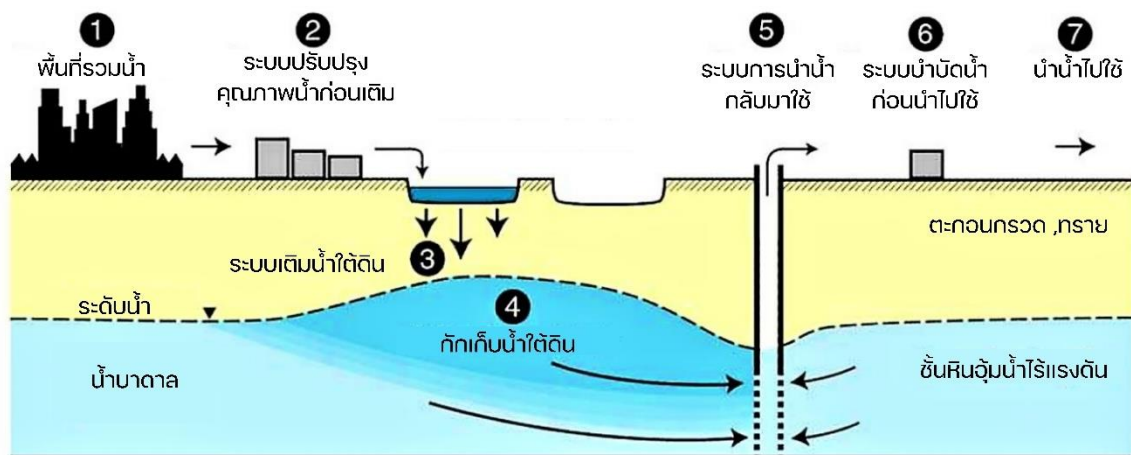


12. การระบายจากแหล่งกักเก็บ (Recharge Releases) เป็นวิธีการปล่อยน้ำจากเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำอย่างช้า ๆ ที่สัมพันธ์กับปริมาณการไหลซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำที่รองรับอยู่ด้านล่าง



2.6 องค์ประกอบของระบบเติมน้ำใต้ดิน

ระบบเติมน้ำใต้ดินประกอบด้วย 7 ส่วนหลัก ได้แก่ การรวบรวมน้ำ การปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ และระบบสระหรือบ่อเติมน้ำ ระบบเก็บกักน้ำ ระบบนำกลับมาใช้ การบำบัดหลังสูบมาใช้ และการนำน้ำไปใช้ ดังรูปที่ 3 การวางแผน ออกแบบ ก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินจึงต้อง พิจารณาองค์ประกอบของระบบต่าง ๆ ให้เหมาะสม (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ, 2563)



รูปที่ 3 องค์ประกอบของระบบจัดการเติมน้ำใต้ดิน (Dillon et al., 2014)

1. พื้นที่รวมน้ำ (Capture zone) เป็นส่วนของพื้นที่รับน้ำ การนำน้ำเข้ามาในระบบเติมน้ำ หรือผันน้ำมาเติมในระบบเติมน้ำใต้ดิน ระบบในส่วนนี้มีลักษณะแตกต่างกันไปตามลักษณะพื้นที่ ภูมิประเทศ ขนาดพื้นที่รับน้ำ การใช้ที่ดิน สิ่งปกคลุมดิน ลักษณะแหล่งน้ำ ปริมาณน้ำและคุณภาพของน้ำที่จะได้ แหล่งน้ำสำหรับระบบเติมน้ำใต้ดินมีหลายประเภท (Government of India, 2007) เช่น ฝนในพื้นที่รับน้ำ ทางน้ำธรรมชาติไหลเคียง น้ำซับและชั้นน้ำบาดาล น้ำผิวดิน จากอ่างเก็บน้ำในลุ่มน้ำและข้ามลุ่มน้ำ น้ำผ่านการบำบัดจากระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น

น้ำจากแหล่งต่าง ๆ จะมีปริมาณและคุณภาพต่างกันไป ดังนั้น การประเมินเพื่อออกแบบระบบเติมน้ำจึงต้องทราบข้อมูลต่าง ๆ ของน้ำแต่ละแหล่ง เช่น ปริมาณน้ำที่สามารถนำมาใช้ได้ ช่วงเวลาที่มีน้ำใช้ในการเติมเข้าระบบเติมน้ำใต้ดินได้ คุณภาพน้ำและระบบบำบัดก่อนเติม และระบบลำเลียงน้ำ (Conveyance system) เข้าสู่ระบบเติมน้ำใต้ดิน เป็นต้น

2. ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนเติม (Pretreatment) เป็นส่วนที่ต้องดำเนินการเมื่อคุณภาพน้ำไม่เหมาะสมต่อการเติมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน เนื่องจากคุณภาพน้ำผิวดินมีหลายปัจจัยที่ทำให้คุณภาพน้ำมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เช่น ฝน สิ่งปนเปื้อนจากหลังคา การใช้ที่ดิน ปุ๋ย สารกำจัดศัตรูพืช สิ่งปนเปื้อนจากกิจกรรมต่าง ๆ เป็นต้น เมื่อตรวจวัดคุณภาพน้ำดิบแล้วต้องทำการประเมินความเหมาะสมของน้ำดิบ ว่าสามารถเติมน้ำใต้ดินได้หรือไม่ หากมีคุณภาพน้ำไม่เหมาะสม จำเป็นต้องจัดทำระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบก่อนเติมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน วิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบมีหลายวิธี ขึ้นอยู่กับคุณภาพน้ำดิบที่ต้องการทำการปรับปรุง เช่น ระบบตกตะกอนด้วยสารเคมี หรือด้วยการพักในบ่อ ระบบกรองด้วยทรายกรอง บึงประดิษฐ์ เป็นต้น หลังจากคุณภาพน้ำดิบอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถเติมลงใต้ดินแล้วจึงจะสามารถดำเนินการเติมน้ำได้

3. ระบบเติมน้ำ (Recharge) เป็นส่วนที่ออกแบบไว้สำหรับการนำน้ำที่ได้ปรับปรุงคุณภาพแล้วลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน ซึ่งในส่วนของระบบเติมน้ำจะแตกต่างกันออกไปตามลักษณะความเหมาะสมทางอุทกธรณีวิทยา และตามวิธีการเติมน้ำ สิ่งที่ต้องออกแบบของระบบเติมน้ำ เช่น ปริมาณการเติมน้ำที่ต้องการ ชั้นน้ำใต้ดินที่ต้องการเติมน้ำ เป็นต้น ระบบเติมน้ำสามารถสร้างให้เติมน้ำบนผิวดินหรือเติมลงสู่ชั้นน้ำบาดาลโดยตรงก็ได้ เช่น สระเติมน้ำ บ่อเติมน้ำ และระบบ ASR เป็นต้น

4. เก็บกักน้ำใต้ดิน (Subsurface storage) ส่วนใหญ่ คือ ชั้นน้ำบาดาลระดับตื้น เป็นชั้นน้ำบาดาลในตะกอน หรือ หินร่วน (unconsolidated rock) เป็นชั้นน้ำบาดาลแบบไร้แรงดันในที่มีระดับน้ำบาดาลไม่ตื้นเกินไป มีช่องว่างเพียงพอที่จะกักเก็บน้ำได้ บางระบบเป็นการเติมน้ำในชั้นน้ำบาดาลที่เป็นหินแข็งที่มีรอยแตก หรือเป็นชั้นน้ำบาดาลที่มีแรงดัน ก็ต้องออกแบบระบบเติมน้ำให้เหมาะสม กับสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นน้ำบาดาลและคุณภาพน้ำ

ลักษณะชั้นน้ำใต้ดิน (Aquifer Geometry) เป็นข้อมูลสำคัญในการกำหนดปริมาณน้ำที่สามารถกักเก็บได้ความหนา ความลึกของชั้นน้ำบาดาล ลักษณะชลศาสตร์ (hydraulic properties) ของชั้นหินให้น้ำในหินร่วนกึ่งหินแข็ง และชั้นหินให้น้ำในหินแข็ง ของพื้นที่เป็นสิ่งที่ต้องทราบในการวางแผนการเติมน้ำใต้ดิน เช่น ในกรณีของระบบ surface water spreading techniques พื้นที่ที่สนใจเป็นชั้นน้ำบาดาลระดับตื้น (shallow depths) สิ่งที่สำคัญ คือ ค่าต่าง ๆ ทางชลศาสตร์ที่จะช่วยให้สามารถรักษาอัตราการซึมของน้ำลงสู่ใต้ดินให้สูงได้

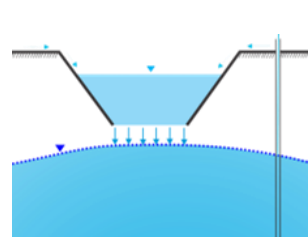
5. ระบบการนำน้ำกลับมาใช้ (Recovery) เป็นระบบสูบน้ำใต้ดินที่ก่อสร้างในพื้นที่ที่กำหนดว่าจะนำน้ำกลับขึ้นมาใช้ ในช่วงเวลาที่ต้องการ อาจจะเป็นบ่อน้ำตื้น บ่อบาดาล โดยสามารถออกแบบก่อสร้างให้สอดคล้องกับทิศทางการไหล ช่วงเวลาที่น้ำที่เติมไหลเข้ามาในเขตพื้นที่ใช้น้ำ ในบางระบบการเติมน้ำใต้ดินเพื่อประโยชน์ในทางสิ่งแวดล้อมการที่น้ำไหลออกสู่ระบบนิเวศ เช่น พื้นที่ชุ่มน้ำ ตาน้ำ ลำห้วย หรือแม่น้ำ ก็นับว่าเป็นระบบการนำกลับมาใช้แบบหนึ่ง

6. ระบบบำบัดน้ำก่อนนำไปใช้ (Post treatment) การบำบัดน้ำก่อนนำไปใช้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้น้ำ เช่น น้ำเพื่อการชลประทาน การเกษตรกรรม อาจจะไม่จำเป็นต้องทำการบำบัดก่อน แต่การใช้น้ำในการอุปโภค-บริโภค อุตสาหกรรม การผลิต และการบริการ อาจจะต้องทำการบำบัดก่อนใช้ โดยพิจารณาประเมินจากผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำจากระบบนำกลับมาใช้

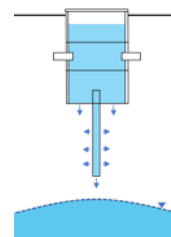
7. การนำน้ำไปใช้ (End use) เป็นสิ่งสำคัญที่กำหนดการออกแบบระบบเติมน้ำ เป็นระบบที่เกิดจากการวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำของพื้นที่และปัญหาของพื้นที่ เช่น ต้องการใช้น้ำใต้ดินในการเกษตร อุตสาหกรรม บริการ อุปโภค-บริโภค หรือรักษาสมดุลระบบนิเวศ หรือหลาย ๆ พื้นที่ที่มีการใช้น้ำบาดาลปริมาณมากเกินสมดุลของการเพิ่มเติมน้ำได้

2.7 การเติมน้ำใต้ดินระดับต้น

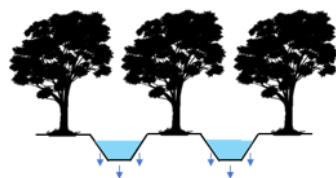
จากการพัฒนาองค์ความรู้ด้านการเติมน้ำใต้ดินอย่างเป็นระบบ โดยมีกรมทรัพยากรน้ำบาดาลเป็นหน่วยงานหลักในการผลักดัน วิธีการเติมน้ำใต้ดินที่เหมาะสมสำหรับประชาชนทั่วไป หรือหน่วยงานส่วนท้องถิ่นสามารถนำไปปรับใช้และดำเนินการได้เองในพื้นที่ของตน คือ วิธีการเติมน้ำในชั้นน้ำใต้ดินระดับต้น เนื่องจากมีวิธีการก่อสร้างง่าย ต้นทุนต่ำ และไม่ซับซ้อน ส่วนการเติมน้ำในชั้นน้ำใต้ดินระดับลึก มีต้นทุนที่สูง มีรูปแบบวิธีการที่ซับซ้อน และต้องอาศัยผู้มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านในการดำเนินงาน จึงไม่แนะนำให้ประชาชนทั่วไปหรือหน่วยงานส่วนท้องถิ่นนำไปดำเนินการเอง (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2563) วิธีการเติมน้ำใต้ดินที่นิยมนำมาใช้เพื่อเติมน้ำใต้ดินระดับต้นเพื่อเพิ่มต้นทุนน้ำให้แก่ภาคการเกษตรและอุปโภค-บริโภค มี 4 วิธี (รูปที่ 4)



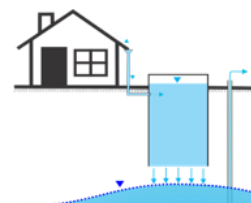
(ก) การเติมน้ำผ่านสระ



(ข) การเติมน้ำผ่านบ่อวงระดับต้น



(ค) การเติมน้ำผ่านร่องเติมน้ำ



(ง) การเติมน้ำผ่านหลังคา

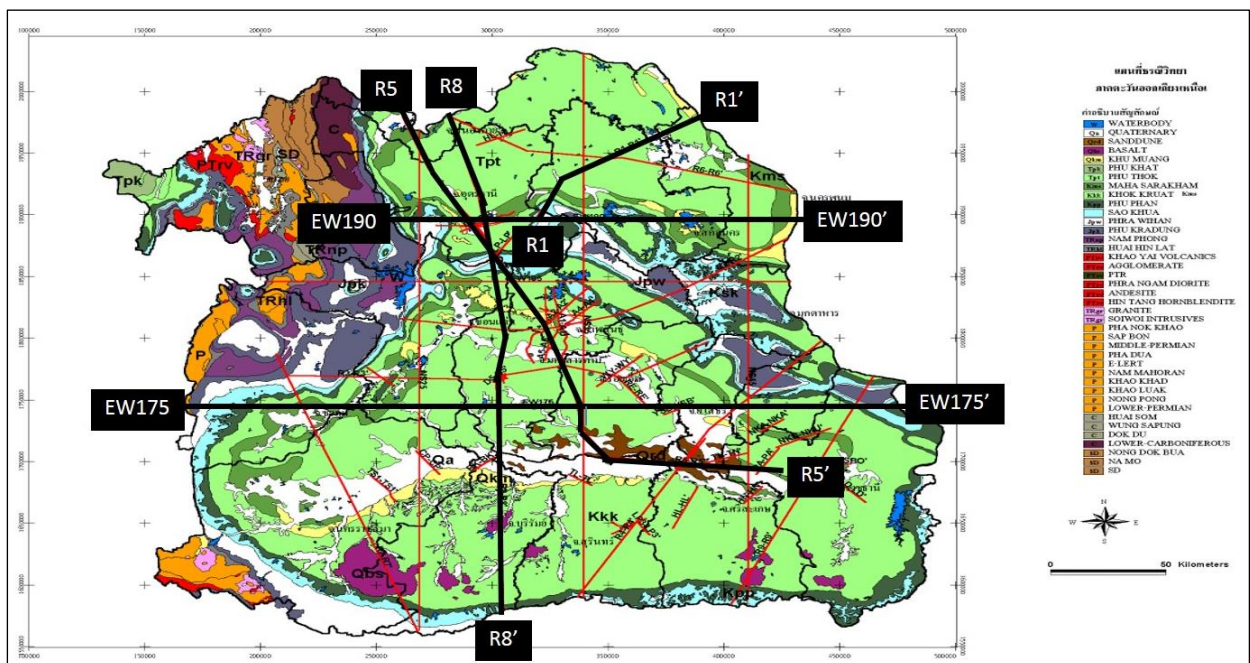
รูปที่ 4 วิธีการเติมน้ำใต้ดินระดับต้น

3. ลักษณะธรณีวิทยาและอูทกธรณีวิทยา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

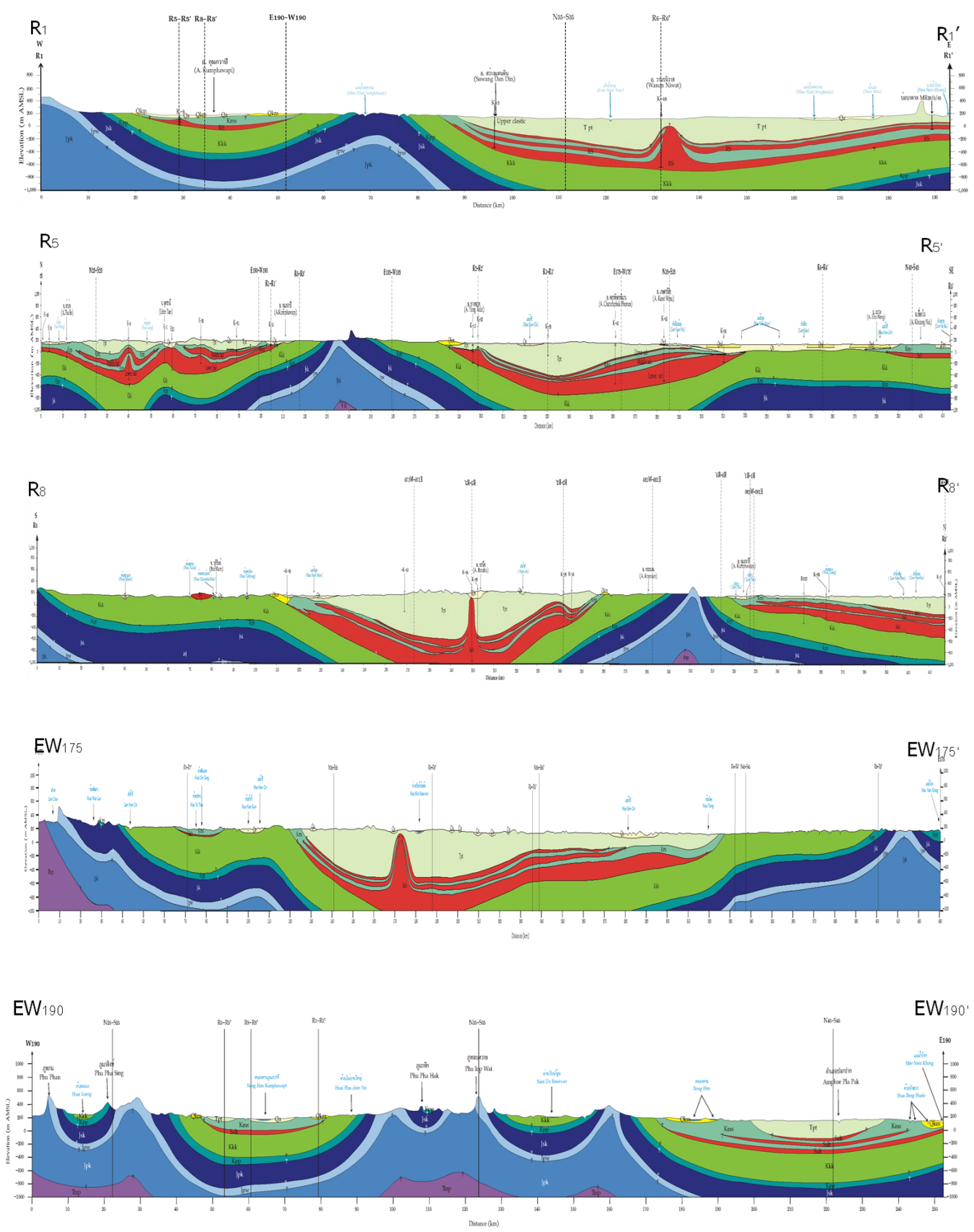
3.1 ธรณีวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือหรือที่ราบสูงโคราชถูกยกตัวขึ้นและลาดเอียงไปทางตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งเกิดขึ้นในยุคเทอร์เชียรี (Tertiary period) บริเวณขอบทางทิศตะวันตก ทิศเหนือ และทิศใต้ ถูกยกตัวขึ้น และบางส่วนถูกกัดกร่อนระหว่างมหายุคซีโนโซอิก (Cenozoic era) มีแนวโค้งงอของหิน 3 แนว ซึ่งมีทิศทางไปทางตะวันตกเฉียงเหนือ ทำให้เกิดแอ่งโคราชและแอ่งสกลนคร ภาคตะวันออกเฉียงเหนือสามารถแบ่งลักษณะทางธรณีวิทยาได้เป็น 3 ลักษณะ คือ แอ่งโคราช แอ่งสกลนคร และเทือกเขาภูพาน บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประกอบด้วย หินตะกอนเกิดในมหายุคมีโซโซอิก เรียกว่า กลุ่มหินโคราช (Mesozoic sedimentary rocks of Khorat group) ทางตอนใต้ของภาคเป็นหินบะซอลต์ยุคเทอร์เชียรี บริเวณที่ราบตอนกลางของพื้นที่มีแม่น้ำใหญ่ 2 สาย คือ แม่น้ำมูล และแม่น้ำชี ทำให้เกิดตะกอนลำน้ำ (alluvium) ซึ่งเกิดในยุคควอเทอร์นารี (Quaternaryperiod)

