เอกสารประกอบการอบรม

"แนวทางการเติมน้ำฝนลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินระดับตื้นของภาคอุตสาหกรรม"

ภายใต้โครงการอุตสาหกรรมเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น

กองทุนพัฒนาน้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

สถาบันน้ำและสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

การอบรมให้ความรู้ (ออนไลน์)

แนวทางการเติมน้ำฝนลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินระดับตื้นของภาคอุตสาหกรรม ภายใต้โครงการอุตสาหกรรมเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น

วันที่ 26 ตุลาคม 2564 พื้นที่สำนักทรัพยากรน้ำบาลเขต เขต 11 (อุบลราชธานี)

ผ่านระบบประชุมออนไลน์ Zoom

Download
เอกสารประกอบการอบรมฯ

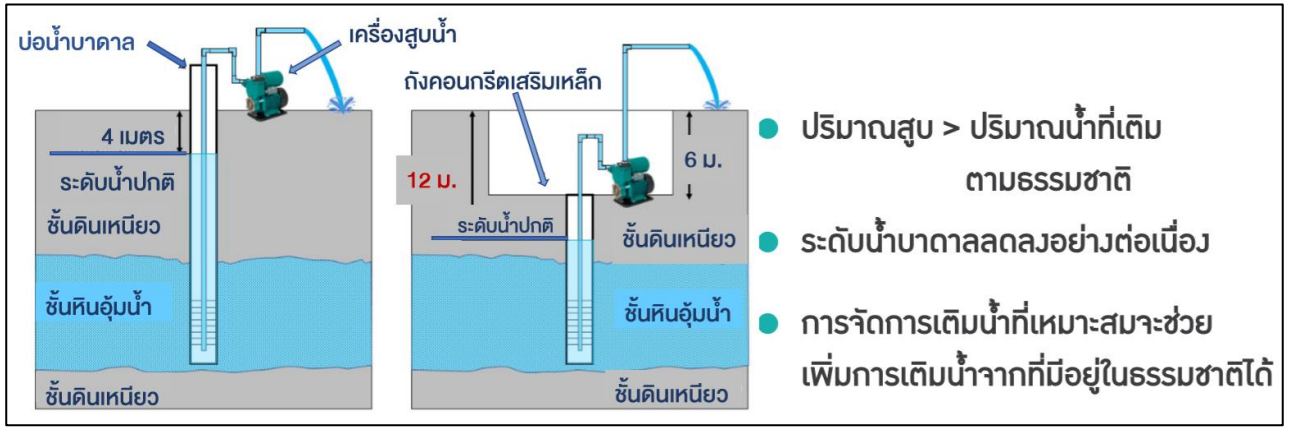
หน่วยงานสนับสนุนโครงการ : กองทุนพัฒนาน้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

หน่วยงานดำเนินงาน : สถาบันน้ำและสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

กำหนดการอบรมให้ความรู้ (ออนไลน์)

09.00-09.30 น.	**เข้าระบบและลงทะเบียนเข้าอบรม**
09.30-10.00 น.	**กล่าวเปิดอบรม** โดยนายเกรียงศักดิ์ เห็นกลาง ผู้อำนวยการสำนักทรัพยากรน้ำบาดาลเขต 11 (อุบลราชธานี) **ชี้แจงที่มาและวัตถุประสงค์การจัดฝึกอบรม** โดย นางสรวงระวี คุณธนกาญจน์ ผู้เชี่ยวชาญ 1 สถาบันน้ำและสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (ที่ปรึกษาโครงการ)
10.00-10.30 น.	**ลักษณะพื้นที่และแนวทางการประเมินความเหมาะสมการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นเบื้องต้น** โดย นายสงวนศักดิ์ สังขบูรณ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านอุทกธรณีวิทยา
10.30-12.00 น.	**การจัดการเติมน้ำใต้ดินในประเทศไทย แนวทางการประยุกต์แนวทางการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นในภาคอุตสาหกรรม และข้อเสนอแนะต่อแนวทางการเติมน้ำฝนลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินระดับตื้นในพื้นที่อุตสาหกรรม** โดย นายธีรศักดิ์ ตั้งสุทธินนท์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการน้ำบาดาลและบ่อ
12.00-13.30 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.30-15.00 น.	**แนวทางการพิจารณาประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นในพื้นที่อุตสาหกรรม** โดย ผศ.ดร.โกวิท สุวรรณหงส์ รองคณบดีฝ่ายบริการวิชาการและนวัตกรรม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
15.00 น.	ปิดการอบรม

ที่มาของโครงการ...



แผนภาพแสดงการลดตัวลงของระดับน้ำใต้ดิน
(อ้างอิงที่มาภาพ : ดร. ทัศนีย์ เนตรทัศน์ กรมทรัพยากรน้ำบาดาล)

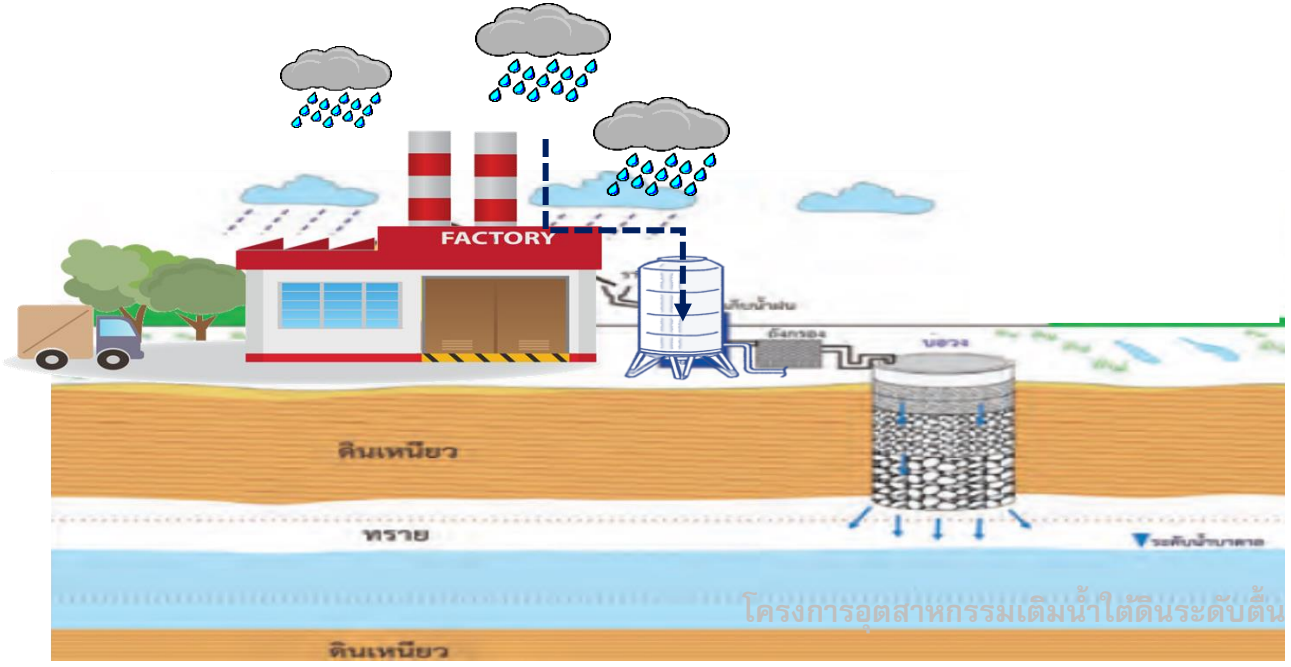
วัตถุประสงค์

- ❑ พัฒนารูปแบบการเก็บน้ำฝนจากพื้นที่โรงงานเติมลงสู่ใต้ดินระดับตื้น (ไม่เกิน 15 เมตร)
- ❑ ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมจากการเติมน้ำ
- ❑ ส่งเสริม CSR ภาคอุตสาหกรรมในการเพิ่มความชุ่มชื้นของดิน และการรักษาระดับน้ำใต้ดินในระยะยาว

ภาคอุตสาหกรรม...ร่วมเป็นส่วนหนึ่งของสังคม...

เก็บน้ำฝนส่วนเกินในหน้าฝน เติมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินระดับตื้น (ไม่เกิน 15 เมตร) เพื่อฟื้นฟูและยกระดับน้ำใต้ดินให้สูงขึ้น และรักษาสมดุลน้ำบาดาลตามธรรมชาติ

กลุ่มเป้าหมาย โรงงานทั่วประเทศ
รับสมัครและคัดเลือกเพื่อฒนาโรงงานต้นแบบ
ไม่น้อยกว่า 45 แห่ง



ขั้นตอนการดำเนินโครงการ

1

แต่งตั้งคณะทำงาน
+ กำหนดเกณฑ์การคัดเลือก
พื้นที่ / โรงงาน

2

ประชาสัมพันธ์รับสมัคร
โรงงาน และคัดเลือก
โรงงานต้นแบบ

1. **รอบที่ 1 (เบื้องต้น) :** 300 แห่ง
2. **รอบที่ 2 (ตัวแทน) :** 100 แห่ง

3

พัฒนารูปแบบ
ระบบรองรับน้ำฝน

4

อบรมแนวทาง
การเติมน้ำฝนสู่
ชั้นน้ำใต้ดินระดับตื้น

12 พื้นที่ พื้นที่ละ 50 คน
(ตามสำนักทรัพยากรน้ำบาลเขต)

ครั้งที่ 1 : สำรวจ ประเมินสภาพพื้นที่ (ก่อนดำเนินงาน)
ครั้งที่ 2 : วิเคราะห์ข้อมูล และจัดทำรูปแบบระบบรวบรวมน้ำฝน
ครั้งที่ 3 – 4 : ก่อสร้างระบบรองรับน้ำฝนและบ่อสังเกตการณ์
ครั้งที่ 5 : เก็บตัวอย่าง - วิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลง

5

ประเมินการเปลี่ยนแปลง
สภาพแวดล้อมในพื้นที่
และรอบข้าง

6

ถอดบทเรียน
+
สัมมนาเผยแพร่การ
ดำเนินงาน

ม.ค. 63 – ก.พ. 63 | ก.พ.-พ.ย. 63 | ก.พ.– ธ.ค. 64 | ต.ค.-พ.ย. 64 | ธ.ค. 64 | ธ.ค. 64–ม.ค. 65

*ระยะเวลา 753 วัน (10 ม.ค. 63- 31 ม.ค. 65)

กิจกรรม : การอบรมให้ความรู้

แนวทางการเติมน้ำฝนลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินระดับตื้นของภาคอุตสาหกรรม”
ภายใต้โครงการอุตสาหกรรมเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น

01

ให้ความรู้ สร้างความเข้าใจถึงรูปแบบ แนวทางการเติมน้ำฝนลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินระดับตื้น สำหรับพื้นที่อุตสาหกรรม หรือพื้นที่อื่นที่มีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกัน

02

รับฟังความคิดเห็นต่อแนวทางการเติมน้ำฝนลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินระดับตื้นของภาคอุตสาหกรรม เพื่อไปพัฒนาและปรับปรุงให้มีความสมบูรณ์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในแต่ละพื้นที่ แต่ละกลุ่มอุตสาหกรรมได้อย่างเหมาะสม

รูปแบบการจัดกิจกรรมและตารางการฝึกอบรม

- การอบรมผ่านระบบประชุมออนไลน์ ผ่านระบบ Zoom
- จำนวน 12 ครั้ง (พื้นที่สำนักงานทรัพยากรน้ำบาลเขต)

วันที่จัดอบรม	สำนักทรัพยากรน้ำบาลเขต	ครอบคลุมจังหวัด
12-ต.ค.-64	เขต 5 (นครราชสีมา)	นครราชสีมา ชัยภูมิ บุรีรัมย์ สุรินทร์
15-ต.ค.-64	เขต 4 (ขอนแก่น)	ขอนแก่น กาฬสินธุ์ มหาสารคาม เลย หนองบัวลำภู
22-ต.ค.-64	เขต 10 (อุดรธานี)	อุดรธานี นครพนม มุกดาหาร สกลนคร หนองคาย บังกาฬ
26-ต.ค.-64	เขต 11 (อุบลราชธานี)	อุบลราชธานี ยโสธร ร้อยเอ็ด ศรีสะเกษ อำนาจเจริญ
27-ต.ค.-64	เขต 9 (ระยอง)	ระยอง จันทบุรี ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ตราด สระแก้ว
29-ต.ค.-64	เขต 12 (สงขลา)	สงขลา นราธิวาส ปัตตานี พัทลุง ยะลา สตูล

วันที่จัดอบรม	สำนักทรัพยากรน้ำบาลเขต	ครอบคลุมจังหวัด
2-พ.ย.-64	เขต 6 (ตรัง)	ตรัง กระบี่ ชุมพร นครศรีธรรมราช พังงา ภูเก็ต ระนอง สุราษฎร์ธานี
4-พ.ย.-64	เขต 7 (กำแพงเพชร)	กำแพงเพชร ตาก พิจิตร พิษณุโลก สุโขทัย อุตรดิตถ์
9-พ.ย.-64	เขต 2 (สุพรรณบุรี)	สุพรรณบุรี กาญจนบุรี ชัยนาท นครสวรรค์ นนทบุรี ปทุมธานี สิงห์บุรี พระนครศรีอยุธยา อ่างทอง อุทัยธานี
12-พ.ย.-64	เขต 1 (ลำปาง)	ลำปาง เชียงราย เชียงใหม่ น่าน พะเยา แพร่ แม่ฮ่องสอน ลำพูน
16-พ.ย.-64	เขต 8 (ราชบุรี)	ราชบุรี ประจวบคีรีขันธ์ นครปฐม เพชรบุรี สมุทรปราการ สมุทรสงคราม สมุทรสาคร
19-พ.ย.-64	เขต 3 (สระบุรี)	สระบุรี นครนายก ปราจีนบุรี เพชรบูรณ์ ลพบุรี

สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

ชั้น 8 อาคารปฏิบัติการเทคโนโลยีเชิงสร้างสรรค์ (มทรก.)

เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร 10120

www.fti.or.th

โทรศัพท์ : 02 345 1000

@WEIS

Scan me

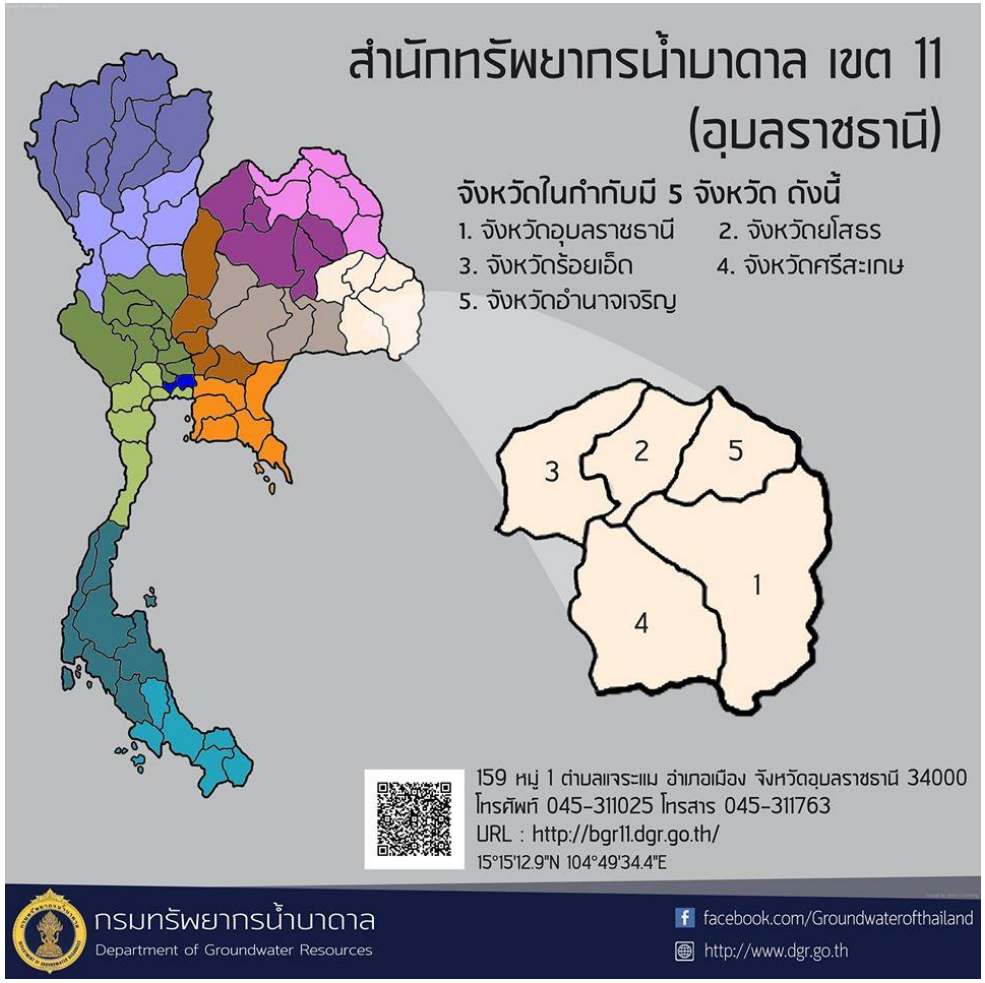
การอบรมให้ความรู้ (ออนไลน์)

แนวทางการประเมินความเหมาะสม ในการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นในภาคอุตสาหกรรม

นายสงวนศักดิ์ สังขบูรณ์
ผู้เชี่ยวชาญด้านอุทกธรณีวิทยา

หน่วยงานสนับสนุนโครงการ : กองทุนพัฒนาน้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล
หน่วยงานดำเนินงาน : สถาบันน้ำและสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

ขอบเขตความรับผิดชอบของ
<u>สำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 11</u> (อุบลราชธานี) :
จังหวัดอุบลราชธานี ยโสธร ร้อยเอ็ด ศรีสะเกษ อำนาจเจริญ
อยู่ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ



หัวข้อการบรรยาย

แนวทางการประเมินความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น

1. แนวทางการประเมินความเหมาะสมฯ ด้วยการประยุกต์ใช้ **ข้อมูลแผนที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดิน** *(ข้อมูลทุติยภูมิจากกรมทรัพยากรน้ำบาดาล)*

2. แนวทางการประเมินความเหมาะสมฯ ด้วยการประยุกต์ใช้**ข้อมูลการเจาะสำรวจชั้นดินในภาคสนาม** *(ข้อมูลปฐมภูมิจากการดำเนินงานของโครงการ)*

