

GROUNDWATER EXPLORATION AND DEVELOPMENT FOR THE CONSTRUCTION OF A LARGE-SCALE GROUNDWATER SUPPLY SYSTEM: A CASE STUDY OF TONG KHOB PROJECT, KHOK SI SUPHAN DISTRICT, SAKON NAKHON PROVINCE, THAILAND

Nussun KASEMSAMAN^{1*}, Korchoke CHANTAWARANGUL¹ and Weerakaset SUANPAGA¹

¹ Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Thailand;

fengkcc@ku.th (N. K.) (Corresponding Author); weerakaset.s@ku.th (W. S.)

ABSTRACT

The objective of this research was to conduct a geophysical exploration and evaluate groundwater potential for the construction of a large-scale groundwater supply system in Tong Khob Subdistrict, Sakon Nakhon Province, an area facing severe water scarcity due to soil conditions unable to retain surface water. The methodology involved Electrical Resistivity Tomography (ERT) and Vertical Electrical Sounding (VES) at 43 survey points using the Schlumberger array, complemented by Electrical Logging techniques including Single-Point Resistivity (SPR) and Gamma Ray (GR). The results revealed that the subsurface geology consists of the Khok Kruat Formation (Kkk), characterized by sandstone and conglomerate layers. Analysis of resistivity graphs identified 10 high-potential locations exhibiting "Clean Sand" characteristics, marked by significantly high resistivity and low GR values, indicating high-quality aquifers. Subsequent Step-Drawdown Tests confirmed a sustainable production capacity of 2–10 m³/hr. These findings were utilized to design an efficient water distribution network and sustainable management plan, effectively addressing drought issues and improving the quality of life for the local community.

Keywords: Geophysical Exploration, Groundwater Development, Khok Kruat Formation, Electrical Resistivity, Aquifer Potential Assessment

CITATION INFORMATION: Kasemsaman, N., Chantawarangul, K., & Suanpaga, W. (2026). Groundwater Exploration and Development for the Construction of a Large-Scale Groundwater Supply System: A Case Study of Tong Khob Project, Khok Si Suphan District, Sakon Nakhon Province, Thailand. *Procedia of Multidisciplinary Research*, 4(7), 25.

การสำรวจและพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อก่อสร้างระบบประปาบาดาลขนาดใหญ่ กรณีศึกษา โครงการตองโขบ อำเภอโคกศรีสุพรรณ จังหวัดสกลนคร

นัสซัน เกษมสมาน^{1*}, ก่อโชค จันทรวงกูร¹ และ วีระเกษตร สอนผกา¹

1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; fengkcc@ku.th (นัสซัน) (ผู้ประพันธ์บทความ);
weerakaset.s@ku.th (วีระเกษตร)

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อสำรวจและพัฒนาศักยภาพน้ำบาดาลสำหรับการก่อสร้างระบบประปาบาดาลขนาดใหญ่ในพื้นที่ตำบลตองโขบ อำเภอโคกศรีสุพรรณ จังหวัดสกลนคร เพื่อแก้ไขปัญหาความขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภคที่ส่งผลกระทบต่อประชากรจำนวน 1,528 ครัวเรือน หรือประมาณ 6,200 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 27 ของผู้ประสบภัยแล้งในระดับอำเภอ เนื่องจากลักษณะทางกายภาพของพื้นที่เป็นตะกอนดินร่วนปนทรายที่ไม่สามารถกักเก็บน้ำผิวดินได้ ผลการวิเคราะห์ด้านธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยาพบว่าพื้นที่ตั้งอยู่บนโครงสร้างของหมวดหินโคกกรวด (Kkk) ซึ่งประกอบด้วยหินทราย หินทรายแป้งสีน้ำตาลแดง และหินกรวดมนที่มีศักยภาพในการเป็นชั้นหินให้น้ำในระดับความสูงเฉลี่ย 192 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ในส่วนของระเบียบวิธีวิจัยได้ประยุกต์ใช้การสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดความต้านทานไฟฟ้าภาพตัดขวาง (Resistivity Survey) จำนวน 43 จุด โดยใช้การจัดเรียงขั้วไฟฟ้าแบบ Schlumberger Array จนสามารถระบุตำแหน่งที่มีศักยภาพสูงได้จำนวน 10 จุด แบ่งเป็นบริเวณบ้านห้วยแคน 7 จุด และโรงเรียนนาสีนวล 3 จุด จากนั้นดำเนินการเจาะสำรวจพร้อมเก็บตัวอย่างเศษหินดินทุกระยะความลึก 1 เมตรควบคู่กับการหยั่งธรณีหลุมเจาะ (Electrical Logging) ด้วยเทคนิค Single-Point Resistivity (SPR) และรังสีแกมมา (Gamma Ray) เพื่อจำแนกขอบเขตชั้นหินให้น้ำประเภททรายสะอาด (Clean Sand) ที่มีความพรุนสูงและปราศจากการปนเปื้อนของน้ำเค็มได้อย่างแม่นยำ ซึ่งผลการสูบทดสอบน้ำ (Pumping Test) จำนวน 8 บ่อ ด้วยวิธี Step-Drawdown และ Constant Rate Test ต่อเนื่องสูงสุด 72 ชั่วโมง ยืนยันว่าบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษามีขีดความสามารถในการผลิตน้ำที่เสถียรอยู่ในช่วง 2 ถึง 10 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำมาตรฐานของประชาชนที่ 200 ลิตรต่อคนต่อวัน ในด้านวิศวกรรมการออกแบบได้กำหนดมาตรฐานการก่อสร้างด้วยการอัดผิวน้ำข้างบ่อ (Grouting) หนาไม่น้อยกว่า 6 เมตร เพื่อป้องกันมลพิษจากผิวดิน และใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในการคัดเลือกจุดก่อสร้างหรือถังน้ำในบริเวณที่สูงกว่าพื้นที่ชุมชนประมาณ 20 เมตร เพื่อใช้แรงดันไฮดรอลิกในการกระจายน้ำได้อย่างครอบคลุมและทั่วถึง บทสรุปของงานวิจัยชี้ให้เห็นว่าการบูรณาการข้อมูลทางธรณีฟิสิกส์และอุทกธรณีวิทยาร่วมกับการบริหารจัดการน้ำแบบมีส่วนร่วมของชุมชน สามารถสร้างความมั่นคงทางทรัพยากรน้ำได้อย่างยั่งยืน และเป็นต้นแบบที่สำคัญในการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลขนาดใหญ่สำหรับพื้นที่ที่มีโครงสร้างทางธรณีวิทยาใกล้เคียงกันทั่วประเทศเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนอย่างเป็นรูปธรรม