ธรณีวิทยาโดยทั่วไปบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประกอบด้วย หินชั้นของกลุ่มหินโคราช (Khorat Group) เป็นชั้นหินสีแดงมหายุคมีโซโซอิกสะสมตัวบนภาคพื้นทวีป (Non-marine red beds) เป็นส่วนใหญ่ ประกอบด้วย หินทรายแป้ง หินทราย หินโคลน และหินกรวดมน ความหนาของหินทั้งสิ้นอาจถึง 4,000 เมตร มีอายุตั้งแต่ยุคโทรแอสซิกตอนปลายถึงยุคครีเทเชียส-เทอร์เชียรีวางทับอยู่บนพื้นผิวที่เกิดจากการผุร่อนของหินมหายุคพาลีโอโซอิกตอนบน โดยที่ชั้นหินเอียงลาดเล็กน้อยสู่ใจกลางแอ่งโคราชและแอ่งสกลนคร บริเวณทิศใต้ของที่ราบสูงโคราชมีหินบะซอลต์ยุคควอเทอร์นารีไหลคลุมกลุ่มหินโคราชเป็นหย่อม ๆ ธรณีวิทยาบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประกอบด้วย หินและตะกอนที่มีอายุและลักษณะต่าง ๆ (มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553) แสดงดังรูปที่ 5 และ 6



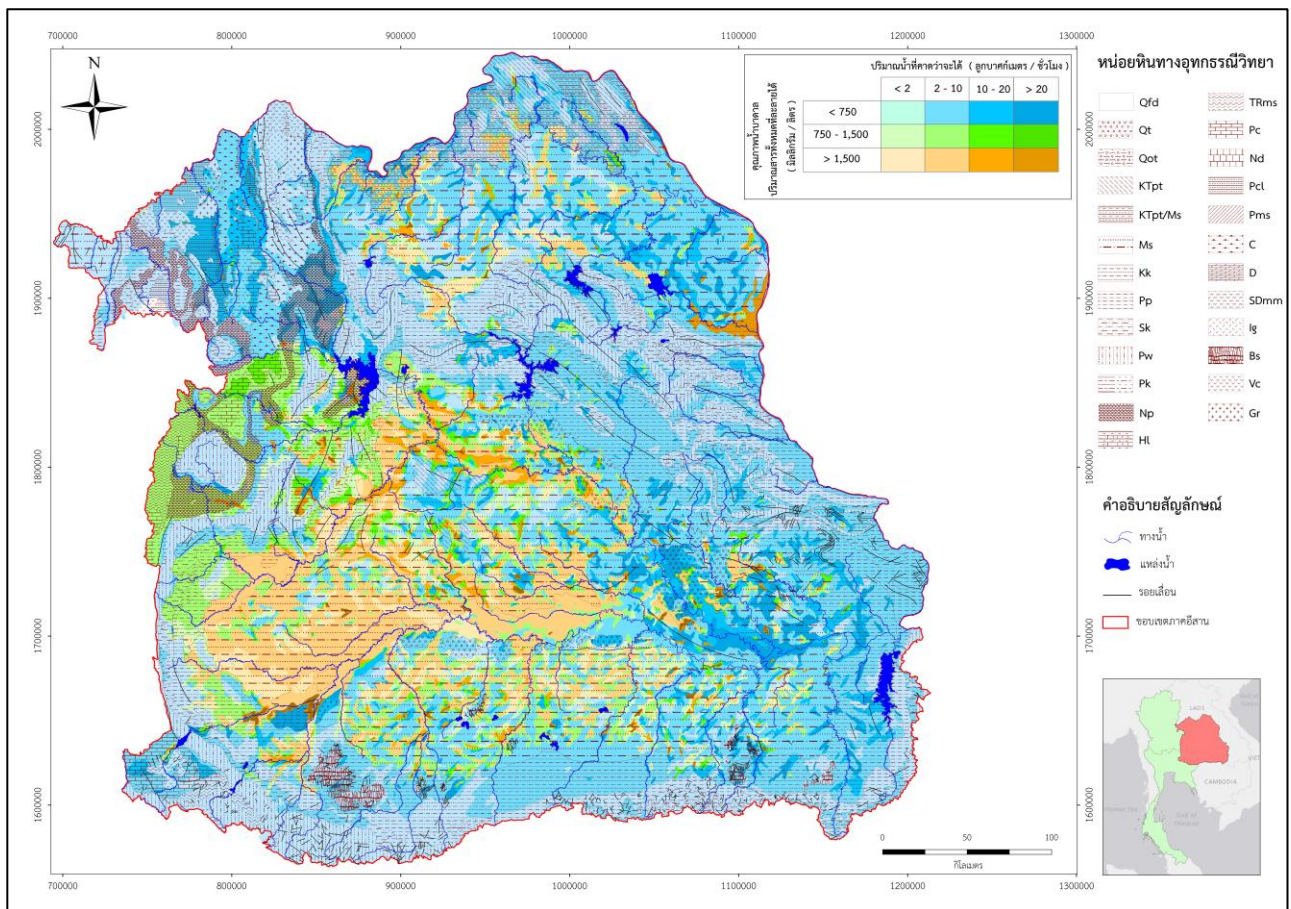
รูปที่ 5 แผนที่ธรณีวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553)



รูปที่ 6 ภาพตัดขวางทางธรณีวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553)

3.2 อุทกธรณีวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จากการศึกษาข้อมูลแผนที่อุทกธรณีวิทยาของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มาตราส่วน 1:100,000 จัดทำโดยกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ปี พ.ศ.2553 พบว่าลักษณะอุทกธรณีวิทยาของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นชั้นหินให้น้ำในตะกอนหินร่วน ชั้นหินให้น้ำในตะกอนหินร่วนกึ่งหินแข็ง และชั้นหินให้น้ำในหินแข็งรวม 26 ชนิด โดยพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นชั้นหินให้น้ำโดกกรวดและชั้นหินให้น้ำมหาสารตาม ซึ่งมีแร่เกลือหินรวมอยู่ด้วย ทำให้พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการแพร่กระจายของน้ำบาดาลกร่อย-เค็ม รายละเอียดแผนที่อุทกธรณีวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือแสดงดังรูปที่ 7 และคำอธิบายตารางที่ 1



รูปที่ 7 แผนที่อุทกธรณีวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2553)

ตารางที่ 1 หน่วยหินให้น้ำในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ(กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2553)

ลำดับ	หน่วยหิน	คำอธิบาย	ตร.กม.	กลุ่มชั้นหินให้น้ำ
1	Qfd	ชั้นหินให้น้ำตะกอนน้ำพา	8,577.25	ชั้นหินให้น้ำกลุ่มตะกอนหิน ร่วน
2	Qt	ชั้นหินให้น้ำตะกอนตะพักน้ำ	3,095.40	
3	Qot	ชั้นหินให้น้ำตะกอนตะพักน้ำยุคเก่า	0.4	
4	KTpt	ชั้นหินให้น้ำหินชุดภูทอก	2,472.70	ชั้นหินให้น้ำกลุ่มหินตะกอน / ชั้นหินให้น้ำกลุ่มหินแปร
5	KTpt/Ms	ชั้นหินให้น้ำหินชุดภูทอก/หินชุดมหาสารคาม	4,792.30	
6	Ms	ชั้นหินให้น้ำหินชุดมหาสารคาม	63,652.38	
7	Kk	ชั้นหินให้น้ำหินชุดโดกกรวด	26,742.39	
8	Pp	ชั้นหินให้น้ำหินชุดภูพาน	11,741.67	
9	Sk	ชั้นหินให้น้ำหินชุดเสาข้าว	13,929.73	
10	Pw	ชั้นหินให้น้ำหินชุดพระวิหาร	9,501.16	
11	Pk	ชั้นหินให้น้ำหินชุดภูกระดึง	4,651.21	
12	Np	ชั้นหินให้น้ำหินชุดน้ำพอง	4,829.45	
13	Hl	ชั้นหินให้น้ำหินชุดห้วยหินลาด	163.36	
14	TRms	ชั้นหินให้น้ำหินชั้นกึ่งแปรยุคใหม่	405.54	
15	Pc	ชั้นหินให้น้ำหินคาร์บอนเตอายุเพอร์เมียน	2,384.93	
16	Nd	ชั้นหินให้น้ำหินชุดน้ำดุก	5.03	
17	Pcl	ชั้นหินให้น้ำหินตะกอนอายุเพอร์เมียน	1,481.96	
18	PCms	ชั้นหินให้น้ำหินชั้นกึ่งแปรอายุเพอร์เมียน	863.96	
19	C	ชั้นหินให้น้ำอายุคาร์บอนิเฟอรัส	3,341.94	
20	D	ชั้นหินให้น้ำอายุดีโวเนียน	245.38	
21	SDmm	ชั้นน้ำหินแปรอายุไซลูเรียน-ดีโวเนียน	364.5	
22	Ig	ชั้นหินให้น้ำหินอัคนี	388.76	ชั้นหินให้น้ำกลุ่มหินอัคนี
23	Bs	ชั้นหินให้น้ำหินบะซอลต์	1,134.00	
24	Vc	ชั้นหินให้น้ำหินภูเขาไฟ	1,360.32	
25	Gr	ชั้นหินให้น้ำหินแกรนิต	503.64	
26	W	แหล่งน้ำ	1,129.14	

1. ชั้นหินให้น้ำตะกอนหินร่วน (Unconsolidated Aquifers)

ประกอบด้วย ตะกอนกรวด ทราย ทรายแป้ง เศษหิน และดินเหนียว ซึ่งยังไม่สมานตัวหรือยังไม่จับตัวกัน โดยทั่วไปแล้วชั้นหินให้น้ำประเภทนี้ น้ำบาดาลจะถูกกักเก็บอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอนต่าง ๆ ปริมาณน้ำบาดาลจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความหนาของแหล่งสะสมตะกอน มีการัดขนาดของเม็ดตะกอนดี และเม็ดตะกอนมีความกลมมนมาก ก็จะกักเก็บน้ำบาดาลไว้ได้มาก ชั้นหินให้น้ำในตะกอนหินร่วนในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2553) ประกอบด้วย

1.1 ชั้นหินให้น้ำตะกอนน้ำพา (Quaternary Flood Plain Deposits Aquifer ; Qfd) ประกอบด้วย ชั้นตะกอนกรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว รวมทั้งตะกอนทางน้ำต่าง ๆ ที่เกิดเป็นบริเวณแถบ ๆ ตามแนวคดโค้งของลำน้ำ จัดเป็นชั้นน้ำบาดาลระดับตื้น ความลึกของชั้นน้ำบาดาลประมาณ 15-50 เมตร ความสามารถในการให้น้ำอยู่ในช่วง 5-30 ลบ.ม./ชม.

1.2 ชั้นหินให้น้ำตะกอนตะพักน้ำ (Quaternary Terrace Deposits Aquifer ; Qt) เกิดจากการสะสมตัวของตะกอนพวกกรวด ทราย ทรายแป้ง ดินเหนียว และศิลาแลง ความลึกของชั้นน้ำบาดาลประมาณ 50-150 เมตร ความสามารถในการให้น้ำอยู่ในช่วง 10-100 ลบ.ม./ชม.

1.3 ชั้นหินให้น้ำตะกอนตะพักลำน้ำยุคเก่า (Old Terrace Deposits Aquifer ; Qot) หมวดหินภูเขาทอง ประกอบด้วย ตะกอนทรายปนกรวด ดินเหนียว และทรายแป้ง

2. ชั้นหินให้น้ำกลุ่มหินชั้น (Sedimentary-Rock Aquifers)

ชั้นหินให้น้ำในกลุ่มหินชั้นประเภทหินตะกอน ถือได้ว่าเป็นชั้นหินให้น้ำที่สำคัญที่สุดในพื้นที่นี้ เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือปกคลุมหรือรองรับด้วยกลุ่มหินโคราช และขอบแอ่งที่ราบสูงโคราชปกคลุมด้วยกลุ่มหินสระบุรี โดยในทางธรณีวิทยา ซึ่งสามารถสรุปชั้นหินให้น้ำในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้ดังต่อไปนี้

2.1 ชั้นหินให้น้ำภูทอก (Phu Thok Aquifer)

ชั้นหินให้น้ำภูทอก ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง พบแผ่กระจายเป็นพื้นที่บริเวณกว้าง หรืออาจกระจายตัวเป็นหย่อมเล็ก ๆ ตามพื้นที่ราบลุ่มของกลุ่มน้ำต่าง ๆ ทั้งในเขตลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล ทั้งนี้ชั้นหินให้น้ำภูทอกในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประกอบด้วย 3 หมวดหิน ได้แก่ หมวดหินภูทอกตอนบน (Upper Phu Thok Aquifer) หมวดหินภูทอกตอนกลาง (Middle Phu Thok Aquifer) และ หมวดหินภูทอกตอนล่าง (Lower Phu Thok Aquifer)

น้ำบาดาลในชั้นหินให้น้ำหินชุดภูทอก โดยส่วนใหญ่่มักเจาะบ่อน้ำบาดาลได้น้ำจากส่วนของหินที่เกิดการฟุ้ง หรือบริเวณหินที่มีเนื้อประสานน้อย หรือตามบริเวณแนวรอยแตกของชั้นหิน โดยพื้นที่ดังกล่าวมักแสดงลักษณะเด่นที่เห็นได้อย่างชัดเจน คือ เป็นแนวหินเปลี่ยนสีจากสีแดงอิฐเป็นหินทรายสีขาว ปริมาณน้ำโดยส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ระหว่าง 5-10 ลบ.ม./ชม.ต่อบ่อ ที่ระดับความลึกเฉลี่ยประมาณ 40 ม. บางพื้นที่ที่มีหมวดหินภูทอกตอนกลางหนาจจะให้ปริมาณน้ำมากกว่า 20 ลบ.ม./ชม.ต่อบ่อ

2.2 ชั้นหินให้น้ำมหาสารคาม (Mahasarakham Aquifer)

เป็นชั้นหินให้น้ำที่ส่วนใหญ่วางตัวปกคลุมพื้นที่ราบใจกลางแอ่ง ทั้งแอ่งโคราช และแอ่งสกลนคร ลำดับชั้นหินที่สมบูรณ์ของหมวดหินมหาสารคาม ประกอบด้วย ชั้นเกลือหิน วางตัวอยู่ 3 ชั้น คือ ชั้นเกลือหินตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง โดยระหว่างชั้นเกลือหินชั้นกลางด้วยหินโคลน ซึ่งมีลักษณะเป็นดินโคลนและ ๆ ชุ่มน้ำเต็ม สลับด้วยชั้นแอนไฮไดรต์เป็นช่วง ๆ ความหนาของชั้นหินโคลนตอนล่างโดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 50-100 ม. เนื้อชั้นหินโคลนตอนล่างขึ้นมาเป็นชั้นเกลือหินตอนกลาง ซึ่งมีความหนาไม่แน่นอน และมักจะคดโค้งไปตามแรงบีบอัด ชั้นเกลือหินตอนกลาง จะปิดทับด้วยชั้นหินโคลนตอนกลาง ที่มีลักษณะเนื้อหินเหมือนกับชั้นหินโคลนตอนล่าง ถัดขึ้นมาเป็นชั้นเกลือหินตอนบน ซึ่งปิดทับด้วยหินโคลนชุดภูทอกตอนล่าง ชั้นหินให้น้ำนี้โดยส่วนใหญ่่มักเป็นหินโคลน ที่ให้น้ำบาดาลเต็ม

2.3 ชั้นหินให้น้ำโคราชตอนบน (Upper Khorat Aquifer)

ชั้นหินให้น้ำโคราชตอนบนหรือชั้นหินให้น้ำโคกกกรวด (Khok Kraut Aquifer, Kk) เป็นหมวดหินที่วางตัวอยู่ตอนบนสุดของกลุ่มหินโคราช มักโผล่ให้เห็นตามพื้นที่ขอบแอ่งของแอ่งโคราชและแอ่งสกลนคร ส่วนในพื้นที่ราบกลางแอ่งมักจะถูกปิดทับด้วยชั้นเกลือหินของหมวดหินมหาสารคาม หมวดหินโคกกกรวด

ประกอบด้วย หินทราย หินทรายแป้งสลับด้วยหินดินดาน สีน้ำตาลแดงถึงม่วงแดงมักพบเม็ดกรวดขนาดเล็กทรงกลมรีแทรกตัวอยู่ในเนื้อหิน สีของเม็ดกรวดมักมีสีที่เข้มกว่าเนื้อหินดินดาน ในทางอุทกธรณีวิทยา บ่อน้ำบาดาลที่เจาะในชั้นหินให้น้ำโคราช มักได้น้ำบาดาลคุณภาพดี ยกเว้นกรณีที่ได้รับอิทธิพลของชั้นเกลือหินที่วางตัวปิดทับอยู่ตอนบน หรืออยู่ในบริเวณพื้นที่ใกล้เตียง น้ำเค็มอาจไหลเข้าไปแทรกตัวตามแนวรอยแตกของชั้นหิน ทำให้กลายเป็นชั้นหินให้น้ำเค็ม โดยทั่วไปหากจะพบในรอยแตกในชั้นหินจะได้ในเกณฑ์น้ำค่อนข้างต่ำระหว่าง 5-10 ลบ.ม./ชม.ต่อบ่อ เท่านั้น

2.4 ชั้นหินให้น้ำโคราชตอนกลาง (Middle Khorat Aquifer)

ประกอบด้วย ชั้นหินให้น้ำ 3 ชั้น คือ ชั้นหินให้น้ำภูพาน (Phu Phan Aquifer, Pp) ที่วางตัวอยู่ด้านบน ชั้นหินให้น้ำเสาชั่ว (Sao Khua Aquifer, Sk) ชั้นกลาง และชั้นหินให้น้ำพระวิหาร (Phra Wihan Aquifer, Pw) ที่วางตัวอยู่ด้านล่าง ชั้นหินให้น้ำโคราชตอนกลางมักจะไหลให้เป็นหน้าผาหรือสันเขาขรุขระ ตามขอบแอ่งด้านทิศตะวันออกของแอ่งโคราช และแอ่งสกลนคร นอกจากนี้ในบริเวณที่ราบสูงโคราชแล้ว ยังพบหินชุดนี้ในบริเวณขอบที่ราบสูงโคราชทั้งทางด้านทิศใต้และทิศตะวันออกเช่นเดียวกับชุดหินภูพาน ในทางอุทกธรณีวิทยาชั้นหินให้น้ำโคราชตอนกลาง โดยส่วนใหญ่จะให้ปริมาณจำกัด ทั้งนี้เนื่องจากส่วนประกอบของหินโดยเฉพาะในส่วนบน คือ หินทราย และส่วนล่าง คือ หินทราย เป็นหินทรายเนื้อแน่นหรือหินทรายแป้งที่มีเนื้อหินแน่นดกทนต่อการสึกกร่อน เป็นชั้นหินหนา มีแนวรอยแตกน้อย สำหรับให้น้ำบาดาลซึมผ่านเข้าไปกักเก็บในเนื้อหิน สำหรับหินทรายเสาชั่ว โดยส่วนใหญ่แล้วมักเป็น soft shale โดยในพื้นที่บางแห่ง เป็นหนองน้ำเก่า หรือบริเวณพื้นที่พบซากไดโนเสาร์ ชั้นหินเสาชั่วที่เจาะลึกลงไปมีลักษณะเป็นโคลนตม (mud) การเจาะบ่อน้ำบาดาลในหินทรายเสาชั่ว จะต้องเลือกเจาะในพื้นที่ที่เป็นหินดินดานเนื้อแข็ง และเปราะแตกหักได้ง่าย พื้นที่ที่เป็น hard fractured shale อาจให้น้ำบาดาลสูงถึง 20 ลบ.ม./ชม. และบางแห่งอาจได้น้ำพุตามบริเวณพื้นที่เชิงเขา

2.5 ชั้นหินให้น้ำโคราชตอนล่าง (Lower Khorat Aquifer)

ประกอบด้วย ชั้นหินให้น้ำภูกระดึง (Phu Kradung Aquifer, Pk) วางตัวอยู่ช่วงบน รองรับด้วยชั้นหินให้น้ำพอง (Nam Phong Aquifer, Np) และชั้นหินให้น้ำห้วยหินลาด (Huai Hinlad Aquifer, Hl) โดยชั้นหินให้น้ำโคราชตอนล่าง มักไหลให้เห็นตามบริเวณพื้นที่ลาดเอียงเชิงเขาทั้งในบริเวณที่ราบสูงโคราช และภาคอื่น ๆ ของประเทศ

ในทางอุทกธรณีวิทยาชั้นหินให้น้ำโคราชตอนล่าง โดยเฉพาะในส่วนตอนบนอันเป็นชั้นหินให้น้ำภูกระดึง ถือได้ว่าเป็นชั้นหินให้น้ำที่มีความสำคัญมาก โดยหินดินดานของชั้นหินให้น้ำภูกระดึง มักเป็นหินดินดานเนื้อแข็ง เปราะแตกหักง่าย และน้ำบาดาลสามารถไหลซึมลงไปกักเก็บตามช่องว่างที่เกิดจากการแตกหักของหินดังกล่าว รวมทั้งสามารถซึมลงไปกักเก็บตามแนวรอยต่อระหว่างชั้นหิน บ่อน้ำบาดาลที่เจาะในหินภูกระดึง โดยส่วนใหญ่ได้น้ำคุณภาพดี ปริมาณน้ำอยู่ในเกณฑ์ระหว่าง 5-50 ลบ.ม./ชม. ที่ระดับความลึกไม่เกิน 60 ม. สำหรับชั้นหินให้น้ำพอง และชั้นหินให้น้ำห้วยหินลาด ที่วางตัวรองรับใต้ชั้นหินภูกระดึงนั้น มักไหลให้เห็นเป็นบริเวณแคบ ๆ เป็นเนินเขา แต่จากส่วนบนของชั้นหินให้น้ำห้วยหินลาด ซึ่งเป็นหินดินดานที่มีแนวรอยแตกมาก คล้ายคลึงกับหินชุดภูกระดึง หากเจาะบ่อในชั้นหินดังกล่าว จะได้น้ำบาดาลเช่นเดียวกับหินชุดภูกระดึง

2.6 ชั้นหินให้น้ำคาร์บอนเตอายุเพอร์เมียน (Permian Carbonate Aquifer)

ประกอบด้วย หินปูนสีเทา มีหินเชิร์ตสีดำ หินดินดานสีเทา หินทราย และหินกรวดมนสีเทาขาว น้ำตาลแกมแดงแทรกสลับ ได้แก่ หินปูนในกลุ่มหินราชบุรี (Ratburi Group) ความลึกของชั้นน้ำบาดาล ประมาณ 20-40 ม. ความสามารถในการให้น้ำอยู่ในช่วง 1-40 ลบ.ม./ชม.

