แนวทางการเติมน้ำใต้ดินของประเทศไทย

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

คำนำ

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป็นหน่วยงานที่มีภารกิจหลักในการบริหารจัดการและการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล ซึ่งจากสภาพปัญหาในปัจจุบันที่มีการพัฒนาน้ำบาดาลขึ้นมาใช้มากเกินสมดุลธรรมชาติจนก่อให้เกิดปัญหาระดับน้ำบาดาลลดลงอย่างต่อเนื่องในบางพื้นที่ ประกอบกับพื้นที่ป่าซึ่งเป็นพื้นที่เติมน้ำหลักตามธรรมชาติได้ถูกทำลาย ในช่วงฤดูน้ำหลากน้ำฝนจึงไหลเติมลงสู่ชั้นใต้ดินตามธรรมชาติได้น้อยทำให้การคืนตัวของระดับน้ำบาดาลมีอัตราต่ำลง อย่างไรก็ตามการกักเก็บน้ำฝนที่ไหลหลากและเหลือล้นสามารถทำได้โดยการผันน้ำลงไปกักเก็บไว้ใต้ดิน อีกทั้งยังสามารถเจาะบ่อน้ำบาดาลเพื่อสูบน้ำที่กักเก็บไว้กลับมาใช้ในช่วงฤดูแล้ง หรือยามขาดแคลนน้ำ ถือเป็นการบรรเทาและแก้ปัญหาการลดลงของระดับน้ำบาดาลและปัญหาภัยแล้งได้ในระยะยาว

แนวทางการเติมน้ำใต้ดินของประเทศไทยฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทางดำเนินการเติมน้ำใต้ดินดังกล่าว โดยอธิบายถึงหลักการ ขั้นตอนการดำเนินงานตั้งแต่การคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสม การออกแบบและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดิน การติดตามและประเมินผล ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และประชาชนทั่วไป อีกทั้งยังเป็นการเผยแพร่องค์ความรู้ในการอนุรักษ์และจัดการทรัพยากรน้ำใต้ดินให้มีใช้อย่างยั่งยืนสืบไป

คณะผู้จัดทำ

มกราคม 2563

สารบัญ

		หน้า
คำนำ		
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
	1.1 หลักการและเหตุผล	1
	1.2 วัตถุประสงค์ของการจัดการการเติมน้ำใต้ดิน	1
	1.3 คำนิยามของน้ำใต้ดินและหลักการเติมน้ำใต้ดิน	2
	1.4 กระบวนการ/ขั้นตอนของการเติมน้ำใต้ดิน	4
	1.5 การเติมน้ำใต้ดินในประเทศไทย	7
บทที่ 2	**วิธีการจัดการการเติมน้ำใต้ดิน**	**9**
บทที่ 3	**การประเมินเพื่อคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมเบื้องต้น**	**16**
	3.1 หลักการคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมในการจัดการการเติมน้ำใต้ดินเบื้องต้น	20
	3.2 ตัวอย่างการคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมเบื้องต้น	26
บทที่ 4	**การประเมินเพื่อคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมขั้นรายละเอียด**	**35**
	4.1 หลักการคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมในการจัดการการเติมน้ำใต้ดินขั้นรายละเอียด	35
	4.2 ตัวอย่างการคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมสำหรับแต่ละวิธีการ พื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือตอนล่าง	41
บทที่ 5	**การออกแบบและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดิน**	**50**
	5.1 การเติมน้ำผ่านสระ	50
	5.2 การเติมน้ำผ่านบ่อน้ำบาดาลหรือบ่อน้ำ	53
	5.3 การเติมน้ำฝนผ่านหลังคา	56
	5.4 การบำรุงรักษา	62
บทที่ 6	**การติดตามประเมินผลและข้อเสนอแนะ**	**63**
	6.1 การติดตามและประเมินผล	63
	6.2 ปัญหาและข้อควรระวังต่าง ๆ	64
	6.3 กฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง	65

บทที่ 1
บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้ดำเนินการศึกษาและทดลองการเติมน้ำใต้ดินในประเทศไทยมาเป็นระยะเวลาหนึ่ง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาการลดระดับของน้ำใต้ดิน ช่วยบรรเทาปัญหาภัยแล้งและน้ำท่วม โดยผลการศึกษาพบว่าสาเหตุของน้ำใต้ดินที่ลดระดับลงอย่างต่อเนื่องปีละประมาณ 10 - 20 เซนติเมตร อยู่ในพื้นที่ที่มีการใช้น้ำบาดาลเป็นจำนวนมากอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้พื้นที่ดังกล่าวยังพบว่ามีปัญหาการทรุดบ่อน้ำตื้น จากการสูบใช้น้ำบาดาลเกินปริมาณที่เหมาะสมที่พบมากในหลายพื้นที่ของภาคเหนือตอนล่าง ซึ่งบางครั้งได้ส่งผลกระทบจนเป็นอันตรายถึงชีวิตจากการติดตั้งเครื่องสูบบริเวณก้นบ่อระดับลึก ประกอบกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันส่งผลให้เกิดปัญหาภัยแล้งในหลายพื้นที่และทำให้ปริมาณน้ำในชั้นน้ำบาดาลมีปริมาณลดลง ประชาชนจึงเริ่มตระหนักถึงความสำคัญในการจัดหาและกักเก็บน้ำเพื่อเพิ่มความมั่นคงของแหล่งน้ำและการใช้น้ำอย่างยั่งยืน

การจัดการการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน (Managed Aquifer Recharge, MAR) จึงมิใช่เพียงการขุดดินขุดบ่อ ขุดหลุม เพื่อใช้เก็บน้ำแต่เพียงประการเดียว แต่ยังเป็นการเสริมการเติมน้ำจากธรรมชาติให้มากและเร็วขึ้น เพื่อช่วยรักษาสมดุลของน้ำบาดาลในพื้นที่นั้น ๆ ให้เกิดความยั่งยืนต่อไป

แนวทางการเติมน้ำใต้ดินของประเทศไทยฉบับนี้ได้รวบรวมหลักการและขั้นตอนสำคัญจากประสบการณ์ของการทดลองและการเติมน้ำใต้ดินของพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง เพื่อจะได้นำไปขยายผลในพื้นที่ต่าง ๆ ต่อไปอย่างเป็นระบบ โดยเริ่มต้นจากการคัดเลือกพื้นที่ที่มีความเหมาะสมระดับต่าง ๆ การออกแบบการก่อสร้าง และการจัดการดูแลและบำรุงรักษา ตลอดจนข้อควรระวัง ข้อเสนอแนะด้านต่าง ๆ ซึ่งหน่วยงานราชการทั้งในส่วนกลาง ส่วนท้องถิ่น และภาคประชาชน สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการกับโครงการในการเติมน้ำสู่ชั้นน้ำใต้ดินได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการจัดการการเติมน้ำใต้ดิน

1) เพื่อฟื้นฟูและยกระดับน้ำใต้ดินให้สูงขึ้นในพื้นที่ที่ประสบปัญหาการลดระดับของน้ำใต้ดินอย่างต่อเนื่องหรือพื้นที่ที่ประสบภัยแล้ง

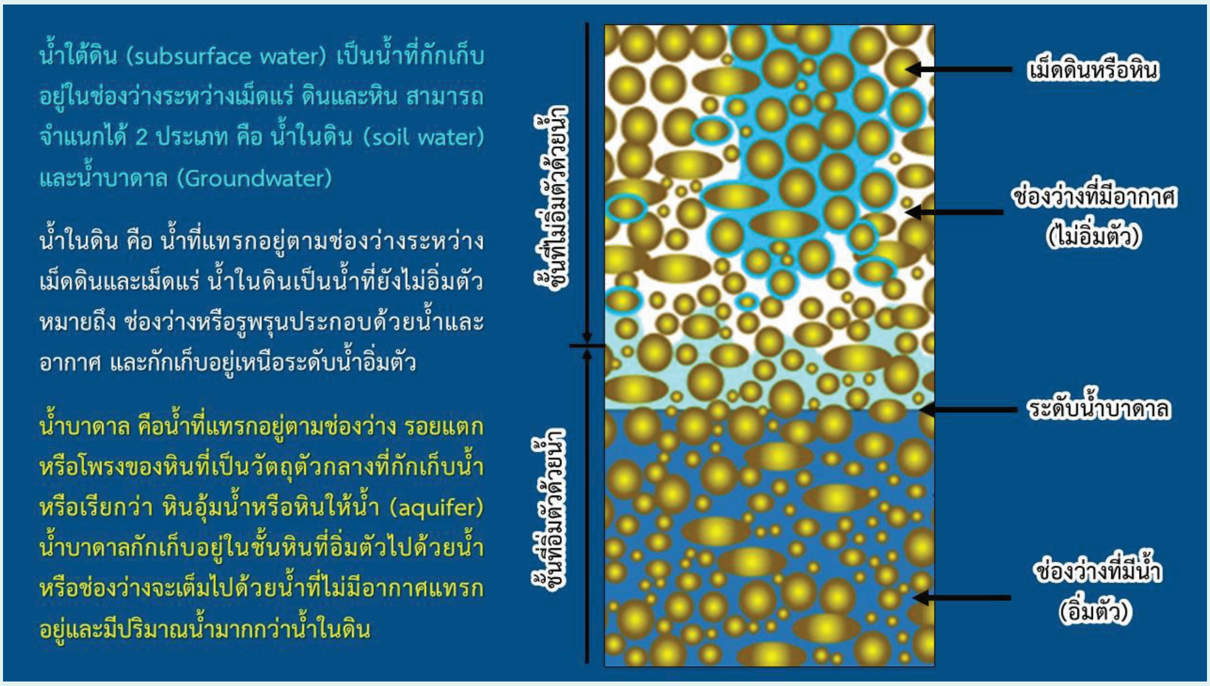
2) เพื่อบรรเทาปัญหาอุทกภัย ลดปริมาณน้ำที่ท่วมหลากและน้ำที่ไหลล้นลงแม่น้ำสายหลัก โดยการเก็บเกี่ยวน้ำที่ไหลหลากในช่วงฤดูฝนนำไปกักเก็บในชั้นน้ำใต้ดินเพื่อที่จะนำกลับมาใช้ในช่วงฤดูที่ขาดแคลน

3) เพื่อป้องกันการรุกล้ำของน้ำเค็มที่ไหลแทรกซึมเข้าสู่ชั้นน้ำใต้ดิน โดยเฉพาะในพื้นที่ใกล้ชายฝั่งทะเล

4) เพื่อรักษาสมดุลของน้ำของพื้นที่นั้น ๆ

1.3 คำนิยามของน้ำใต้ดินและหลักการเติมน้ำใต้ดิน

น้ำใต้ดิน (subsurface water) เป็นน้ำที่กักอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดแร่ ดินและหิน ประกอบด้วยน้ำในดิน (soil water) **ส่วนน้ำในดิน** (soil water) คือ น้ำที่แทรกอยู่ตามช่องว่างดินและหิน น้ำในดินเป็นน้ำที่กักเก็บในช่องว่างที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำหรือช่องว่างประกอบด้วยน้ำและอากาศ น้ำในดินมีการกักเก็บอยู่เหนือระดับน้ำบาดาล (**รูปที่ 1.1**) ส่วน**น้ำบาดาล** (groundwater) คือ น้ำที่แทรกอยู่ตามช่องว่าง รอยแตกหรือโพรงของหินที่เป็นวัตถุตัวกลางที่เป็นวัตถุกักเก็บน้ำเรียกว่า **หินอุ้มน้ำ** (aquifer) น้ำบาดาลกักเก็บอยู่ในชั้นหินที่อิ่มตัวไปด้วยน้ำหรือช่องว่างจะเต็มไปด้วยน้ำ น้ำในธรรมชาติจะหมุนเวียนและเปลี่ยนสถานภาพตามสภาพสิ่งแวดล้อม เช่น ก๊าซ ของแข็ง และ ของเหลว ในระบบอุทกวิทยาหรือในวัฏจักรของน้ำ น้ำมีการหมุนเวียนตลอดเวลาทั้งในชั้นบรรยากาศ ผิวดินและใต้ดิน



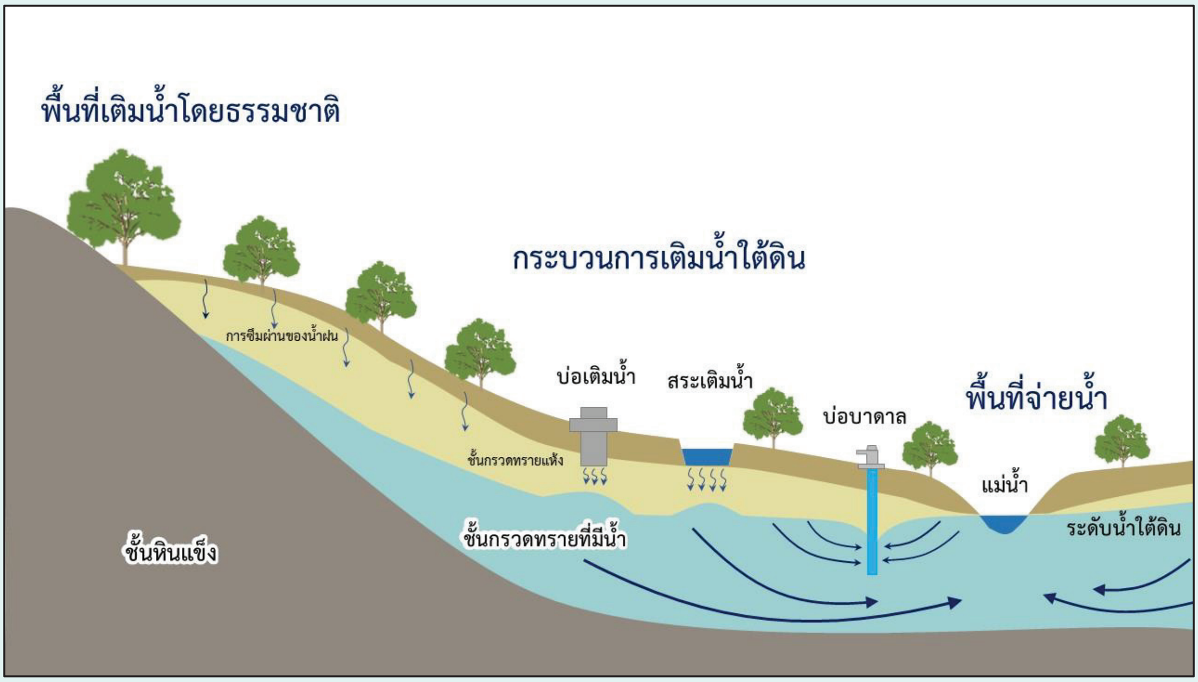
รูปที่ 1.1 คำนิยามน้ำใต้ดิน น้ำในดินและน้ำบาดาล

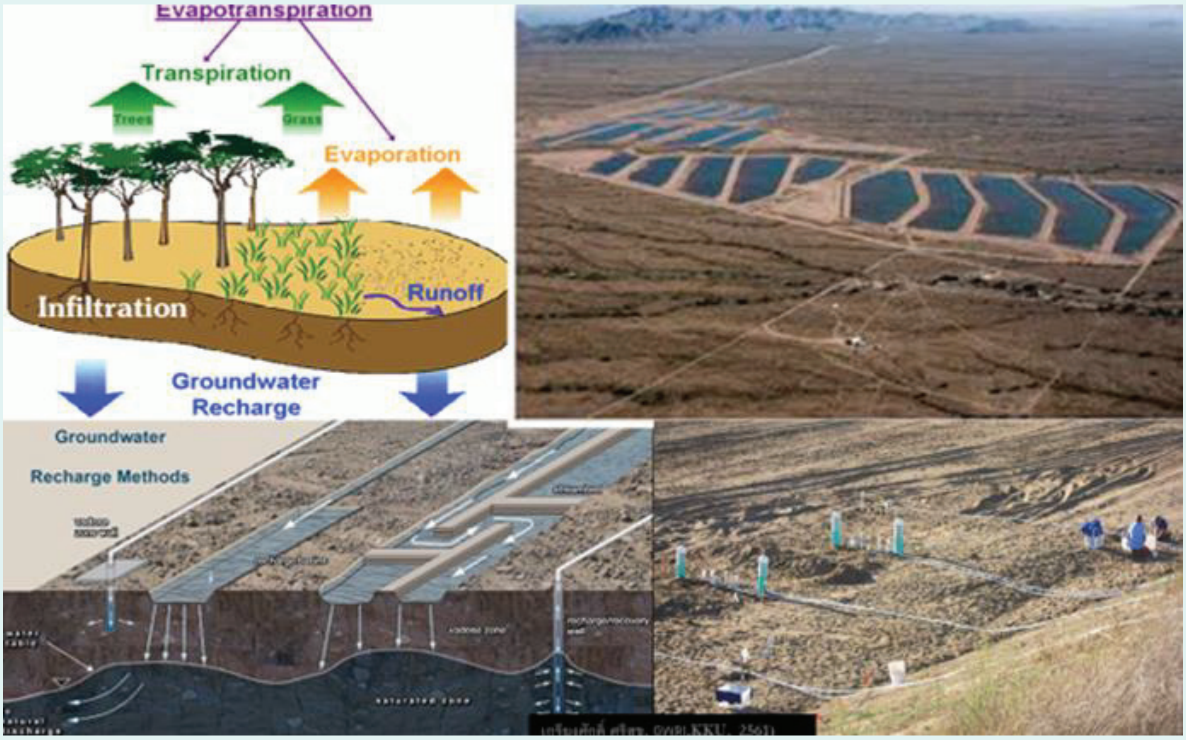
น้ำใต้ดินมีการเพิ่มเติมโดยธรรมชาติสู่ใต้ดินโดยการขบวนการซึมผ่านชั้นดินและหิน เมื่อมีการซึมผ่านลงไปถึงระดับน้ำบาดาลที่อิ่มตัวน้ำจะกลายเป็นน้ำบาดาล อัตราการไหลซึมผ่านของน้ำในดินและน้ำบาดาลขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของชั้นดินและความชันของระดับน้ำบาดาล (**รูปที่ 1.2 และ 1.3**)

การจัดการการเติมน้ำใต้ดิน (Managed Aquifer Recharge, MAR) หมายถึง การจัดการให้มีการเติมน้ำลงสู่แหล่งน้ำบาดาลนอกเหนือจากธรรมชาติ เพื่อรักษาระดับหรือแรงดันน้ำบาดาล เพื่อการกักเก็บและนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ในช่วงเวลาหรือในพื้นที่ที่ต้องการ หรือเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (Dillon et al., 2009)

การเติมน้ำใต้ดินควรดำเนินการตามหลักการของการจัดการการเติมน้ำใต้ดิน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลในระยะยาว ซึ่งจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างในการเลือกพื้นที่ที่จะเติมน้ำ เช่น ลักษณะของ

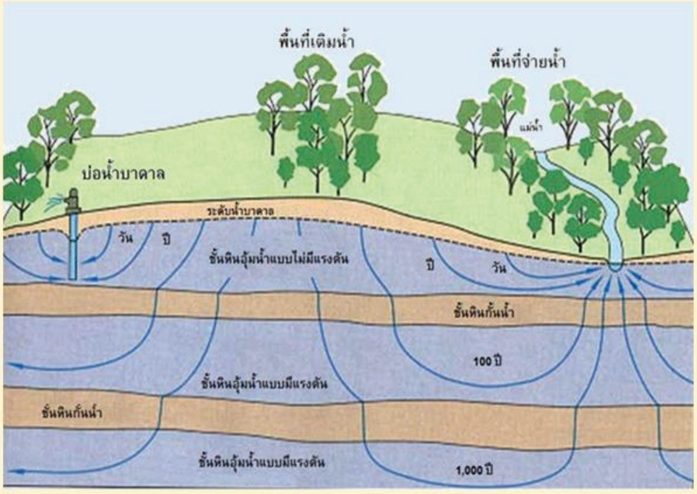
ชั้นน้ำใต้ดินหรือชั้นหินอุ้มน้ำ ภูมิประเทศ ชนิดของดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน และความต้องการการใช้น้ำ เป็นต้น วิธีการจัดการเติมน้ำมีหลายวิธีซึ่งจะได้กล่าวในบทต่อไป โดยแต่ละวิธีมีความเหมาะสมต่อพื้นที่บริเวณต่าง ๆ ของลุ่มน้ำที่แตกต่างกันไป (**รูปที่ 1.4**)





รูปที่ 1.2 ขบวนการซึมผ่านของน้ำฝนผ่านชั้นดินและหินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำโดยธรรมชาติ (infiltration) ขบวนการเติมน้ำบาดาลในชั้นอิ่มตัวด้วยน้ำ (Groundwater recharge) และการไหลของน้ำท่า (Runoff)

น้ำบาดาลไหลผ่านวัตถุตัวกลางที่มีช่องว่างติดต่อกัน และไหลช้ากว่าน้ำผิวดิน เฉลี่ยประมาณ 1-20 ม./วัน ขึ้นอยู่กับการยอมให้น้ำซึมผ่านของวัตถุตัวกลางและค่าความชันทางชลศาสตร์ของน้ำ อัตราการซึมของน้ำฝน (Recharge rate) 5-20 % ในหินร่วน ในหินแข็ง 1-50 % ของปริมาณฝนตก



ปัจจัยที่น้ำใต้ดินหรือน้ำบาดาลเปลี่ยนแปลงการไหล อัตราการไหล และการกักเก็บ

1. ภูมิอากาศ (Climate)
2. สภาพภูมิประเทศ การใช้ประโยชน์ที่ดิน และอุทกวิทยา (Topography and Land uses and Hydrology)
3. ธรณีวิทยา (Geology)

(ดัดแปลงจาก Winter in Anderson, Woessner, and Hunt, 2015)

รูปที่ 1.3 การไหลของน้ำบาดาลโดยวิธีธรรมชาติและการสูบขึ้นมาใช้

1.4 กระบวนการ/ขั้นตอนของการเติมน้ำใต้ดิน

1.4.1 การตรวจสอบข้อมูลความเหมาะสมของพื้นที่เบื้องต้น

ความเหมาะสมต่อการเติมน้ำใต้ดินของพื้นที่สามารถวิเคราะห์ได้จากแผนที่ความเหมาะสมต่อการเติมน้ำใต้ดิน (Suitability Map) ในระดับเบื้องต้น (**รูปที่ 1.5**)

1.4.2 การวิเคราะห์ความจำเป็น

เป็นขั้นตอนของการประเมินความจำเป็น ความคุ้มค่าต่อการดำเนินโครงการ ก่อนที่จะเริ่มต้นจัดตั้งโครงการเติมน้ำใต้ดิน เช่น ความเร่งด่วนของปัญหา ระดับของปัญหาที่มีอยู่ การมีอยู่หรือไม่มีอยู่ของปัญหา ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นตามมาในด้านลบ เป็นต้น

1.4.3 การวิเคราะห์ความพร้อม/ปัจจัยความเป็นไปได้ (Check List)

เมื่อทำการตรวจสอบพบว่าพื้นที่มีความเหมาะสมและคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินแล้ว กระบวนการการวางแผนและออกแบบตลอดจนการก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดิน ควรมีการตรวจสอบวิเคราะห์และประเมินปัจจัยต่าง ๆ เพื่อจะตัดสินใจว่าสามารถดำเนินการเติมน้ำในพื้นที่นั้นได้หรือไม่ ตามรายการดังต่อไปนี้

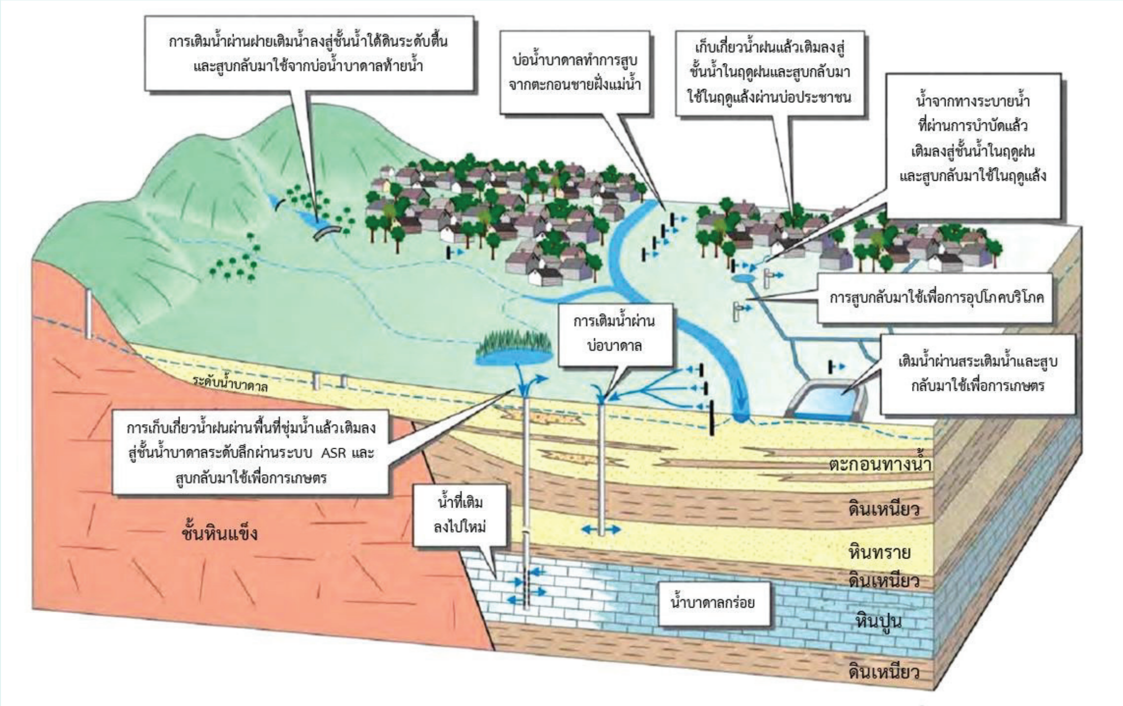
1) หน่วยงานหรือองค์กรมีหน้าที่ในการดำเนินการหรือไม่

2) สภาพภูมิอากาศและอุทกวิทยา เช่น ข้อมูลน้ำฝน แหล่งน้ำผิวดิน

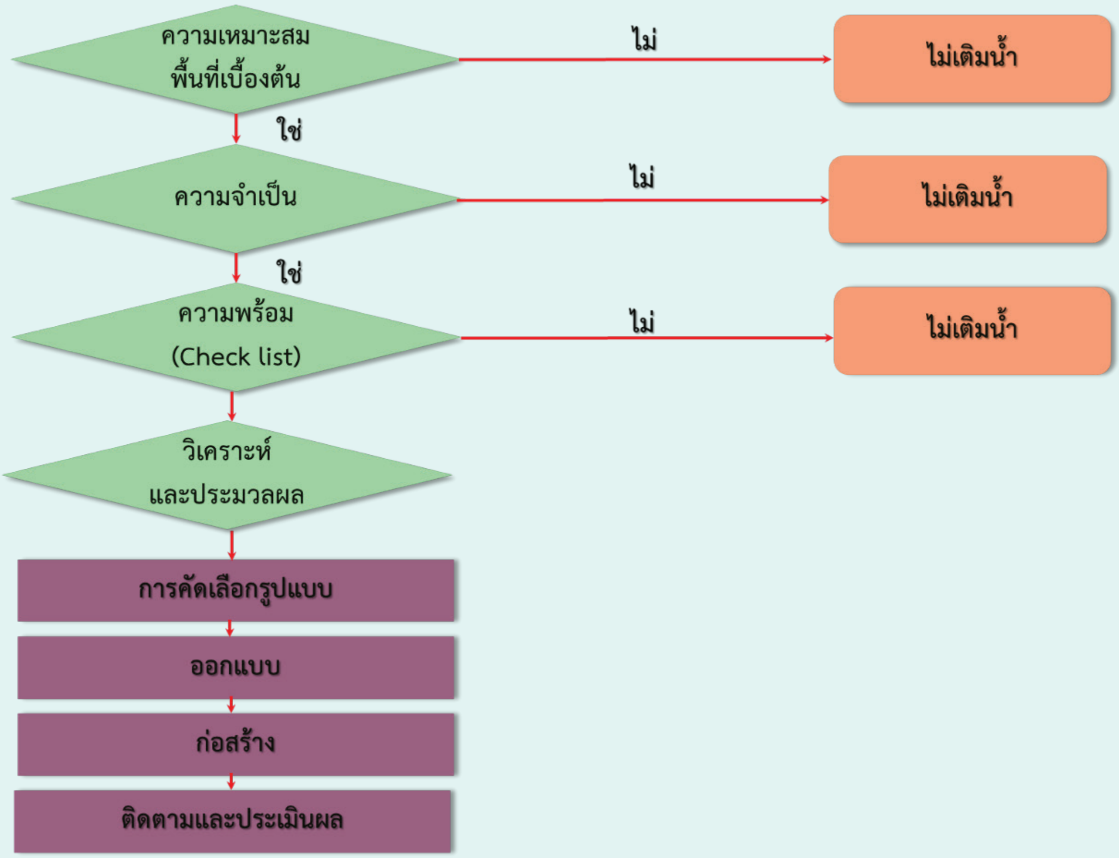
3) จำเป็นต้องมีการสำรวจภาคสนามที่ต้องดำเนินการเพิ่มเติมหรือไม่ เช่น สภาพอุทกธรณีวิทยาในพื้นที่ สภาพดิน สภาพการซึมผ่านของน้ำลงดิน เป็นต้น
4) โครงสร้างทางวิศวกรรมที่รองรับการก่อสร้างระบบเติมน้ำ ได้แก่ ความมั่นคงของฐานราก แหล่งวัสดุในพื้นที่
5) ความพร้อมของพื้นที่ที่จะก่อสร้างโครงการเติมน้ำ เช่น สภาพพื้นที่ แหล่งน้ำที่ใช้เติม เอกสารสิทธิ์การครอบครองที่ดิน เป็นต้น
6) มีการออกแบบรายละเอียดและแผนผังของโครงการหรือไม่
7) มีแผนงานหรือกำหนดการก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินหรือไม่

1.4.4 การวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล

ทำการรวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ข้อดี/ข้อเสีย ของปัจจัยต่าง ๆ ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ พร้อมกับวางแผนการดำเนินงาน แผนงบประมาณค่าใช้จ่าย เพื่อดำเนินการออกแบบและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินต่อไป



รูปที่ 1.4 วิธีการจัดการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลในพื้นที่ลุ่มน้ำ (ดัดแปลงจาก Dillon et al, 2009)



รูปที่ 1.5 แผนผังกระบวนการและขั้นตอนของการดำเนินการเติมน้ำใต้ดิน

1.5 การเติมน้ำใต้ดินในประเทศไทย

การเติมน้ำใต้ดินในประเทศไทยได้เริ่มดำเนินการทดลองทำมาแล้วมากกว่า 30 ปี โดยกรมทรัพยากรธรณี และกรมโยธาธิการ ซึ่งต่อมาภารกิจด้านการเติมน้ำใต้ดินได้ถูกโอนมาให้กับกรมทรัพยากรน้ำบาดาล โดยมีโครงการที่ดำเนินการมาแล้วกว่า 10 โครงการทั่วประเทศทั้งในระดับตื้นและระดับลึก (**ตารางที่ 1.1**) อีกทั้งแนวคิดการเติมน้ำใต้ดินนี้ได้เริ่มขยายไปสู่ภาคประชาสังคม เอกชนและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ซึ่งกรมทรัพยากรน้ำบาดาลได้พิจารณาแล้วว่าควรเน้นวิธีการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นเป็นหลัก เนื่องจากมีความเหมาะสมกับประเทศไทยสำหรับสภาวการณ์ปัจจุบัน และเพื่อเป็นโครงการนำร่องและเป็นต้นแบบในการก่อสร้างและเผยแพร่ให้กับหน่วยงานต่าง ๆ และประชาชนที่สนใจสามารถนำไปประยุกต์ดำเนินการในพื้นที่ของตนเองได้ แต่อย่างไรก็ตามรูปแบบและพื้นที่การเติมน้ำที่เหมาะสมจะต้องพิจารณาจากสภาพอุทกธรณีวิทยาของพื้นที่ดำเนินการ ระดับน้ำบาดาล อัตราการเติมน้ำ ความลึกและความหนาของชั้นน้ำบาดาลรวมไปถึงแหล่งน้ำดิบที่จะนำมาเติมด้วย