คำสำคัญ: การสำรวจธรณีฟิสิกส์, การพัฒนาน้ำบาดาล, ชั้นหินให้น้ำโคกกรวด, ความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ, การประเมินศักยภาพชั้นน้ำ

ข้อมูลการอ้างอิง: นัสซัน เกษมสมาน, ก่อโชค จันทรวงกูร และ วีระเกษตร สอนผกา. (2569). การสำรวจและพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเพื่อก่อสร้างระบบประปาบาดาลขนาดใหญ่ กรณีศึกษา โครงการตองโขบ อำเภอโคกศรีสุพรรณ จังหวัดสกลนคร. *Procedia of Multidisciplinary Research*, 4(7), 25.

บทนำ

จังหวัดสกลนครเป็นพื้นที่หนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ประสบปัญหาความขาดแคลนทรัพยากรน้ำอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตอำเภอโคกศรีสุพรรณ ซึ่งประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมและมีรายได้น้อย สภาพความเป็นอยู่จึงต้องพึ่งพาปัจจัยทางภูมิอากาศเป็นหลัก จากข้อมูลสารสนเทศการใช้ที่ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550) พบว่าอำเภอโคกศรีสุพรรณมีประชากรที่ประสบปัญหาขาดแคลนน้ำถึง 5,832 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 27 ของประชากรทั้งอำเภอ (องค์การบริหารส่วนจังหวัดสกลนคร, 2567) แม้ที่ผ่านมาจะมีการดำเนินโครงการน้ำระยะไกลโดยกรมทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 10 (อุดรธานี) ซึ่งสามารถสนับสนุนน้ำอุปโภคบริโภคให้แก่ประชาชนได้บางส่วน แต่เมื่อเกิดภาวะฝนทิ้งช่วงหรือภัยแล้ง ปัญหาความขาดแคลนน้ำยังคงทวีความรุนแรง ส่งผลกระทบโดยตรงต่อเศรษฐกิจและสังคมในระดับครัวเรือน ก่อให้เกิดภาวะหนี้สินและความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงทรัพยากรพื้นฐาน ซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน

น้ำบาดาลจึงถือเป็นแหล่งน้ำต้นทุนทางเลือกที่มีศักยภาพสูง สามารถพัฒนาขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้ง่ายและมีต้นทุนการบริหารจัดการที่ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับแหล่งน้ำประเภทอื่น สำหรับพื้นที่ตำบลตองโขบ อำเภอโคกศรีสุพรรณ ถือเป็นจุดที่วิกฤตที่สุดเนื่องจากอยู่นอกเขตชลประทานและนอกเขตบริการของการประปาส่วนภูมิภาค ประชาชนจึงต้องพึ่งพาเพียงน้ำฝนและน้ำบาดาลที่ดำเนินการเองตามยถากรรม แม้ที่ผ่านมาองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจะพยายามแก้ไขปัญหาด้วยการขุดสระน้ำหรือคลองส่งน้ำ แต่ประสบความล้มเหลวเนื่องจากลักษณะทางธรณีวิทยาเป็นดินร่วนปนทรายที่ไม่สามารถกักเก็บน้ำไว้ได้

ด้วยเหตุนี้ การพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลขนาดใหญ่เพื่อเป็นแหล่งน้ำต้นทุนจึงเป็นแนวทางที่เหมาะสมที่สุดในการบรรเทาความเดือดร้อนและสร้างความมั่นคงด้านน้ำให้แก่ประชาชนในพื้นที่ อย่างไรก็ตาม การบริหารจัดการน้ำบาดาลในระยะยาวจำเป็นต้องคำนึงถึงผลกระทบทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ จึงต้องมีการบูรณาการองค์ความรู้ทางวิชาการร่วมกับการมีส่วนร่วมของภาคส่วนต่าง ๆ ทั้งหน่วยงานราชการ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และกลุ่มผู้ใช้น้ำในพื้นที่ เพื่อวางแผนและออกแบบระบบน้ำบาดาลที่มีประสิทธิภาพ นำไปสู่การใช้ทรัพยากรน้ำบาดาลที่ยั่งยืนสืบไป

วัตถุประสงค์งานวิจัย

- 1) สสำรวจศักยภาพน้ำบาดาลในพื้นที่ตำบลตองโขบ อำเภอโคกศรีสุพรรณ จังหวัดสกลนคร
- 2) พัฒนาโครงการโดยอาศัยปัจจัยที่มีอิทธิพลจากการสำรวจและพัฒนาแหล่งน้ำบาดาล

การทบทวนวรรณกรรม

- 1) บทบาทและภารกิจของสำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 10 (อุดรธานี)

สำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 10 (อุดรธานี) เป็นหน่วยงานส่วนภูมิภาคภายใต้สังกัดกรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มีภารกิจหลักในการดูแลและบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนครอบคลุม 6 จังหวัด ได้แก่ อุดรธานี หนองคาย นครพนม มุกดาหาร บึงกาฬ และสกลนคร (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2569) โดยมีบทบาทสำคัญในการศึกษา สำรวจ และประเมินศักยภาพน้ำบาดาล รวมถึงการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค การให้บริการข้อมูลทางธรณีวิทยา และการควบคุมกำกับกับการใช้น้ำบาดาลให้เป็นไปตามกฎหมาย เพื่อส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรน้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน (สำนักพัฒนาน้ำบาดาล, 2568)