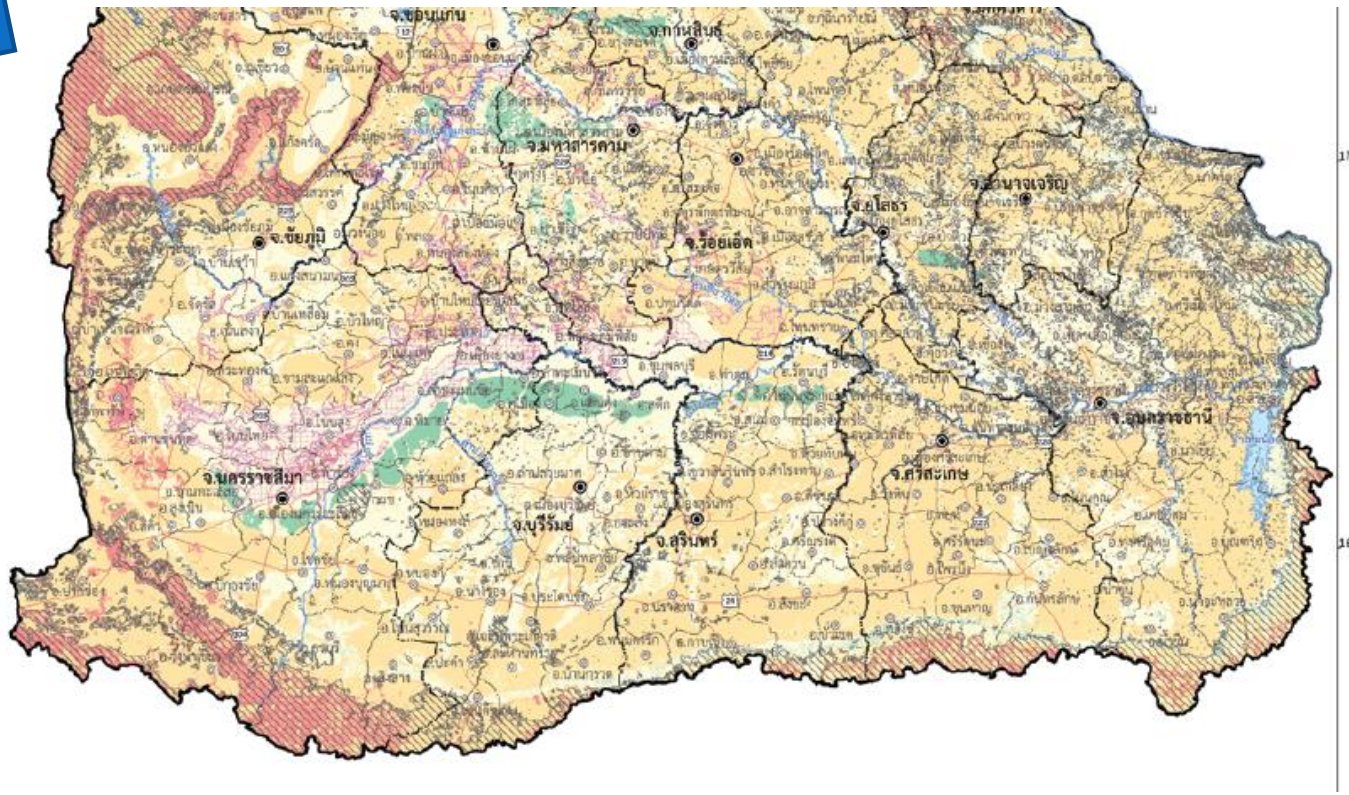
แนวทางการประเมินความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น

1. แนวทางการประเมินความเหมาะสมฯ ด้วยการประยุกต์ใช้ **ข้อมูลแผนที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดิน** พิจารณาจาก

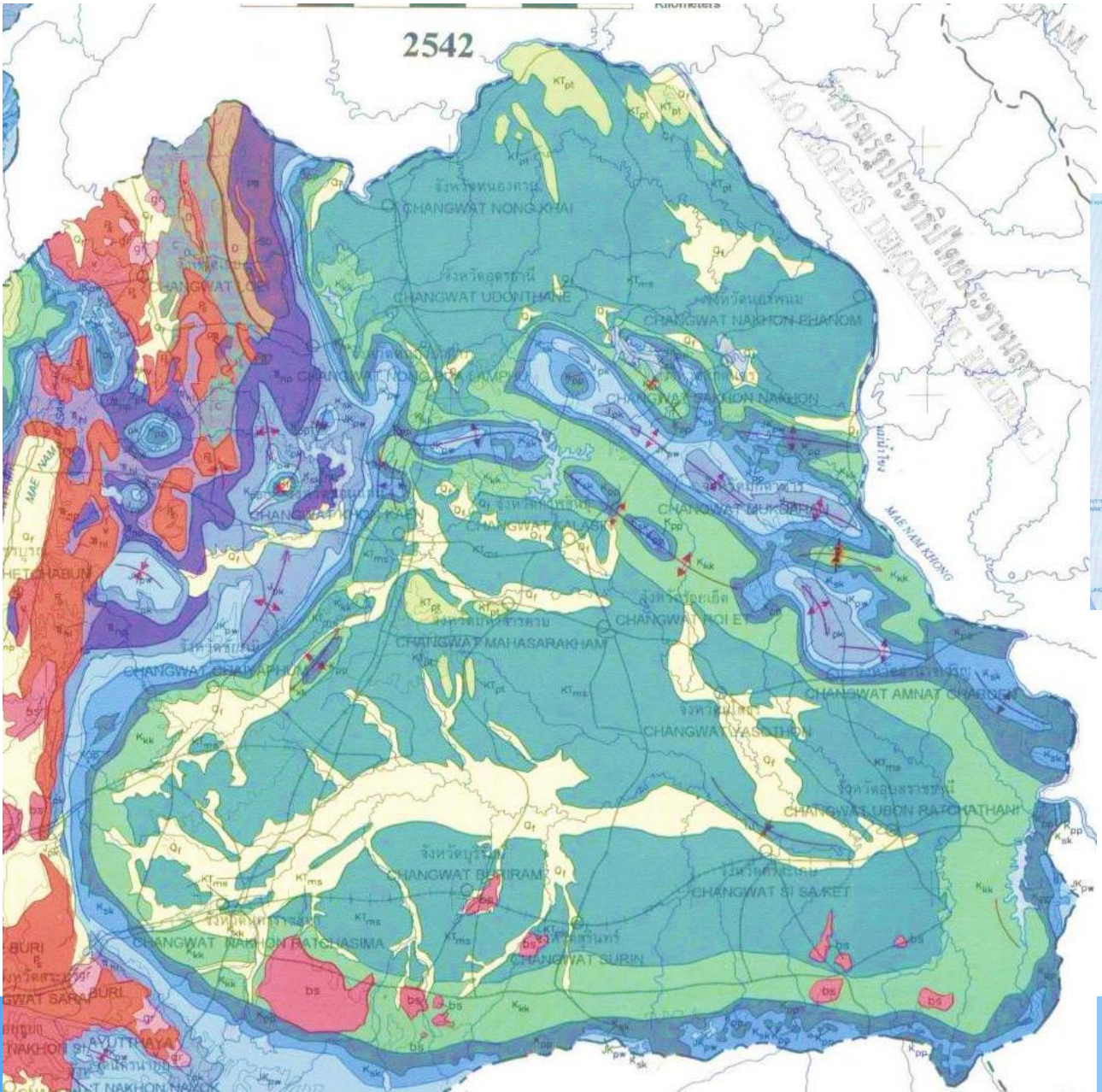
   - การประยุกต์ใช้ข้อมูลแผนที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดิน *(ข้อมูลทุติยภูมิจากกรมทรัพยากรน้ำบาดาล)* ควบคู่กับ
   - ข้อมูลลักษณะธรณีวิทยาจากแผนที่ธรณีวิทยาของพื้นที่ *(ข้อมูลทุติยภูมิจากกรมทรัพยากรธรณี)* เพื่อบรรยายถึงชั้นตะกอนระดับตื้น

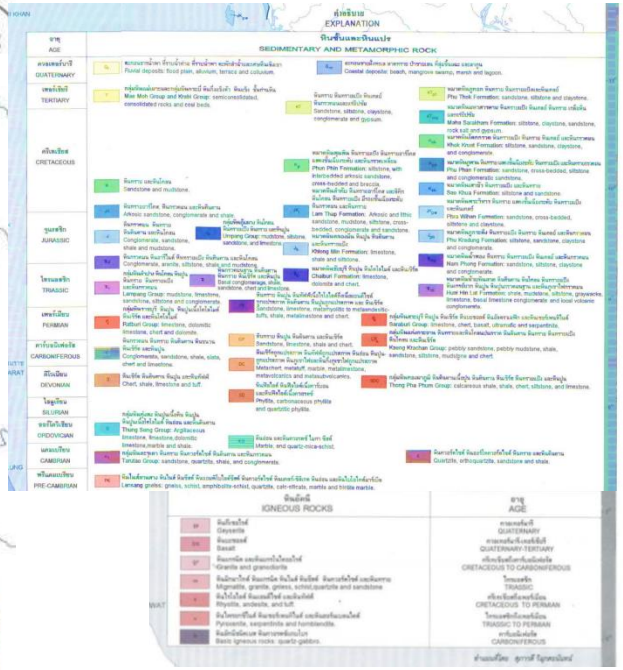
1. การประยุกต์ใช้ข้อมูลแผนที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดิน

แผนที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2563)



2. ลักษณะทางธรณีวิทยาของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

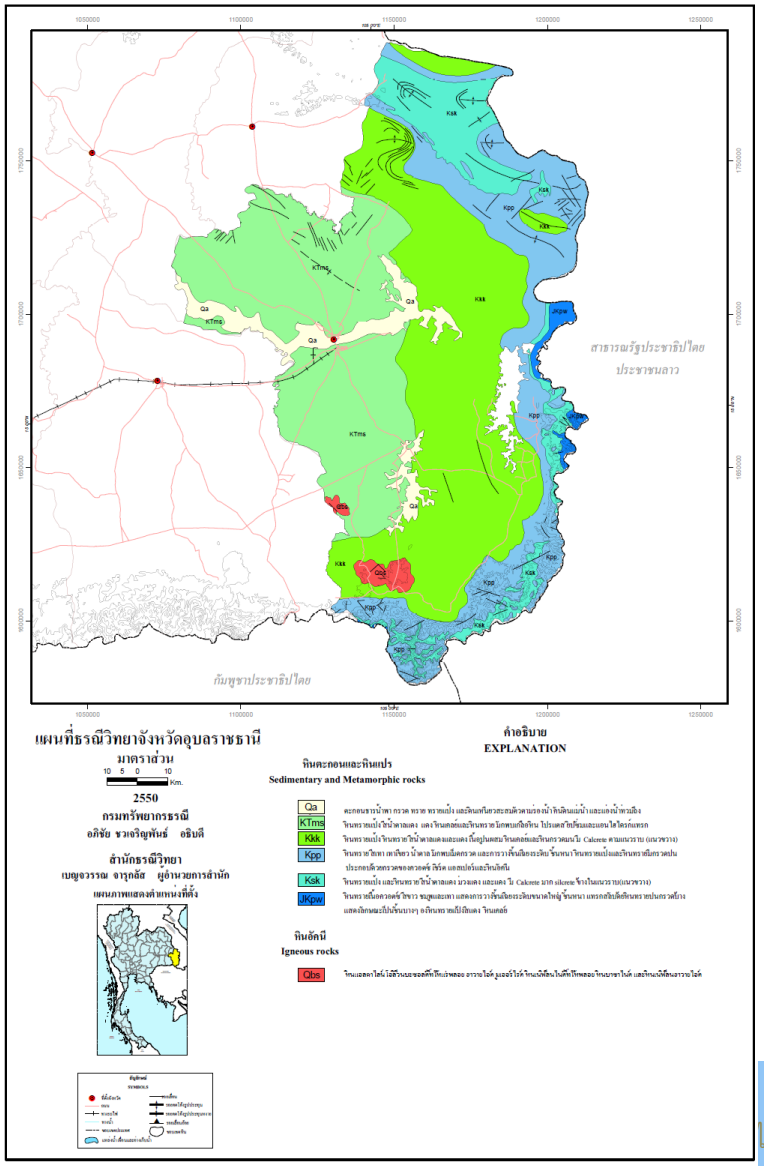




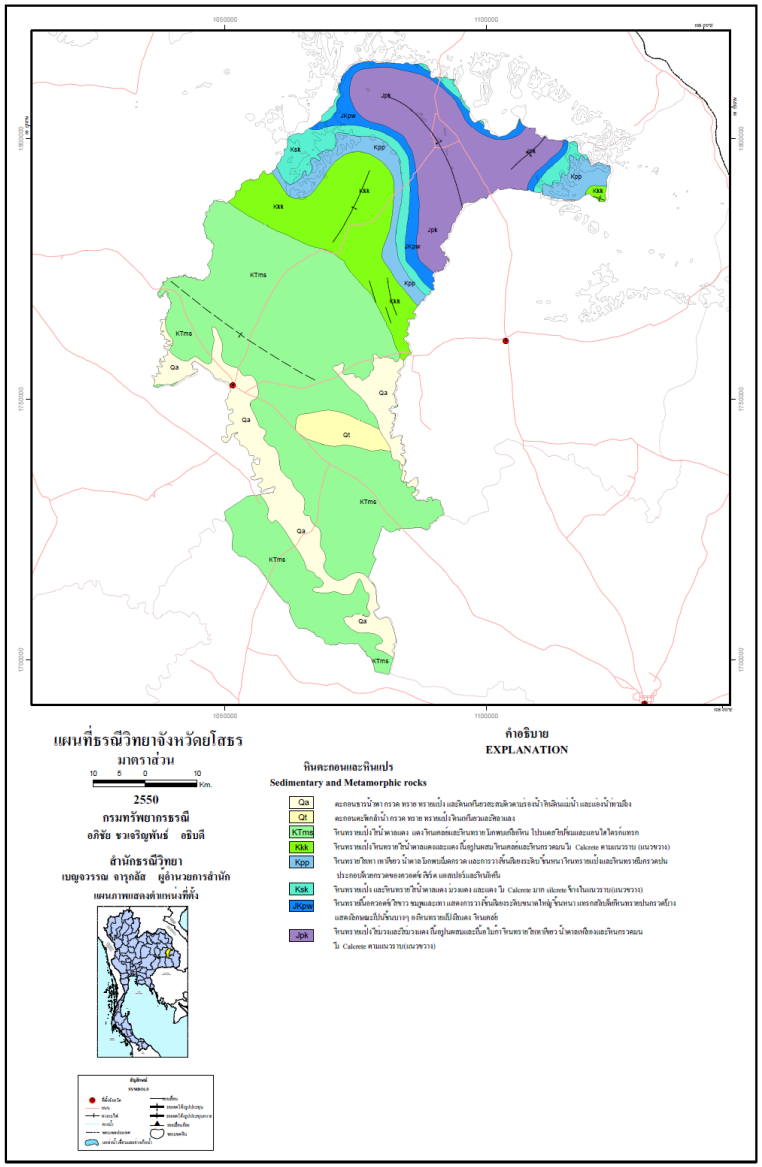
ที่มา: แผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย มาตราส่วน 1:2,500,000 จัดทำโดย กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ลักษณะทางธรณีวิทยาของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

(อุบลราชธานี)

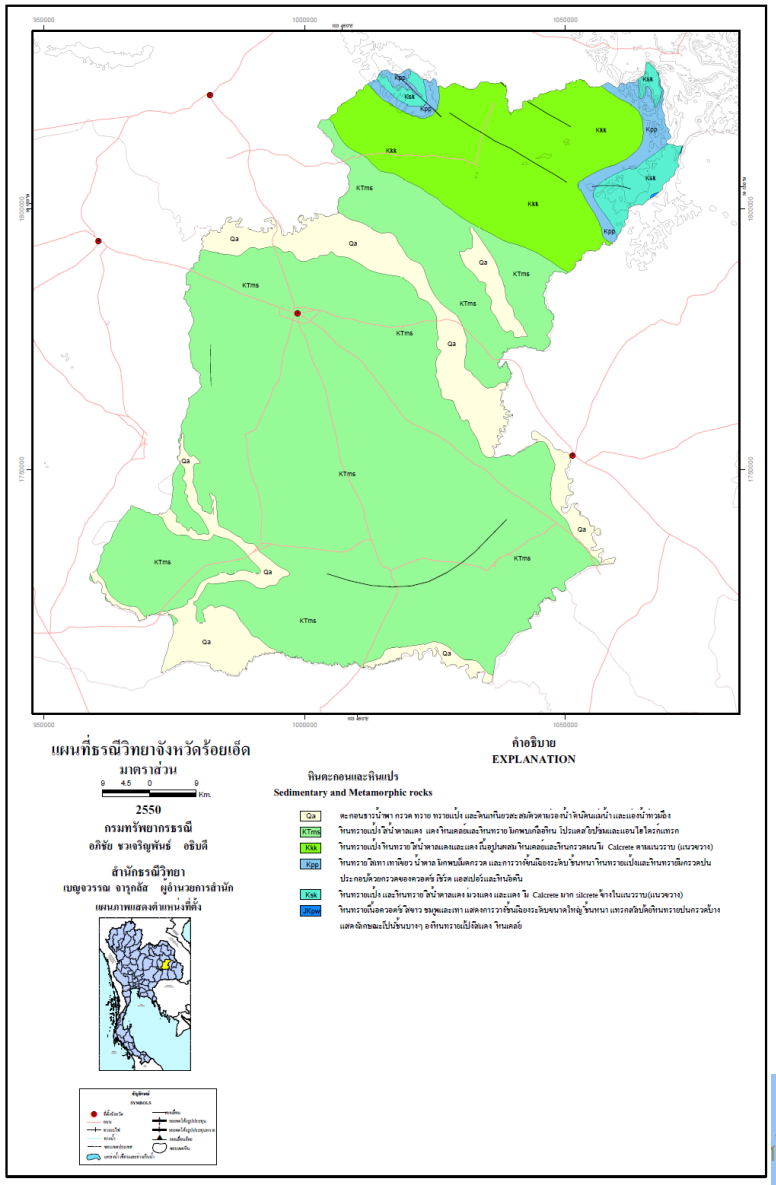


(ยโสธร)

