ใบความรู้

1.1 ที่มาและความสำคัญ

"ฝนตกมา 100 หยดเราเก็บได้เพียง 8 หยด ทุกวันนี้เขื่อนภูมิพลมีน้ำที่สามารถใช้ได้เพียง 14 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น" ที่ผ่านมาประเทศไทยมักประสบปัญหาภัยแล้งเป็นประจำทุกปีเนื่องจากแหล่งกักเก็บน้ำบนดินมีไม่เพียงพอ ทำให้บางพื้นที่มีการใช้น้ำบาดาลในปริมาณมาก ส่งผลให้ปริมาณน้ำใต้ดินลดลงอย่างรวดเร็ว แหล่งกักเก็บน้ำใต้ดินบางพื้นที่เข้าสู่ภาวะขาดความสมดุลของธรรมชาติ ในขณะที่หน่วยงานภาครัฐพยายามวางนโยบายและแนวทางเพื่อแก้ปัญหา โดยสร้างอ่างเก็บน้ำ และเขื่อนเก็บน้ำขนาดใหญ่แต่ก็ยังมีข้อจำกัดทางด้านภูมิประเทศในบางพื้นที่ที่ไม่เอื้อต่อการสร้างเขื่อนและอ่างเก็บน้ำ ด้วยเหตุนี้ ทำให้การหาแหล่งน้ำทดแทนจึงมีความสำคัญมาก เพื่อให้มีน้ำอย่างเพียงพอต่อการขยายตัวของเศรษฐกิจโดยเฉพาะในพื้นที่เกษตรกรรมในต่างจังหวัดที่อยู่ในพื้นที่นอกเขตชลประทาน

รายวิชาหลักการธนาคารน้ำใต้ดิน (Groundwater Bank) คือ วิชาที่มีเนื้อหาว่าด้วยเรื่องของการเติมน้ำลงไปเก็บไว้ใต้ดินและนำมาใช้ได้เมื่อยามต้องการ ศึกษาขั้นตอนการดำเนินงานธนาคารน้ำใต้ดิน 8 ขั้นตอน (มาตรฐาน American Groundwater Solutions: AGS) โดยมีวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนเห็นถึงความสำคัญในการบริหารจัดการน้ำ มีความรู้ความเข้าใจทางด้านอุทกธรณีวิทยาเบื้องต้น ศึกษารูปแบบและระบบธนาคารน้ำใต้ดิน ที่มีความสัมพันธ์กับลุ่มน้ำ สภาพแวดล้อม รวมถึงการกระทำของมนุษย์ที่ส่งผลต่อแหล่งน้ำธรรมชาติ ฝึกปฏิบัติงานในการลงพื้นที่จริงทดสอบการใช้เครื่องมือต่างๆ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้อง ที่สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการทำธนาคารน้ำใต้ดินให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยดำเนินการอย่างถูกวิธีและเป็นมาตรฐานเดียวกันตามขั้นตอน ป้องกันการปนเปื้อนลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน ซึ่งจะเป็นการเพิ่มแหล่งกักเก็บน้ำต้นทุนสำหรับใช้เพื่ออุปโภคบริโภค และการเกษตร ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งผู้เรียนจะสามารถบริหารจัดการน้ำและเผยแพร่องค์ความรู้ที่ได้จากรายวิชาหลักการธนาคารน้ำใต้ดินให้กับคนในชุมชน ผู้ที่สนใจ รวมถึงหน่วยงานต่างๆ ได้ ให้พร้อมรับมือปัญหาน้ำท่วม รู้จักวิธีกับเก็บน้ำไว้ใช้ยามที่ต้องการ ช่วยอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำใต้ดินให้มีใช้อย่างยั่งยืน

1.2 นิยามและความหมายของธนาคารน้ำใต้ดินและการเติมน้ำใต้ดิน

1.2.1 นิยามและความหมาย

"การเติมน้ำใต้ดิน" คือ การเพิ่มเติมปริมาณน้ำลงไปในชั้นน้ำใต้ดิน โดยการนำน้ำฝน น้ำท่วมหลาก หรือน้ำผิวดินอื่นๆ เติมลงสู่ใต้ดินในพื้นที่ที่มีความเหมาะสม เป็นการเก็บสะสมน้ำไว้ในชั้นใต้ดิน เพื่อสามารถนำกลับมาใช้ในช่วงเวลาที่ขาดแคลน เป็นการแก้ไขปัญหาการลดลงของระดับน้ำบาดาลจากการที่มีการสูบใช้ที่เกินสมดุล โดยที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ปัจจุบันได้มีการเติมน้ำใต้ดินที่ดำเนินการแพร่หลายทั่วไปหลากหลายรูปแบบ ซึ่งได้มีผู้ศึกษารวบรวมวิธีการเติมน้ำใต้ดินที่มีหลักการและขั้นตอนการดำเนินงานที่ใช้หลักวิชาการสากล เพื่อรักษาระดับหรือแรงดันน้ำบาดาล เพื่อการกักเก็บและนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ในช่วงเวลาหรือในพื้นที่ที่ต้องการ หรือเพื่อการอนุรักษ์

สิ่งแวดล้อม (Dillon et al, 2009) ซึ่งเรียกว่า การจัดการการเติมน้ำใต้ดิน (Managed Aquifer Recharge, MAR)

"ธนาคารน้ำใต้ดิน" คือ รูปแบบการบริหารจัดการแหล่งน้ำใต้ดิน โดยการนำน้ำฝนหรือน้ำท่ามาเติมลงสู่ใต้ดิน และมีการนำขึ้นมาใช้ในช่วงที่มีความจำเป็นหรือขาดแคลน เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาภัยแล้งและบรรเทาปัญหาน้ำท่วม ซึ่งปัจจุบันมีทั้งรูปแบบธนาคารน้ำใต้ดินระบบเปิดที่เป็นสระ และธนาคารน้ำใต้ดินระบบปิดที่เป็นการขุดบ่อเติมน้ำและใส่วัสดุกรองน้ำไว้ในบ่อ

1.2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การเติมน้ำใต้ดิน (นายฤทธิไกร ภวภูตานนท์ นักธรณีวิทยาชำนาญการพิเศษ กรมทรัพยากรน้ำบาดาล : บันทึกการประชุมคณะกรรมมาธิการวิสามัญพิจารณาศึกษาแนวทางการบริการจัดการลุ่มน้ำทั้งระบบ สภาผู้แทนราษฎร ครั้งที่ 22 วันพฤหัสบดีที่ 30 กรกฎาคม 2563 หมายถึง กระบวนการหรือวิธีการใดๆ ก็ตามที่กระทำโดยมนุษย์เพื่อจัดการน้ำฝน น้ำท่า หรือน้ำผิวดิน เติมลงสู่น้ำบาดาลโดยตรง โดยผ่านบ่อน้ำบาดาล ฝาย สระ เพื่อปรับปรุงหรือเสริมการไหลซึมของน้ำฝน น้ำท่า หรือน้ำผิวดินลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน เพื่อรักษาสมดุลของน้ำตามธรรมชาติ ซึ่งไม่ก่อให้เกิดผลกระทบด้านลบต่อระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม โดยการเติมน้ำใต้ดินเป็นแนว ทางการจัดการเพื่อนำน้ำลงสู่ชั้นใต้ดินโดยตรง เช่น ผ่านบ่อน้ำบาดาล สระ ฝาย เขื่อน เพื่อเสริมการไหลซึมของน้ำฝน น้ำท่า น้ำผิวดินให้ไหลลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินเพื่อรักษาและฟื้นฟูระดับน้ำหรือระดับแรงดันน้ำบาดาล กักเก็บและนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ในช่วงเวลาหรือในพื้นที่ที่ต้องการหรือเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและไม่ก่อให้เกิดผลกระทบด้านลบต่อระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม

ดร.อรนุช หล่อเพ็ญศรี รองอธิบดีกรมทรัพยากรน้ำบาดาล แสดงความเห็นเพิ่มเติมว่า ธนาคารน้ำใต้ดินเป็นเรื่องวิศวกรรมศาสตร์มีหลักฐานเชื่อถือได้ ในต่างประเทศมีงานวิจัยในวารสารวิชาการต่างประเทศที่มีชื่อเสียงลงบทความในเรื่องนี้ไว้ และมีสมาคมเกี่ยวกับการบริหารจัดการการเติมน้ำใต้ดินโดยตรง

การจัดการด้านการเติมน้ำ (Managed Aquifer Recharge: MAR) ในอดีตนักวิชาการด้านน้ำบาดาลหรือนักอุทกธรณีวิทยา จะรู้จักกันในชื่อที่เรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า Artificial Recharge to Groundwater หรือการเติมน้ำลงสู่ชั้นหินให้น้ำ หมายถึง การนำน้ำผิวดินที่มีมากเกินพอในฤดูน้ำหลาก มาปรับปรุงคุณภาพให้ได้มาตรฐานน้ำสำหรับเติม (ในประเทศไทยต้องให้ได้มาตรฐานตาม พ.ร.บ. น้ำบาดาล พ.ศ. 2520) เติมลงสู่ชั้นหินให้น้ำที่อยู่ใต้ดิน แทนที่จะให้ไหลทิ้งลงสู่แม่น้ำลำคลอง แล้วไหลลงทะเลมหาสมุทรในที่สุด ชั้นหินให้น้ำเป้าหมายอาจเป็นชั้นหินให้น้ำแบบไร้แรงดัน (Unconfined aquifer) หรือชั้นหินให้น้ำภายใต้แรงดัน (Confined aquifer) ก็ได้ ทั้งนี้ มีวัตถุประสงค์หลักๆ ของการเติมน้ำลงสู่ชั้นหินให้น้ำ โดยวิธีการจัดการด้านการเติมน้ำ (MAR) ได้แก่ 1) เพิ่มประสิทธิภาพการจ่ายน้ำของชั้นหินให้น้ำที่ถูกสูบน้ำขึ้นมาใช้ระหว่างฤดูแล้งเพื่อเป็นหลักประกันว่าจะมีน้ำบาดาลไว้ใช้อย่างยั่งยืน 2) เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล เช่น ในกรณีที่ชั้นน้ำบาดาลเป็นน้ำกร่อย หรือน้ำที่ถูกปนเปื้อน การเดิมน้ำจืดลงไป จะช่วยให้คุณภาพน้ำบาดาลดีขึ้นและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ 3) เพื่อป้องกันการรกล้ำของน้ำเค็มที่มีต่อชั้นหินให้น้ำบริเวณชายฝั่งทะเล และ 1) ลดการสูญเสียน้ำจากการระเหย หรือคงไว้ซึ่งการไหลของน้ำบาดาลในสภาพแวดล้อมเดิม และระบบนิเวศน์ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับน้ำบาดาล ซึ่งมีผลต่อคุณค่า

ของผืนดิน และความหลากหลายทางชีวภาพ (ที่มา : ดัดแปลงจาก Managed Aquifer Recharge: Introduction, Peter Dillon et al, 2009)

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ได้จัดทำเอกสารแนวทางการเติมน้ำใต้ดินของประเทศไทย ซึ่งเป็นเอกสารที่มีการปรับปรุงเนื้อหารายละเอียดเพิ่มเติมจากคู่มือการเติมน้ำใต้ดินของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2562 พร้อมทั้งได้จัดทำชุดแผนที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดิน และแผนที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินแสดงป่าไม้และดินเค็มน้ำบาดาลเค็ม (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2563) เพื่อเป็นแนวทางให้กับหน่วยงานต่างๆ ที่ต้องการดำเนินการเติมน้ำใต้ดิน ได้นำไปใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงานในพื้นที่ของตนต่อไป

คณะทำงานขับเคลื่อนโครงการธนาคารน้ำใต้ดิน คณะอนุกรรมการขับเคลื่อนแผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ภายใต้คณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (กนช.) ได้ดำเนินการจัดทำคู่มือการเติมน้ำใต้ดิน (ปี พ.ศ. 2564) ตามนโยบายของรัฐบาลในการเร่งขับเคลื่อนโครงการธนาคารน้ำใต้ดิน เพื่อกักเก็บน้ำใต้ดินสำหรับแก้ไขปัญหาน้ำท่วมและภัยแล้ง ซึ่งได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานต่างๆ ได้แก่ สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น และกรมทรัพยากรน้ำบาดาล เพื่อที่จะใช้เป็นคู่มือปฏิบัติ ในงานด้านการเติมน้ำใต้ดิน สำหรับหน่วยงานต่างๆ และภาคประชาชน ให้มีความเป็นมาตรฐาน และถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยไม่ส่งผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมต่อแหล่งน้ำบาดาล เพื่อขับเคลื่อนกิจกรรมงานด้านการเติมน้ำใต้ดิน ให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหาการขาดแคลนแหล่งน้ำ ปัญหาภัยแล้ง และบรรเทาปัญหาอุทกภัยของประชาชนทั่วทั้งประเทศในระยะยาวต่อไป

ในประเทศอินเดีย การจัดการน้ำใต้ดินแบบมีส่วนร่วมได้รับการยอมรับมากขึ้น เป็นความท้าทายของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ที่มีความสามารถและเข้ามามีส่วนร่วมในการปฏิบัติงานให้มีประสิทธิภาพและความยั่งยืน โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในการช่วยมีส่วนร่วมที่มีประสิทธิภาพในระดับชุมชน สำหรับการเฝ้าระวังการตรวจสอบการเติมน้ำใต้ดิน และการจัดการน้ำใต้ดินให้เป็นทรัพยากรน้ำที่สามารถใช้ร่วมกันได้จุดประสงค์หลักของงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการฝึกอบรมและการจัดการที่นำมาประยุกต์ใช้และบทเรียนที่ได้รับจากโครงการการจัดการน้ำบาดาลแบบมีส่วนร่วม ภายใต้ชื่อโครงการ "การจัดการการเติมน้ำใต้ดินลงสู่ชั้นน้ำบาดาลและการใช้น้ำบาดาลอย่างยั่งยืนในระดับชุมชน (Managing Aquifer Recharge and Sustainable Groundwater Use through Village-level Intervention (MARVI)" ในโครงการนี้นักวิจัยผู้ดำเนินโครงการได้พัฒนาออกแบบและทำงานร่วมกันกับชาวบ้านในท้องถิ่น ในการตรวจสอบระดับน้ำใต้ดินแบบมีส่วนร่วมในพื้นที่จำนวน 11 หมู่บ้าน จากเขตลุ่มน้ำ Dharta และ Meghraj ในรัฐ Rajasthan และ Gujarat ประเทศอินเดีย (Y. Jadeja, et al, 2018.)

รัชชิตา สาริมานนท์ (2563) ได้ศึกษาการศึกษาปัญหาการจัดการน้ำ ในพื้นที่เทศบาลตำบลเชียงเครือ อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความต้องการใช้น้ำ และศึกษาความพึงพอใจของประชาชนต่อรูปแบบการแก้ไขปัญหาด้านการจัดการน้ำ ในพื้นที่เทศบาลตำบลเชียงเครือ อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร การวิจัยประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ การวิจัยเชิงปริมาณ ในลักษณะการวิจัยเชิงสำรวจ และการวิจัยเชิงคุณภาพในรูปแบบการสัมภาษณ์ ผลการวิจัยเชิงปริมาณพบว่า ประชาชนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการแก้ไขปัญหาด้านการจัดการน้ำรูปแบบต่างๆ โดยภาพรวมค่าเฉลี่ยอยู่ที่ระดับมาก

(5 =3.58,S = 0.96) โดยมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการทำบ่อเติมน้ำใต้ดินระบบเปิด (สระเติมน้ำใต้ดิน) มากที่สุด ผลการวิจัยเชิงคุณภาพ รูปแบบ/แนวทางการแก้ไขปัญหาด้านทรัพยากรน้ำที่นำมาประยุกต์ใช้ในช่วงระยะเวลา 2-3 ปี ที่ผ่านมา และประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดี คือวิธีการเติมน้ำใต้ดิน เทศบาลตำบลเชียงเครือสามารถกักเก็บปริมาณน้ำสำรองไว้ในสระเติมน้ำใต้ดินได้ปริมาณมาก และแก้ไขปัญหาน้ำท่วมขังในชุมชนและบ้านเรือนได้เป็นอย่างดี

1.3 การเติมน้ำใต้ดินด้วยระบบธนาคารน้ำใต้ดิน (Groundwater Bank)

พระนิเทศศาสนคุณ (หลวงพ่อสมาน สิริปัญโญ) เป็นพระธรรมทูตรุ่นแรกที่นำศาสนาพุทธไปเผยแผ่ที่ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการคิดและริเริ่มระบบธนาคารน้ำใต้ดิน มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาแหล่งน้ำ ซึ่งถือว่าเป็นรูปแบบหนึ่งของงานสาธารณะ สงเคราะห์วิถีพุทธ ที่มุ่งเน้นหลักการพัฒนา เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาน้ำแล้ง น้ำท่วมขัง น้ำเน่าเสีย และน้ำเค็ม รวมถึงเพื่อสร้างแหล่งน้ำสะอาดสำหรับอุปโภคบริโภคในชุมชนและเป็นแหล่งน้ำเกษตรกรรมได้อย่างยั่งยืน

ภาพที่ 1.1 พระนิเทศศาสนคุณ (หลวงพ่อสมาน สิริปัญโญ)

ธนาคารน้ำใต้ดิน (Groundwater Bank) หมายถึง สถานที่เก็บน้ำฝนหรือน้ำจากแหล่งน้ำบนดินเพื่อนำไปเก็บไว้ในชั้นหินอุ้มน้ำ หากพิจารณาในเชิงวิชาการหลักการทำธนาคารน้ำใต้ดินใช้ศาสตร์และองค์ความรู้หลายแขนงมารวมกัน เช่น ความรู้ด้านอุทกธรณีวิทยา คือเข้าใจบริบทของสภาพชั้นดินและประสิทธิภาพของการไหลซึมน้ำลงใต้ดิน ด้านวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการหมุนรอบตัวเองของโลก ซึ่งช่วยให้เข้าใจถึงทิศทางการไหลของน้ำใต้ดินที่มีทิศทางแตกต่างจากการบริหารจัดการน้ำบนผิวดิน คือการไหลของน้ำจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ ไหลตามความลาดเอียงของพื้นที่จากทิศเหนือลงมาทิศใต้ อีกทั้งน้ำบนดินมีความเสี่ยงต่อ

การเจือปนของสารเคมีที่ส่งผลต่อการนำน้ำไปใช้อุปโภคบริโภค ส่วนน้ำใต้ดินเป็นน้ำที่ถูกซึมซับและผ่านการกรองในชั้นดินและชั้นหินจึงมีความสะอาดสูงกว่าน้ำที่อยู่บนผิวดิน นอกจากนี้น้ำบนผิวดินยังมีอัตราสูญเสียจากการระเหยสูงกว่าน้ำที่อยู่ใต้ดิน อีกปัญหาที่เรามักพบบ่อย คือเวลาฝนตกหนักมีปริมาณน้ำฝนมาก ฝนที่ตกลงมาจะไหลไปยังพื้นที่ต่ำจนอาจจะล้นเข้าสู่พื้นที่อยู่อาศัยและเกษตรกรรมส่งผลให้เกิดน้ำท่วมขัง อันเป็นปัญหาที่จะสามารถแก้ไขได้โดยใช้ระบบธนาคารน้ำใต้ดิน