- 2) นิยามและการเกิดน้ำบาดาล

น้ำบาดาล (Groundwater) คือน้ำที่เกิดจากกระบวนการไหลซึมของน้ำฝนและน้ำผิวดินผ่านชั้นดินและชั้นหินลงไปกักเก็บไว้ในรูพรุน ช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอน หรือตามรอยแตกและรอยแยกของชั้นหินใต้ผิวโลก (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, ม.ป.ป.) ปริมาณน้ำบาดาลในแต่ละพื้นที่จะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางธรณีวิทยา ขนาดของช่องว่าง และความสามารถในการกักเก็บน้ำของชั้นดินและชั้นหินในบริเวณนั้นๆ

3) ลักษณะของชั้นหินให้น้ำ (Aquifer)

ชั้นหินให้น้ำ คือ ชั้นดินหรือชั้นหินที่มีคุณสมบัติในการกักเก็บและส่งผ่านน้ำใต้ดินได้ดี โดยสามารถจำแนกตามลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาและสภาพแรงดันได้เป็น 4 ประเภทหลัก ดังนี้:

- **ชั้นน้ำไร้แรงดัน (Unconfined):** เป็นชั้นที่อยู่ตื้นที่สุด อยู่ติดผิวดิน น้ำเติมเข้าได้ง่ายจากฝนที่ตกลงมาโดยตรง ระดับน้ำจึงขึ้นลงตามฤดูกาล (เหมือนบ่อน้ำขุดทั่วไป)
- **ชั้นน้ำมีแรงดัน (Confined):** เป็นชั้นน้ำที่ถูก "แซนด์วิช" หรือประกบด้วยชั้นดินเหนียว/หินที่น้ำซึมผ่านยากทั้งบนและล่าง ทำให้น้ำถูกอัดจนมีแรงดันสูง เมื่อเจาะลงไปน้ำจะพุ่งสูงขึ้นมาเอง (บ่ออาร์ทีเซียน)
- **ชั้นน้ำกึ่งแรงดัน (Semi-confined):** คล้ายกับแบบมีแรงดัน แต่ชั้นที่ปิดทับอยู่นั้นพอจะยอมให้น้ำซึมผ่านเข้าออกได้บ้างแบบช้าๆ มักพบในบริเวณที่มีชั้นดินและหินสลับกันไปมา
- **ชั้นน้ำค้าง (Perched):** เป็นแอ่งน้ำขนาดเล็กที่ "ค้าง" อยู่บนชั้นดินเหนียวเหนือชั้นน้ำหลัก เป็นน้ำชั่วคราวที่มีปริมาณน้อย ไม่แน่นอน และมักจะแห้งหายไปได้ง่าย ไม่เหมาะจะนำมาใช้เป็นแหล่งน้ำหลัก

4) ข้อมูลทางธรณีวิทยา อุทกธรณีวิทยา และมาตรฐานการพัฒนาน้ำบาดาล

4.1 ลักษณะทางธรณีวิทยาและภูมิประเทศ

ธรณีวิทยาจังหวัดสกลนคร: ประกอบด้วยชั้นหินตะกอนและหินแปรหลัก 9 กลุ่ม (Qa, Qt, KTpt, KTms, Kkk, Kpp, Ksk, JKpw, Jpk)

พื้นที่เป้าหมาย (ตำบลตองโขบ): มีลักษณะทางธรณีวิทยาแบบ Kkk (หมวดหินโคกกรวด) ประกอบด้วยหินทราย หินทรายแป้งสีน้ำตาลแดง และหินกรวดมน ซึ่งเป็นชั้นหินให้น้ำสำคัญ

ภูมิประเทศ: จังหวัดสกลนครมีลักษณะเอียงลาดจากทิศใต้ (เทือกเขาภูพาน) ลงสู่ทิศเหนือและตะวันออก พื้นที่ตำบลตองโขบมีความสูงเฉลี่ย 192 เมตรจากระดับน้ำทะเล มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาดสลับที่ราบ

4.2 ศักยภาพและคุณสมบัติทางชลศาสตร์น้ำบาดาล

ศักยภาพการผลิต: พื้นที่ตำบลตองโขบมีศักยภาพผลิตน้ำบาดาลได้ 2 – 10 ลูกบาศก์เมตรต่อหัว/โม

คุณสมบัติทางชลศาสตร์หลัก:

- การซึมผ่าน (Hydraulic Conductivity, K): ความสามารถของดิน/หินในการให้น้ำไหลผ่าน
- สัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำ (Transmissivity, T): ความสามารถในการส่งผ่านน้ำในแนวราบของชั้นน้ำทั้งชั้น
- สัมประสิทธิ์การกักเก็บ (Storativity, S): ศักยภาพในการเก็บหรือปล่อยน้ำเมื่อระดับศักย์ไฮดรอลิกเปลี่ยน
- ระดับน้ำลด (Drawdown): ระยะที่ระดับน้ำลดลงจากเดิมขณะสูบ ใช้ประเมินประสิทธิภาพบ่อ

5) มาตรฐานการพัฒนาน้ำบาดาล (ตามเกณฑ์กรมทรัพยากรน้ำบาดาล)