3. ชั้นหินให้น้ำกลุ่มหินแปร (Metamorphic Aquifers)

เป็นชั้นหินในยุคต่าง ๆ ของกลุ่มหินผ่านการบีบอัดทางธรณีวิทยาหรือหินแปรเกรดต่ำ ทำให้เกิดความคดโค้งของชั้นหินต่าง ๆ ประกอบด้วย หินทราย หินดินดาน และหินดินดานเนื้อฉนวนสลับกับชั้นหินเชิร์ต ปริมาณน้ำเฉลี่ยในเกณฑ์ 2-20 ลบ.ม./ชม. คุณภาพน้ำโดยส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง

4. ชั้นหินให้น้ำกลุ่มหินอัคนี (Igneous Aquifers)

ชั้นหินให้น้ำสำหรับในพื้นที่แอ่งน้ำบาดาลนครราชสีมา อุบลราชธานี มักเป็นชั้นหินให้น้ำของกลุ่มหินอัคนี ซึ่งโดยส่วนใหญ่ประกอบด้วย หินภูเขาไฟฟู (Volcanic Aquifer, Vc) จำพวกหินไรโอไรต์ แอนดิไซต์ และหินแทฟไฟ โดยหินภูเขาไฟดังกล่าวมีทั้งหินภูเขาไฟยุคเก่าในยุคทีโอเนียน และหินยุคใหม่ในยุคไทรแอสซิก สำหรับหินอัคนีอีกประเภทหนึ่งเป็นหินแกรนิต (Granite Aquifer, Gr) ซึ่งเป็นยุคเก่าในยุคไทรแอสซิก และหินบะซอลต์ (Basalt Aquifer, Bs) โดยแบ่งเป็นหินบะซอลต์ยุคไทแอสซิกหรือหินบะซอลต์ยุคเก่า และหินบะซอลต์ยุคเทอร์เชียรีหรือหินบะซอลต์ยุคอ่อน

4.1 ชั้นหินให้น้ำหินบะซอลต์ (Basalt Aquifer)

เป็นหินบะซอลต์ ประกอบด้วย อัลคาไลต์โอลิวีนบะซอลต์ สีดำถึงเทาเขียว ทั้งแบบหินเนื้อแน่นและแบบฟองอากาศ รวมทั้งหินบะซอลต์ยุคเทอร์เชียรี ซึ่งมักมีแนวรอยแตกแบบเสาคหกเหลี่ยม ส่วนที่เป็นชั้นหินให้น้ำมักเป็นแนวรอยฟูในชั้นหิน ปริมาณน้ำเฉลี่ยในเกณฑ์ 2-20 ลบ.ม./ชม. บางแห่งอาจได้น้ำมากกว่า 20 ลบ.ม./ชม. คุณภาพน้ำโดยส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงดี

4.2 ชั้นหินให้น้ำหินภูเขาไฟ (Volcanic Aquifer)

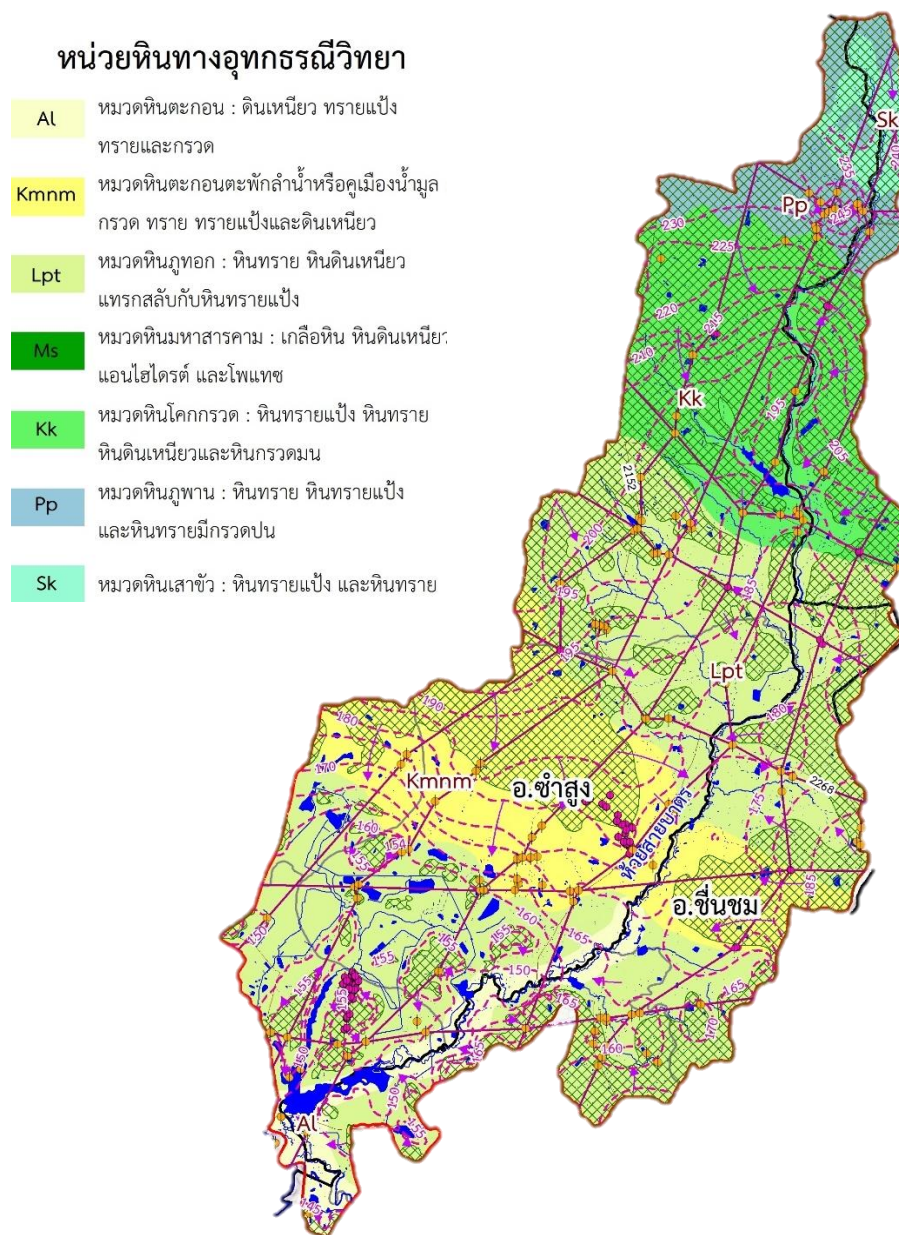
เป็นกลุ่มหินภูเขาไฟยุคต่าง ๆ เช่น หินไดอะเบส และหินกรวดคละของหินไดอะเบสแทฟไฟ หินไดอะเบสยุคทีโอเนียน รวมทั้งหินกรวดภูเขาไฟ หินแอนดิไซต์ หินไรโอไรต์ หินแอนดิไซติกแทฟไฟ ยุคไทรแอสซิกถึงเพอร์เมียน ส่วนที่เป็นชั้นหินให้น้ำมักเป็นแนวรอยแตกในชั้นหิน ปริมาณน้ำเฉลี่ย 2-20 ลบ.ม./ชม. คุณภาพน้ำโดยส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดี

4.3 ชั้นหินให้น้ำหินแกรนิต (Granitic Aquifer)

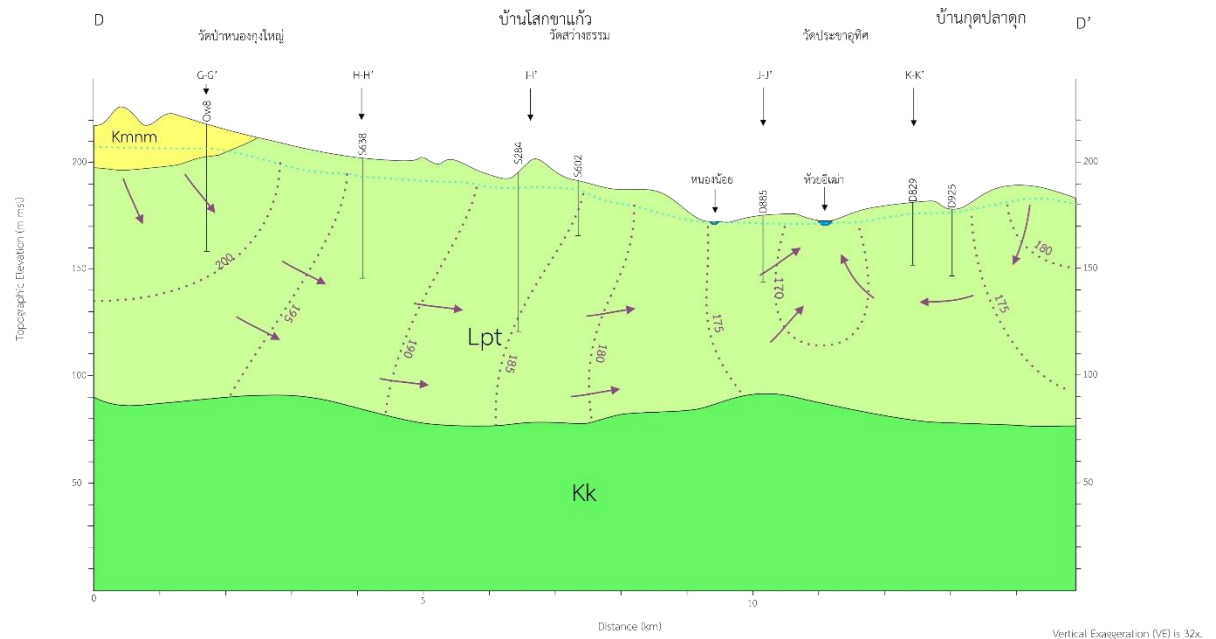
เป็นหินแกรนิตยุคต่าง ๆ ตั้งแต่ยุคไทรแอสซิกและไทรแอสซิกถึงเพอร์เมียน ประกอบด้วย หินแกรนิต หินฮอร์น-เบลนด์มัสโคไวต์แกรนิต แกรนไดออไรต์ และหินแกรนิตลายดอก ส่วนที่เป็นชั้นหินให้น้ำคือส่วนผุพังของหิน และส่วนที่เป็นแนวรอยหินแตก ปริมาณน้ำเฉลี่ย 2-10 ลบ.ม./ชม. คุณภาพน้ำโดยส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงดี

3.3 อุทกธรณีวิทยาพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสายบาตร

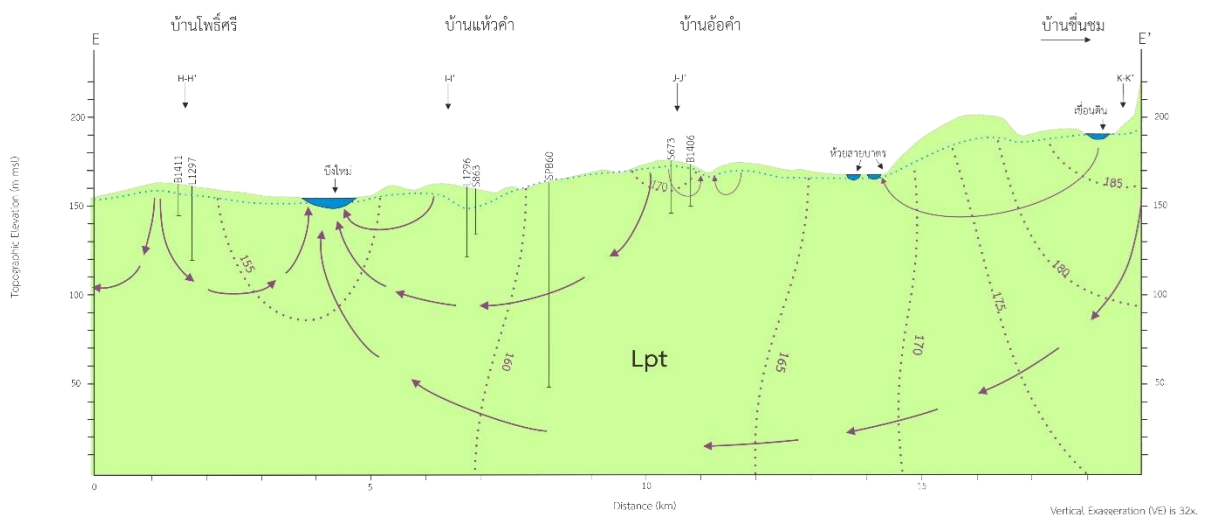
ลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาของลุ่มน้ำห้วยสายบาตร ประกอบด้วย ชั้นหินให้น้ำในตะกอนหินอ่อน ประกอบด้วย ตะกอนตะพักลำน้ำ และตะกอนน้ำพา กระจายตัวอยู่บริเวณตอนกลางของพื้นที่ และชั้นหินให้น้ำหินแข็ง ประกอบด้วย หินทราย หินทรายแป้ง และหินดินดาน รองรับด้วยหน่วยหินมหาสารคามที่มีเกลือหินวางตัวที่ระดับความลึกประมาณ 100-150 เมตรจากผิวดิน ส่งผลให้พื้นที่ลุ่มบริเวณทางทิศใต้ของพื้นที่มีการแพร่กระจายของน้ำบาดาลกร่อยถึงเต็ม ทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในพื้นที่ที่มีทิศทางการไหลจากบริเวณพื้นที่สูงทางด้านทิศเหนือและขอบด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตกของพื้นที่ศึกษา ซึ่งเป็นบริเวณพื้นที่รับน้ำ (Recharge zone) ไหลผ่านชั้นหินอุ้มน้ำไปยังพื้นที่สูญเสียน้ำ (Discharge Area) แสดงดังรูปที่ 8 และ 9



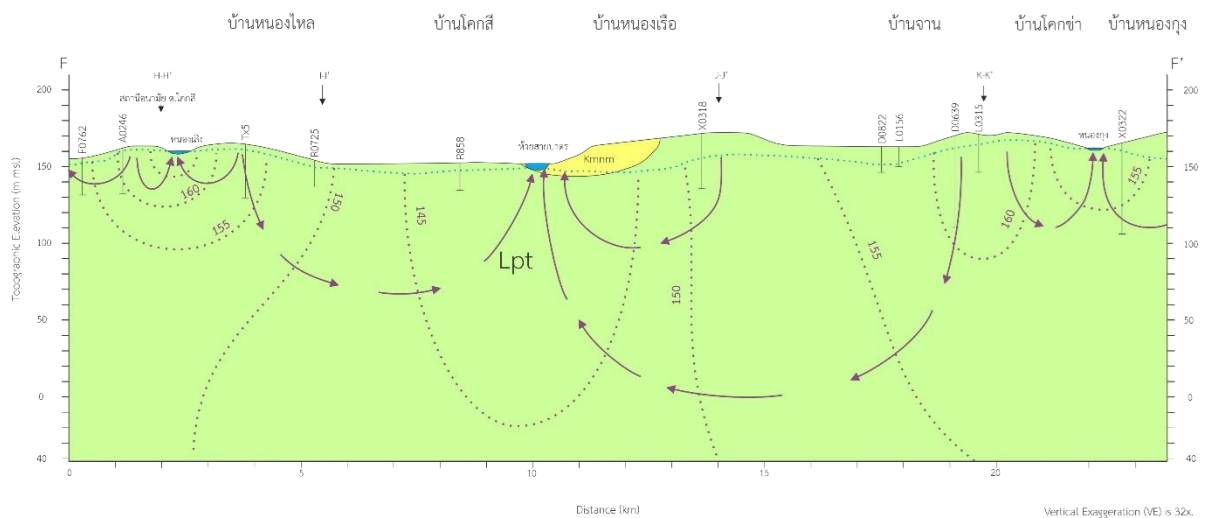
รูปที่ 8 แผนที่อุทกธรณีวิทยาพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสายบาตร



Vertical Exaggeration (VE) is 32x.

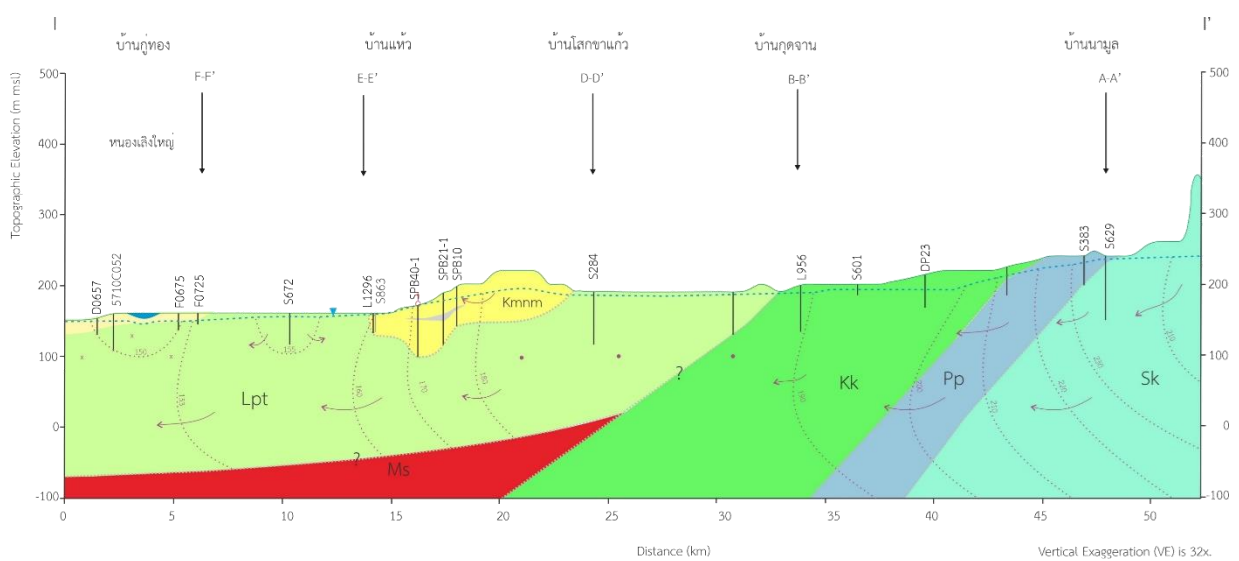
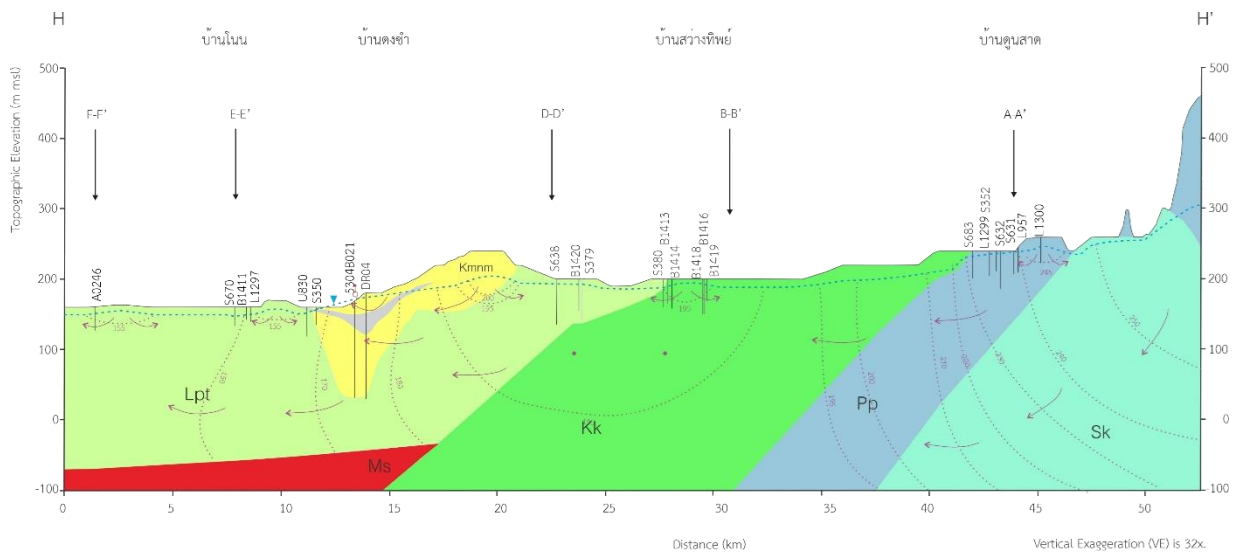
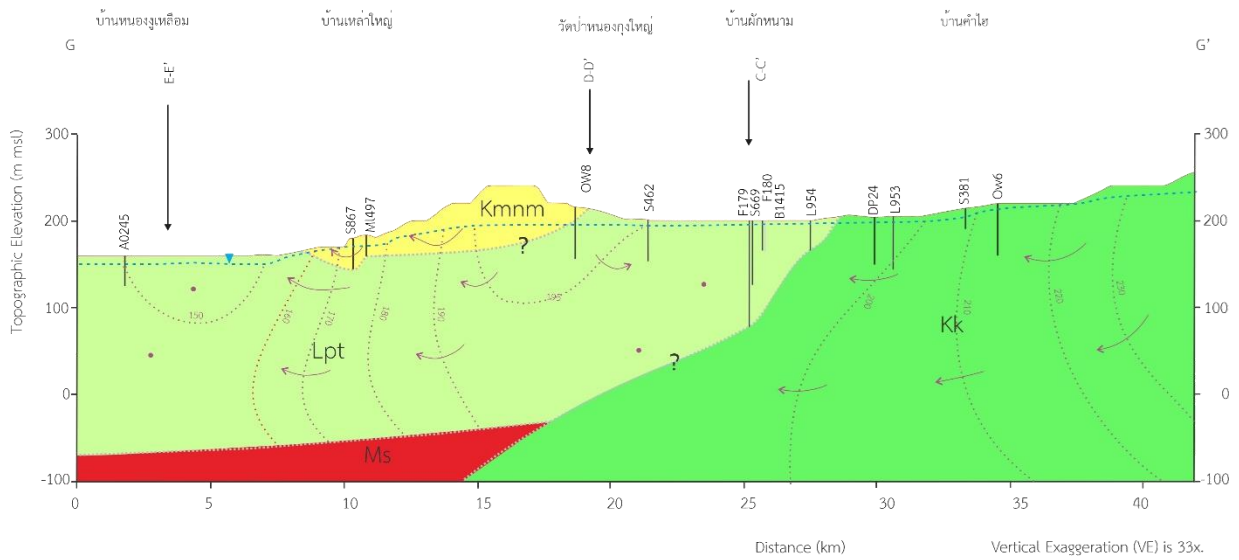