ตารางที่ 1.1 สรุปการเติมน้ำใต้ดินในประเทศไทย

ปี พ.ศ.	ชื่อโครงการ	รายละเอียดโครงการ	หน่วยงานที่รับผิดชอบ
2515	Subsurface Injection Storage an Underground of Storm Water Runoff	ทดลองแนวทางการระบายน้ำฝนที่ขังอยู่ตามพื้นดิน	กรมทรัพยากรธรณี
2530 - 2542	โครงการอนุรักษ์และฟื้นฟูแหล่งน้ำใต้ดิน	- ก่อสร้างระบบเติมน้ำท่า 48 แห่ง - ก่อสร้างระบบเติมน้ำฝน 474 แห่ง พื้นที่ จ.เชียงใหม่ จ.กำแพงเพชร จ.พิจิตร จ.สุโขทัย	กรมโยธาธิการ
2539 - 2540	โครงการศึกษาวิธีการที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มปริมาณน้ำสำรองเพื่อการเกษตรกรรม อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย	- เติมน้ำผ่านบ่อบาดาลที่ใช้ได้จำนวน 44 บ่อ พื้นที่ อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย	กรมชลประทาน (โดยบริษัท ปัญญาคอนซัลแตนท์ จำกัด และบริษัท Tahal Consulting Engineers LTD.)
2539 - 2541	โครงการการศึกษาทดลองเพื่ออนุรักษ์ฟื้นฟูแหล่งน้ำใต้ดินบริเวณจังหวัดกำแพงเพชร	ทำการทดลองเติมน้ำ 3 วิธี - การเติมน้ำผ่านสระ - การเติมน้ำผ่านบ่อน้ำบาดาล - การเก็บเกี่ยวน้ำฝน พื้นที่ ต.สระแก้ว อ.เมือง จ.กำแพงเพชร	กรมโยธาธิการ
2543	โครงการสำรวจและออกแบบการระบายน้ำสู่ชั้นน้ำบาดาล	สำรวจและออกแบบการระบายน้ำสู่ชั้นน้ำบาดาลพื้นที่ลุ่มแม่น้ำอาว จ.ลำพูน	กรมทรัพยากรธรณี กองน้ำบาดาล (โดยบริษัท วอเตอร์ รีซอร์ซ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด)

ปี พ.ศ.	ชื่อโครงการ	รายละเอียดโครงการ	หน่วยงานที่รับผิดชอบ
2544-2545	โครงการอนุรักษ์และฟื้นฟูแหล่งน้ำใต้ดิน	- ก่อสร้างระบบเติมน้ำฝน 200 แห่ง พื้นที่ จ.กำแพงเพชร จ.ชัยนาท จ.บุรีรัมย์	กรมโยธาธิการ
2550	โครงการศึกษาออกแบบก่อสร้างระบบเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลพื้นที่ลุ่มแม่น้ำชายฝั่งตะวันออก	ศึกษาออกแบบและก่อสร้างระบบเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล ด้วยระบบ ASR พื้นที่ อ.บ้านค่าย จ.ระยอง	กรมทรัพยากรน้ำบาดาล (โดยบริษัท ปัญญาคอนซัลแตนท์ จำกัด)
2550	ระบบเติมน้ำใต้ดินด้วยระบบน้ำฝน	- ก่อสร้างระบบเติมน้ำฝน 50 แห่ง	กรมทรัพยากรน้ำบาดาล
2553	โครงการแก้ปัญหาน้ำท่วมและภัยแล้ง โดยการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนบน	เติมน้ำด้วยระบบ ASR พื้นที่ อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย	กรมทรัพยากรน้ำบาดาล (โดยบริษัท เอส เอ็น ที คอนซัลแตนท์ จำกัด และ บริษัท จีเอ็มที คอร์ปอเรชั่น จำกัด)
2554	โครงการศึกษาทดลองการเติมน้ำลงสู่ชั้นใต้ดินผ่านระบบสระ พื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือตอนล่าง จ.พิจิตร จ.พิษณุโลก จ.สุโขทัย	ศึกษาทดลองการเติมน้ำลงสู่ชั้นใต้ดินผ่านระบบสระ พื้นที่ อ.บางระกำ จ.พิษณุโลก	กรมทรัพยากรน้ำบาดาล (โดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น)
2557	โครงการศึกษาและแก้ไขภัยแล้งและบรรเทาน้ำท่วมโดยการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลพื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนบน (ระยะที่ 2)	เติมน้ำด้วยระบบ ASR พื้นที่ อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย	กรมทรัพยากรน้ำบาดาล (โดยบริษัท เอส เอ็น ที คอนซัลแตนท์ จำกัด)
2560	โครงการเติมน้ำใต้ดินในพื้นที่ทั่วประเทศ (ระยะที่ 1)	ก่อสร้างระบบเติมน้ำผ่านสระ 19 พื้นที่ 59 สระ	กรมทรัพยากรน้ำบาดาล
2560	โครงการแก้ไขปัญหาภัยแล้งและปัญหาการลดระดับน้ำของชั้นน้ำบาดาลในพื้นที่แอ่งเจ้าพระยา	- เติมน้ำผ่านบ่อ 1 แห่ง - เติมน้ำผ่านสระ 1 แห่ง พื้นที่ อ.บางระกำ จ.พิษณุโลก	กรมทรัพยากรน้ำบาดาล (โดยบริษัท เอส เอ็น ที คอนซัลแตนท์ จำกัด)
2560	โครงการศึกษาทดลองเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นในพื้นที่รับผิดชอบของสำนักทรัพยากรน้ำบาดาล 12 เขต	- ระบบเติมน้ำฝน 18 แห่ง - ระบบเติมน้ำผ่านบ่อ 18 แห่ง - ระบบเติมน้ำผ่านสระ 3 แห่ง	กรมทรัพยากรน้ำบาดาล
2562	โครงการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นในเขตพื้นที่ทุ่งบางระกำ	เติมน้ำใต้ดินระดับตื้นผ่านบ่อ 10 พื้นที่ จำนวน 42 บ่อ	กรมทรัพยากรน้ำบาดาล (โดยมหาวิทยาลัยนเรศวร)

บทที่ 2
วิธีการจัดการการเติมน้ำใต้ดิน

การเติมน้ำสู่ใต้ดินมีหลายรูปแบบ ปัจจุบันที่สามารถรวมรวบได้ 12 แบบ (**รูปที่ 2.1**) (Dillon, 2005) วิธีการเติมน้ำใต้ดินตามแบบต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับลักษณะของชั้นหินอุ้มน้ำ ภูมิประเทศ การใช้ที่ดิน ที่ดิน และการใช้น้ำบาดาล การพิจารณารูปแบบการเติมน้ำในภาพรวมของวิธีอื่น ๆ ทั้งข้อดี ข้อจำกัด/ข้อเสีย และพื้นที่เหมาะสม ดังรายละเอียด**ตารางที่ 2.1**

การเติมน้ำใต้ดินทั้ง 12 แบบ สามารถสรุปได้ดังนี้

1) การเติมผ่านบ่อน้ำบาดาลระดับลึกเพื่อกักเก็บและสูบกลับขึ้นมาใช้ (Aquifer Storage and Recovery, ASR) เป็นวิธีการอัดน้ำผ่านบ่อน้ำบาดาล ลงไปในชั้นน้ำบาดาลระดับลึก เพื่อเก็บน้ำไว้ในฤดูแล้งหรือช่วงเวลาที่ต้องการ

2) การเติมผ่านบ่อน้ำบาดาลระดับลึกเพื่อกักเก็บและส่งต่อไปสูบกลับขึ้นมาใช้ในพื้นที่อื่น (Aquifer Storage Transfer and Recovery, ASTR) เป็นการอัดน้ำผ่านบ่อน้ำบาดาล แต่สูบขึ้นมาใช้ในบ่อผลิตในพื้นที่อื่นที่อยู่ในพื้นที่เป้าหมาย

3) การเติมน้ำผ่านสระ (Infiltration Pond) เป็นการสร้างสระน้ำในพื้นที่ที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มเวลาและพื้นที่สัมผัสระหว่างน้ำกับผิวดินให้มากขึ้น ในพื้นที่ที่มีตะกอนดินทรายที่ซึมได้เร็ว และมีแหล่งน้ำดิบที่มีปริมาณน้ำและคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการเติมลงไปกักเก็บไว้ในชั้นน้ำบาดาล

4) ระเบียงเติมน้ำ (Infiltration Galleries) เป็นการใช้ร่องคูบรรจุวัสดุพรุนที่กลบปิดด้วยดินเดิม รับน้ำดิบและปล่อยผ่านแรงโน้มถ่วงให้ซึมลงไปเพิ่มเติมในชั้นหินอุ้มน้ำที่ไม่มีแรงดัน การเติมน้ำวิธีนี้จะประหยัดเนื้อที่เหมาะกับพื้นที่เมือง ที่อยู่อาศัย หรือสวนสาธารณะ

5) การเติมน้ำและบำบัดผ่านชั้นดินและชั้นหินอุ้มน้ำ (Soil Aquifer Treatment, SAT) เป็นการใช้น้ำหมุนเวียนผ่านการนำน้ำเสียที่ได้รับการปรับปรุงคุณภาพเบื้องต้นแล้วปล่อยให้ซึมผ่านสระ เพื่อให้น้ำซึมลงใต้ดิน โดยอาศัยชั้นดินชั้นหินเป็นตัวช่วยกรองและปรับปรุงคุณภาพน้ำตามระยะทางที่น้ำไหลผ่าน แล้วสูบกลับขึ้นมาใช้ใหม่ เนื่องจากวิธีนี้เป็นการนำน้ำเสียผ่านการบำบัดมาใช้ ต้องมีความระมัดระวังด้านคุณภาพน้ำอย่างสูง

6) ฝายเติมน้ำ (Percolation Tanks หรือ Recharge Weirs) เป็นการกักเก็บน้ำผิวดินเพื่อให้น้ำไหลซึมลงสู่ชั้นน้ำบาดาล ซึ่งบริเวณที่เหมาะสมในการสร้างฝายเติมน้ำต้องมีพื้นที่รับน้ำของลำน้ำและปริมาณน้ำฝนมากเพียงพอ ควรมีลักษณะของชั้นหินอุ้มน้ำที่มีความสามารถในการซึมผ่านได้ดี ชั้นน้ำบาดาลด้านล่างฝายเติมน้ำต้องมีความต่อเนื่องไปจนถึงพื้นที่รับประโยชน์ ฝายเติมน้ำควรสร้างบริเวณด้านล่างของบริเวณที่มีน้ำไหลล้น (run off zone) หรือบริเวณที่มีความลาดชันของพื้นที่ระหว่าง 3-5 %

7) การเก็บเกี่ยวน้ำฝน (Rainwater Harvesting) เป็นวิธีการรวบรวมน้ำฝนจากหลังคาบ้านเรือนแล้วต่อน้ำที่ได้ให้ไหลลงบ่อน้ำตื้น หรือหลุมที่มีทรายหรือกรวดบรรจุอยู่ วิธีการนี้เปรียบเสมือนการนำน้ำฝนที่กักเก็บเกินพอใช้ ไปเก็บไว้ใต้ดิน เพื่อนำน้ำขึ้นมาใช้ในช่วงที่ขาดแคลน การเติมน้ำโดยวิธีนี้สามารถทำได้ในพื้นที่ชุมชนที่มีหลังคาหรือส่วนที่รองรับน้ำฝน บริเวณที่เหมาะสมในการเติมน้ำโดยการเก็บเกี่ยวน้ำฝนต้องมีการลดระดับของน้ำบาดาลลงจากผิวบนของชั้นน้ำ เพื่อที่จะสามารถมีระยะกักเก็บน้ำที่เติมลงไปใหม่ได้

8) การระบายจากแหล่งกักเก็บ (Recharge Releases) เป็นวิธีการปล่อยน้ำจากเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำอย่างช้า ๆ ที่สัมพันธ์กับปริมาณการไหลซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำที่รองรับอยู่ด้านล่าง

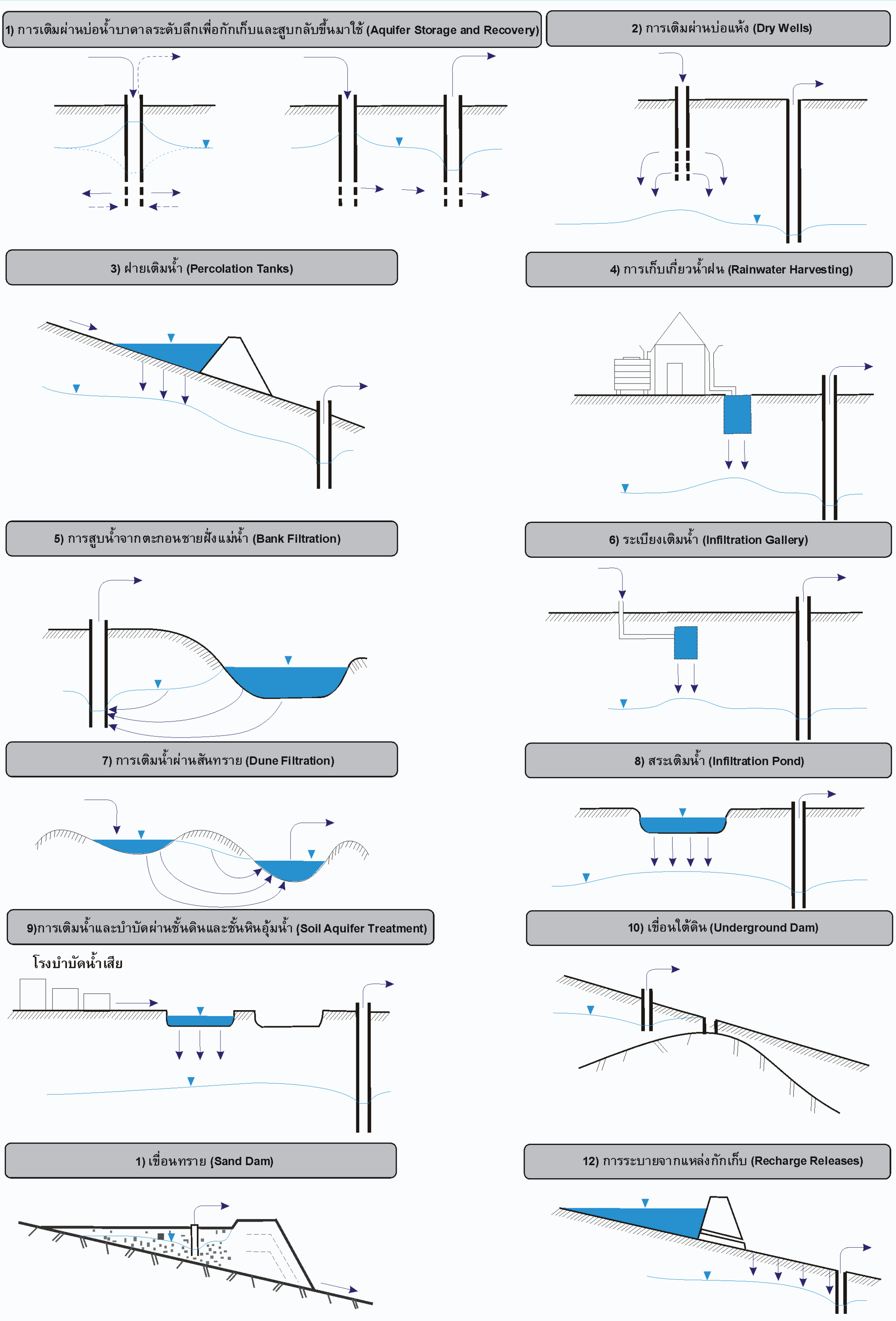
9) การเติมผ่านบ่อแห่ง (Dry Wells) ส่วนใหญ่เป็นบ่อน้ำตื้น การเติมน้ำทำโดยการปล่อยน้ำที่มีคุณภาพดีลงไปในระดับลึกโดยอาศัยแรงโน้มถ่วง เป็นการเติมน้ำในบริเวณที่มีการใช้น้ำในระดับตื้น ซึ่งส่งผลให้ระดับน้ำลดลงมาก การเติมน้ำด้วยวิธีนี้สามารถผันน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินให้เติมลงไปสู่ชั้นน้ำบาดาลโดยตรง ชั้นน้ำบาดาลต้องมีความสามารถยอมให้น้ำซึมผ่านได้ดี คุณภาพของแหล่งน้ำที่ใช้เติมลงสู่ชั้นน้ำบาดาลต้องอยู่ในเกณฑ์ที่ดีเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพน้ำเดิม บริเวณพื้นที่ชุมชนน้ำที่ไหลบ่าในฤดูฝนสามารถทำร่องระบายเติมผ่านตัวกรองลงสู่บ่อน้ำบาดาลได้

10) การสูบน้ำจากตะกอนฝั่งแม่น้ำ (River Bank Filtration) เป็นวิธีการกระตุ้นการไหลซึมของน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินให้เข้าสู่ชั้นน้ำใต้ดิน โดยใช้น้ำจากแม่น้ำ แอ่งน้ำ หรือทะเลสาบ ใช้ตะกอนดินทรายในธรรมชาติช่วยกรองน้ำ โดยทั่วไปใช้วิธีนี้เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำใต้ดินเพื่อการอุปโภคบริโภค

11) การเติมน้ำผ่านสันทราย (Dune Filtration) เป็นการดำเนินการใช้น้ำจากสระน้ำหรือเขื่อนที่สร้างขึ้นบนเนินทราย สูบน้ำขึ้นไปกักเก็บไว้ โดยทั่วไปใช้วิธีนี้เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำ และช่วยสร้างสมดุลให้เกิดในระบบและตอบสนองการใช้น้ำจากใต้ดิน

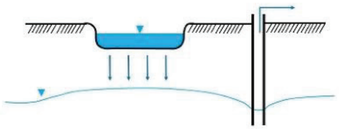
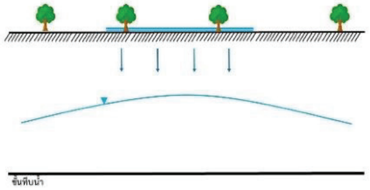
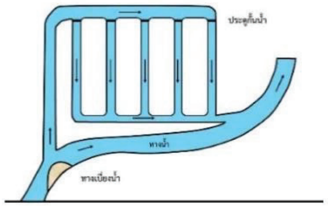
12) เขื่อนใต้ดิน (Underground Dam) เป็นวิธีการสร้างอ่างเก็บน้ำใต้ดิน โดยการสร้างผนังกั้นขวางเส้นทางการไหลของน้ำบาดาล เพื่อยกระดับน้ำและเพิ่มปริมาณน้ำกักเก็บไว้ใช้ในพื้นที่ชุมชนหรือการชลประทานในช่วงเวลาที่ต้องการใช้น้ำ พื้นที่ที่เหมาะสมของวิธีนี้ต้องมีหินแข็งรองรับด้านล่างเพื่อความมั่นคงของโครงสร้าง ชั้นน้ำบาดาลบริเวณเขื่อนต้องมีการซึมผ่านได้ดี

13) เขื่อนทราย (Sand Dam) เป็นวิธีการเก็บน้ำไว้ใต้ดิน โดยสร้างฝายกักน้ำและตะกอนทรายไว้โดยเฉพาะในบริเวณที่ชั้นดินทรายร่วนเหล่านี้ทับถมตัวอยู่บนชั้นหินเนื้อแน่น น้ำฝนที่ตกลงมาเก็บกักอยู่ในอ่างน้ำจะซึมลงไปเก็บอยู่ในรูพรุนของทราย สามารถขุดเจาะบ่อน้ำตื้นในบริเวณท้องหรือขอบอ่างเก็บน้ำนำน้ำขึ้นมาใช้

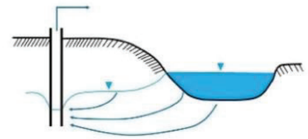
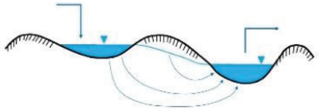
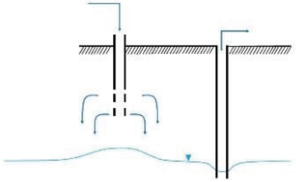
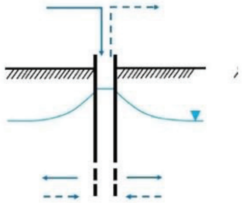


รูปที่ 2.1 วิธีการในการจัดการการเติมน้ำใต้ดิน (ดัดแปลงจาก Dillon, 2005)

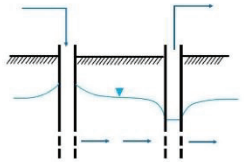
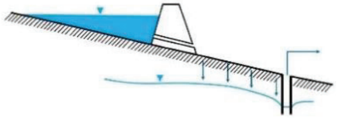
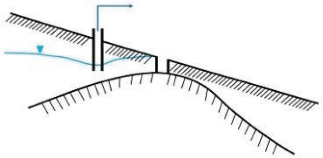
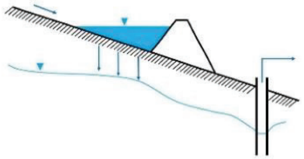
ตารางที่ 2.1 วิธีการจัดการการเติมน้ำใต้ดิน (ดัดแปลงจาก IGRAC,2018)

วิธีการหลัก	วิธีการเฉพาะ	รูป	ข้อดี	ข้อจำกัด/ข้อควรระวัง	พื้นที่เหมาะสม
1. วิธีการเติมน้ำแบบแพร่กระจาย (Spreading methods)	การเติมน้ำผ่านสระ (Infiltration ponds)		- การซึมผ่านของน้ำปริมาณมาก - กระบวนการบำรุงรักษาและป้องกันการอุดตันง่าย - น้ำที่เติมไหลผ่านชั้นดินตามธรรมชาติ จึงเป็นน้ำที่สะอาดปราศจากจุลินทรีย์	- ต้องใช้พื้นที่ขนาดใหญ่ - กรณีน้ำท่วมขังเป็นเวลานานอาจเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคได้ - แหล่งน้ำผิวดินที่จะนำมาเติมอาจเป็นแหล่งปนเปื้อนมลพิษ - โอกาสที่จะเกิดการระเหยสูง	- เป็นที่ราบและมีภูมิประเทศที่ลาดเอียงน้อย - เป็นชั้นน้ำใต้ดินแบบไร้แรงดัน ประกอบด้วยตะกอนกรวด ทราย - ชั้นดินมีการซึมผ่านที่ดี
	การควบคุมน้ำท่วม (Flooding)		การซึมผ่านของน้ำปริมาณมากในราคาที่ถูก		- เป็นที่ราบและมีภูมิประเทศที่ลาดเอียงน้อย อยู่ใกล้กับแม่น้ำ - เป็นชั้นน้ำใต้ดินแบบไร้แรงดัน ประกอบด้วยตะกอนกรวด ทราย - ชั้นดินมีการซึมผ่านที่ดี
	การเติมผ่านร่องและคูเติมน้ำ Ditches and furrows		ในกรณีที่มีการระบายน้ำสามารถก่อสร้างไว้ใต้ดินได้ และไม่รบกวนการใช้ประโยชน์ที่ดิน	- ต้องมีพื้นที่ที่มีการซึมผ่านได้ขนาดใหญ่ - กรณีน้ำท่วมขังเป็นเวลานานอาจเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคได้	- ภูมิประเทศที่ราบเรียบ อยู่ใกล้กับแม่น้ำ - เป็นชั้นน้ำใต้ดินแบบไร้แรงดัน ประกอบด้วยตะกอนกรวด ทราย - ชั้นดินมีการซึมผ่านที่ดี
	การเติมน้ำโดยใช้น้ำที่เหลือจากระบบชลประทาน (Excess irrigation)		ประหยัดค่าใช้จ่าย เนื่องจากใช้ระบบโครงสร้างชลประทานที่มีอยู่แล้ว		

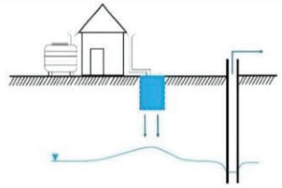
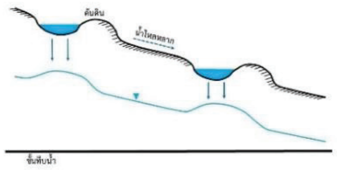
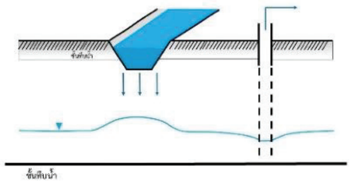
ตารางที่ 2.1 วิธีการจัดการการเติมน้ำใต้ดิน (ดัดแปลงจาก IGRAC,2018) (ต่อ)

วิธีการหลัก	วิธีการเฉพาะ	รูป	ข้อดี	ข้อจำกัด/ข้อควรระวัง	พื้นที่เหมาะสม
วิธีการเติมน้ำผ่านชั้นเนินดิน (Induced bank filtration)	การสูบน้ำจากตะกอนชายฝั่งแม่น้ำ (River/lake Bank Filtration)		น้ำจากแม่น้ำจะถูกสูบผ่านชั้นน้ำใต้ดินและมีการปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยผ่านการกรองจากชั้นใต้ดินโดยธรรมชาติ	- การออกแบบและการก่อสร้างซับซ้อน - การบำรุงรักษาที่ยุ่งยากและซับซ้อน - มีโอกาสอุดตันค่อนข้างสูง	ที่ราบน้ำท่วมถึงหรือบริเวณริมฝั่งแม่น้ำ อยู่ภายใต้ชั้นน้ำตะกอนกรวด ทราย (Unconfined aquifer)
	การเติมผ่านสันทราย (Dune filtration)		เป็นการปรับปรุงคุณภาพน้ำ เนื่องจากน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติจะซึมผ่านเนินทราย โดยตะกอนทรายในธรรมชาติจะช่วยกรองน้ำ	จำเป็นต้องมีการตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบเป็นประจำเนื่องจากมีการอุดตันสูง	- เนินทราย - ชั้นน้ำใต้ดินประกอบด้วยตะกอนกรวด ทราย
วิธีการเติมน้ำผ่านบ่อ (Well, shaft and borehole Recharge)	การเติมน้ำผ่านบ่อน้ำบาดาลหรือบ่อขุด (Shallow well/shaft/pit infiltration Techniques)		- ใช้บ่อเดิมที่มีแล้วเพื่อลดค่าใช้จ่าย - การฟื้นสภาพบ่อเดิมช่วยลดการอุดตัน	แหล่งน้ำที่ใช้เติมต้องสะอาดปราศจากการปนเปื้อน	- เป็นชั้นน้ำใต้ดินแบบไร้แรงดันประกอบด้วยตะกอนกรวด ทราย - บริเวณชั้นดินด้านบนที่มีอัตราการซึมต่ำ เช่น ดินเหนียว (ชั้นดินด้านบนหนา)
	การเติมผ่านบ่อน้ำบาดาลระดับลึกและสูบกลับมาใช้ใหม่ (Aquifer Storage and recovery (ASR))		- การอุดตันบางส่วนจะถูกกำจัดในระหว่างการสูบกลับ - สามารถเติมน้ำได้ในปริมาณมาก	- การออกแบบและการก่อสร้างซับซ้อน - การบำรุงรักษาที่ยุ่งยากและซับซ้อน - มีโอกาสอุดตันค่อนข้างสูง	เป็นชั้นน้ำใต้ดินแบบไร้แรงดันหรือแบบมีแรงดันในชั้นตะกอนร่วน

ตารางที่ 2.1 วิธีการจัดการการเติมน้ำใต้ดิน (ดัดแปลงจาก IGRAC,2018) (ต่อ)

วิธีการหลัก	วิธีการเฉพาะ	รูป	ข้อดี	ข้อจำกัด/ข้อควรระวัง	พื้นที่เหมาะสม
วิธีการเติมน้ำผ่านบ่อ (Well, shaft and borehole Recharge)	การเติมผ่านบ่อน้ำบาดาลระดับลึกและสูบกลับมาใช้ใหม่ในพื้นที่อื่น Aquifer Storage, Transfer and Recovery (ASTR)		- สามารถเติมน้ำได้ในปริมาณมาก	- การออกแบบและการก่อสร้างซับซ้อน - การบำรุงรักษาที่ยุ่งยากและซับซ้อน - มีโอกาสอุดตันค่อนข้างสูง	เป็นชั้นน้ำใต้ดินแบบไร้แรงดัน หรือแบบมีแรงดันในชั้นตะกอนร่วน
วิธีการเติมน้ำตามแนวคลอง (In-channel modifications)	การระบายน้ำจากแหล่งกักเก็บ (Recharge dams)		ก่อสร้างในแม่น้ำ หรือลำธาร ดังนั้นจึงไม่รบกวนการใช้ที่ดิน	การก่อสร้างเขื่อนอาจส่งผลกระทบการใช้ประโยชน์ต่อพื้นที่ปลายน้ำ	- บริเวณทางน้ำที่ไหลไม่ตลอดทั้งปี - ชั้นน้ำใต้ดินเป็นชั้นน้ำแบบไร้แรงดัน
	เขื่อนใต้ดิน (Subsurface dams)		- โครงสร้างต้นทุนต่ำ, อยู่ในพื้นที่ชุมชน - ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่ำ - ก่อสร้างในลำธาร ดังนั้นจึงไม่รบกวนการใช้ที่ดิน	- ปัญหาของพื้นที่ในกรณีเป็นพื้นที่ส่วนบุคคล - อาจมีการปนเปื้อนของน้ำ - ควบคุมโครงสร้าง และคุณภาพการก่อสร้างยาก - การซึมผ่านของน้ำค่อนข้างน้อย	- บริเวณทางน้ำที่ไหลไม่ตลอดทั้งปี - ชั้นน้ำใต้ดินเป็นชั้นน้ำแบบไร้แรงดัน - ชั้นทึบน้ำอยู่ห่างจากพื้นดินไม่มาก
	ฝายเติมน้ำ (Percolation Ponds Behind Check Dams, Gabions)			- ปัญหาของพื้นที่ในกรณีเป็นพื้นที่ส่วนบุคคล - อาจมีการปนเปื้อนของน้ำ - การซึมผ่านของน้ำค่อนข้างน้อย	บริเวณทางน้ำที่ไหลไม่ตลอดทั้งปี และมีชั้นทรายยู่ด้านล่าง

ตารางที่ 2.1 วิธีการจัดการการเติมน้ำใต้ดิน (ดัดแปลงจาก IGRAC,2018) (ต่อ)

วิธีการหลัก	วิธีการเฉพาะ	รูป	ข้อดี	ข้อจำกัด/ข้อควรระวัง	พื้นที่เหมาะสม
วิธีการเติมน้ำโดยการเก็บเกี่ยวน้ำฝน (Runoff harvesting)	การเติมน้ำฝนผ่านหลังคา (Rooftop rainwater harvesting)		ประหยัดค่าใช้จ่าย เนื่องจากใช้ระบบโครงสร้างหลังคาและรางรินรับน้ำฝนที่มีอยู่แล้ว	ความสะอาดของหลังคาและรางรินอาจมีผลต่อความสะอาดของน้ำ	พื้นที่ในชุมชนเมือง และรองด้วยชั้นน้ำใต้ดินแบบไร้แรงดัน
	คันกั้นน้ำ (Barriers and bounds)		- เทคนิคต้นทุนต่ำ การออกแบบที่เรียบง่าย การก่อสร้างที่เรียบง่าย - ง่ายต่อการบำรุงรักษา - ป้องกันการพังทลายของดิน และเป็นการเติมน้ำใต้ดิน	การซึมผ่านของน้ำในปริมาณที่ค่อนข้างน้อย	- มีภูมิประเทศที่ลาดเอียงเล็กน้อย - รองรับด้วยชั้นน้ำใต้ดินแบบไร้แรงดัน
	คูเติมน้ำ (Trenches)				