การดำเนินงานต้องเป็นไปตามมาตรฐานวิชาการเพื่ออายุการใช้งานที่ยาวนานและป้องกันการปนเปื้อน การสำรวจธรณีฟิสิกส์ (Resistivity Method): ต้องวางแผนให้สอดคล้องกับโครงสร้างธรณีวิทยาและทิศทางการไหลของน้ำกำหนดความลึกและจุดสำรวจให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ การเจาะและออกแบบบ่อน้ำบาดาลต้องมีการหยั่งธรณีหลุมเจาะ (Electrical Logging) และเก็บตัวอย่างหินทุก 1 เมตร มาตรฐานโครงสร้างบ่อ ระยะห่างท่อกรุกับผนังบ่อต้องไม่น้อยกว่า 7.5 เซนติเมตรต้องมีการผนึกข้างบ่อ (Grouting) หนาไม่น้อยกว่า 6 เมตรฐานคอนกรีตรอบบ่อขนาด 2 x 2 เมตร หนา 15 เซนติเมตรขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางบ่อมาตรฐาน 6 นิ้ว

6) การสูบทดสอบปริมาณน้ำ (Pumping Test)

แบ่งออกเป็น 3 วิธีหลักตามวัตถุประสงค์:

- แบบอัตราคงที่ต่อเนื่อง (Constant Rate Test): สูบอย่างน้อย 6 ชั่วโมง หรือจนกว่าระดับน้ำจะคงที่ติดต่อกัน 3 ชั่วโมง
- แบบปรับอัตราการสูบ (Step-Drawdown Test): ทำอย่างน้อย 3 ชั้น ชั้นละ 4 ชั่วโมง (สำหรับบ่อที่มีน้ำ ≥ 20 ลบ.ม./ชม.)

- แบบทดสอบสมบัติชั้นน้ำ (Aquifer Test): สุ่มต่อเนื่อง 24 – 72 ชั่วโมง โดยมีบ่อสังเกตการณ์อย่างน้อย 1 บ่อ