การเติมน้ำใต้ดิน (Groundwater Recharge) จึงเป็นวิธีการที่ AGS และทีมงานผู้เชี่ยวชาญด้านน้ำได้ศึกษาและทดลองในพื้นที่แล้วพบว่า การจัดเก็บไว้ใต้ดินเป็นวิธีการแก้ปัญหาการจัดการน้ำอย่างยั่งยืน เป็นการฟื้นฟู และเพิ่มศักยภาพแหล่งกักเก็บน้ำใต้ดินในแต่ละภูมิภาคให้สอดคล้องกับพื้นที่และรองรับการขยายตัวทางด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรมและสังคม ตามบริบทของพื้นที่นั้นๆ โดยมีการออกแบบระบบการเติมน้ำใต้ดินที่บูรณาการองค์ความรู้ควบคู่ไปกับการจัดการน้ำบนผิวดินที่มีอยู่เดิม เพื่อขยายพื้นที่การกักเก็บน้ำให้เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 1.2) รวมถึงการออกแบบระบบที่รัฐและชาวบ้านสามารถนำไปปฏิบัติและใช้ได้ในแต่ละพื้นที่ โดยคำนึงถึงความคุ้มค่าต่อการลงทุน งบประมาณ ประโยชน์ระยะสั้นและระยะยาวที่จะตามมา รวมถึงมีการออกแบบระบบถ่ายทอดความรู้ให้ประชาชนและหน่วยงานรัฐ ให้ตระหนักถึงบทบาทและหน้าที่ของตนเองต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งทรัพยากรน้ำบนดินและใต้ดินในพื้นที่ตนเองได้ รวมถึงการเปลี่ยนวิกฤตช่วงน้ำท่วมให้เป็นโอกาสในการใช้น้ำเหล่านั้นเก็บกลับไปเติมสู่ชั้นใต้ดินเพื่อให้เกษตรกรสามารถนำมาใช้เพื่อการเพาะปลูกในช่วงฤดูแล้งได้

ภาพที่ 1.2 ตัวอย่างการทำธนาคารน้ำใต้ดินระบบเปิด
ที่มา : American Groundwater Solution (AGS)

ซึ่งนอกจากจะช่วยเพิ่มระดับน้ำใต้ดินที่ลดลงอย่างต่อเนื่องทั่วประเทศที่เกิดจากภัยแล้งของในปัจจุบันแล้ว ยังเป็นการแก้ปัญหาการใช้ทรัพยากรน้ำที่มีปริมาณมากเกินไป ที่เปรียบเสมือนโรคเรื้อรังที่เป็นสะสมมาหลายทศวรรษ โดยการเติมน้ำสู่ชั้นหินอุ้มน้ำ (Managed Aquifers Recharge: MAR) ซึ่งเป็นวิธีการที่คุ้มค่าที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาน้ำบาดาลขาดแคลน

ภาพที่ 1.3 เปรียบเทียบงบประมาณค่าใช้จ่ายในโครงการบริหารจัดการน้ำ

ที่มา : American Groundwater Solutions (AGS)

<u>คำอธิบาย</u>

จากภาพที่ 1.3 แสดงให้เห็นว่าการเติมน้ำใต้ดิน (Groundwater Recharge) เป็นทางเลือกที่ถูกกว่าวิธีอื่นสำหรับการจัดเก็บน้ำเมื่อเทียบกับการสร้างเขื่อนสำหรับกักเก็บน้ำ (Reservoir Explanation) และการเปลี่ยนน้ำเค็มเป็นน้ำจืด (Seawater Desalination) โดยใช้งบประมาณที่ $90-1,100 ต่อเอเคอร์-ฟุต หรือที่ราคากลาง $390 ต่อเอเคอร์-ฟุต

การทำธนาคารน้ำใต้ดินนอกจากการประหยัดต้นทุนแล้วธนาคารน้ำใต้ดินยังเป็นข้อดีอีกหลายประการเมื่อเทียบกับการกักเก็บน้ำบนผิวดิน ดังนี้

1) ต้นทุนต่ำ การดำเนินการสามารถทำได้ง่ายไม่ยุ่งยาก ไม่ต้องผ่านการประชามติขนาดใหญ่

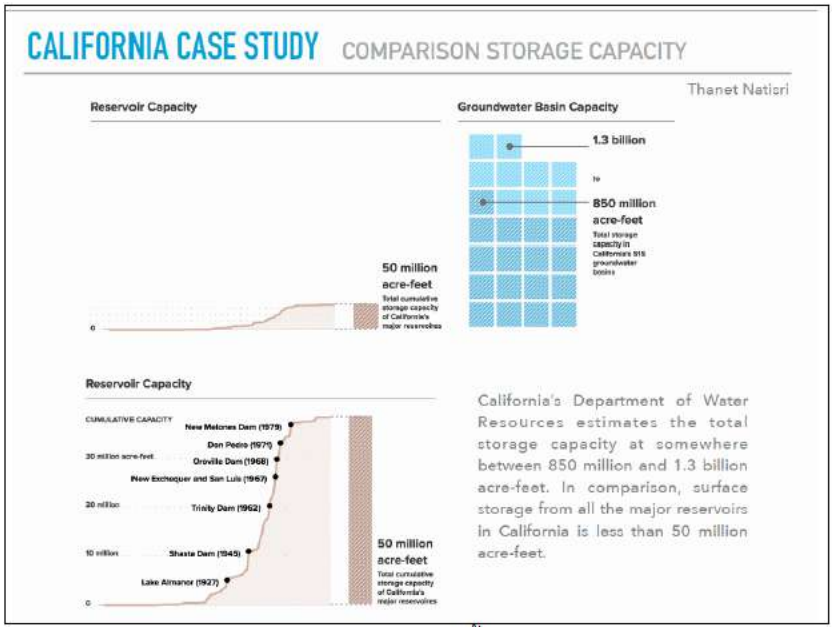
2) การสูญเสียน้ำจากการระเหยน้อยลงเมื่อเทียบกับการการกักเก็บน้ำบนผิวดิน

3) ลดการใช้พลังงานทำให้สิ่งแวดล้อมดีขึ้น

4) การแผ่กระจายของน้ำใต้ดินอยู่ในวงกว้าง สามารถใช้ได้ทั่วถึง

5) ช่วยฟื้นฟูระบบนิเวศน์และแหล่งน้ำ

6) สามารถทำหน้าที่เป็นอุปสรรคต่อการบุกรุกของน้ำทะเลในแอ่งชายฝั่งและการปนเปื้อนของสารเคมี การควบคุมน้ำท่วม และสามารถแก้ปัญหาภัยแล้งได้



ภาพที่ 1.4 เปรียบเทียบปริมาณการกักเก็บน้ำ กรณีศึกษาในรัฐแคลิฟอร์เนีย

ที่มา : American Groundwater Solutions (AGS)

<u>คำอธิบาย</u>

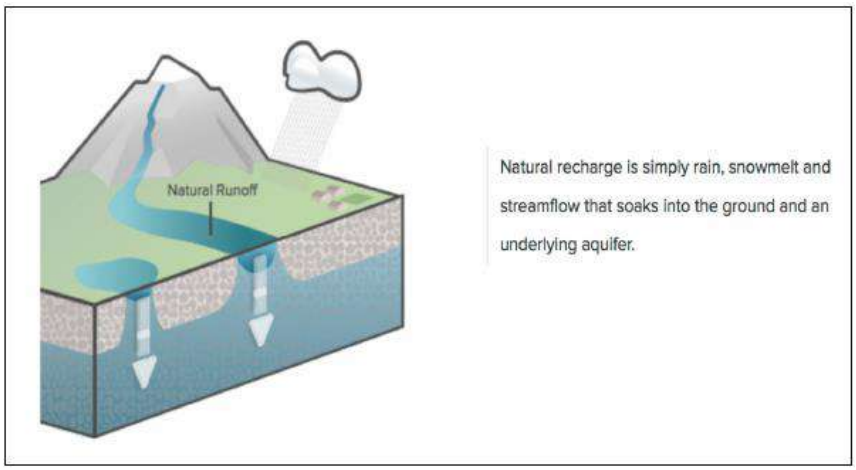
จากภาพที่ 1.4 เป็นกรณีศึกษาในรัฐแคลิฟอร์เนีย ซึ่งมีพื้นที่เป็นทะเลทราย ที่แสดงการเปรียบเทียบให้เห็นถึงปริมาณการกักเก็บน้ำระหว่างการสร้างอ่างกักเก็บน้ำไว้บนดิน และการกักเก็บน้ำไว้ใต้ดิน ชี้ให้เห็นว่าปริมาณที่กักเก็บน้ำไว้ใต้ดินสามารถกักเก็บน้ำได้ถึง 850-1300 ล้านเอเคอร์-ฟุต ซึ่งมากกว่าปริมาณการเก็บน้ำของเขื่อนกักเก็บน้ำทั่วทั้งรัฐที่สามารถกักเก็บน้ำรวมกันเพียง 50 ล้าน เอเคอร์-ฟุต โดยการกักเก็บน้ำไว้ใต้ดินทำให้ใช้จ่ายงบประมาณที่ประหยัด คุ้มค่า และสามารถอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติได้มากกว่าการสร้างเขื่อนเก็บน้ำไว้บนดิน

1.4 เทคนิคการเติมน้ำใต้ดิน (Groundwater Common Recharge Techniques)

เทคนิคการเติมน้ำใต้ดิน (Groundwater Common Recharge Techniques) เป็นการเติมสู่ชั้นหินอุ้มน้ำ (Aquifer) โดยน้ำจะต้องไหลเข้าสู่พื้นดินลงไป จึงเรียกกระบวนการนี้ว่า การเติมน้ำ (Recharge) ซึ่งสามารถทำได้ทั้งโดยธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น

1.4.1 วิธีการเติมน้ำโดยธรรมชาติ (Natural recharge)

เป็นการเติมน้ำที่เกิดจากน้ำฝน ผ่านลำห้วย หนองคลองบึงตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นวิธีการเติมน้ำที่ช้าและใช้ระยะเวลาซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ (ภาพที่ 1.5) ยกตัวอย่างเช่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย การเติมน้ำใต้ดินโดยวิธีธรรมชาติจะเกิดขึ้นได้ช้ามากเนื่องจากความสามารถในการซึมผ่านของน้ำค่อนข้างต่ำ หากจะเพิ่มปริมาณน้ำใต้ดินด้วยวิธีธรรมชาติจึงจำเป็นต้องมีการลดปริมาณการใช้น้ำบาดาลลง



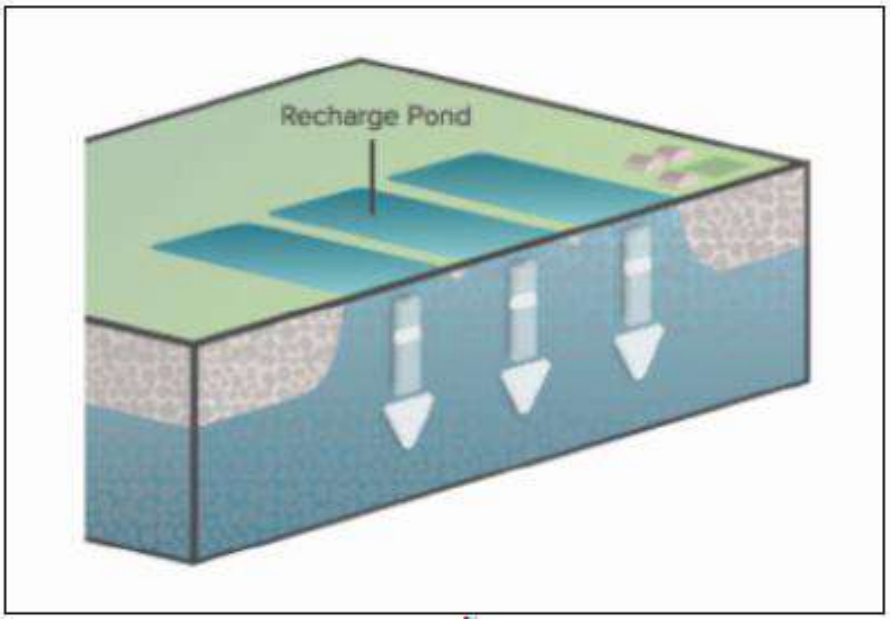
ภาพที่ 1.5 วิธีการเติมน้ำโดยธรรมชาติ

ที่มา : American Groundwater Solutions (AGS)

1.4.2 วิธีการเติมน้ำเทียม (Artificial recharge)

เป็นวิธีการที่มนุษย์สร้างขึ้น เพื่อนำน้ำไปเก็บไว้ในแอ่งน้ำบาดาลใต้ดิน เป็นวิธีการเติมน้ำใต้ดินที่ทำได้เร็วและมีประสิทธิภาพการกักเก็บน้ำได้มากกว่าการเติมน้ำโดยธรรมชาติ โดยการเติมน้ำสู่ชั้นน้ำบาดาลโดยตรง ซึ่งสามารถทำ 2 แบบ คือ แบบบ่อเติมน้ำ และแบบบ่อฉีด

1) แบบบ่อเติมน้ำ (Recharge Pond) เป็นวิธีการที่นิยมใช้กันมาก เป็นวิธีการปล่อยน้ำให้ไหลซึมผ่านชั้นดินสู่ชั้นหินอุ้มน้ำโดยตรง โดยใช้น้ำจากน้ำฝน น้ำจากลำห้วย น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วมาเติมลงบ่อ **(ภาพที่ 1.6)**

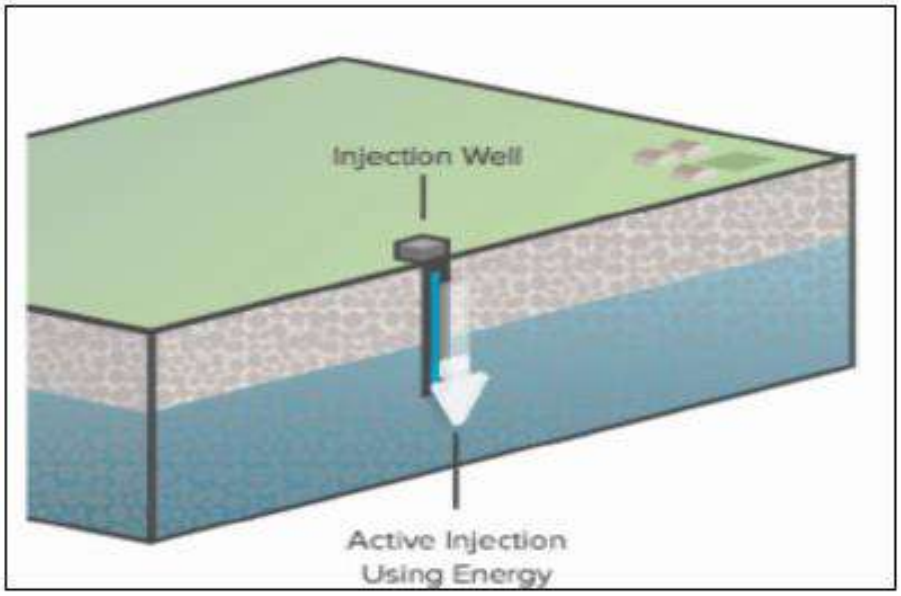


ภาพที่ 1.6 แบบบ่อเติมน้ำ (Recharge Pond)

ที่มา : American Groundwater Solutions (AGS)

2) แบบบ่ออัดน้ำ (Injection well)

เป็นการเติมน้ำผ่านชั้นน้ำบาดาลในระดับลึกโดยตรง ซึ่งนิยมทำในชุมชนเมืองขนาดใหญ่เพราะวิธีการเติมน้ำที่ทำได้เร็วกว่าแบบบ่อเติมน้ำ **(ภาพที่ 1.7)**



ภาพที่ 1.7 แบบบ่ออัดน้ำ (Injection well)

ที่มา : American Groundwater Solutions (AGS)

ใบความรู้

ปัจจัยสำคัญในการออกแบบธนาคารน้ำใต้ดิน

2.1 ดินและสภาพทางธรณีวิทยา

ดินและสภาพทางธรณีวิทยา (Soil and subsurface geology)

ดิน (Soil) คือ เทหวัตถุที่เกิดขึ้นจากการผุพังและแปรสภาพของหินและแร่ธาตุในธรรมชาติ ร่วมกับอินทรียวัตถุที่ได้จากการย่อยสลายซากพืชซากสัตว์ที่เน่าเปื่อย น้ำและอากาศ ซึ่งผสมคลุกเคล้าและเกาะกลุ่มรวมตัวกันจนเกิดเป็นเม็ดดิน (Soil Aggregate) และ องค์ประกอบของดินปกคลุมพื้นผิวชั้นบนของโลกในท้ายที่สุด ดินแต่ละชนิด มีลักษณะและคุณสมบัติแตกต่างกันออกไปตามอิทธิพลของภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ แหล่งต้นกำเนิด และสิ่งมีชีวิตที่เจริญเติบโตในพื้นที่ดังกล่าว ตลอดจนระยะเวลาของการพัฒนาหรือการสะสมตัวตามกระบวนการทางธรรมชาติ

ชั้นดินสามารถจำแนกออกเป็น 5 ชั้น ตามลักษณะทางกายภาพ ดังนี้

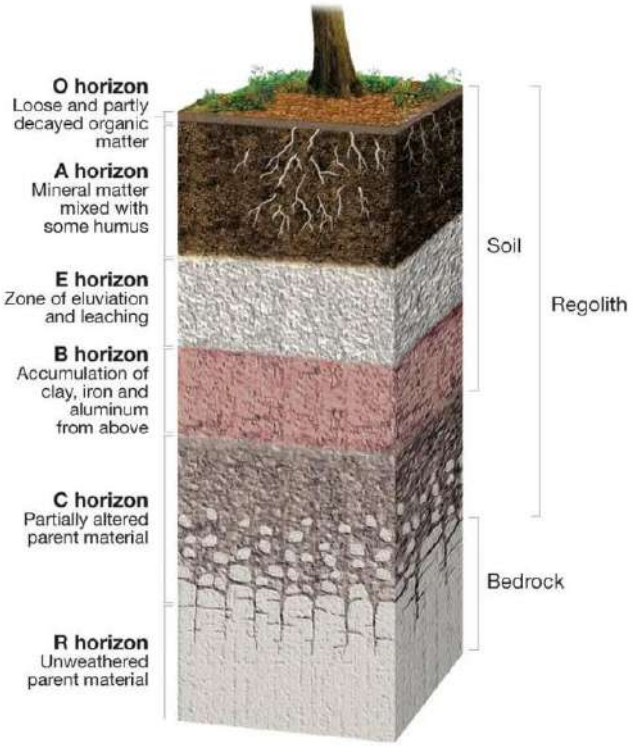
1. ชั้นโอ (O Horizon) หรือ “ชั้นดินอินทรีย์” คือ ดินชั้นบนสุดที่เกิดจากการสะสมตัวของอินทรีย์วัตถุทั้งจากพืชและสัตว์ ประกอบด้วยเศษใบไม้ กิ่งไม้ เศษหญ้า หรือซากสัตว์ทั้งที่ย่อยสลายและยังไม่ย่อยสลาย จึงมักมีสีค่อนข้างคล้ำ มีความอุดมสมบูรณ์สูง สามารถพบเห็นรากพืชแผ่กระจายอยู่โดยทั่วไป ดังนั้น ดินชั้นโอจึงมักพบได้ในเขตพื้นที่ป่า ขณะที่พื้นทางการเกษตรส่วนใหญ่จะไม่พบดินชั้นนี้ เนื่องจากถูกไถพรวนไปจนหมด