Vertical Exaggeration (VE) is 32x.

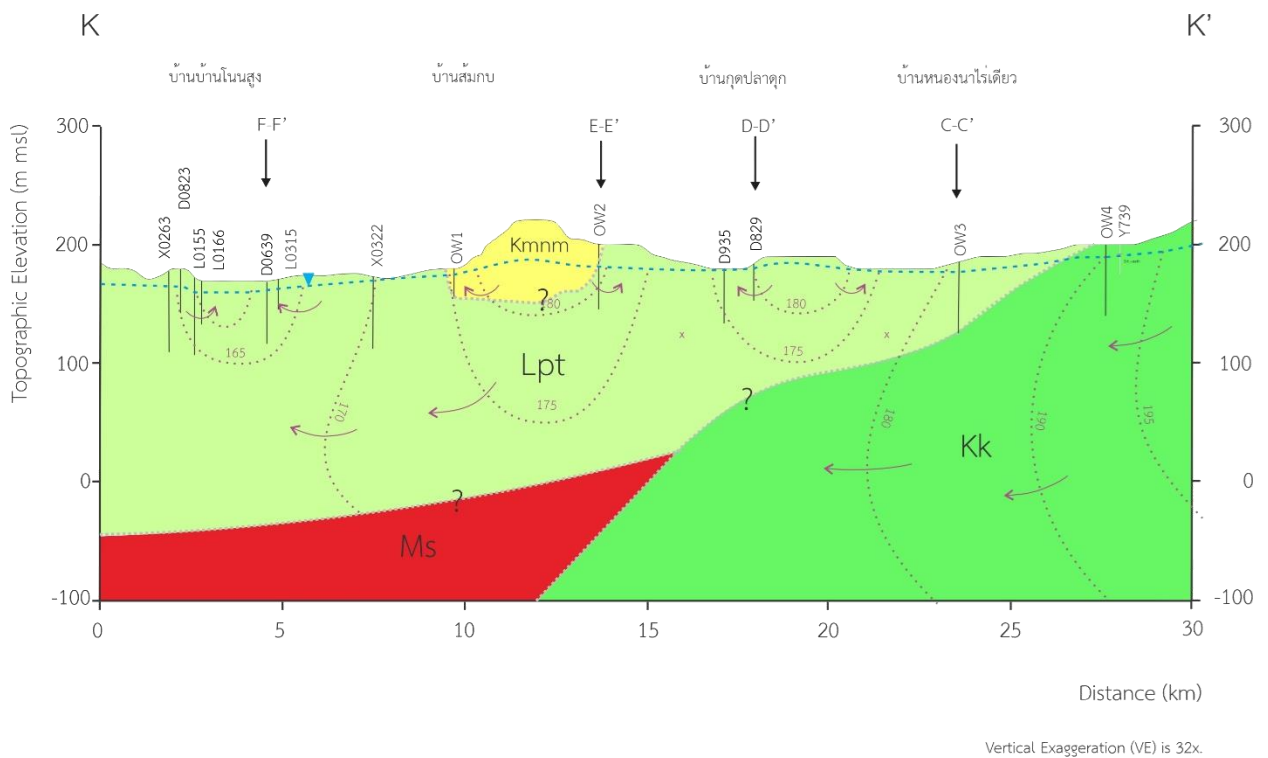
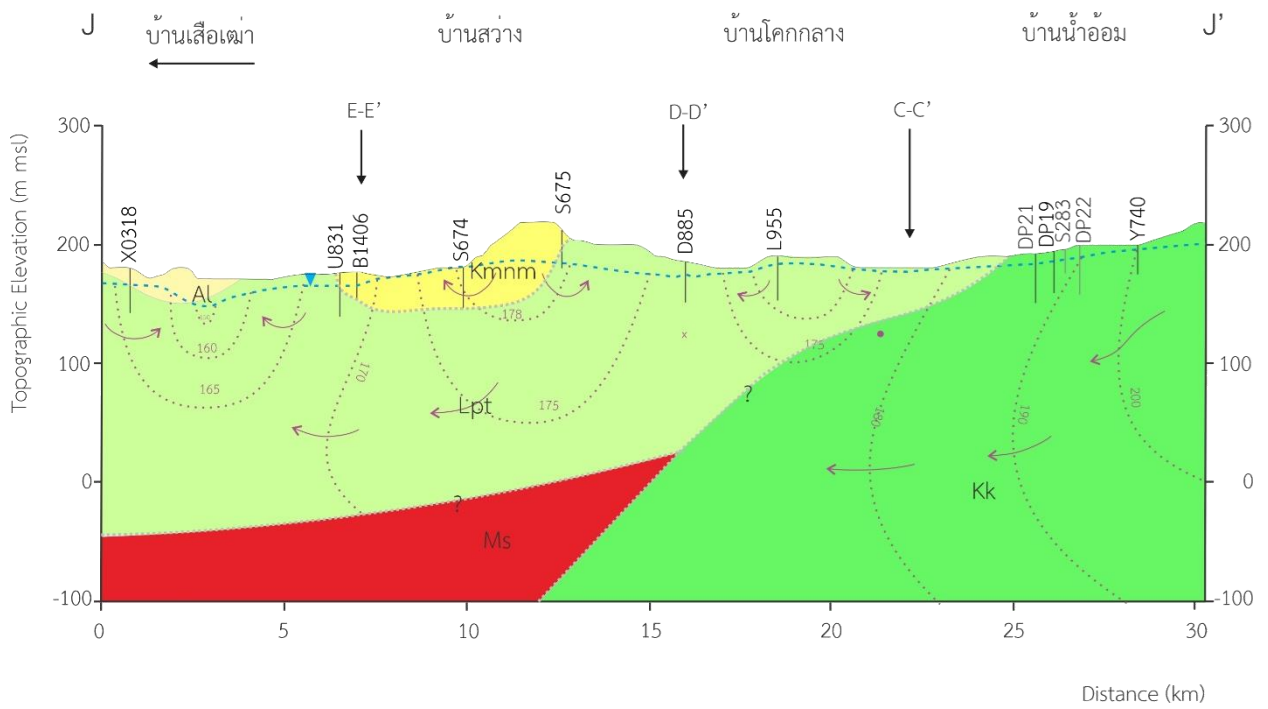


Vertical Exaggeration (VE) is 32x.

รูปที่ 9 ภาพตัดขวางแผนที่อุทกธรณีวิทยาพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสายบาตร (ต่อ)



รูปที่ 9 ภาพตัดขวางแผนที่อุทกธรณีวิทยาพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสายบาตร (ต่อ)



รูปที่ 9 ภาพตัดขวางแผนที่ออกธรณีวิทยาพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสายบาตร (ต่อ)

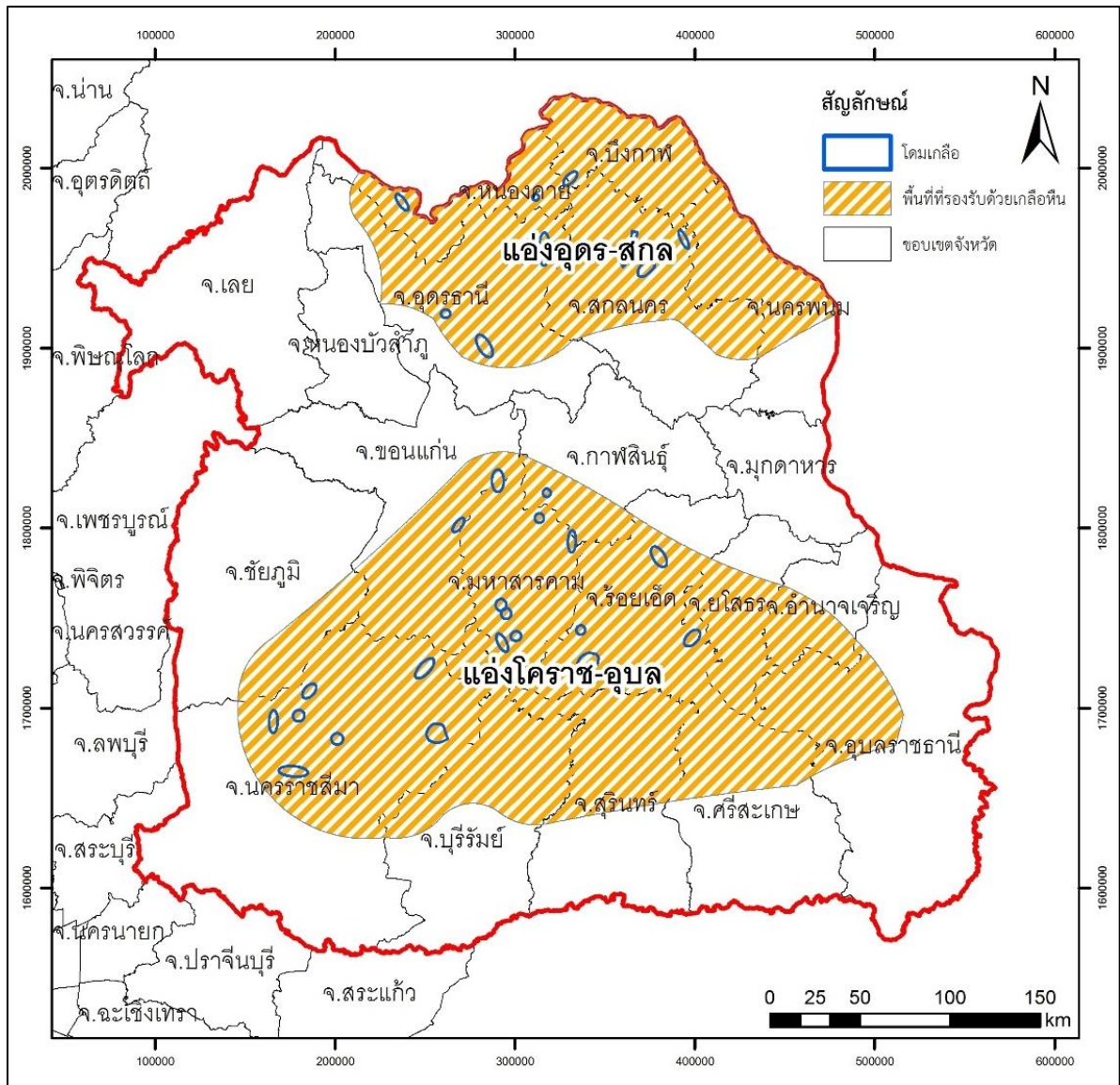
4. การแพร่กระจายความเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

การแพร่กระจายความเค็มในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สามารถพบเห็นได้ทั่วไป แบ่งการแพร่กระจายในพื้นที่ 3 ประเภท ได้แก่ ในพื้นที่ดินเค็ม แหล่งน้ำผิวดินเค็ม และน้ำบาดาลเค็ม ซึ่งทั้ง 3 ประเภทมีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือรองรับด้วยชั้นเกลือหินที่ระดับความลึกแตกต่างกัน ส่งผลให้เกิดน้ำบาดาลเค็มในระดับลึกและระดับตื้น ซึ่งในบางพื้นที่ที่มีระดับความลึกของเกลือหินอยู่ตื้น หรือมีทิศทางการไหลของน้ำบาดาลเค็มใกล้กับผิวดิน ส่งผลให้เกิดพื้นที่ดินเค็มและแหล่งน้ำผิวดินเค็มไปด้วย

4.1 แหล่งกำเนิดความเค็ม

เกลือหิน (Rock salt) เป็นคำทั่วไปที่ใช้เรียกแร่เฮไลต์ (Halite; NaCl) แร่เกลือหินมักเกิดร่วมกับแร่โพแทช เกิดจากการตกตะกอนและระเหยของน้ำทะเลโดยตรง มักจะเกิดขึ้นเฉพาะบริเวณตอนบนของชั้นแร่ที่สัมพันธ์กับน้ำบาดาลเท่านั้น (กรมทรัพยากรธรณี, 2552)

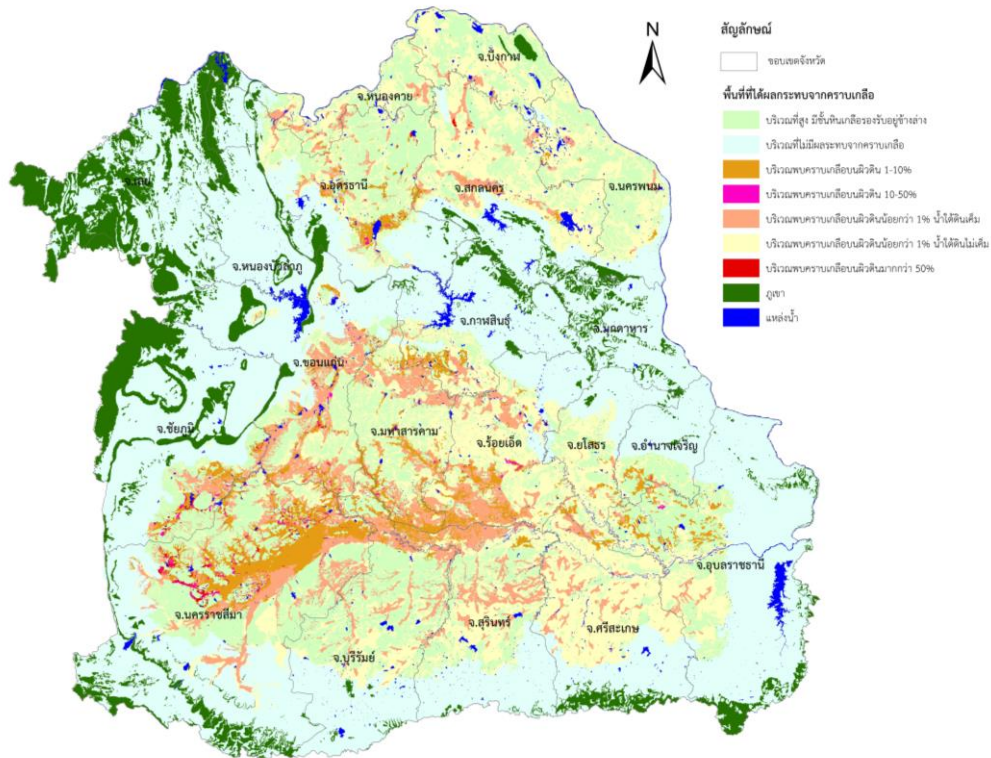
แร่เกลือหินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สามารถพบได้เฉพาะในหมวดหินมหาสารคามของกลุ่มหินโคราช ซึ่งมักจะเกิดเป็นชั้นหนา มีทั้งที่เป็นแอ่งเกลือและโดมเกลือ (ปกรณ สุวานิช, 2550) ซึ่งผลจากการเจาะสำรวจของกรมทรัพยากรธรณี ระหว่างปี พ.ศ. 2516-2526 พบว่าพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการกระจายตัวของเกลือหินและโพแทชครอบคลุมพื้นที่ประมาณกึ่งหนึ่งของภาค ลักษณะของแหล่งแร่เป็นแอ่งขนาดใหญ่ครอบคลุมหลายจังหวัด แบ่งเป็น 2 แอ่งใหญ่ โดยมีเทือกเขาภูพานเป็นตัวขวางกั้น แบ่งออกเป็น แอ่งสกลนคร ซึ่งอยู่ทางด้านเหนือ และ แอ่งโคราช ซึ่งอยู่ทางตอนใต้ (รูปที่ 10) ซึ่งมักจะเกิดเป็นชั้นหนา มีทั้งที่เป็นแอ่งเกลือและโดมเกลือ ประกอบด้วย แร่เกลือหินมากที่สุด 3 ชั้น คือ เกลือหินชั้นล่าง เกลือหินชั้นกลาง และเกลือหินชั้นบน โดยที่เกลือหินแต่ละชั้นจะถูกกั้นด้วยตะกอนดินเหนียวที่เรียกว่า ดินเหนียวชั้นล่าง และดินเหนียวชั้นกลาง (รูปที่ 11) โดยเกลือหินส่วนใหญ่พบในพื้นที่ทั้งแอ่งสกลนคร ในเขต จ.สกลนคร จ.อุดรธานี จ.หนองคาย จ.นครพนม และแอ่งโคราช ในเขต จ.นครราชสีมา จ.ชัยภูมิ จ.ขอนแก่น จ.มหาสารคาม จ.กาฬสินธุ์ จ.ร้อยเอ็ด จ.ยโสธร จ.อำนาจเจริญ จ.อุบลราชธานี จ.ศรีสะเกษ จ.สุรินทร์ จ.บุรีรัมย์ รวมเนื้อที่ประมาณ 64,000 ตร.กม. (กรมทรัพยากรธรณี, 2544)



รูปที่ 10 การกระจายตัวของแร่เกลื้อหินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

4.2 ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ดินเค็มพบกระจายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นดินที่มีการสะสมเกลือจากการละลายของหินเกลือหรือจากระดับน้ำใต้ดินที่มีเกลือละลายน้ำอยู่มาก ทำให้พบชั้นสะสมเกลือมากหรือพบคราบเกลือที่ผิวดินมาก (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558ก) ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบว่ามีเนื้อที่ 11,506,882 ล้านไร่กระจายอยู่ทั่วไปในจังหวัดต่าง ๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ยกเว้นจังหวัดหนองบัวลำภู มุกดาหาร และเลย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2549) (รูปที่ 12)



รูปที่ 12 การกระจายตัวดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

สาเหตุการเกิดดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (Sinanuwong and Takaya, 1974; Wongsomsak, 1986) ได้สรุปไว้ดังนี้