บทที่ 3
การประเมินเพื่อคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมเบื้องต้น

สถานการณ์น้ำบาดาลในปัจจุบันทั้งด้านระดับน้ำและคุณภาพน้ำบาดาลมีข้อควรตระหนักที่แตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ เช่น พื้นที่ที่มีการลดลงของระดับน้ำบาดาลอย่างต่อเนื่อง พื้นที่น้ำบาดาลเค็ม พื้นที่คุณภาพน้ำบาดาลเสี่ยงต่อการปนเปื้อน (**รูปที่ 3.1**) เป็นต้น โดยมีรายละเอียดของข้อมูลด้านสถานการณ์น้ำบาดาลแยกเป็นรายภาค ได้ดังนี้

1. ภาคเหนือ

คุณภาพน้ำบาดาลในภาคเหนือมีคุณภาพดี โดยในจังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน แพร่ และลำปาง มีปริมาณเหล็กและฟลูออไรด์สูงเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค ส่วนจังหวัดน่านในบางอำเภอมีน้ำบาดาลเค็มเนื่องจากมีชั้นหินเกลือ

ระดับน้ำบาดาลในภาคเหนือมีแนวโน้มคงที่ ยกเว้นในแอ่งน้ำบาดาลเชียงใหม่-ลำพูน มีระดับน้ำลดลง โดยในปี 2550 ระดับน้ำบาดาลลึกเฉลี่ยจากผิวดินประมาณ 13.5 เมตร ปัจจุบันเฉลี่ยอยู่ที่ 14.0-15.0 เมตร ถือว่ามีการเปลี่ยนแปลงที่มีแนวโน้มลดลง โดยในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมจังหวัดลำพูน ที่ระดับน้ำลดลงอย่างชัดเจน อยู่ที่ระดับลึก 40.0-50.0 เมตร

2. ภาคกลาง

แบ่งออกเป็น 3 พื้นที่ ได้แก่ ภาคกลางตอนบน ภาคกลางตอนล่าง และพื้นที่เขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล (กรุงเทพมหานครและปริมณฑล)

1) ภาคกลางตอนบน พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่ม คุณภาพน้ำบาดาลในภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ดี มีปริมาณเหล็ก แมงกานีส ไนเตรต และฟลูออไรด์สูงเป็นบางแห่ง ในบางพื้นที่ในจังหวัดสุโขทัยและกำแพงเพชร ระดับน้ำมีแนวโน้มลดลงเฉลี่ย 0.75 เมตรต่อปีในระยะเวลา 4 ปี (พ.ศ. 2559-2562) ปัจจุบันระดับน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 13 เมตรจากผิวดิน

2) ภาคกลางตอนล่าง คุณภาพน้ำบาดาลส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดี ยกเว้นบางพื้นที่ของจังหวัดสระบุรี อ่างทอง และสุพรรณบุรี น้ำบาดาลมีคุณภาพกร่อยเค็ม พบมีปริมาณคลอไรด์สูง 630 - 3,800 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งเป็นผลจากน้ำทะเลที่ท่วมถึงในอดีตและค้างอยู่ในชั้นน้ำบาดาล (Connate water) พบปริมาณสารหนูและปรอทเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาลที่ใช้บริโภคในพื้นที่จังหวัดชัยนาทและลพบุรี โดยทั่วไประดับน้ำมีแนวโน้มลดลงเฉลี่ย 0.4 เมตรต่อปีในระยะเวลา 4 ปี (พ.ศ. 2559-2562) ปัจจุบันระดับน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 9 เมตรจากผิวดิน โดยระดับน้ำบาดาลลดลงสูงสุดอยู่ในพื้นที่อำเภอหนองหญ้าไซ ดอนเจดีย์ อู่ทอง และอำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี ระดับน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 33 เมตรจากผิวดิน

3) เขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล (กรุงเทพมหานครและปริมณฑล) มีสภาพอุทกธรณีวิทยาเป็นตะกอนกรวดทรายแทรกสลับกับชั้นดินเหนียว โดยแบ่งออกเป็น 8 ชั้นน้ำ มีความลึกมากกว่า 450 เมตร ชั้นน้ำบาดาลที่สูบใช้ส่วนใหญ่มีความลึกมากกว่า 150 เมตรขึ้นไป ซึ่งเป็นชั้นน้ำที่มีศักยภาพค่อนข้างสูงและคุณภาพดี ส่วนคุณภาพน้ำบาดาลพื้นที่ชายฝั่งทะเลกรุงเทพมหานคร จังหวัดสมุทรปราการ สมุทรสาคร พบปริมาณคลอไรด์ 600 - 2,000 มิลลิกรัม/ลิตร

ระดับน้ำบาดาล ช่วงปี พ.ศ. 2521-2561 ชั้นน้ำกรุงเทพ (50 เมตร) พระประแดง (100 เมตร) และนครหลวง (150 เมตร) มีแนวโน้มคืนตัวสูงขึ้นระดับน้ำบาดาลเฉลี่ยอยู่ที่ 10-22, 16-32 และ 21-42 เมตร จากระดับผิวดิน ตามลำดับ ส่วนจังหวัดนครปฐม จังหวัดสมุทรสาครและจังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่าชั้นน้ำที่มีความลึกมากกว่า 150 เมตร ได้แก่ชั้นน้ำนครหลวงและชั้นน้ำนนทบุรี ระดับน้ำบาดาลมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง

3. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

คุณภาพน้ำบาดาลส่วนใหญ่มีคุณภาพน้ำจืด ยกเว้นบางพื้นที่มีคุณภาพน้ำกร่อยเค็ม ไม่เหมาะสำหรับใช้เพื่อการเกษตรและอุปโภคบริโภค มีปริมาณคลอไรด์มากกว่า 600 มิลลิกรัม/ลิตร เนื่องจากมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกับชั้นน้ำเค็มที่รองรับอยู่ด้านล่างในพื้นที่จังหวัดยโสธร อุบลราชธานี ศรีสะเกษ สุรินทร์ และบุรีรัมย์ โดยพบว่าพื้นที่บางแห่งมีปริมาณสารละลายบางตัวสูงเกินเกณฑ์อนุโลมสูงสุด เช่น จังหวัดศรีสะเกษ ขอนแก่น กาฬสินธุ์ และมหาสารคาม มีปริมาณไนเตรท 46-640 มิลลิกรัม/ลิตร พื้นที่อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น ตรวจพบปริมาณตะกั่ว 0.05-0.2 มิลลิกรัม/ลิตร และในจังหวัดบุรีรัมย์ มหาสารคาม ยโสธร ศรีษะเกษ และสุรินทร์ มีปริมาณซัลเฟต 440-3,000 มิลลิกรัม/ลิตร

ระดับน้ำบาดาล ตั้งแต่ปี 2547-2560 พบว่าในชั้นตะกอน ระดับน้ำอยู่ที่ 1-20 เมตรจากระดับผิวดิน ในชั้นหินแข็งมีระดับน้ำอยู่ที่ 1-27 เมตรจากระดับพื้นดิน ระดับน้ำบาดาลมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 1.0-2.0 เมตร ซึ่งถือว่าอยู่ในภาวะปกติ มีเพียงในพื้นที่แหล่งชุมชนที่ประชากรมีความหนาแน่นสูงหรือนิคมอุตสาหกรรม ที่ระดับน้ำบาดาลมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเฉลี่ยไม่เกิน 0.4 เมตรต่อปี และพบแหล่งน้ำบาดาลศักยภาพสูง ที่ให้น้ำบาดาลพุ 1.0-8.0 เมตรสูงจากระดับผิวดิน ในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น กาฬสินธุ์ บุรีรัมย์ สกลนคร และนครพนม ซึ่งปัจจุบันความสูงของน้ำพุบางจุดลดลงอยู่ที่ระดับผิวดิน

4. ภาคตะวันออก

คุณภาพน้ำบาดาลส่วนใหญ่มีคุณภาพดี พบปริมาณเหล็กและแมงกานีสสูงเกินเกณฑ์อนุโลมสูงสุด 18-160 มิลลิกรัม/ลิตร ในบางพื้นที่ในจังหวัดฉะเชิงเทรา ชลบุรี และระยอง พบปริมาณสารหนูและตะกั่วสูงเกินเกณฑ์อนุโลมสูงสุด มีค่ามากกว่า 0.06 มิลลิกรัม/ลิตร ในพื้นที่อำเภอศรีราชา สัตหีบ จังหวัดชลบุรี และอำเภอมาบยางพร มาบตาพุด จังหวัดระยอง และบริเวณชายฝั่งทะเล ซึ่งเป็นเขตพื้นที่ชุมชนเมืองที่มีการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมสูง และพบคลอไรด์มีปริมาณสูงเกินเกณฑ์อนุโลมในพื้นที่ติดทะเลของอำเภอเมืองระยอง บ้านฉาง จังหวัดระยอง อำเภอสัตหีบ บางละมุง เมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี รวมถึงทางด้านทิศตะวันตกของจังหวัดฉะเชิงเทรา

5. ภาคตะวันตก

คุณภาพน้ำบาดาลอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง แม้ว่าจะมีปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาลเพื่อการบริโภค แต่มีปริมาณเหล็ก ฟลูออไรด์ ความกระด้าง และตะกั่ว สูงเกินเกณฑ์มาตรฐาน โดยเฉพาะในพื้นที่จังหวัดกาญจนบุรี ปริมาณฟลูออไรด์ที่เกินมาตรฐานคาดว่ามีความสัมพันธ์กับแนวรอยเลื่อนและแหล่งน้ำพุร้อนใกล้เคียง

ระดับน้ำในชั้นตะกอนปี 2556-2560 อยู่ที่ 4.0-5.0 เมตร เมตรจากผิวดิน และในหินแข็ง ระดับน้ำอยู่ที่ 3.0 -5.0 เมตรจากระดับผิวดิน มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงอยู่ในช่วงประมาณ 1.0 -2.0 เมตร ซึ่งถือว่าปกติ ยกเว้นด้านทิศตะวันตกของจังหวัดฉะเชิงเทราที่ระดับน้ำมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากเป็นผลกระทบจากการสูบน้ำใช้ในพื้นที่ใกล้เคียงทำให้ระดับมีการเปลี่ยนแปลงไม่สม่ำเสมอ

6. ภาคใต้

คุณภาพน้ำส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดี ยกเว้นในพื้นที่ชายฝั่งทะเลทั้งด้านอ่าวไทยและฝั่งทะเลอันดามันมีคุณภาพน้ำบาดาลกร่อยถึงเค็ม และพบว่าพื้นที่ติดทะเลสาปสงขลามีความกร่อยเค็มเพิ่มขึ้น ในชั้นน้ำหาดใหญ่และชั้นน้ำคูเต่า (ที่ระดับความลึก 50-100 เมตร) มีปริมาณคลอไรด์สูงเกิน 600 มิลลิกรัม/ลิตร บริเวณอำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช พบสารหนูสูงเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค และพบปริมาณไนเตรตสูงเกินเกณฑ์อนุโลมสูงสุดของมาตรฐานน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค บริเวณอำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา

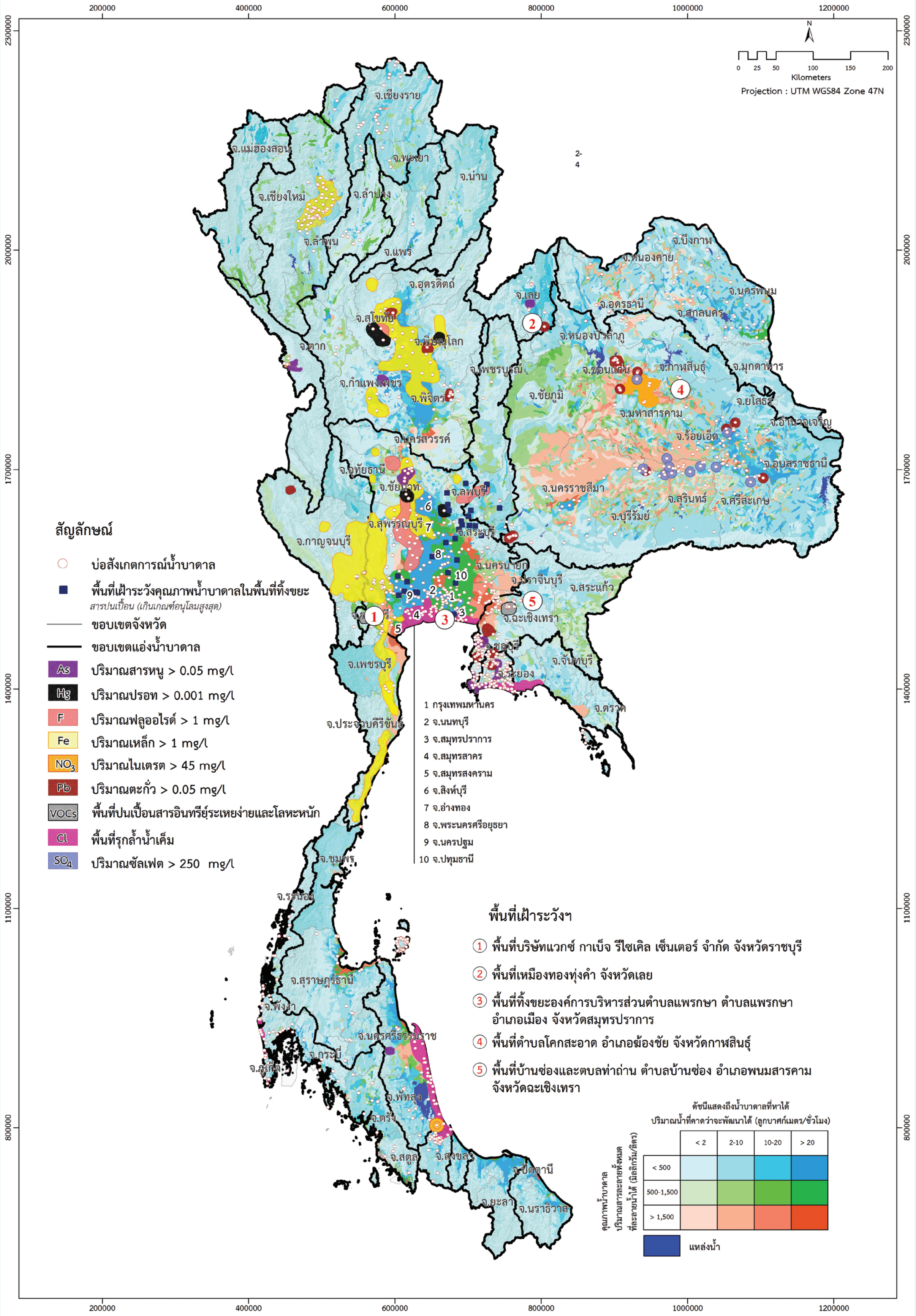
สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำบาดาลแบ่งพื้นที่การวิเคราะห์และประเมินสถานการณ์ด้านปริมาณน้ำบาดาล ออกเป็น 4 พื้นที่ (รูปที่ 14 และ15)

1) ชั้นน้ำหาดใหญ่ ความลึก 20 - 50 เมตร ระดับน้ำบาดาลค่อนข้างคงที่ ปัจจุบันระดับน้ำบาดาลอยู่ที่ 2.06-3.10 เมตรจากผิวดิน

2) ชั้นน้ำคูเต่า ความลึก 50 - 100 เมตร พบว่าในพื้นที่อำเภอควนเนียง และอำเภอบางกล่ำระดับน้ำบาดาลมีแนวโน้มลดลงเฉลี่ย 0.2 เมตรต่อปี ปัจจุบันระดับน้ำบาดาลอยู่ที่ 4.10-4.48 เมตรจากผิวดิน นอกจากนั้นระดับน้ำบาดาลค่อนข้างคงที่ ปัจจุบันระดับน้ำบาดาลอยู่ที่ 1.87 เมตรจากผิวดิน

3) ชั้นน้ำคอหงส์ ความลึก 100 - 200 เมตร ระดับน้ำบาดาลมีแนวโน้มลดลงเฉลี่ย 0.14 เมตรต่อปี ปัจจุบันระดับน้ำบาดาลอยู่ที่ 2.38-7.77 เมตรจากผิวดิน

ในการคัดเลือกพื้นที่ที่จะมีการจัดการการเติมน้ำใต้ดินจะต้องคำนึงถึงประเด็นปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์น้ำบาดาลดังกล่าวด้วย นอกจากการดำเนินการประเมินการคัดเลือกพื้นที่เหมาะสม ซึ่งประกอบด้วยการคัดเลือก 2 ระดับ คือ ระดับที่ 1 เป็นการคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมเบื้องต้นสำหรับการเติมน้ำใต้ดินด้วยวิธีต่าง ๆ หรือพื้นที่ขนาดใหญ่ โดยเป็นการพิจารณาจากปัจจัยด้านธรณีวิทยา ธรณีสัณฐาน ชุดดิน และความลาดชันของภูมิประเทศ (บทที่ 3) และระดับที่ 2 เป็นการคัดเลือกพื้นที่เหมาะขั้นรายละเอียดสำหรับวิธีการเติมน้ำแบบนั้น ๆ หรือพื้นที่ขนาดเล็กลงมา (บทที่ 4)



รูปที่ 3.1 แผนที่สถานการณ์ด้านคุณภาพน้ำบาดาลของประเทศไทย

(รายงานสถานการณ์น้ำบาดาลประเทศไทย, กรมทรัพยากรน้ำบาดาล 2561)

3.1 หลักการคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมในการจัดการการเติมน้ำใต้ดินเบื้องต้น

การคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมหรือไม่เหมาะสมที่จะเติมน้ำใต้ดินในเบื้องต้น เป็นการคัดเลือกพื้นที่กว้าง ๆ เพื่อจะประเมินพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมาก ปานกลาง น้อย และไม่เหมาะสม โดยอาศัยข้อมูลหลัก 4 ประการ คือ ธรณีวิทยา ธรณีสัณฐาน ชุดดิน และความลาดชันของภูมิประเทศ (**รูปที่ 3.2**) ข้อมูลต่าง ๆ มีลักษณะดังนี้

1) ธรณีวิทยา (Geology) ประกอบไปด้วย ชนิดของหิน (rock type) อัตราการผุพังอยู่กับที่ (degree of weathering) ลักษณะและการวางตัวของรอยแยก (joints) และรอยแตก (fractures)

2) ธรณีสัณฐาน (Geomorphology) หมายถึง แบบรูปหรือลักษณะของเปลือกโลก ที่มีรูปพรรณสัณฐานต่าง ๆ กัน เช่น เป็นภูเขา ที่ราบสูง ที่ราบ และอื่น ๆ นอกจากนี้จะต้องพิจารณาโครงสร้างที่เป็นเส้นตรง (lineaments) ร่วมด้วย เช่น ระนาบรอยเลื่อน (faults) รอยแตก (fractures) ซึ่งรวมไปถึงความหนาแน่นของโครงสร้างดังกล่าวในพื้นที่ที่ต้องการเติมน้ำใต้ดิน

3) ชุดดิน (Soil Group) หมายถึง ชนิดและประเภทของดิน การใช้ที่ดิน การแผ่กระจายของพื้นที่และชนิดของพืชปกคลุมดิน

4) ความลาดชัน (Slope) หมายถึง ความลาดชัน (slope gradient) ของพื้นที่เป้าหมายในการเติมน้ำใต้ดิน

จะจัดแบ่งพื้นที่ออกเป็น 6 พื้นที่ตามภูมิภาคของไทย ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันตก ภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคใต้ **(รูปที่ 3.3)** ซึ่งการวิเคราะห์ความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินของพื้นที่เบื้องต้น จะใช้เทคนิคการซ้อนทับของชั้นข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ทั้ง 4 ชั้นข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ผลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยการซ้อนทับชั้นข้อมูลจะออกมาเป็นแผนที่ที่แสดงระดับความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดิน ทั้งนี้ ข้อมูลต่าง ๆ มีการจัดกลุ่ม การให้ค่าคะแนน ค่าถ่วงน้ำหนัก และประมวลผลเชิงพื้นที่ โดยผู้ที่จะประเมินความเหมาะสมเบื้องต้นควรจะเป็นหน่วยงานของรัฐหรือผู้ที่มีองค์ความรู้ด้านธรณีวิทยาหรืออุทกธรณีวิทยา ในการจัดแบ่งระดับความเหมาะสมของพื้นที่ในการเติมน้ำใต้ดินเบื้องต้นจะแบ่งออกเป็น 4 ระดับ **(รูปที่ 3.4)** ได้แก่

1. พื้นที่ที่มีความเหมาะสมมาก

เป็นพื้นที่ที่มีลักษณะทางกายภาพในการเติมน้ำใต้ดินได้ดี แต่อาจมีบางบริเวณที่ไม่สามารถดำเนินการเติมน้ำได้ ควรดำเนินการศึกษาขั้นรายละเอียดในพื้นที่ก่อนดำเนินการ

2. พื้นที่ที่มีระดับความเหมาะสมปานกลาง

เป็นพื้นที่ที่มีลักษณะทางกายภาพในการเติมน้ำใต้ดินค่อนข้างดี แต่ในบางบริเวณอาจไม่สามารถดำเนินการเติมน้ำได้ ต้องดำเนินการศึกษาขั้นรายละเอียดในพื้นที่ก่อนดำเนินการ

3. พื้นที่ที่มีระดับความเหมาะสมน้อย

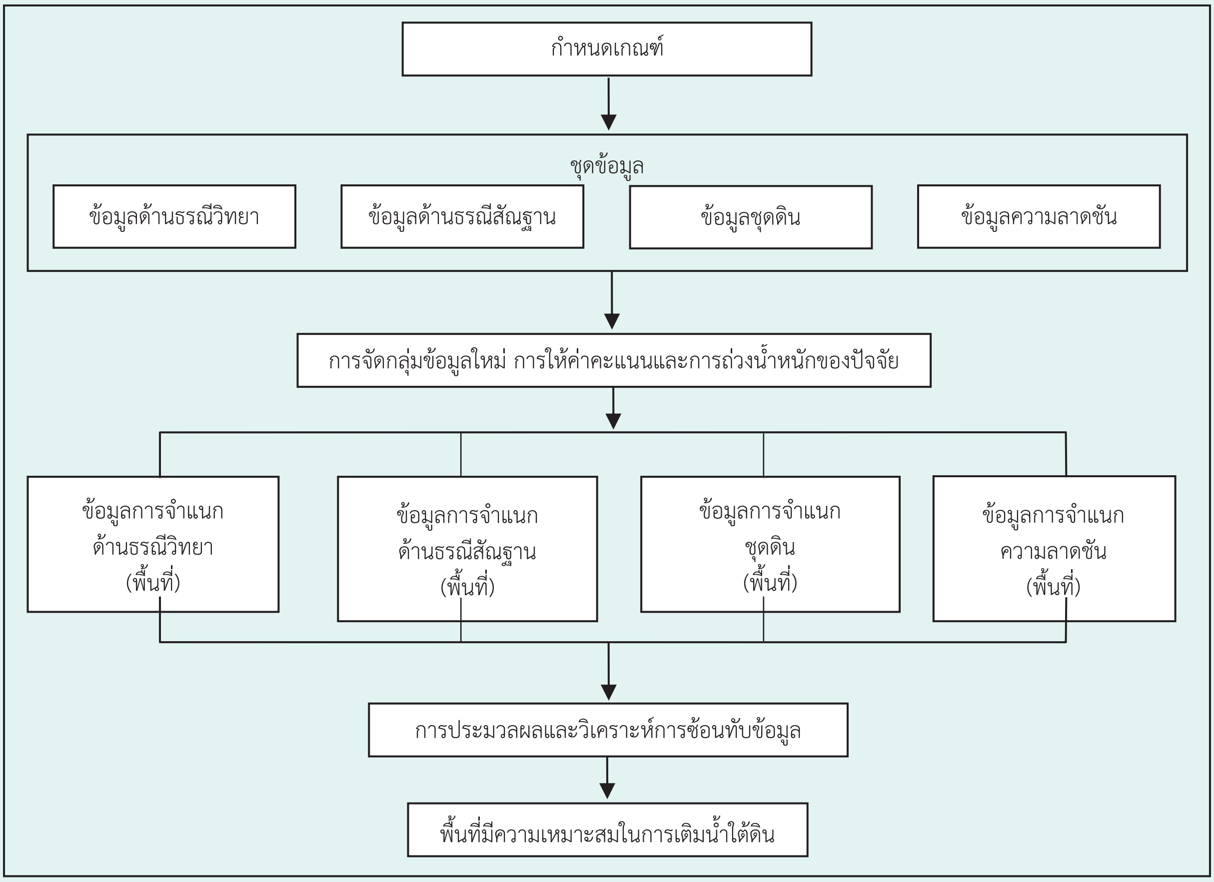
เป็นพื้นที่ที่มีลักษณะทางกายภาพในการเติมน้ำใต้ดินน้อย แต่ในบางบริเวณอาจสามารถดำเนินการเติมน้ำได้ ต้องดำเนินการศึกษาขั้นรายละเอียดในพื้นที่ก่อนดำเนินการ

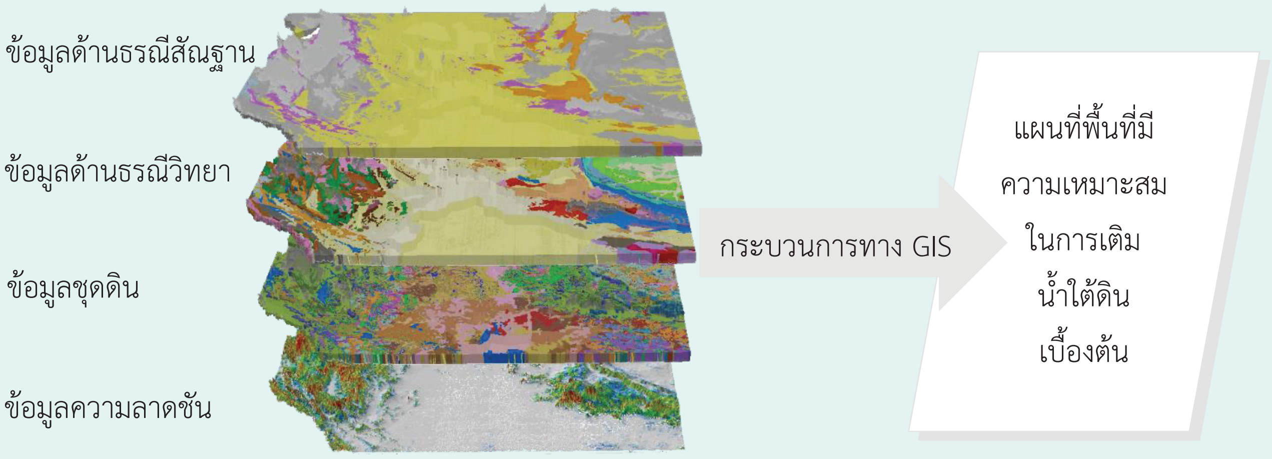
4. พื้นที่ที่ไม่มีความเหมาะสม

เป็นพื้นที่ที่มีลักษณะทางกายภาพในการเติมน้ำใต้ดินน้อยมาก ควรหลีกเลี่ยงดำเนินการในพื้นที่ดังกล่าว หากจะดำเนินการจำเป็นต้องทำการศึกษาวิจัยเฉพาะพื้นที่อย่างละเอียดว่าดำเนินการได้หรือไม่ เช่น บางพื้นที่เป็นพื้นที่สูญเสียน้ำหรือพื้นที่ที่น้ำใต้ดินไหลขึ้น (Discharge area) เมื่อมีการสูบใช้น้ำใต้ดินเป็นปริมาณมากจนทำให้มีการลดระดับของน้ำใต้ดินอย่างต่อเนื่อง ตัวอย่างเช่น ในบริเวณกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล โดยเฉพาะจังหวัดสมุทรสาคร และนครปฐม ก็สามารถที่จะเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำที่มีการลดระดับของน้ำใต้ดินได้โดยวิธีสูบอัดลงไป

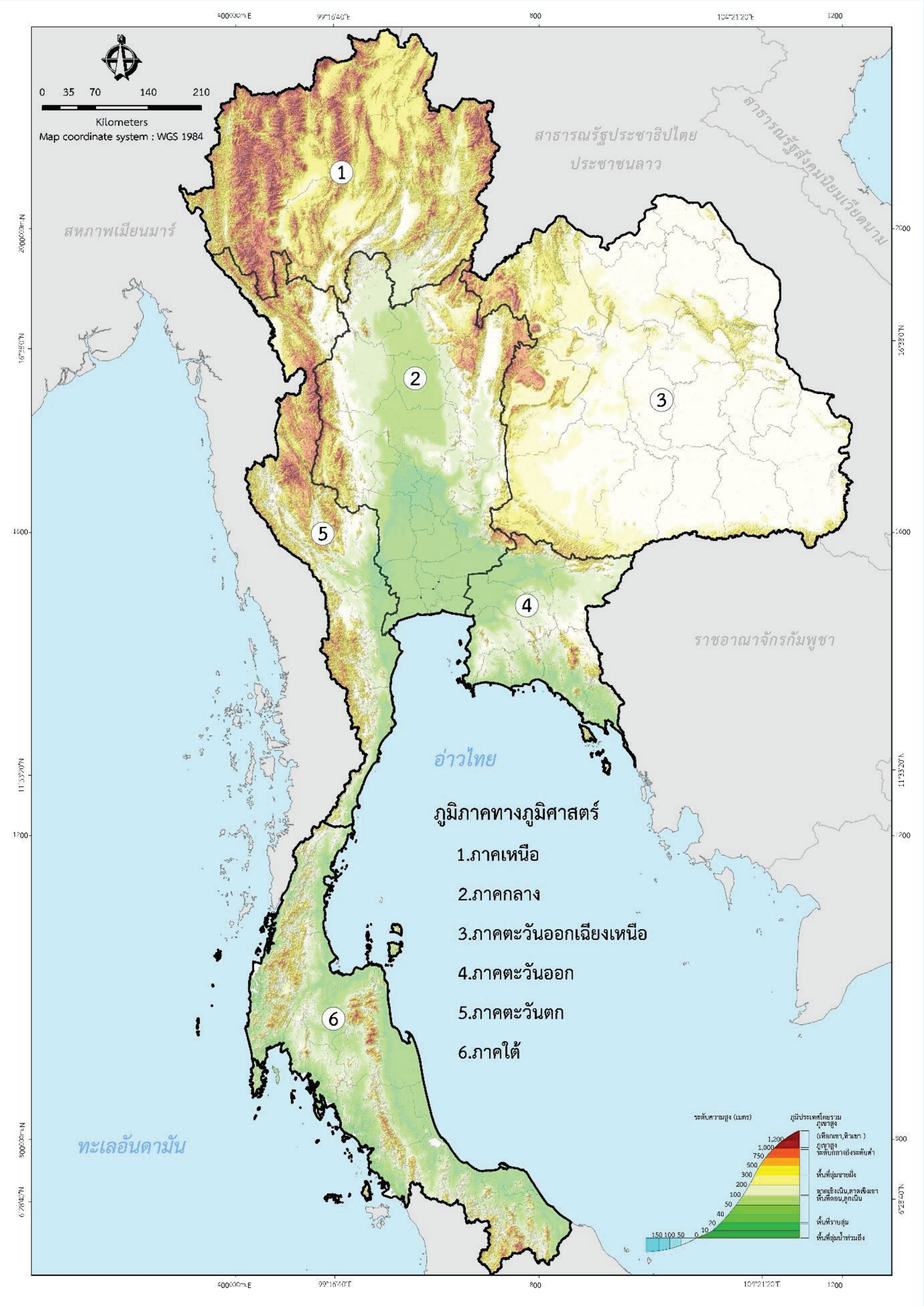
เมื่อได้แผนที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินเบื้องต้นแล้ว จะนำข้อมูลขอบเขตพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ดินเค็มและพื้นที่น้ำบาดาลเค็มมาซ้อนทับ เพื่อคัดแยกพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดผลกระทบด้านลบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม **(รูปที่ 3.5)** ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวจะเป็นพื้นที่อ่อนไหวต่อผลกระทบข้างต้น ถ้ามีความจำเป็นที่จะต้องดำเนินการเติมน้ำใต้ดินในพื้นที่ดังกล่าว ต้องทำการศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม และปฏิบัติตามกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องอย่างเคร่งครัด