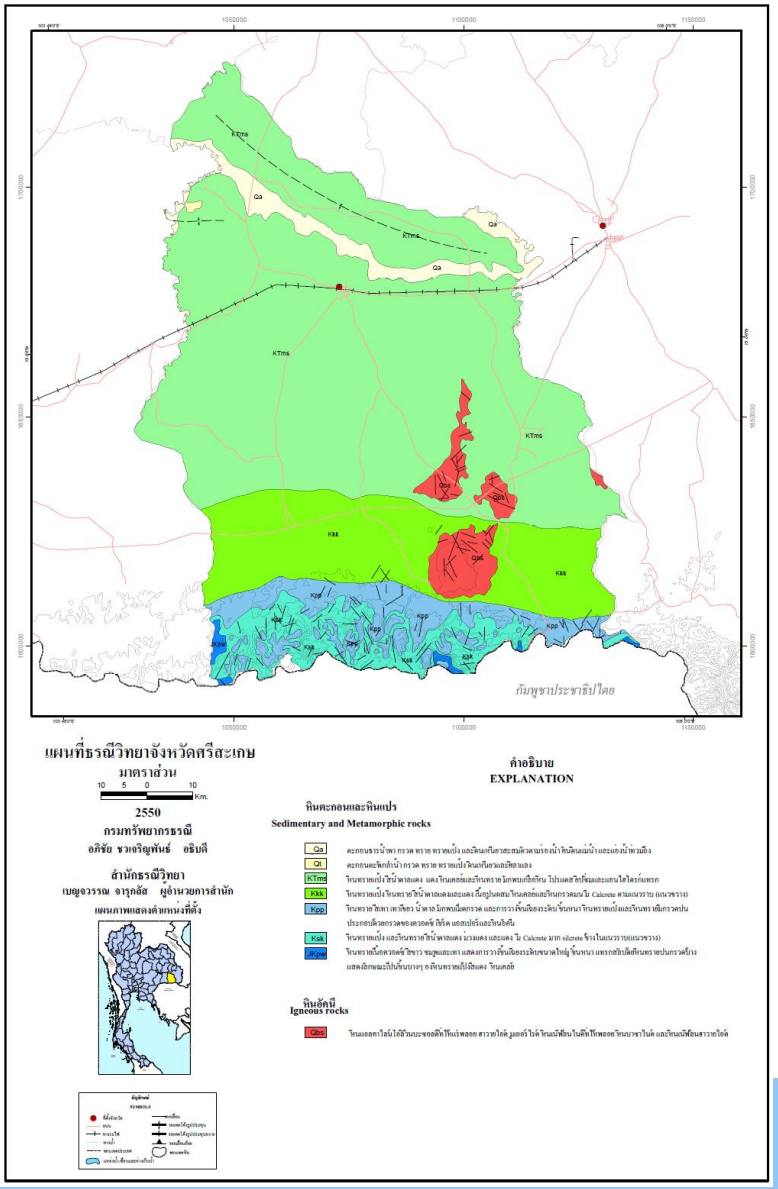


ลักษณะทางธรณีวิทยาของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

(ร้อยเอ็ด)

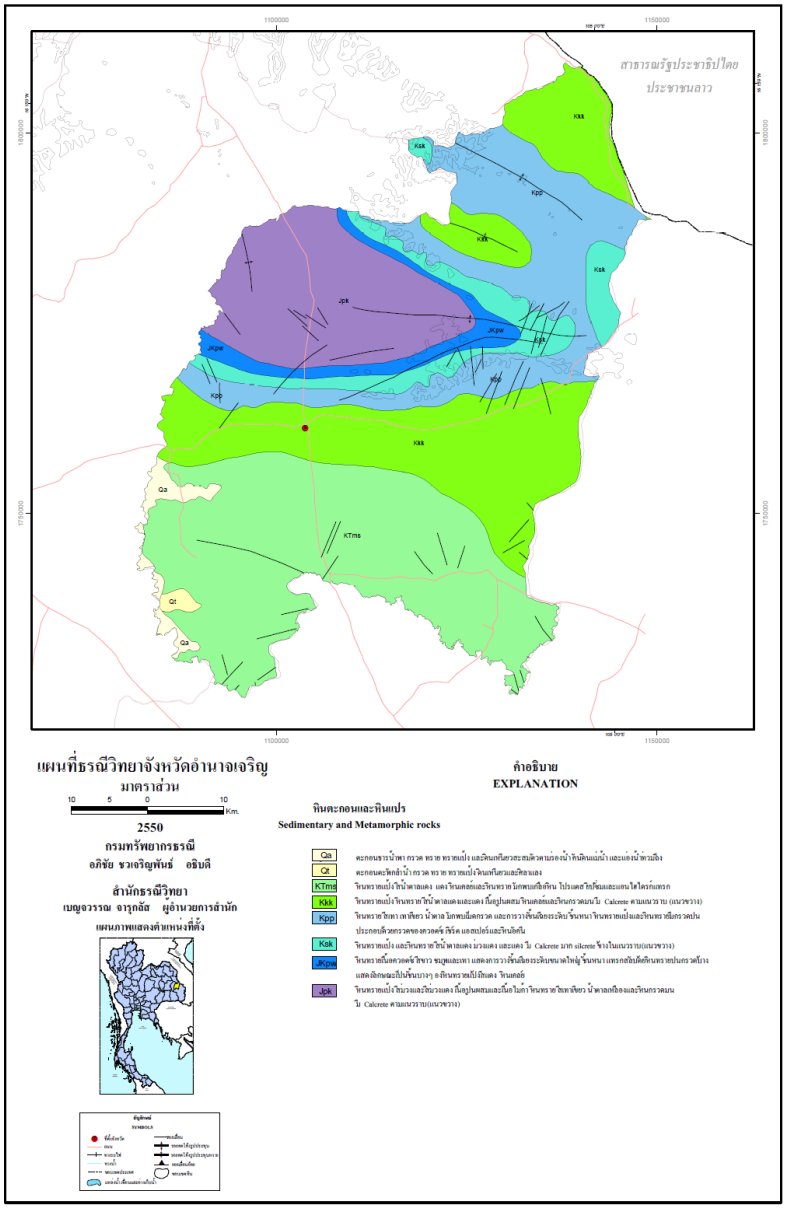


(ศรีสะเกษ)



ลักษณะทางธรณีวิทยาของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

(อำนาจเจริญ)



2. การประยุกต์ใช้ข้อมูลการเจาะสำรวจชั้นดินในภาคสนาม

- การเจาะสำรวจชั้นดินและทดสอบค่าการยอมให้น้ำซึมผ่านได้ของชั้นดิน

การประยุกต์ใช้ข้อมูลการเจาะสำรวจชั้นดินในภาคสนาม

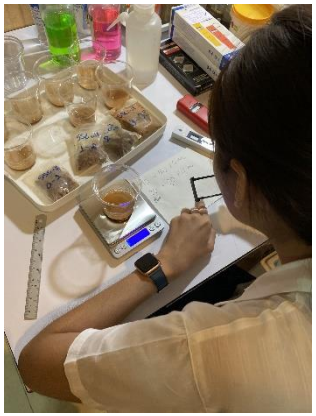
1. การเจาะสำรวจชั้นดินในภาคสนามด้วยอุปกรณ์การเจาะแบบสว่านมือหมุน

- ดำเนินการโดยใช้หัวสว่านเจาะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-4 นิ้ว
- ทำการเจาะสำรวจชั้นดินที่ความลึกประมาณ 5 เมตร แต่อาจเจาะได้ตื้นกว่าเมื่อเจาะพบชั้นหินดาน ชั้นหินผุ ชั้นกรวดทราย หรือชั้นทรายที่อิ่มตัวด้วยน้ำ *(ตัวแปรด้านธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยาที่มีอิทธิพลต่อความลึกของหลุมเจาะในพื้นที่แต่ละแห่ง ซึ่งมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป : ชนิดดินและความแน่นของชั้นดิน และระดับน้ำใต้ดิน)*

การประยุกต์ใช้ข้อมูลการเจาะสำรวจชั้นดินในภาคสนาม

2. การทดสอบค่าการยอมให้น้ำซึมผ่านได้ของชั้นดินในหลุมเจาะในภาคสนาม

- เพื่อทดสอบอัตราการยุบตัวของระดับน้ำโดยเฉลี่ยรวมในหลุมเจาะ
- ดำเนินการโดยการกรอกน้ำให้เต็มหลุมเจาะ แล้ววัดค่าการยุบตัวของระดับน้ำจากผิวดินทุกๆ 5 นาที (รวม 20 นาที)
- นอกจากนี้ ทำการตรวจวัดค่าความชื้นของชั้นผิวดินในภาคสนาม พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างดินทุกๆ ความลึก 1 เมตร เพื่อตรวจวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้าจำเพาะ (Electric Conductivity, EC) ในห้องปฏิบัติการ



ตัวอย่างอุปกรณ์การตรวจวัดค่าความชื้นที่จุดเจาะสำรวจในภาคสนาม ตัวอย่างการตรวจวัดค่า pH และ Ec ของตัวอย่างดินในห้องปฏิบัติการ

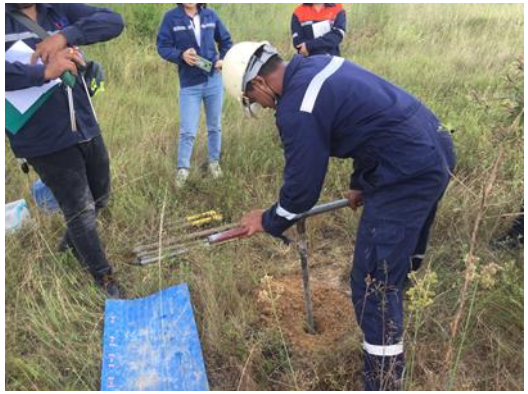
3. การวิเคราะห์ข้อมูลการเจาะสำรวจชั้นดินในภาคสนาม

- นำข้อมูลการเจาะสำรวจชั้นดิน และข้อมูลการทดสอบค่าการยอมให้น้ำซึมผ่านได้ของชั้นดิน มาวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจว่าพื้นที่ที่ทำการเจาะสำรวจนั้นมีความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นหรือไม่ และถ้ามีความเหมาะสม ช่วงความลึกของชั้นดินที่มีความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นน่าจะอยู่ในช่วงความลึกเท่าใด ... ทั้งนี้ด้วยการพิจารณาค่าการยอมให้น้ำซึมผ่านได้ของชั้นดินเป็นปัจจัยหลัก ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ ดังกล่าวข้างต้น ได้แก่ ชนิดดิน ระดับน้ำใต้ดิน ความแตกต่างของระดับน้ำที่เติมและระดับน้ำในชั้นดิน

ตัวอย่างการเจาะสำรวจชั้นดินในภาคสนามด้วยอุปกรณ์การเจาะแบบสว่านมือหมุน (ภายใต้การดำเนินงานของโครงการ)

ตัวอย่างการเก็บตัวอย่างดิน

ตัวอย่างการตรวจวัดค่าการยุบตัวของระดับน้ำรวมในหลุมเจาะในภาคสนาม (ภายใต้การดำเนินงานของโครงการ)



ตัวอย่างแบบบันทึกข้อมูลการเจาะสำรวจชั้นดินและการทดสอบค่าการยอมให้น้ำซึมผ่านได้ของชั้นดินในภาคสนาม (ภายใต้การดำเนินงานของโครงการ)

ลักษณะชั้นดินที่เจาะได้

ความลึก (ม.)	ชั้นดิน
0 – 1	Gravelley Sand: Dark brown, Gravel (10%) grain size ranges from 10 to 20 mm, angular to subangular, poorly sorted, composed mostly of rock fragments. Sand (90%) fine to coarse grained, subangular to subrounded, poorly sorted, composed mostly of quartz with some rock fragments and mica.
1 - 2	Sand: Gray, fine to coarse grained, subangular to subrounded, moderately sorted, composed mostly of quartz with some rock fragments.
2 - 3	Clayey Sand: Gray, Clay (30%) moderately plastic. Sand (70%) fine to coarse grained, subangular to subrounded, moderately sorted, composed mostly of quartz with some rock fragments.
3 – 4	Sandy Clay: Gray, Sand (30%) fine to coarse grained, subangular to subrounded, moderately sorted, composed mostly of quartz with some rock fragments. Clay (70%) moderately plastic, red mottled.
4 - 5	Sandy Clay: Gray and reddish brown, Gravel (10%) grain size ranges from 5 to 10 mm, angular to subangular, poorly sorted, composed mostly of rock fragments. Sand (40%) fine to coarse grained, subangular to subrounded, poorly sorted, composed mostly of quartz with some rock fragments. Clay (50%) moderately plastic.

พารามิเตอร์ในภาคสนาม

ความลึก (ม.)	ค่าเฉลี่ยความเร็วน้ำซึมผ่าน (ซม./นาที)	ความชื้น	ระดับน้ำใต้ดิน (ซม.)
0 – 5	6.4	1.1	59

พารามิเตอร์ในห้องปฏิบัติการ

ความลึก (ม.)	pH	ค่าการนำไฟฟ้าจำเพาะ (µS/cm)
0 – 1	5.5	206
4 - 5	5.7	293

ตัวอย่างแบบบันทึกข้อมูลการเจาะสำรวจชั้นดินและการทดสอบค่าการยอมให้น้ำซึมผ่านได้ของชั้นดินในภาคสนาม (ภายใต้การดำเนินงานของโครงการ)

ลักษณะชั้นดินที่เจาะได้

ความลึก (ม.)	ชั้นดิน
0 – 1	Clay : Dark gray, highly plastic.
1 – 2	Clay : Dark gray, highly plastic.
2 – 3	Clay : Dark gray, highly plastic.
3 – 4	Clay : Dark gray, highly plastic.
4 - 5	Clay : Dark gray, highly plastic.

พารามิเตอร์ในภาคสนาม

ความลึก (ม.)	ค่าเฉลี่ยความเร็วน้ำซึมผ่าน (ซม./นาที)	ความชื้น	ระดับน้ำใต้ดิน (ซม.)
0 – 5	0.3	3.5	2.5

พารามิเตอร์ในห้องปฏิบัติการ

ความลึก (ม.)	pH	ค่าการนำไฟฟ้าจำเพาะ (mS/cm)
0 – 1	5.0	2.22
4 - 5	6.5	3.59

ตัวอย่างแบบบันทึกข้อมูลการเจาะสำรวจชั้นดินและการทดสอบค่าการยอมให้น้ำซึมผ่านได้ของชั้นดินในภาคสนาม (ภายใต้การดำเนินงานของโครงการ)

ลักษณะชั้นดินที่เจาะได้

ความลึก (ม.)	ชั้นดิน
0 - 1	Sand; Dark brown, fine to coarse grained, sub-angular to sub-rounded, poorly sorted, composed mostly of quartz.
1 - 2	Sand; Light brown, fine to coarse grained, sub-angular to sub-rounded, poorly sorted, composed mostly of quartz.
2 - 3	Sand; Light brown, fine to coarse grained, sub-angular to sub-rounded, poorly sorted, composed mostly of quartz.

หมายเหตุ : เมื่อเจาะถึงระดับความลึก 3 เมตร เกิดการพังของผนังหลุมเจาะจนไม่สามารถเจาะต่อได้

พารามิเตอร์ในภาคสนาม

ความลึก (ม.)	ค่าเฉลี่ยความเร็วน้ำซึมผ่าน (ซม./นาที)	ความชื้น	ระดับน้ำใต้ดิน (ซม.)
0 – 3	15.2	1.9	100

พารามิเตอร์ในห้องปฏิบัติการ

ความลึก (ม.)	pH	ค่าการนำไฟฟ้าจำเพาะ (µS/cm)
0 – 1	8.3	45
2 – 3	8.4	27

ตัวอย่างแบบบันทึกข้อมูลการเจาะสำรวจชั้นดินและการทดสอบค่าการยอมให้น้ำซึมผ่านได้ของชั้นดินในภาคสนาม (ภายใต้การดำเนินงานของโครงการ)

ลักษณะชั้นดินที่เจาะได้

ความลึก (ม.)	ชั้นดิน
0 - 1	Clayey Sand; Brown, Clay (20%) slightly plastic. Sand (80%) fine to coarse grained, sub-angular to sub-rounded, poorly sorted, composed mostly of quartz.
1 - 2	Clayey Sand; Brown, Clay (20%) slightly plastic. Sand (80%) fine to coarse grained, sub-angular to sub-rounded, poorly sorted, composed mostly of quartz.
2 - 3	Clayey Sand; Brown, Clay (10%) slightly plastic. Sand (90%) fine to very coarse grained, sub-angular to sub-rounded, poorly sorted, composed mostly of quartz with some rock fragments.
3 – 4	Clayey Sand; Brown, Clay (10%) slightly plastic. Sand (90%) fine to very coarse grained, sub-angular to sub-rounded, poorly sorted, composed mostly of quartz with some rock fragments.

หมายเหตุ : เมื่อเจาะถึงระดับความลึก 4 เมตร เกิดการพังของผนังหลุมเจาะจนไม่สามารถเจาะต่อได้

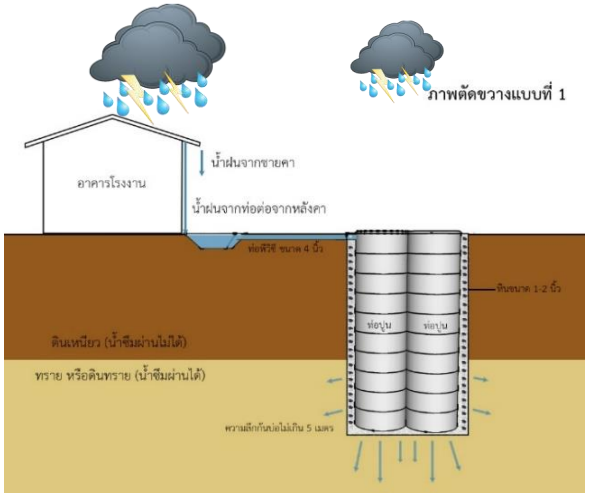
พารามิเตอร์ในภาคสนาม

ความลึก (ม.)	ค่าเฉลี่ยความเร็วน้ำซึมผ่าน (ซม./นาที)	ความชื้น	ระดับน้ำใต้ดิน(ซม.)
0 – 4	33.2	1.1	225

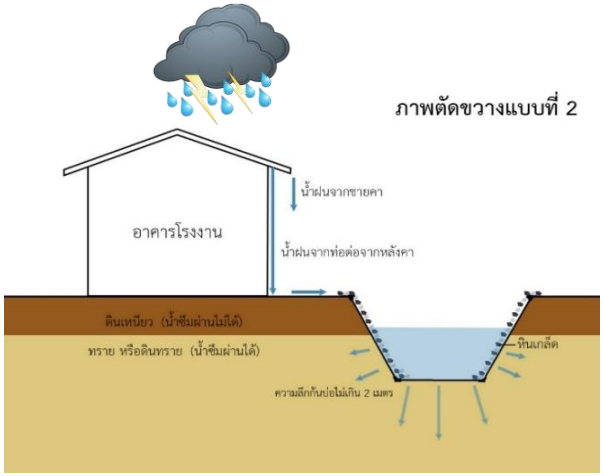
พารามิเตอร์ในห้องปฏิบัติการ

ความลึก (ม.)	pH	ค่าการนำไฟฟ้าจำเพาะ (µS/cm)
0 – 1	6.9	26
3 – 4	5.6	14

รูปแบบระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นเบื้องต้น (ภายใต้โครงการฯ)

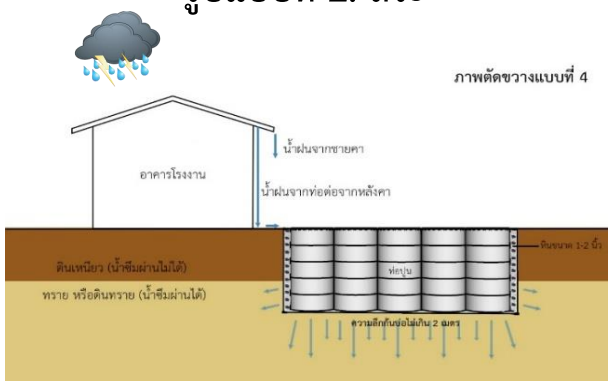


รูปแบบที่ 1: บ่อวง



รูปแบบที่ 2: สระ

รูปแบบที่ 3: ร่องปิด



รูปแบบที่ 4: บ่อวงระดับตื้น (ร่องเปิด)

ดัดแปลงจากรูปแบบมาตรฐานของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล

คำถามและข้อคิดเห็น

(แนวทางการประเมินความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น)

สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

ชั้น 8 อาคารปฏิบัติการเทคโนโลยีเชิงสร้างสรรค์ (มทรก.)

เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร 10120

www.fti.or.th

โทรศัพท์ : 02 345 1000

@WEIS
Scan me

การอบรมให้ความรู้ (ออนไลน์)

การจัดการเติมน้ำใต้ดินในประเทศไทย และการการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นในภาคอุตสาหกรรม

นายธีรศักดิ์ ตั้งสุทธินนท์

ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการน้ำบาดาลและบ่อ

หน่วยงานสนับสนุนโครงการ : กองทุนพัฒนาน้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

หน่วยงานดำเนินงาน : สถาบันน้ำและสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

หัวข้อการบรรยาย

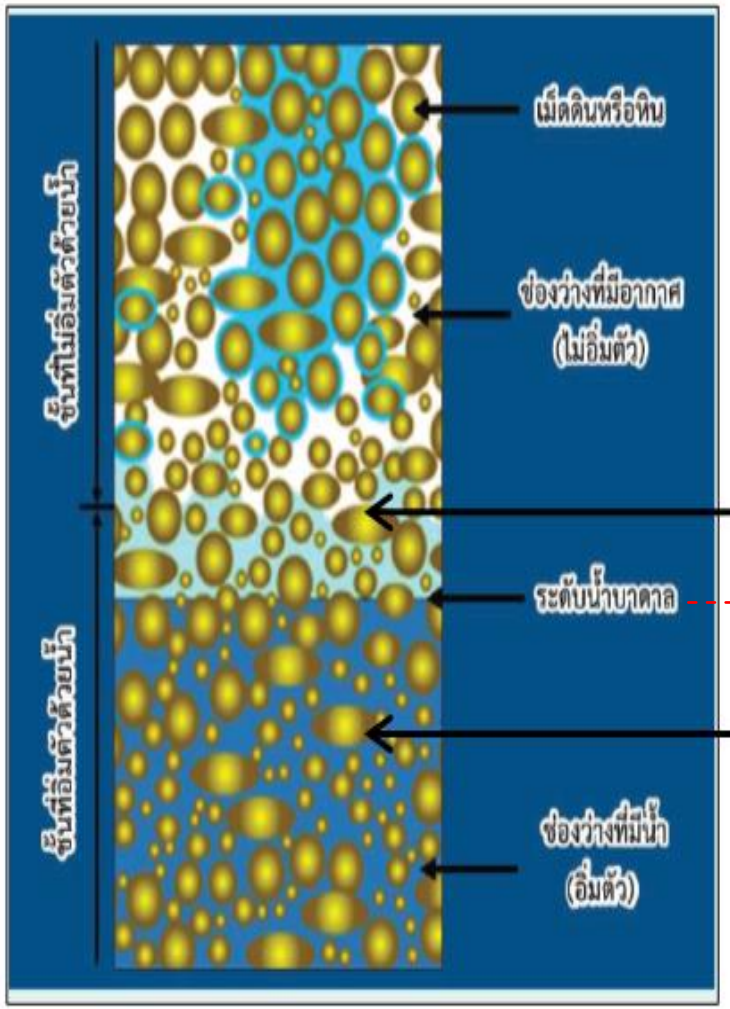
1 การจัดการเติมน้ำใต้ดินในประเทศไทย

2 การเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นในภาคอุตสาหกรรม

1 การจัดการเติมน้ำใต้ดินในประเทศไทย

การเติมน้ำใต้ดิน เป็นการนำน้ำที่เหลือใช้ หรือน้ำในช่วงที่ท่วมหลาก เติมลงสู่ใต้ดินในพื้นที่ที่เหมาะสม เพื่อรักษาระดับน้ำบาดาล หรือแรงดันน้ำบาดาล กักเก็บและนำน้ำกลับมาใช้ในช่วงเวลาที่ขาดแคลน อีกทั้งเป็นการอนุรักษ์ชั้นน้ำใต้ดินและรักษาระบบนิเวศ

ลักษณะการกักเก็บของน้ำใต้ดิน



น้ำในดิน

น้ำบาดาล

น้ำในดินไม่สามารถสูบขึ้นมาใช้ในเชิงปริมาณ

(ดัดแปลงจาก กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2563)

การจัดการเติมน้ำใต้ดิน (Managed Aquifer Recharge, MAR)

มีหลายรูปแบบขึ้นอยู่ลักษณะทางธรณีวิทยา อุทกธรณีวิทยา ภูมิประเทศ การใช้ที่ดิน และวัตถุประสงค์ของการใช้น้ำใต้ดิน ประกอบด้วย

1 **การเติมน้ำผ่านบ่อน้ำบาดาลระดับลึกเพื่อกักเก็บและสูบกลับขึ้นมาใช้ (aquifer storage and recovery, ASR)** เป็นวิธีการอัดน้ำผ่านบ่อน้ำบาดาลลงไปในชั้นน้ำบาดาลระดับลึกเพื่อเก็บน้ำไว้ในฤดูแล้งหรือช่วงเวลาที่ต้องการ

2 **การน้ำเติมผ่านบ่อแห้ง (dry wells)** เป็นบ่อน้ำตื้น เติมโดยอาศัยแรงโน้มถ่วง

3 **การเติมน้ำผ่านฝายเติมน้ำ (recharge weirs)** เป็นการกักเก็บน้ำผิวดินเพื่อให้น้ำไหลซึมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน

4 **การเก็บเกี่ยวน้ำฝน (rain water harvesting)** เป็นการรวบรวมน้ำฝนจากหลังคา แล้วส่งต่อลงบ่อหรือหลุมน้ำตื้น

5 **การสูบน้ำผ่านตะกอนตลิ่งแม่น้ำ (riverbank filtration, RBF)** เป็นวิธีการกระตุ้นการไหลซึมของน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินให้เข้าสู่ชั้นน้ำใต้ดิน โดยใช้น้ำจากแม่น้ำ แอ่งน้ำ หรือทะเลสาบ

6 ระเบียงเติมน้ำ (infiltration galleries) ใช้ร่องคูกรุด้วยวัสดุพรุนปิดด้วยดิน รับน้ำดิบและปล่อยผ่านแรงโน้มถ่วงให้ซึมลงสู่ใต้ดิน

7 การเติมน้ำผ่านสันทราย (dune filtration) เป็นการเติมน้ำตามหลักวิธี bank filtration แต่ใช้น้ำจากสระน้ำหรือเขื่อนที่สร้างขึ้นบนเนินทรายแล้วสูบน้ำขึ้นไปกักเก็บไว้

8 การเติมน้ำผ่านสระ (infiltration pond) เป็นการสร้างสระน้ำในพื้นที่ที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มพื้นที่การซึมผ่านและปริมาณการหน่วงน้ำ

9 การเติมน้ำและบำบัดผ่านชั้นดินและชั้นหินอุ้มน้ำ (soil aquifer treatment, SAT) เป็นการใช้น้ำหมุนเวียนผ่านการนำน้ำเสียที่ได้รับการปรับปรุงคุณภาพแล้วปล่อยให้ซึมผ่านสระ เพื่อให้น้ำซึมลงใต้ดิน โดยอาศัยชั้นดินชั้นหินเป็นตัวช่วยกรองและปรับปรุงคุณภาพน้ำตามระยะทางที่น้ำไหลผ่าน แล้วสูบกลับขึ้นมาใช้ใหม่

10 เขื่อนใต้ดิน (underground dam) เป็นวิธีการสร้างอ่างเก็บน้ำใต้ดิน โดยการสร้างผนังกั้นขวางเส้นทางการไหลของน้ำบาดาล เพื่อยกระดับน้ำและเพิ่มปริมาณน้ำกักเก็บไว้ใช้ในพื้นที่ชุมชนหรือการชลประทาน ในช่วงเวลาที่ต้องการใช้น้ำ

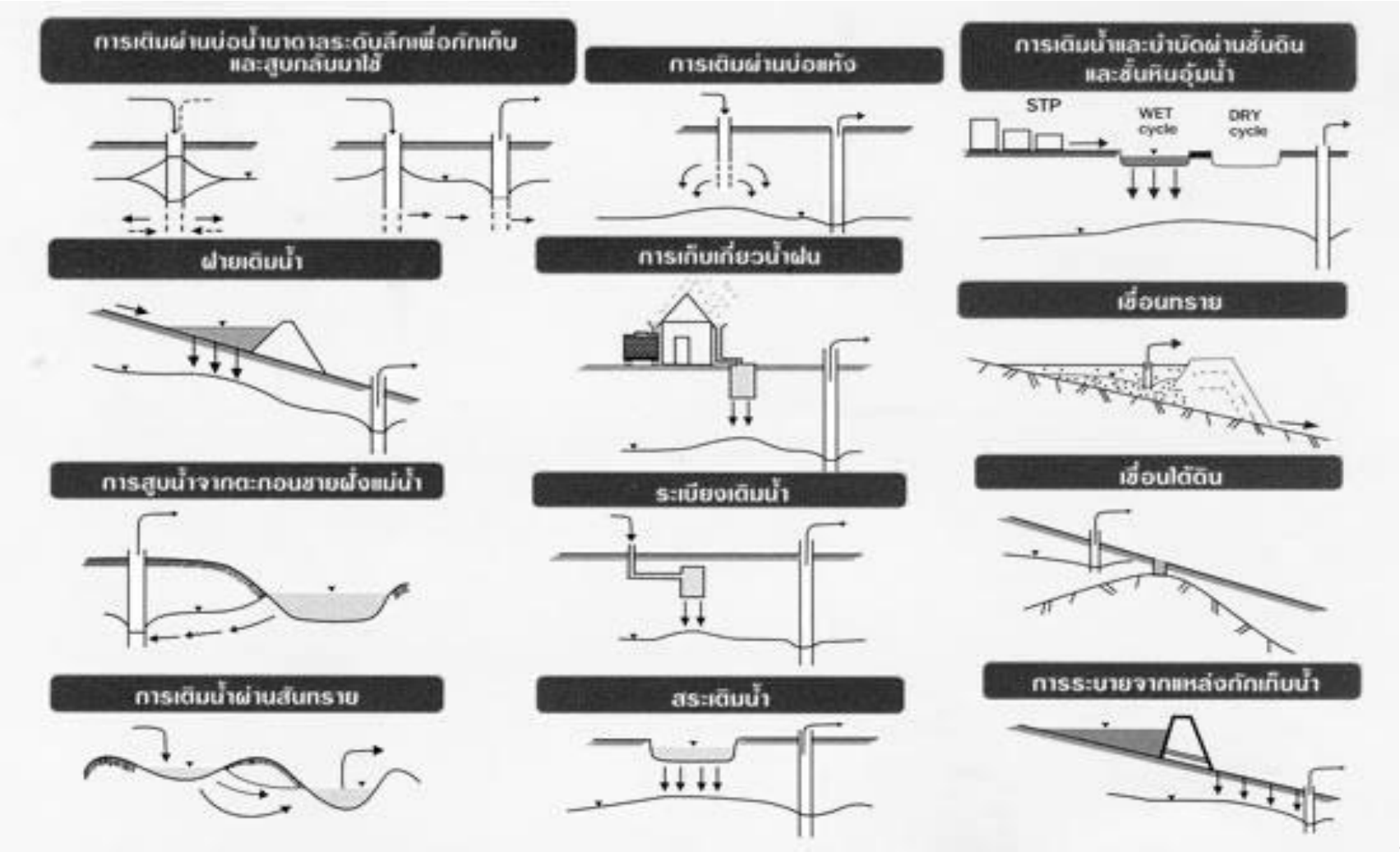
11 เขื่อนทราย (sand dam) เป็นวิธีการเก็บน้ำไว้ใต้ดิน โดยสร้างฝายกักน้ำและตะกอนทรายไว้เหนือพื้นที่ที่มีชั้นดินทรายร่วนทับถมกันอยู่หนาพอสมควร โดยเฉพาะในบริเวณที่ชั้นดินทรายร่วนเหล่านี้ทับถมตัวอยู่บนชั้นหินเนื้อแน่น

12 การระบายจากแหล่งกักเก็บ (recharge releases) เป็นวิธีการปล่อยน้ำจากเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำอย่างช้าๆ ที่สัมพันธ์กับปริมาณการไหลซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำที่รองรับอยู่ด้านล่าง

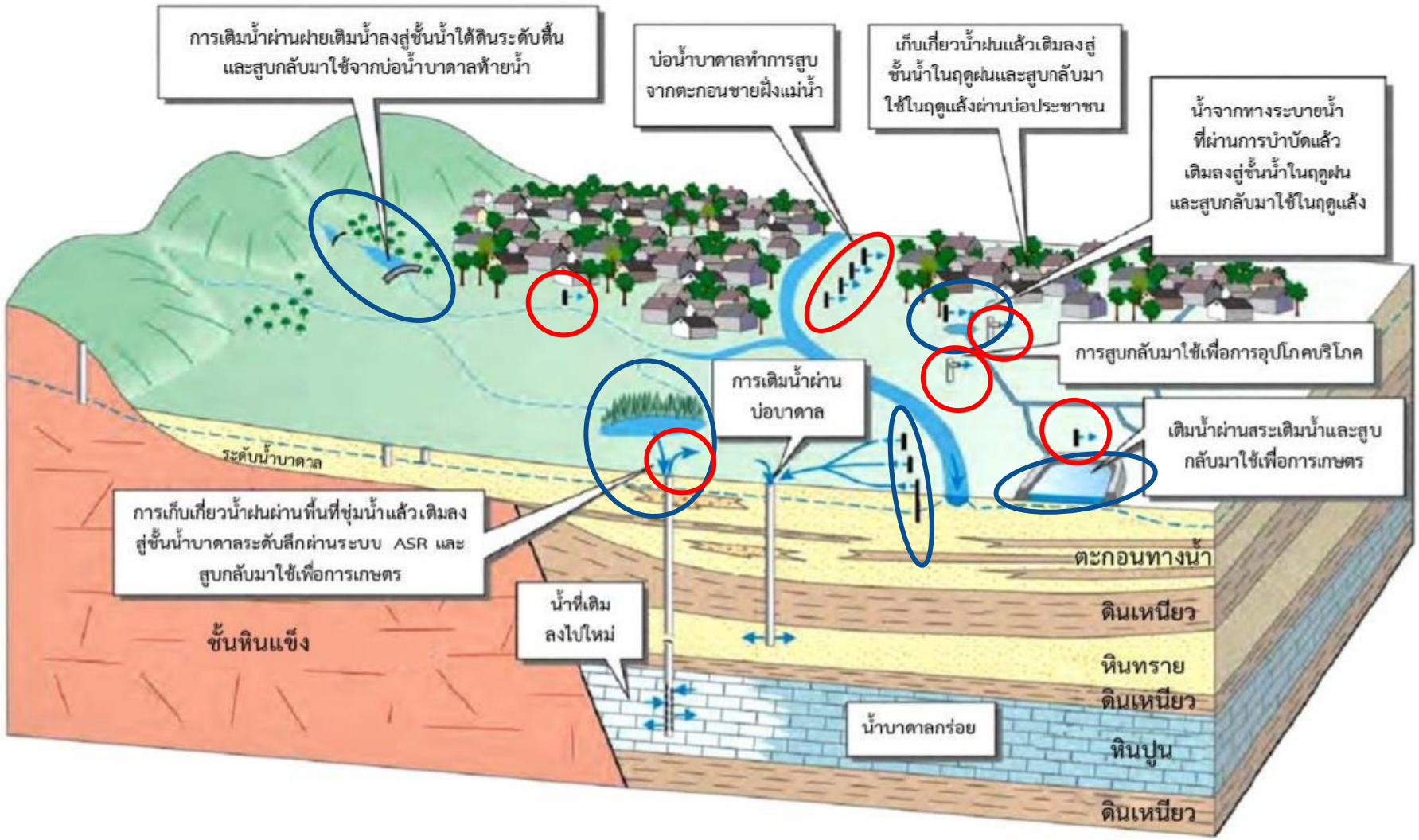
การเติมน้ำใต้ดินระดับลึก เช่น ASR, ASTR จะเป็นการเติมน้ำเข้าสู่ชั้นน้ำบาดาลโดยตรง ไม่ผ่านชั้นที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ (unsaturated zone)

การเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น จะเป็นการเติมน้ำผ่านชั้นที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ

วิธีการเติมน้ำใต้ดิน



ที่มา: มหาวิทยาลัยขอนแก่น ดัดแปลงจาก Peter Dillon (2554)


การเติมน้ำผ่านฝายเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินระดับตื้น
และสูบกลับมาใช้จากบ่อน้ำบาดาลท้ายน้ำ
บ่อน้ำบาดาลทำการสูบ
จากตะกอนชายฝั่งแม่น้ำ
เก็บเกี่ยวน้ำฝนแล้วเติมลงสู่
ชั้นน้ำในฤดูฝนและสูบกลับมา
ใช้ในฤดูแล้งผ่านบ่อประชาชน
น้ำจากทางระบายน้ำ
ที่ผ่านการบำบัดแล้ว
เติมลงสู่ชั้นน้ำในฤดูฝน
และสูบกลับมาใช้ในฤดูแล้ง
การสูบกลับมาใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค
การเติมน้ำผ่าน
บ่อบาดาล
เติมน้ำผ่านสระเติมน้ำและสูบ
กลับมาใช้เพื่อการเกษตร
ระดับน้ำบาดาล
การเก็บเกี่ยวน้ำฝนผ่านพื้นที่ชุ่มน้ำแล้วเติมลง
สู่ชั้นน้ำบาดาลระดับลึกผ่านระบบ ASR และ
สูบกลับมาใช้เพื่อการเกษตร
น้ำที่เติม
ลงไปใหม่
ชั้นหินแข็ง
ตะกอนทางน้ำ
ดินเหนียว
หินทราย
ดินเหนียว
น้ำบาดาลกร่อย
หินปูน
ดินเหนียว

(Dillon, 2009)

ปัจจัยหลักในการคัดเลือกพื้นที่เติมน้ำ

จะพิจารณาจากปัจจัยหลัก ดังนี้

1) พื้นที่ที่มีการใช้น้ำใต้ดินระดับตื้นเป็นปริมาณมาก
2) พื้นที่ที่มีปัญหาการลดลงของระดับน้ำใต้ดิน
3) พื้นที่ขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้ง และมีน้ำหลากในช่วงฤดูฝน
4) พื้นที่ที่มีปัญหาน้ำเค็มรุกล้ำเข้าสู่ชั้นน้ำจืด
5) มีน้ำจากแหล่งน้ำดิบที่เหมาะสมและสามารถใช้เติมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน
6) พื้นที่มีความเหมาะสมสำหรับก่อสร้างระบบเติมน้ำ ได้รับความร่วมมือจากประชาชนและหน่วยงานในท้องถิ่นในการจัดทำและบำรุงรักษาในระยะยาว
7) กรณีทีเป็นการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น ความลึกของชั้นน้ำใต้ดินต้องไม่ลึกเกิน 15 เมตร และมีคุณสมบัติการซึมผ่านที่ดีหรือหลีกเลี่ยงพื้นที่ที่เป็นดินเหนียว

กรณีตัวอย่างการเติมน้ำใต้ดินในต่างประเทศ

การเติมน้ำใต้ดินมีการศึกษาและดำเนินการอย่างแพร่หลายในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา เยอรมันนี ออสเตรเลีย อินเดีย จุดประสงค์เพื่อกักเก็บและสูบกลับขึ้นมาใช้ รักษาระบบนิเวศ ป้องกัการรุกล้ำน้ำเค็มเข้าสู่ชั้นน้ำบาดาล นำน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วเติมในชั้นน้ำบาดาลเพื่อสูบกลับใช้สำหรับการเกษตร อื่นๆ

Southeast Salt Lake County, U.S.