- ชั้นหินเกลือในหน่วยหินมหาสารคาม ซึ่งพบบริเวณตอนกลางของแอ่งสกลนครและแอ่งโคราช มักเกิดรอยเลื่อนพร้อมกับการโค้งตัวของโครงสร้างรูปประทุน (Salt dome) มาใกล้ผิวดิน ซึ่งเกลือจะไหลขึ้นมาตามแนวแตกหักของรอยเลื่อนโดยมีน้ำบาดาลในชั้นที่มีแรงดันเข้ามาเกี่ยวข้อง และเป็นสาเหตุของการแพร่กระจายของน้ำเค็มในชั้นที่เหนือขึ้นมา
- การผุพังสลายตัวของวัตถุกุดันกำเนิดดินที่เป็นหินทรายและหินดินดาน ที่มีเกลือเป็นองค์ประกอบอยู่ไม่ห่างจากผิวดินมากนัก ในฤดูฝนจะถูกชะล้างโดยน้ำ เมื่อน้ำระเหยออกมาก็จะเห็นคราบเกลือตามผิวดินในฤดูแล้งมีน้ำใต้ดินเค็มที่อยู่ระดับตื้นใกล้ผิวดิน

ปัจจัยร่วมที่ทำให้เกิดดินเค็ม

การที่จะเกิดดินเค็มในบริเวณใดนั้น นอกจากจะมีปัจจัยพื้นฐานแล้ว ยังต้องมีปัจจัยเฉพาะที่ร่วมด้วย เช่น

1. เป็นพื้นที่ลุ่มต่ำที่มีระดับผิวดินอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำใต้ดินเค็ม
2. เป็นพื้นที่ลุ่มต่ำที่อยู่สูงกว่าระดับน้ำใต้ดินน้อยกว่าระยะอิทธิพลของแรงดึงดูดของเหลวในช่องว่างขนาดเล็กมาก (capillary forces)
3. เป็นพื้นที่ที่มีแนวรอยแตกของเปลือกโลกพาดผ่าน ทำให้น้ำบาดาลเค็มซึมผ่านรอยแตกขึ้นมาสู่ผิวดินได้ง่าย
4. เป็นบริเวณที่มีชั้นเกลือขึ้นมาอยู่ใกล้ผิวดิน ซึ่งทำให้เกิดการละลายของเกลืออย่างมหาศาล
5. เป็นบริเวณที่มีการตัดไม้ทำลายป่าอย่างกว้างขวาง น้ำฝนสามารถซึมผ่านลงไปชั้นดินได้มากขึ้น ส่งผลให้ระดับน้ำใต้ดินซึ่งเป็นน้ำเค็มสูงขึ้น จนอยู่ในระยะอิทธิพลของแรงดึงดูดของเหลวในช่องว่างขนาดเล็กมาก น้ำเค็มจึงสามารถแพร่กระจายขึ้นสู่ผิวดินได้

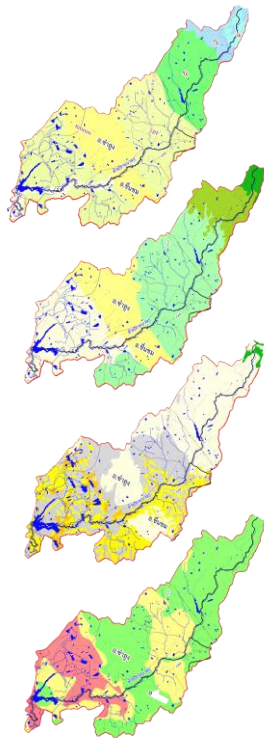
4.3 การจำแนกอุทกธรณีวิทยาต้นแบบภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

การจำแนกพื้นที่ตามสภาพแวดล้อมทางอุทกธรณีวิทยาเป็นการประมวลข้อมูลสิ่งแวดล้อมร่วมกับข้อมูลทางอุทกธรณีวิทยาแล้วจำแนกเขตตามสภาพในเชิงพื้นที่เพื่อพิจารณาแนวทางการพัฒนาและบริหารจัดการในแต่ละเขตซึ่งมีรายละเอียดแตกต่างกัน และเป็นฐานข้อมูลสำหรับการศึกษาพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินในขั้นต่อไป

ลุ่มน้ำห้วยสายบาตร มีลักษณะทางอุทกธรณีวิทยารองรับด้วยหินตะกอน น้ำบาดาลที่ได้ถูกกักเก็บในชั้นหินให้น้ำตะกอนหินร่วน หน่วยหินตะกอนน้ำพา และหน่วยหินตะกอนตะพักลำน้ำ ประกอบด้วยดินเหนียว ทรายแป้ง ทราย กรวด และกักเก็บตามแนวรอยแตกของหินทราย หินทรายแป้ง และหินดินดาน ของกลุ่มหินโคราช รองรับด้วยหมวดมหาสารคาม มีแร่เกลือหินทำให้เกิดการแพร่กระจายของความเค็มที่ผิวดิน น้ำบาดาลระดับตื้น และน้ำบาดาลระดับลึก ขึ้นกับระดับความลึกของการวางตัวของเกลือหิน และทิศทางการไหลของน้ำบาดาล

ลุ่มน้ำห้วยสายบาตรเหมาะสมที่จะใช้เป็นพื้นที่ลุ่มน้ำตัวแทนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากตั้งอยู่ในพื้นที่กลางแอ่งโคราช มีความหลากหลายในเชิงอุทกธรณีวิทยา เนื่องจากมีชั้นน้ำบาดาลในหน่วยหินร่วนและหินแข็งที่ค่อนข้างครบถ้วน และมีการปรากฏของพื้นที่น้ำบาดาลเค็มและพื้นที่ดินเค็ม มีการใช้น้ำบาดาลมาก และภูมิประเทศจากที่สูงเชิงเขา เนินลอนลาด จนถึงที่ราบแบบพื้นที่ชุ่มน้ำ บริเวณจุดบรรจบของห้วยสายบาตรกับแม่น้ำพอง มีการใช้ที่ดินเป็นรูปแบบทั่วไปของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ การใช้ที่ดินในเขตเมือง เขตเกษตรกรรม และเขตพื้นที่ชลประทาน รวมอยู่ในพื้นที่เดียว

การจำแนกพื้นที่ตามสภาพแวดล้อมทางอุทกธรณีวิทยาสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสายบาตร ได้พิจารณาปัจจัยหลัก 4 ด้าน ได้แก่ (1) หน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยา (2) ธรณีสัณฐาน (3) ดินเค็ม และ (4) คุณภาพน้ำบาดาล



หน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยา ประกอบด้วย หน่วยหินภูพาน (Pp) และเสาซัว (Sk) หน่วยหินโคกกรวด (Kk) หน่วยภูทอกตอนล่าง (Lpt) หน่วยหินตะกอนน้ำพา (Al) และตะกอนตะพักลำน้ำ (Kmmn)

ธรณีสัณฐาน จำแนกตามสภาพพื้นผิวภูมิประเทศและความลาดชัน ได้แก่ พื้นที่ภูเขา ที่ราบเชิงเขา ที่ราบลอนคลื่น ที่ราบยกกระดี่ และที่ราบลุ่มแม่น้ำ

ดินเดิม พิจารณาจากข้อมูลทราบเกลือที่พบบนผิวดิน ได้แก่

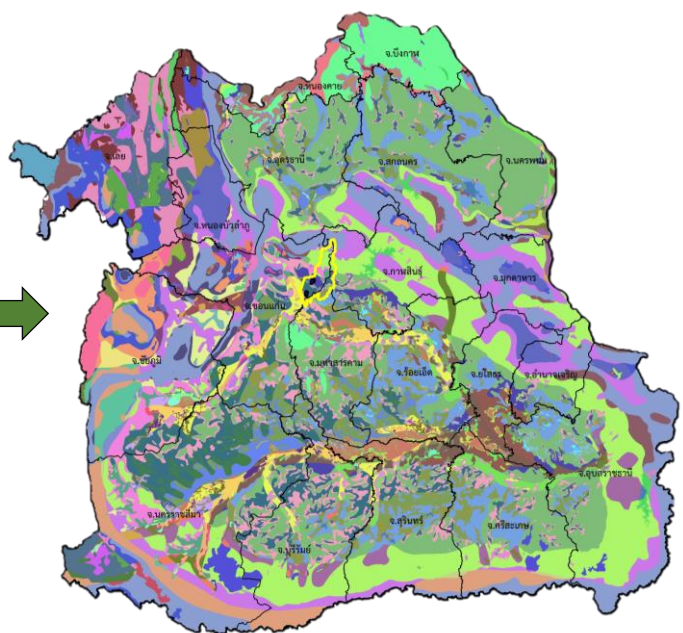
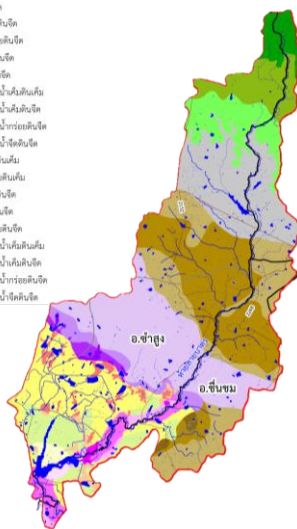
- (1) บริเวณที่ไม่มีผลกระทบจากทราบเกลือ พบทราบเกลือ < 1% (ดินจืด) และน้ำใต้ดินไม่เค็ม
- (2) พบทราบเกลือ 1-10% น้ำใต้ดินเค็ม
- (3) พบทราบเกลือ 10-50%
- (4) ทราบเกลือ > 50% และ
- (5) บริเวณที่มีชั้นหินเกลือรองรับ

คุณภาพน้ำบาดาล พิจารณาปริมาณ TDS

- น้ำบาดาลจืด ค่า TDS < 500 มก./ล.
- น้ำบาดาลกร่อย ค่า TDS 500-1,500 มก./ล.
- น้ำบาดาลเค็ม ค่า TDS > 1,500 มก./ล.

จากการวิเคราะห์ปัจจัยทั้ง 4 ด้าน พบว่า สามารถจำแนกตามสภาพแวดล้อมทางอุทกธรณีวิทยา ลุ่มน้ำห้วยสายบาตร ได้ทั้งสิ้น 20 พื้นที่ โดยพื้นที่มากที่สุด คือ พื้นที่ลักษณะธรณีสัณฐานที่ราบยกกระดี่ ตะกอนตะพักลำน้ำ ตะกอนน้ำพา น้ำบาดาลจืด ดินจืด มีพื้นที่เท่ากับ 113.98 ตร.กม. รองลงมาคือพื้นที่ที่ราบลอนคลื่น หมวดหินภูทอกตอนล่าง น้ำบาดาลกร่อย ดินจืด มีพื้นที่เท่ากับ 111.74 ตร.กม. และพื้นที่น้อยที่สุด คือ ที่ราบลุ่มแม่น้ำ ตะกอนตะพักลำน้ำ ตะกอนน้ำพา น้ำบาดาลเค็ม ดินเค็ม มีพื้นที่เท่ากับ 2.11 ตร.กม. ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมทางอุทกธรณีวิทยาต้นแบบของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (รูปที่ 13)

สภาพแวดล้อมทางอุทกธรณีวิทยา



รูปที่ 13 สภาพแวดล้อมทางอุทกธรณีวิทยา ลุ่มน้ำห้วยสายบาตรและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

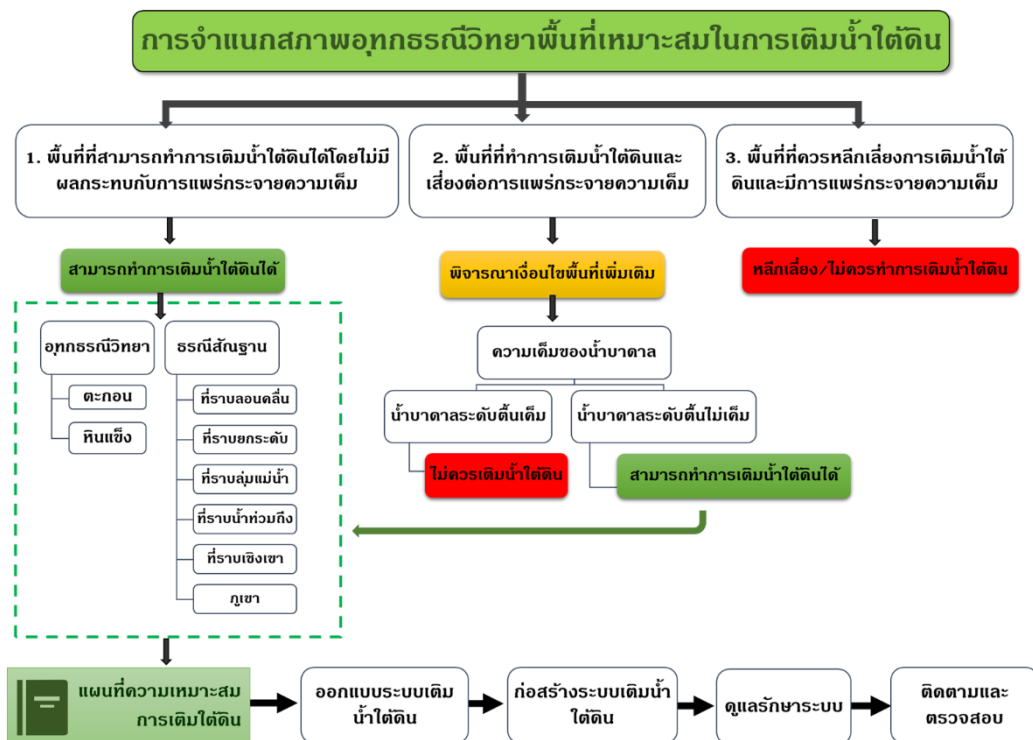
จากนั้นนำสภาพแวดล้อมทางอุทกธรณีวิทยาที่ได้มาจัดกลุ่มตามการแพร่กระจายความเค็ม (ดินเค็มและน้ำบาดาลเค็ม) เพื่อจำแนกพื้นที่ที่เหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดิน โดยขั้นตอนการพิจารณาสภาพอุทกธรณีวิทยาพื้นที่ที่เหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินตามการแพร่กระจายความเค็ม แสดงดังรูปที่ 14 ในขั้นตอนนี้ พื้นที่ที่สามารถทำการเติมน้ำใต้ดินได้ จะต้องพิจารณาปัจจัยเชิงพื้นที่ตามแผนที่ความเหมาะสมการเติมน้ำใต้ดิน วิธีการเติมน้ำ แล้วจึงทำการออกแบบ ก่อสร้าง ติดตามผล และบำรุงรักษา ระบบเติมน้ำใต้ดินได้ตามลำดับ

การจัดกลุ่มสภาพอุทกธรณีวิทยาพื้นที่ที่เหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินตามการแพร่กระจายความเค็มโดยแบ่งออกเป็น 3 พื้นที่ ดังนี้ (รูปที่ 15)

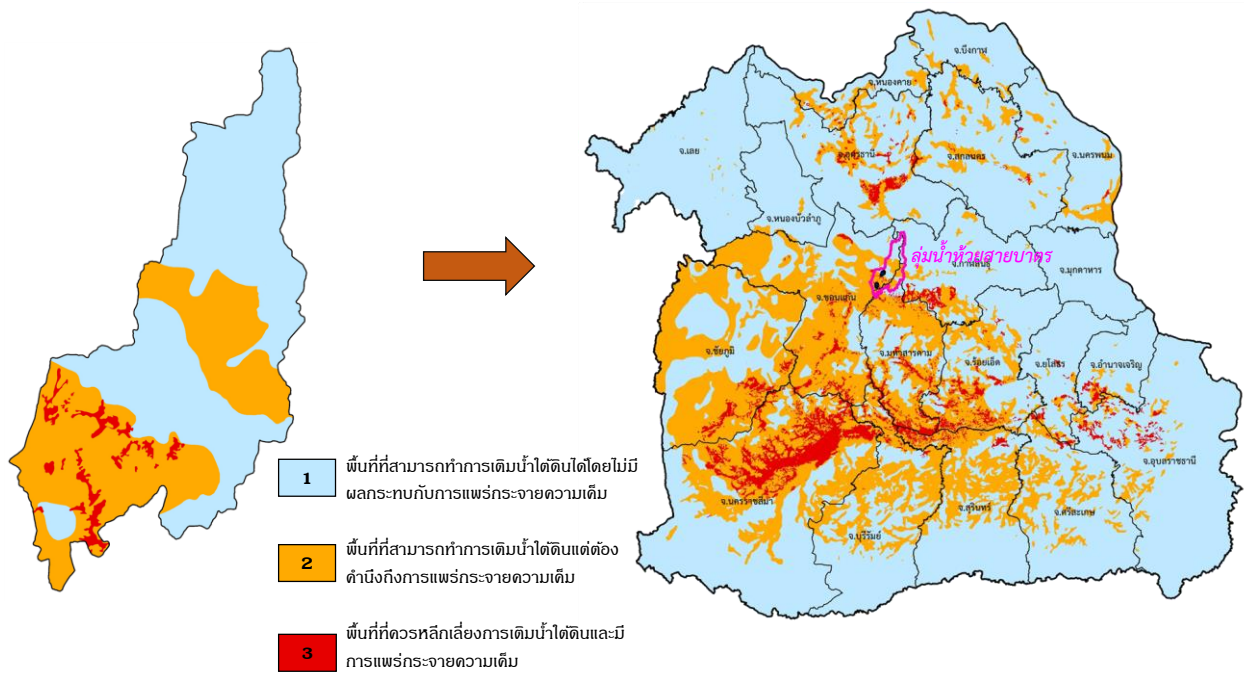
1) พื้นที่ที่สามารถทำการเติมน้ำใต้ดินได้โดยไม่มีผลกระทบกับการแพร่กระจายความเค็ม ลักษณะพื้นที่เป็นพื้นที่ดินจืด น้ำบาดาลระดับตื้นและระดับลึกเป็นน้ำบาดาลจืด ความเค็มน้อยกว่า 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร

2) พื้นที่ที่สามารถทำการเติมน้ำใต้ดินได้ แต่ต้องคำนึงถึงการแพร่กระจายความเค็ม เป็นพื้นที่ที่ไม่พบคราบเกลือบนผิวดิน และพิจารณาระดับน้ำบาดาลที่มีความเค็ม โดยในพื้นที่ระดับน้ำบาดาลตื้นเค็ม ต้องหลีกเลี่ยง/ไม่ควรทำการเติมน้ำใต้ดิน เนื่องจากมีความเสี่ยงสูงในการแพร่กระจายความเค็มของน้ำบาดาล แต่ในพื้นที่ที่มีระดับน้ำบาดาลเค็มอยู่ลึก การเติมน้ำใต้ดินสามารถทำได้แต่ต้องมีการพิจารณาเชิงพื้นที่ต่อ โดยพิจารณาปัจจัยในการเติมน้ำใต้ดินตามแผนที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินต่อไป

3) พื้นที่ที่ควรหลีกเลี่ยงการเติมน้ำใต้ดินและมีการแพร่กระจายความเค็ม เป็นพื้นที่ที่พบคราบเกลือที่ผิวดิน น้ำบาดาลระดับตื้นมีความเค็มมากกว่า 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 14 ขั้นตอนการพิจารณาสภาพอุทกธรณีวิทยาพื้นที่ที่เหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินตามการแพร่กระจายความเค็ม



รูปที่ 15 สภาพอุทกธรณีวิทยาพื้นที่ที่เหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินตามการแพร่กระจายความเค็ม

5. การคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการเติมน้ำใต้ดิน

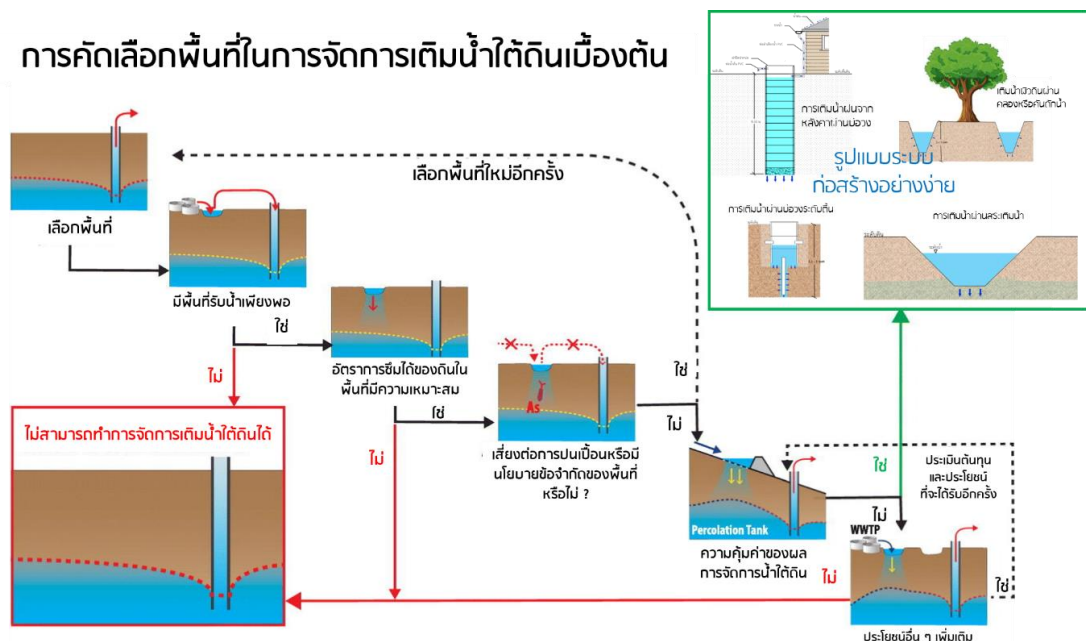
5.1 การคัดเลือกพื้นที่

ขั้นตอนการพิจารณาพื้นที่ในการเติมน้ำใต้ดินเบื้องต้นมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ (รูปที่ 16)