อย่างไรก็ตามแผนที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินเบื้องต้นเป็นแผนที่แสดงระดับความเหมาะสมของลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ หากจะดำเนินการเติมน้ำจะต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่น ๆ เพื่อพิจารณาและตรวจสอบสภาพพื้นที่ในขั้นรายละเอียด เช่น ทิศทางการไหลของน้ำใต้ดิน ข้อมูลชั้นดิน-ชั้นหิน แหล่งน้ำและคุณภาพน้ำที่จะนำมาเติม เป็นต้น ซึ่งการประเมินเพื่อคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมขั้นรายละเอียดจะอธิบายไว้ในบทที่ 4

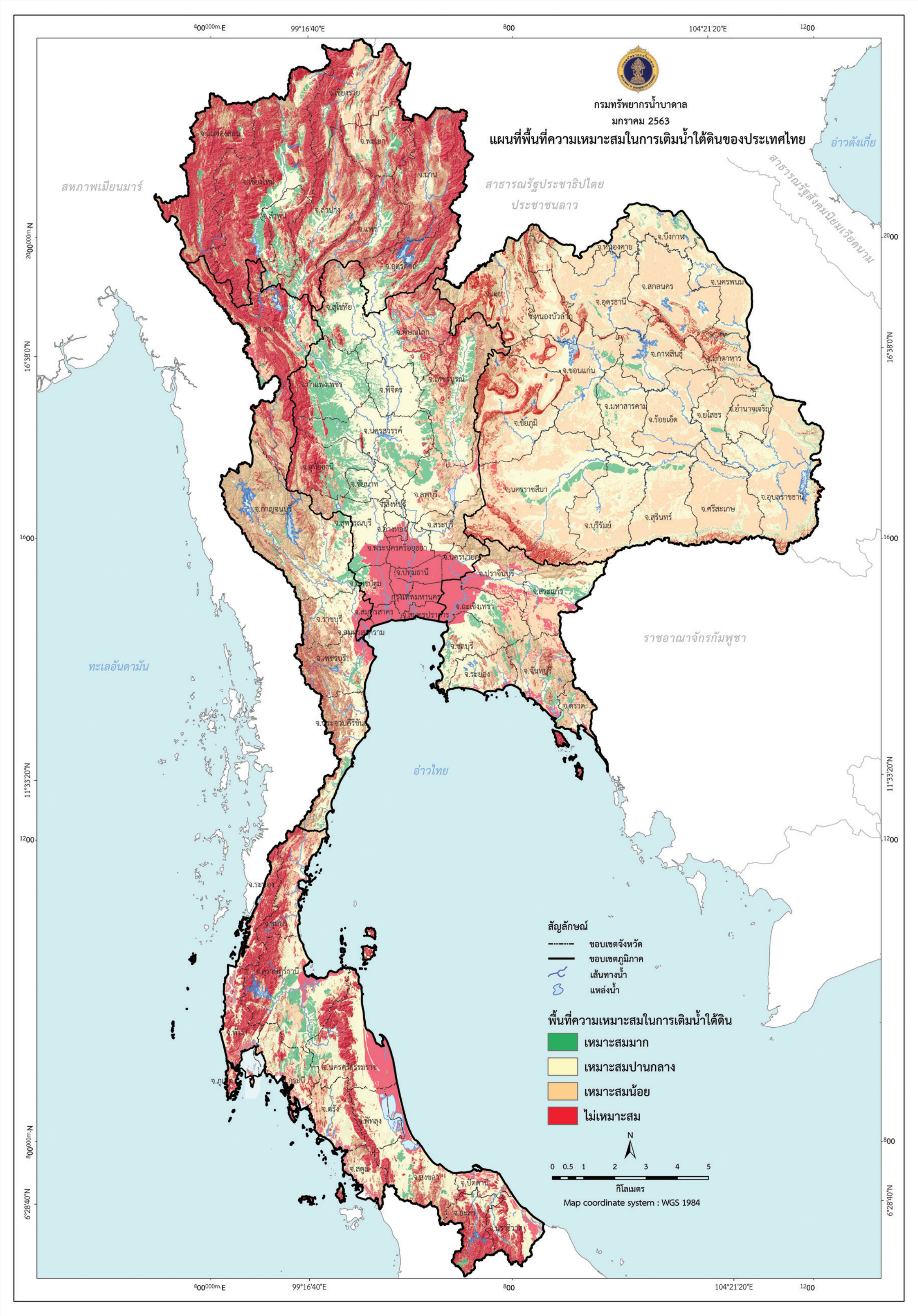




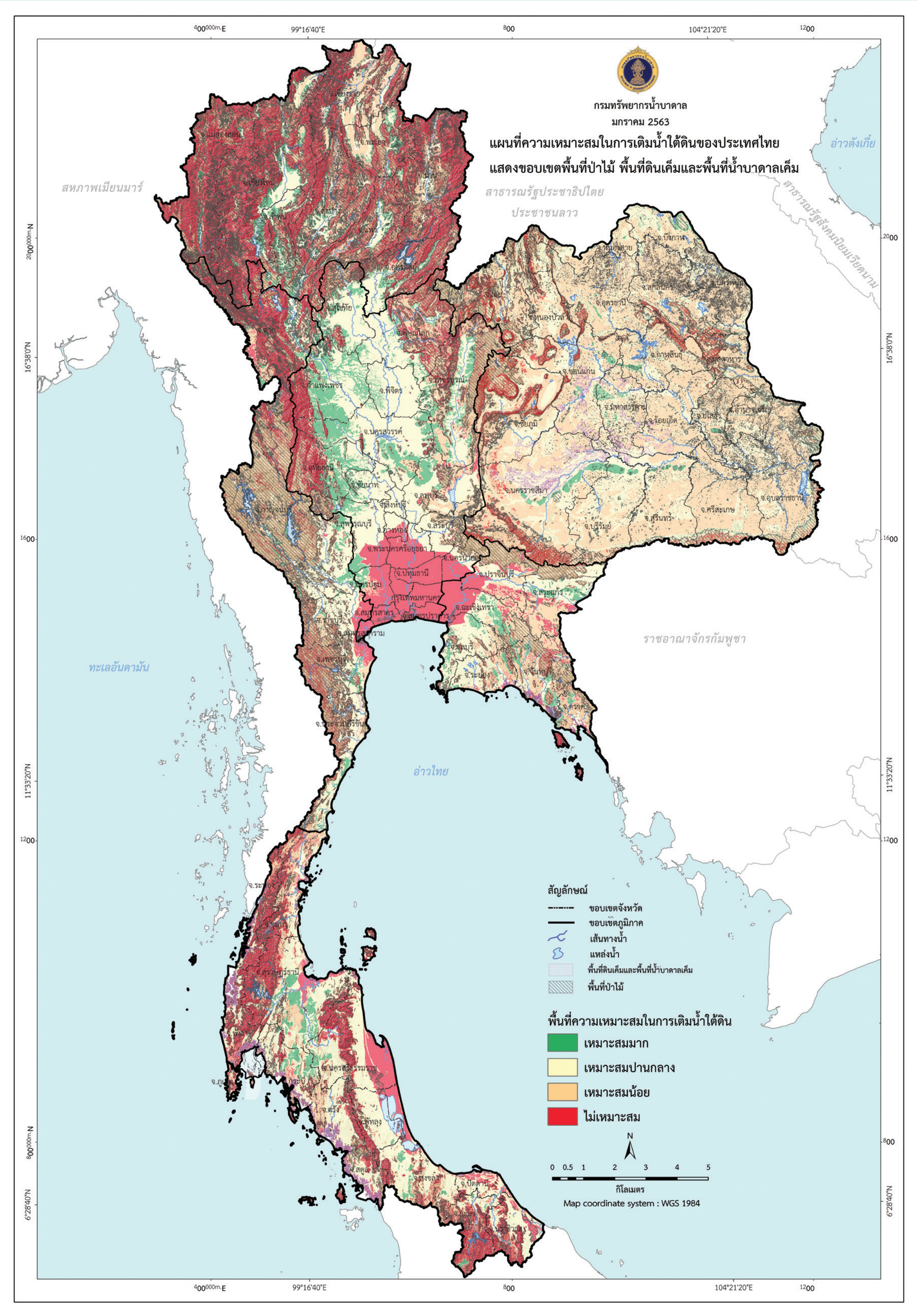
รูปที่ 3.2 ขั้นตอนและวิธีการคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมเบื้องต้น



รูปที่ 3.3 แสดงการจัดแบ่งพื้นที่ในการจัดทำแผนที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดิน



รูปที่ 3.4 แผนที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินของประเทศไทย



รูปที่ 3.5 แผนที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินของประเทศไทย
แสดงขอบเขตพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ดินเค็มและพื้นที่น้ำบาดาลเค็ม

3.2 ตัวอย่างการคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมเบื้องต้น

การกำหนดขอบเขตพื้นที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดิน ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนการทำงานที่กำหนดไว้ ซึ่งสามารถกำหนดพื้นที่ที่คาดว่าจะเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดิน โดยได้ทำการซ้อนทับชั้นข้อมูลด้านธรณีวิทยา ข้อมูลด้านธรณีสัณฐาน ข้อมูลชุดดิน และข้อมูลความลาดชัน โดยการกำหนดค่าคะแนนของแต่ละปัจจัย และค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยด้านธรณีวิทยา ธรณีสัณฐาน ดิน และความลาดชัน ซึ่งในแต่ละพื้นที่จะมีการกำหนดความสำคัญของปัจจัยแตกต่างกันไปตามสภาพพื้นที่

ในที่นี้จะยกตัวอย่างพื้นที่ภาคกลาง โดยได้กำหนดค่าคะแนนของแต่ละปัจจัย (**ตารางที่ 3.1 ถึง 3.4** และ**รูปที่ 3.6 ถึง 3.9**) และค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยด้านธรณีสัณฐาน ธรณีวิทยา ชุดดิน และความลาดชัน มีค่า 0.9 0.8 0.7 และ 0.6 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ของพื้นที่จะสามารถแบ่งพื้นที่เหมาะสมในการสร้างระบบเติมน้ำออกเป็น 4 ชนิด ได้แก่ 1) พื้นที่ที่มีความเหมาะสมมาก 2) พื้นที่ที่มีความเหมาะสมปานกลาง 3) พื้นที่ที่มีความเหมาะสมน้อย และ 4) พื้นที่ที่ไม่เหมาะสมสำหรับการเติมน้ำใต้ดิน (**รูปที่ 3.10 ถึง รูป 3.11**)

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์ที่ 1 ข้อมูลด้านธรณีวิทยา

ลำดับที่	ชนิดหิน	ค่าคะแนนปัจจัย
1	หินแกรนิต หินไดโอไรต์ หินอุลตร้าเมฟิก	1
2	หินบะซอลต์ หินไรโอไลต์ หินไซอีไนต์ หินแอนดีไซต์ หินทัฟฟ์	2
3	ทรายแป้ง หินโคลน หินดินดาน หินเคลย์	1
4	หินทราย หินกรวดมน	2
5	หินปูน	3
6	หินไนส์ หินชีสต์ หินฟิลไลต์	1
7	หินควอตซ์ไซต์	1
8	หินอ่อน	1
9	ดินเหนียว	1
10	ศิลาแลงและเศษหิน	4
11	กรวด ทราย ทรายแป้ง	5

หมายเหตุ: ดัดแปลงจากข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1:1,000,000 (กรมทรัพยากรธรณี, 2542)

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์ที่ 2 ข้อมูลด้านธรณีสัณฐาน

ลำดับที่	สภาพธรณีสัณฐาน	ค่าคะแนนปัจจัย
1	ภูเขา	1
2	เชิงเขา	4
3	ตะพักลำน้ำ	5
4	เนินตะกอนรูปพัด	5
5	ที่ราบลุ่มแม่น้ำ	3
6	ที่ราบชายฝั่ง	2

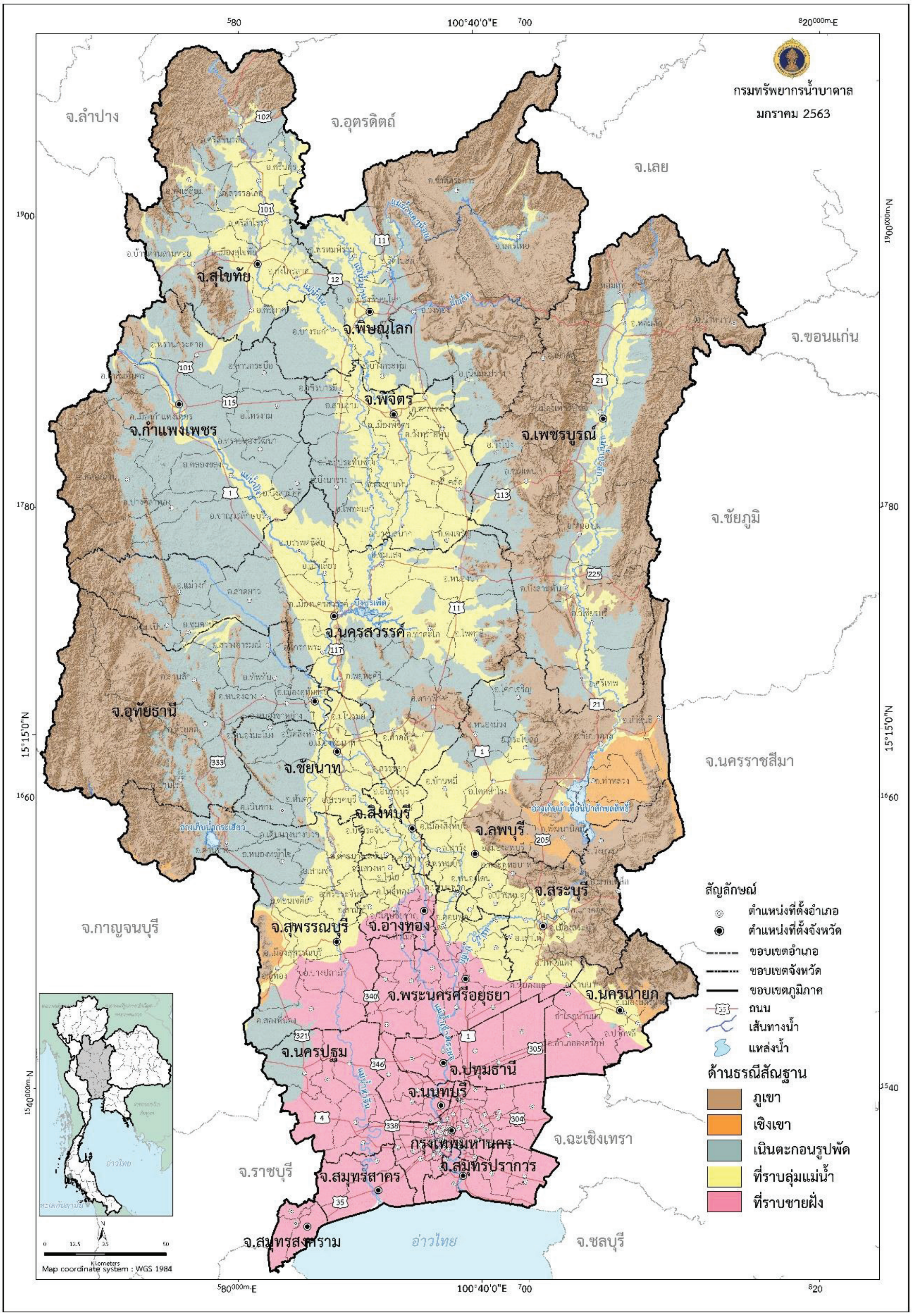
ตารางที่ 3.3 เกณฑ์ที่ 3 ข้อมูลชุดดิน

ลำดับที่	ความสามารถในการซึมผ่าน	อัตราการซึมผ่าน (เมตรต่อวัน)	ค่าคะแนนปัจจัย
1	ไม่ซึมผ่าน	<0.03	1
2	ซึมผ่านช้า	0.03 - 0.12	1
3	ซึมผ่านค่อนข้างช้า	0.12 - 0.48	1
4	ซึมผ่านปานกลาง	0.48 - 1.50	2
5	ซึมผ่านค่อนข้างดี	1.5 - 3.00	3
6	ซึมผ่านดี	>3.00	5

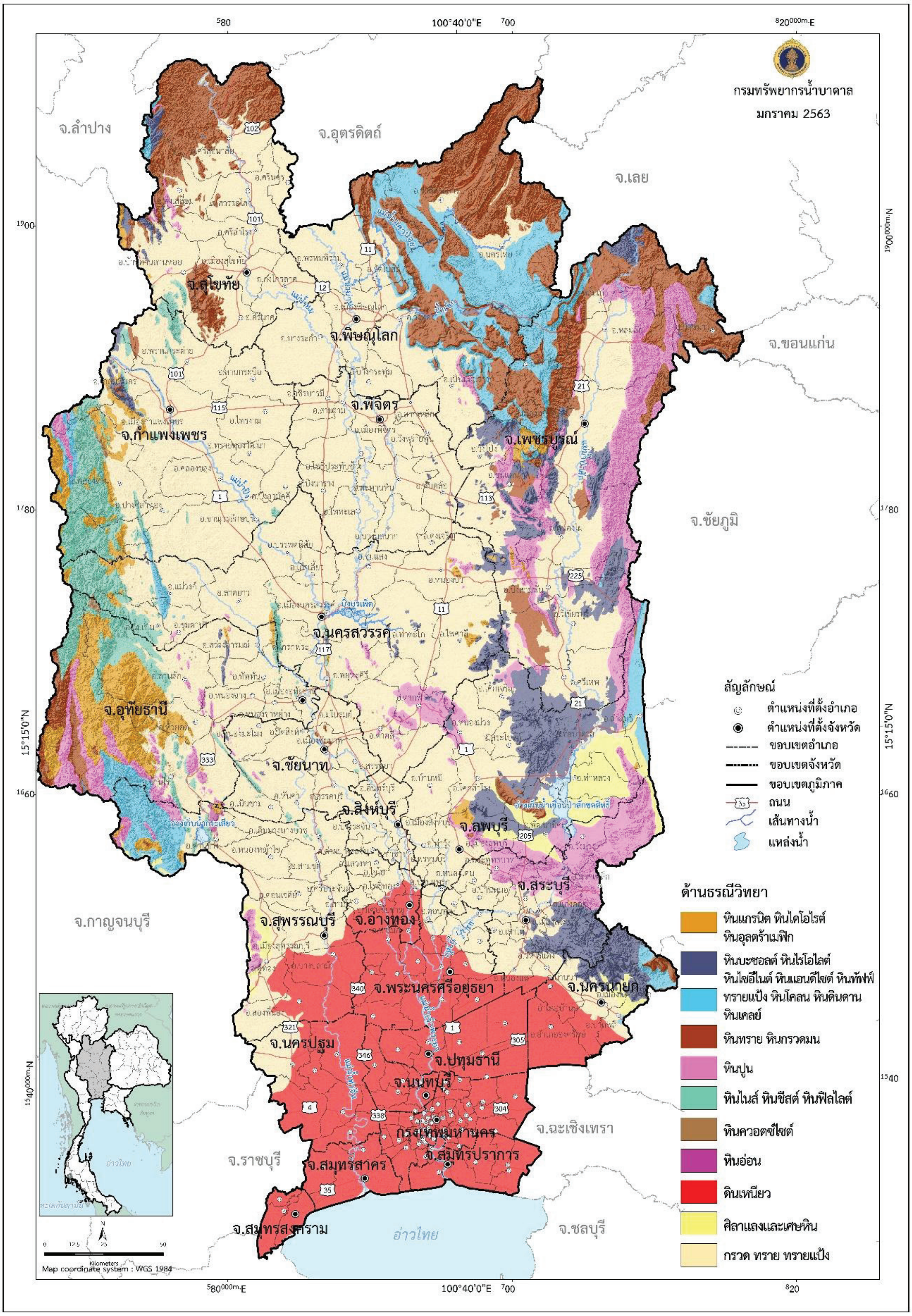
หมายเหตุ: ดัดแปลงจากข้อมูลแผนที่ชุดดิน มาตราส่วน 1:1,000,000 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2542)

ตารางที่ 3.4 เกณฑ์ที่ 4 ข้อมูลความลาดชันของพื้นที่

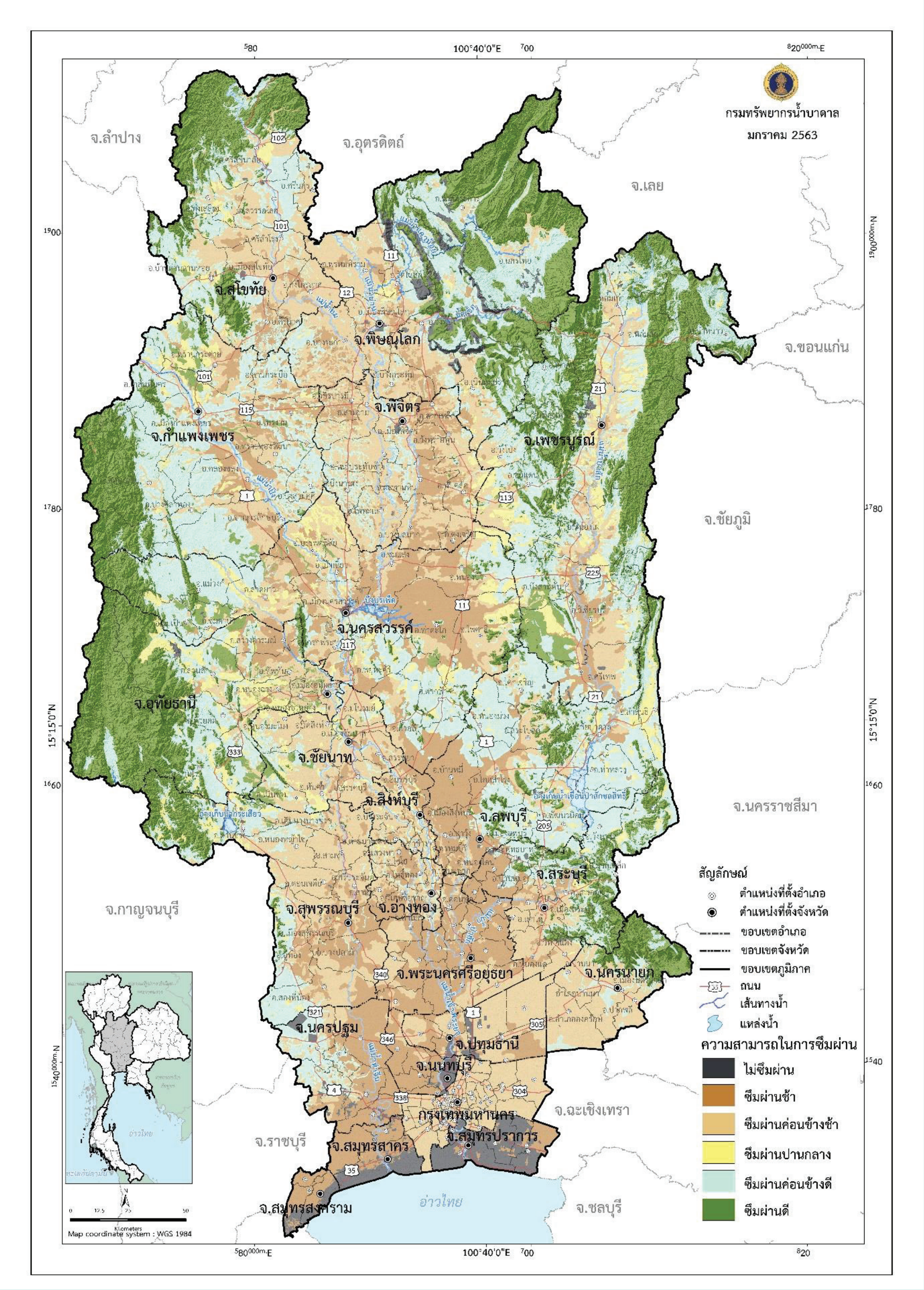
ลำดับที่	ความลาดชัน	ค่าคะแนนปัจจัย
1	0 - 2	4
2	2 - 5	5
3	5 - 10	3
4	10 - 20	2
5	> 20	1