2. ชั้นเอ (A Horizon) หรือ “ชั้นดินบน” (Top soil) เป็นชั้นที่อินทรียวัตถุถูกย่อยสลายโดยสมบูรณ์และผสมคลุกเคล้าร่วมกับแร่ธาตุต่างๆ เป็นชั้นดินที่มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่จำนวนมาก ขณะที่ส่วนล่างของชั้นเอหรือที่เรียกว่า “ชั้นอี” เป็นเขตการซึมชะ (Zone of Leaching) ซึ่งมีการซึมผ่านของน้ำจากดินชั้นบนก่อให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างน้ำและแร่ธาตุภายในดิน ก่อนซึมผ่านลงไปสะสมตัวในชั้นต่อไป ทำให้ดินชั้นเอมีสีค่อนข้างจางและมีเนื้อหยาบ

3. ชั้นบี (B Horizon) หรือ “ชั้นดินล่าง” (Subsoil) เป็นชั้นที่สะสมส่วนที่ถูกชะล้าง (Zone of Accumulation) และเกิดการตกตะกอนของแร่ธาตุและสารละลายต่างๆ จากชั้นดินด้านบน เนื้อดินในชั้นบีมักมีความหนาแน่นและความชื้นสูง มีจุดประ (Mottle) สีส้มแดงกระจายอยู่ทั่วไป ส่งผลให้ดินชั้นนี้มีสีของแร่ธาตุชัดเจน อีกทั้ง ยังมีการเปลี่ยนแปลงหรือปฏิกิริยาทางเคมีค่อนข้างสูง

4. ชั้นซี (C Horizon) หรือ “ชั้นการผุพังของหิน” เป็นชั้นของหินกำเนิดดิน (Parent Rock) ที่กำลังผุพังและสลายตัว ไม่มีการตกตะกอนจากการชะล้าง ไม่มีการสะสมของอินทรียวัตถุ เป็นชั้นหินผุ (Weathered Rock) ที่หินบางส่วนผุพัง กลายเป็นดินปะปนกับเศษหินที่แตกหัก

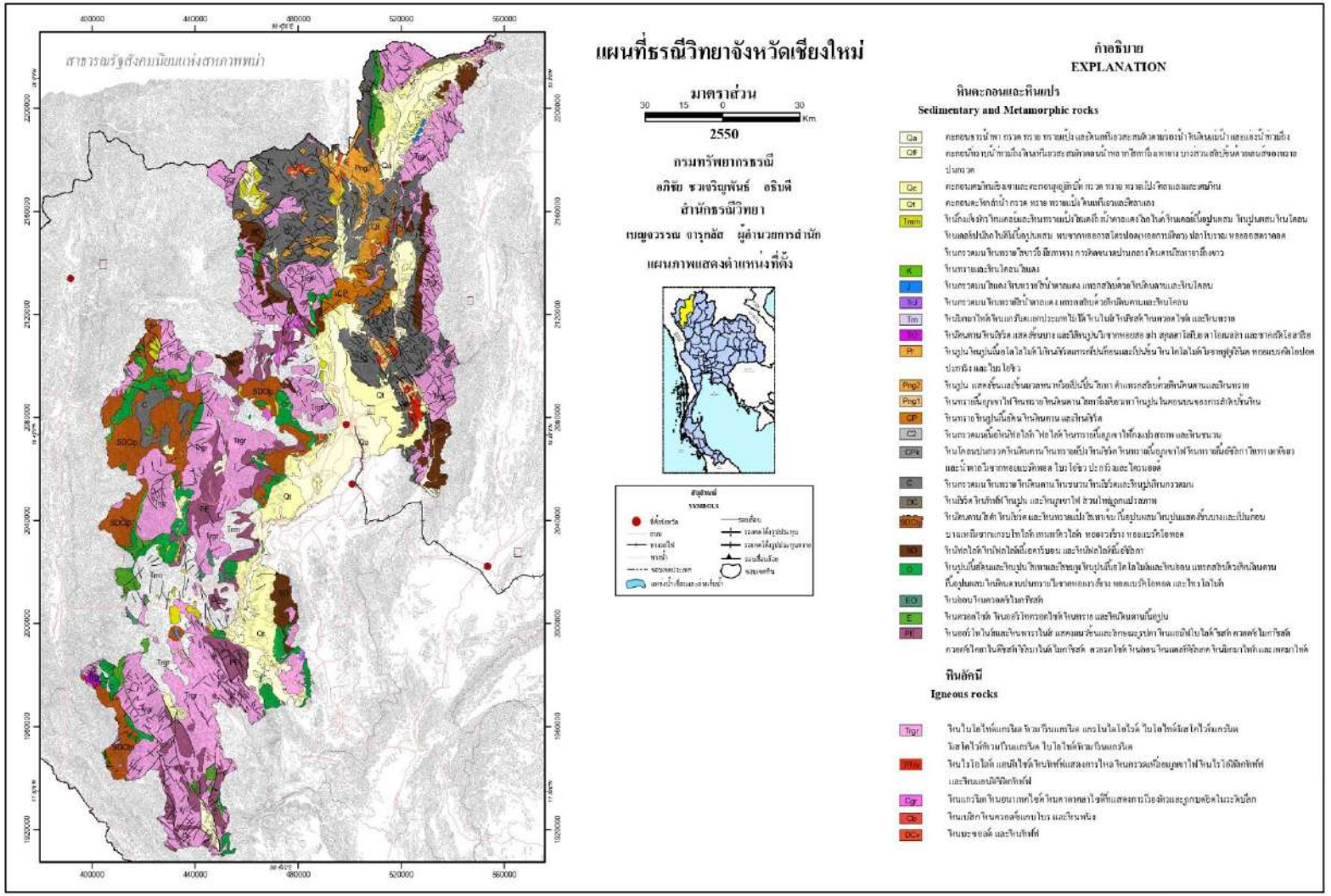
5. ชั้นอาร์ (R Horizon) หรือ “ชั้นหินแข็ง” เป็นชั้นหินที่ยังไม่ผุพังสลายตัว อาจปรากฏหรือไม่ปรากฏในหน้าตัดดิน ชั้นอาร์นับเป็นชั้นของวัตถุต้นกำเนิดดินที่เรียกว่า “หินพื้น” (Bedrock) เป็นชั้นหินดินดาน



ภาพที่ 2.1 การจำแนกชั้นดินตามลักษณะทางกายภาพ

ที่มา : กรมทรัพยากรธรณี

http://www.dmr.go.th/ewtadmin/ewt/dmr_web/n_more_news.php?filename=soil



ภาพที่ 2.2 แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดเชียงใหม่

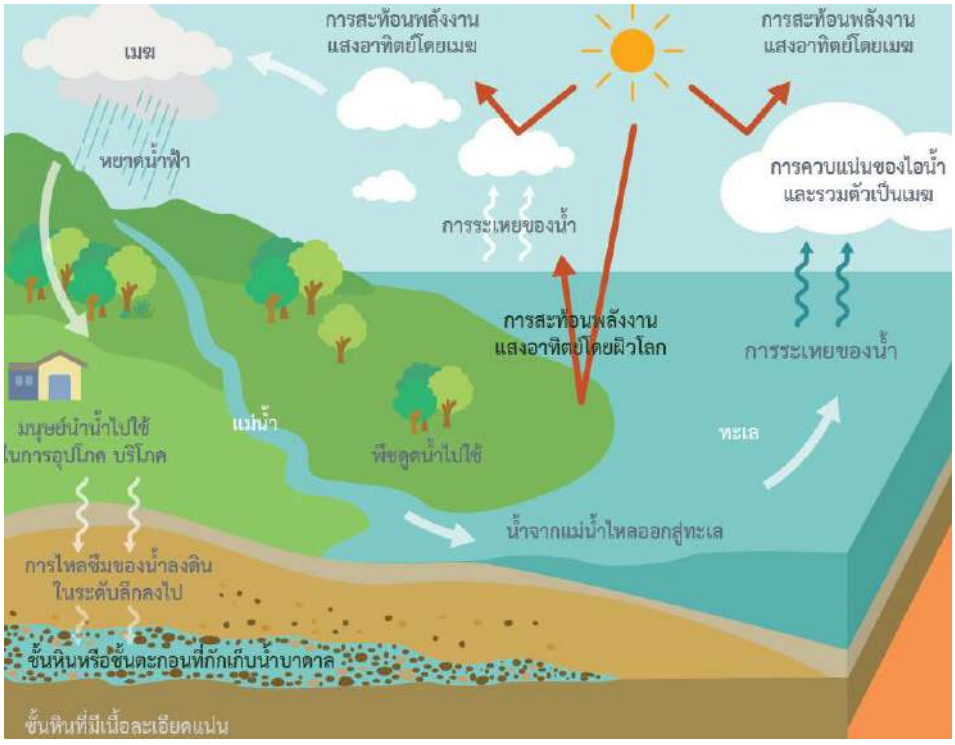
ที่มา : http://www.dmr.go.th/download/pdf/North/Chiangmai.pdf

ผลการสำรวจชั้นดิน Boring test				
ความลึก/เมตร	คุณสมบัติของดิน		คำอธิบาย	สภาพความชื้น
1		ชั้นหน้าดิน	ดินร่วน สีน้ำตาล	แห้ง
2		ดินร่วน	ดินร่วน สีน้ำตาล	
3		ทรายปนดินเหนียว	ทรายปนดินเหนียวสีน้ำตาลปนเหลือง ทรายขนาดปานกลาง	เปียก
4				
5		ดินเหนียวปนทราย/กรวดแม่น้ำ	ดินเหนียวปนทราย ทรายขนาดปานกลาง การคัดขนาดของกรวดไม่ค่อยดี	
6		กรวด/หินปูน	สำดำถึงน้ำตาล การคัดขนาดค่อนข้างดี ประกอบด้วย ควอทซ์ไซต์ เชิร์ต หินปูน	
7				
8		กรวดแม่น้ำ/หินปูน	สำดำถึงน้ำตาล การคัดขนาดค่อนข้างดี ประกอบด้วย ควอทซ์ไซต์ เชิร์ต หินปูน	
9				
10				
11		หินปูน/กรวด	หินปูนสีเทา หินปูนเนื้อดิน ประกอบด้วย ควอทซ์ไซต์ เชิร์ต หินอ่อน	
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

ภาพที่ 2.3 ผลการสำรวจชั้นดิน พื้นที่เทศบาลจอมทอง สบเตี๊ยะ อ.จอมทอง จ.เชียงใหม่

2.2 แหล่งน้ำที่นำมาเติม

วัฏจักรน้ำ เป็นแบบรูปการหมุนเวียนอย่างต่อเนื่องของน้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน น้ำในบรรยากาศ และน้ำจากกิจกรรมต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงน้ำที่นำมาเติมในบ่อเพื่อป้องกันการปนเปื้อนลงสู่ชั้นน้ำและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แหล่งน้ำที่สามารถนำมาใช้ในการเติมน้ำได้แก่ น้ำฝน น้ำจากแม่น้ำ น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดเรียบร้อยแล้ว เพราะหากไม่มีแหล่งน้ำที่จะเติมลงไปก็ยากที่จะดำเนินการได้ ในขณะเดียวกันเราควรคำนึงถึงความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม ควรมีการคำนึงถึงความปลอดภัยในพื้นที่รับน้ำ



ภาพที่ 2.4 แผนผังการเกิดวัฏจักรของน้ำ

วิธีการเบื้องต้นในช่วยรักษาแหล่งน้ำธรรมชาติ

1) วางแผนในการบริหารจัดการน้ำในบริเวณบ้านและพื้นที่ของตนเอง เช่น ใช้วัสดุในการออกแบบรอบตัวบ้านที่น้ำสามารถซึมผ่านลงไปในดินได้ และพยายามใช้พื้นที่คอนกรีตให้น้อยที่สุด เพราะถ้ามีพื้นที่คอนกรีตมากเท่าไหร่ ก็จะทำให้ปริมาณน้ำต้องที่ไหลผ่านถนนหนทาง ชะล้างสิ่งสกปรกมากขึ้นและมีโอกาสเจือปนมากขึ้นเช่นกัน นอกจากนี้ควรรณรงค์การปลูกหญ้า พืช หรือต้นไม้เพื่อช่วยป้องกันการชะล้างของหน้าดิน

2) พยายามปลูกพืชที่เกิดขึ้นเองในท้องถิ่นเพื่อลดปริมาณการใช้น้ำ ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง และสารเคมีกำจัดวัชพืช และห้ามฉีดยาปราบศัตรูพืชหรือสารเคมีกำจัดวัชพืชก่อนที่ฝนจะตก

3) เก็บขยะ สิ่งปฏิกูลจากคอกสัตว์เลี้ยง บริเวณถนน ท่อระบายน้ำเสียให้เรียบร้อย รวมถึงสิ่งปฏิกูลจากมูลสัตว์เลี้ยงเพราะมีแบคทีเรียบางตัวที่สามารถเจือปนแหล่งน้ำ โดยผ่านการไหลน้ำในช่วงที่ฝนตก

4) พยายามใช้น้ำยาทำความสะอาดภายในบ้านที่มีสารเคมีที่เป็นอันตรายน้อยที่สุด

5) พยายามชะลอน้ำในพื้นที่โดยการทำสวนหย่อม หรือธนาคารน้ำใต้ดินระบบปิด เพื่อที่จะให้น้ำฝนที่ตกลงมานั้นซึมลงไปในพื้นที่ และปลูกหญ้ารอบรอบบริเวณเพื่อจะช่วยในการชะล้างหน้าดินและช่วยชะลอการไหลของน้ำฝนอีกทางหนึ่ง

6) พยายามรณรงค์ในการทำความสะอาดคลองระบายน้ำ ห้วย หนอง คลอง บึงของชุมชน และตรวจสอบคุณภาพน้ำในพื้นที่เป็นระยะ

7) พยายามแยกขยะที่มีสารเคมีอันตราย เช่น น้ำมันเครื่อง แบตเตอรี่ และนำไปรีไซเคิล (Recycle) หรือไปทิ้งในสถานที่ที่รัฐบาลกำหนดให้

8) พยามรักษาความสะอาดรอบบริเวณบ้าน และเก็บของให้เป็นระเบียบ โดยเฉพาะสารเคมีและปุ๋ยไว้ในพื้นที่ปลอดภัยจากฝนตก

ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างบริเวณพื้นที่รับน้ำ(Recharge area) - พื้นที่จ่ายน้ำ (Discharge area)

สภาพธรณีวิทยาต้องมีความเหมาะสมต่อการจะเติมน้ำใต้ดิน เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างมากที่นำมาใช้ประกอบการวางแผน เนื่องจากว่าประเทศไทยมีสภาพทางธรณีวิทยาที่มีความแตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องมีการเจาะสำรวจชั้นดินชั้นหิน เพื่อนำข้อมูลไปใช้เป็นส่วนประกอบในการวิเคราะห์เพื่อประเมินประสิทธิภาพในการซึมผ่านของน้ำจากผิวดินมาสู่ชั้นหินอุ้มน้ำ (Aquifers)

2.3 พื้นที่เหมาะสม (Suitable area)

การเลือกพื้นที่ให้เหมาะสมเพื่อนำมาใช้ประกอบการวางแผนออกแบบบ่อ เป็นสิ่งสำคัญในการวางแผนและออกแบบรูปการณ์เติมน้ำใต้ดินหรือธนาคารน้ำใต้ดิน โดยความเหมาะสมของพื้นที่เติมน้ำใต้ดินที่มีการเติมน้ำใต้ดินเบื้องต้นจะแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่

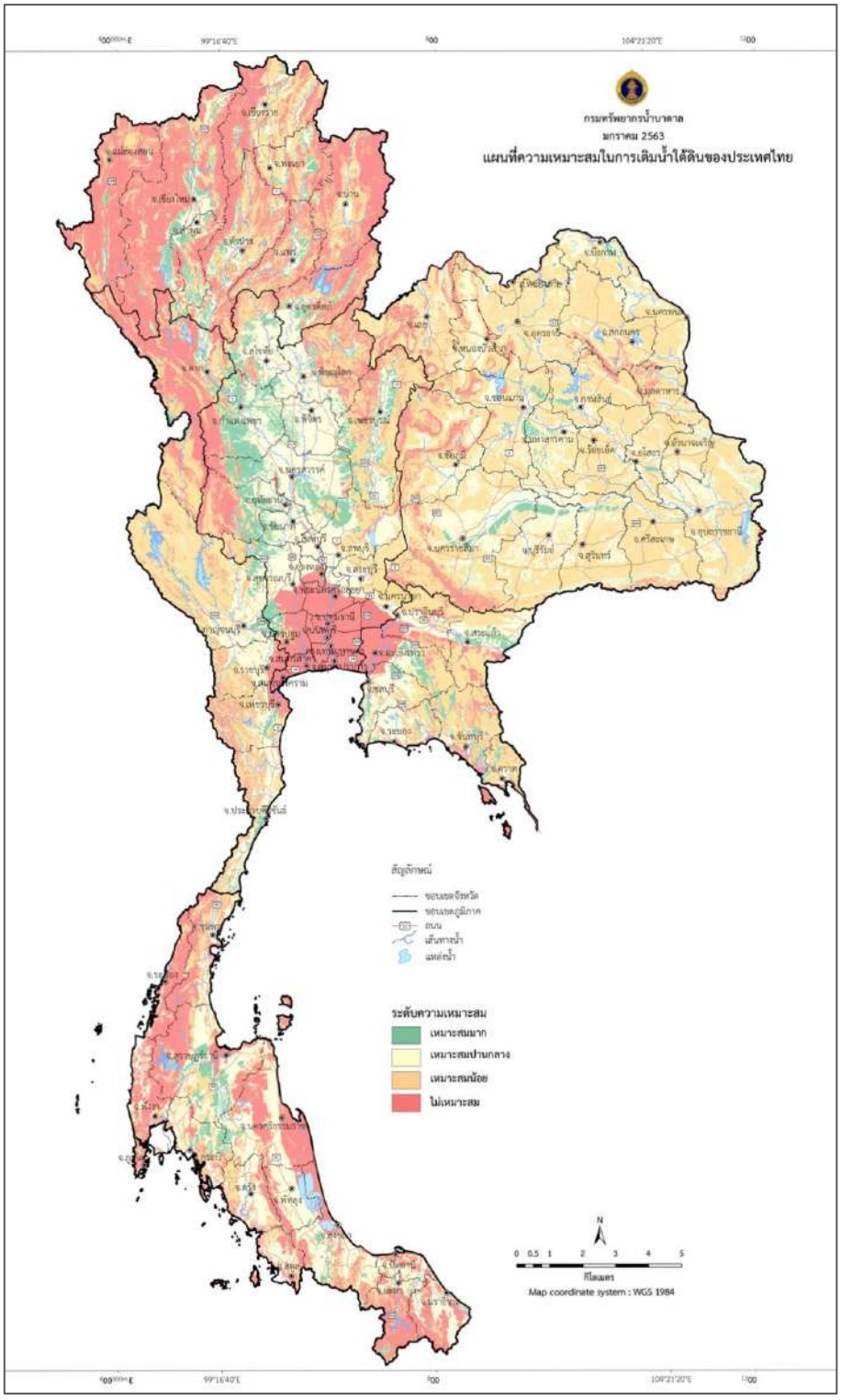
1. พื้นที่ที่มีความเหมาะสมมาก (สีเขียว) : เป็นพื้นที่ที่มีลักษณะทางกายภาพในการเติมน้ำใต้ดินได้ดี แต่อาจมีบางบริเวณที่ไม่สามารรถเติมน้ำได้ควรมีการดำเนินการศึกษาขั้นรายละเอียดในพื้นที่ก่อนการดำเนินการ