วิธีดำเนินการวิจัย

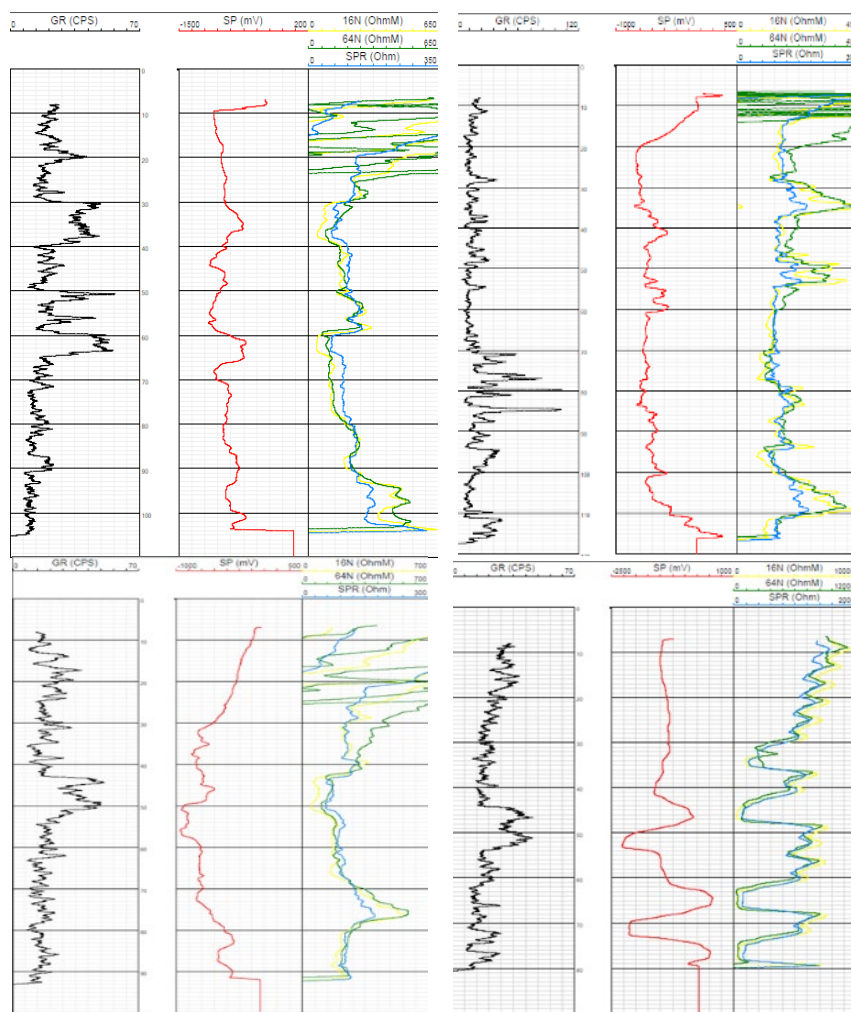
การศึกษานี้เริ่มต้นจากการวิเคราะห์สภาพปัญหาภัยแล้งในพื้นที่ตำบลตองโขบ อำเภอโคกศรีสุพรรณ จังหวัดสกลนคร ซึ่งประสบวิกฤตขาดแคลนน้ำอย่างหนักเนื่องจากสภาพทางธรณีวิทยาที่เป็นดินร่วนปนทรายไม่สามารถกักเก็บน้ำผิวดินได้ กระบวนการวิจัยเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลภูมิทางธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยาของหมวดหินโคกกรวด (Kkk) ร่วมกับการลงพื้นที่สำรวจประชากรจำนวน 1,528 ครัวเรือน เพื่อประเมินความต้องการใช้น้ำและระบุจุดวิกฤตที่ระบบประปาเดิมไม่สามารถเข้าถึงได้ จากนั้นดำเนินการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดความต้านทานไฟฟ้าภาพตัดขวาง (Resistivity Survey) โดยใช้เทคนิค Vertical Electrical Sounding (VES) และการจัดเรียงขั้วไฟฟ้าแบบ Schlumberger Array ครอบคลุมพื้นที่สำรวจรวม 43 จุด เพื่อวิเคราะห์โครงสร้างชั้นดินและชั้นหินใต้ดินในแนวตั้งนำไปสู่การคัดเลือกตำแหน่งที่มีศักยภาพชั้นหินให้น้ำสูงและมีความเหมาะสมทางวิศวกรรมจำนวน 10 จุด ในขั้นตอนการเจาะสำรวจ นักธรณีวิทยาได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างเศษหินและดิน (Cuttings) ในทุกระยะความลึก 1 เมตร เพื่อวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของชั้นหินทรายและหินกรวดมนสีน้ำตาลแดง ควบคู่ไปกับการหยั่งธรณีหลุมเจาะ (Electrical Logging) ด้วยเทคนิค Single-Point Resistivity (SPR) และรังสีแกมมา (Gamma Ray) เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าและจำแนกขอบเขตของชั้นหินให้น้ำ (Aquifer) ที่ชัดเจน ข้อมูลจากการภาพความต้านทานไฟฟ้าถูกนำมาใช้คัดกรองชั้นน้ำที่มีคุณสมบัติแบบ Clean Sand ซึ่งบ่งชี้ถึงความพรุนสูงและปราศจากการปนเปื้อนของน้ำเค็มหรือน้ำกร่อย จากนั้นจึงเข้าสู่ขั้นตอนการสูบทดสอบ (Pumping Test) ด้วยวิธี Step-Drawdown Test อย่างน้อย 3 ชั้น เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำลด (Drawdown) กับอัตราการสูบน้ำที่ผันแปรตามเวลา ผลจากการสูบทดสอบถูกนำมาคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ทางชลศาสตร์ ได้แก่ ค่าการซึมผ่าน (K) และสัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำ (T) เพื่อประเมินกำลังการผลิตที่ยั่งยืน ซึ่งพบว่ามีศักยภาพในการผลิตน้ำอยู่ที่ 2–10 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ในขั้นตอนสุดท้าย ข้อมูลพิกัดและระดับความสูงถูกนำมาวิเคราะห์ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อออกแบบตำแหน่งการวางท่อถึงกระจายน้ำในจุดที่มีระดับความสูง 192 เมตรจากระดับน้ำทะเล ซึ่งมีความได้เปรียบทางด้านชลศาสตร์ในการส่งน้ำเข้าสู่โครงข่ายท่อประปาหมู่บ้านได้อย่างทั่วถึง พร้อมทั้งกำหนดมาตรฐานการก่อสร้างด้วยการฉีกข้างบ่อ (Grouting) หนาไม่น้อยกว่า 6 เมตร เพื่อป้องกันน้ำผิวดินไหลลงไปในบ่อในชั้นน้ำบาดาล นำไปสู่ข้อเสนอแนะในการบริหารจัดการน้ำแบบมีส่วนร่วมระหว่างองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและชุมชน เพื่อสร้างความมั่นคงด้านทรัพยากรน้ำในระยะยาวอย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการวิจัย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและพัฒนาศักยภาพน้ำบาดาลสำหรับก่อสร้างระบบประปาบาดาลขนาดใหญ่ในพื้นที่ตำบลตองโขบ อำเภอโคกศรีสุพรรณ จังหวัดสกลนคร ซึ่งเป็นพื้นที่ประสบปัญหาขาดแคลนน้ำ โดยมีประชากรทั้งอำเภอ 21,612 คน และมีผู้ขาดแคลนน้ำประมาณ 5,832 คน (คิดเป็นร้อยละ 27) ขณะที่พื้นที่ศึกษาหลักมีประชากร 6,200 คน หรือ 1,528 ครัวเรือน การศึกษาพบว่าพื้นที่มีลักษณะธรณีวิทยาเป็นชั้นหินให้น้ำโคกกรวด (Kkk) ประกอบด้วยหินทราย หินทรายแป้ง และกรวด ซึ่งเอื้อต่อการกักเก็บน้ำบาดาลโดยมีระดับความสูงเฉลี่ยประมาณ 192 เมตรจากระดับน้ำทะเล และมีศักยภาพการผลิตน้ำบาดาลอยู่ในช่วง 2–10 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง บางพื้นที่ของจังหวัดอาจสูงถึง 20 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง) ทั้งนี้ ความต้องการใช้น้ำในพื้นที่เทศบาลตำบลอยู่ประมาณ 200 ลิตรต่อคนต่อวัน ซึ่งสะท้อนถึงความจำเป็นในการพัฒนาระบบน้ำขนาดใหญ่เพื่อรองรับความต้องการใช้น้ำของประชาชน ผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า (Resistivity Survey) จำนวน 43 จุด พบตำแหน่งที่มีศักยภาพน้ำบาดาลจำนวน 10 จุด และได้คัดเลือกพื้นที่เป้าหมาย 2 บริเวณหลัก ได้แก่ บ้านห้วยแคน 7 จุดสำรวจ และโรงเรียนนาสินวล 3 จุดสำรวจ จากนั้นดำเนินการเจาะบ่อโดยเก็บตัวอย่างชั้นดินทุกระยะ 1 เมตร เพื่อตรวจสอบความสอดคล้อง

รายงานผลการ **Electrical Logging** (การหยั่งธรณีหลุมเจาะ)