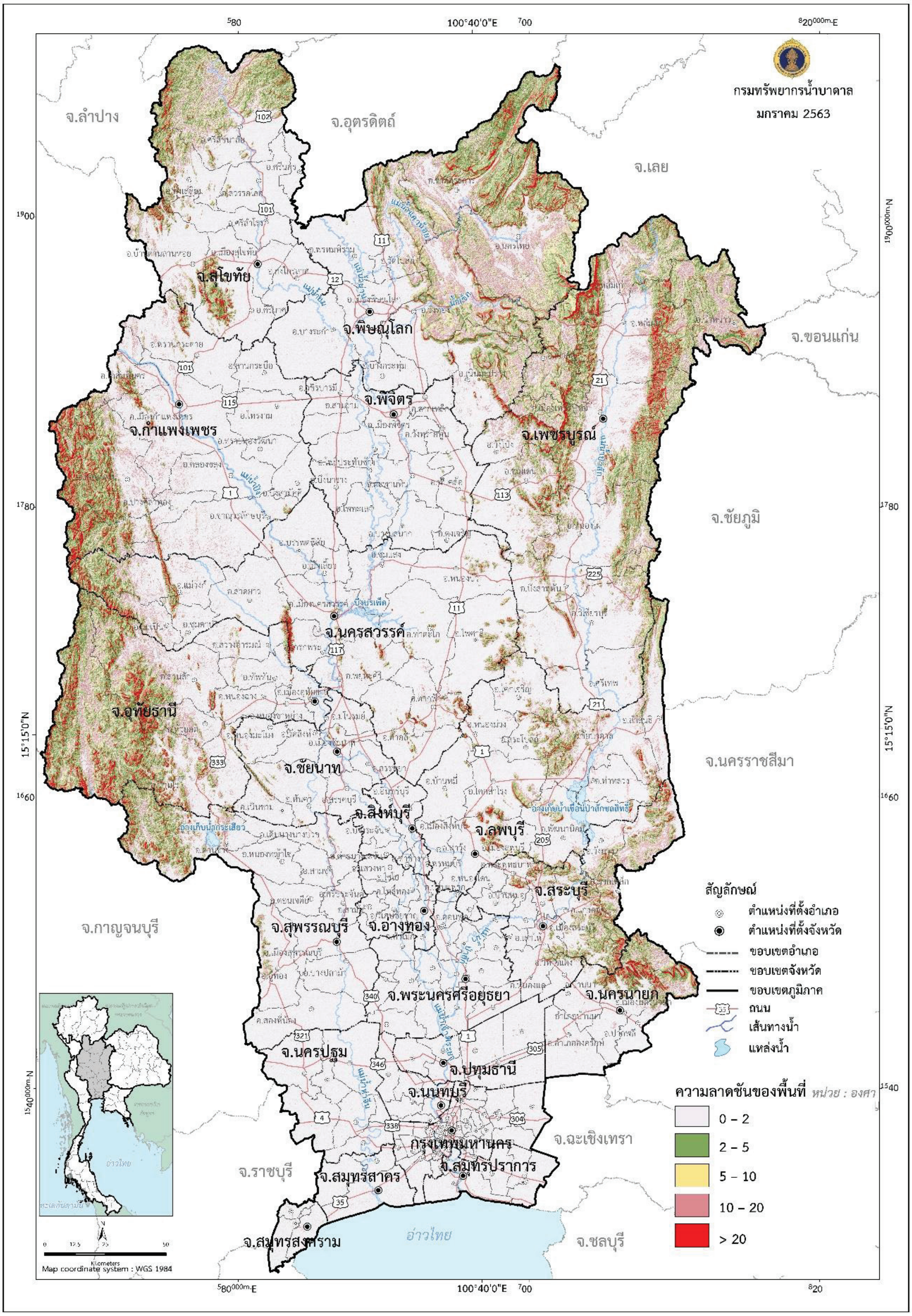
รูปที่ 3.6 แผนที่ลักษณะธรณีสัณฐาน



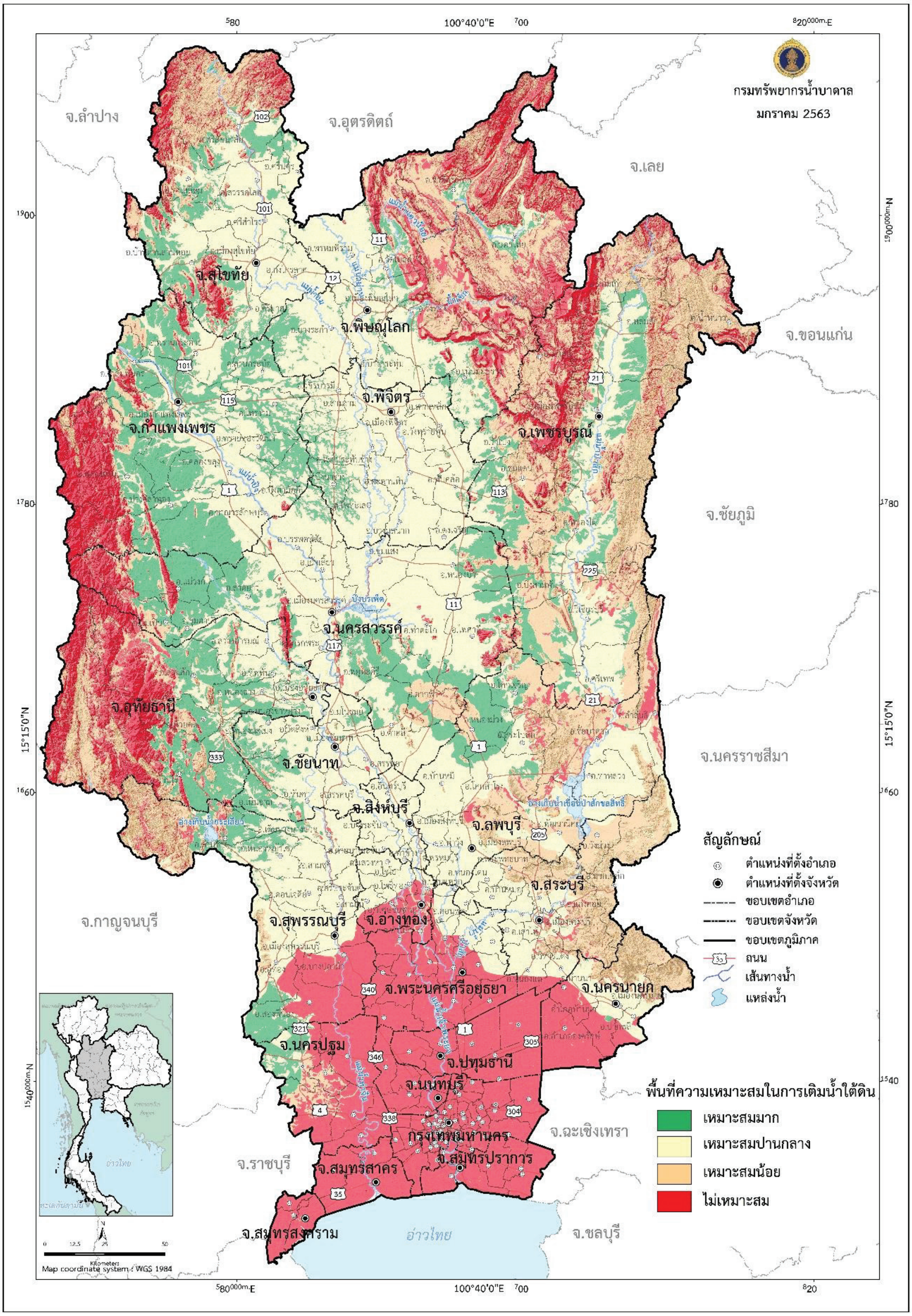
รูปที่ 3.7 แผนที่หน่วยหินทางธรณีวิทยา



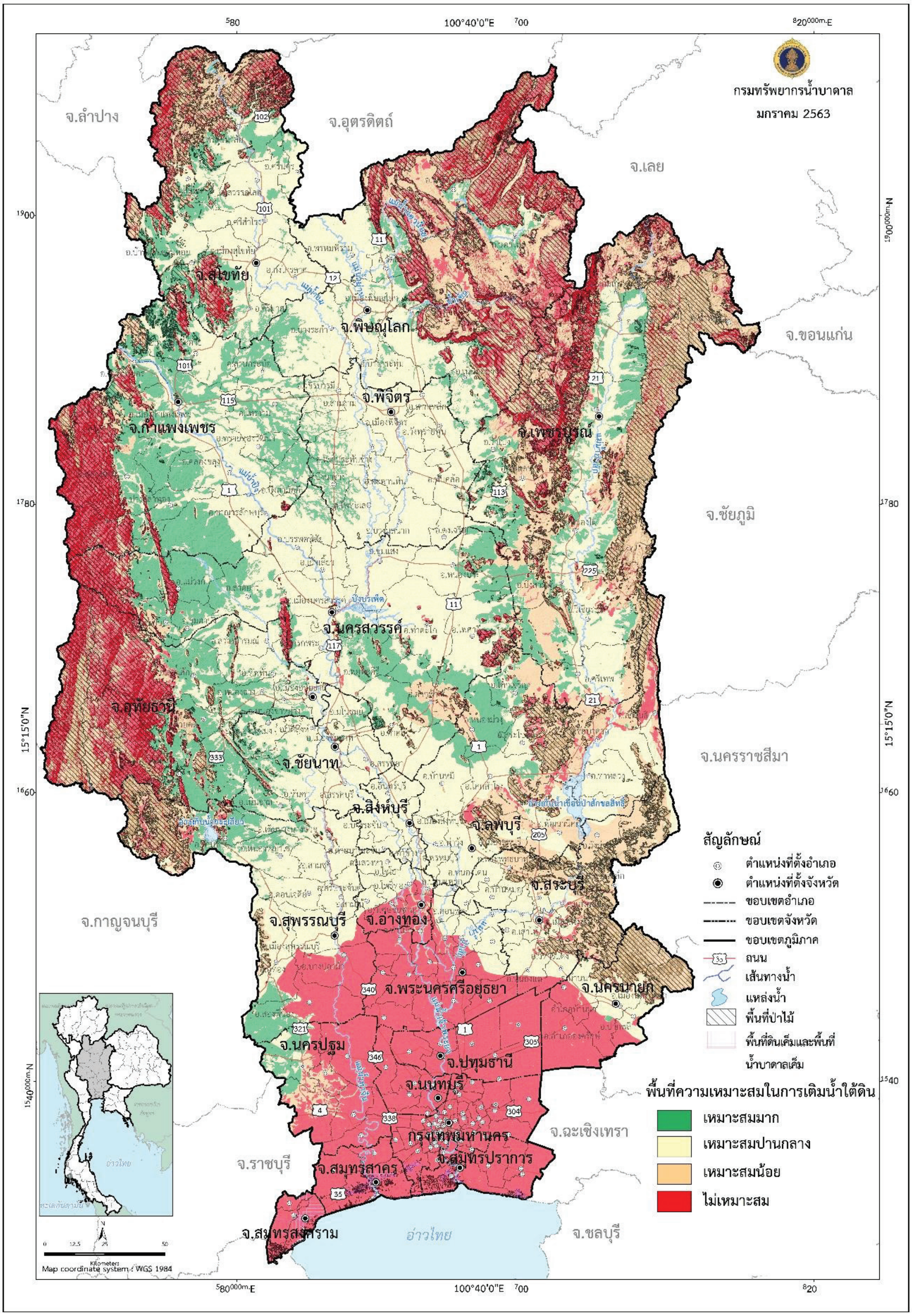
รูปที่ 3.8 แผนที่กลุ่มดินจำแนกตามวัตถุต้นกำเนิด



รูปที่ 3.9 แผนที่ความลาดชัน



รูปที่ 3.10 แผนที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินพื้นที่ภาคกลาง



รูปที่ 3.11 แผนที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินพื้นที่ภาคกลาง แสดงขอบเขตพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ดินเค็มและพื้นที่น้ำบาดาลเค็ม

บทที่ 4
การประเมินเพื่อคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมขั้นรายละเอียด

4.1 หลักการคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมในการจัดการการเติมน้ำใต้ดินขั้นรายละเอียด

การเติมน้ำไม่ว่าจะเป็นการดำเนินการในระดับลุ่มน้ำ ระดับภูมิภาค หรือระดับท้องถิ่น/ชุมชน จำเป็นต้องพิจารณาความเหมาะสมในขั้นรายละเอียดของพื้นที่ดำเนินการ เพื่อที่จะประเมินสภาพปัญหาของแต่ละพื้นที่ว่ามีความจำเป็นที่จะดำเนินการเติมน้ำที่มีความเหมาะสมกับวิธีการแบบใดและพื้นที่ใด ถือเป็นข้อกำหนดที่สำคัญสำหรับการวางแผนงานก่อนการดำเนินการจัดการเติมน้ำหรือการก่อสร้าง ควรพิจารณาตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1.1 การพิจารณาปัญหา

การพิจารณาปัญหาของแต่ละพื้นที่ เพื่อทราบลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ และสภาพปัญหาการใช้น้ำเบื้องต้น โดยพิจารณาจากปัจจัยดังต่อไปนี้

1) ระดับน้ำใต้ดินในพื้นที่มีการลดลงอย่างต่อเนื่อง

พิจารณาจากข้อมูลระดับน้ำใต้ดิน โดยใช้ข้อมูลระดับน้ำใต้ดินในปัจจุบันเทียบเคียงกับระดับน้ำใต้ดินในอดีตของบ่อน้ำบาดาลที่อยู่ใกล้เคียง หรือสามารถสอบถามไปยังกรมทรัพยากรน้ำบาดาล เพื่อให้ทราบถึงสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำใต้ดินในพื้นที่ และสามารถตรวจสอบข้อมูลระดับน้ำใต้ดินของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลผ่านทางเว็บไซต์ www.tgms.dgr.go.th โดยพื้นที่เป้าหมายจะต้องเป็นพื้นที่ที่มีการลดลงของระดับน้ำใต้ดินอย่างต่อเนื่อง

2) เป็นพื้นที่ที่มีการใช้น้ำใต้ดินจำนวนมาก

พิจารณาจากจำนวนครัวเรือน จำนวนประชากร และจำนวนบ่อน้ำบาดาลของพื้นที่เป้าหมาย ซึ่งพื้นที่เป้าหมายที่ต้องมีการกระจายตัวของผู้ใช้น้ำใต้ดินปานกลางถึงสูง และพิจารณาถึงอัตราการใช้น้ำโดยพิจารณาให้ครอบคลุมทั้งการใช้น้ำเพื่อการการเกษตร การอุปโภคบริโภค การปศุสัตว์ และอุตสาหกรรมและการท่องเที่ยว

3) ขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้ง

พิจารณาจากกิจกรรมการใช้น้ำในช่วงฤดูแล้ง พื้นที่เป้าหมายต้องเป็นพื้นที่ขาดแคลนแหล่งน้ำ

4) น้ำท่วมในฤดูฝน

พิจารณาจากสภาพน้ำท่วมขังในแต่ละปี พื้นที่เป้าหมายมีปัญหาน้ำท่วมในช่วงฤดูฝนหรือไม่ ระยะเวลาท่วมขังนานเท่าใด พื้นที่ที่ประสบปัญหาอยู่ในบริเวณชุมชนหรือพื้นที่ทางเกษตร ซึ่งถือเป็นปัจจัย

ที่จะต้องพิจารณาร่วมในการเติมน้ำเพื่อกำหนดวัตถุประสงค์ของการเติมน้ำให้มีความชัดเจนในเรื่องของแหล่งน้ำที่จะนำน้ำมาเติม เช่น กรณีการใช้น้ำหลากและท่วมขังในฤดูฝนเป็นแหล่งน้ำที่จะเติม ตำแหน่งก่อสร้างระบบเติมน้ำควรอยู่จุดที่เป็นพื้นลุ่มต่ำหรือพื้นที่รับน้ำไหล เพื่อเป็นการระบายน้ำท่วมขังและเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินได้อย่างคุ้มค่ากับการดำเนินงาน

5) ความต้องการนำกลับมาใช้ประโยชน์

ต้องกำหนดวัตถุประสงค์ในการเติมน้ำให้ชัดเจน นอกเหนือจากวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มระดับน้ำใต้ดินและกักเก็บน้ำในไว้ใช้ในช่วงฤดูแล้งแล้ว การพิจารณาการนำน้ำกลับมาใช้ประโยชน์ควรเป็นไปตามวัตถุประสงค์นั้น ๆ เช่น เพื่อการเกษตร อุปโภคบริโภค หากเป็นการนำกลับมาใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคจะต้องมีความระมัดระวังในเรื่องคุณภาพของน้ำที่เติม และน้ำบาดาลหรือน้ำใต้ดินทั้งก่อนเติมน้ำและหลังเติมน้ำ

4.1.2 การตรวจสอบสภาพพื้นที่

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการตรวจสอบพื้นที่ในภาคสนาม หลังจากการประเมินเพื่อคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมเบื้องต้น จากแผนที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินและพิจารณาสภาพปัญหาในพื้นที่แล้วจะต้องดำเนินการตรวจสอบรายละเอียดในภาคสนามของพื้นที่ดำเนินการเติมน้ำ ซึ่งสามารนำมาจัดทำแผนที่ความเหมาะสมขั้นรายละเอียด และพิจารณาร่วมกับวิธีการเติมน้ำที่เหมาะสมได้ โดยพิจารณาจากปัจจัยดังต่อไปนี้

1) ภูมิประเทศ

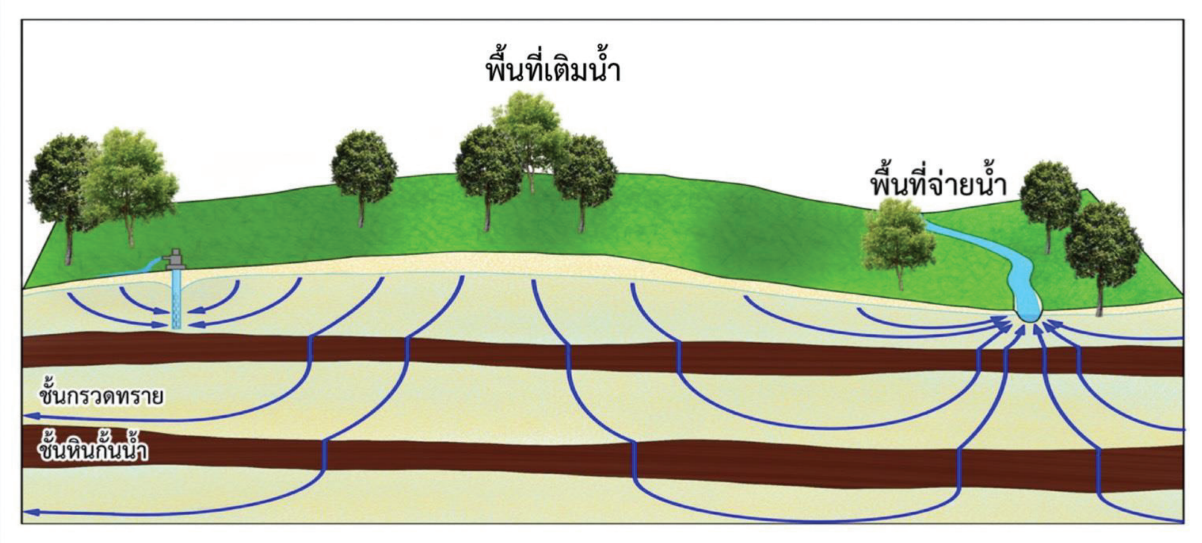
ความลาดชันเป็นหนึ่งในเกณฑ์สำคัญสำหรับการคัดเลือกพื้นที่เติมน้ำ เนื่องจากความลาดเอียงมีผลต่อการซึมของน้ำ ความลาดชันสูงน้ำจะไหลอย่างรวดเร็ว ทำให้น้ำมีเวลาการซึมผ่านลงสู่ชั้นใต้ดินน้อยในทางตรงกันข้ามพื้นที่ที่มีความลาดเอียงเล็กน้อย จะมีเวลาให้น้ำซึมผ่านชั้นใต้ดินได้มากขึ้น อีกทั้งลักษณะภูมิประเทศเป็นตัวกำหนดทิศทางการไหลแหล่งน้ำตามธรรมชาติ เพื่อใช้ประเมินความเหมาะสมในการคัดเลือกพื้นที่

ลักษณะภูมิประเทศที่มีความลาดชันสูง จะเป็นพื้นที่มีการไหลบ่าของน้ำท่า ซึ่งจะมีความสามารถในการซึมได้ต่ำ ดังนั้นพื้นที่บริเวณที่ลาดเขา อาจเหมาะสำหรับการอนุรักษ์น้ำ เช่น การสร้างฝายการขุดร่อง เพื่อชะลอการไหลของน้ำบ่าและทำให้มีเวลาการซึมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินได้มากขึ้น

2) ทิศทางการไหลของน้ำใต้ดิน

วัตถุประสงค์ของการศึกษาทิศทางการไหลของน้ำใต้ดิน เพื่อให้ทราบว่าพื้นที่ปลายทางที่รับน้ำจากการเติมน้ำใต้ดินอยู่บริเวณใด ซึ่งโดยปกติการไหลของน้ำใต้ดินจะไหลไปตามทิศทางจากระดับน้ำหรือระดับแรงดันน้ำใต้ดินที่สูงกว่าไปยังบริเวณที่ระดับน้ำหรือระดับแรงดันน้ำใต้ดินต่ำกว่า โดยส่วนใหญ่แล้วชั้นน้ำใต้ดินชนิดไร้แรงดัน (Unconfined Aquifer) จะมีการไหลสอดคล้องไปกับสภาพภูมิประเทศ กล่าวคือน้ำใต้ดินจะไหลจากภูมิประเทศที่สูงกว่าไปยังบริเวณภูมิประเทศที่ต่ำกว่า อย่างไรก็ตามทิศทางการไหลของน้ำใต้ดินอาจจะเบี่ยงเบนเนื่องจากอิทธิพลการสูบน้ำใต้ดินของกลุ่มบ่อที่มีการสูบใช้น้ำ

สำหรับพื้นที่ที่จะทำการก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดิน ไม่ควรให้อยู่สูงหรือห่างจากแหล่งน้ำที่จะใช้เติมมากเกินไป (กรณีใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดิน เช่น สระ คลองหรือแม่น้ำ เป็นแหล่งน้ำที่ใช้ในการเติมน้ำใต้ดิน) หรือตั้งอยู่บริเวณที่เป็นพื้นที่ลุ่มกว่าพื้นที่โดยรอบเพื่อที่จะสามารถรวมน้ำเข้าสู่พื้นที่เติมน้ำได้ **(รูปที่ 4.1)** ในทางปฏิบัติควรเลือกบริเวณพื้นที่ที่เป็นพื้นที่เติมน้ำ (Recharge Area) ซึ่งปกติจะเป็นบริเวณที่ระดับน้ำใต้ดินสูงกว่าบริเวณอื่นที่อยู่โดยรอบ และควรมีระดับลึกจากผิวดินมากกว่า 4 เมตรลงไป (การวัดระดับน้ำต้องวัดขณะที่ไม่มีการสูบน้ำใต้ดินและเป็นช่วงที่ระดับน้ำสูงสุด)



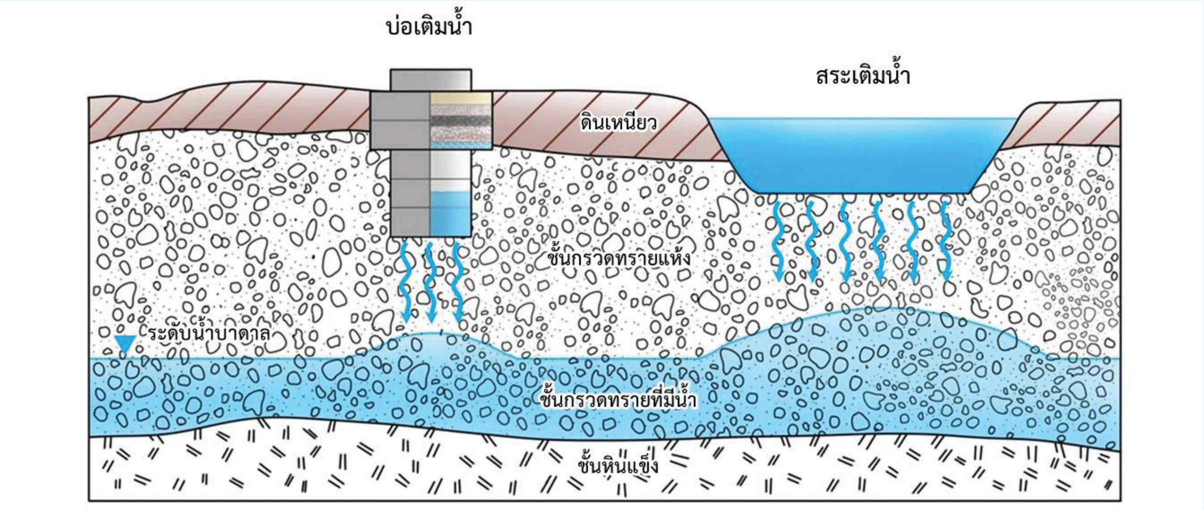
รูปที่ 4.1 แสดงพื้นที่เติมน้ำและทิศทางการไหลของน้ำใต้ดิน

3) การทดสอบการซึมผ่านของชั้นดิน

การทดสอบการซึมผ่านของชั้นดิน มีวัตถุประสงค์เพื่อหาอัตราการซึมผ่านได้ของน้ำในชั้นดิน โดยดินที่มีความหยาบ เช่น ดินทราย น้ำสามารถซึมผ่านได้เร็วกว่าดินละเอียดหรือดินเหนียว ซึ่งเป็นผลมาจากขนาดช่องว่างในดินและรูพรุนของดินนั้น วิธีการตรวจวัดอัตราการซึมผ่านได้ของดินในสนามนิยมใช้วิธีการที่เรียกว่า ถังวัดอัตราการซึม (Double ring infiltrometer) ที่มีลักษณะเป็นถังปลายเปิดทั้งด้านบนและด้านล่าง ดินที่มีอัตราการซึมผ่านค่อนข้างดีจะมีค่าอัตราการซึมผ่านมากกว่า 6.25 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง (กรมพัฒนาที่ดิน) ส่วนอีกวิธีหนึ่งเป็นวิธีการตรวจวัดอัตราการซึมผ่านได้ของดินตามระดับความลึกที่เจาะ ทำได้โดยการทดสอบค่าการซึมผ่าน (Permeability Test) ตามมาตรฐาน USBR Designation E.18 ด้วยวิธี Open- end test โดยชั้นดินที่มีอัตราการซึมผ่านดี (ชั้นกรวด ทราย) จะมีค่าอัตราการซึมผ่านมากกว่า 500 มิลลิเมตรต่อชั่วโมงหรือ 12 เมตรต่อวัน (Todd, 1980)

4) การเจาะสำรวจชั้นดิน

การเจาะสำรวจชั้นดิน มีวัตถุประสงค์เพื่อดูชนิดและการเปลี่ยนแปลงของชั้นดิน โดยจะทำการตรวจสอบชั้นดินตามความลึก เพื่อให้ทราบความหนาของชั้นดิน/ชั้นให้น้ำ การตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างดินจากบ่อเจาะสำรวจ เป็นการตรวจสอบสภาพพื้นที่ขั้นรายละเอียดในภาคสนามหลังจากที่ดำเนินการประเมินเพื่อคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมเบื้องต้นจากแผนที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินแล้ว โดยทั่วไปพื้นที่ที่สามารถเติมน้ำได้ดีควรเป็นพื้นที่ที่รองรับด้วยตะกอนกรวด ทราย หรือหินที่มีรอยแตก ซึ่งสามารถจะให้น้ำซึมผ่านได้ดีและควรมีช่องว่างระหว่างผิวบนของชั้นกรวดทรายแห้งถึงระดับน้ำใต้ดินพอสมควร เพื่อให้มีระยะการไหลซึมผ่านชั้นกรวดทรายก่อนลงไปกักเก็บในชั้นน้ำใต้ดิน (รูปที่ 4.2) การเจาะสำรวจชั้นดินอาจใช้สว่านมือหมุนขุดเจาะรถตักดิน หรือคนขุด เป็นต้น หรือสามารถเทียบเคียงข้อมูลจากการขุดเจาะบ่อน้ำบาดาล การขุดสระเปิดหน้าดินในพื้นที่ใกล้เคียง



รูปที่ 4.2 แสดงที่ว่างระหว่างผิวบนของชั้นน้ำใต้ดินและระดับน้ำใต้ดินสำหรับเติมน้ำใต้ดิน

5) วิเคราะห์ปัจจัยแหล่งปนเปื้อนมลพิษ

สถานที่ดำเนินการเติมน้ำใต้ดินควรอยู่ห่างจากแหล่งที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนมลพิษลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน เช่น แหล่งฝังกลบขยะ เหมือง เพื่อป้องการรั่วซึมและการชะล้างของมลพิษจากแหล่งดังกล่าวลงไปปนเปื้อนน้ำใต้ดิน โดยต้องมีระยะห่างจากแหล่งปนเปื้อนมลพิษไม่น้อยกว่า 700 เมตร (ตามเกณฑ์มาตรฐานและแนวทางการจัดการของมูลฝอยชุมชนของกรมควบคุมมลพิษ กำหนดให้หลุมฝังกลบควรตั้งอยู่ห่างจากบ่อน้ำดื่มหรือโรงผลิตน้ำประปาในปัจจุบันไม่น้อยกว่า 700 เมตร)

6) แหล่งน้ำสำหรับการเติมน้ำใต้ดิน

แหล่งน้ำที่จะนำมาเติมถือเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดวิธีการเติมน้ำ ก่อนดำเนินการเติมน้ำใต้ดินควรมีการเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำใต้ดินจากบ่อน้ำบาดาลในบริเวณโดยรอบพื้นที่ เพื่อใช้สำหรับเป็นข้อมูลพื้นฐานในการเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำใต้ดินของพื้นที่ทั้งก่อนและหลังจากมีการเติมน้ำใต้ดิน ซึ่งจะช่วยให้สามารถตรวจสอบได้ว่าการเติมน้ำใต้ดินมีผลกระทบด้านลบหรือด้านบวกในระยะต่อมา โดยแหล่งน้ำที่จะนำมาเติมน้ำใต้ดินต้องมีคุณภาพไม่ด้อยกว่าคุณภาพน้ำบาดาลเดิม มีความสะอาดปราศจากการปนเปื้อน หลีกเลี่ยงแหล่งน้ำเสียจากแหล่งชุมชน/ครัวเรือน โรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งแหล่งน้ำที่จะนำมาเติมน้ำใต้ดินสามารถมาจากหลายแหล่ง เช่น น้ำฝน น้ำท่า แม่น้ำ ลำคลอง ซึ่งนอกจากจะเป็นน้ำที่มีคุณภาพดีแล้วต้องมีปริมาณเพียงพอที่จะนำมาใช้เติมด้วย แหล่งน้ำที่นำมาเติมควรมีระยะห่างจากจุดเติมน้ำไม่ไกลมากนัก และต้องไม่กระทบต่อผู้ใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำนั้นทั้งพื้นที่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ทั้งนี้ ควรมีระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเบื้องต้นก่อนเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน เช่น สระตกตะกอน ซึ่งจะช่วยลดความขุ่นของน้ำ และลดปัญหาการอุดตันของระบบเติมน้ำใต้ดิน

ค่าคุณภาพน้ำใต้ดินเบื้องต้นในพื้นที่ ได้แก่ ความขุ่น และความเค็ม (หรือค่าความนำไฟฟ้า ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ ปริมาณคลอไรด์) สามารถตรวจสอบข้อมูลได้จากกรมทรัพยากรน้ำบาดาล หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง หรือพิจารณาจากแผนที่ศักยภาพน้ำบาดาล และแอพพลิเคชั่น Badan4Thai เพื่อให้ทราบว่าแหล่งน้ำที่จะนำมาเติมน้ำใต้ดินมีคุณภาพไม่ด้อยกว่าคุณภาพน้ำบาดาลเดิม ตามเกณฑ์กำหนดความเหมาะสมคุณภาพน้ำที่ใช้สำหรับการเติมน้ำใต้ดิน (ตารางที่ 4-1)

ตารางที่ 4-1 เกณฑ์กำหนดความเหมาะสมคุณภาพน้ำที่ใช้สำหรับการเติมน้ำ

ดัชนีคุณภาพน้ำ	เกณฑ์กำหนดสูงสุด
ความขุ่น (Turbidity)	20
ปริมาณคลอไรด์ (Cl)	600 มิลลิกรัมต่อลิตร
ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (TDS)	1,200 มิลลิกรัมต่อลิตร

ที่มา : มาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ (ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการ สำหรับการป้องกัน ด้านสาธารณสุขและการป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ พ.ศ. 2551)

7) พื้นที่ดำเนินการ

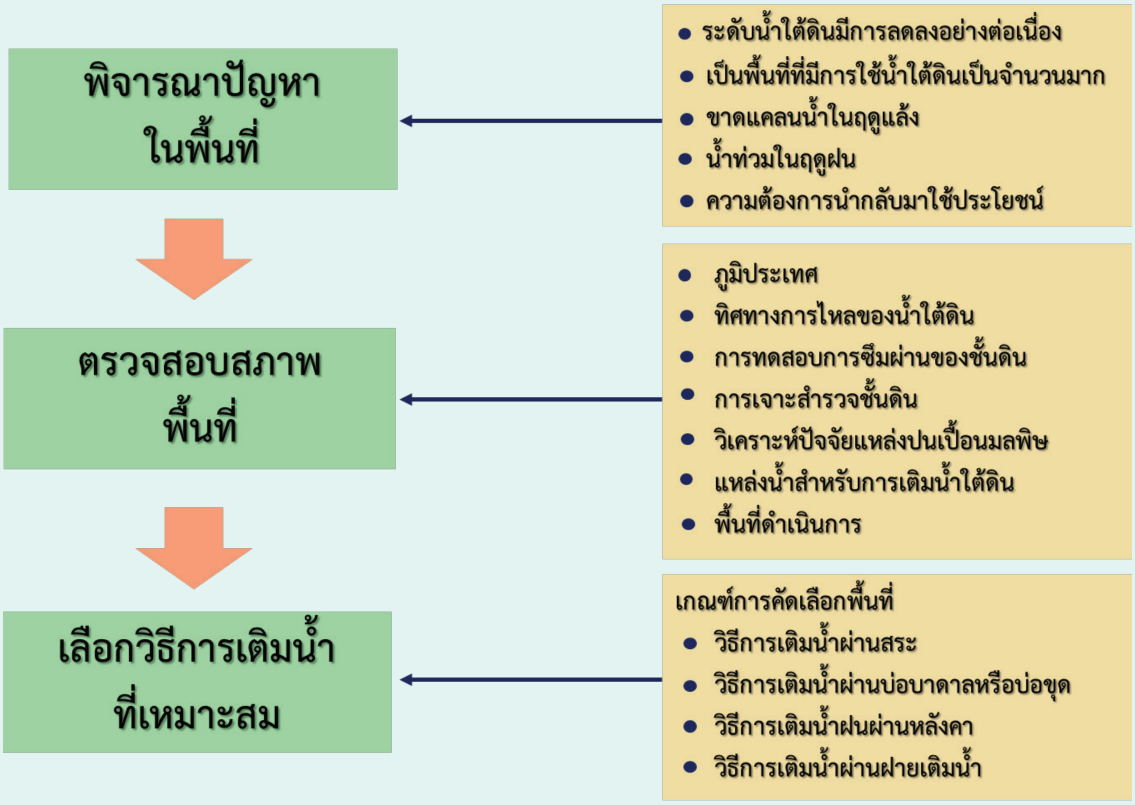
พื้นที่เพียงพอที่จะเก็บเกี่ยวน้ำและบำบัดน้ำ ได้รับความร่วมมือจากเจ้าของพื้นที่ในการดำเนินงานและไม่กระทบต่อการใช้ประโยชน์พื้นที่เดิม

4.1.3 การเลือกวิธีการเติมน้ำใต้ดินที่เหมาะสม

วิธีการและรูปแบบการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน มีหลากหลายวิธีขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นที่และวัตถุประสงค์ในการดำเนินงานดังได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 มีตั้งแต่รูปแบบที่เรียบง่ายจนไปถึงวิธีที่ซับซ้อน ซึ่งต้องนำเทคนิคและรูปแบบต่าง ๆ มาปรับใช้ให้เหมาะสมกับบริบทของแต่ละพื้นที่สิ่งที่สำคัญในการการเลือกวิธีการเติมน้ำ ต้องคำนึงถึงแหล่งน้ำดิบที่เพียงพอสำหรับการเติมน้ำ เช่น น้ำฝน น้ำผิวดิน และน้ำท่วมหลาก

คู่มือฉบับนี้จะนำเสนอตัวอย่างปัจจัยการคัดเลือกพื้นที่และการเติมน้ำวิธีการเฉพาะ 4 วิธี (**รูปที่ 4.3**) ดังนี้

1) การเติมน้ำผ่านสระ
2) การเติมน้ำผ่านบ่อบาดาลหรือบ่อขุด
3) การเติมน้ำฝนผ่านหลังคา
4) ฝายเติมน้ำ



รูปที่ 4.3 ขั้นตอนการคัดเลือกวิธีการเติมน้ำที่เหมาะสม

4.2 ตัวอย่างการคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมสำหรับแต่ละวิธีการ พื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือตอนล่าง

พื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือตอนล่างตั้งอยู่บนที่ราบลุ่มแม่น้ำยมและแม่น้ำน่าน อาณาเขตด้านเหนือติดกับจังหวัดแพร่และอุตรดิตถ์ ด้านใต้ติดกับจังหวัดนครสวรรค์ ด้านตะวันออกติดกับจังหวัดเลย และจังหวัดเพชรบูรณ์ และด้านตะวันตกติดกับ จังหวัดลำปาง จังหวัดตาก และจังหวัดกำแพงเพชร ภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่มและมีภูเขาสูงเป็นขอบเขตด้านทิศเหนือ ทิศตะวันตก และทิศตะวันออก มีแม่น้ำยมและแม่น้ำน่านไหลผ่านจากทิศเหนือไปทิศใต้ สภาพภูมิอากาศเป็นแบบร้อนชื้น ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,140 มม./ปี ตามลำดับ

พื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือตอนล่างรองรับด้วยหน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยา 2 หน่วยหิน คือ ตะกอนร่วนและหินแข็ง ดังนี้

1) ตะกอนร่วน พบบริเวณตอนกลางของ พื้นที่ ประกอบด้วย

1.1) ตะกอนน้ำพายุคปัจจุบัน (recent flood plain deposits, Qfd หรือ Qcp) ประกอบด้วยทรายและกรวด แทรกสลับด้วยชั้นดินเหนียว ชั้นตะกอนให้น้ำหนา 30-35 ม. ให้น้ำบาดาล ประมาณ 15 - 25 ลบ.ม./ชม.