2. พื้นที่ที่มีความเหมาะสมปานกลาง (สีเหลือง) : เป็นพื้นที่ที่มีลักษณะทางกายภาพในการเติมน้ำใต้ดินค่อนข้างดี แต่อาจมีบางบริเวณที่ไม่สามารรถเติมน้ำได้ควรมีการดำเนินการศึกษาขั้นรายละเอียดในพื้นที่ก่อน การดำเนินการ

3. พื้นที่ที่มีความเหมาะสมน้อย (สีส้ม) : เป็นพื้นที่ที่มีลักษณะทางกายภาพในการเติมน้ำใต้ดินน้อย แต่อาจมีบางบริเวณที่สามารรถเติมน้ำได้ควรมีการดำเนินการศึกษาขั้นรายละเอียดในพื้นที่ก่อนการดำเนินการ

4. พื้นที่ไม่มีความเหมาะสม (สีแดง) : เป็นพื้นที่ที่มีลักษณะทางกายภาพในการเติมน้ำใต้ดินน้อยมาก ควรหลีกเลี่ยงการดำเนินการในพื้นที่ดังกล่าว หากจะดำเนินการต้องศึกษาเฉพาะพื้นที่อย่างละเอียด

** อย่างไรก็ตามควรจะศึกษาและหาข้อมูลเพิ่มเติมในบริเวณพื้นที่ที่ต้องการศึกษา

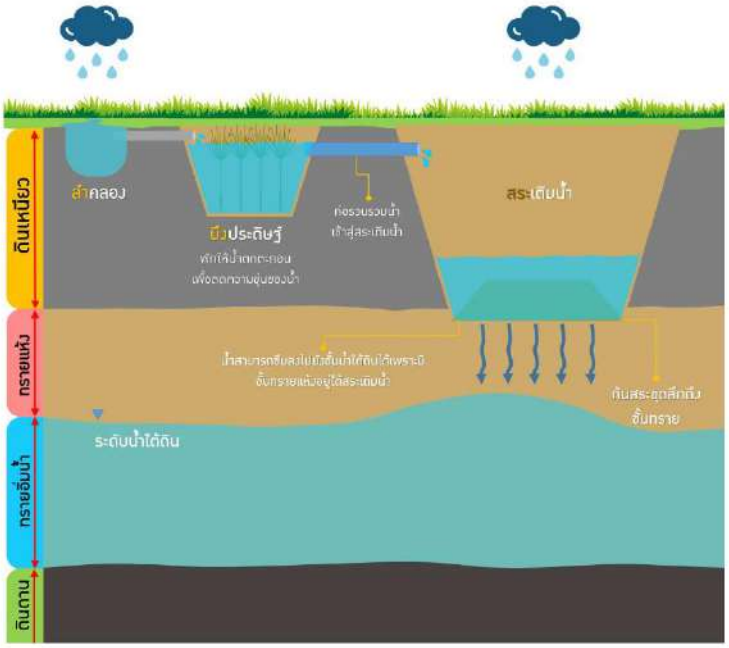


ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างแผนที่ความเหมาะสมการเติมน้ำใต้ดินของประเทศไทย

ที่มา : กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

2.4 การขนส่ง (Conveyance)

เป็นการวางแผนการขนส่งน้ำจากแหล่งน้ำที่จะนำมาเติมลงสู่ชั้นใต้ดิน ซึ่งมีส่วนสำคัญเนื่องจากบางพื้นที่แหล่งน้ำที่จะนำมาเติมลงบ่ออาจจะอยู่ห่างไกลการขนส่งน้ำหรือลำเลียงน้ำเข้าบ่อ อาจต้องมีการวางระบบท่อส่งน้ำหรือรางส่งน้ำเพื่อนำน้ำเข้าบ่อเติมน้ำ หรือในกรณีที่แหล่งที่มาเติมน้ำคือลำห้วย การลำเลียงน้ำเข้าบ่ออาจต้องมีการสร้างบ่อดักตะกอนเพื่อลดความขุ่นของน้ำก่อนที่จะถึงบ่อเติมน้ำ



ภาพที่ 2.7 การขนส่งน้ำจากแหล่งน้ำเข้าสู่บ่อเติมน้ำ
ที่มา : กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

ใบความรู้

3.1 ธรณีวิทยาเบื้องต้น

ธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยาเบื้องต้น

ธรณีวิทยา (Geology) มาจากภาษากรีก คือ "Geo" หมายถึง โลก และ "Logi" หรือ “Logis” หมายถึง “การบรรยาย” รวมความแล้ว ธรณีวิทยาเป็นวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับโลก สสารต่างๆที่เป็นส่วนประกอบของโลก เช่น แร่ หิน ดิน และน้ำ รวมทั้งกระบวนการต่างๆ ทางธรรมชาติซึ่งเกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ตั้งแต่กำเนิดโลกจนถึงปัจจุบัน เป็นการศึกษาทั้งในระดับโครงสร้างส่วนประกอบทางกายภาพ เคมี และชีววิทยา ทำให้รู้ถึงประวัติความเป็นมาและสภาวะแวดล้อมในอดีตจนถึงปัจจุบัน ศึกษาปัจจัยต่างๆ ทั้งภายในและภายนอกที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นผิว วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ตลอดจนรูปแบบและวิธีการนำเอาทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน

ความหมายและประเภทของหิน

หิน (Rock) เป็นมวลของแข็งที่ประกอบด้วยแร่ชนิดเดียวหรือหลายชนิดรวมตัวกันอยู่ตามธรรมชาติ แบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ หินอัคนี (Igneous rocks) หินชั้นหรือหินตะกอน (sedimentary rocks) และหินแปร (Metamorphic rocks) (พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา พ.ศ.2544)

หินอัคนี (Igneous rocks) คือ หินที่เกิดจากการแข็งตัวของหินหนืด (Magma) ที่เปลือกโลก ถ้าแข็งตัวอยู่ภายในเปลือกโลก เรียกว่าหินอัคนีแทรกซอน (Intrusive igneous rocks) หรือถ้าพุดันเปลือกโลกออกมาแข็งตัวอยู่บนผิวโลก เรียกว่า หินอัคนีพุ (Extrusive igneous rock, Effusive igneous rocks or Volcanic rock)

หินตะกอนหรือหินชั้น (Sedimentary rocks) คือหินที่เกิดจากการทับถมของตะกอนตะกอนเหล่านี้เกิดจากการผุพัง แตกสลายของหินอัคนี หินแปร หรือหินชั้นอายุเก่ากว่า ถูกพัดพามาตกจมสะสมโดยน้ำ ลม ธารน้ำแข็ง หรือการตกตะกอนทางเคมี และหมายรวมตลอดถึงหินที่เกิดจากการสะสมของซากดึกดำบรรพ์ด้วยตะกอนเหล่านี้มีการสะสมตัวเป็นชั้นๆ และเมื่อแข็งตัวกลายเป็นหินแล้ว ลักษณะการเรียงตัวเป็นชั้นๆ ตามลำดับอายุยังปรากฏให้เห็นอยู่ ดังนั้น จึงเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าหินชั้น

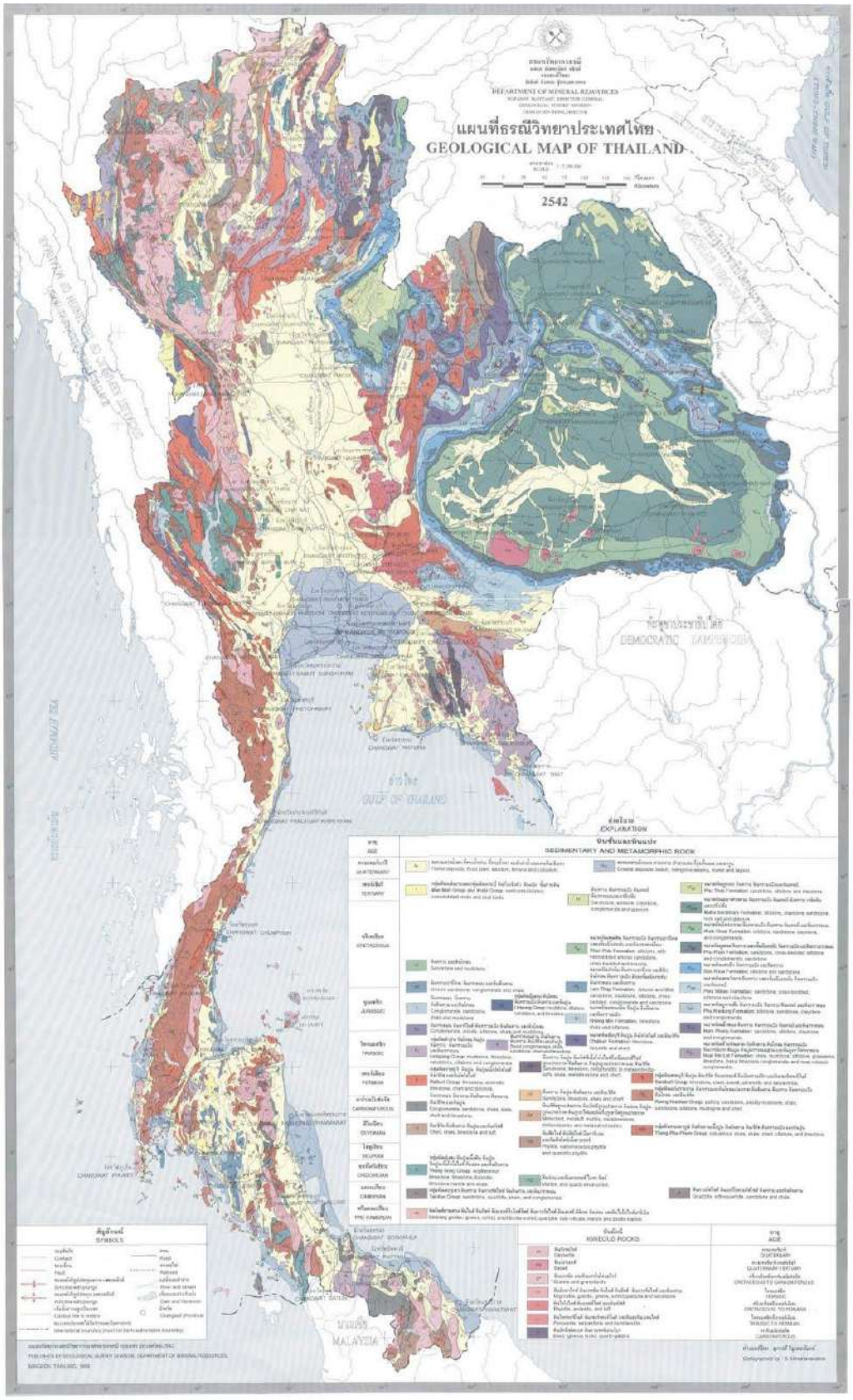
หินแปร (Metamorphic rocks) คือ หินที่แปรสภาพไปจากเดิม โดยการกระทำของความร้อน ความดันและปฏิกิริยาเคมี หินแปรบางชนิดยังแสดงเค้าเดิม บางชนิดผิดไปจากเดิมมากจนต้องศึกษารายละเอียดของเนื้อหินหรือสภาพแวดล้อมจึงจะทราบที่มา เช่น หินดินดานแปรเปลี่ยนเป็นหินชนวน หินทรายแปรเปลี่ยนเป็นหินควอร์ตไซต์ หินปูนแปรเปลี่ยนเป็นหินอ่อน เป็นต้น

วัฏจักรของหิน

วัฏจักรของหิน (Rock cycle) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของหินทั้ง 3 ชนิด จากหินชนิดหนึ่งไปเป็นอีกชนิดหนึ่ง หรืออาจเปลี่ยนกลับไปเป็นหินชนิดเดิมอีกก็ได้ กล่าวคือ เมื่อหินหนืดเย็นตัวลง จะตกผลึกได้เป็นหินอัคนี เมื่อหินอัคนีผ่านกระบวนการผุพังอยู่กับที่และเกิดการกร่อนจนกลายเป็นตะกอนมีกระแสน้ำ ลม

ธารแข็ง หรือคลื่นในทะเล พัดพาไปสะสมตัวและเกิดการแข็งตัวกลายเป็นหิน กระบวนการเหล่านี้ อาจเกิดข้ามขั้นตอนได้ เช่น จากหินอัคนีไปเป็นหินแปร หรือจากหินแปรไปเป็นหินชั้น (ภาพที่ 3.1)

ภาพที่ 3.1 แสดงวัฏจักรของหิน (ที่มา : กรมทรัพยากรธรณี 2545)



ภาพที่ 3.2 แผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย

ที่มา : กรมทรัพยากรธรณี

3.2 อุทกธรณีวิทยาเบื้องต้น

อุทกธรณีวิทยาเบื้องต้น

น้ำบาดาลเป็นส่วนหนึ่งของวัฏจักรน้ำ (hydrologic cycle) ซึ่งวัฏจักรน้ำ กล่าวถึง การหมุนเวียนเคลื่อนที่ และเปลี่ยนสถานะของน้ำในโลก วัฏจักรน้ำไม่มีต้นมีปลาย อาจเริ่มพิจารณาจากน้ำในมหาสมุทร ซึ่งเมื่อระเหยกลายเป็นไอน้ำ บางส่วนของไอน้ำถูกลมพัดพาไปยังผืนแผ่นดิน แล้วควบแน่นเป็นละอองน้ำรวมกันเป็นกลุ่มก้อนเมฆ เมื่อละอองน้ำมีสภาวะที่เหมาะสม ก็จะกลายเป็นฝนตกลงทั้งในทะเลมหาสมุทร และบนผืนแผ่นดิน ฝนที่ตกลงบนพื้นดินบางส่วนระเหยกลับสู่บรรยากาศ บางส่วนไหลไปบนผิวดิน บางส่วนซึมลงใต้ผิวดิน น้ำใต้ผิวดินระดับตื้นถูกพืชดูดไปใช้และคายออกทางปากใบ แต่ส่วนที่ซึมลึกลงสู่ชั้นอิ่มตัวด้วยน้ำเรียกว่า น้ำบาดาลโดยวัฏจักรของน้ำหรือวัฏจักรของอุทกวิทยา แสดงในภาพที่ 3.4

ในส่วนของน้ำบาดาล เกิดจากน้ำในบรรยากาศ ซึ่งตกลงมาในลักษณะของฝน ไหลซึมลงไปตามช่องว่างระหว่างเม็ดดินหรือเม็ดหิน ไปยังที่ต่ำกว่า หรือมีแรงดันน้อยกว่า แล้วสะสมรวมตัวจนกลายเป็นส่วนที่อิ่มตัว ด้วยน้ำ เรียกว่า “ชั้นน้ำบาดาล”

ภาพที่ 3.4 วัฏจักรของอุทกวิทยา (Hydrologic Cycle)

(**ที่มา** : http:usgs.gov.edu/watercycles.html)

ความหมายน้ำบาดาลในทางวิชาการ

น้ำบาดาล (Groundwater) คือ น้ำที่ถูกกักเก็บหรือสะสมตัวอยู่ใต้ดิน อาจสะสมตัวอยู่ตามรอยแตกรอยแยกของชั้นหิน หรืออาจสะสมตัวอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดกรวด หรือเม็ดทรายใต้ผิวดิน

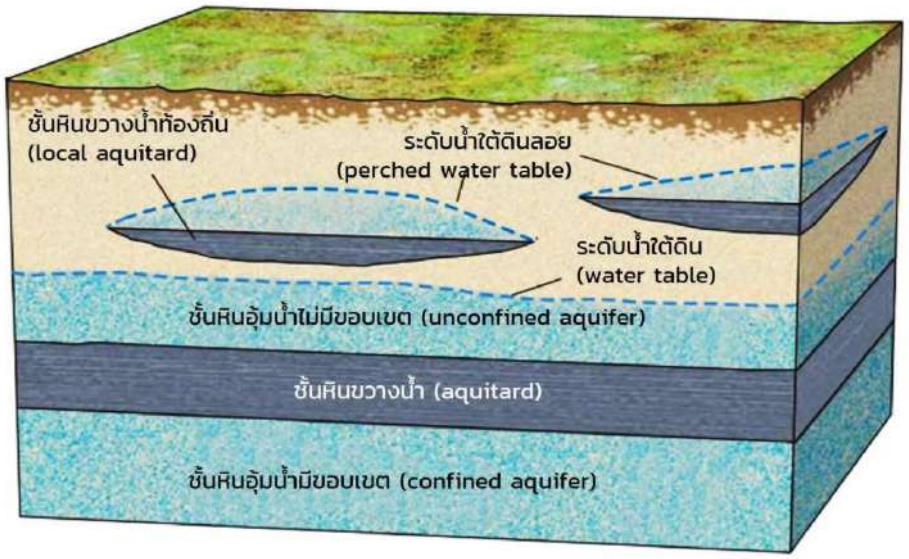
กรมทรัพยากรน้ำบาดาล (2563) ได้ให้นิยามของ น้ำใต้ดิน น้ำบาดาล และน้ำในดิน ไว้ดังนี้

น้ำใต้ดิน (Subsurface water) เป็นน้ำที่กักเก็บอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดแร่ ดินและหิน สามารถจำแนกได้ 2 ประเภท คือ น้ำในดิน (Soil water) และน้ำบาดาล (Groundwater)

1. น้ำในดิน คือ น้ำที่แทรกอยู่ตามช่องว่างระหว่างเม็ดดินและเม็ดแร่ น้ำในดินเป็นน้ำที่ยังไม่อิ่มตัว หมายถึง ช่องว่างหรือรูพรุนประกอบด้วยน้ำและอากาศ และกักเก็บอยู่เหนือระดับน้ำอิ่มตัว

2. น้ำบาดาล คือ น้ำที่แทรกอยู่ตามช่องว่าง รอยแตก หรือโพรงของหินที่เป็นวัตถุตัวกลางที่กักเก็บน้ำ หรือเรียกว่า หินอุ้มน้ำหรือหินให้น้ำ (Aquifer) น้ำบาดาลกักเก็บอยู่ในชั้นหินที่อิ่มตัวไปด้วยน้ำหรือช่องว่างจะเต็มไปด้วยน้ำที่ไม่มีอากาศแทรกอยู่และมีปริมาณน้ำมากกว่าน้ำในดิน