1. การเลือกพื้นที่ โดยความเหมาะสมของพื้นที่ที่จะส่งผลกับการเลือกวิธีเติมน้ำใต้ดิน ดังต่อไปนี้
 - **รูปแบบที่ 1 การเติมน้ำผ่านบ่อบาดาล** ส่วนใหญ่เป็นบ่อน้ำตื้น เป็นการเติมน้ำโดยการปล่อยน้ำให้ที่มีคุณภาพตกลงไปในระดับลึกโดยอาศัยแรงโน้มถ่วง เป็นการเติมน้ำในบริเวณที่มีการใช้น้ำในระดับตื้นซึ่งส่งผลให้ระดับน้ำลดลงมาก การเติมน้ำด้วยวิธีนี้สามารถผันน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินให้เติมลงสู่ชั้นน้ำบาดาลโดยตรง ชั้นน้ำบาดาลต้องมีความสามารถยอมให้น้ำซึมผ่านได้ดี คุณภาพของแหล่งน้ำที่ใช้เติมลงสู่ชั้นน้ำบาดาลต้องอยู่ในเกณฑ์ที่ดีเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพน้ำเติม บริเวณพื้นที่ชุ่มชื้นน้ำที่ไหลบ่าในฤดูฝนสามารถทำร่องระบายเติมผ่านตัวกรองลงสู่บ่อบาดาลได้
 - **รูปแบบที่ 2 การเติมน้ำผ่านหลังคา** เป็นวิธีการรวบรวมน้ำฝนจากหลังคาแล้วส่งต่อลงบ่อน้ำตื้นหรือหลุมที่มีทรายหรือกรวดบรรจุอยู่ วิธีการนี้เปรียบเสมือนการนำน้ำฝนที่เหลือใช้ไปเก็บไว้ใต้ดิน เพื่อนำน้ำขึ้นมาใช้ในเวลาที่ขาดแคลน การเติมน้ำใต้ดินโดยวิธีนี้สามารถทำได้ในพื้นที่ชุ่มชื้นที่มีหลังคาหรือส่วนที่รองรับน้ำฝน วิธีการนี้เหมาะกับบริเวณที่รองรับด้วยชั้นน้ำไร้แรงดันหรือชั้นน้ำบาดาลระดับตื้น และเป็นบริเวณที่มีการลดระดับของน้ำบาดาลเพื่อให้มีระยะกักเก็บน้ำที่เติมลงไปใหม่ได้

- **รูปแบบที่ 3 การเติมน้ำผ่านสระน้ำ** เป็นการสร้างสระน้ำในพื้นที่ที่เหมาะสม เพื่อกักเก็บน้ำเพิ่มเวลาและพื้นที่สัมผัสระหว่างน้ำกับผิวดินให้มากขึ้น โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีตะกอนดินทรายที่ซึมได้เร็ว และมีแหล่งน้ำดิบที่มีปริมาณน้ำและคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการเติมลงไปกักเก็บไว้ในชั้นน้ำบาดาล การเติมน้ำผ่านสระน้ำต้องมีพื้นที่รับน้ำขนาดใหญ่เพียงพอและพื้นที่รับน้ำนั้นไม่มีการปนเปื้อนด้านคุณภาพน้ำ เป็นต้น
- **รูปแบบที่ 4 การเติมน้ำผ่านคันตักน้ำ** เป็นการกักเก็บน้ำผิวดินเพื่อให้น้ำไหลซึมลงสู่ชั้นน้ำบาดาล ชะลอการไหลของน้ำผิวดิน ลักษณะของชั้นดินมีความสามารถในการซึมผ่านได้ดี รูปแบบการก่อสร้างจะสร้างในระดับตื้น ทำให้การซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลได้รวดเร็ว เหมาะกับพื้นที่เกษตร พื้นที่ที่มีความลาดชัน โดยนอกจากเป็นการเติมน้ำใต้ดินแล้วยังเป็นการกักเก็บความชุ่มชื้นให้ชั้นดินมีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช

2. ประเมินปริมาณพื้นที่รับน้ำ น้ำท่า ที่จะเข้าสู่ระบบเติมน้ำ และปริมาณฝนร่วมด้วย ว่ามีมากเพียงพอหรือไม่
3. พิจารณาจากอัตราการซึมของดินในพื้นที่ ต้องเป็นดินที่มีอัตราการซึมได้สูง ไม่มีชั้นดินเหนียวปิดกั้นการซึมลงของน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล
4. พิจารณาความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนหรือมีนโยบายข้อจำกัดของพื้นที่หรือไม่ โดยพื้นที่ที่เหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินต้องเป็นพื้นที่ที่มีความปลอดภัย ไม่มีมลพิษทางน้ำ ไม่เป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนของน้ำผิวดินและน้ำบาดาล เช่น การเติมน้ำใต้ดินที่มีระบบใกล้เคียงกับแหล่งบำบัดน้ำเสีย ต้องมีการบำบัดน้ำเสียก่อน จึงจะสามารถนำมาเติมลงสู่ชั้นน้ำบาดาลได้ เป็นต้น
5. ความคุ้มค่าของผลการจัดการน้ำใต้ดิน โดยพิจารณาจากค่าการก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินร่วมกับผลประโยชน์ที่ได้จากการเติมน้ำใต้ดิน



ดัดแปลงจาก Alam, Sarfaraz et al., 2021

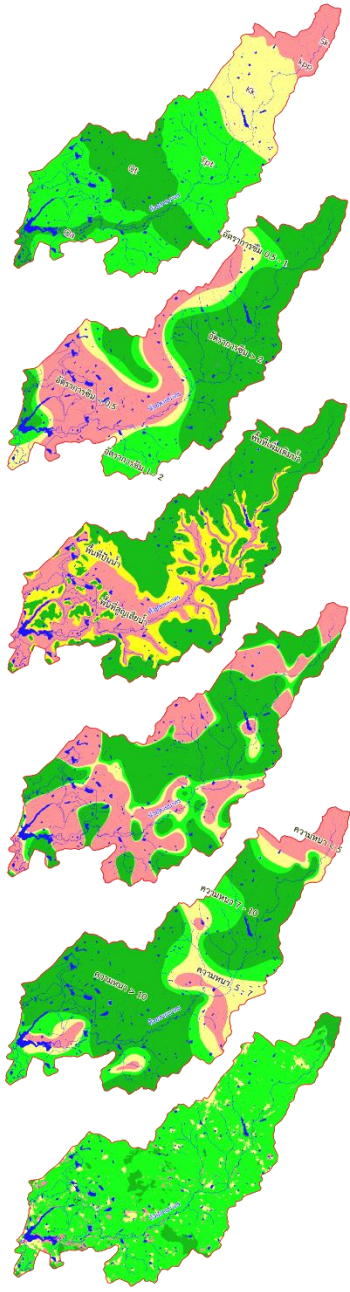
รูปที่ 16 ขั้นตอนการพิจารณาพื้นที่ในการเติมน้ำใต้ดินเบื้องต้น

5.2 การประเมินพื้นที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดิน

การประเมินความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดิน เป็นขั้นตอนแรกที่ต้องพิจารณาในการเติมน้ำใต้ดินในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2563) หากพื้นที่ใดไม่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินนั้นหมายความว่าพื้นที่ดังกล่าวไม่ควรดำเนินการเติมน้ำใต้ดิน หรือถ้าจะดำเนินการควรมีข้อควรระวังและปัจจัยพิจารณาร่วมด้วย เช่น พิจารณาระดับการเติมน้ำใต้ดิน เช่น ระดับตื้นหรือระดับลึก หากเป็นพื้นที่น้ำบาดาลเติม ที่มาจากการสำรวจบ่อบาดาลในบริเวณพื้นที่นั้นว่ามีการใช้น้ำบาดาลจากชั้นน้ำบาดาลระดับลึก พิจารณาข้อมูลชั้นดิน-หิน พบว่ามีชั้นหิน-ดินที่บดน้ำกันอยู่ระหว่างระดับตื้นกับระดับลึก การเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นก็สามารถทำได้เนื่องจากจะไม่มี การแพร่กระจายความเค็มระหว่าง 2 ชั้นน้ำบาดาล เป็นต้น

ในขั้นตอนการวิเคราะห์ศักยภาพของพื้นที่ เพื่อประเมินความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินทั้งในด้านปริมาณน้ำที่ต้องนำมาเติม ปริมาณหรือความสามารถที่จะเติมน้ำได้ โดยใช้ข้อมูลที่วิเคราะห์จากข้อมูลทุติยภูมิ และการสำรวจในภาคสนาม ทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ และวิธีการเติมน้ำที่เหมาะสมต่อไป โดยแผนที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำของกลุ่มน้ำห้วยสายบาตรใช้ปัจจัยในการพิจารณา 5 ปัจจัย ได้แก่ หน่วยหินทางธรณีวิทยา อัตราการซึมของน้ำในดิน ความลึกของระดับน้ำบาดาล ความหนาของตะกอนที่ปิดทับ พื้นที่เพิ่มน้ำ-สูญเสียน้ำบาดาล การใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยมีรายละเอียดแสดงดังแสดงดังรูปที่ 17 และ ตารางที่ 2 นอกจากนี้ปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้น คณะผู้วิจัยฯ ได้ใช้ข้อมูลคุณภาพน้ำที่ปรับจากแผนที่คุณภาพน้ำของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลร่วมกับข้อมูลที่สำรวจในสนาม มาใช้ในการพิจารณาและข้อควรระวังในการเติมน้ำใต้ดินของพื้นที่ด้วย

- คุณภาพน้ำบาดาล (ความเค็ม) โดยแบ่งเป็นระดับความเค็มดังนี้
 - ค่า TDS < 500 mg/L เป็นน้ำบาดาลจืด
 - ค่า TDS 500-1,500 mg/L เป็นน้ำบาดาลกร่อย
 - ค่า TDS > 1,500 mg/L เป็นน้ำบาดาลเค็ม
- ดินเค็ม โดยแบ่งระดับความเค็มเป็น 2 ระดับ คือ
 - บริเวณดินจืด ประกอบด้วย บริเวณพบทรายเกลือบนผิวดินน้อยกว่า 1% บริเวณที่ไม่มีผลกระทบจากทรายเกลือ บริเวณที่สูงมีชั้นหินเกลือรองรับอยู่ข้างล่าง แหล่งน้ำ และพื้นที่ภูเขา
 - บริเวณพื้นที่ดินเค็ม ประกอบด้วย บริเวณพบทรายเกลือบนผิวดิน 1-10% และบริเวณพบทรายเกลือบนผิวดิน 10-50%



อุทกธรณีวิทยา

ตะกอนหินอ่อนมีรูพรุนมากจึงเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดิน ในบริเวณชั้นหินแข็งที่มีการอัดแน่นมากกว่าชั้นตะกอนมีคุณสมบัติทางกายภาพที่เอื้อต่อการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินที่น้อย

อัตราการซึมได้ของน้ำใต้ดิน

ในการเติมน้ำใต้ดิน อัตราการซึมได้ของน้ำในดินมีผลกับการเติมน้ำใต้ดิน เนื่องจากในพื้นที่ที่มีลักษณะของดินที่เป็นดินทรายกรวด น้ำสามารถซึมผ่านได้เร็วกว่าดินละเอียดหรือดินเหนียว เป็นผลมาจากขนาดช่องว่างในดินและรูพรุนของดิน ซึ่งมีความเหมาะสมมากในการเติมน้ำใต้ดิน

พื้นที่เพิ่มน้ำ-สูญเสียน้ำ

ในระบบอุทกธรณีวิทยาจะแบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 แบบ ตามรูปแบบการไหลของน้ำใต้ดิน ได้แก่ พื้นที่เพิ่มเติม น้ำ จะเป็นพื้นที่ที่รับน้ำจากน้ำฝนได้ดี และน้ำนั้นจะไหลไปสู่พื้นที่บึงน้ำและพื้นที่สูญเสียน้ำต่อไป ดังนั้นในการเติมน้ำใต้ดิน พื้นที่เพิ่มเติม น้ำจึงมีความเหมาะสมมากกว่าพื้นที่บึงน้ำและพื้นที่สูญเสีย น้ำตามลำดับ

ความลึกของระดับน้ำบาดาล

ความลึกของระดับน้ำบาดาลบ่งบอกถึงปริมาณการใช้ น้ำซึ่งอาจมีการลดลงของระดับน้ำอย่างต่อเนื่อง ความสามารถเติมน้ำใต้ดินได้ และบ่งบอกทิศทางของการไหลของน้ำบาดาล ในพื้นที่ที่มีความลึกของระดับน้ำมากจึงมีความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินมากกว่าพื้นที่ระดับน้ำบาดาลตื้น ซึ่งอยู่ในพื้นที่ลุ่ม การเติมน้ำใต้ดินทำได้ยาก

ความหนาของตะกอน

เนื่องจากการเติมน้ำใต้ดินมีการก่อสร้างระบบเติมน้ำบนตะกอนกรวด ทราย ซึ่งน้ำสามารถซึมผ่านลงสู่ชั้นน้ำบาดาลได้ดี และมีช่องว่างระหว่างผิวบนของชั้นกรวด ทรายแห้ง ถึงระดับน้ำใต้ดินพอสมควร เพื่อให้มีระยะการไหลซึมผ่านชั้นกรวด ทราย ก่อนลงไปกักเก็บในชั้นน้ำบาดาล ดังนั้นพื้นที่ที่มีความหนาของตะกอนมากจึงมีความเหมาะสมมาก

การใช้ประโยชน์ที่ดิน

พื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสายบาตรส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่เกษตร มีการใช้น้ำเพื่อการเกษตรในปริมาณสูง จึงมีความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินมาก ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างมีความเหมาะสมน้อย

รูปที่ 17 ปัจจัยในการพิจารณาพื้นที่ที่เหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดิน

ตารางที่ 2 ปัจจัยในการพิจารณาพื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดิน

ปัจจัย	รายละเอียด	ระดับความเหมาะสม
หน่วยหินทาง อุทกธรณีวิทยา	ตะกอนน้ำพายุปัจจุบัน (Qa) ตะกอน ดินเหนียว ทรายแป้ง ทราย และกรวด	มาก
	ตะกอนตะกัปลำน้ำ (Qt) ตะกอนกรวด ทราย ทรายแป้ง ดินเหนียว ดิลาแลง	มาก
	หมวดหินโดกกรวด (Kk) หินทราย หินทรายแป้ง หินโคลน หินกรวดมน	ปานกลาง
	หมวดหินภูทอก (Pt) หินทราย	ปานกลาง
	หมวดหินเสาขัว (Sk) หินทราย	ไม่เหมาะสม
	หมวดหินภูพาน (Pp) หินทราย หินทรายแป้ง หิน ทรายกรวด	ไม่เหมาะสม
ค่าการซึมได้ของน้ำในดิน (ม./วัน)	> 2	มาก
	1-2	ปานกลาง
	0.5-1	น้อย
	< 0.5	ไม่เหมาะสม
ความลึกของระดับ น้ำบาดาล (ม.)	> 10	มาก
	6 - 10	ปานกลาง
	3 - 6	น้อย
	< 3	ไม่เหมาะสม
ความหนาของตะกอน (ม.)	> 10	มาก
	7 - 10	ปานกลาง
	5 - 7	น้อย
	< 5	ไม่เหมาะสม
พื้นที่เพิ่มน้ำ สูญเสียน้ำบาดาล	พื้นที่รับน้ำ (recharge area)	มาก
	พื้นที่ปันน้ำ (midline area)	ปานกลาง
	พื้นที่สูญเสียน้ำ (discharge area)	ไม่เหมาะสม
การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ป่าไม้	มาก
	พื้นที่เกษตรกรรม	ปานกลาง
	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	น้อย
	พื้นที่น้ำ พื้นที่เบ็ดเตล็ด	ไม่เหมาะสม

จากผลการวิเคราะห์ระดับความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสายบาตร พบว่ามีพื้นที่ที่ไม่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดิน มีพื้นที่เท่ากับ 13.53 ตร.กม. อยู่บริเวณพื้นที่สูญเสียน้ำ (Discharge area) พื้นที่เหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินน้อยมีพื้นที่เท่ากับ 146.67 ตร.กม. พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินมาก มีพื้นที่เท่ากับ 406.25 ตร.กม และพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำมากที่สุด มีพื้นที่เท่ากับ 111.18 ตร.กม. อยู่บริเวณพื้นที่รับน้ำ (Recharge area) และพื้นที่ป่า เป็นส่วนใหญ่ แผนที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดิน และแผนที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดิน พื้นที่ดินเดิม และคุณภาพน้ำบาดาลแสดงดังรูปที่ 18

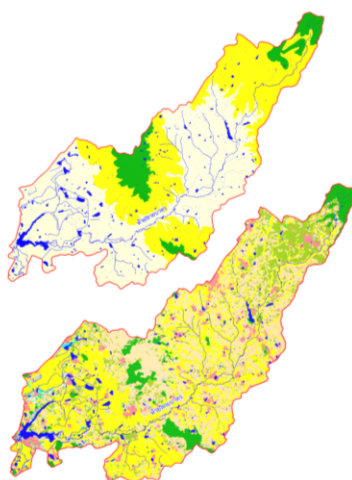
5.3 การประเมินวิธีการเติมน้ำที่เหมาะสมและแบบการเติมน้ำใต้ดิน

ความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินวิธีต่าง ๆ ในพื้นที่ได้ทำการรวบรวมข้อมูลคุณสมบัติและการสำรวจภาคสนามเพิ่มเติม โดยมีปัจจัยที่นำมาพิจารณาได้แก่ ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน และความชันของพื้นที่ ดังรูปที่ 19 ซึ่งในแต่ละวิธีจะมีการให้ค่าความเหมาะสมของแต่ละข้อมูลจะต่างกัน ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขและรูปแบบการเติมน้ำใต้ดิน (ตารางที่ 3) โดยวิเคราะห์ลักษณะพื้นที่ร่วมด้วย จากนั้นนำมาจัดช่วงคะแนนความเหมาะสม เพื่อให้ได้มาซึ่งวิธีและรูปแบบที่เหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดิน

จากการศึกษาและวิเคราะห์พื้นที่ได้ข้อมูลออกมาในรูปแบบแผนที่วิธีที่เหมาะสมกับการเติมน้ำ 4 วิธี ได้แก่ 1. เติมน้ำฝนจากหลังคาผ่านบ่อจุ่ม (Rainwater harvesting) 2. เติมน้ำผ่านคลองหรือคันตักน้ำ (Trench and swale) 3. เติมน้ำผ่านบ่อจุ่มระดับดิน (Dry well) และ 4. เติมน้ำผ่านสระเติมน้ำ (Recharge basin) แสดงดังรูปที่ 20

ตารางที่ 3 ปัจจัยและค่าคะแนนในการเติมน้ำแต่ละวิธี

ปัจจัย	รายละเอียด	วิธีการเติมน้ำ			
		การเติมน้ำผ่านสระเติมน้ำ	การเติมน้ำผ่านหลังคา	การเติมน้ำผ่านคลอง/คันตักน้ำ	การเติมน้ำผ่านบ่อจุ่มดิน
การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ป่าไม้	มาก	ไม่เหมาะสม	มาก	มาก
	พื้นที่เกษตรกรรม	ปานกลาง	ไม่เหมาะสม	ปานกลาง	ปานกลาง
	พื้นที่ชุมชน	ไม่เหมาะสม	มาก	ไม่เหมาะสม	ไม่เหมาะสม
	พื้นที่น้ำ / พื้นที่เบ็ดเตล็ด	ไม่เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ไม่เหมาะสม
ความชัน (ม.)	0-2	-	-	ไม่เหมาะสม	-
	> 10	-	-	ปานกลาง	-
	2-10	-	-	มาก	-