1.2) ตะกอนตะพักยุคใหม่ (low terrace deposits, Qlt หรือ Qcr) ประกอบด้วยดินเหนียวทรายแป้ง แทรกสลับด้วยกรวดทราย ชั้นตะกอนให้น้ำหนาตั้งแต่ 10-60 ม. ให้น้ำบาดาลประมาณ 15-20 ลบ.ม./ชม.

1.3) ตะกอนตะพักน้ำยุคเก่า (high terrace deposits, Qht หรือ Qcm) ประกอบด้วยกรวดทราย และเศษหิน สะสมตัวในพื้นที่ราบสูงเชิงเขา ชั้นตะกอนให้น้ำอยู่ที่ ระดับความลึกตั้งแต่ 80-100 ม. จากผิวดิน ให้น้ำบาดาลประมาณ 30-50 ลบ.ม./ชม.

2) หินแข็ง พบบริเวณด้านทิศเหนือและด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ แหล่งน้ำบาดาลถูกกักเก็บอยู่ในรอยแตกของหิน ได้แก่

2.1) หินปูน บางพื้นที่มีหินดินดานและหินทรายแทรกสลับ ให้น้ำบาดาลประมาณ 2-5 ลบ.ม./ ชม.

2.2) หินแปรและหินอัคนี บริเวณที่รอยแตกของหินมีความต่อเนื่องสามารถให้น้ำบาดาล ประมาณ 1-5 ลบ.ม./ชม.น้ำบาดาลระดับตื้นมีทิศทางการไหลหลักจากทิศเหนือไปทิศใต้ และไหลจากบริเวณขอบด้านตะวันตกและตะวันออกไปตอนกลางของพื้นที่ พื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือตอนล่างมีปริมาณ การใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภค อุตสาหกรรม และเกษตรกรรม ประมาณปีละ 38 ล้าน ลบ.ม. 7 ล้าน ลบ.ม. และ 7,900 ล้าน ลบ.ม. ตามลำดับ

ตัวอย่างการคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมสำหรับแต่ละวิธีการ 4 วิธี ดังต่อไปนี้

1) การเติมน้ำผ่านสระ

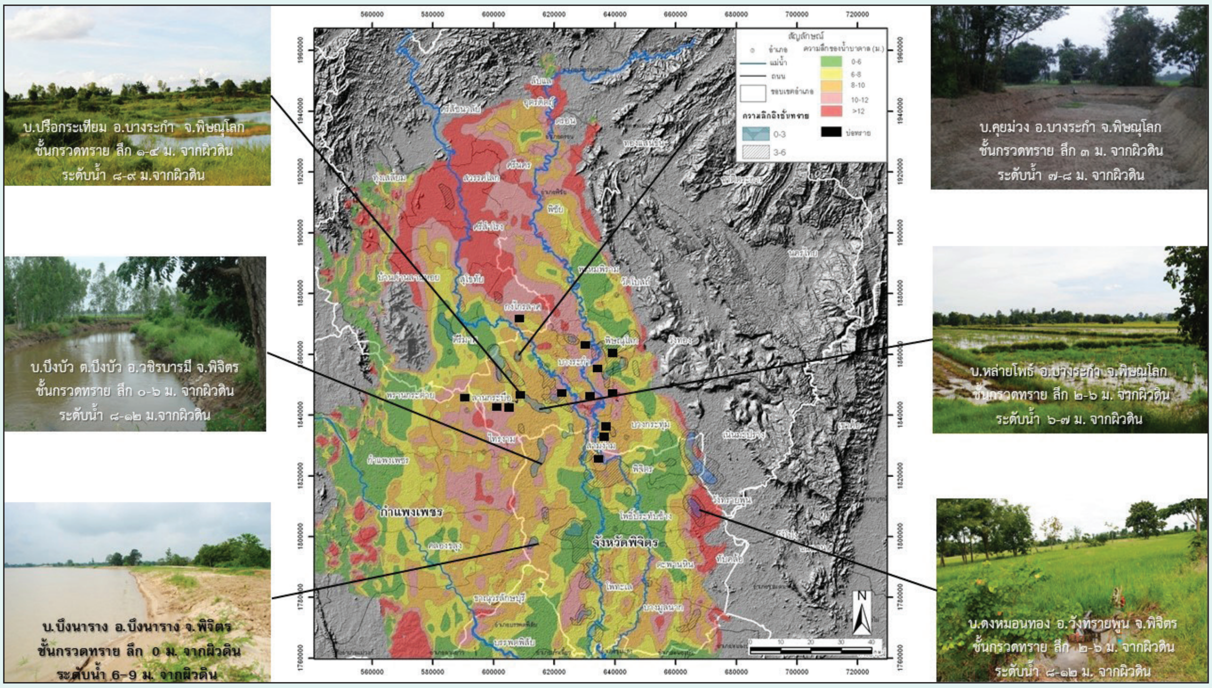
พื้นที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ ควรเป็นพื้นที่สาธารณะประโยชน์ที่มีชั้นดินเหนียวไม่หนามาก หรือขุดลอกพื้นที่คลองระบายน้ำฝนข้างถนนหลวง หรือพื้นที่เหมืองทรายเก่า อยู่ในพื้นที่ที่มีการใช้น้ำบาดาลระดับตื้นปริมาณมาก อยู่ไม่ไกลจากแหล่งน้ำดิบมากเกินไป ประชาชนและหน่วยงานท้องถิ่นสามารถบูรณาการใช้เป็นแหล่งเติมน้ำสู่ชั้นน้ำบาดาลไว้ใช้ในฤดูแล้ง และใช้เป็นสระหน่วงน้ำหรือแก้มลิงเพื่อป้องกันอุทกภัยและเก็บน้ำไว้ใช้ได้ด้วย ซึ่งรายละเอียดข้อมูลที่ใช้ในการคัดเลือกพื้นที่เติมน้ำผ่านสระมีรายละเอียดดัง **ตารางที่ 4.2** ตัวอย่างพื้นที่เหมาะสมสำหรับการเติมน้ำบาดาลผ่านสระ (**รูปที่ 4.4**)

ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างปัจจัยที่ใช้ในการคัดเลือกพื้นที่การเติมน้ำผ่านสระ

ปัจจัย	ระดับความเหมาะสม	คะแนน	ค่าถ่วงน้ำหนัก
มีการลดลงของระดับน้ำบาดาล			**40**
เฉลี่ยปีละมากกว่า 30 ซม.	มากที่สุด	3	
20-30 ซม.	มาก	2	
10-20 ซม.	ปานกลาง	1	
ความลึกถึงชั้นทราย (ความหนาของชั้นดินเหนียว)			**30**
น้อยกว่า 2 เมตร	มากที่สุด	3	
2-3 เมตร	มาก	2	
3-4 เมตร	ปานกลาง	1	
ความหนาของชั้นน้ำบาดาล			20
มากกว่า 15 เมตร	มากที่สุด	3	
10-15 เมตร	มาก	2	
5-10	ปานกลาง	1	

ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างปัจจัยที่ใช้ในการคัดเลือกพื้นที่การเติมน้ำผ่านสระ (ต่อ)

ปัจจัย	ระดับความเหมาะสม	คะแนน	ค่าถ่วงน้ำหนัก
ระยะทางจากแหล่งน้ำผิวดิน			10
ไม่เกิน 200 เมตร	มากที่สุด	3	
200-500 เมตร	มาก	2	
500-1000 เมตร	ปานกลาง	1	



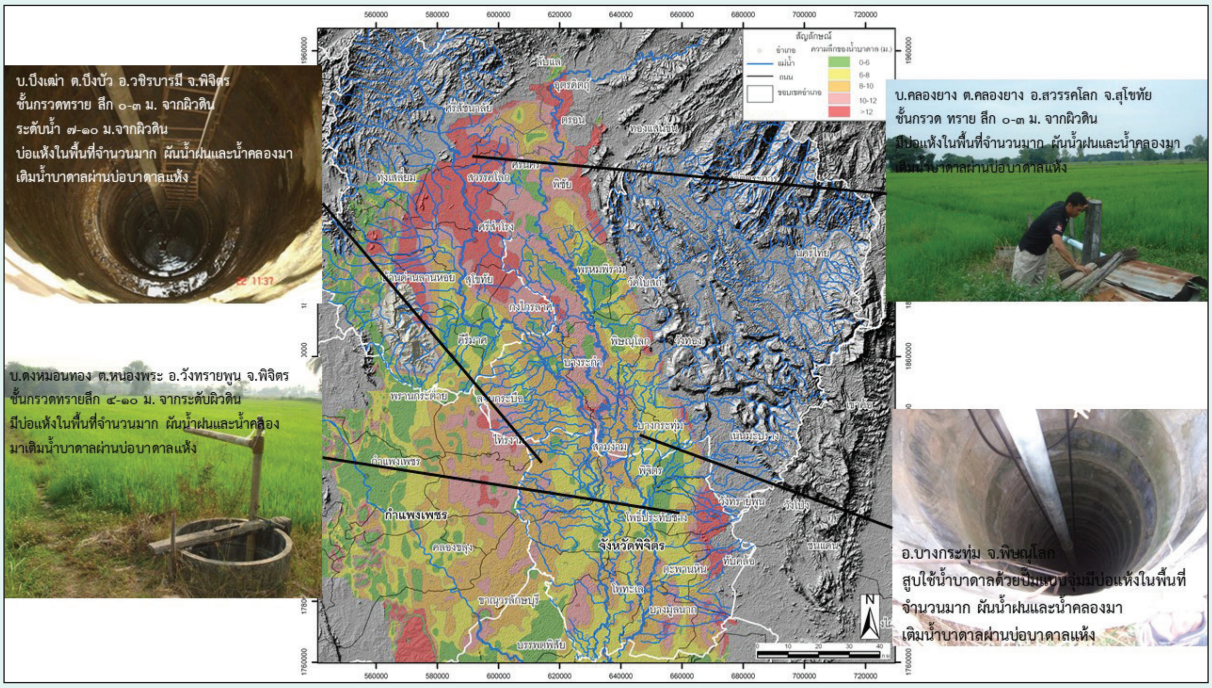
รูปที่ 4.4 ตัวอย่างพื้นที่ที่มีศักยภาพในการเติมน้ำบาดาลผ่านสระ

2) การเติมน้ำผ่านบ่อบาดาลหรือบ่อขุด

การเติมผ่านบ่อบาดาล (บ่อแห้ง) หรือบ่อขุด เป็นการเติมน้ำในบริเวณที่มีการใช้น้ำในระดับตื้นซึ่งส่งผลให้ระดับน้ำลดลงมาก การเติมน้ำด้วยวิธีนี้สามารถผันน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินให้เติมลงไปสู่ชั้นน้ำบาดาลโดยตรง ชั้นน้ำบาดาลต้องมีความสามารถยอมให้น้ำซึมผ่านได้ดี คุณภาพของแหล่งน้ำที่ใช้เติมลงสู่ชั้นน้ำบาดาลต้องอยู่ในเกณฑ์ที่ดีเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพน้ำเดิม บริเวณพื้นที่ชุมชนน้ำที่ไหลบ่าในฤดูฝนสามารถทำร่องระบายเติมผ่านตัวกรองลงสู่บ่อบาดาลได้ ซึ่งรายละเอียดข้อมูลที่ใช้ในการคัดเลือกพื้นที่เติมน้ำแบบบ่อแห้งมีรายละเอียด**ดังตารางที่** 4.3 ตัวอย่างพื้นที่เหมาะสมสำหรับการเติมน้ำผ่านบ่อแห้ง (**รูปที่** 4.5)

ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างปัจจัยที่ใช้ในการคัดเลือกพื้นที่การเติมน้ำผ่านบ่อบาดาลหรือบ่อขุด

ปัจจัย	ระดับความเหมาะสม	คะแนน	ค่าถ่วงน้ำหนัก
ระยะทางจากแหล่งน้ำผิวดิน			**50**
ไม่เกิน 200 เมตร		3	
200-500 เมตร		2	
500-1000 เมตร		1	
มีการลดของระดับน้ำบาดาล			**30**
เฉลี่ยปีละมากว่า 30 ซม.		3	
20-30 ซม.		2	
10-20 ซม.		1	
ความหนาของชั้นน้ำบาดาล			**20**
มากกว่า 15 เมตร	มากที่สุด	3	
10-15 เมตร	มาก	2	
5-10	ปานกลาง	1	



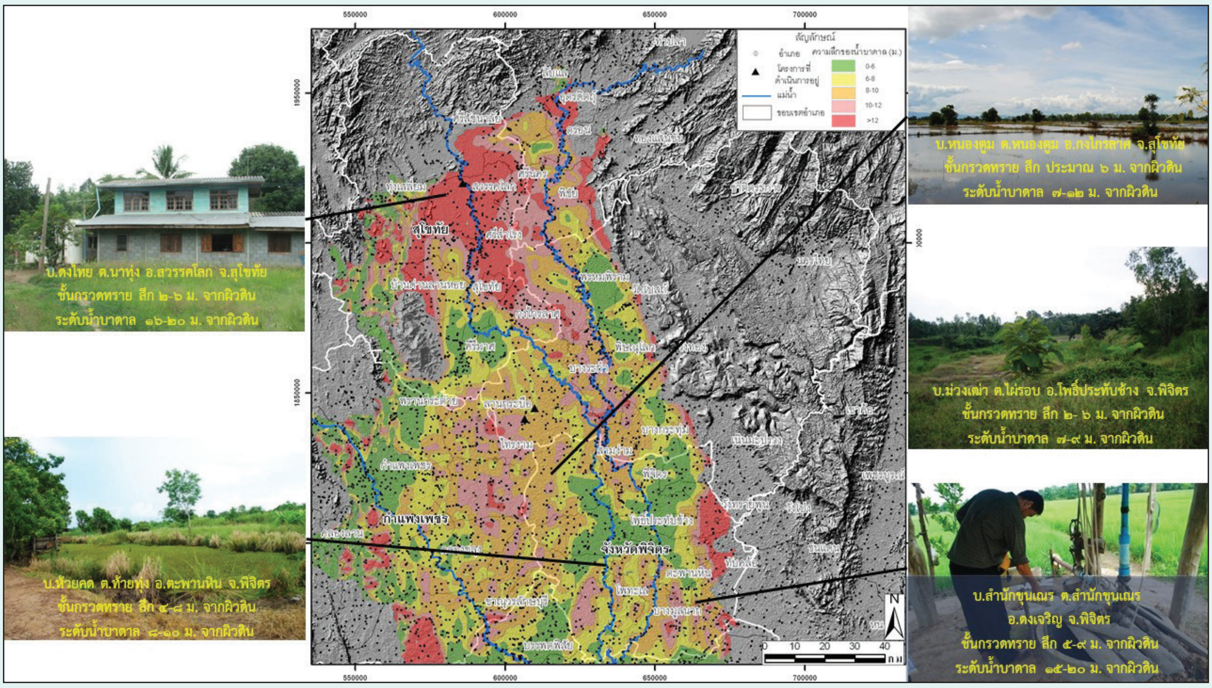
รูปที่ 4.5 ตัวอย่างพื้นที่ที่มีศักยภาพในการเติมน้ำผ่านบ่อบาดาล

3) การเติมน้ำฝนผ่านหลังคา

การเติมน้ำบาดาลผ่านการเก็บเกี่ยวน้ำฝนสามารถเริ่มดำเนินการได้ในเกือบทุกพื้นที่และมีต้นทุนต่ำ คือ การเติมน้ำจากการเก็บเกี่ยวน้ำฝน ซึ่งสามารถใช้บ่อบาดาลที่มีอยู่เติมน้ำที่เหลือจากการเก็บไว้ในภาชนะรองรับน้ำฝน นำมาเติมผ่านบ่อน้ำบาดาล ที่มีอยู่แล้วหรืออาจขุดบ่อน้ำตื้นขึ้นมาเพื่อเติมน้ำก็ได้ วิธีการนี้ไม่จำเป็นต้องทำการบำบัดน้ำดิบและไม่ใช้พื้นที่มากจึงสามารถทำได้โดยมีต้นทุนต่ำ วิธีการนี้เหมาะที่จะดำเนินการในเขตที่อยู่อาศัยทั้งในเขตชนบทและเขตเมือง เนื่องจากในพื้นที่เมืองมักมีระบบหลังคาขนาดใหญ่ของหน่วยงานเอกชน รวมถึงสถาบันการศึกษาที่เหมาะกับการเก็บเกี่ยวน้ำฝนมาก ซึ่งรายละเอียดข้อมูลที่ใช้ในการคัดเลือกพื้นที่เติมน้ำผ่านการเก็บเกี่ยวน้ำฝนมีรายละเอียดดัง**ตารางที่ 4.4** ตัวอย่างพื้นที่เหมาะสมสำหรับการเติมน้ำน้ำฝนผ่านหลังคา (**รูปที่ 4.6**)

ตารางที่ 4.4 ตัวอย่างปัจจัยในการคัดเลือกพื้นที่เติมน้ำฝนผ่านหลังคา

ปัจจัย	ระดับความเหมาะสม	คะแนน	ค่าถ่วงน้ำหนัก
มีการลดของระดับน้ำบาดาล			**40**
เฉลี่ยปีละมากกว่า 30 ซม.	มากที่สุด	3	
20-30 ซม.	มาก	2	
10-20 ซม.	ปานกลาง	1	
ความหนาของชั้นน้ำบาดาล			**30**
มากกว่า 15 เมตร	มากที่สุด	3	
10-15 เมตร	มาก	2	
5-10 ซม.	ปานกลาง	1	
ที่ตั้งของหมู่บ้านหรือแหล่งชุมชน			**20**
ตั้งอยู่บนเนินกรวดทราย	มากที่สุด	3	
ตั้งอยู่บนพื้นที่ราบ	มาก	2	
ตั้งอยู่บนพื้นที่ลุ่ม	ปานกลาง	1	
รางรับน้ำฝน			**10**
หลังคามีรางรับน้ำฝนและถังรองน้ำฝนขนาดใหญ่	มากที่สุด	3	
หลังคามีรางรับน้ำฝน	มาก	2	
หลังคาไม่มีรางรับน้ำฝน	ปานกลาง	1	



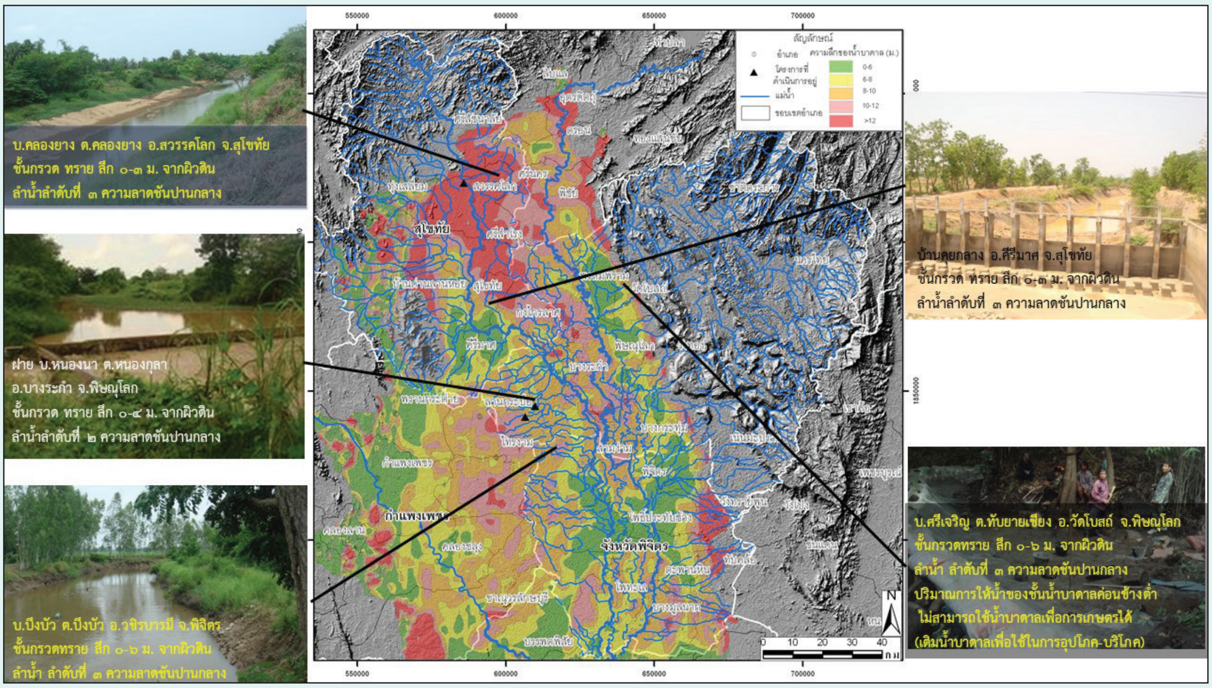
รูปที่ 4.6 ตัวอย่างพื้นที่ที่มีศักยภาพในการเติมน้ำฝนผ่านหลังคา

4) ฝายเติมน้ำ

การเติมน้ำผ่านฝายเติมน้ำ มีความเหมาะสมในพื้นที่ต้นน้ำหรือเขตที่ลาดเชิงเขา วิธีการนี้เป็นการเพิ่มเวลาหน่วงน้ำลดปัญหาอุทกภัยและช่วยให้เกิดการขยายเวลาการเติมน้ำ เหมาะที่จะเร่งดำเนินการเพื่อลดการปัญหาอุทกภัยและแก้ปัญหาภัยแล้ง โดยทั่วไปแล้วฝายหรือเขื่อนเก็บน้ำขนาดใหญ่และขนาดกลางของกรมชลประทานทำหน้าที่เหล่านี้แล้วบางส่วน และยังพบว่ามีการพัฒนาน้ำบาดาลจากการเติมน้ำเหล่านี้มาใช้อย่างมีนัยสำคัญ แต่ยังมีพื้นที่ร่องเขาหรือทางน้ำขนาดเล็ก อีกจำนวนมากที่ยังไม่มีการพัฒนาโครงสร้างเพื่อการกักเก็บน้ำ และในกรณีที่เกษตรกรขุดสระน้ำไว้ใช้ในแปลงเกษตรกรรมในเขตที่ลาดเชิงเขา ระดับน้ำบาดาลในบ่อน้ำตื้นจะมีระดับตื้นด้วยแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของระบบการเก็บน้ำเติมน้ำต่อระดับน้ำใต้ดิน หากเกษตรกรมีการขุดสระกักเก็บน้ำนอกจากจะมีน้ำผิวดินเก็บไว้ใช้ในช่วงต้นฤดูแล้งยังจะมีน้ำที่ซึมผ่านลงไปสู่ชั้นน้ำบาดาลตื้นไว้ใช้ในช่วงที่แล้งมาก ๆ อีกด้วย ซึ่งรายละเอียดข้อมูลที่ใช้ในการคัดเลือกพื้นที่เติมน้ำแบบฝายเติมน้ำมีรายละเอียดดัง**ตารางที่ 4.5** ตัวอย่างพื้นที่เหมาะสมสำหรับการเติมน้ำบาดาลผ่านฝายเติมน้ำ (**รูปที่ 4.7**)

ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างปัจจัยที่ใช้ในการคัดเลือกพื้นที่เติมน้ำโดยฝายเติมน้ำ

ปัจจัย	ระดับความเหมาะสม	คะแนน	ค่าถ่วงน้ำหนัก
ความลาดชัน			**40**
มีความลาดชันปานกลาง (2-5 %)	มากที่สุด	3	
มีความลาดชันต่ำ (น้อยกว่า 2 %)	มาก	2	
มีความลาดชันสูง (มากกว่า 5 %)	ปานกลาง	1	
ลำดับของลำน้ำ (stream order)			
ลำดับที่ 3 ขึ้นไป	มากที่สุด	3	
ลำดับที่ 2	มาก	2	
ลำดับที่ 1	ปานกลาง	1	
มีการลดลงของระดับน้ำบาดาล			**20**
เฉลี่ยปีละมากกว่า 30 ซม.	มากที่สุด	3	
20-30 ซม.	มาก	2	
10-20 ซม.	ปานกลาง	1	
ระยะทางจากแหล่งน้ำผิวดิน			**10**
ไม่เกิน 200 เมตร	มากที่สุด	3	
200-500 เมตร	มาก	2	
500-1000 เมตร	ปานกลาง	1	



รูปที่ 4.7 ตัวอย่างพื้นที่ที่มีศักยภาพในการเติมน้ำบาดาลผ่านฝายเติมน้ำ

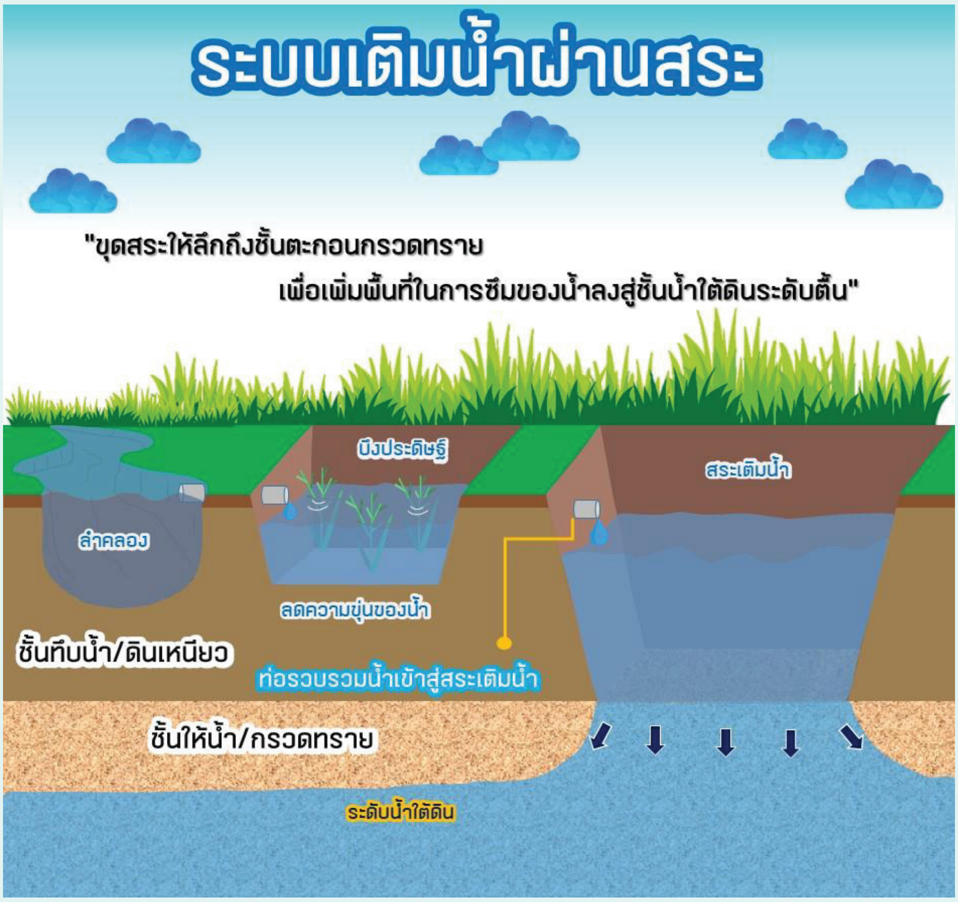
บทที่ 5
การออกแบบและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดิน

การออกแบบระบบเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญหลังจากที่ได้มีการสำรวจพื้นที่ความเหมาะสม และคัดเลือกเทคนิควิธีการเติมน้ำเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการออกแบบระบบการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น ในบทนี้จะขอยกตัวอย่างหลักการออกแบบและการก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นใน 3 รูปแบบ ที่มีความเหมาะสมกับสภาวะการณ์ในปัจจุบันของประเทศไทย ทั้งในเรื่องของรูปแบบวิธีการที่ไม่ซับซ้อน มีต้นทุนต่ำ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้มีความเหมาะสมกับสภาพแต่ละพื้นที่ ดังนี้

5.1 การเติมน้ำผ่านสระ

5.1.1 การออกแบบระบบเติมน้ำผ่านสระ

รูปแบบการเติมน้ำผ่านสระจะเป็นการผันน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ เพื่อรองรับน้ำในช่วงฤดูน้ำหลาก องค์ประกอบของระบบเติมน้ำผ่านสระ จะประกอบด้วย 1) สระเติมน้ำ ทั้งนี้ ขนาดของสระเติมน้ำขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสภาพพื้นที่ หรือใช้บ่อทรายเก่าที่มีอยู่แล้วในพื้นที่ 2) บ่อตกตะกอน 3) ระบบรวบรวมน้ำเข้าสู่สระเติมน้ำ และ 4) คุณภาพน้ำที่ใช้สำหรับเติมน้ำใต้ดิน (**รูปที่ 5.1**)



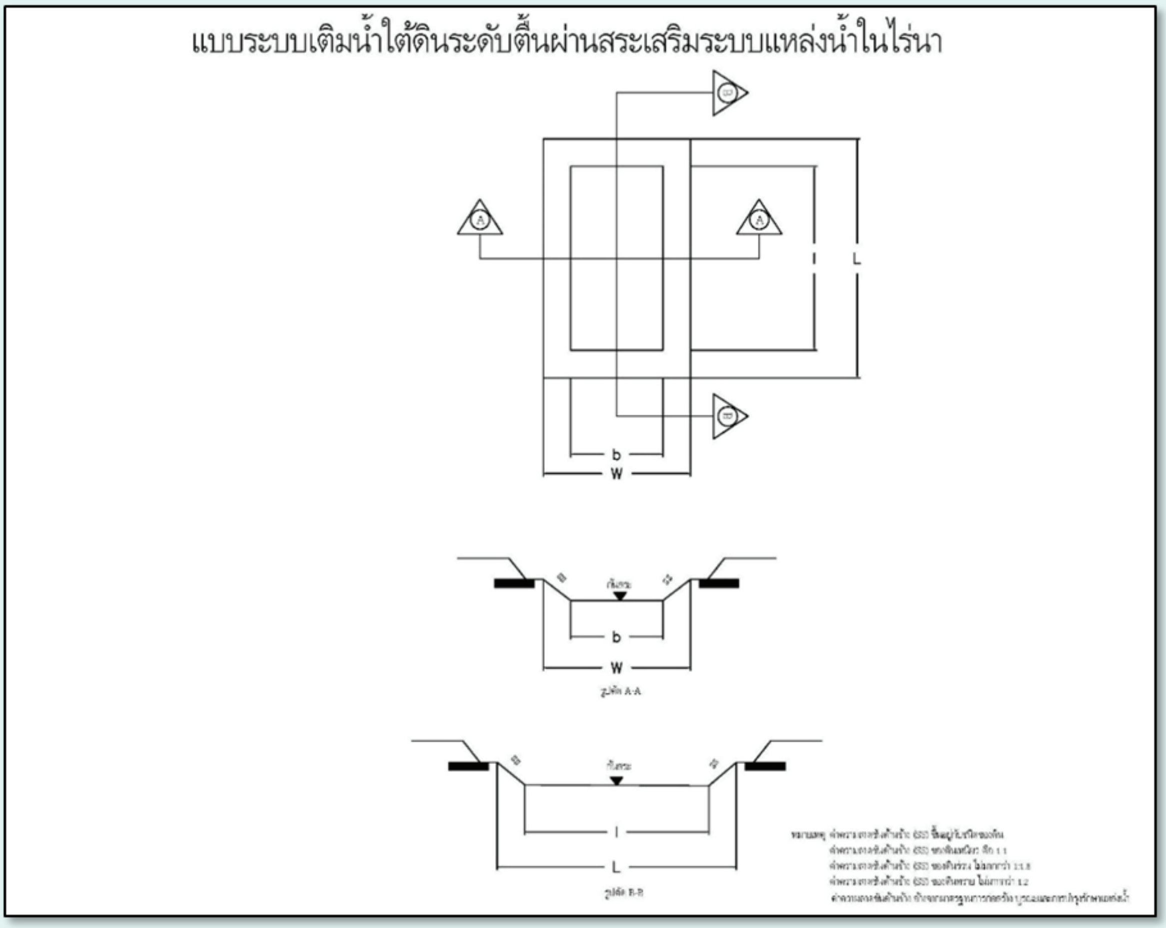
รูปที่ 5.1 ตัวอย่างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นผ่านสระ