ภาพที่ 3.5 ความหมายของน้ำบาดาลทางวิชาการ (ที่มา : กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2563)

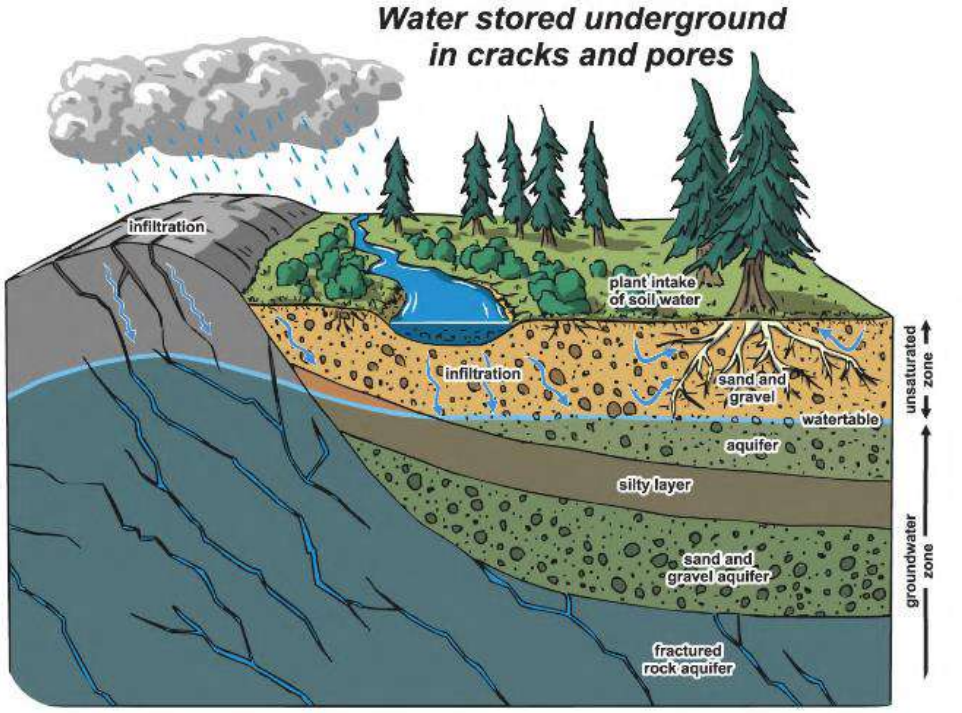


ภาพที่ 3.6 ลักษณะของชั้นน้ำบาดาล

(**ที่มา** : http://www.mitrearth.org/9-2-groundwater-movement)

ลักษณะของวัสดุหรือเนื้อของชั้นหินให้น้ำ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ชั้นน้ำหินร่วน (Unconsolidated aquifer) และชั้นน้ำหินแข็ง (Consolidated aquifer) ชั้นน้ำหินร่วน ได้แก่ ชั้นตะกอนกรวดทราย (Clean alluvium) ที่ยังไม่มีสารเชื่อมให้ก้อนกรวดทรายจับตัวกันเป็นก้อนทึบ น้ำบาดาลแทรกตัวอยู่ตามช่องระหว่างเม็ดกรวดทรายชั้นน้ำหินแข็ง ได้แก่ ชั้นหินที่มีรอยแตก รอยแยกและรอยเลื่อน ในพวกหินทุกชนิด ได้แก่ หินชั้นหรือหินตะกอน (Sedimentary rock) หินอัคนี (Igneous rock) และหินแปร (Metamorphic rock) ในหินอัคนีและหินแปรมีรอยแตก รอยแยกและรอยเลื่อนน้อย โดยเฉพาะหินแปร

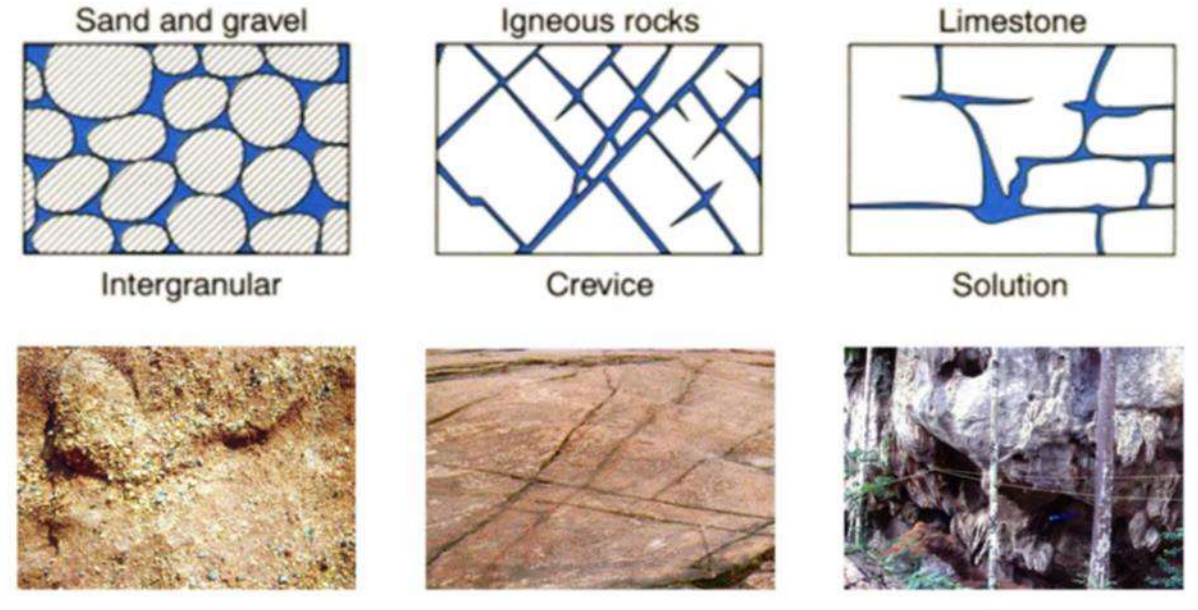
หากแบ่งชั้นน้ำบาดาล ตามลักษณะการสะสมตัว สามารถจำแนกได้เป็น น้ำบาดาลในช่องว่างของกรวดทราย และน้ำบาดาลในรอยแตกในโพรงของหิน



ภาพที่ 3.7 การแบ่งชั้นน้ำบาดาล ตามลักษณะการสะสมตัว
(ที่มา : https://serc.carleton.edu)

บริเวณที่จะสามารถพบแหล่งน้ำบาดาลได้ ประกอบด้วย

1) ช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอน (Voids/interstices) ในชั้นหินให้น้ำบาดาลตะกอนร่วนจำพวกกรวด ทราย
2) รอยแตก รอยแยกของหิน (Fractures/joints) ในชั้นหินให้น้ำบาดาลหินแข็ง
3) รอยต่อระหว่างชั้นหิน (Bedding planes)
4) รอยชั้นไม่ต่อเนื่องทางธรณีวิทยา (Unconformities)
5) โพรง-ถ้ำ ที่เกิดจากการละลาย (Cave/cavities)



ภาพที่ 3.8 บริเวณที่จะพบแหล่งน้ำบาดาลในชั้นหินลักษณะต่างๆ

3.3 หน่วยหินและประเภทของหน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยา

ประเภทของหน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยา

หน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยา (Hydrogeologic units) คือ หินเกือบทุกชนิดที่เป็นแหล่งกักเก็บน้ำบาดาลหรือเป็นชั้นหินอุ้มน้ำได้ แต่ก็มีคุณสมบัติทางอุทกธรณีวิทยาที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติลักษณะ ส่วนประกอบ และสภาพแวดล้อมทางธรณีวิทยาเป็นสำคัญ การจัดแบ่งหินชุดต่างๆ ออกเป็นหน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยา ก็เพื่อให้การพิจารณาสภาพของแหล่งน้ำบาดาลในบริเวณต่างๆ กระทำได้ง่าย (ที่มา : https://th.wikipedia.org/wiki)

หน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยาในประเทศไทย แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มหินอุ้มน้ำประเภทหินร่วน (Unconsolidated Aquifers) 2) กลุ่มหินอุ้มน้ำประเภทหินแข็ง (Consolidated Aquifers)

กลุ่มหินอุ้มน้ำประเภทหินร่วน (unconsolidated aquifers)

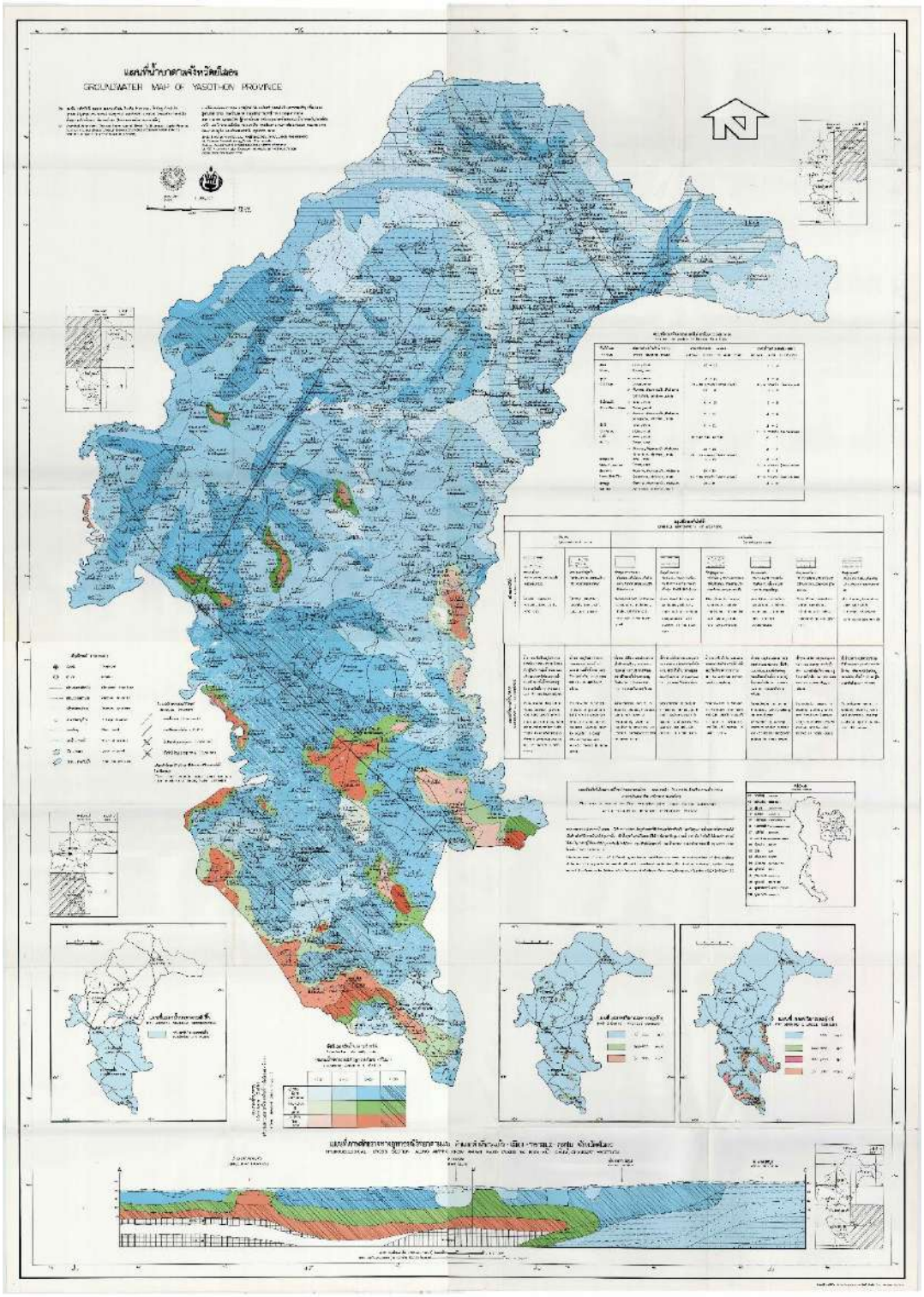
น้ำบาดาลในตะกอนหินร่วนนับเป็นแหล่งน้ำบาดาลที่สำคัญหรือประมาณร้อยละ 90 ของแหล่งน้ำบาดาลที่พัฒนาขึ้นมาใช้ได้ เช่น บริเวณที่ราบลุ่มเจ้าพระยา และแอ่งเชียงใหม่-ลำพูนเป็นต้น ตะกอนหินร่วนของประเทศไทยมีอายุตั้งแต่ยุคควอเทอร์นารีจนถึงยุคเทอร์เชียรี (66 ล้านปี) คุณสมบัติการกักเก็บและการให้น้ำบาดาลแตกต่างกันออกไป

กลุ่มหินอุ้มน้ำประเภทหินแข็ง (Consolidated aquifers)

คุณสมบัติการกักเก็บน้ำบาดาลในหินแข็งขึ้นอยู่กับความพรุนทุติยภูมิ เช่น โพรงของหินปูนใต้ดิน รอยแตกในชั้นหินอันเกิดจากแนวรอยเลื่อนของหิน (Fault zones) ระบบรอยแตกอันเกิดจากการปริในชั้นหิน (Jointing systems) รอยแตกที่เกิดจากการโค้งงอของชั้นหิน (Folding) หรือรอยแตกที่เกิดจากการหดตัว (Shrinkage cracks) กลุ่มหินอุ้มน้ำประเภทหินแข็งที่พบในประเทศไทยมีอายุตั้งแต่ปลายยุคเทอร์เชียรีไปจนถึง

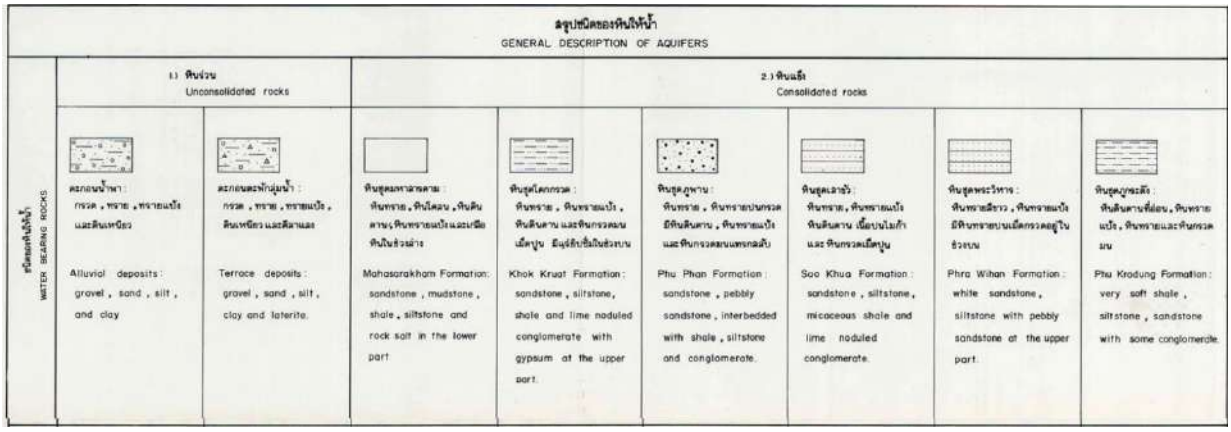
ยุคพรีแคมเบรียน (66-571 ล้านปี) บ่อน้ำบาดาลในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ร้อยละ 80 ที่เจาะและพัฒนาน้ำบาดาลจากชั้นหินแข็ง

3.4 แผนที่อุทกธรณีวิทยาประเทศไทย



ภาพที่ 3.9 แผนที่น้ำบาดาลจังหวัดยโสธร

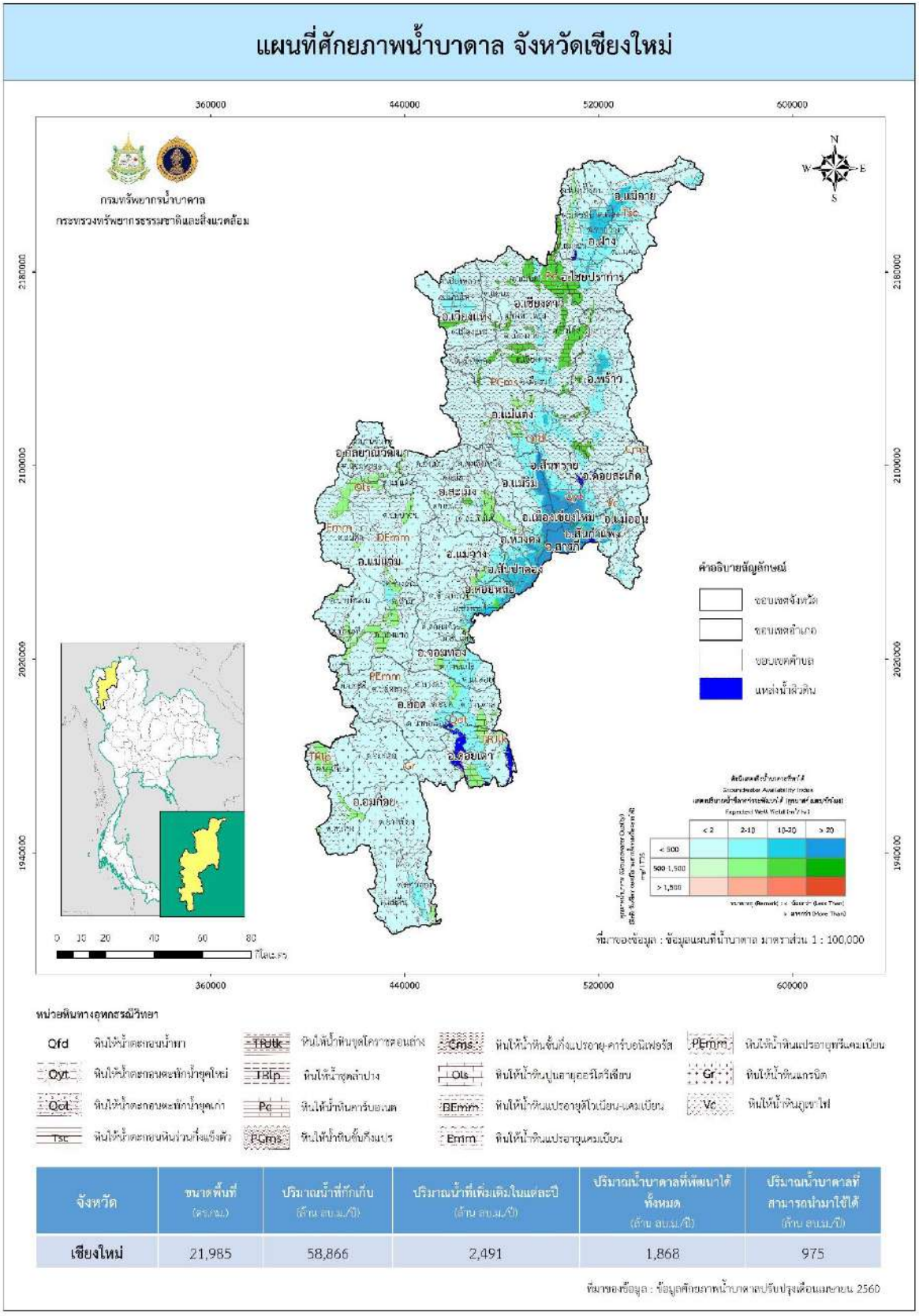
ที่มา : กรมทรัพยากรน้ำบาดาล



3.5 แผนที่น้ำบาดาล

แผนที่น้ำบาดาล

แผนที่น้ำบาดาล เป็นแผนที่ที่จัดทำขึ้นให้ง่ายต่อการใช้งาน โดยประชาชนทั่วไป (Non-technical person) สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยง่าย ดังนั้น จึงเป็นแผนที่สำหรับการเผยแพร่ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล หรือแผนที่ฉบับประชาชน มีความซับซ้อนน้อยกว่าแผนที่อุทกธรณีวิทยา โดยข้อมูลที่ถือได้ว่ามีความสำคัญและจำเป็นต้องมีในแผนที่น้ำบาดาล ได้แก่ ข้อมูลแสดงปริมาณน้ำบาดาล และข้อมูลคุณภาพน้ำบาดาล หรือที่เรียกว่า ข้อมูลศักยภาพน้ำบาดาล ซึ่งแสดงทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ในรูปของดัชนีแสดงถึงน้ำบาดาลที่หาได้ (Groundwater Availability Index) ภาพที่ 2.24 และข้อมูลประกอบอื่นๆ ได้แก่ ข้อมูลแสดงหน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยา เป็นต้น