Electrical logging โดยเฉพาะเทคนิค Single-Point Resistivity (SPR) เป็นหนึ่งในวิธีการทางธรณีฟิสิกส์ที่ใช้ในการศึกษาคุณสมบัติไฟฟ้าของชั้นหินในหลุมเจาะ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการสำรวจและประเมินศักยภาพของน้ำบาดาล เทคนิคนี้อาศัยหลักการของความต้านทานไฟฟ้า (Electrical resistance) ที่สัมพันธ์กับคุณสมบัติของตัวกลาง เช่น ความพรุน ปริมาณน้ำ และความเค็มของน้ำใต้ดิน โดยลักษณะการตอบสนองของค่าความต้านทานไฟฟ้าจะสัมพันธ์กับปัจจัยสำคัญเช่น ขนาดเม็ดตะกอน ปริมาณน้ำในรูพรุน ความเค็ม ความหนาแน่นของรอยแตก ถ้าหากโดยทั่วไป ถ้าชั้นหินเม็ดหยาบ เช่น ทราย จะมีค่าความต้านทานสูง ชั้นดินเหนียวหรือน้ำเค็มจะมีความต้านทานต่ำ SPR logging สามารถใช้แยกแยะชั้นหินที่มีศักยภาพเป็น aquifer ได้โดย ค่าความต้านทานสูง มักสัมพันธ์กับทรายหรือกรวดที่มีความพรุนสูง ค่าความต้านทานต่ำ มักเป็นดินเหนียวหรือชั้นที่อุ้มน้ำได้น้อย ซึ่งเนื่องจากวิธีการนี้สามารถบ่งบอกค่าความต้านทานได้ โดยผลที่ได้จะมีค่า Gamma Ray , Resistivity และเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานฉับพลัน อาจบ่งบอกได้ถึง รอยแตก โซนที่มีการไหลของน้ำ จุดเติมน้ำ วิธีการนี้จึงถูกนำไปใช้เกี่ยวกับน้ำใต้ดิน เช่น การกำหนดตำแหน่งชั้นน้ำบาดาล การประเมินคุณภาพน้ำ การติดตามการปนเปื้อน ซึ่งจากตำแหน่งที่ทำการเจาะสำรวจทั้งหมด 10 จุด ก็ได้ผลการทำ Electrical logging ดังนี้



สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่องการสำรวจและพัฒนาศักยภาพน้ำบาดาลเพื่อก่อสร้างระบบประปาบาดาลขนาดใหญ่ ในพื้นที่ตำบลทองโขบ อำเภอโคกศรีสุพรรณ จังหวัดสกลนคร ประสบความสำเร็จอย่างยิ่งในการบรรลุวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหาความขาดแคลนทรัพยากรน้ำอย่างเป็นระบบและยั่งยืน จากการวิเคราะห์สภาพปัญหาในขั้นต้นพบว่า พื้นที่ดังกล่าวเผชิญกับวิกฤตการณ์ขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภคที่เรื้อรังมาอย่างยาวนาน โดยส่งผลกระทบโดยตรงต่อประชากรในพื้นที่ศึกษาจำนวน 1,528 ครัวเรือน หรือประมาณ 6,200 คน ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนที่สูงเมื่อเทียบกับจำนวนผู้ขาดแคลนน้ำในระดับอำเภอที่มีอยู่ถึงร้อยละ 27 ของประชากรทั้งหมด สาเหตุหลักของปัญหาเกิดจากลักษณะทางกายภาพของชั้นดินผิวหน้าที่เป็นดินร่วนปนทรายและตะกอนน้ำพา ซึ่งไม่มีคุณสมบัติในการกักเก็บน้ำผิวดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้แหล่งน้ำในสระเก็บน้ำและคลองส่งน้ำธรรมชาติแห้งขอดอย่างรวดเร็วในช่วงฤดูแล้ง อีกทั้งระบบประปาเดิมมีสภาพทรุดโทรมและมีกำลังการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการที่เพิ่มขึ้นตามการขยายตัวของชุมชน

ผลการวิจัยระบุอย่างชัดเจนว่าโครงสร้างทางธรณีวิทยาใต้ดินของตำบลทองโขบตั้งอยู่บน หมวดหินโคกกรวด (Khok Kruat Formation: Kkk) ซึ่งเป็นกลุ่มหินชั้นตะกอนยุคครีเทเชียสสีน้ำตาลแดงถึงม่วงแดง ประกอบด้วยหินทรายเนื้อละเอียดถึงปานกลาง หินทรายแป้ง และหินกรวดมนที่มีลักษณะการสะสมตัวแบบทางน้ำโบราณ (Paleochannel) ทำให้มีรูปทรงระหว่างเม็ดตะกอนและรอยแตกสลับกันไปมา พื้นที่นี้มีลักษณะภูมิประเทศเป็นลูกคลื่นลอนลาดสลับที่ราบลุ่ม โดยมีระดับความสูงเฉลี่ยสูงถึง 192 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ซึ่งถือเป็นจุดยุทธศาสตร์ที่สำคัญยิ่งในการวางแผนระบบกระจายน้ำด้วยแรงโน้มถ่วง (Gravity Flow System) เพื่อลดภาระค่ากระแสไฟฟ้าในการสูบส่งน้ำระยะไกลในอนาคต และเพิ่มประสิทธิภาพในการจ่ายน้ำเข้าสู่ครัวเรือนรอบข้างได้อย่างทั่วถึงภายใต้แรงดันที่สม่ำเสมอ

ในส่วนของการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการใช้เครื่องมือวัดความต้านทานไฟฟ้าภาพตัดขวาง (Electrical Resistivity Meter) ทำการสำรวจครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 43 จุด โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการหยั่งลึกทางไฟฟ้าในแนวดิ่ง (Vertical Electrical Sounding: VES) ร่วมกับการจัดเรียงขั้วไฟฟ้าแบบ Schlumberger Array เพื่อวิเคราะห์ความแปรผันของค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ (Apparent Resistivity) ตามระดับความลึก ผลจากการสำรวจสามารถระบุตำแหน่งที่มีศักยภาพชั้นหินให้น้ำสูงได้จำนวน 10 จุดหลัก โดยมีการคัดเลือกพื้นที่เป้าหมายที่บ้านห้วยแคนจำนวน 7 จุด และโรงเรียนนาสินวลจำนวน 3 จุด ข้อมูลจากกราฟความต้านทานไฟฟ้า (Resistivity Curves) ได้แสดงรูปแบบการตอบสนองที่บ่งชี้ถึงชั้นหินให้น้ำแบบอัดตัว (Confined Aquifer) และกึ่งอัดตัว (Semi-confined Aquifer) ได้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะการพบชั้นที่ให้ค่าความต้านทานไฟฟ้าสูงสลับกับชั้นที่มีค่าต่ำในระดับความลึกที่เหมาะสม ซึ่งเป็นสัญญาณของการพบชั้นตะกอนเม็ดหยาบที่มีน้ำจืดกักเก็บอยู่ปริมาณมาก