1) หลักการออกแบบสระเติมน้ำ (รูปที่ 5.2)

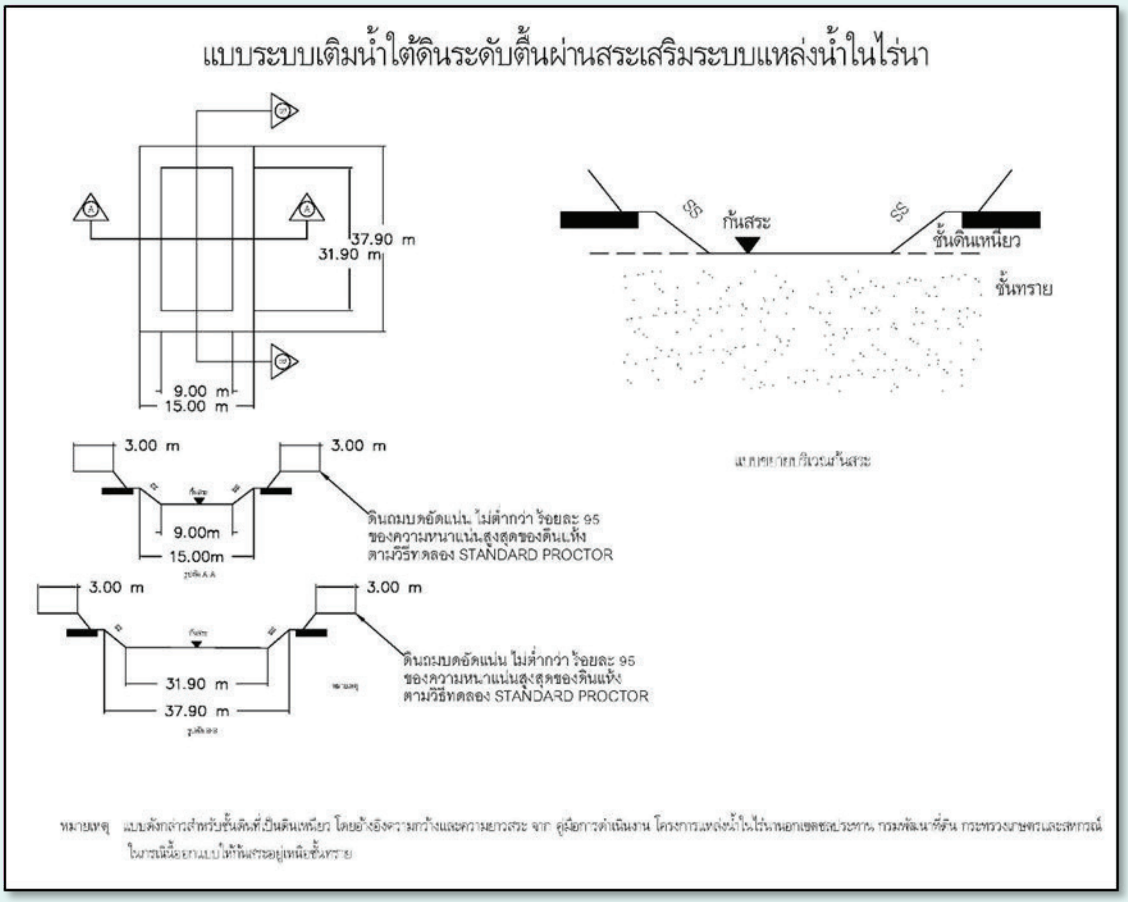
1.1) ระดับก้นสระเติมน้ำต้องอยู่สูงกว่าระดับน้ำใต้ดิน เพื่อให้สามารถมีระยะกักเก็บน้ำที่เติมลงไปใหม่ได้ และหลีกเลี่ยงการลดลงของอัตราการซึมผ่านเนื่องจากความสูงของระดับน้ำใต้ดิน

1.2) ลาดด้านข้าง การขุดดินจะตองมีความมั่นคงไม่เกิดการลื่นไถลของลาดตลิ่ง การกำหนดความลาดด้านข้างของดินขึ้นอยู่กับชนิดของดินที่จะขุด โดยมีข้อแนะนำดังนี้ ดินเหนียวมีลาดด้านข้าง 1 : 1 ดินร่วนไม่มากกว่า 1 : 1.5 และดินทรายไม่มากกว่า 1 : 2 และ ความลึกการขุดดินหากความลึกเกินกว่า 3 เมตร ในแต่ละขั้น ต้องทำชานพักเพื่อความมั่นคง

1.3) ความลึกของสระเติมน้ำไม่ควรน้อยกว่า 3 เมตร หรือจนถึงชั้นน้ำใต้ดินระดับตื้น



รูปที่ 5.2 ตัวอย่างแบบระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นผ่านสระเสริมระบบแหล่งน้ำในไร่นา



รูปที่ 5.2 ตัวอย่างแบบระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นผ่านสระเสริมระบบแหล่งน้ำในไร่นา (ต่อ)

2) หลักการออกแบบบึงประดิษฐ์/บ่อตกตะกอน

บึงประดิษฐ์หรือบ่อตกตะกอน เป็นบึงที่ก่อสร้างขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านการบำบัดคุณภาพน้ำผิวดิน โดยช่วยให้ตะกอนแขวนลอยในน้ำตกตะกอนได้เร็วขึ้นก่อนที่น้ำจะไหลเข้าสู่สระเติมน้ำ ซึ่งในกระบวนการเติมน้ำ ความขุ่นของน้ำเป็นปัจจัยสำคัญซึ่งจะส่งผลให้เกิดการอุดตัน ดังนั้นจำเป็นจะต้องออกแบบบ่อตกตะกอนขึ้นเพื่อป้องกันการอุดตันที่จะเกิดขึ้นในกระบวนการเติมน้ำ โดยเฉพาะการป้องกันการอุดตันทางกายภาพ ในการขุดบึงประดิษฐ์หรือบ่อตกตะกอน อาจจะขุดเป็นบ่อเดี่ยวหรือหลายบ่อก็ได้ตามความเหมาะสมของพื้นที่ ในบึงประดิษฐ์ควรปลูกพืชพื้นถิ่นที่โตเร็ว และทนต่อสภาพแวดล้อม เช่น พุทธรักษา และกกสามเหลี่ยม และมีการปูผ้าและปลูกพืชคลุมดินตามคันดินรอบบึงประดิษฐ์เพื่อป้องกันการพังทลายของคันดิน

3) หลักการออกแบบระบบรวบรวมน้ำ

ระบบรวมน้ำเป็นการรวบน้ำดิบจากคลองหรือลำห้วยธรรมชาติเข้าสู่สระเติมน้ำ ควรออกแบบให้มีความเหมาะสมกับความจุของสระเติมน้ำ ระบบรวบรวมน้ำเปรียบเสมือน ทางระบายน้ำล้นจากคลองธรรมชาติเข้าสู่บึงประดิษฐ์หรือบ่อตกตะกอน และจากบ่อตกตะกอนให้ไหลเข้าสู่สระเติมน้ำ ควรเป็นคลองชักน้ำที่สร้างขึ้นด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กเพื่อความมั่นคงถาวร

4) คุณภาพน้ำ

น้ำที่ใช้เติมควรเป็นน้ำที่สะอาด ปราศจากสารปนเปื้อน เป็นแหล่งน้ำจากคลอง หรือลำห้วยตามธรรมชาติ หลีกเลี่ยงแหล่งน้ำที่เป็นน้ำเสียจากชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม หรืออยู่ใกล้กับแหล่งฝังกลบขยะ และต้องมีคุณภาพน้ำที่ดีหรือเทียบเคียงได้กับคุณภาพน้ำใต้ดินในพื้นที่

5.1.2 การก่อสร้างระบบเติมน้ำผ่านสระ

การก่อสร้างระบบเติมน้ำผ่านสระ ควรดำเนินการดังต่อไปนี้

1) ดำเนินการปรับพื้นที่ให้มีความเหมาะสมต่อการดำเนินงาน เช่น การตัดหญ้า ล้มต้นไม้ การนำเครื่องจักรเข้าปรับหน้าดินให้สามารถดำเนินงานก่อสร้างในพื้นที่ได้

2) ดำเนินการขุดบึงประดิษฐ์หรือบ่อตกตะกอน ตามขนาดและความลึกที่ได้กำหนดไว้ในแบบ

3) ขุดสระเติมน้ำให้มีขนาดความกว้าง ความยาว และความลึกตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบ โดยดำเนินการทดสอบการซึมของน้ำในระหว่างการก่อสร้าง และขุดสระจนถึงถึงชั้นทรายชั้นแรก หรือชั้นน้ำใต้ดินระดับตื้น หลีกเลี่ยงบริเวณที่เป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทราย ในการขุดลาดด้านข้าง หากเป็นดินเหนียวมีลาดด้านข้าง 1 : 1 ดินร่วนไม่มากกวา 1 : 1.5 และดินทรายไม่มากกว่า 1 : 2

4) ก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเข้าสู่สระเติมน้ำตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบ

5.2 การเติมน้ำผ่านบ่อน้ำบาดาลหรือบ่อน้ำ

5.2.1 การออกแบบระบบเติมน้ำผ่านบ่อวงคอนกรีต

ระบบการเติมน้ำผ่านบ่อวงคอนกรีต เป็นวิธีการรวบรวมน้ำฝนและน้ำที่ไหลหลาก ซึ่งมักมีความขุ่นให้ไหลลงบ่อน้ำตื้น โดยผ่านกรวดทรายกรองที่บรรจุในบ่อ วิธีนี้เกษตรกรที่มีบ่อวงที่ถูกทิ้งร้างไม่ได้ใช้งานแล้ว สามารถนำมาพัฒนาให้เป็นบ่อเติมน้ำได้ องค์ประกอบของระบบเติมน้ำผ่านบ่อ 1) บ่อเติมน้ำ 2) ระบบกรองกรวดทราย 3) ทางระบายน้ำหรือท่อรวมน้ำเข้าสู่บ่อเติมน้ำใต้ดิน และ 4) คุณภาพน้ำที่ใช้สำหรับเติมน้ำใต้ดิน (**รูปที่** 5.3)

1) หลักการออกแบบบ่อเติมน้ำ (รูปที่ 5.4)

1.1) ความสามารถในการเติมน้ำของบ่อเพิ่มขึ้นตามขนาดของพื้นที่หน้าตัด ควรสร้างบ่อที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งสามารถใช้บ่อวงคอนกรีตขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 - 1.2 เมตร สำหรับเป็นบ่อเติมน้ำได้

1.2) ระดับก้นบ่อเติมน้ำควรอยู่สูงกว่าระดับน้ำใต้ดิน เพื่อให้มีระยะกักเก็บน้ำที่เติมลงไปใหม่ได้ และหลีกเลี่ยงการลดลงของอัตราการซึมผ่านเนื่องจากความสูงของระดับน้ำใต้ดิน

2) หลักการออกแบบระบบกรองกรวดทราย

ระบบกรองกรวดทราย เป็นส่วนสำคัญในการปรับปรุงคุณภาพของน้ำก่อนที่จะทำการเติมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน เนื่องจากเป็นตัวช่วยในการทำให้น้ำมีความบริสุทธิ์ สะอาด ปราศจากสารแขวนลอย และแบคทีเรีย ซึ่งวัสดุกรองน้ำควรเป็นวัสดุจากธรรมชาติที่หาได้ในท้องถิ่น อาทิเช่น กรวดทราย นอกจากจะเป็น

วัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังเป็นการประหยัดต้นทุนอีกด้วย และความขุ่นของน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่จะส่งผลให้เกิดการอุดตันในกระบวนการเติมน้ำ ควรออกแบบให้มีการบรรจุกรวดทรายกรองภายในบ่อหรือภายนอกบ่อ เพื่อดักจับตะกอนที่มากับน้ำและลดการอุดตันในชั้นน้ำใต้ดินระดับตื้น โดยเรียงขนาดกรวดทรายจากละเอียดไปหยาบ (จากบนลงล่าง) การจัดเรียงทรายละเอียดอยู่ด้านบนเนื่องจากแหล่งน้ำดิบจะไหลจากด้านบนลงสู่ด้านล่าง ผ่านตะกอนกรวดทรายที่มีขนาดจากเล็กไปใหญ่ ส่งผลให้อัตราการไหล เพิ่มขึ้นจากบนลงล่างอัตราการไหลด้านบนต่ำจะช่วยลดการอุดตันของระบบกรองได้ ซึ่งการอุดตันมักจะเกิดขึ้นเมื่อใช้งานระบบกรองไปในระยะหนึ่งบริเวณทรายละเอียดด้านบน ทำให้สะดวกต่อการบำรุงรักษา ซึ่งการออกแบบอาจใส่แผ่นใยสังเคราะห์ (Geotextile) ในระหว่างชั้นเพื่อช่วยในการกรองตะกอนขนาดเล็ก

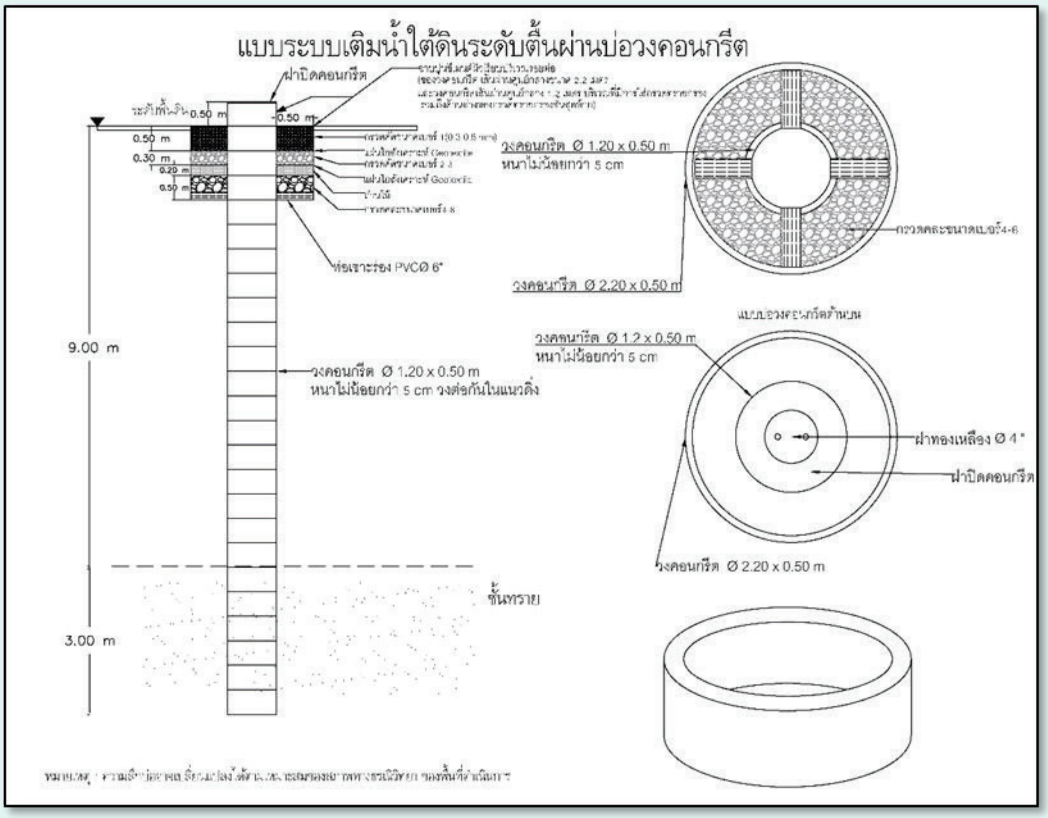
รูปที่ 5.3 ตัวอย่างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นผ่านบ่อวงคอนกรีต

3) หลักการออกแบบทางระบายน้ำหรือท่อรวบรวมน้ำ

ทางระบายหรือท่อรวบน้ำมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมน้ำที่ไหลหลาก และท่วมขัง หรือนำน้ำที่ไหลล้นจากแหล่งน้ำผิวดิน เช่น แม่น้ำลำคลอง อ่างเก็บน้ำ จะต้องดำเนินการ ขุดร่องหรือวางท่อเพื่อรวมน้ำเข้าสู่บ่อเติมน้ำ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละสภาพพื้นที่

4) คุณภาพน้ำ

น้ำที่ใช้เติมควรเป็นน้ำที่สะอาด ปราศจากสารปนเปื้อน เป็นแหล่งน้ำจากคลอง หรือลำห้วยตามธรรมชาติ หลีกเลี่ยงแหล่งน้ำที่เป็นน้ำเสียจากชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม หรืออยู่ใกล้กับแหล่งฝังกลบขยะ และต้องมีคุณภาพน้ำที่ดีหรือเทียบเคียงได้กับคุณภาพน้ำใต้ดินในพื้นที่



รูปที่ 5.4 ตัวอย่างแบบระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นผ่านบ่อวงคอนกรีต

5.2.2 การก่อสร้างระบบเติมน้ำผ่านบ่อวงคอนกรีต

1) การก่อสร้างบ่อเติมน้ำ

1.1) จัดเตรียมวงคอนกรีต ประกอบด้วยวงนอกและวงใน ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 - 1.2 เมตร ความสูง 0.5 เมตร สำหรับบ่อเติมน้ำ และวงคอนกรีต ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.2 เมตร ความสูง 0.5 เมตร สำหรับจัดทำระบบกรองด้านบน รอบ ๆ บ่อเติมน้ำ ทั้งนี้อาจปรับเปลี่ยนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางได้ตามความเหมาะสม

1.2) ขุดบ่อวงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 - 1.2 เมตร ความลึกประมาณ 12 - 15 เมตร หรือจนถึงชั้นน้ำบาดาลระดับตื้น และลงวงคอนกรีตจนถึงความลึกที่กำหนด

1.3) ขุดดินโดยรอบบ่อเติมน้ำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.2 เมตร ลึก 1.5 เมตร เพื่อวางวงคอนกรีตรอบนอกครอบบ่อวงคอนกรีตข้างใน ความสูง 1.5 เมตร พร้อมวางท่อ เซาะร่อง พีวีซี ขนาด 150 มิลลิเมตร และเจาะทะลุบ่อเติมน้ำ ตั้งฉากกัน 4 ทิศทาง เพื่อรวบรวมน้ำเข้าสู่บ่อเติมน้ำ ทั้งนี้ควรฉาบปูน

ซีเมนต์ผิวเรียบบริเวณพื้นก่อนเติมกรวดชั้นแรก และเชื่อมรอยต่อระหว่างบ่อวงคอนกรีตที่อยู่ในช่วงระยะระบบกรองน้ำ เพื่อป้องกันการรั่วซึมของน้ำในระบบกรองสู่ภายในบ่อเติมน้ำ

2) การก่อสร้างระบบกรองน้ำ

วิธีการเติมน้ำผ่านบ่อเติมน้ำ ควรจัดทำระบบกรองโดยบรรจุกรวดขนาดต่าง ๆ ระหว่างบ่อวงนอกและบ่อวงในด้านบนรอบ ๆ บ่อเติมน้ำ ดังนี้ วัสดุในระบบกรอง เรียงตามขนาด ดังนี้

2.1) กรวดคละขนาด เบอร์ 4 – 6 (อยู่ล่างสุด) ความหนาประมาณ 0.5 เมตร

2.2) ถ่านไม้ ความหนาประมาณ 0.2 เมตร และปิดทับด้วยแผ่นใยสังเคราะห์

2.3) กรวดคัดขนาด เบอร์ 2 - 3 ความหนาประมาณ 0.5 เมตร และปิดทับ ด้วยแผ่นใยสังเคราะห์

2.4) กรวดคัดขนาด เบอร์ 1 (0.3 - 0.8 มิลลิเมตร) ความหนาประมาณ 0.5 เมตร ทั้งนี้ วัสดุกรองน้ำอาจใช้หินก่อสร้างขนาด ¾” - 1” ที่หาได้ง่ายในพื้นที่ หรือวัสดุที่คล้ายคลึงวัสดุดังกล่าวอื่น ๆ ทดแทน

5.3 การเติมน้ำฝนผ่านหลังคา

5.3.1 การออกแบบระบบเติมน้ำฝนผ่านหลังคา

การเติมน้ำฝนผ่านหลังคา เป็นวิธีการรวบรวมน้ำฝนจากหลังคาบ้านเรือน และอาคารที่มีพื้นที่มาก เช่น วัด หรือ โรงเรียน โดยต่อท่อนำฝนที่รวบรวมจากหลังคาผ่านลงสู่บ่อเติมน้ำ วิธีนี้ประชาชนทั่วไป สามารถทำได้ง่าย ทั้งนี้ น้ำฝนเป็นน้ำที่สะอาดสามารถเติมผ่านบ่อน้ำบาดาลได้ องค์ประกอบของระบบเติมน้ำฝนผ่านหลังคาลงใต้ดิน ประกอบด้วย 1) บ่อเติมน้ำ 2) ระบบเก็บเกี่ยวน้ำฝนบนหลังคา และ 3) คุณภาพน้ำที่ใช้สำหรับเติมน้ำใต้ดิน (**รูปที่** 5.5)

1) หลักการออกแบบบ่อเติมน้ำ (**รูปที่** 5.6)

1.1) ความสามารถในการเติมน้ำของบ่อเพิ่มขึ้นตามขนาดของพื้นที่หน้าตัด ควรสร้างบ่อที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งสามารถใช้บ่อวงคอนกรีตขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 - 1.2 เมตร สำหรับเป็นบ่อเติมน้ำได้

1.2) ระดับก้นบ่อเติมน้ำควรอยู่สูงกว่าระดับน้ำใต้ดิน เพื่อให้สามารถมีระยะกักเก็บน้ำที่เติมลงไปใหม่ได้ และหลีกเลี่ยงการลดลงของอัตราการซึมผ่านเนื่องจากความสูงของระดับน้ำใต้ดิน

2) หลักการออกแบบระบบเก็บเกี่ยวน้ำฝน (**รูปที่** 5.7)

การเก็บเกี่ยวน้ำฝนบนหลังคา โดยทั่วไปมักจะถูกเก็บไว้ในถังเก็บน้ำฝน สำหรับไว้ใช้ในช่วงที่ขาดแคลนน้ำและจะถูกออกแบบมาเพื่อรองรับการอุปโภคและบริโภคในครัวเรือน ซึ่งจะประกอบไปด้วยหลังคา ถังเก็บน้ำ และรางรินรับน้ำฝน เพื่อส่งน้ำจากหลังคาไปยังถังเก็บน้ำ การออกแบบระบบเติมน้ำผ่านหลังคาจะใช้น้ำที่เหลือล้นจากการกักเก็บในถังเก็บน้ำฝนเติมลงบ่อเติมน้ำ ดังนั้นระบบเก็บเกี่ยวน้ำฝนจากหลังคาจึงมีองค์ประกอบดังนี้

2.1) หลังคากักเก็บน้ำ

หลังคาบ้านใช้เป็นที่กักเก็บน้ำฝน การก่อสร้างและวัสดุของหลังคาอาจเป็นแผ่นกระเบื้อง สังกะสี ไฟเบอร์ หรือคอนกรีต ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมหรือใช้โครงสร้างเดิมที่มีอยู่แล้ว

2.2) รางรินรับน้ำฝน

รางรินรับน้ำฝนทำหน้าที่รวบรวมน้ำฝนจากหลังคาไปยังถังเก็บน้ำฝน มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมหรือครึ่งวงกลม ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม อาจทำจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสี แผ่นชีท หรือท่อ PVC ตัดเป็นครึ่งวงกลม เพื่อเบี่ยงน้ำเข้าสู่ถังเก็บหรือบ่อเติมน้ำโดยตรง การใช้วัสดุที่มีในท้องถิ่นช่วยลดต้นทุนโดยรวมของระบบ

2.3) ท่อรวบรวมน้ำ

ท่อรวบรวมน้ำมีขนาดที่เหมาะสม ชนิดท่อรวบรวมน้ำเป็น PVC หรือท่อเหล็กอาบสังกะสี เพื่อระบายน้ำออกจากหลังคาด้านบนสู่ท่อถังเก็บน้ำฝน

รูปที่ 5.5 ตัวอย่างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นด้วยระบบหลังคาน้ำฝนผ่านบ่อวงคอนกรีต

2.4) ท่อล้างน้ำ

สิ่งสกปรกและฝุ่นละอองที่สะสมบนหลังคาในช่วงที่ไม่มีฝน เมื่อฝนแรกมาถึง วัสดุที่ไม่ต้องการเหล่านี้ เช่น เศษใบไม้ แมลง จะถูกล้างออก เพื่อไม่ให้เข้าไปปนเปื้อนในถังเก็บน้ำฝน ควรจะออกแบบให้เรียบง่าย

2.5) ระบบการกรองน้ำ

การกรองน้ำเป็นเป็นสิ่งที่มีความสำคัญทำให้น้ำสะอาดปราศจากสารแขวนลอย โดยรวบรวมน้ำผ่านกรวดทรายกรอง เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ โดยทั่วไปแล้วน้ำฝนเป็นน้ำที่สะอาดสามารถรวบรวมน้ำจากหลังคาเข้าสู่บ่อเติมน้ำได้โดยตรง

2.6) ถังเก็บน้ำฝน

ขนาดของถังเก็บน้ำฝนจะต้องพิจารณาจากขนาดของหลังคา ความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภค และงบประมาณ ซึ่งหากไม่ได้ดำเนินก่อการสร้างถังเก็บน้ำฝนสามารถรวบรวมน้ำเข้าสู่บ่อเติมน้ำได้

3) คุณภาพน้ำ

น้ำฝนในอดีตส่วนใหญ่มักจะใช้สำหรับดื่มและนำมาปรุงอาหาร ในปัจจุบันบริบทของสังคมได้เปลี่ยนแปลงไปการเก็บเกี่ยวน้ำฝนเพื่อน้ำมาใช้บริโภคลดน้อยลง แต่น้ำฝนก็ถือเป็นน้ำที่สะอาด และไม่ค่อยมีปัญหาในเรื่องของคุณภาพน้ำ การนำน้ำฝนเติมลงสู่ใต้ดินถึงแม้จะเป็นน้ำสะอาด แต่ควรที่จะทำความสะอาดหลังคา รางริน หรือพื้นผิวรับน้ำฝนอยู่เสมอ เพื่อป้องกันฝุ่น เศษใบไม้ แมลง ก่อนฤดูฝนและการเก็บเกี่ยวน้ำฝนจะมาถึง

5.3.2 การก่อสร้างระบบเติมน้ำผ่านบ่อวงคอนกรีต

1) การก่อสร้างบ่อเติมน้ำ

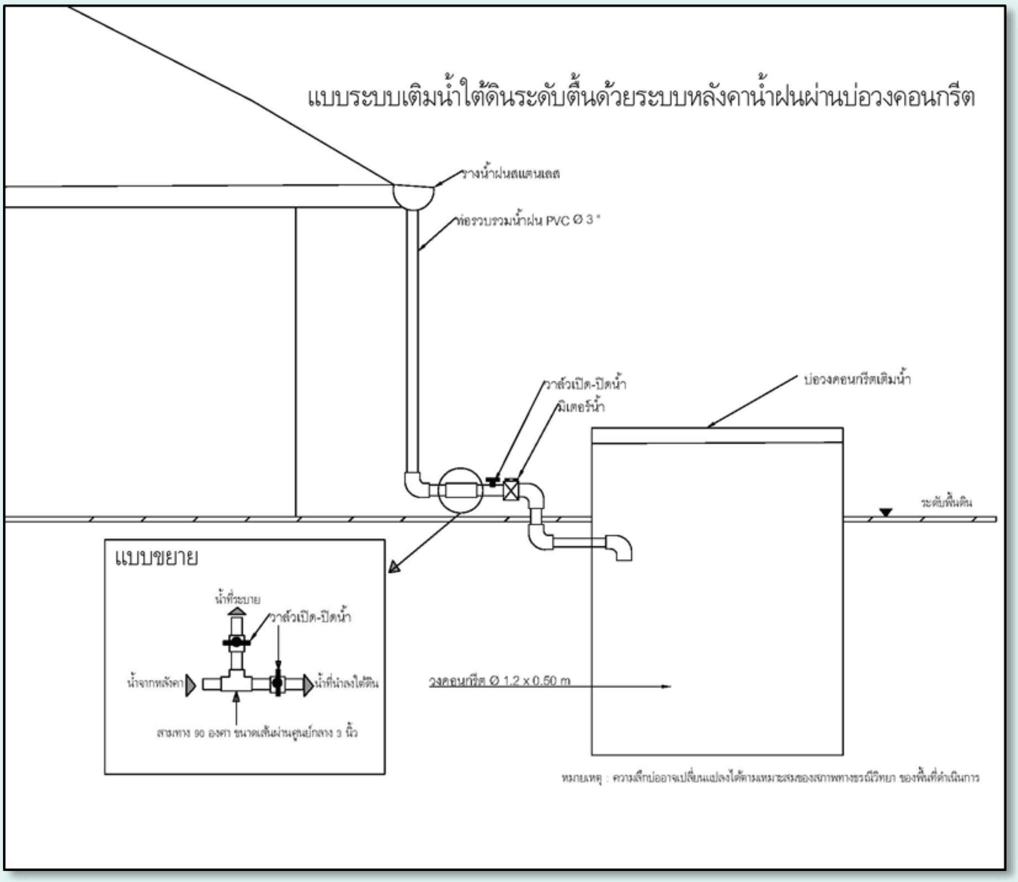
1.1) จัดเตรียมมาตรฐานวงคอนกรีตขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 - 1.2 เมตร ความสูง 0.5 เมตร ที่เจาะรูโดยรอบวงคอนกรีต

1.2) ขุดบ่อวงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 - 1.2 เมตร ความลึกประมาณ 10 - 12 เมตร หรือจนถึงชั้นน้ำใต้ดินระดับตื้น และลงวงคอนกรีตจนถึงความลึกที่ กำหนด ซึ่งวิธีนี้สามารถเปลี่ยนรูปแบบบ่อเติมน้ำเป็นสระเติมน้ำ หรือร่องน้ำ ขึ้นอยู่กับ สภาพธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยาของพื้นที่ดำเนินการ