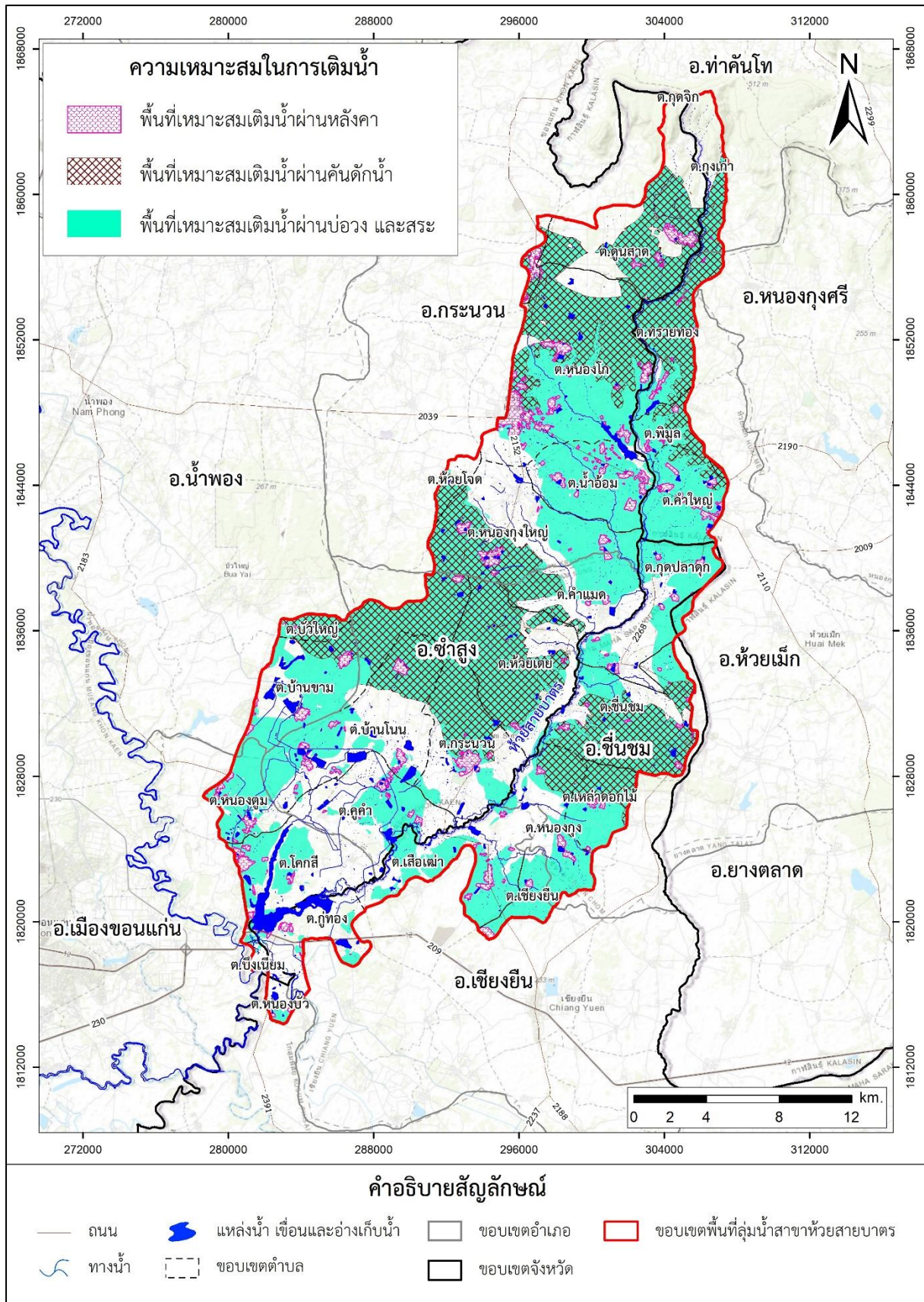
ความชันของพื้นที่

ความชันของพื้นที่ถูกนำมาพิจารณาในด้านของการรับน้ำ การรวบรวมน้ำมาเติมในระบบเติมน้ำ และความสามารถในการซึมผ่านของน้ำ ในพื้นที่ที่มีความชันสูงมาก น้ำจะไหลผ่านพื้นที่ไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งเก็บกักน้ำได้ยาก ในขณะที่พื้นที่ราบลุ่มความชันน้อยก็เสี่ยงต่อการขังของน้ำ ทำให้น้ำที่เติมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินซึมได้ปริมาณน้อย

การใช้ประโยชน์ที่ดิน

การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทมีความเหมาะสมกับวิธีการเติมน้ำแตกต่างกัน ในพื้นที่เกษตรกรรมมีความเหมาะสมกับวิธีการเติมน้ำสระเติมน้ำ บ่อจุ่มดิน และร่องเติมน้ำ เนื่องจากมีพื้นที่ในการรวบรวมน้ำ และมีการปนเปื้อนน้อย แต่ในพื้นที่ชุมชนเหมาะกับการเติมน้ำผ่านหลังคา เนื่องจากใช้การรวมน้ำฝนผ่านหลังคา ทำให้ไม่มีการปนเปื้อน

รูปที่ 19 ข้อมูลปัจจัยแผนที่ความเหมาะสมการเติมน้ำในรูปแบบแต่ละวิธี



รูปที่ 20 แผนที่ความเหมาะสมการเติมน้ำในวิธีการเติมน้ำแบบต่าง ๆ

6. การออกแบบระบบเติมน้ำใต้ดินและก่อสร้าง

6.1 การคำนวณปริมาณน้ำในพื้นที่

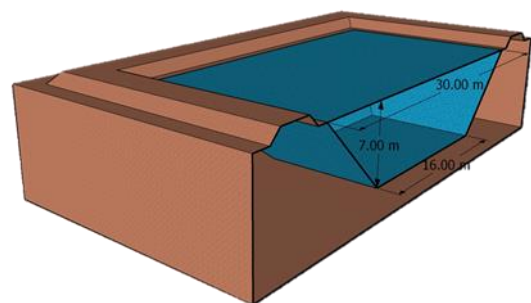
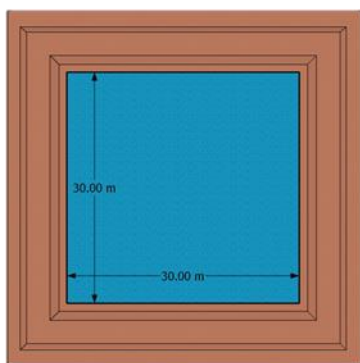
เลือกใช้วิธี Rational Method ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในการประเมินน้ำท่าที่เกิดจากฝน โดยอาศัยข้อมูลความเข้มฝน ขนาดพื้นที่รับน้ำ และลักษณะพืชปกคลุมดินหรือการใช้ประโยชน์ที่ดิน (C, สัมประสิทธิ์การไหล) ซึ่งค่า C มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 กล่าวคือ เมื่อฝนซิมหายหมดไม่เกิดการไหลหลากหรือน้ำท่าเลย ค่า C=0 แต่ถ้าฝนที่ตกกลายเป็นน้ำไหลบ่าทั้งหมด ค่า C=1 (วิชัย, 2552) โดยที่สัมประสิทธิ์การไหลมีค่าเท่ากับ 0.55 (ดินเหนียวหรือดินร่วน) และ 0.30 (ดินทรายหรือกรวด) ในการออกแบบที่ดีปริมาตรระบบเติมน้ำต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับปริมาณน้ำในพื้นที่

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ} &\approx 1,200 \text{ มิลลิเมตร/ปี} \approx 1.20 \text{ เมตร/ปี} \\ \text{ปริมาณน้ำ/ปี} &= \text{สัมประสิทธิ์การไหล} \times \text{ความเข้มฝน} \times \text{ขนาดของพื้นที่รับน้ำ} \\ &= 0.55 \times 1.20 \text{ เมตร/ปี} \times 118,641 \text{ ตารางเมตร} \\ &= 78,303.06 \text{ ลบ.ม./ปี} \end{aligned}$$

ตัวอย่างการคำนวณ ระบบเติมน้ำผ่านสระ

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรสระเติมน้ำ} &= \frac{\text{ความลึกของสระ}}{3} \left(\text{พท. ปากสระ} + \text{พท. ก้นสระ} + \sqrt{\text{พท. ปากสระ} \times \text{พท. ก้นสระ}} \right) \\ &= \frac{7}{3} \left((30 \times 30) + (16 \times 16) + \sqrt{(30 \times 30) \times (16 \times 16)} \right) \end{aligned}$$

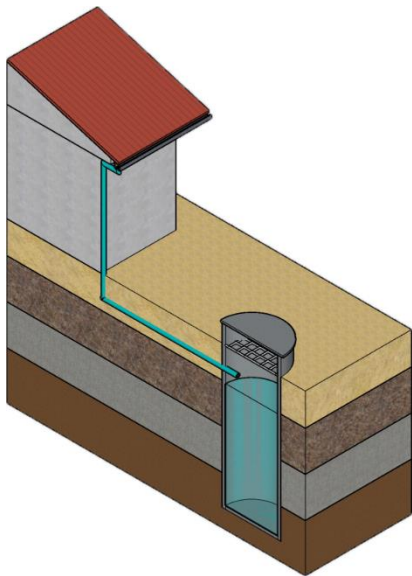
$$\text{ปริมาตรสระเติมน้ำ} = 3,817.33 \text{ ลบ.ม.} \quad (\text{ปริมาตรระบบเติมน้ำ} \leq \text{ปริมาณน้ำในพื้นที่})$$



6.2 ระบบเติมน้ำใต้ดิน

6.2.1 ระบบเติมน้ำฝนจากหลังคาผ่านบ่อบวง

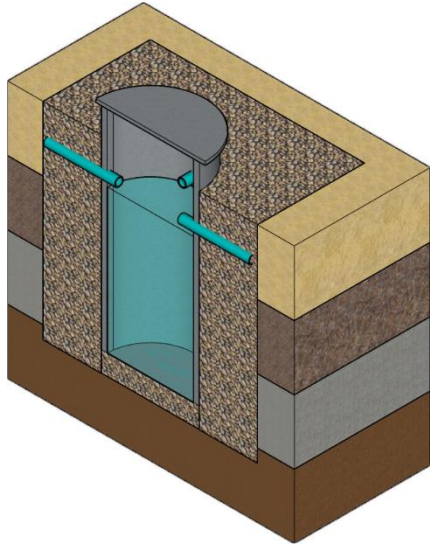
เป็นวิธีการรวบรวมน้ำฝนจากหลังคา อาคารหรือบ้านเรือน แล้วส่งต่อลงบ่อน้ำใต้ดินหรือหลุมที่มีทรายหรือกรวดบรรจุอยู่ วิธีการนี้เปรียบเสมือนการนำน้ำฝนที่เหลือใช้ไปเก็บไว้ใต้ดิน เพื่อนำน้ำขึ้นมาใช้ ในช่วงที่ขาดแคลน การเติมน้ำโดยวิธีนี้สามารถทำได้ในพื้นที่ชุ่มชนที่มีหลังคาหรือส่วนที่รองรับน้ำฝน เป็นอีกวิธีการเติมน้ำที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในหลาย ๆ ประเทศ เนื่องจากน้ำดิบที่ใช้เติมเป็นน้ำสะอาดหรือมีการปนเปื้อนน้อย ทำให้มีระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำไม่ยุ่งยาก ทุกครัวเรือนสามารถดำเนินการได้เอง ในขณะที่ประสิทธิภาพการเติมน้ำสูง เนื่องจากคุณภาพน้ำดิบเป็นน้ำที่มีความชุ่มน้อย ทำให้ไม่มีผลต่อการอุดตันของระบบในอนาคด โดยได้พัฒนาจากรูปแบบของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลที่มีการทดลองใช้อยู่ในปัจจุบัน และจากรูปแบบที่ใช้ในประเทศอื่น ๆ เช่น ออสเตรเลีย อินเดีย อเมริกา เยอรมนี เป็นต้น ดังรูปที่ 21



รูปที่ 21 แบบระบบเติมน้ำฝนจากหลังคาผ่านบ่อบวง

6.2.2 ระบบเติมน้ำผ่านบ่อบวงระดับดิน

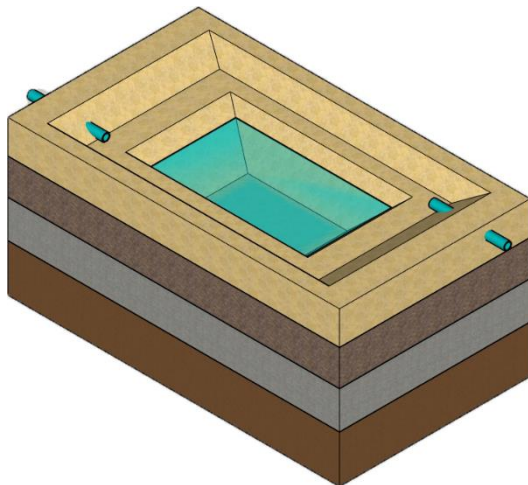
เป็นการใช้บ่อบวงเป็นบ่อเติมน้ำใต้ดิน โดยรวบรวมน้ำจากน้ำฝนที่ไหลบ่าบริเวณผิวดิน ให้ไหลเข้าสู่บ่อบวง แล้วเติมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินต่อไป องค์ประกอบต่าง ๆ ของการเติมน้ำผ่านบ่อบวงจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับบ่อเติมน้ำผ่านหลังคา แตกต่างกันเพียงน้ำที่จะใช้เติมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินนั้นจะรับน้ำจากผิวดินที่ได้ทำการปรับพื้นดินให้มีปริมาณน้ำไหลเข้าสู่ระบบเติมน้ำที่เหมาะสม แล้วไหลเข้าสู่ระบบบำบัดคุณภาพน้ำที่ถูกสร้างไว้รอบ ๆ บ่อบวง โดยทำการขุดรอบ ๆ บ่อบวงให้มีขนาดความกว้าง 1.6 ม. ยาว 1.6 ม. และลึก 1.5 ม. (อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมของพื้นที่ก่อสร้าง) พร้อมติดตั้งท่อกรู PVC นำน้ำที่บำบัดแล้วเข้าสู่บ่อเติมน้ำ ดังรูปที่ 22



รูปที่ 22 แบบระบบเติมน้ำผ่านบ่อวงระดับต้น

6.2.3 ระบบเติมน้ำผ่านสระเติมน้ำ

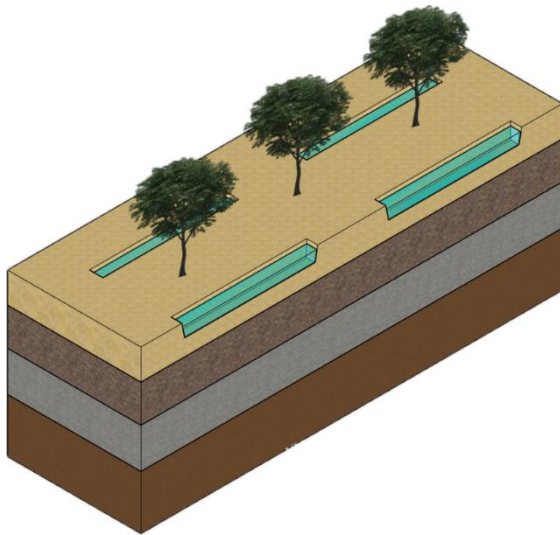
เป็นวิธีที่ประยุกต์มาจากวิธีการเติมน้ำผ่านสระน้ำที่ต้องใช้พื้นที่ขนาดใหญ่ ทำให้สูญเสียพื้นที่ในการใช้ประโยชน์ ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาระบบเติมน้ำผ่านสระน้ำแบบที่ใช้พื้นที่น้อย ง่าย ประหยัด แต่มีประสิทธิภาพสูง อีกทั้งยังสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้น้ำในพื้นที่ เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งออกแบบให้เป็นสระน้ำขนาดเล็กรูปทรงจตุรัส กว้างและยาว 12 ถึง 50 ม. (อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมของพื้นที่ก่อสร้าง) ความลึก 5-10 ม. ตามความลึกของชั้นดินเหนียวที่ปิดทับผิวดินบริเวณนั้น ๆ น้ำจะไหลเข้าสู่ระบบเติมน้ำด้านบน และจะเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินต่อไป บริเวณโดยรอบสระจะปรับระดับดินให้สามารถเพาะปลูกไม้ผลได้ตามความต้องการของเจ้าของพื้นที่ ดังรูปที่ 23



รูปที่ 23 แบบระบบเติมน้ำผ่านสระเติมน้ำ

6.2.4 ระบบเติมน้ำผ่านคลองหรือคันตักน้ำ

เป็นวิธีการรวบรวมน้ำฝนและน้ำผิวดินที่ไหลหลากเข้าสู่ระบบเติมน้ำ ป้องกันการชะล้างหน้าดิน รวมไปถึงการป้องกันไม่ให้หน้าดินถูกน้ำพัดพาไป ควรก่อสร้างให้กระจายทั่วพื้นที่ไม่ควรก่อสร้างกระจุกไว้ใกล้กัน เพื่อเพิ่มความชุ่มชื้นในดิน โดยแต่ละคลองหรือร่องจะมีขนาดความยาว 3-10 ม. กว้าง 1 ม. และลึก 0.5-1 ม. (อาจเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับชนิดของดิน และความเหมาะสมของพื้นที่ก่อสร้าง) ดังรูปที่ 24



รูปที่ 24 แบบระบบเติมน้ำผ่านคลองหรือคันตักน้ำ

จากนั้นได้ก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินในโครงการฯ รวมทั้งหมด 22 จุด โดยแบ่งเป็นพื้นที่ต้นแบบ (บ้านหม้อ) 13 จุด และพื้นที่ต้นแบบ (บ้านสว่าง) 9 จุด ซึ่งมีปริมาตรรวมทุกระบบทั้งหมดเท่ากับ 18,227 ลูกบาศก์เมตร รายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาตรรวมของระบบเติมน้ำใต้ดิน

ระบบเติมน้ำใต้ดิน	จำนวนระบบ	ปริมาตรรวม (ลบ.ม.)
พื้นที่ต้นแบบบ้านหม้อ		
การเติมน้ำผ่านคลองหรือคันตักน้ำ	1	2,240
การเติมน้ำผ่านบ่อวงดิน	3	38
การเติมน้ำจากหลังคาผ่านบ่อวง	4	12
การเติมน้ำผ่านสระ	5	8,201
พื้นที่ต้นแบบบ้านสว่าง		
การเติมน้ำผ่านบ่อวงดิน	1	68
การเติมน้ำจากหลังคาผ่านบ่อวง	2	6
การเติมน้ำผ่านสระ	6	7662

7. การบำรุงรักษาและการติดตามผล

7.1 การบำรุงรักษา

การบำรุงรักษาระบบเติมน้ำใต้ดิน จะต้องติดตามและตรวจสอบสภาพการใช้งานของระบบอยู่เสมอในแต่ละช่วงเวลาของการเติมน้ำ ทั้งก่อน ระหว่าง และหลังการเติมน้ำใต้ดิน ไม่ว่าจะเป็นการชำรุดของอุปกรณ์ที่ติดตั้งในระบบ สภาพแวดล้อมที่ขัดขวางการไหลของน้ำที่จะเข้าสู่ระบบ หรือแม้กระทั่งการอุดตันของระบบกรอง โดยปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบเติมน้ำใต้ดินมากที่สุดคือความขุ่น ซึ่งความขุ่นของน้ำที่ได้นำไหลเข้าสู่ระบบนี้จะส่งผลให้เกิดการอุดตันในระบบเติมน้ำและระบบกรอง และทำให้ประสิทธิภาพของระบบเติมน้ำลดลง (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2562) ซึ่งมีความจำเป็นต้องดำเนินการตรวจสอบเบื้องต้น ดังนี้

ระบบเติมน้ำฝนจากหลังคาผ่านบ่อวง

- ตรวจสอบความสมบูรณ์ของรางน้ำฝน
- ตรวจสอบสภาพท่อ หากพบว่ามีอาการแตกหัก หรือชำรุด ให้ซ่อมแซมหรือเปลี่ยนท่อให้มีสภาพพร้อมใช้งานเสมอ
- ตรวจสอบเศษใบไม้ที่อาจจะเกิดการอุดตัน หรือกีดขวางการไหลของน้ำ
- ตรวจสอบตะกอนก้นบ่อ หากพบว่ามีอาการสะสมตัวหนาให้ทำการลอกตะกอน โดยการสูบลูกบอลออกหรือเป่าล้างแล้วสูบลูกบอลออก
- ตรวจสอบความสมบูรณ์ของฝาบ่อวงและตะแกรงกันตกเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดเหตุอันตรายในภายภาคหน้า



ก) ซ่อมแซมส่วนที่ชำรุด



ข) กวาดเศษใบไม้

รูปที่ 25 การบำรุงรักษาระบบเติมน้ำฝนจากหลังคาผ่านบ่อวง

ระบบเติมน้ำผ่านบ่อวงระดับต้น

- ตรวจสอบเส้นทางน้ำให้มีสภาพพร้อมใช้งานอยู่เสมอ ควรมีการขุดลอกร่องน้ำ และดูแลสภาพแวดล้อมบริเวณรอบ ๆ ระบบให้มีความสะอาดอยู่เสมอเพื่อไม่เกิดการขัดขวางการไหลของน้ำที่จะเข้าระบบ
- ตรวจสอบตะกอนที่สะสมบริเวณระบบกรอง หากมีการสะสมตัวหนาจะทำให้น้ำเข้าระบบได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ จึงต้องลอกตะกอนที่สะสมผิวด้านบนของระบบกรองทิ้ง
- ตรวจสอบความหนาของตะกอนที่สะสมภายในบ่อวง หากพบว่ามีปริมาณที่มากควรลอกตะกอนออก