เพื่อเป็นการยืนยันสมมติฐานจากการสำรวจผิวดิน ได้นำเทคนิคการหยั่งธรณีหลุมเจาะ (Electrical Logging) มาใช้ในช่วงการเจาะสำรวจหลุมเจาะทั้ง 10 จุด โดยใช้เทคนิค Single-Point Resistivity (SPR) และรังสีแกมมา (Gamma Ray) ผลการตอบสนองทางไฟฟ้าแสดงให้เห็นถึงการสลับชั้นของหินทรายและหินดินเหนียว (Interbedded Sand-Shale) อย่างละเอียด โดยจุดที่มีศักยภาพสูงสุดแสดงค่ารังสีแกมมาที่ต่ำกว่าเกณฑ์เฉลี่ย บ่งบอกถึงลักษณะของชั้น Clean Sand หรือทรายสะอาดที่มีความพรุนสูงและไม่มีวัสดุเชื่อมประสานประเภทดินเหนียวมาอุดตันรูพรุน ข้อมูลนี้สอดคล้องกับตัวอย่างเศษหินดิน (Cuttings) ที่เก็บได้ทุกระยะความลึก 1 เมตร ซึ่งพบหินทรายสีน้ำตาลแดงและหินกรวดมนที่แสดงถึงคุณภาพน้ำบาดาลที่ดี ปราศจากการรบกวนของน้ำเค็มหรือน้ำกร่อยในชั้นน้ำเป้าหมาย ทำให้นักธรณีวิทยาสามารถระบุช่วงความลึกที่ควรติดตั้งท่อกรองน้ำ (Screen) ได้อย่างแม่นยำเพื่อรับน้ำจากชั้นหินให้น้ำที่มีอัตราการไหลสูงสุดและป้องกันปัญหาการสูบน้ำทรายปนมากับน้ำ

ในด้านการประเมินสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นน้ำ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสูบทดสอบน้ำบาดาล (Pumping Test) จำนวน 8 บ่อ อย่างละเอียดตามมาตรฐานวิชาการอุทกธรณีวิทยา โดยใช้วิธีการสูบทดสอบแบบปรับอัตราการสูบ (Step-Drawdown Test) จำนวนอย่างน้อย 3 ชั้น ชั้นละ 4 ชั่วโมง เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของตัวบ่อบาดาล (Well Efficiency) และหาอัตราการสูบที่ปลอดภัย (Safe Yield) เพื่อป้องกันการสูบน้ำเกินศักยภาพที่อาจส่งผลกระทบต่อระดับน้ำ

ในระยะยาว ร่วมกับการสูบทดสอบแบบอัตราคงที่ (Constant Rate Test) และการทดสอบชั้นน้ำ (Aquifer Test) ต่อเนื่องสูงสุดถึง 72 ชั่วโมง พร้อมทั้งติดตั้งบ่อสังเกตการณ์ (Observation Well) เพื่อวัดระดับน้ำลด (Drawdown) และการคืนตัวของระดับน้ำ (Recovery) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลชลศาสตร์ระบุว่า บ่อน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษามีกำลังการผลิตน้ำที่เสถียรอยู่ในช่วง 2 ถึง 10 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ทางชลศาสตร์ที่สำคัญ ได้แก่ ค่าการซึมผ่าน (Hydraulic Conductivity: K), สัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำ (Transmissivity: T) และสัมประสิทธิ์การกักเก็บ (Storativity: S) ที่อยู่ในเกณฑ์ดี ยืนยันว่าชั้นหินให้น้ำโคกกรวดในบริเวณนี้สามารถส่งผ่านน้ำได้อย่างต่อเนื่องเพื่อรองรับความต้องการใช้น้ำของประชาชนตามมาตรฐานการใช้น้ำที่ 200 ลิตรต่อคนต่อวัน แม้ในช่วงวิกฤตภัยแล้งที่ยาวนาน

สำหรับการออกแบบเชิงวิศวกรรมและการบริหารจัดการระบบประปา งานวิจัยได้ยึดตามมาตรฐานสากลและเกณฑ์ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลอย่างเคร่งครัด โดยออกแบบบ่อน้ำบาดาลให้มีระยะห่างระหว่างท่อกรุกันน้ำกับผนังบ่อไม่น้อยกว่า 7.5 เซนติเมตร เพื่อเตรียมพื้นที่สำหรับการอุดผนึกด้วยซีเมนต์ (Grouting) หนาไม่น้อยกว่า 6 เมตรจากผิวดินลงไป เพื่อทำหน้าที่เป็นผนึกกันน้ำผิวดิน (Sanitary Seal) ป้องกันสิ่งปนเปื้อนจากหลุมซึม น้ำเสียทางการเกษตร หรือแบคทีเรียไหลลงสู่ชั้นน้ำบาดาลสะอาด พร้อมทั้งฐานคอนกรีตรอบบ่อขนาด 2x2 เมตร หนา 15 เซนติเมตร เพื่อสร้างความมั่นคงการป้องกันการกัดเซาะรอบปากบ่อ ในส่วนของการจัดสรรน้ำ ได้ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในการระบุตำแหน่งหอดักน้ำขนาดใหญ่บนจุดที่มีระดับความสูง 192 เมตรจากระดับน้ำทะเล ซึ่งมีความได้เปรียบทางชลศาสตร์เนื่องจากสูงกว่าระดับหอดักเดิมในชุมชนถึง 20 เมตร ส่งผลให้แรงดันไฮดรอลิก (Hydraulic Head) สามารถผลักดันน้ำผ่านโครงข่ายท่อประปาเข้าสู่ครัวเรือนในพื้นที่ปลายสายได้อย่างทั่วถึง ลดปัญหาความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงน้ำสะอาดของประชาชน