Artificial Groundwater Recharge Demonstration Project

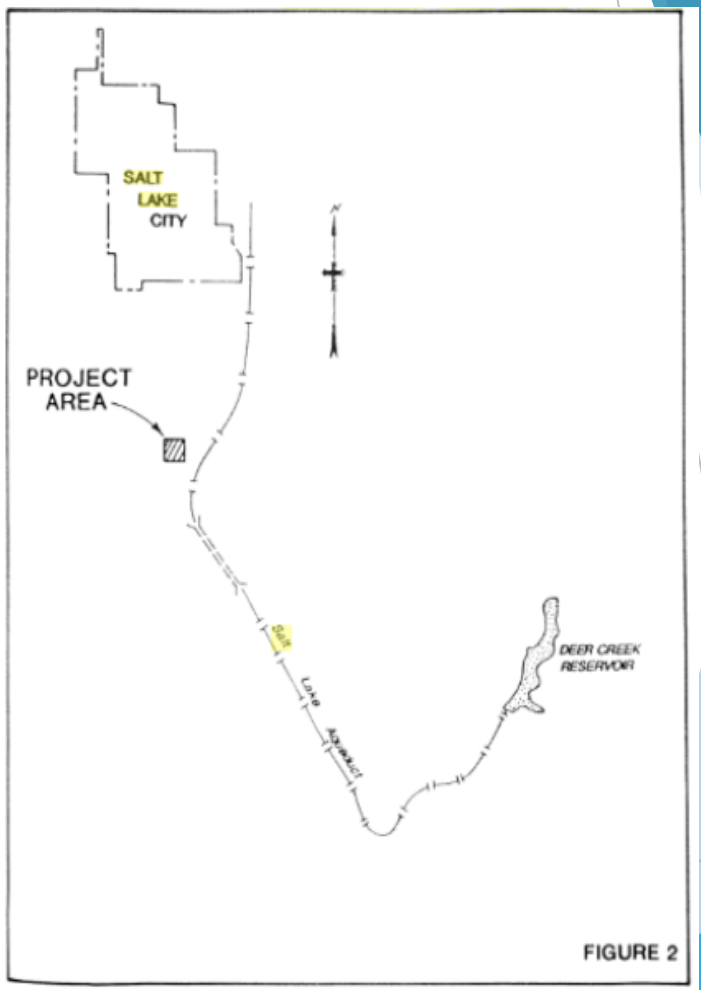
(1990 1994)

การยกตัวของระดับน้ำน้ำใต้ดินในระหว่างการเติมน้ำ

65 ฟุต ในบ่อเติมน้ำ

18 ฟุต ในรัศมี 50 ฟุต จากบ่อเติมน้ำ

5-8 ฟุต ระยะทาง 2,000 ฟุต จากบ่อเติมน้ำไปทางต้นน้ำ



LOCATION MAP OF SOUTHEAST SALT LAKE COUNTY

U.S. Bureau of Reclamation (1994)

ผลการทดลองเติมน้ำและสูบกลับ

Table 1.—Actual injection cycles

Injection season (acre-feet)	Injection volume (acre-feet)	Average injection flow rate (gpm)	
		Well I-1	Well I/R-2
1991-92	636	920	910
1992-93	674	880	900
1993-94	1,437	840	780
Total	2,747		

Table 2.—Actual recovery cycles

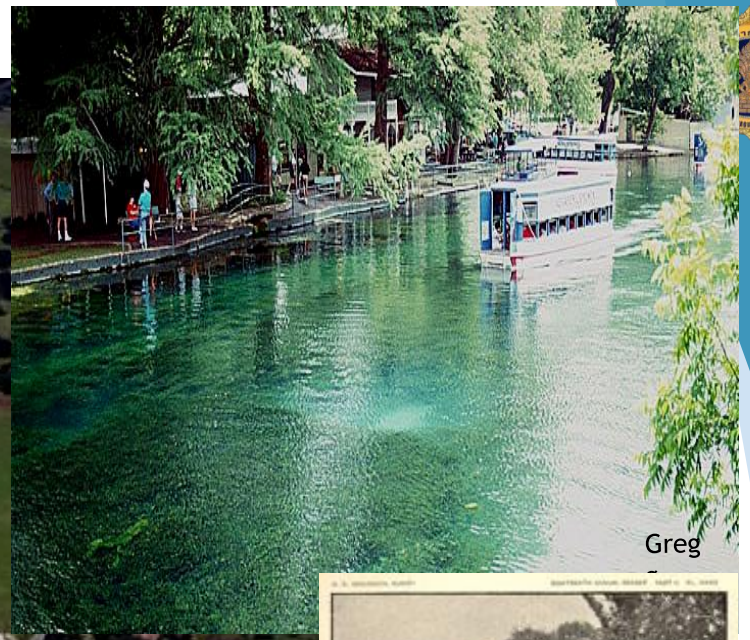
Recovery season (acre-feet)	Recovery volume (acre-feet)	Average recovery flow rate (gpm)	
		Well I-1	Well I/R-2
1991-92	1,125	1,800	2,200
1992-93	772	1,800	2,070
1993-94	968	1,800	2,000
Total	2,865		

U.S. Bureau of Reclamation (1994)

ประมาณ 1.8 ล้าน ลบ.ม.

ประมาณ 1.2 ล้าน ลบ.ม.

San Antonio ASR in U.S.



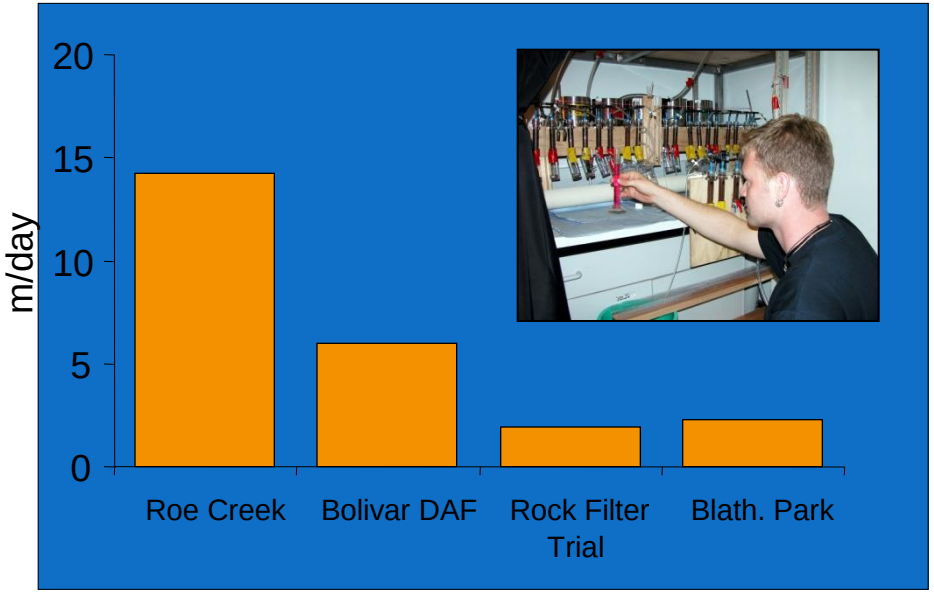
- เริ่ม ปี 2537 แล้วเสร็จ ปี 2551
- 89 MCM/yr ASR
- ส่วนหนึ่งใช้สำหรับพื้นฟู Edwards Aquifer

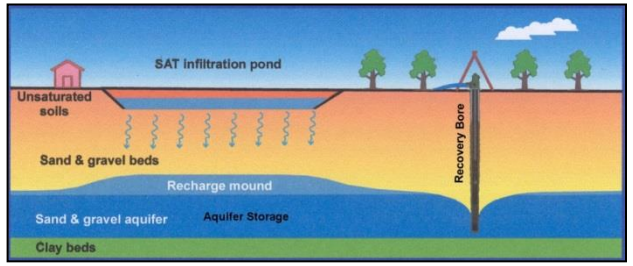
Cr. Kevin Bral

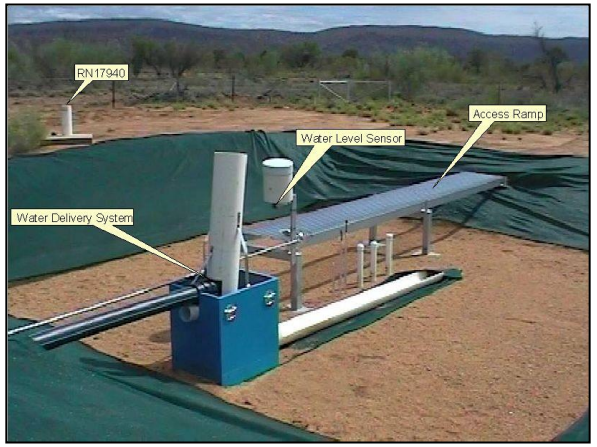
WICHITA ASR, U.S.

https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Falberici.com%2Fprojects%2Fwichita-water-aquifer-storage-recovery-asr-phase-ii

Soil Aquifer Treatment (SAT) at Alice Springs, Australia





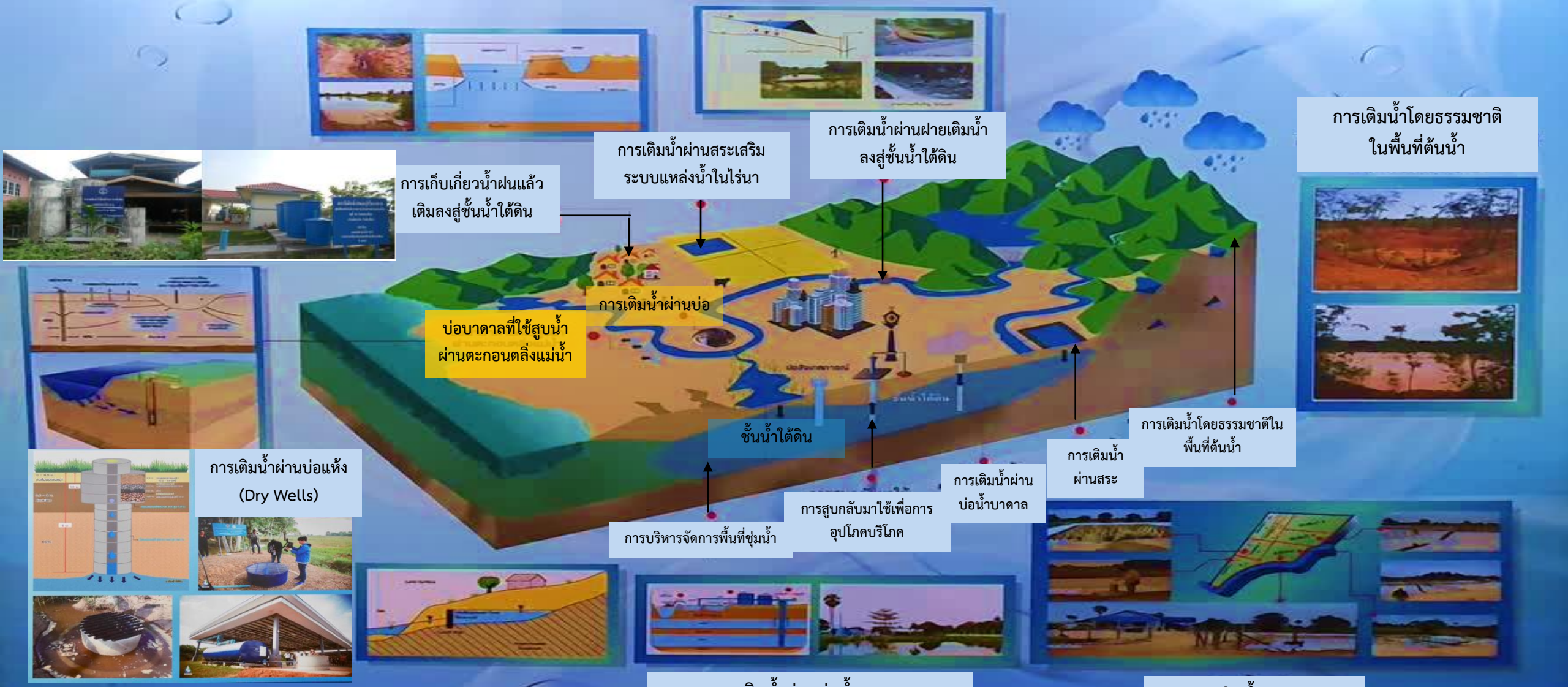


- Laboratory column studies
- Field infiltration trials
- Geochemical and isotopic investigations of recharge sources
- Geochemical characterization of soils
- Groundwater modelling

กรณีตัวอย่างการเติมน้ำใต้ดินในประเทศไทย

ประเทศไทยได้เริ่มดำเนินการทดลองเติมน้ำใต้ดินมาแล้วมากกว่า 30 ปี โดยกรมทรัพยากรธรณี และกรมโยธาธิการ มีโครงการที่ดำเนินการมาแล้วกว่า 10 โครงการทั่วประเทศทั้งในระดับตื้นและระดับลึก โดยมีตั้งแต่รูปแบบการเติมน้ำที่เรียบง่ายไปจนถึงรูปแบบวิธีการที่ซับซ้อน ซึ่ง**กรมทรัพยากรน้ำบาดาลได้พิจารณาแล้วว่าควรเน้นวิธีการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นเป็นหลัก เนื่องจากมีความเหมาะสมกับสภาวการณ์ปัจจุบันของประเทศไทย** มีวิธีการก่อสร้างง่าย ต้นทุนต่ำและไม่ซับซ้อนสามารถประยุกต์ใช้ในแต่ละพื้นที่ได้ โดยได้มีการพัฒนาเป็นรูปแบบมาตรฐานในการก่อสร้างและเผยแพร่ให้กับหน่วยงานต่างๆ และประชาชนที่สนใจสามารถนำไปประยุกต์ดำเนินการในพื้นที่ของตนเอง