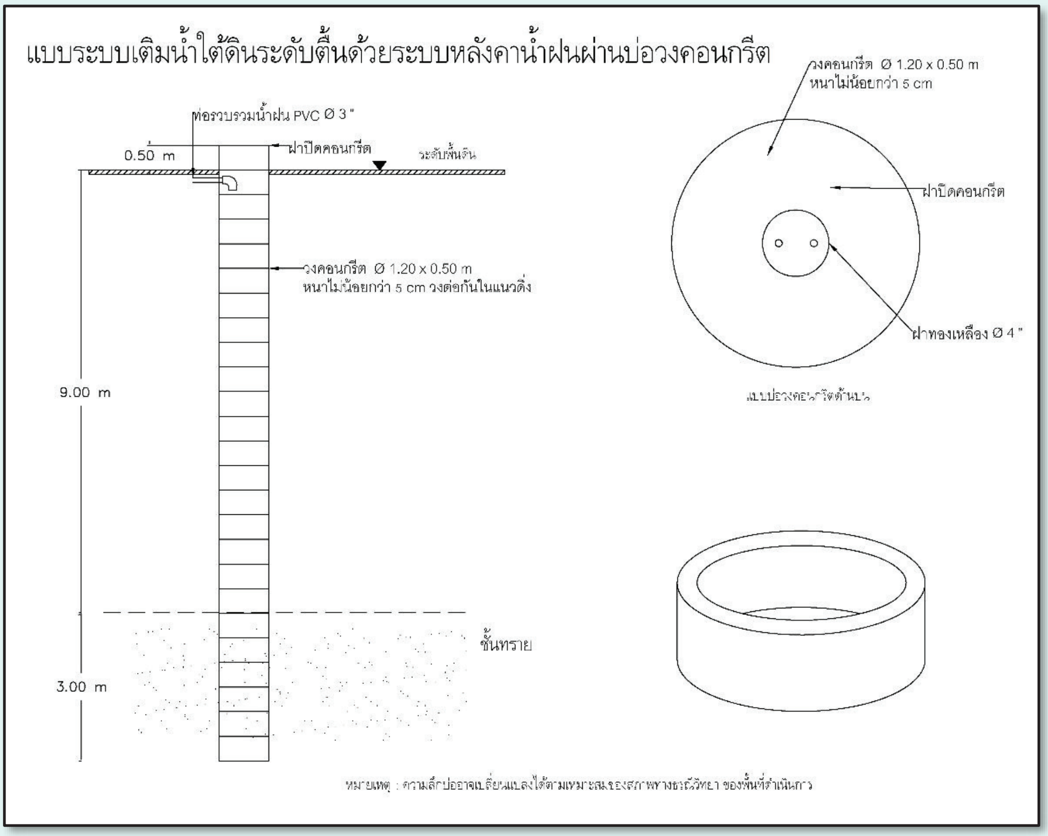
1.3) ติดตั้งรางรินหรือท่อรวบรวมน้ำฝนจากหลังคาบ้านเรือน อาคารต่าง ๆ หรือใช้รางรินเดิมที่มีสภาพใช้งานใช้ได้

1.4) ก่อสร้างระบบท่อเชื่อมต่อจากหลังคาสู่บ่อเติมน้ำพร้อมทั้งติดตั้งวาล์ว เปิด-ปิด

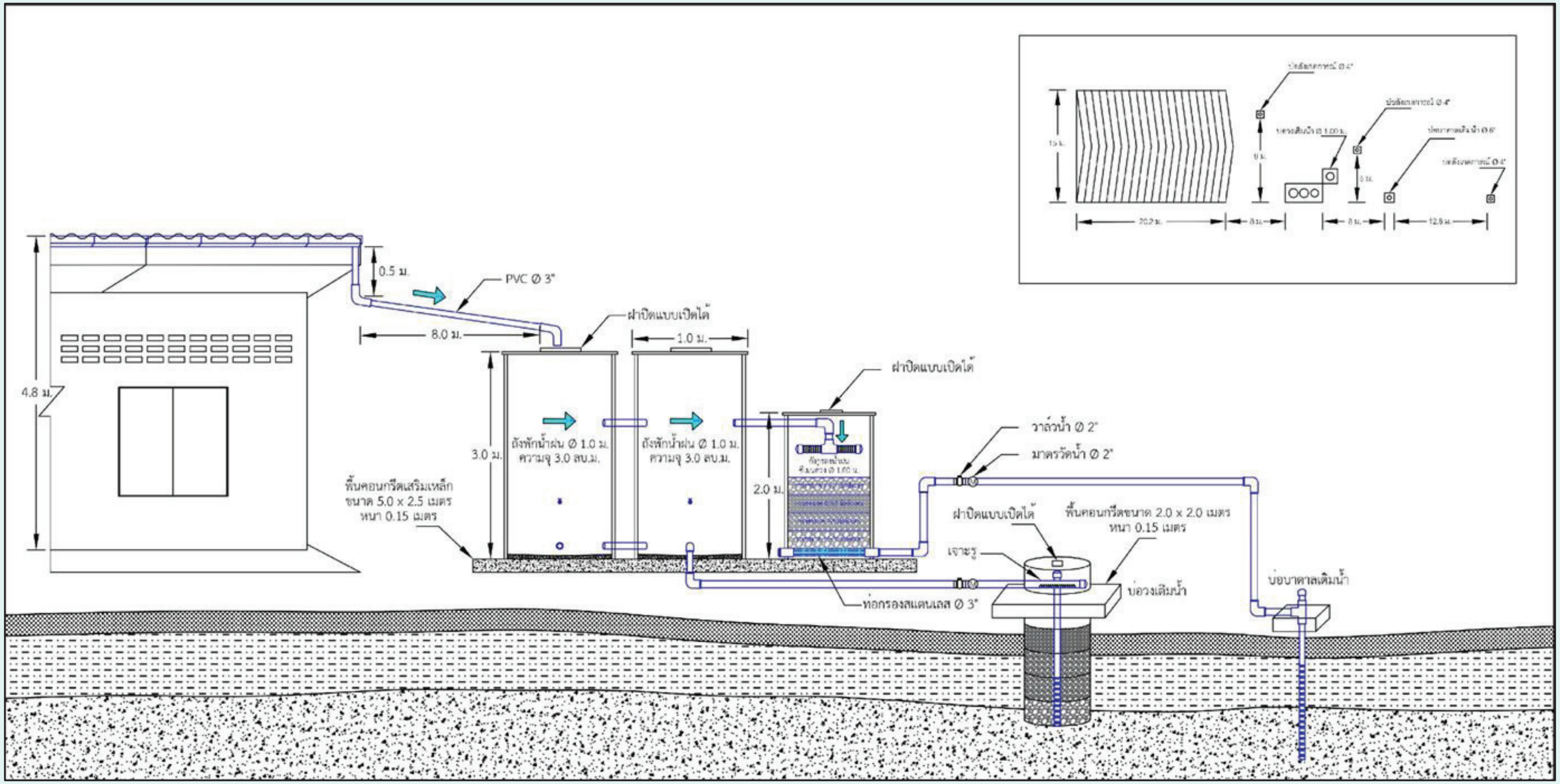
1.5) ติดตั้งมิเตอร์วัดปริมาณการเติมน้ำบริเวณจุดน้ำไหลก่อนเติมลงบ่อเติมน้ำ (หากต้องการบันทึกค่าปริมาณน้ำที่ใช้เติมลงสู่ใต้ดิน)



รูปที่ 5.6 ตัวอย่างแบบระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นด้วยระบบน้ำฝนผ่านบ่อวงคอนกรีต



รูปที่ 5.6 ตัวอย่างแบบระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นด้วยระบบน้ำฝนผ่านบ่อวงคอนกรีต (ต่อ)



รูปที่ 5.7 ตัวอย่างแบบระบบเติมน้ำฝนผ่านหลังคา กรณีมีถังเก็บเก็บน้ำฝนและถังกรองกรวดทราย

(ที่มา : สำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 6 กรมทรัพยากรน้ำบาดาล)

5.4 การบำรุงรักษา

การบำรุงรักษาระบบเติมน้ำ จะต้องติดตามตรวจสอบสภาพการใช้งานของระบบอยู่เสมอในแต่ละช่วงเวลาของการเติมน้ำ ทั้งก่อนเริ่มเติมน้ำ และระหว่างการเติมน้ำ การดำเนินเติมน้ำลงสู่ใต้ดิน ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบการเติมน้ำมากที่สุด คือความขุ่น ซึ่งจะทำให้เกิดการอุดตันในระบบกรองและทำให้ประสิทธิภาพของระบบการเติมน้ำลดลง โดยการเติมน้ำจะต้องตรวจสอบสภาพของระบบต่าง ๆ ดังนี้

5.4.1 ระบบเติมน้ำฝนผ่านหลังคา

ระบบรวบรวมน้ำฝน ต้องตรวจสอบสภาพการใช้งาน ความสมบูรณ์ของรางรินรับน้ำฝน การเชื่อมต่อของท่อรวบรวมน้ำฝน ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานและสะอาดเรียบร้อย

5.4.2 ระบบเติมน้ำผ่านบ่อเติมน้ำ

1) ระบบรวบรวมน้ำ ควรมีการขุดลอกร่องน้ำหรือท่อเพื่อรวบน้ำเข้าสู่บ่อเติมน้ำให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน และดูแลบริเวณรอบ ๆ บ่อเติมน้ำให้สะอาดอยู่เสมอ ปลูกพืชเพื่อช่วยดักจับตะกอนและลดความขุ่นของน้ำ เช่น หญ้า กกสามเหลี่ยม ข้าว พุทธรักษา

2) ระบบกรอง ได้แก่ กรวดกรอง ควรหมั่นตรวจเช็คความหนาของตะกอนที่สะสมอุดตันในระบบกรองและดำเนินการขุดลอกตะกอนทิ้ง แล้วเปลี่ยนหรือล้างทำความสะอาดแผ่นใยสังเคราะห์ (Geotextile) ที่ปิดทับอยู่ด้านบนของระบบกรอง และหากพบว่ามีตะกอนอุดตันลงไปถึงชั้นทรายกรองให้ดำเนินการขุดลอกทรายกรองจนถึงระยะที่มีตะกอนอุดตัน และเปลี่ยนชั้นทรายกรองใหม่

5.4.3 ระบบเติมน้ำผ่านสระ

1) ขุดลอกตะกอนที่สะสมอุดตันบริเวณก้นสระ ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานอยู่เสมอ ทั้งในสระเติมน้ำ และบ่อตกตะกอน

2) กรณีสระเก็บน้ำที่รวบรวมน้ำสำหรับเติมผ่านบ่อบาดาล จะต้องดำเนินการเป่าล้างบ่อเพื่อให้การเติมน้ำมีประสิทธิภาพ

บทที่ 6
การติดตามประเมินผลและข้อเสนอแนะ

เมื่อดำเนินการคัดเลือกพื้นที่ ออกแบบ และก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินแล้ว สิ่งที่ต้องดำเนินการหลังจากนั้นคือการติดตามและประเมินผลจากการเติมน้ำลงสู่ใต้ดิน ทั้งนี้ ต้องทราบถึงปัญหาที่จะเกิดตามมาและข้อควรระวังในการดำเนินการเติมน้ำใต้ดิน รวมทั้งกฎระเบียบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนการบริหารจัดการการเติมน้ำในระยะยาวด้วย

6.1 การติดตามและประเมินผล

ในการดำเนินงานในระยะยาวจะต้องมีการวางแผนเก็บข้อมูลเพื่อติดตามผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงาน ซึ่งจะต้องมีการติดตามตรวจวัดข้อมูลในมิติต่าง ๆ ได้แก่

6.1.1 การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดิน

ควรมีการตรวจวัดระดับน้ำใต้ดินอย่างต่อเนื่อง โดยก่อสร้างบ่อสังเกตการณ์ให้ครอบคลุมพื้นที่ทั้งต้นน้ำและปลายน้ำ เพื่อเป็นการติดตามผลการเปลี่ยนแปลงอันเกิดจากการเติมน้ำใต้ดินในระยาว

6.1.2 การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำใต้ดิน

ควรมีการเก็บน้ำตัวอย่างจากบ่อสังเกตการณ์ บ่อเติมน้ำ และแหล่งน้ำดิบ เพื่อส่งวิเคราะห์ยังห้องปฏิบัติการ เพื่อติดตามดูการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำในระยะยาว เพื่อเฝ้าระวังการปนเปื้อนของมลพิษลงสู่แหล่งน้ำใต้ดิน ที่เกิดจากจากการดำเนินการเติมน้ำใต้ดิน

6.1.3 ประสิทธิภาพของระบบเติมน้ำใต้ดิน

ต้องมีการตรวจวัดอัตราการซึมของระบบเติมน้ำอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทราบว่าระบบเติมน้ำยังสามารถดำเนินการเติมน้ำได้ ไม่เกิดการอุดตัน หากเกิดการอุดตันแล้วจะต้องมีการบำรุงรักษาระบบเติมน้ำให้พร้อมใช้งานได้

6.1.4 ติดตามเฝ้าระวังระดับน้ำจากบ่อใกล้เคียงหรือบ่อสังเกตการณ์

ติดตามเฝ้าระวังระดับน้ำจากบ่อใกล้เคียงหรือบ่อสังเกตการณ์ (ถ้ามี) เพื่อเป็นข้อมูลในการประเมินการไหลและการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ รวมทั้งผลกระทบสิ่งแวดล้อมหรือระบบนิเวศน์วิทยาในระยะยาว

6.1.5 จัดทำระบบฐานข้อมูลระบบเติมน้ำใต้ดิน

เพื่อให้สะดวกต่อการวิเคราะห์ติดตามผลในระยะยาว และบริหารจัดการการเติมน้ำใต้ดินทั่วประเทศ เช่น หมายเลขระบบเติมน้ำใต้ดิน รูปแบบการเติมน้ำใต้ดิน

6.2 ปัญหาและข้อควรระวังต่าง ๆ

6.2.1 ปัญหาการอุดตัน

ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบการเติมน้ำอย่างหนึ่งคือ ความขุ่นของน้ำดิบมีผลที่จะทำให้เกิดปัญหาการอุดตัน ในระบบเติมน้ำและทำให้ประสิทธิภาพของระบบการเติมน้ำลดลง ซึ่งการอุดตันดังกล่าว อาจมีสาเหตุมาจากปัจจัยดังต่อไปนี้

1) การอุดตันจากอนุภาคแขวนลอย เช่น ตะกอนทรายละเอียด ทรายแป้ง ดินเหนียว

2) การเติบโตของจุลินทรีย์ เช่น สาหร่าย แบคทีเรีย กลุ่มจุลินทรีย์

3) การอุดตันจากสภาพเคมีของชั้นน้ำบาดาล เช่น การแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้า (Ion exchange) การออกซิเดชันของน้ำ การเกิดการดูดเกาะติดผิว

4) การอุดตันของฟองอากาศและก๊าซ

วิธีบำรุงรักษาสามารถทำได้โดยการปล่อยให้พื้นที่เติมน้ำและใต้พื้นผิวแห้งสนิท ชั้นที่อุดตันจะแห้งและจับตัวกันลอกออกเป็นแผ่น หรือทำการขุดลอกบริเวณหน้าดินของพื้นที่เติมน้ำออกไป โดยความถี่ในการทำความสะอาดขึ้นอยู่กับคุณภาพของแหล่งน้ำที่ใช้เติม หากแหล่งน้ำมีค่าอนุภาคแขวนลอยมาก ควรทำการบำรุงรักษาทุกครั้งในช่วงเวลาที่ปล่อยให้พื้นที่เติมน้ำและใต้พื้นผิวแห้งสนิท (Bouwer, 1982) ทั้งนี้ควรหมั่นตรวจสอบอัตราการซึมผ่าน หากพบว่าการเติมน้ำเริ่มช้าลง ควรมีการขุดลอกชั้นที่ก่อให้เกิดการอุดตันนี้ออกไป

6.2.2 ปัญหาด้านคุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำถือว่าเป็นสิ่งสำคัญ แหล่งน้ำที่ใช้เป็นน้ำดิบเติมลงสู่ใต้ดินควรเป็นน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติที่สะอาด ปราศจากสารปนเปื้อน เนื่องจากหากชั้นน้ำใต้ดินเกิดการปนเปื้อนแล้ว กระบวนการบำบัดฟื้นฟูจะทำได้ยาก ต้องใช้เทคโนโลยีและต้นทุนสูงในการบำบัดฟื้นฟูให้แหล่งน้ำสามารถกลับมาใช้ได้ ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาคุณภาพของแหล่งน้ำที่จะใช้เติมและคุณภาพของน้ำบาดาลในพื้นที่เสียก่อน ซึ่งตามหลักแล้วอย่างน้อยที่สุด แหล่งน้ำดิบที่จะใช้เติมลงชั้นน้ำใต้ดิน ไม่ควรมีคุณภาพด้อยไปกว่าคุณภาพของน้ำใต้ดินในชั้นนั้น

น้ำที่จะใช้เติมควรมีคุณลักษณะทางเคมีที่สำคัญ ได้แก่ อนุภาคแขวนลอย ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Total Dissolved Solids: TDS) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) โซเดียม (Na) ที่ต่ำ เนื่องจากคุณลักษณะดังกล่าว มีผลต่อการอุดตัน การดำเนินการก่อสร้างระบบเติมน้ำควรหลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อน เช่น โรงงานอุตสาหกรรม แหล่งฝังกลบขยะ บ่อเกรอะและถังบำบัดน้ำเสีย แหล่งปศุสัตว์ บริเวณที่ใช้สารเคมีเกษตร เป็นต้น นอกจากนี้ ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยในการปรับปรุงคุณภาพของน้ำก่อนที่จะทำการเติมลงไปสู่ชั้นน้ำใต้ดิน เนื่องจากเป็นตัวช่วยในการทำให้น้ำมีความ

บริสุทธิ์ สะอาด ปราศจากสารแขวนลอย และแบคทีเรีย ซึ่งวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำควรเป็นวัสดุจากธรรมชาติที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

6.2.3 ปัญหาเรื่องความปลอดภัย

การก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินควรคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นหลัก ระบบเติมน้ำที่มีการก่อสร้างบ่อวงคอนกรีต หากก่อสร้างโดยใช้แรงงานคนขุด ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยขณะปฏิบัติงานก่อสร้าง เช่น การขาดอากาศหายใจในระหว่างการก่อสร้าง ซึ่งอาจมีผลกระทบถึงขั้นเสียชีวิตได้ และเมื่อดำเนินการก่อสร้างเสร็จแล้วต้องมีฝาปิดปากบ่อ เพื่อป้องกันคนหรือสัตว์พลัดตกลงไป อีกทั้งยังเป็นการป้องกันการลักลอบทิ้งขยะลงไปในบ่อเติมน้ำ ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำใต้ดินอีกด้วย

6.3 กฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง

ในการก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินทุกระบบ ต้องคำนึงถึงกฎหมายและระเบียบที่เกี่ยวข้องหลายฉบับ เช่น

6.3.1 พระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 และประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดเขตน้ำบาดาลและความลึกของน้ำบาดาล พ.ศ. 2554 ได้กำหนดให้กรุงเทพมหานครและทุกจังหวัดในราชอาณาจักรไทย เป็นเขตน้ำบาดาล และกำหนดให้น้ำใต้ดินที่อยู่ลึกจากผิวดินเกินกว่า 15 เมตร เป็น “น้ำบาดาล” ดังนั้น การออกแบบระบบเติมน้ำใต้ดินจะต้องคำนึงถึงความลึกของระบบน้ำใต้ดินในพื้นที่ โดยหากความลึกเกิน 15 เมตร จะต้องทำการขออนุญาตและปฏิบัติตามพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 และประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดเขตน้ำบาดาลและความลึกของน้ำบาดาล พ.ศ. 2554

6.3.2 พระราชบัญญัติการขุดดินและถมดิน พ.ศ. 2543 หมวดที่ 2 มาตรา 17 ได้ระบุว่าหากผู้ใดประสงค์จะทำการขุดดินโดยมีความลึกจากระดับพื้นดินเกิน 3 เมตร หรือมีพื้นที่ปากบ่อดินเกินหนึ่งหมื่นตารางเมตร หรือมีความลึกหรือพื้นที่ตามที่เจ้าพนักงานท้องถิ่นประกาศกำหนด ให้แจ้งต่อเจ้าพนักงานท้องถิ่นตามแบบที่เจ้าพนักงานท้องถิ่นกำหนดโดยยื่นเอกสารแจ้งข้อมูล

6.3.3 กฎกระทรวง สุขลักษณะการจัดการมูลฝอยทั่วไป พ.ศ. 2560 หมวดที่ 1 ข้อ 3 ห้ามผู้ใดถ่าย เท ทิ้ง หรือทำให้มีขึ้นในที่หรือทางสาธารณะซึ่งมูลฝอยทั่วไป นอกจากถ่าย เท ทิ้ง หรือกำจัด ณ สถานที่หรือตามวิธีที่ราชการส่วนท้องถิ่นกำหนดหรือจัดให้ และหมวดที่ 4 ข้อ 22 ว่าด้วยการกำจัดมูลฝอยทั่วไปให้ดำเนินการตามวิธีใดวิธีหนึ่ง ดังต่อไปนี้ 1) การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล 2) การเผาในเตาเผา 3) การหมักทำปุ๋ยและการหมักทำก๊าซชีวภาพ 4) การกำจัดแบบผสมผสาน 5) วิธีอื่นตามที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

6.3.4 **พระราชบัญญัติทรัพยากรน้ำ พ.ศ. 2561** หมวดที่ 6 การอนุรักษ์และการพัฒนาทรัพยากรน้ำสาธารณะ มาตรา ๗๘ (๒) กำหนดห้ามการกระทำใด ๆ ที่มีผลเป็นการเสื่อมสภาพแหล่งน้ำหรือเสื่อมประโยชน์ต่อการใช้น้ำหรือทำให้เกิดภาวะมลพิษแก่แหล่งน้ำหรือระบบนิเวศแหล่งน้ำหรือทำให้น้ำมีสภาพเป็นพิษจนน่าจะเป็นอันตรายต่อแหล่งน้ำหรือระบบนิเวศแหล่งน้ำหรือสุขภาพของบุคคล

การบริหารจัดการการเติมน้ำในระยะยาว กรมทรัพยากรน้ำบาดาลจะดำเนินงานด้านการเติมน้ำใต้ดิน โดยยึดแนวทางตามแผนยุทธศาสตร์ 20 ปี ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล (ปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 - 2580) และการจัดทำแผนแม่บทการเติมน้ำใต้ดินของประเทศ เพื่อเป็นกรอบแนวทางในการขับเคลื่อนให้บรรลุวัตถุประสงค์ ตามแผนยุทธศาสตร์ชาติ โดยในแผนแม่บทจะต้องจำแนกและบ่งชี้พื้นที่ที่มีความเหมาะสม มีแผนกลยุทธ์ และวิธีการการเติมน้ำใต้ดินที่เหมาะสม ในพื้นที่ต่าง ๆ ตลอดจนระบุภารกิจของหน่วยงานรับผิดชอบ หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปปฏิบัติได้ เช่น แผนการเติมน้ำของประเทศ แผนที่ความเหมาะสมในขั้นที่ 1 และ 2 ในพื้นที่ต่าง ๆ ตามสภาพอุทกธรณีวิทยา เช่น แอ่งน้ำบาดาลต่าง ๆ ภาคเหนือตอนบน ภาคกลางตอนบน ภาคกลางตอนล่าง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ลุ่มน้ำ โขง ชี มูล) ภาคตะวันออกและตะวันตก และภาคใต้ เป็นต้น ประสานงานกับหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน เพื่อนำความรู้และประสบการณ์ด้านการการเติมน้ำใต้ดินมาพัฒนาให้เกิดประโยชน์สูงสุด และยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล. (2554). รายงานฉบับสมบูรณ์ ศึกษาทดลองเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินผ่านระบบสระน้ำ พื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือตอนล่าง จังหวัดพิษณุโลก สุโขทัย และพิจิตร: ศูนย์วิจัยน้ำบาดาล คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล. (2560). รายงานฉบับสมบูรณ์ การศึกษาสำรวจและออกแบบโครงการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลเพื่อแก้ไขปัญหาภัยแล้งและปัญหาการลดระดับน้ำของชั้นน้ำบาดาล 2 แห่ง: บริษัท เอส เอ็น ที คอนซัลแตนท์ จำกัด.

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล. (2560). รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาทดลองเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นในพื้นที่รับผิดชอบของสำนักทรัพยากรน้ำบาดาล 12 เขต: กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล. (2561). รายงานสถานการณ์น้ำบาดาลประเทศไทย ประจำปี พ.ศ. 2561

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล. (2562). คู่มือเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น: กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

A.J. Smith and D.W. Pollock, (2010), Artificial Recharge Potential of the Perth Region Superficial Aquifer: Lake Preston to Moore River, CSIRO: Water for a Healthy Country National Research Flagship.

American Society of Civil Engineers (ASCE). (2001). Standard Guidelines for Artificial Recharge of Ground Water, Environmental and Water Resources Institute, United States of America.

Central Ground Water Board Ministry of Water Resources, (2000), Guide on Artificial Recharge to Ground Water, New Delhi.

Declan Page, Elise Bekele, Joanne Vanderzalm and Jatinder Sidhu, (2018), Managed Aquifer Recharge (MAR) in Sustainable Urban Water Management, Water 2018, 10, 239.

Fanny Dupont, (2018), Managed Aquifer Recharge (MAR) Suitability maps and standardized suitability index, the case study of the Occitanie region (South France), Internship report, International Groundwater Resources Assessment Centre, Wageningen University and Research.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Peter Dillon, Declan Page, Joanne Vanderzalm and Devinder Chadha, (2013), Water Quality Considerations in Managed Aquifer Recharge: from Artificial Recharge to Managed Aquifer Recharge in India, Journal of Groundwater Research, Vol.2/2, December 2013.

Ralf Topper, Peter E. Barkmann, David A. Bird, and Matthew A. Sares, (2004), ARTIFICIAL RECHARGE OF GROUND WATER IN COLORADO – A Statewide Assessment, Environmental

Geology 13, Colorado Geological Survey, Division of Minerals and Geology, Department of Natural Resources Denver, Colorado.

Ralf Topper, Peter E. Barkmann, David A. Bird, and Matthew A. Sares, (2009), AUSTRALIAN GUIDELINES FOR WATER RECYCLING: MANAGING HEALTH ANDENVIRONMENTAL RISKS (PHASE 2) Stormwater Harvesting and Reuse, National Water Quality Management Strategy, Document No 23, July 2009, Natural Resource Management Ministerial Council, Environment Protection and Heritage Council and National Health and Medical Research Council.

Stefan Catalin, (2014), Groundwater vulnerability in Vietnam and innovative solutions for sustainable exploitation, Journal of Vietnamese Environment, Vol. 6, No. 1, pp. 13-21.

Tushaar Shah, (2008), India's Master Plan for Groundwater Recharge: An Assessment and Some Suggestions for Revision, Economic and political weekly, December 2008, DOI: 10.2307/40278311.

Wang, W., Zhou, Y., Sun, X. and Wang, W., (2014), Development of Managed Aquifer Recharge in China, Boletín Geológico y Minero, 125 (2): 227-233, ISSN: 0366-0176.

คณะอนุกรรมการเติมน้ำใต้ดิน
(ตามคำสั่งกรมทรัพยากรน้ำบาดาลที่ 6/2562 ลงวันที่ 24 ตุลาคม 2562)

1.	รศ.ดร.วิโรจ อิ่มพิทักษ์	ที่ปรึกษาและอนุกรรมการ
2.	รศ.ดร.สุจริต คูณธนกุลวงศ์	ที่ปรึกษาและอนุกรรมการ
3.	รศ.ดร.เกรียงศักดิ์ ศรีสุข	ที่ปรึกษาและอนุกรรมการ
4.	รศ.ดร.เจษฎา แก้วกัลยา	ที่ปรึกษาและอนุกรรมการ
5.	นางสาวสมคิด บัวเพ็ง	ที่ปรึกษาและอนุกรรมการ
6.	อธิบดีกรมทรัพยากรน้ำบาดาล	ประธานอนุกรรมการ
7.	รองอธิบดีกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ที่อธิบดีกรมทรัพยากรน้ำบาดาลมอบหมาย	รองประธานอนุกรรมการ
8.	รศ.ดร.ธัญญูะ เกียรติวัฒน์	อนุกรรมการ
9.	ผู้แทนสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ	อนุกรรมการ
10.	อธิบดีกรมทรัพยากรน้ำ หรือผู้แทน	อนุกรรมการ
11.	อธิบดีกรมป่าไม้ หรือผู้แทน	อนุกรรมการ
12.	อธิบดีกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช หรือผู้แทน	อนุกรรมการ
13.	อธิบดีกรมทรัพยากรธรณี หรือผู้แทน	อนุกรรมการ
14.	อธิบดีกรมพัฒนาที่ดิน หรือผู้แทน	อนุกรรมการ
15.	อธิบดีกรมชลประทาน หรือผู้แทน	อนุกรรมการ
16.	อธิบดีกรมส่งเสริมการปกครองส่วนท้องถิ่น หรือผู้แทน	อนุกรรมการ
17.	อธิบดีกรมโยธาธิการและผังเมือง หรือผู้แทน	อนุกรรมการ
18.	อธิบดีกรมควบคุมมลพิษ หรือผู้แทน	อนุกรรมการ
19.	อธิบดีกรมธนารักษ์ หรือผู้แทน	อนุกรรมการ
20.	เลขาธิการสำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม หรือผู้แทน	อนุกรรมการ
21.	ผู้อำนวยการสำนักอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล	อนุกรรมการ และเลขานุการ
22.	ผู้อำนวยการส่วนฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล สำนักอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล	อนุกรรมการ และผู้ช่วยเลขานุการ

แนวทางการเติมน้ำใต้ดินของประเทศไทย

ที่ปรึกษา

1. นายศักดิ์ดา	วิเชียรศิลป์	อธิบดีกรมทรัพยากรน้ำบาดาล
2. นางอรนุช	หล่อเพ็ญศรี	รองอธิบดีกรมทรัพยากรน้ำบาดาล
3. นายกุศล	โชติรัตน์	รองอธิบดีกรมทรัพยากรน้ำบาดาล
4. รศ.ดร.เกรียงศักดิ์	ศรีสุข	ที่ปรึกษาและอนุกรรมการเติมน้ำใต้ดิน
5. นางสาวสมคิด	บัวเพ็ง	ที่ปรึกษาและอนุกรรมการเติมน้ำใต้ดิน
6. รศ.ดร.สุจริต	คูณธนกุลวงศ์	ที่ปรึกษาและอนุกรรมการเติมน้ำใต้ดิน

คณะผู้จัดทำ

1. นายบรรจง	พรมจันทร์	ผู้อำนวยการสำนักอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล
2. นายสุรินทร์	วรกิจธำรง	ผู้อำนวยการสำนักพัฒนาน้ำบาดาล
3. นางวาสนา	สาทถาพร	นักธรณีวิทยาชำนาญการพิเศษ
4. นายไฉน	รินแก้ว	นักธรณีวิทยาชำนาญการพิเศษ
5. นางจรินยา	ฉิมพาลี	นักธรณีวิทยาชำนาญการ
6. นางสาวมนัสวี	เฮงสุวรรณ	นักธรณีวิทยาชำนาญการ
7. นางสาวศิริลักษณ์	หล่อชื่นวงศ์	นักธรณีวิทยาชำนาญการ
8. นายคณุตม์	พลดุล	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ
9. นางสาวสุภาวดี	พานทอง	วิศวกรชำนาญการ
10. นายสำเนาว์	อินทร์สุวรรณ	นายช่างเครื่องกลชำนาญงาน
11. นางสาวพุธิตา	ตั้งกิจวนิชกุล	วิศวกรปฏิบัติการ
12. นางสาวปุณยวีร์	อินทรักษา	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนปฏิบัติการ
13. นายภูมิภัทร	กล้าหาญ	นักธรณีวิทยา
14. นายวีรชาติ	เติบกายา	นักธรณีวิทยา
15. นางสาวชไมพร	สุวรรณนิมิต	นักวิชาการแผนที่และภาพถ่าย

แนวทางการเติมน้ำใต้ดินของประเทศไทย
http://bit.ly/30L2asj

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล
เลขที่ 26/83 ซอยท่านผู้หญิงพหล (ซอยงามวงศ์วาน 54)
ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
www.dgr.go.th | Badan4Thai | 1310 กด 4

พิมพ์ครั้งที่ 1 มกราคม 2563 จำนวน 1,500 เล่ม
สถานที่พิมพ์ โรงพิมพ์กรุงเทพ 02-642-7272