ในขั้นตอนสุดท้าย ผลการวิจัยได้เสนอแนวทางการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลเชิงบูรณาการ โดยเน้นการมีส่วนร่วมขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและคณะกรรมการผู้ใช้น้ำในชุมชน เพื่อให้เกิดการดูแลรักษาที่เป็นระบบ ทั้งการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา ตามมาตรฐานองค์การอนามัยโลก (WHO) และการบำรุงรักษาระบบกร่อน้ำรวมถึงระบบกรองสนิมเหล็กให้พร้อมใช้งานเสมอ นอกจากนี้ยังเสนอให้มีการส่งเสริมการเติมน้ำใต้ดิน (Managed Aquifer Recharge: MAR) ในบริเวณที่เหมาะสมในช่วงฤดูฝนเพื่อรักษาสมดุลของระดับน้ำและป้องกันการทรุดตัวของดินในระยะยาว สรุปได้ว่าการวิจัยครั้งนี้ไม่เพียงแต่ให้คำตอบในการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำในปัจจุบัน แต่ยังสร้างรากฐานที่มั่นคงสำหรับการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลขนาดใหญ่ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและมีความยั่งยืนสูงสุด เป็นต้นแบบการแก้ปัญหาภัยแล้งเชิงวิศวกรรมที่สามารถนำไปปรับใช้ในพื้นที่อื่นที่มีลักษณะทางธรณีวิทยาที่คล้ายคลึงกันทั่วประเทศ ส่งผลให้คุณภาพชีวิต ความเป็นอยู่ และสุขอนามัยของประชาชนในตำบลตองโขบดีขึ้น

ข้อเสนอแนะที่ได้รับจากการทำวิจัย

1) ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและการบริหารจัดการ (Management & Policy)

การจัดตั้งองค์กรผู้ใช้น้ำ: ควรมีการส่งเสริมให้ชุมชนจัดตั้ง "คณะกรรมการบริหารจัดการน้ำบาดาล" เพื่อทำหน้าที่ดูแลรักษาระบบประปา จัดเก็บค่าธรรมเนียมใช้น้ำอย่างเป็นธรรม และนารายได้มาไว้ในแผนซ่อมบำรุงในระยะยาว

การกำหนดเขตคุ้มครองบ่อน้ำบาดาล: เนื่องจากการสำรวจพบว่าชั้นน้ำอยู่ในระดับที่มีความเชื่อมโยงกับผิวดินบางส่วน จึงควรมีการกำหนดพื้นที่รัศมีรอบบ่อน้ำบาดาล (เช่น 50 เมตร) ให้เป็นเขตปลอดสารเคมีเกษตรและหลุมส้วมซึม เพื่อป้องกันการปนเปื้อนในระยะยาว ควรส่งมอบแผนที่น้ำบาดาลและข้อมูลทางธรณีฟิสิกส์ (Resistivity) ให้แก่เทศบาลตำบลตองโขบ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการวางแผนขยายเขตประปาหรือขุดเจาะบ่อเพิ่มเติมในอนาคต โดยไม่ต้องเริ่มต้นสำรวจใหม่ทั้งหมด

การใช้งาน

เอกสารอ้างอิง

- ปรียาพร โกษา. (2557). การประเมินศักยภาพแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำบาดาลเพื่อการผลิตประปาชุมชน. สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- กรมทรัพยากรน้ำบาดาล. (2564). คู่มือการก่อสร้างและบำรุงรักษาระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมทรัพยากรน้ำบาดาล. (2563). แนวทางการเติมน้ำใต้ดินของประเทศไทย (พิมพ์ครั้งที่ 2). กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- อุมา สีนุญเรือง (2560) “การวิเคราะห์ผลกระทบของความแปรปรวนสภาพอากาศที่ส่งผลต่อน้ำบาดาลระดับลึกในพื้นที่ที่มีการสูบน้ำบาดาลหนาแน่น”
- สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดสกลนคร. (2566). แผนพัฒนาจังหวัดสกลนคร 5 ปี (พ.ศ. 2566 – 2570) ฉบับทบทวนปีงบประมาณ พ.ศ. 2567) กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สันติ ภัยหลบลี้. (2563). 57 สกลนคร : ภูมิศาสตร์ ธรณีฟิสิกส์สิ่งแวดล้อมและวิศวกรรม แผนที่. มิตรเอิร์ธ (mitrearth).ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กรมชลประทาน. (ม.ป.ป.). มาตรฐานงานสำรวจแนววางท่อและระดับ (KL4). สำนักพัฒนาแหล่งน้ำขนาดกลาง.
- กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. (2544). การประเมินความต้องการน้ำอุปโภค บริโภคและอุตสาหกรรม. กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
- เทศบาลตำบลตองโขบ. (2566). แผนพัฒนาท้องถิ่น (พ.ศ. 2566–2570). สำนักงานเทศบาลตำบลตองโขบ อำเภอโคกศรีสุพรรณ จังหวัดสกลนคร.
- Limsakul, A.; Goes, J.I. Empirical evidence for interannual and longer period variability in thailand surface air temperatures. Atmos. Res. 2008,
- Lapworth, D., Boving, T., Brauns, B. et al. Groundwater quality: global challenges, emerging threats and novel approaches. Hydrogeol J 31, 15–18 (2023).

Data Availability Statement: The raw data supporting the conclusions of this article will be made available by the authors, without undue reservation.

Conflicts of Interest: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Publisher’s Note: All claims expressed in this article are solely those of the authors and do not necessarily represent those of their affiliated organizations, or those of the publisher, the editors and the reviewers. Any product that may be evaluated in this article, or claim that may be made by its manufacturer, is not guaranteed or endorsed by the publisher.



Copyright: © 2026 by the authors. This is a fully open-access article distributed under the terms of the Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).