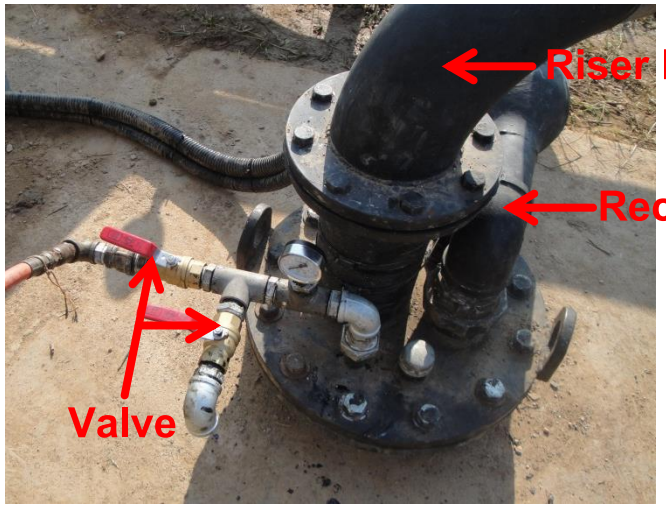
รูปแบบการจัดการเติมน้ำใต้ดิน

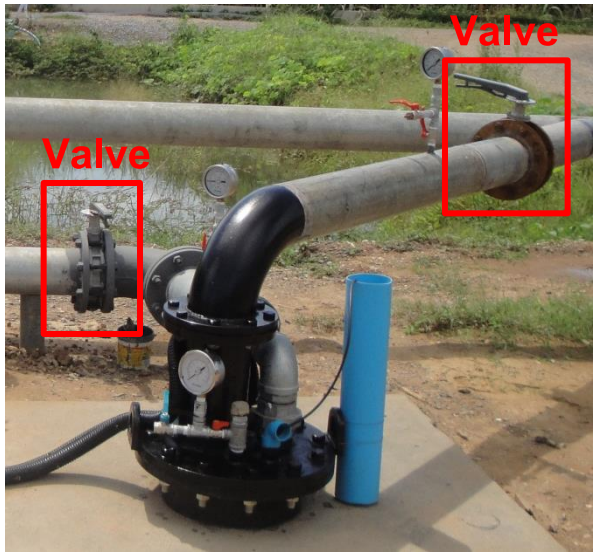


ที่มา การประชุม เสวนา “การเติมน้ำใต้ดินของประเทศไทย” กรมทรัพยากรน้ำบาดาล,2563

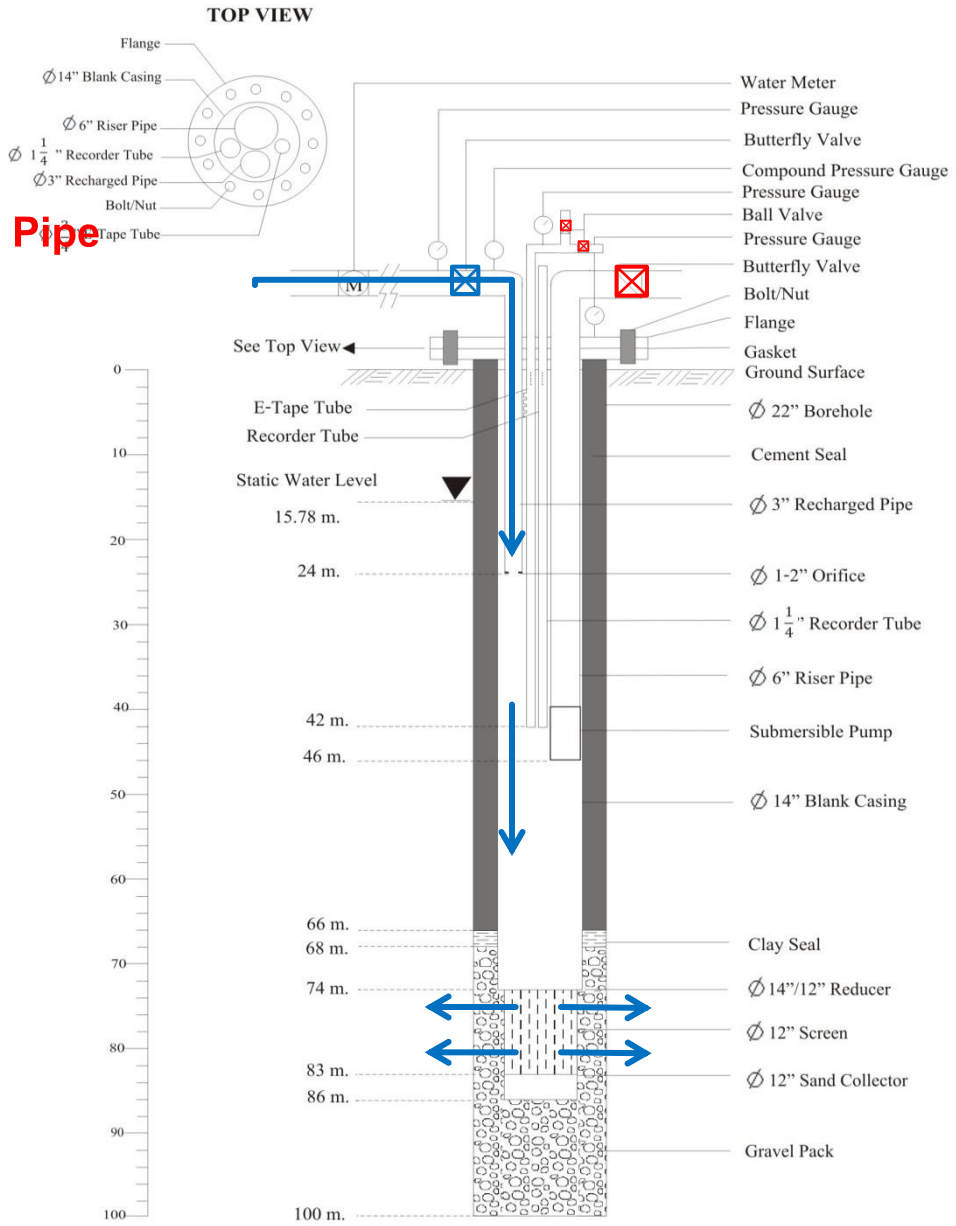
การเติมน้ำใต้ดินระดับลึก อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย

(กรมทรัพยากรน้ำบาดาล)





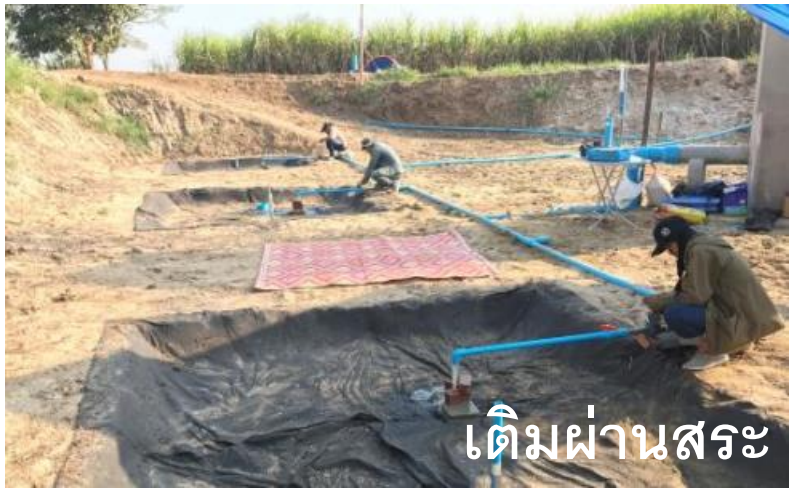
Well Head

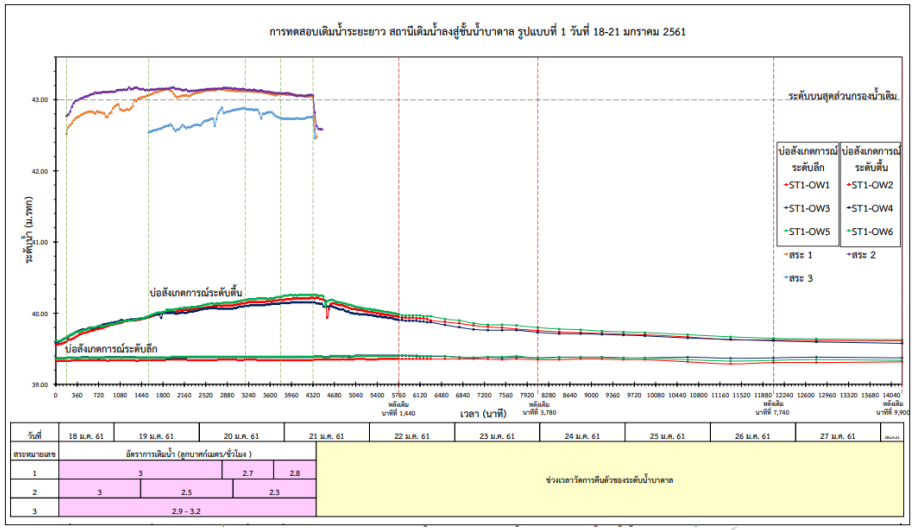


การเติมน้ำใต้ดินระดับลึกด้วยวิธีแรงดันปั๊มบ่อเติมน้ำ RWD2 ที่สุโขทัย (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล)

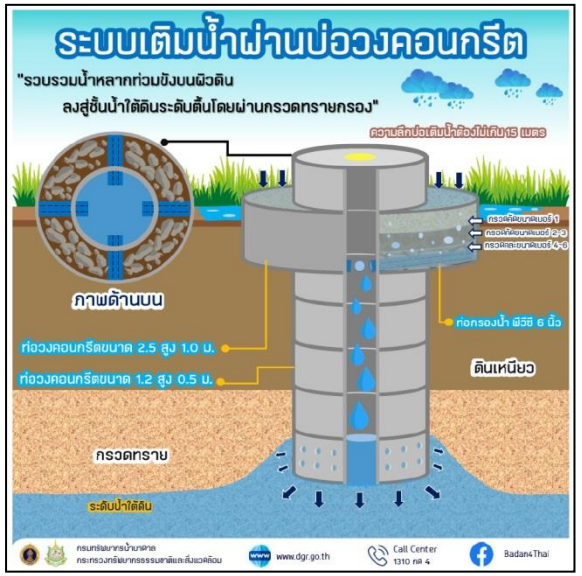
การเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น อ.บางระกำ จ.พิษณุโลก

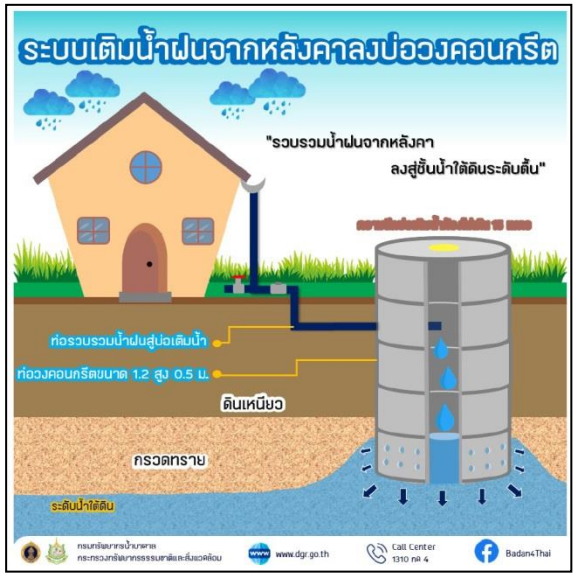
การวางระบบท่อน้ำจากถังพักน้ำไปยังบ่อเติมน้ำ





(กรมทรัพยากรน้ำบาดาล)





แบบมาตรฐานการก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2562)

ปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกับเกษตรกร

เนื่องจากระดับน้ำบาดาลมีการลดลงอย่างต่อเนื่อง ทำให้ระดับน้ำขณะสูบลดลงต่ำกว่า 6 เมตร ปั๊มหอยโข่งที่ติดตั้งบนผิวดินไม่สามารถดูดน้ำขึ้น ต้องทำการทรุดบ่อ (บ่อวง) เพื่อวางปั๊มที่ก้นบ่อวงให้ระดับน้ำที่ดูดน้อยกว่า 6 เมตร หรือที่เรียกว่า “การทรุดบ่อ”

การเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น จะเป็นการช่วยบรรเทาและแก้ปัญหาให้กับเกษตรกร

(กรมทรัพยากรน้ำบาดาล)

สำหรับการจัดการเติมน้ำใต้ดินของประเทศไทย ได้เริ่มดำเนินการมาตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2515 โดยกรมทรัพยากรน้ำบาดาล (กรมทรัพยากรธรณีในสมัยนั้น) และกรมโยธาธิการ มีโครงการที่ได้ดำเนินการมาแล้วทั่วประเทศ เช่น

- **การทดลองเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลในพื้นที่ตำบลบางพูน จังหวัดปทุมธานี** ในปี พ.ศ. 2515 เป็นการศึกษาเพื่อออกแบบระบบเติมน้ำและทดลองแนวทางการระบายน้ำท่วมขังในช่วงฤดูฝนลงสู่ชั้นน้ำบาดาล โดยระบบ Aquifer Storage and Recovery (ASR) โดยผลการทดลองพบว่า สามารถทำการอัดน้ำลงในชั้นน้ำบาดาลชั้นแรกได้ด้วยอัตรา 200 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง แต่เป็นระยะเวลาไม่นาน
- **การศึกษาทดลองการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลหรือชั้นน้ำใต้ดินที่เป็นตะกอนกรวดและทรายผ่านระบบสระน้ำ** ในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือตอนล่างครอบคลุมพื้นที่ จังหวัดพิษณุโลก สุโขทัย และพิจิตร ในช่วงปี พ.ศ.2552 - 2554 โดยทำการทดลองระบบเติมน้ำในพื้นที่ขนาด 8 ไร่ ซึ่งประกอบด้วย ระบบผันน้ำ ระบบบำบัดน้ำดิบเบื้องต้นแบบบึงประดิษฐ์ จำนวน 2 สระ มีพื้นที่ก้นสระรวม 1,260 ตารางเมตร สามารถเติมน้ำหลากที่ระบายทิ้งในช่วงฤดูฝนได้ประมาณ 25,797 ลูกบาศก์เมตร

- การศึกษาสำรวจและออกแบบ**โครงการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล เพื่อแก้ไขปัญหาภัยแล้งและปัญหาการลดระดับน้ำของชั้นน้ำบาดาล 2 แห่ง ในพื้นที่อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก** ในปี พ.ศ. 2561 ได้แก่

เติมน้ำผ่านสระที่บริเวณบ้านเสวยซุง หมู่ที่ 7 ตำบลบึงกอก สามารถเติมได้ประมาณ 3 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงต่อสระ และเมื่อเติมน้ำเป็นระยะเวลาต่อเนื่อง 72 ชั่วโมง ผ่านกลุ่มสระเติมน้ำ 3 สระพร้อมกัน พื้นที่ก้นสระรวมประมาณ 27 ตารางเมตร พบว่าอัตราการเติมน้ำรวมของกลุ่มสระเติมน้ำประมาณ 8 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ปริมาตรน้ำเติมรวม 607 ลูกบาศก์เมตร น้ำเติมมีค่าความขุ่น (turbidity) 190 – 310 NTU ระดับน้ำบาดาลของกลุ่มบ่อสังเกตการณ์ยกตัวสูงขึ้นจากระดับน้ำบาดาลก่อนเติม 57 - 66 เซนติเมตร ภายในรัศมี 16 เมตรจากศูนย์กลางกลุ่มสระเติมน้ำ

เติมน้ำผ่านบ่อเติมน้ำ ที่บริเวณบ้านประดา หมู่ที่ 8 ตำบลบึงกอก สามารถเติมได้ประมาณ 3 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงต่อบ่อ และเมื่อเติมน้ำเป็นระยะเวลาต่อเนื่อง 72 ชั่วโมง เมื่อเติมผ่านกลุ่มบ่อเติมน้ำ 3 บ่อพร้อมกัน ปริมาตรน้ำเติมรวม 499 ลูกบาศก์เมตร ระดับน้ำบาดาลของกลุ่มบ่อสังเกตการณ์ยกตัวสูงขึ้นจากระดับน้ำบาดาลก่อนเติม 90 - 96 เซนติเมตร ภายในรัศมี 16 เมตรจากศูนย์กลางกลุ่มบ่อเติมน้ำ

- **การศึกษาและแก้ไขภัยแล้งและบรรเทาน้ำท่วม โดยการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล** พื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนบน (ระยะที่ 2) ในปี พ.ศ. 2557 บริเวณสถานีเติมน้ำหมู่ที่ 13 บ้านคุ้งยาง ตำบลป่ากุมเกาะ อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย เพื่อศึกษาการทดสอบระบบเติมน้ำและสูบกลับ บ่อเติมน้ำบาดาลระดับตื้น (ประมาณ 50 เมตร) และระดับลึก (ประมาณ 90 เมตร) โดยใช้อัตราการเติมน้ำที่เหมาะสมด้วยปริมาณ 19 - 22 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงในแต่ละบ่อ ซึ่งผลการศึกษาภาพรวม พบว่าประสิทธิภาพในการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลระดับตื้นและระดับลึกโดยเฉลี่ยคิดเป็น 470 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน และ 383 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ตามลำดับ

- **การศึกษาทดลองการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นในพื้นที่ที่รับผิดชอบของสำนักทรัพยากรน้ำบาดาล 12 เขต ในปี พ.ศ. 2561** โดยนำน้ำฝนและน้ำหลากที่ท่วมขังไปเก็บไว้ในชั้นน้ำใต้ดินระดับตื้น เพื่อเป็นการนำร่องในการออกแบบและก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นที่เหมาะสม ประกอบด้วย ระบบเติมน้ำฝนผ่านหลังคาลงใต้ดิน ระบบเติมน้ำผ่านบ่อเติมน้ำ และระบบเติมน้ำผ่านสระ/คูเติมน้ำ สรุปผลการศึกษา ดังนี้

- **ระบบเติมน้ำฝนผ่านหลังคาลงใต้ดิน ดำเนินการทดลองเติมน้ำจำนวน 7 แห่ง** ได้แก่ 1) ตำบลเวียงกาหลง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย 2) บ้านซับหวาย หมู่ที่ 8 ตำบลหนองพิกุล อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ 3) โรงเรียนบ้านหอย หมู่ที่ 1 ตำบลบ้านหอย อำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี 4) สำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 6 (ตรัง) 5) พื้นที่ตำบลวังสรรพรส อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี 6) บ้านหนองน้ำเที่ยง หมู่ที่ 4 ตำบลปลาค้าว อำเภอเมือง จังหวัดอำนาจเจริญ และ 7) โรงเรียนคูเต่าวิทยา หมู่ที่ 8 ตำบลคูเต่า อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เพื่อหาอัตราการเติมน้ำซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในชั้นกรวดทรายความลึกประมาณ 3 - 15 เมตร พบว่า มีอัตราการเติมน้ำประมาณ 2 - 6 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง
- **ระบบเติมน้ำผ่านสระ/คูเติมน้ำ ดำเนินการทดลองเติมน้ำผ่านสระ/คูเติมน้ำ 2 แห่ง** ได้แก่ 1) บ้านซับหวาย หมู่ที่ 8 ตำบลหนองพิกุล อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ และ 2) พื้นที่บ้านคลองวัดไร่เหนือ ตำบลบางระกำ อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งเป็นระบบสระขนาดใหญ่ อาศัยการซึมผ่านแรงโน้มถ่วง อัตราการเติมน้ำประมาณ 20 – 25 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ทั้งนี้อัตราการเติมน้ำจะลดลงเรื่อยๆ เนื่องมาจากการตกตะกอนของกรวดทรายในสระ/คูเติมน้ำ

2 การเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นในภาคอุตสาหกรรม

สภาพปัญหา

สภาพพื้นที่โดยทั่วไปของโรงงานและข้างเคียง ในฤดูแล้งสภาพดินมักจะขาดความชุ่มชื้น แต่ฤดูฝนมักจะมีน้ำท่วมขังในบางบริเวณ การเติมน้ำลงสู่ใต้ดินระดับตื้นเป็นแนวทางแก้ปัญหาดังกล่าว ขณะเดียวกันน้ำที่เติมลงสู่ใต้ดินจะซึมลงสู่ชั้นน้ำบาดาลที่วางตัวในระดับตื้น เป็นการช่วยสร้างความชุ่มชื้น เพิ่มปริมาณน้ำบาดาลที่กักเก็บในชั้นน้ำบาดาลระดับตื้น และแก้ปัญหาน้ำท่วมขัง

การเลือกพื้นที่เติมน้ำใต้ดินระดับตื้นในภาคอุตสาหกรรม

<u>ความเหมาะสมของพื้นที่ พิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ</u> ดังนี้

- ลักษณะพื้นที่ตั้งของโรงงานว่าตั้งบนดินเดิมหรือดินถม ระดับความสูงของดินถม หากพื้นที่ตั้งอยู่ในที่ราบต้องคำนึงถึงความลึกของชั้นดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำและระดับน้ำใต้ดิน หากอยู่ในที่ลาดเอียงต้องคำนึงถึงความลาดชันและทิศทางการไหลของน้ำใต้ดิน ตลอดจนพิจารณาถึงฐานรากของสิ่งก่อสร้าง เช่น อาคาร รั้ว
- ความลึกและชนิดดินที่วางตัวใต้พื้นที่โรงงานว่าประกอบด้วยดินเหนียว ดินปนทราย ทราย กรวด เศษหิน หรือชั้นหิน
- อัตราการซึมผ่านของน้ำในชั้นดิน
- โอกาสการปนเปื้อนมลพิษสู่ชั้นดินและชั้นน้ำใต้ดิน
- ขนาดของพื้นที่ที่จะเติมน้ำ โรงงานมีขนาดพื้นที่พอที่จะก่อสร้างระบบเติมน้ำและสามารถย้ายเครื่องจักรกลหนักเข้าดำเนินงานได้โดยสะดวกหรือไม่
- อื่นๆ