จังหวัด	ขนาดพื้นที่ (ตร.กม.)	ปริมาณน้ำที่กักเก็บ (ล้าน ลบ.ม./ปี)	ปริมาณน้ำที่เพิ่มเติมในแต่ละปี (ล้าน ลบ.ม./ปี)	ปริมาณน้ำบาดาลที่พัฒนาได้ทั้งหมด (ล้าน ลบ.ม./ปี)	ปริมาณน้ำบาดาลที่สามารถนำมาใช้ได้ (ล้าน ลบ.ม./ปี)
เชียงใหม่	21,985	58,866	2,491	1,868	975

ที่มาของข้อมูล : ข้อมูลศักยภาพน้ำบาดาลปรับปรุงเดือนเมษายน 2560

ภาพที่ 3.10 ตัวอย่างแผนที่น้ำบาดาลจังหวัดเชียงใหม่
(**ที่มา** : กรมทรัพยากรน้ำบาดาล)

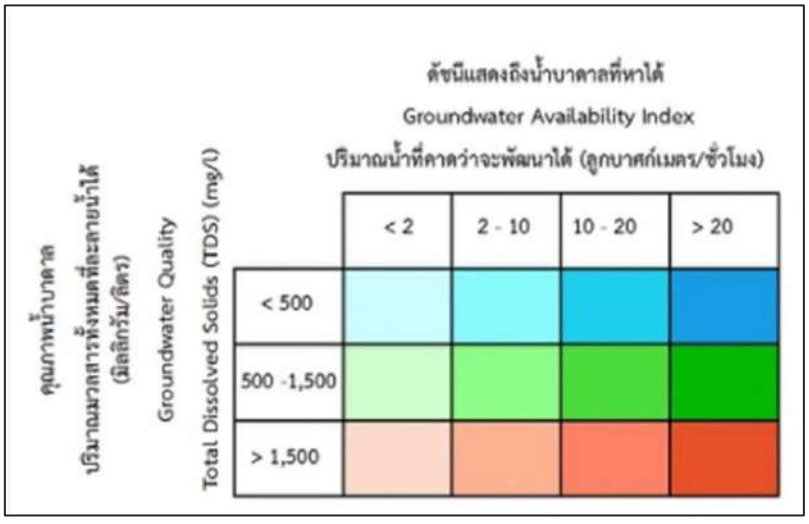
ดัชนีแสดงถึงน้ำบาดาลที่สามารถพัฒนาได้ เป็นดัชนีที่แสดงถึงทั้งศักยภาพน้ำบาดาลเชิงปริมาณ (Expected Well Yield) และศักยภาพน้ำบาดาลเชิงคุณภาพ (Groundwater Quality) โดยศักยภาพน้ำบาดาลเชิงปริมาณ (หน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง) จำแนกเป็น 4 ช่วง แสดงเป็นระดับความเข้มของสีจากโทนสีอ่อนสุด ไปจนถึงโทนสีเข้มสุด ได้แก่

- ช่วงที่ 1 ปริมาณน้ำบาดาลที่สูบได้ อยู่ในเกณฑ์น้อยกว่า 2 ลบ.ม./ชั่วโมง
- ช่วงที่ 2 ปริมาณน้ำบาดาลที่สูบได้ อยู่ในเกณฑ์ระหว่าง 2-10 ลบ.ม./ชั่วโมง
- ช่วงที่ 3 ปริมาณน้ำบาดาลที่สูบได้ อยู่ในเกณฑ์ระหว่าง 10-20 ลบ.ม./ชั่วโมง
- ช่วงที่ 4 ปริมาณน้ำบาดาลที่สูบได้ อยู่ในเกณฑ์มากกว่า 20 ลบ.ม./ชั่วโมง

ส่วนศักยภาพน้ำบาดาลเชิงคุณภาพของน้ำบาดาล แสดงโดยใช้ค่ามวลสารทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Total Dissolved Solid: TDS) หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเกณฑ์ในการแบ่งช่วงค่าคุณภาพน้ำบาดาล และใช้โทนสี แสดงแทนช่วงค่าคุณภาพน้ำบาดาล ดังนี้

- ช่วงที่ 1 ค่า TDS น้อยกว่า 500 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงด้วยโทนสีฟ้า
- ช่วงที่ 2 ค่า TDS ระหว่าง 500-1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงด้วยโทนสีเขียว
- ช่วงที่ 3 ค่า TDS มากกว่า 500 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงด้วยโทนสีแดง

เมื่อนำข้อมูลทั้งสองส่วนมาวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกัน จึงได้เป็นดัชนีแสดงถึงน้ำบาดาลที่สามารถพัฒนาได้



ภาพที่ 3.11 ดัชนีแสดงถึงน้ำบาดาลที่หาได้ (Groundwater Availability Index)
(**ที่มา** : กรมทรัพยากรน้ำบาดาล)

3.6 ระดับน้ำและทิศทางการไหลของน้ำบาดาล

ระดับน้ำและทิศทางการไหลของน้ำบาดาล

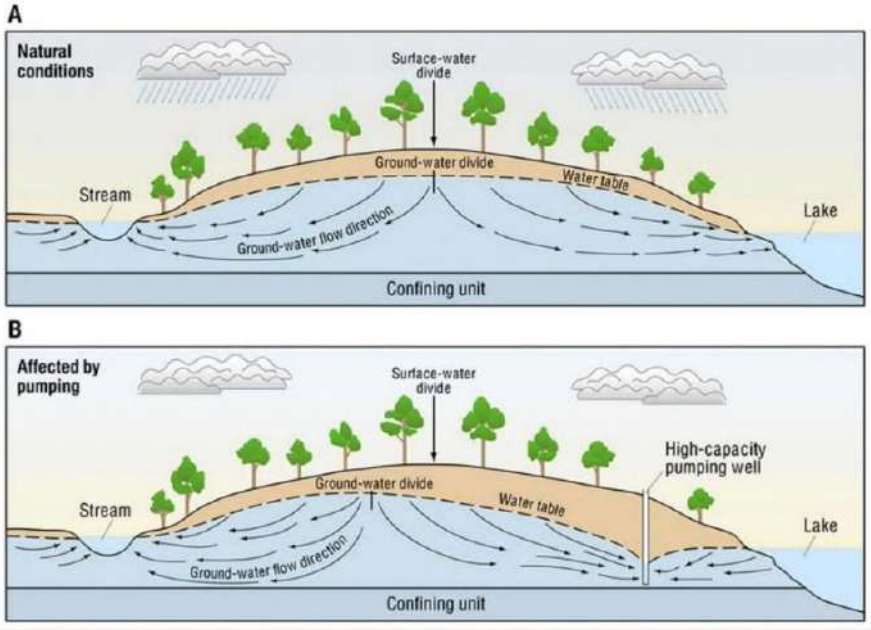
3.6.1 ระดับน้ำบาดาล (Water table)

ระดับน้ำบาดาล คือ ระดับบนสุดของเขตอิ่มน้ำ ในสภาพจริงระดับนี้จะไม่ราบเรียบเป็นเส้นตรง แต่จะมีลักษณะคล้ายผิวคลื่น (Undulating surface) ใต้ระดับน้ำบาดาลลงไปช่องว่างที่มีอยู่ทั้งหมดจะมีน้ำแทรกอยู่ เรียกว่า อิ่มตัวด้วยน้ำ ในระดับลึกลงไปจากระดับน้ำบาดาล ความดันของน้ำจะเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากน้ำหนักของตัวน้ำที่วางทับอยู่ ในระดับตื้นขึ้นมาความดันน้ำจะลดลง และที่ระดับน้ำบาดาลความดันของน้ำจะเท่ากับความดันบรรยากาศ โดยปกติระดับน้ำบาดาลจะมีระดับสอดคล้องกับระดับหรือรูปร่างของภูมิประเทศ กล่าวคือบริเวณที่สูงระดับน้ำบาดาลก็จะสูงไปด้วย บริเวณที่ต่ำระดับน้ำบาดาลก็จะต่ำไปด้วย แต่ว่าระดับของน้ำบาดาลจะมีความสูงต่ำไม่มากเท่ากับความสูงต่ำของลักษณะภูมิประเทศ

ระบบการไหลของน้ำบาดาล

พื้นที่ใต้ผิวดินทั้งหมดที่น้ำบาดาลมีการไหลรวมลงสู่บริเวณที่น้ำไหลออก (Discharge zone) โดยมีสันปันน้ำบาดาล (Groundwater divide) เป็นตัวแบ่งแต่ละแอ่งน้ำบาดาลออกจากกัน (ภาพที่ 2.27) ภาพ A แสดงการไหลในสภาวะตามธรรมชาติ ภาพ B แสดงการไหลของน้ำเมื่อการสูบน้ำ

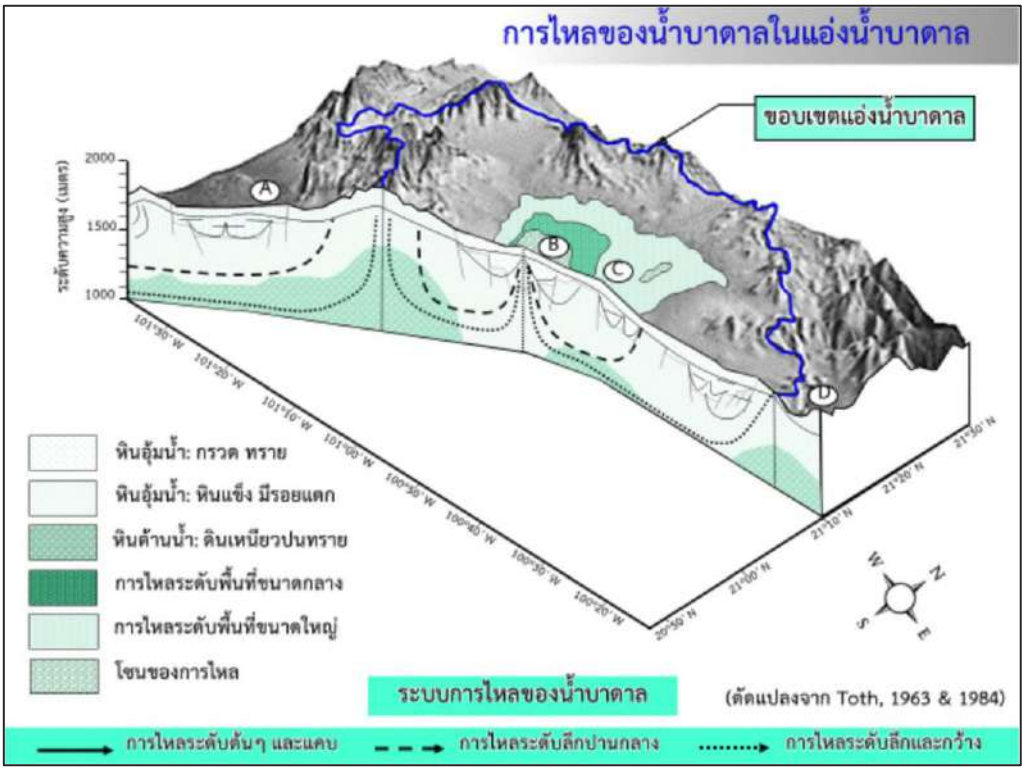
น้ำบาดาลจะไหลจากบริเวณที่มีความดันชลศาสตร์ (Hydraulic head) สูงไปสู่บริเวณที่มีความดันชลศาสตร์ต่ำเสมอ การวัดความดันชลศาสตร์ในชั้นหินอุ้มน้ำ สามารถทำได้โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า เพียซโซมิเตอร์ (Piezometer) โดยมีหลักการทำงานคล้ายบ่อเจาะ มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดเล็ก ปลายด้านล่างมีรูเปิดลักษณะเป็นรูตาข่าย (Screened) ให้น้ำไหลเข้ามาในบ่อ ซึ่งจะแสดงความดันชลศาสตร์ของชั้นดินอุ้มน้ำ ณ จุดนั้นๆ



ภาพที่ 3.12 ลักษณะของสันปันน้ำบาดาลที่เป็นตัวแบ่งแต่ละแอ่งน้ำบาดาลออกจากกัน

(**ที่มา** : Daniel Feinstein, 2012)

ความเร็วของการไหลของน้ำบาดาลจะแตกต่างกันมาก ขึ้นอยู่กับสภาพธรณีวิทยาของแต่ละพื้นที่ ปกติจะมีความเร็วตั้งแต่ 2 เมตร/ปี จนถึง 2 เมตร/วัน และความเร็วจะลดลงเมื่อความลึกเพิ่มเนื่องจากความพรุนและความซึมได้ของหินจะลดลง ความเร็วของการไหลจะน้อยมากๆ ไปจนถึงความเร็วสูงมาก โดยถ้าเป็นการไหลของน้ำบาดาลในแอ่งน้ำบาดาล



ภาพที่ 3.13 ลักษณะการไหลของน้ำบาดาลในแอ่งน้ำบาดาล (ดัดแปลงจาก Toth, 1963 & 1984)

ใบความรู้

4.1 ธนาคารน้ำใต้ดิน

ธนาคารน้ำใต้ดิน คือ คำที่ใช้เรียกกระบวนการเติมน้ำใต้ดิน ซึ่งเป็นกระบวนการกักเก็บน้ำในช่วงฤดูฝนที่มีน้ำหลาก น้ำท่วม เพื่อลดปัญหาน้ำท่วมขัง เป็นการบริหารจัดการน้ำฝน น้ำท่า น้ำผิวดิน หรือน้ำที่ผ่านกระบวนการบำบัดแล้ว เติมลงสู่ชั้นหินอุ้มน้ำ (ในพื้นที่ที่มีความเหมาะสม หรือในพื้นที่ที่ต้องการกักเก็บน้ำไว้ใช้) จึงเปรียบเสมือนธนาคารที่มีกระบวนการฝากและการถอน คือการเติมน้ำและการใช้น้ำนั่นเอง

4.2 แนวคิดการทำธนาคารน้ำใต้ดินในประเทศไทย

การทำธนาคารน้ำใต้ดิน มุ่งเน้นการใช้และสร้างระบบการบริหารจัดการน้ำที่สมบูรณ์ ซึ่งชุมชนท้องถิ่นและประชาชนในท้องถิ่นสามารถมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการได้ด้วย การบริหารจัดการน้ำด้วยธนาคารน้ำใต้ดินยังมุ่งช่วยเหลือชุมชนท้องถิ่น ให้เห็นศักยภาพในตนเองมากขึ้นในการจัดการแหล่งน้ำจืดของตนเอง เป็นการช่วยสร้างจิตสำนึกการอนุรักษ์และหวงแหนในทรัพยากรธรรมชาติอย่างรู้คุณค่า โดยมีการสร้างความตระหนักรู้บทบาท และหน้าที่ความรับผิดชอบร่วมกันระหว่างหน่วยงานรัฐและประชาชนอย่างชัดเจน

การบริหารจัดการน้ำที่มุ่งแก้ปัญหาและความสำเร็จจึงควรมีการวางแผนแบบองค์รวมโดยมีการนำข้อมูลเชิงพื้นที่ สภาพปัญหา สภาพทางธรณีวิทยา อุทกธรณีวิทยา คุณภาพน้ำ เป็นต้น มาใช้เป็นส่วนประกอบการวิเคราะห์และวางแผน เพื่อการบริหารจัดการน้ำเกิดประสิทธิภาพ มีความคุ้มค่าต่องบประมาณการลงทุนที่ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อชุมชน สังคม และสิ่งแวดล้อม

4.3 กระบวนการและขั้นตอนการทำธนาคารน้ำใต้ดินระบบปิด

3.3.1 พื้นที่ขนาดเล็ก

สำรวจจุดรวมน้ำ การสำรวจพื้นที่จะต้องใช้แผนผังน้ำชุมชน หรือ แผนที่ทิศทางการไหลของน้ำประกอบการวิเคราะห์ หรือ เลือกกำหนดจุดมีน้ำท่วมขัง

- ทดสอบการซึมน้ำของชั้นดิน การทดลองการซึมน้ำ (Percolation test) ของชั้นดินเบื้องต้น

ขั้นตอนที่ 1 ขุดหลุมเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 6–12 นิ้ว ลึกประมาณ 2-3 ฟุต แล้วถมกรวดหนาประมาณ 2 นิ้ว บริเวณก้นหลุมในบริเวณน้ำขังที่ต้องการสร้างหลุมธนาคารน้ำใต้ดินระบบปิดเพื่อหาอัตราการซึม

ขั้นตอนที่ 2 วางไม้บรรทัด (หรือไม้ที่มีเครื่องหมายหน่วยวัด) ที่ด้านล่างของหลุม ไม้สำหรับวัดควรมีความยาวถึงปากหลุม

ขั้นตอนที่ 3 เติมหลุมด้วยน้ำหลายๆ ครั้งเพื่อให้ดินอิ่มตัว อาจใช้เวลาหลายชั่วโมงหรือข้ามคืนสำหรับดินเหนียว

ขั้นตอนที่ 4 จดบันทึกเวลา โดยการเติมน้ำลงในหลุม รอให้น้ำซึมจนหลุมแห้ง บันทึกเวลา และคำนวณเวลาที่ว่าใช้ไปเท่าไหร่

ขั้นตอนที่ 5 แปลงอัตราการซึมเป็นนาทีต่อนิ้ว (หารนาทีด้วยนิ้ว - 120 นาที/5 นิ้ว คือ 24 นาที/นิ้ว)