ก) ตัดหญ้าทำความสะอาด



ข) ลอกตะกอนที่ผิวด้านบนของระบบกรอง



ค) ขุดลอกตะกอนที่สะสมภายในบ่อวง



ง) ล้างกรวด



จ) นำกรวดลงไปใส่ที่เดิม



ฉ) ดูแลสภาพแวดล้อมบริเวณรอบ ๆ ระบบ

รูปที่ 26 การบำรุงรักษาระบบเติมน้ำผ่านบ่อวงระดับต้น

ระบบเติมน้ำผ่านสระเติมน้ำ

- ตรวจสอบตะกอนที่จะอุดตันทางเข้าน้ำ เพื่อให้สามารถรองรับน้ำได้เต็มประสิทธิภาพเสมอ
- ตรวจสอบการทรุดตัวของตลิ่ง และปรับปรุงภูมิทัศน์บริเวณรอบ ๆ สระเติมน้ำให้มีความสะอาดเรียบร้อยอยู่เสมอ
- ตรวจสอบตะกอนที่สะสมตัวบริเวณกันสระ หากพบว่ามีสารสะสมตัวหนาให้ขุดลอกตะกอนออกในช่วงฤดูแล้ง



ก) สำรวจบริเวณรอบ ๆ สระเติมน้ำ



ข) ซ่อมท่อที่มีการชำรุด



ค) นำตะกอนขึ้นจากสระ



ง) ขุดลอกตะกอน



จ) ตรวจสอบทางน้ำเข้า



ฉ) ปลุกหญ้าแฝก

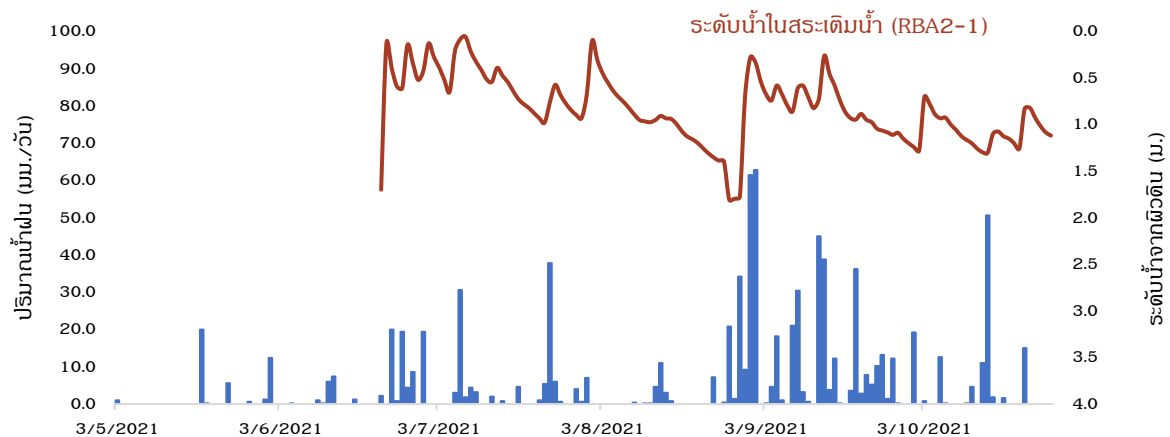
รูปที่ 27 การบำรุงรักษาระบบเติมน้ำผ่านสระเติมน้ำ

ระบบเติมน้ำผ่านคลองหรือคันตักน้ำ

- ตรวจสอบเส้นทางน้ำให้มีสภาพพร้อมใช้งานอยู่เสมอ และดูแลสภาพแวดล้อมบริเวณรอบ ๆ ระบบให้มีความสะอาดและไม่ทำให้เกิดการขัดขวางการไหลของน้ำที่จะเข้าระบบ
- ตรวจสอบตะกอนที่สะสมบริเวณกันร่อง หากมีการสะสมตัวหนาจะทำให้ระบบเติมน้ำได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ จึงต้องลอกตะกอนที่สะสมออก

7.2 การติดตามและประเมินผล

จากการติดตามปริมาณน้ำฝนและระดับน้ำของระบบเติมน้ำใต้ดินตั้งแต่ระบบเติมน้ำแล้วเสร็จจนถึงสิ้นสุดการเติมน้ำใต้ดิน ปี พ.ศ. 2564 ในพื้นที่ต้นแบบของทั้ง 2 พื้นที่ พบว่า มีปริมาณน้ำฝนสูงที่สุดในเดือนกันยายนส่งผลให้ระดับน้ำในระบบสูงขึ้น อีกทั้งยังทำให้เดือนกันยายนมีปริมาณการเติมน้ำใต้ดินสูงที่สุดด้วยเช่นกัน (รูปที่ 28) จากนั้นดำเนินการโดยการติดตามวัดระดับน้ำในบ่อสังเกตการณ์ (รูปที่ 29) และเก็บตัวอย่างน้ำ แล้วส่งวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ เพื่อนำมาเปรียบเทียบในทุกช่วงฤดูกาล เริ่มต้นตั้งแต่การออกสำรวจพื้นที่ที่เหมาะสมของการเติมน้ำใต้ดิน ตลอดจนจนถึงช่วงที่มีการก่อสร้างระบบเติมน้ำแล้วเสร็จ

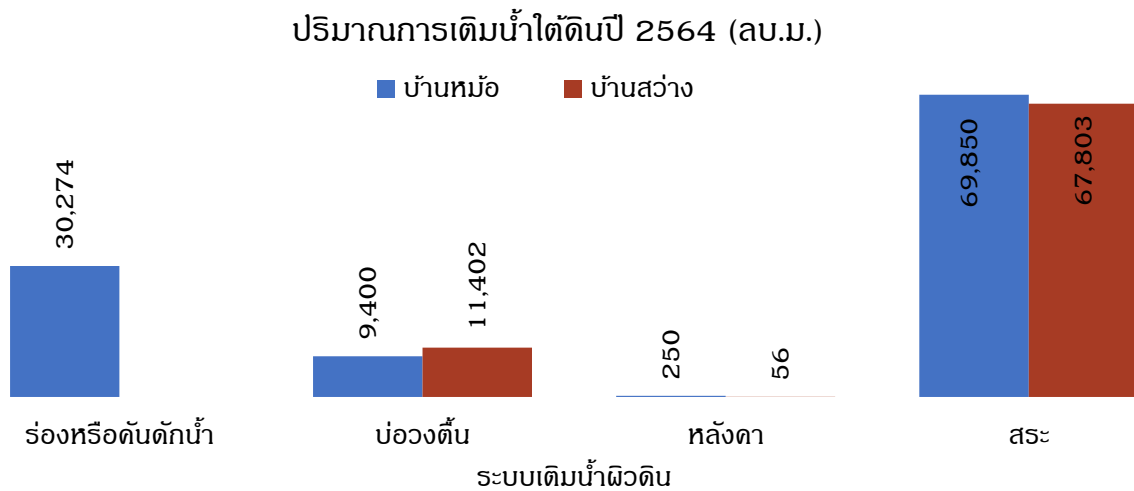


รูปที่ 28 การติดตามและตรวจสอบการเติมน้ำใต้ดินเชิงปริมาณและคุณภาพ



รูปที่ 29 ภาพบรรยากาศการวัดระดับน้ำในบ่อสังเกตการณ์

จากการเติมน้ำตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนพฤศจิกายน ของทั้ง 2 พื้นที่ สามารถเติมน้ำใต้ดินได้ 189,035 ลูกบาศก์เมตร โดยพื้นที่บ้านหม้อเติมน้ำได้ 109,774 ลูกบาศก์เมตร และพื้นที่บ้านสว่างเติมน้ำได้ 79,261 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งน้ำใต้ดินเหล่านี้ได้เป็นแหล่งต้นทุนน้ำที่สำคัญในฤดูแล้ง และได้ถูกนำกลับมาใช้เพื่อการเกษตรและอุปโภค-บริโภค ในพื้นที่เติมน้ำใต้ดิน และสร้างมูลค่าให้เกิดกับชุมชนได้ต่อไป



8. ฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจการจัดการการเติมน้ำใต้ดิน

8.1 ฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจการจัดการการเติมน้ำใต้ดิน

ฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจการจัดการการเติมน้ำใต้ดินเป็นส่วนหนึ่งในฐานข้อมูลสภาพแวดล้อมทางอุทกธรณีวิทยา (Hydrogeological database) ซึ่งงานวิจัยนี้เลือกใช้ ArcGIS Online เป็นแพลตฟอร์มในการจัดเก็บ จัดการ และนำเสนอข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มข้อมูลหลัก ได้แก่ ข้อมูลพื้นฐาน ข้อมูลตำแหน่งบ่อบาดาล ข้อมูลอุทกวิทยา ข้อมูลธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยา และชั้นข้อมูลแผนที่ความเหมาะสมการเติมน้ำใต้ดิน โดยรายละเอียดชั้นข้อมูลแสดงดังตารางที่ 5 โดยแต่ละกลุ่มข้อมูลจะเก็บข้อมูลในรูปแบบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ซึ่งเป็นการบูรณาการชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงคุณลักษณะหรือตารางข้อมูล โดยมีหน้าตาเว็บไซต์ดังรูปที่ 30

ตารางที่ 5 รายการชั้นข้อมูลสภาพแวดล้อมทางอุทกธรณีวิทยา

กลุ่มข้อมูลหลัก	ชั้นข้อมูล
ข้อมูลพื้นฐาน	ขอบเขตลุ่มน้ำพื้นที่ศึกษา
	ขอบเขตตำบล
	ขอบเขตอำเภอ
	ขอบเขตจังหวัด
ตำแหน่งบ่อบาดาล	บ่อบาดาลติดตามระดับน้ำ
	บ่อสังเกตการณ์ของโครงการ
อุทกวิทยา	ทางน้ำ
	แหล่งน้ำผิวดิน
	ระบบการไหลย่อย
	พื้นที่รับน้ำ-สูญเสีย
	ปริมาณน้ำในลุ่มน้ำย่อย
ธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยา	หลุมเจาะสำรวจชั้นดิน-หิน Hand Auger
	พื้นที่น้ำบาดาลเดิม
	อัตราการซึม
	ธรณีสัณฐาน
	อุทกธรณีวิทยา
ทรัพยากรดิน	ดินเดิม
	ชุดดิน
	ความหนาตะกอน
	การใช้ประโยชน์ที่ดิน
แผนที่ความเหมาะสมการเติมน้ำใต้ดิน	จุดเติมน้ำผ่านสระของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล
	จุดเติมน้ำของโครงการ
	แผนที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดิน
	แผนที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดิน 4 วิธี ดันดักน้ำ บ่อบัง สระ และหลังคา

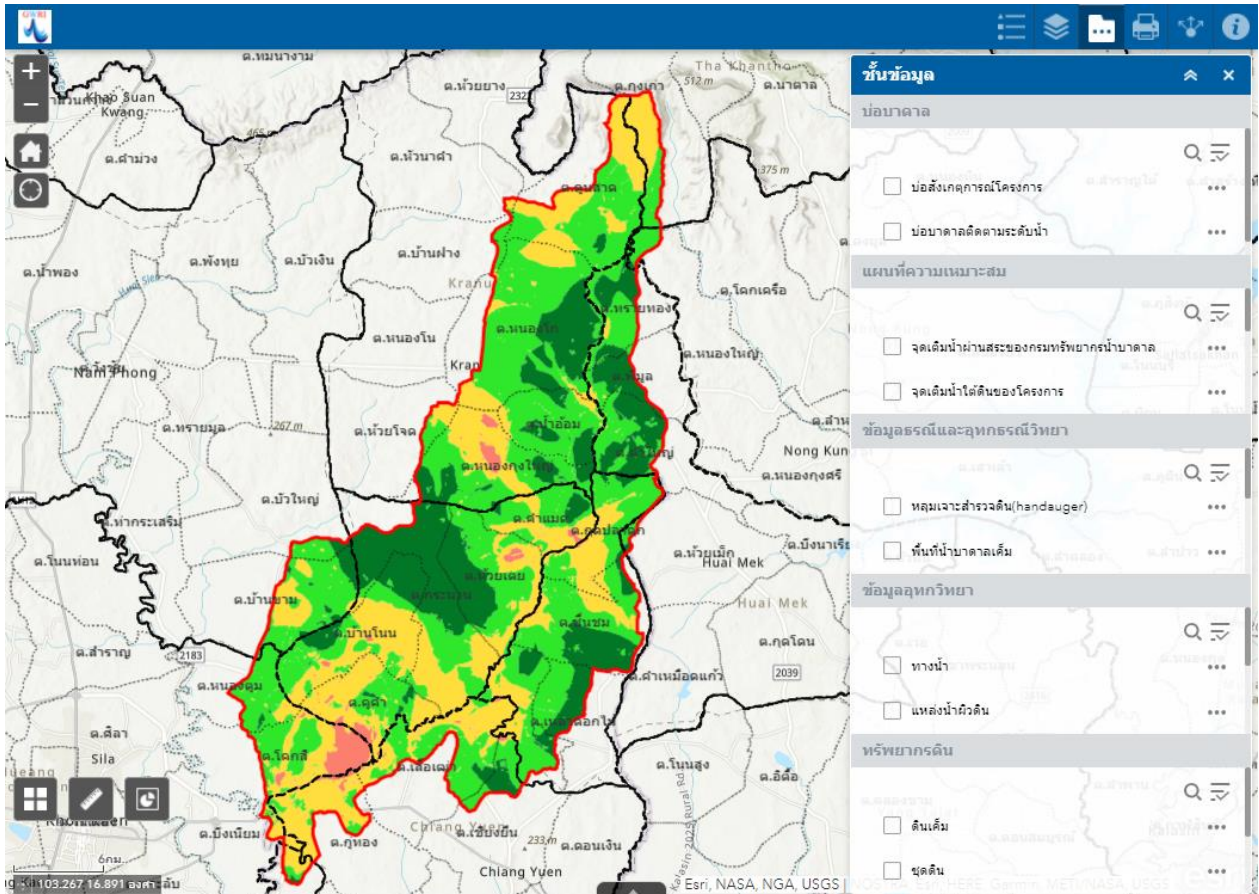
ผู้ใช้ทั่วไปสามารถเข้าใช้งานระบบได้ผ่าน : https://gwri.kku.ac.th/?page_id=6950



รูปที่ 30 ระบบฐานข้อมูลโครงการฯ

8.2 คู่มือการใช้งานระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจ การจัดการเติมน้ำใต้ดิน

ระบบฐานข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจการจัดการเติมน้ำใต้ดินซึ่งมีเครื่องพื้นฐานต่าง ๆ ของแผนที่ออนไลน์ เช่น ขยายพื้นที่ ปุ่ม Home ปุ่มแสดงตำแหน่งปัจจุบัน ปุ่มเปลี่ยนแผนที่ฐาน (Basemap) เครื่องมือวัดระยะและพื้นที่ ฯลฯ ในส่วนของข้อมูลผู้ใช้สามารถเลือกแสดงชั้นข้อมูลได้จากเมนูชั้นข้อมูล โดยแต่ละข้อมูลที่เลือกแสดงจะมีคำอธิบายสัญลักษณ์แสดงควบคู่กับข้อมูลที่เลือกดังรูปที่ 31



รูปที่ 31 ชั้นข้อมูลแสดงความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดิน

เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรธรณี. (2544). **ธรณีวิทยาประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม.
- กรมทรัพยากรธรณี. (2552). **การจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณีจังหวัดขอนแก่น**. กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมทรัพยากรน้ำบาดาล. (2561). **คู่มือเติมน้ำใต้ดินระดับต้น**. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมทรัพยากรน้ำบาดาล. (2553). **แผนที่อุทกธรณีวิทยา มาตราส่วน 1:250,000**. กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมทรัพยากรน้ำบาดาล. (2560). **โครงการศึกษาสำรวจและจัดทำแผนที่น้ำบาดาล ชั้นรายละเอียด มาตราส่วน 1:50,000 พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พื้นที่ 1**. กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมพัฒนาที่ดิน. (2558). **สถานภาพทรัพยากรดินและที่ดินของประเทศไทย**. ชุมชุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด. กรุงเทพมหานคร.
- กรมพัฒนาที่ดิน. (2560). **การเกษตรในพื้นที่ดินเดิมของประเทศไทยเพื่อรับมือกับความต้องการอาหาร**. กรุงเทพฯ: กองวิจัยและพัฒนาการดักที่ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน.
- ธวัช จาปะเกษตร. (2528). **การสำรวจเกลือหินและโพแทชภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย**. เอกสารการประชุมวิชาการเรื่อง "ธรณีวิทยาและการพัฒนาทรัพยากรธรณีของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ" ภาควิชาเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (หน้า 137 – 147).
- ปกรณ์ สุวานิช. (2535). **โพแทช - เกลือหิน ธรณีประวัติ การวิวัฒนาการโครงสร้างของชุดหินมหาสารคามและปริมาณแร่สำรอง: รายงานเศรษฐกิจธรณีวิทยา ฉบับที่ 4/2535**. กองเศรษฐกิจธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี. (หน้า 34).
- มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (2553). **รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษา Hydrogeological Model เพื่อการคาดคะเนการกระจายดินเดิมและน้ำเดิมระยะยาว โครงการ โขง-ซี-มูล**. ศูนย์วิจัยน้ำบาดาล คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น ร่วมกับ Insearch Limited, National Centre for Groundwater Management, University of Technology, Sydney และ Asutrialia C Vision Pty. Ltd., Sydney, Australia เสนอ กรมชลประทาน.
- วิชัย ศรีบุญลือ. (2552). **อุทกวิทยา-Hydrology**. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ISBN 978-616-7183-10-8
- สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ. (2562). **โครงการวิจัยการประเมินประสิทธิภาพการเพิ่มความชื้นในดินด้วยระบบการเติมน้ำใต้ดินในพื้นที่ปลูกอ้อย จังหวัดเพชรบูรณ์**. สถาบันทรัพยากรน้ำใต้ดิน มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและเกษตร. (2555). **โครงการพัฒนาระบบคลังข้อมูล 25 ลุ่มน้ำและแบบจำลองน้ำท่วมน้ำแล้ง**.
- สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ. (2563). **โครงการวิจัยการศึกษาดูแลน้ำใต้ดินในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงในการแพร่กระจายน้ำเค็มและพัฒนาระบบฐานข้อมูลเพื่อการจัดการเติมน้ำใต้ดินใน**

- พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กรณีศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสายบาตร จังหวัดขอนแก่น.
เสนอโดย สถาบันทรัพยากรน้ำใต้ดิน มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
สำนักสำรวจและวางแผนการใช้ที่ดิน. (2549). **ดินปัญหาของประเทศไทย, กรมพัฒนาที่ดิน.** (หน้า
13).
- Alam, S., Borthakur, A., Ravi, S., Gebremichael, M., & Mohanty, S. K. (2021). **Managed aquifer recharge implementation criteria to achieve water sustainability.** *Science of The Total Environment.* 768, 144992. doi:10.1016/j.scitotenv.2021.144992.
- Dillon, P.J. (2005). **Future Management of Aquifer Recharge.** *Hydrogeol J.*, 2005. 13: 313–316.
- Dillon, P.J., Pavelic, P., Page, D., Beringen, H., and Ward, J. (2009). **Managed Aquifer Recharge: An Introduction, Waterlines Report Series No. 13.** Australia: the National Water Commission.
- Dillon, P.J., Vanderzalm, J., Sidhu, J., Page, D., Chadha D. (2014). **A Water Quality Guide to Managed Aquifer Recharge in India.** CSIRO Land and Water Flagship.
- Oregon Department of Transportation (ODOT). (2014). **Hydraulics Manual.** United states Department of Agriculture, Portland, Oregon, USA.
- Pavelic P., Srisuk K., Saraphirom P., Nadee P., Pholkern K., Chusanathas S, Munyou S., Tangsutthinon T., Intarasut T., and Smakhtin V. (2012). **Balancing-out floods and droughts: opportunities to utilize floodwater harvesting and groundwater storage for agricultural development in Thailand.** *Journal of Hydrology*, 470-471, 55-64.
- Sinanuwong, S. and Y. Takaya. (1974). **Saline soils in Northeast Thailand. Southeast Asian Studies.** 12:105-120.
- Suwanich, P. (1986). **Potash and Rock Salt in Thailand.** Nonmetallic Minerals Bulletin NO. 2, Economic Geology Division, Department of Mineral Resources Bangkok, Thailand. 339 p.



สถาบันทรัพยากรน้ำใต้ดิน มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ที่อยู่ : 123 หมู่ 16 ชั้น 2 อาคารสถาบันวิจัยและพัฒนา
ต.ในเมือง อ.เมืองขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002
โทร : 043-202-700