เกณฑ์ในการคัดเลือกโรงงานอุตสาหกรรมกลุ่มเป้าหมายเข้าร่วมโครงการ

- โรงงานทั่วประเทศ โดยให้ความสำคัญกลุ่มอุตสาหกรรมเพื่อการเกษตรเป็นลำดับแรก
- มีรางรวบรวมน้ำฝนบนหลังคาโรงงาน หรือมีพื้นที่ว่างใช้สอยภายในโรงงานที่เหมาะสมในการสร้างระบบรองรับน้ำฝน หรือระบบระบายน้ำจากพื้นที่อุตสาหกรรมรวมถึงพื้นที่ว่างสำหรับเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินระดับตื้น
- โรงงานมีพื้นที่สีเขียวอย่างน้อยให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) กำหนด และ/หรืออยู่ใกล้ชุมชน ใกล้พื้นที่ทำการเกษตร เพื่อประเมินความเปลี่ยนแปลงของพืช และ/หรือผลผลิตทางการเกษตรที่เปลี่ยนแปลงหลังดำเนินโครงการ

ปัจจัยที่มีผลต่อการซึมผ่านลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินระดับตื้น

1) ระยะเวลาการตกของฝน ถ้าช่วงเวลาที่มีฝนตกสั้น ปริมาณการไหลซึมลงใต้ดินของน้ำจะต่ำ แต่ถ้าฝนตกเป็นเวลานาน ปริมาณการไหลซึมลงใต้ดินจะมีมากกว่า
2) ความลาดชันของพื้นที่ โดยพื้นที่มีความลาดชันมาก น้ำจะไหลไปบนดินมากกว่าที่จะซึมลงใต้ดิน
3) ความพรุนของชั้นดินและหิน (Porosity) รวมถึงรูปร่าง ขนาด การวางตัวของชั้นหินที่รองรับอยู่ข้างใต้
4) ความสามารถในการยอมให้น้ำซึมผ่าน (Permeability) ของชั้นดินและหินในบริเวณนั้น

แหล่งน้ำที่ใช้ในการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น

น้ำที่ใช้เติมเป็น**น้ำฝนที่เก็บเกี่ยว**ได้ในบริเวณพื้นที่โรงงาน มี 2 แบบ คือ จากหลังคามีท่อรวบรวม และน้ำฝนที่ตกหลากในพื้นที่ ซึ่งน้ำที่จะใช้เติมมีข้อคำนึงถึง ดังนี้

- **ปริมาณน้ำ** พิจารณาจากปริมาณน้ำฝนที่ตกบนพื้นที่หลังคาที่เก็บเกี่ยวน้ำฝน และพื้นที่ในโรงงานที่เก็บเกี่ยวน้ำฝนไหลหลาก
- **คุณภาพน้ำ** ปกติน้ำฝนจะเป็นน้ำที่มีคุณภาพดี หากโรงงานมีลักษณะเกิดความเสี่ยงปนเปื้อนมลพิษ ต้องมีการวิเคราะห์ประเมินคุณภาพน้ำฝนที่จะใช้เติม

การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิของงานที่เกี่ยวข้อง นำมาทำการซ้อนทับชั้นข้อมูลชุดดินจากแผนที่ธรณีวิทยา แผนที่อุทกธรณีวิทยา แผนที่ศักยภาพแหล่งน้ำบาดาล และแผนที่เติมน้ำใต้ดินที่เหมาะสมระดับตำบลในพื้นที่ทั่วประเทศ ร่วมกับการทบทวนวรรณกรรม งานวิจัย รวมถึงข้อมูลของหน่วยงานภาครัฐ และภาคเอกชนที่ได้มีการศึกษาก่อนหน้า และข้อมูลเพิ่มเติมจากการเจาะสำรวจดินในสนาม มาวิเคราะห์หาศักยภาพการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นของแต่ละโรงงาน

รูปแบบระบบเติมน้ำ

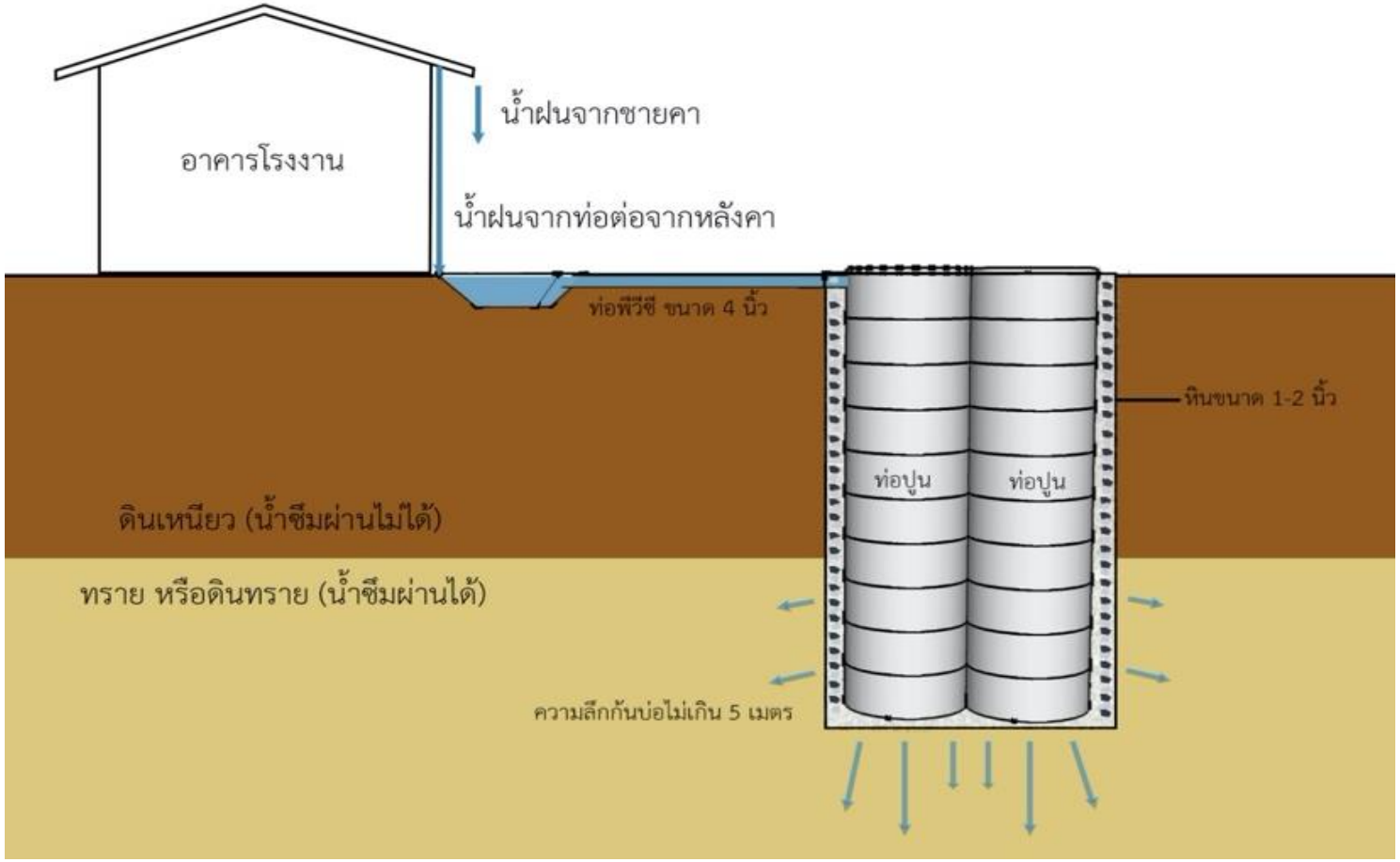
ประกอบด้วย 4 แบบ คือ

1) บ่อวง

2) สระ

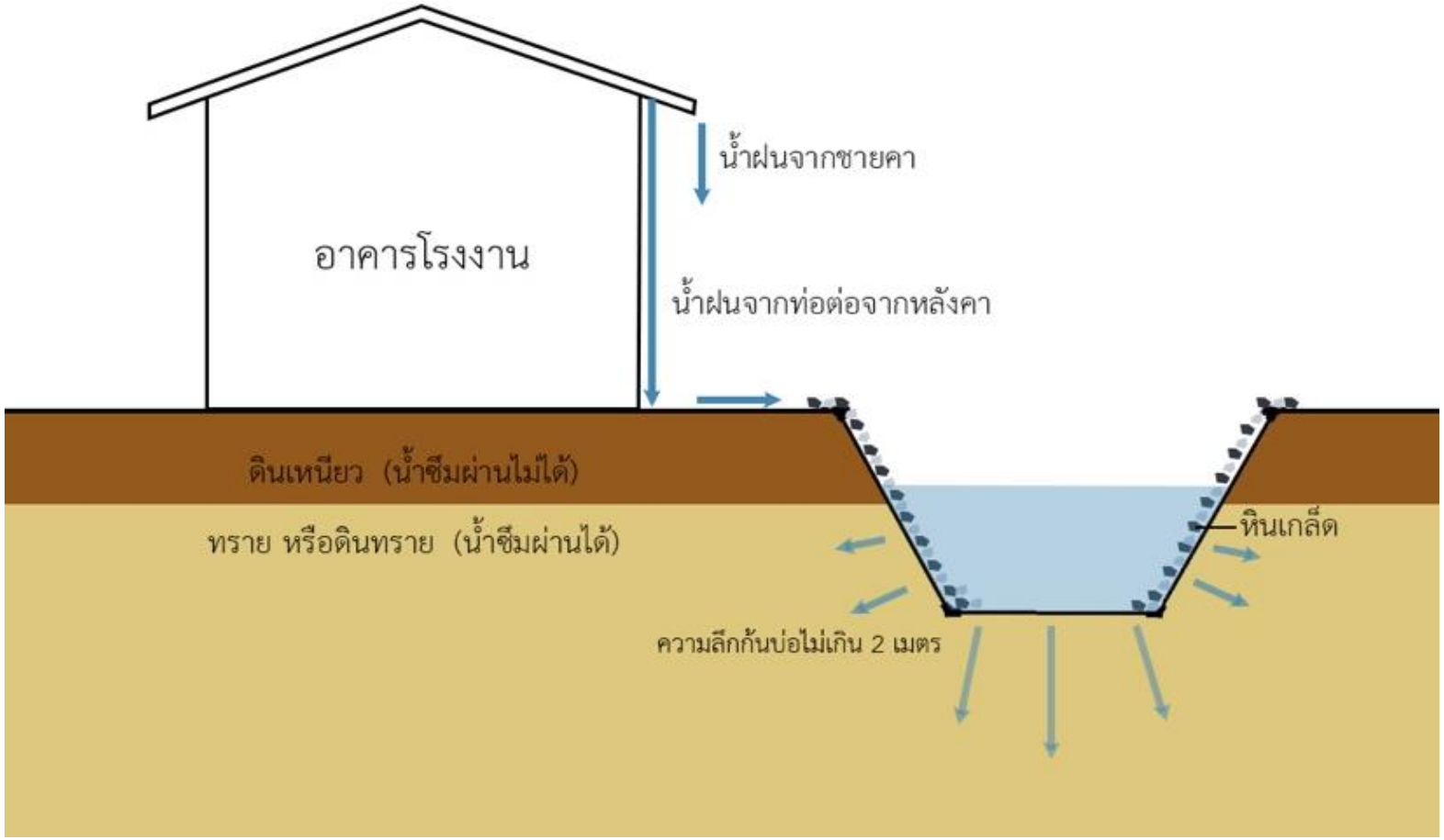
3) ร่องปิด

4) ร่องเปิด



1) ระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นแบบบ่อวง

(ดัดแปลงจาก: กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2562)

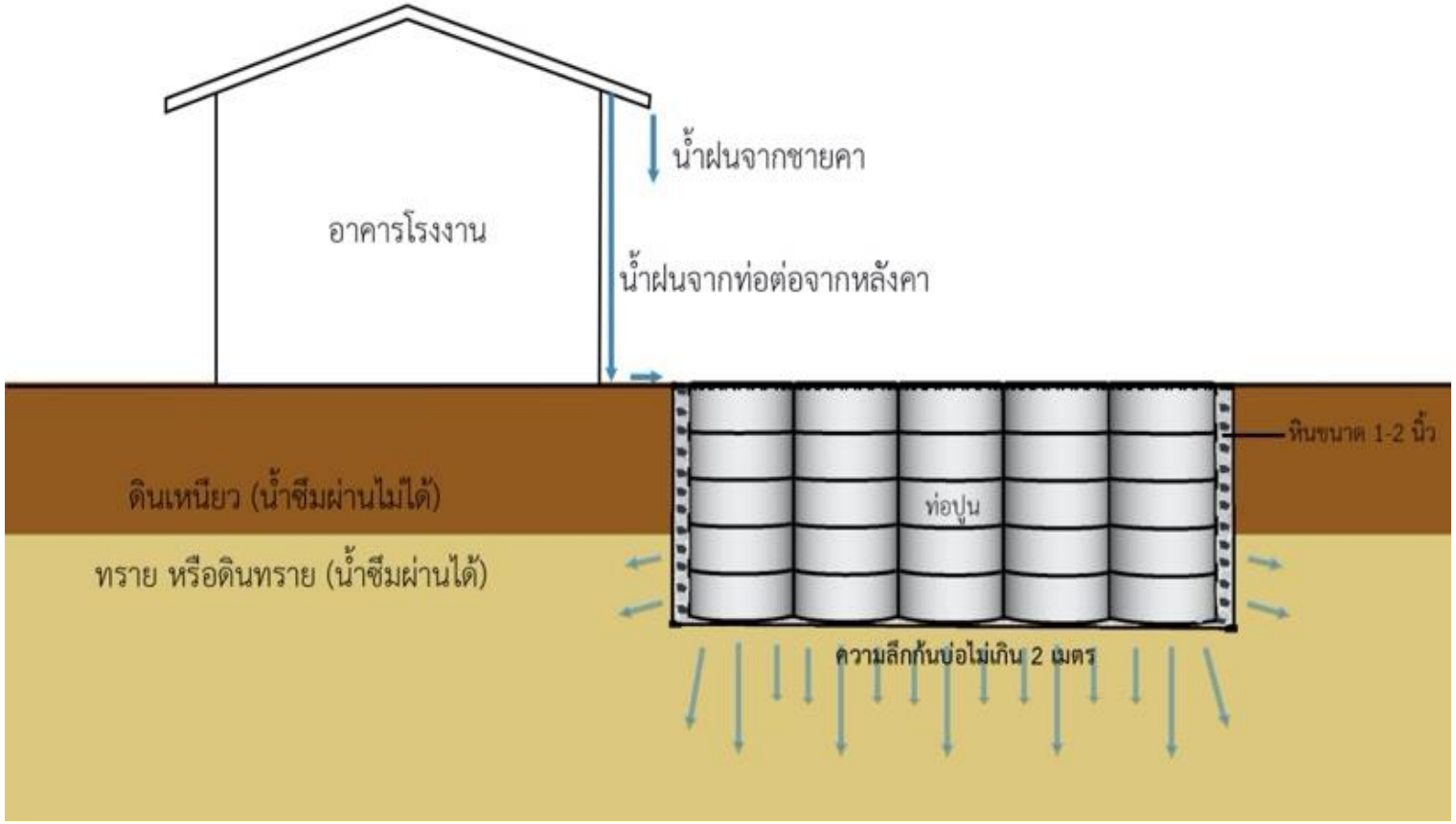


2) ระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นแบบสระ

(ดัดแปลงจาก: กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2562)

3) ระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นแบบร่องปิด

(ดัดแปลงจาก: กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2562)



4) ระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นแบบร่องเปิด

(ดัดแปลงจาก: กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2562)

รูปแบบย่อยของระบบเติมน้ำ

ประกอบด้วย 4 แบบ คือ

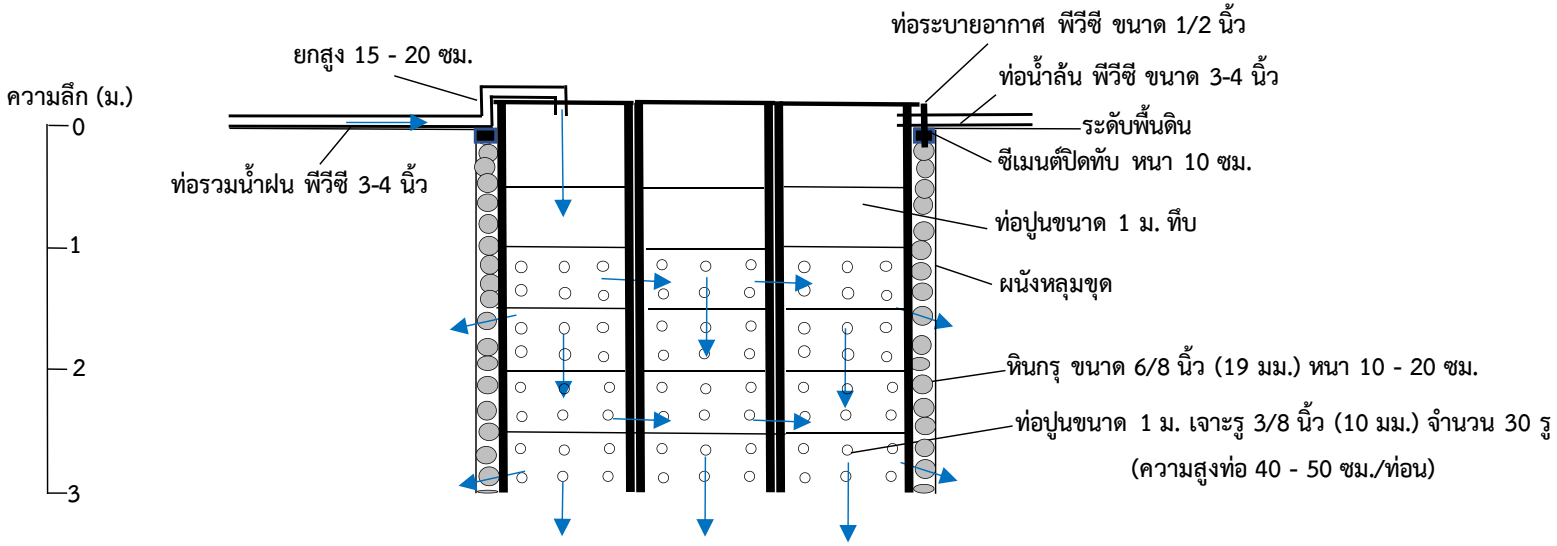
1) แบบท่อรวมน้ำฝนจากหลังคา - ในบ่อเติมน้ำ