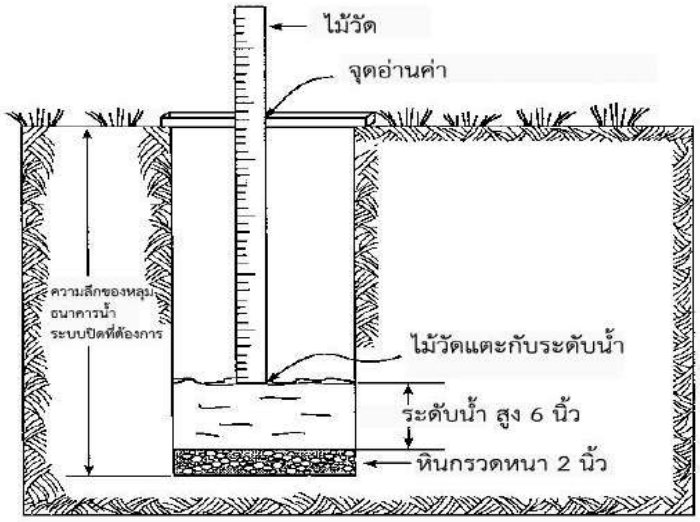
ขั้นตอนที่ 6 คำนวณหาอัตราการซึมผ่าน เทียบกับข้อมูลใน **ตารางที่ 4.1**

สูตรคำนวณการซึมน้ำ

$$\text{อัตราการซึม (นิ้ว/นาที)} = \frac{\text{ปริมาณน้ำที่ใช้ (นิ้ว)}}{\text{เวลาที่ใช้ในการซึมน้ำ (นาที)}}$$

ภาพที่ 4.1 จดบันทึกเวลาโดยการเติมน้ำลงในหลุม

ที่มา : American Groundwater Solutions (AGS)



ภาพที่ 4.2 รูปแบบการขุดบ่อทดลองการซึมน้ำของชั้นดิน

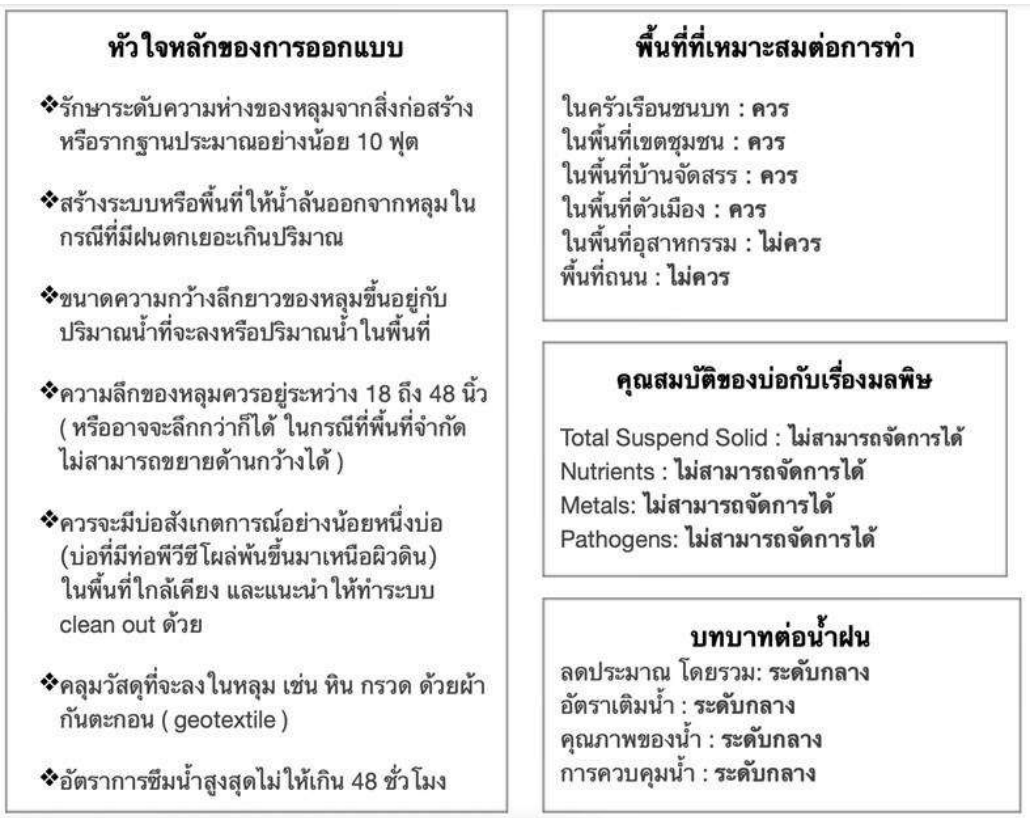
ตารางที่ 4.1 แสดงตัวอย่างการทดลองการซึมน้ำของดินแต่ละประเภท

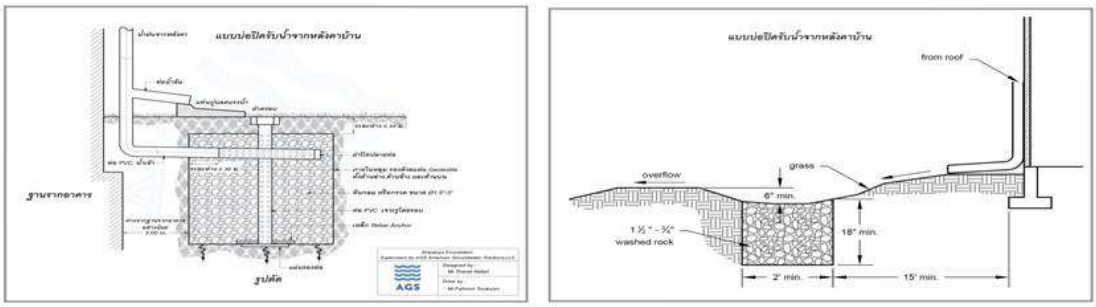
ระเภทของดิน	ตร.ว. ฟุต/100 แกลลอน/วัน	แกลลอนแม็กซ์ การดูดซึม/ ตร. ฟุต/ 24 ชม.
ทรายหยาบหรือกรวด	20	5.0
ทรายละเอียด	25	4.0
ดินร่วนปนทราย	40	2.5
ดินทราย	60	1.7
ดินเหนียวที่มีทรายหรือกรวด	90	1.1
ทรายหยาบหรือกรวด	20	5.0

- ออกแบบบ่อให้เข้ากับพื้นที่ Zoning

การออกแบบหลุมธนาคารน้ำใต้ดินระบบปิดแบบครัวเรือนไม่มีขนาดหรือรูปแบบตายตัว แต่มีหลักการที่ต้องปฏิบัติตามขนาดความกว้างยาวและความลึกของบ่อ ขึ้นอยู่กับอัตราการซึมน้ำของชั้นดินและปริมาณน้ำที่จะลงไปในหลุม ซึ่งสามารถคำนวณได้จากพื้นที่บริเวณรอบๆ บ่อปิด การออกแบบบ่อสามารถออกแบบให้เข้ากับงานวิศวกรรมและสถาปนิกของพื้นที่นั้นๆ

ตัวอย่างการออกแบบหลุมธนาคารน้ำใต้ดินแบบครัวเรือนทั่วไป พร้อมทั้งข้อควรระวังและหลักการ



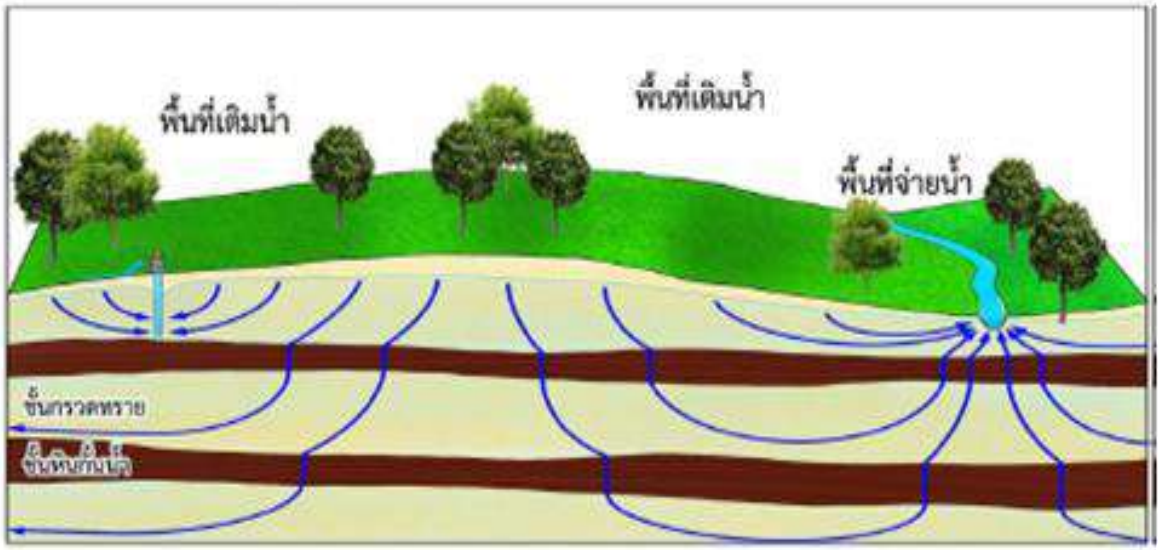


4.4 กระบวนการและขั้นตอนการทำธนาคารน้ำใต้ดินระบบเปิด

4.4.1 พื้นที่ขนาดเล็ก (ไร่นา)

1. สำรวจจุดรวมน้ำ การสำรวจพื้นที่จะต้องใช้แผนผังน้ำชุมชน หรือ แผนที่ทิศทางการไหลของน้ำประกอบการวิเคราะห์ หรือ เลือกกำหนดจุดมีน้ำท่วมขัง

2. ทำ Zoning คือ การดำเนินการสำรวจและระดับน้ำและทิศทางการไหลของน้ำใต้ดิน จุดประสงค์เพื่อให้ทราบว่าพื้นที่เติมน้ำและพื้นที่ท้ายน้ำ (พื้นที่จ่ายน้ำ) อยู่บริเวณใด ปกติน้ำใต้ดินจะไหลจากบริเวณที่ระดับน้ำหรือระดับแรงดันน้ำใต้ดินสูงไปยังบริเวณที่ระดับน้ำหรือระดับแรงดันน้ำใต้ดินต่ำกว่า สำหรับชั้นน้ำใต้ดินระดับตื้นมักไหลจากภูมิประเทศที่สูงไปยังบริเวณภูมิประเทศที่ต่ำกว่า โดยให้ทำการวัดระดับน้ำจากบ่อน้ำบาดาลหรือบ่อน้ำตื้นที่อยู่ใกล้เคียง หากไม่มีบ่อน้ำบาดาลควรเจาะบ่อสำรวจระดับน้ำบาดาลในบริเวณพื้นที่



ภาพที่ 4.3 แสดงพื้นที่เติมน้ำ พื้นที่จ่ายน้ำ และทิศทางการไหลของน้ำใต้ดิน
(ที่มา : American Groundwater Solution (AGS)

3. สำรวจชั้นดิน การเจาะสำรวจชั้นดินถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก เพราะทำให้ทราบถึงชั้นดิน-ชั้นหินในพื้นที่และทราบถึงขอบเขตความลึกและความหนาของชั้นดินเหนียว ระดับความลึกของหินดินดานหรือชั้นหินอุ้มน้ำ ผลจากการเจาะสำรวจชั้นดิน-ชั้นหิน นำมาพิจารณาร่วมกับแผนที่ธรณีวิทยา

ภาพที่ 4.4 การเจาะสำรวจชั้นดินชั้นหิน ตำบลสบเตี๊ยะ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่
(ที่มา : American Groundwater Solution (AGS)**)**

4. ออกแบบบ่อระบบเปิด การออกแบบบ่อเติมน้ำใต้ดินให้เหมาะสมตามบริบทของพื้นที่ ขนาดและรูปร่างของบ่อเปิดธนาคารน้ำใต้ดินสามารถเปลี่ยนแปลงได้และรูปร่างที่แตกต่างกันไปตามผู้ออกแบบ ความชอบส่วนตัวของเจ้าของที่หรือข้อจำกัดของที่ดินที่พร้อมใช้งาน สำหรับการก่อสร้างแม้ว่าขนาดและรูปร่างจะแตกต่างกันออกไป แต่ปัจจัยหลักที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบบ่อคือ ขนาดและความลึกที่เหมาะสมของชั้นที่น้ำซึมผ่านได้ (ทรายและกรวด) ปัจจัยสำคัญประการที่ 2 คือ ขนาดของบ่อจะต้องสามารถเก็บปริมาณน้ำไว้ได้พอสมควรเพื่อจะให้น้ำค่อยๆ ซึมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน

ภาพที่ 4.5 บ่อธนาคารน้ำใต้ดินระบบเปิดขนาด

4.4.2 พื้นที่ขนาดใหญ่ (หมู่บ้าน ,ตำบล)

ข้อมูลพื้นฐาน 8 ด้าน (ตามมาตรฐาน AGS)

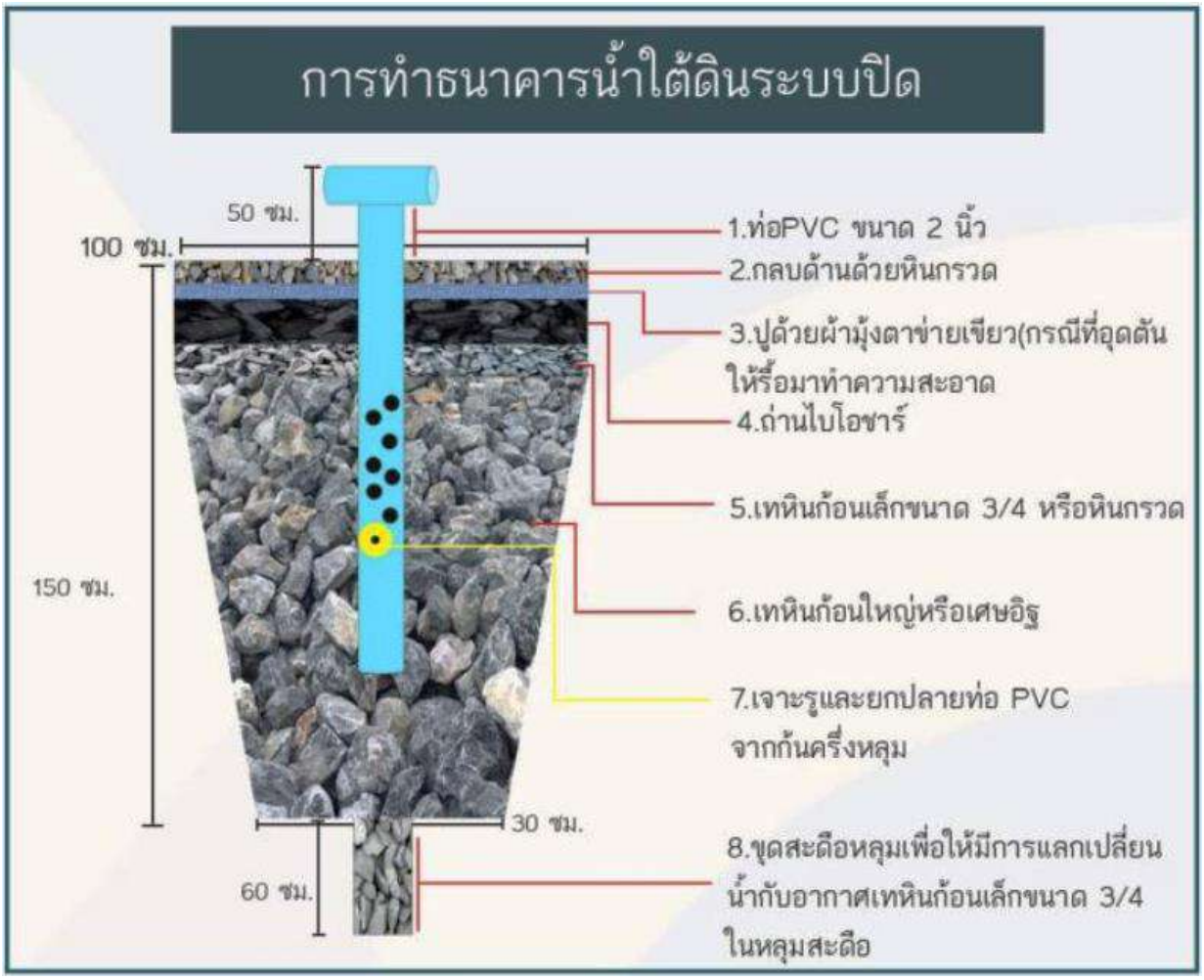
ภาพที่ 4.6 ขั้นตอนพื้นฐาน 8 ขั้นตอน

(ที่มา : American Ground water Solutions (AGS)**)**

กิจกรรมที่ 3

ให้นักเรียน นักเรียนอธิบายตัวอย่างและบอกกระบวนการและขั้นตอนการทำธนาคารน้ำใต้ดินแบบระบบปิด

เฉลย กิจกรรมที่ 3



ใบความรู้

กรณีศึกษาเชิงปฏิบัติการการทำธนาคารน้ำใต้ดินระบบเปิด

โครงการบริหารจัดการน้ำโดยชุมชน ตามแนวพระราชดำริ ภายในพื้นที่วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุทัยธานี อำเภอเมืองอุทัยธานี จังหวัดอุทัยธานี

6.1 ที่มาและความสำคัญ ปัญหา และแนวทางการแก้ไขปัญหา

วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุทัยธานี มีพื้นที่อยู่ 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นที่ตั้งของสถานศึกษา ตั้งอยู่เลขที่ 27 หมู่ 5 ตำบลหนองแก อำเภอเมือง จังหวัดอุทัยธานีมีเนื้อที่ประมาณ 440 ไร่ และส่วนที่ 2 เป็นไร่ ฝึกนักเรียนอยู่ห่างจากวิทยาลัยประมาณ 1.5 กิโลเมตรมีเนื้อที่ประมาณ 153 ไร่ พื้นที่วิทยาลัยฯ เป็นที่ดอน แปลงนาล้อมรอบ ดินดานและเป็นดินทรายไม่อุ้มน้ำ น้ำไม่ขัง มีความเป็นกรดจัด น้ำฝนตกได้ไม่เต็มบ่อที่มีอยู่ จึงมีปัญหาการขาดแคลนน้ำต้องรอน้ำจากชลประทานปล่อยมา แต่ต้องรอให้เกษตรกรใช้น้ำในการทำนา ที่เหลือจึงจะมีการดูดน้ำเข้าบ่อของวิทยาลัยฯ โดยในวิทยาลัยฯ จะมีบ่อน้ำไว้สำหรับเก็บกักน้ำทั้งหมด 4 บ่อ โดยบ่อที่ 1 จะมีพื้นที่เก็บน้ำจำนวน 20 ไร่ ใช้ในการดูแลอาคารสถานที่ภายในวิทยาลัยหอพักนักเรียน ดูแลพื้นที่แปลงฝึกนักเรียน ดูแลและสุขาภิบาลฟาร์มไม้ผลจำนวน 30 ไร่ บ่อที่ 2 จะมีพื้นที่เก็บน้ำจำนวน 16 ไร่ ใช้ในการดูแลอาคารสถานที่ ใช้ในพื้นที่โครงการชีววิถี จำนวน 5 ไร่ ใช้ในการดูแลแปลงผักเพื่อการบริโภค จำนวน 15 ไร่ ซึ่งมีการปลูกพืชผักเพื่อบริโภคภายในวิทยาลัยและใช้ในพื้นที่หมู่บ้าน อกท. (เกษตรกรในอนาคตฯ) บ่อที่ 3 จะมีพื้นที่เก็บน้ำจำนวน15 ไร่ใช้ในการดูแลอาคารสถานที่แผนกวิชาพืชศาสตร์ ดูแลและสุขาภิบาลฟาร์มไม้ดอกไม้ประดับ จำนวน 5 ไร่ ในพื้นที่ทำการผลิตไม้ดอกไม้ประดับเพื่อการศึกษาและจำหน่ายหลายชนิดและบ่อที่ 4 จะมีพื้นที่เก็บน้ำจำนวน 8 ไร่ ใช้ในการดูแลแปลงทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ จำนวน 150 ไร่ จึงมีจุดประสงค์ของการใช้น้ำ ได้แก่ ทำการเกษตร ปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์ ปริมาณ 60,206.50 ลบ.ม ต่อปี

ผลการศึกษาสถานการณ์น้ำบาดาล คุณภาพน้ำบาดาลมีปริมาณสารละลายรวม:TDS 500 - 1,500 มิลลิกรัม/ลิตร มีศักยภาพน้ำบาดาล 2 - 10 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ความลึกประมาณ 60 - 100 เมตร ในการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์เพื่อประกอบการประเมินศักยภาพของแหล่งน้ำใต้ดินเพื่อความคุ้มทุนของโครงการ จึงสรุปได้ว่าหากวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุทัยธานี จะดำเนินการบริหารจัดการน้ำโดยการจัดทำธนาคารน้ำใต้ดิน จะสามารถเติมน้ำเข้าสู่บาดาลน้ำตื่นและเพิ่มประศักยภาพปริมาณน้ำบาดาลในพื้นที่บริเวณวิทยาลัยฯ ได้

ดังนั้นวิทยาลัยเกษตรฯ จึงเสนอโครงการเพื่อขอรับการสนับสนุนงบประมาณ ภายใต้โครงการบริหารจัดการน้ำโดยชุมชน ตามแนวพระราชดำริ เพื่อจัดสร้างระแบบเติมน้ำใต้ดินและระบบซ่อมแซมบ่อบาดาล และสร้างโมเดลต้นแบบการกักเก็บน้ำฝนของสถานศึกษาและขยายผลสู่ชุมชน ภายใต้แนวคิด “เก็บน้ำฝนทุกหยด

6.2 กระบวนการและขั้นตอนการทำธนาคารน้ำใต้ดิน 8 ด้าน

จากการศึกษาและลงพื้นที่จริงของวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยี โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานทั้งหมด 8 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ภาพที่ 1 ขั้นตอนพื้นฐาน 8 ขั้นตอน (ที่มา : American Groundwater Solutions (AGS))

ขั้นตอนที่ 1 การเก็บข้อมูลพื้นฐานด้านทรัพยากรน้ำชุมชน และภูมิประเทศ

จากการศึกษาสภาพพื้นที่ พบว่าวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุทัยธานี ตั้งอยู่อยู่เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง 21 เมตร จังหวัดอุทัยธานีอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมซึ่งพัดประจำเป็นฤดูกาล 2 ชนิด คือ พัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในฤดูหนาวเรียกว่าลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ อิทธิพลของลมนี้ทำให้จังหวัดอุทัยธานีมีอากาศหนาวเย็นและแห้งแล้ง กับมรสุมอีกชนิดหนึ่งคือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งพัดจากทิศตะวันตกเฉียงใต้เป็นส่วนใหญ่ในฤดูฝน ทำให้อากาศชุ่มชื้นและมีฝนตกทั่วไป ปริมาณฝนเฉลี่ยตลอดปี 1,100 – 1,200 มิลลิเมตร และจังหวัดอุทัยธานีมีแหล่งน้ำธรรมชาติที่สำคัญ คือ แม่น้ำสะแกกรัง มีแม่น้ำ ห้วย ลำธาร คลองจากลักษณะภูมิประเทศที่ด้านตะวันตกเป็นเทือกเขา ทอดตัวไปตามแนวทิศเหนือใต้ เป็นเหตุให้บริเวณดังกล่าวเป็นแหล่งต้นน้ำที่สำคัญของจังหวัดหลายสายด้วยกัน (รายงานประจำปีสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติจังหวัดอุทัยธานี, 2564)

ขั้นตอนที่ 2 การสำรวจและกำหนดทิศทางการไหลของน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำระดับชุมชน

โดยการไหลของน้ำจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. การไหลของน้ำบนผิวดิน

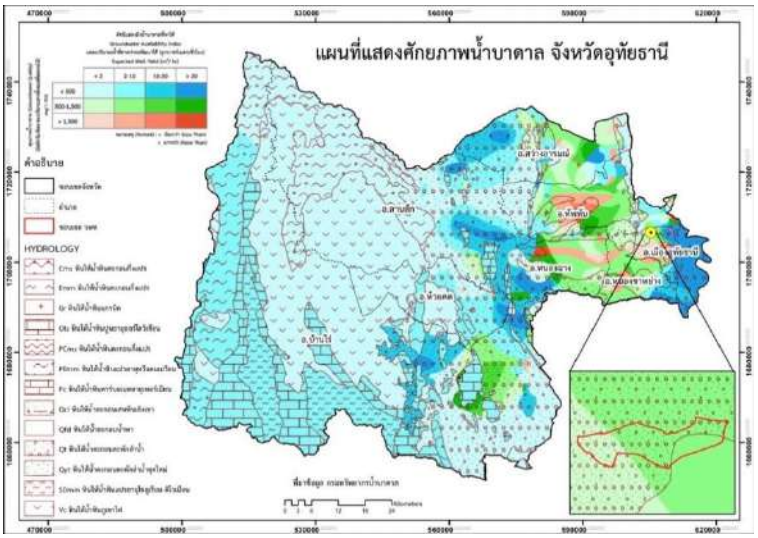
โดยบริเวณของวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุทัยธานีจะมีร่องน้ำบริเวณรอบนอกพื้นที่วิทยาลัยฯ และพื้นที่วิทยาลัยฯเป็นที่ดอนทำให้มีการไหลของน้ำ ตามภาพที่ 2 แสดงแผนที่การไหลของน้ำ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุทัยธานี

ภาพที่ 2 แสดงแผนที่การไหลของน้ำ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุทัยธานี

2. การไหลของน้ำใต้ดิน

การไหลของน้ำใต้ดินจะอ้างอิงจากเส้นชั้นความสูงของระดับน้ำบ่อดาล ซึ่งในวิทยาลัยฯจะมีทั้งหมด 6 บ่อและทางทีมงานโครงการฯ ได้มีการวัดระดับน้ำบ่อบาดาลในวิทยาลัยฯ และวิเคราะห์ทางเดินของน้ำ ดังภาพที่ 3 แผนที่แสดงเส้นชั้นความสูงบริเวณวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุทัยธานี

ภาพที่ 3 แผนที่แสดงเส้นชั้นความสูงบริเวณวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุทัยธานี



ภาพที่ 4 แผนที่แสดงศักยภาพน้ำบาดาลบริเวณวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุทัยธานี

ขั้นตอนที่ 3 การเจาะสำรวจชั้นดิน

โดยทางโครงการฯ ได้วิเคราะห์และสำรวจที่เหมาะสมสำหรับการทำธนาคารน้ำใต้ดิน ทั้งหมด 1 จุด ดังภาพที่ 5 แผนที่แสดงบริเวณจุดสำรวจและบ่อบาดาลทั้ง 6 จุด

ภาพที่ 5 แผนที่แสดงบริเวณจุดสำรวจและบ่อบาดาลทั้ง 6 จุด

3.1 การเจาะสำรวจชั้นดิน ทางทีมงานโครงการฯ ได้มีการสำรวจพื้นที่ พื้นที่จุดรวมน้ำฝนที่เหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดิน ทั้งหมด 1 จุด คือจุดสระน้ำเดิมของวิทยาลัยฯ ที่มีขนาด 8 ไร่ ที่มีปัญหาในเรื่องการขาดแคลนน้ำต้องรอน้ำจากชลประทานปล่อยออกมา จึงจะมีการดูดน้ำเข้าที่สระน้ำบริเวณนี้

ผลการสำรวจชั้นดิน พื้นที่วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุทัยธานี

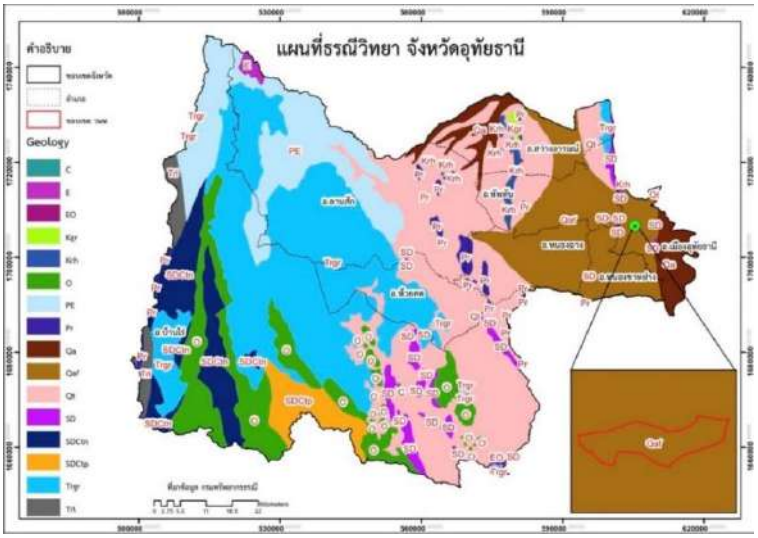
ผลการสำรวจชั้นดิน Boring test

ความลึก/เมตร	คุณสมบัติของดิน		สภาพความชื้น
1		ทรายแป้ง	แห้ง
2		ทรายแป้ง	แห้ง
3		ตะกอนเชิงเขา	แห้ง
4		ดินเหนียว	แห้ง
5		ดินเหนียวผสมทราย	แห้ง
6		ดินดาน	ชื้น
7		ดินเหนียวผสมแป้ง	ชื้น
8		หินปูน	ชื้น
9		กรวดเล็ก+ทราย	แห้ง
10		เศษหินตะกอนเชิงเขา+ทราย+ดินเหนียว	ชื้น
11		เศษหินตะกอนเชิงเขา+ทราย+ดินเหนียว	ชื้น
12		ทรายผสมหินปูน	ชื้น
13		ดินทรายผสมดินเหนียว+หินปูน	แห้ง
14		ดินทรายผสมดินเหนียว+หินปูน	ชื้น
15		ดินทรายผสมดินเหนียว+หินปูน	แห้ง
16		ดินเหนียวผสมทราย	ชื้น
17		ทรายหยาบผสมดินเหนียว	ชื้น
18		ทรายหยาบผสมดินเหนียว	ชื้น
19		กรวดทราย/กรวดแม่น้ำ	เปียก
20		กรวดแม่น้ำผสมทราย	เปียก
21		กรวดแม่น้ำผสมทราย	เปียก

ภาพที่ 6 แสดงผลการสำรวจชั้นดิน พื้นที่วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุทัยธานี

3.2 การศึกษาสภาพทางธรณีวิทยา

ทางทีมงานได้ร่วมมือกับศูนย์วิศวกรรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ และนวัตกรรม (KGEO) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ.) ได้วิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลจาก กรมทรัพยากรธรณีและกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ซึ่งผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่า พื้นที่วิทยาลัยตั้งอยู่บนชั้นหินตะกอนน้ำพารูปพัด (Qaf) ประกอบด้วย กรวด ทราย ทรายแป้งและดินเหนียว



ภาพที่ 7 แผนที่ธรณีวิทยา พื้นที่วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุทัยธานี

ขั้นตอนที่ 4 การวางแผนและการกำหนดจุด

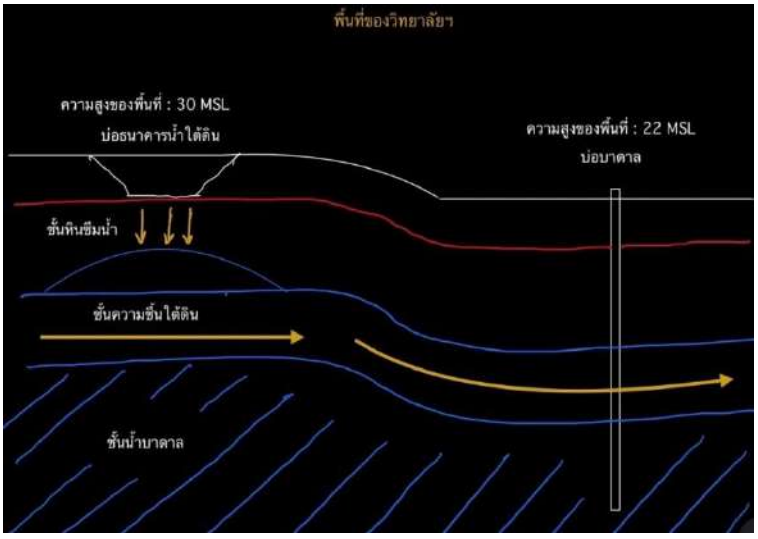
จากการศึกษาสภาพพื้นที่ทางภูมิประเทศและข้อมูลอุทกธรณีวิทยาร่วมกับการสำรวจชั้นดินของวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุทัยธานี ทางทีมงานและบุคลากรของวิทยาลัยฯ ได้สรุปแผนการดำเนินงาน ดังนี้ การเติมน้ำใต้ดิน โดยทางโครงการได้คัดเลือกพื้นที่จุดสระน้ำเดิมของวิทยาลัยฯ ที่มีขนาด 8 ไร่ เนื่องด้วยสภาพทางชั้นดินเหมาะสมสำหรับการเติมน้ำใต้ดิน ระดับตื่นเพื่อเก็บมวลน้ำฝนในฤดูน้ำหลาก ซึ่งจะช่วยให้ระดับน้ำในบ่อบาดาลเพื่อขึ้นในช่วงฤดูแล้ง

ภาพที่ 6 แสดงผลการสำรวจชั้นดิน พื้นที่วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุทัยธานี

ขั้นตอนที่ 5 การออกแบบระบบธนาคารน้ำใต้ดิน เพื่อให้เข้ากับบริบทของพื้นที่

ทางทีมงานได้กำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาทางด้านการบริหารจัดการน้ำของวิทยาลัยโดยจะกำหนดจุดที่เป็นบ่อเติมน้ำใต้ดิน 1 จุด ซึ่งตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของวิทยาลัยฯ และจะแสดง Contributing Zone ตามภาพที่ 14

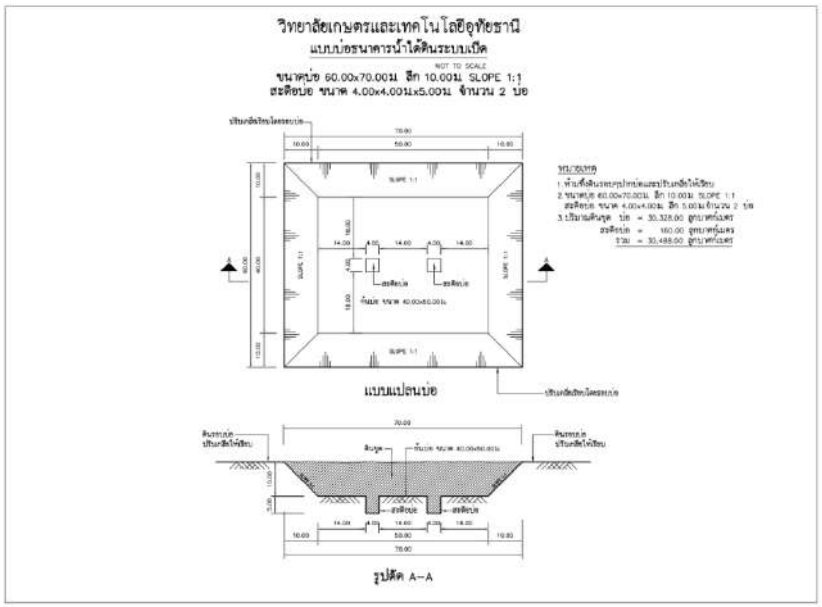
ภาพที่ 7 แสดงถึง Contributing Zone



ภาพที่ 8 แสดงมุมตัดแสดงถึงการเดินทางของน้ำใต้ดิน จากบ่อเติมน้ำใต้ดินไปยังบ่อบาดาล

ขั้นตอนที่ 6 การดำเนินการก่อสร้างตามรูปแบบที่กำหนดไว้

โดยได้มีการออกแบบก่อสร้างบ่อเติมน้ำใต้ดินทั้งหมด 1 จุด ดังภาพที่ 16 แบบก่อสร้างของบ่อเติมน้ำของวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุทัยธานี



ภาพที่ 9 แบบก่อสร้างของบ่อเติมน้ำของวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุทัยธานี

ภาพที่ 10 รูปภาพการดำเนินการก่อสร้างธนาคารน้ำใต้ดินแบบเปิดของวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุทัยธานี

ภาพที่ 11 รูปภาพการดำเนินการก่อสร้างธนาคารน้ำใต้ดินแบบเปิดของวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุทัยธานี

ภาพที่ 12 รูปภาพการดำเนินการก่อสร้างธนาคารน้ำใต้ดินแบบเปิดของวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุทัยธานี

ขั้นตอนที่ 7 การติดตาม ประเมินผล เก็บข้อมูลและบำรุงรักษาบ่อเติมน้ำ

โดยขณะนี้วิทยาลัยอยู่ในขั้นตอนที่ 7 ซึ่งเป็นขั้นตอนของการติดตามประเมินผลเก็บข้อมูลและบำรุงรักษาโดยต้องการเก็บข้อมูลให้ได้ 1 ปีเพื่อสรุปปัญหา อุปสรรค โอกาสและขยายผล เพื่อจะวางแผนการใช้น้ำในบ่อน้ำธนาคารน้ำใต้ดินแบบเปิดให้ได้ประโยชน์สูงสุด และจะปลูกหญ้าแฝกเพื่อป้องกันคันบ่อพังทลาย

ขั้นตอนที่ 8 การสรุป วิเคราะห์ปัญหา อุปสรรค โอกาสและขยายผลโครงการ

ยังอยู่ในขั้นตอนที่ 7 การติดตาม ประเมินผล เก็บข้อมูลและการบำรุงรักษาบ่อเติมน้ำซึ่งเป็นขั้นตอนของการติดตามประเมินผลเก็บข้อมูลและบำรุงรักษาโดยต้องเก็บข้อมูลให้ได้ 1 ปีเพื่อสรุปปัญหา อุปสรรค โอกาสและขยายผล คณะทำงานยังมีความคาดหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผลจากการดำเนินโครงการบริหารจัดการน้ำโดยชุมชนตามแนวพระราชดำริ ในพื้นที่วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีอุทัยธานี เป็นแหล่งน้ำใช้ในชุนชนและหน่วยงานใกล้เคียง สนับสนุนระบบสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐานในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และช่วยบ่มเพาะผู้เรียนให้ดำเนินวิชาชีพประมงตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงสืบไป

****