2) แบบรางรวมน้ำฝน - ในบ่อเติมน้ำ

3) แบบน้ำฝนหลาก - ข้างบ่อเติมน้ำ

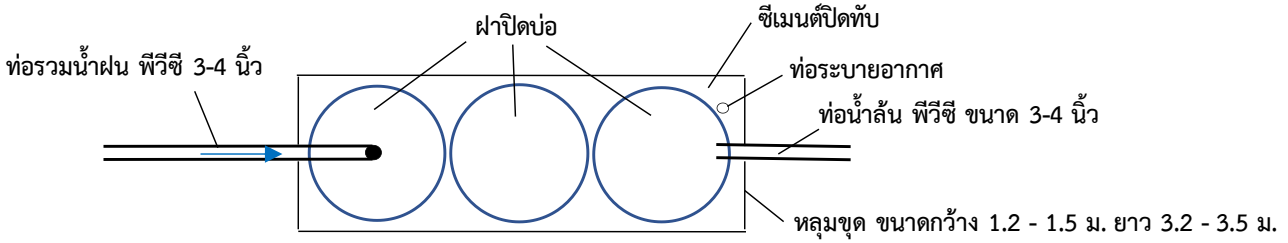
4) แบบท่อรวมน้ำฝนจากหลังคา – ถังเก็บน้ำฝน - ในบ่อเติมน้ำ

WEIS-ท่อ3ม3บ : บ่อเติมน้ำแบบ ท่อรวมน้ำจากหลังคา - ในบ่อเติมน้ำ (ลึกประมาณ 3 ม. จำนวน 3 บ่อ)



ภาพมองจากด้านข้าง

Not to scale

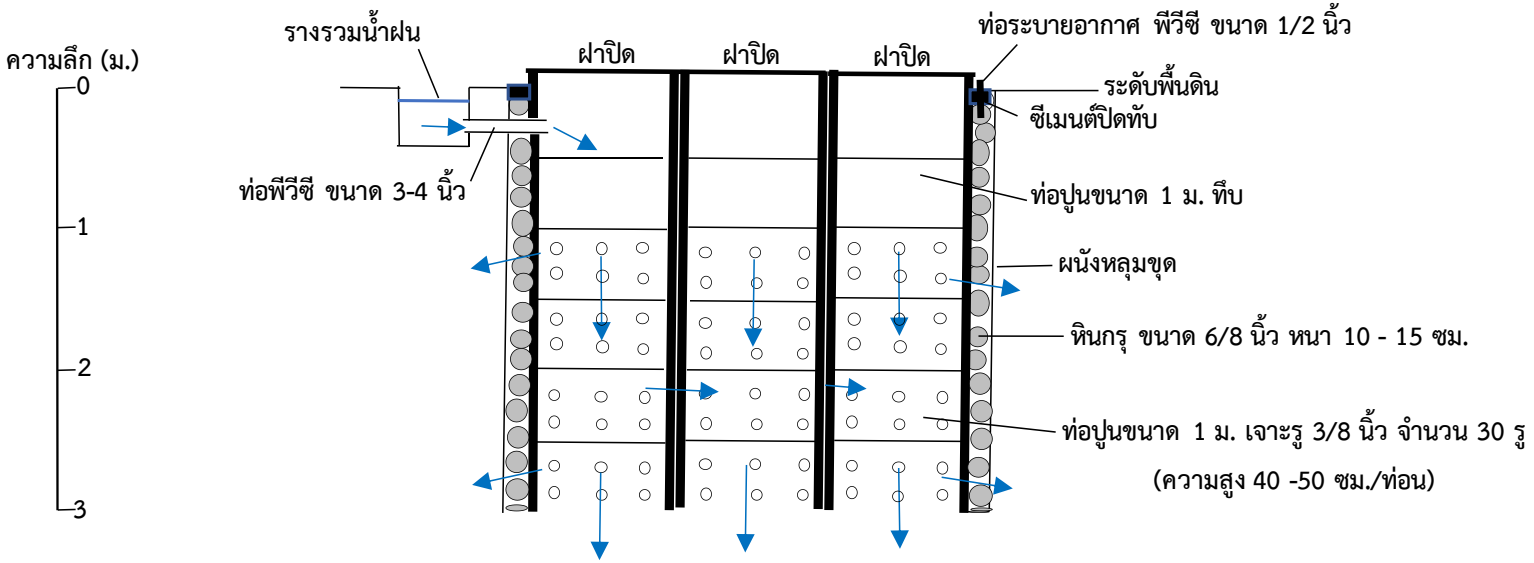


ภาพมองจากด้านบน

Not to scale

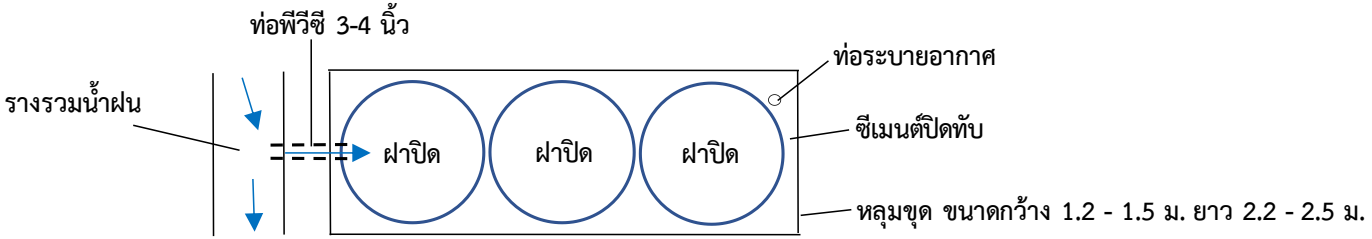
หมายเหตุ รูปแบบสามารถปรับให้มีความเหมาะสมกับสภาพชั้นดินและพื้นที่ที่ก่อสร้างจริง

WEIS-ราง3ม3บ : บ่อเติมน้ำแบบ รางรวมน้ำฝน (Gutter) - ในบ่อเติมน้ำ (ลึกประมาณ 3 ม. จำนวน 3 บ่อ)



ภาพมองจากด้านข้าง

Not to scale

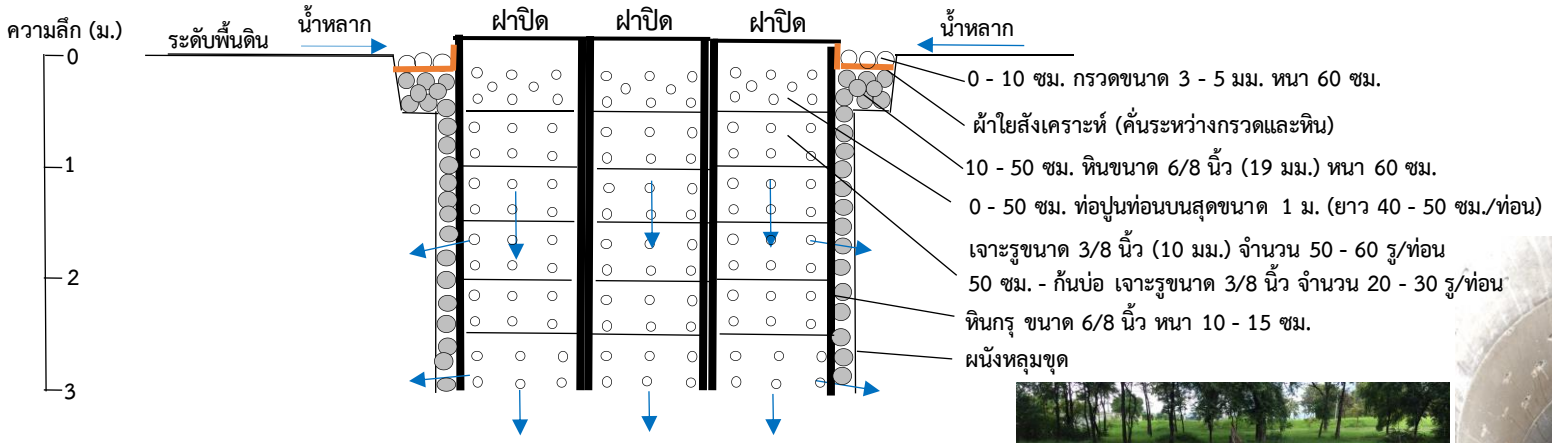


ภาพมองจากด้านบน

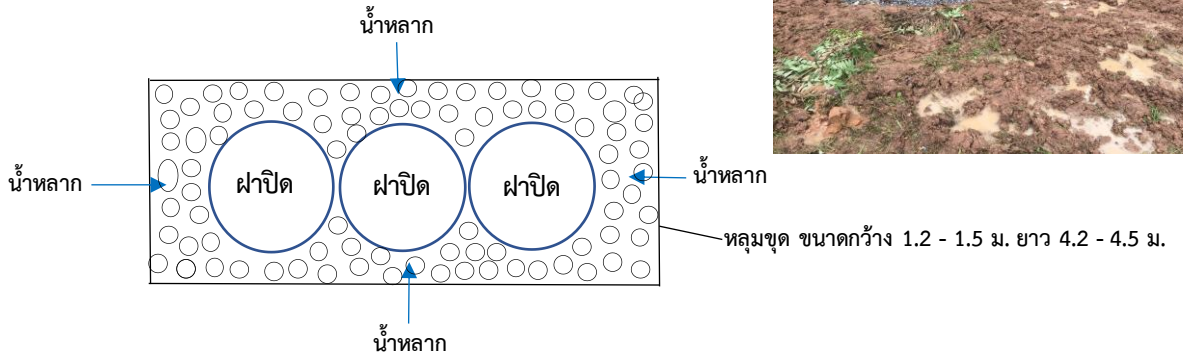
Not to scale

หมายเหตุ รูปแบบสามารถปรับให้มีความเหมาะสมกับสภาพชั้นดินและพื้นที่ที่ก่อสร้างจริง

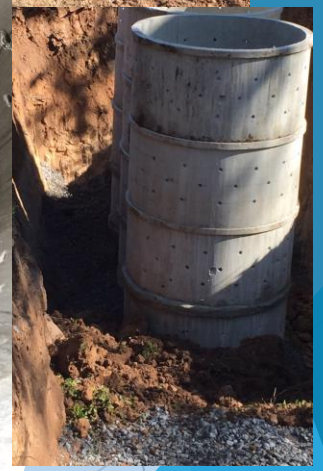
WEIS-หลาก3ม3บ : บ่อเติมน้ำแบบน้ำฝนหลาก - ข้างบ่อเติมน้ำ (ลึกประมาณ 3 ม. จำนวน 3 บ่อ)



ภาพมองจากด้านข้าง



ภาพมองจากด้านบน

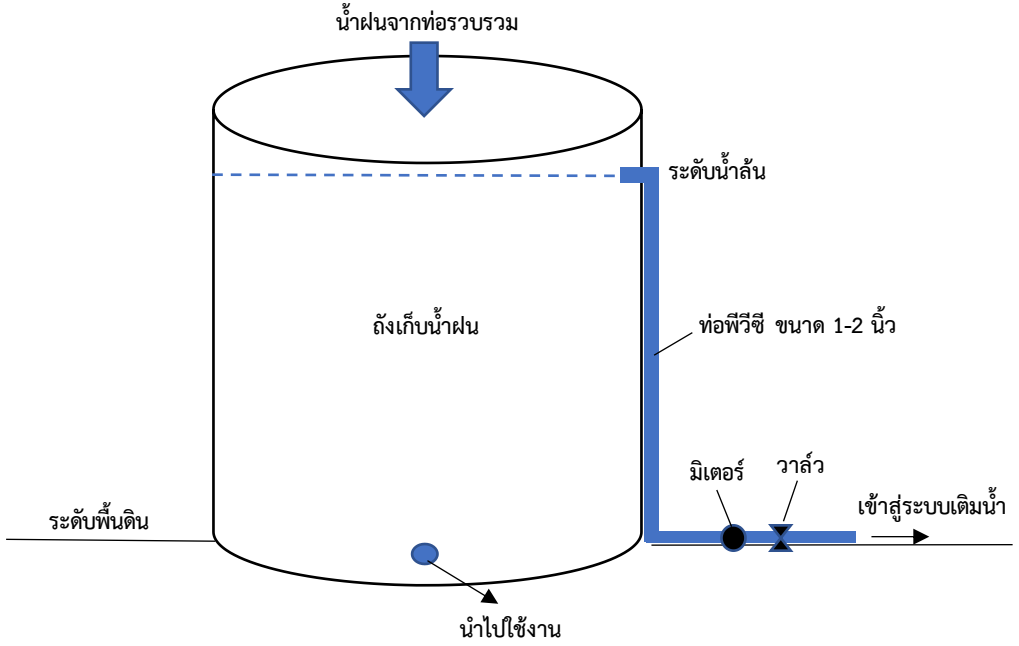


ภาพจากรวมเกษตรกร อุตสาหกรรม ชัยภูมิ

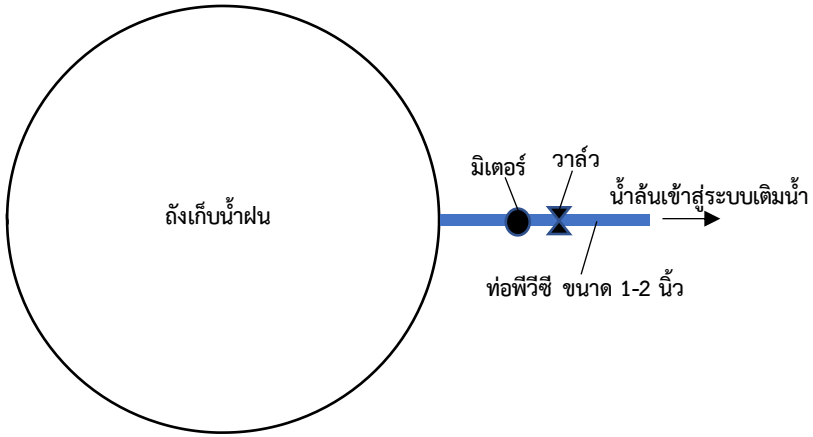
Not to scale

หมายเหตุ รูปแบบสามารถปรับให้มีความเหมาะสมกับสภาพชั้นดินและพื้นที่ที่ก่อสร้างจริง

ถังเก็บน้ำฝน



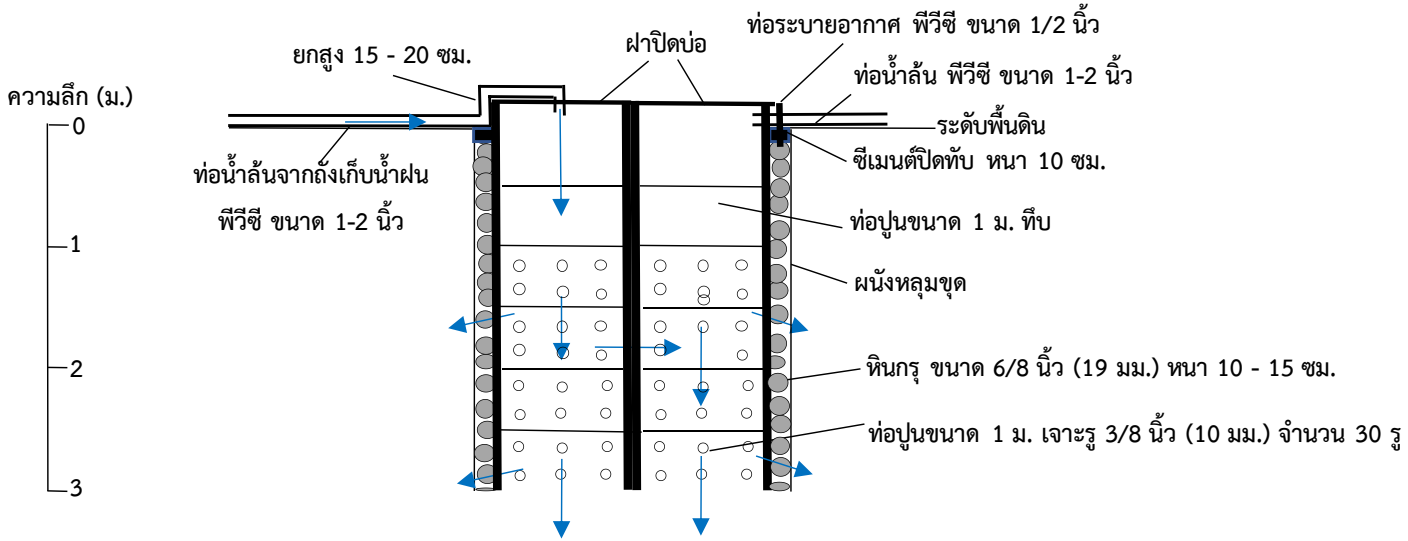
ภาพมองจากด้านข้าง



ภาพมองจากด้านบน

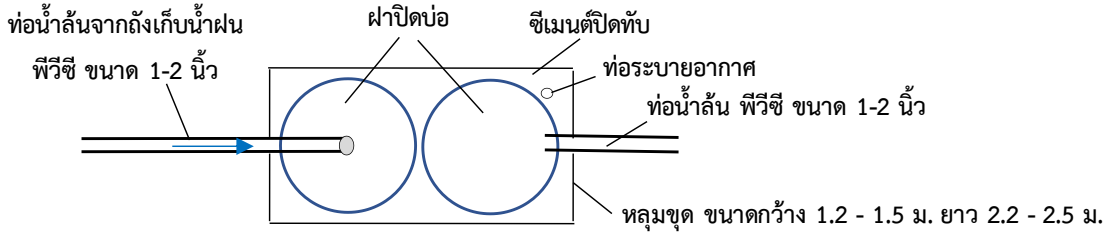
Not to scale

ระบบเติมน้ำ (ท่อรวบรวมน้ำฝน - ถังเก็บน้ำฝน - บ่อเติมน้ำ)



ภาพมองจากด้านข้าง

Not to scale



ภาพมองจากด้านบน

Not to scale

หมายเหตุ รูปแบบสามารถปรับให้มีความเหมาะสมกับสภาพชั้นดินและพื้นที่ที่ก่อสร้างจริง

ความเหมาะสมของแต่ละรูปแบบเติมน้ำกับสภาพพื้นที่โรงงาน

1) แบบท่อรวมน้ำฝนจากหลังคา - ในบ่อเติมน้ำ

สภาพพื้นที่โรงงานมีอาคาร หลังคา ราง และท่อรวบรวมน้ำฝน และสามารถเชื่อมต่อท่อให้น้ำฝนที่รวบรวมได้ลงสู่บ่อเติมน้ำ

2) แบบรางรวมน้ำฝนที่พื้นดิน – ในบ่อเติมน้ำ

สภาพพื้นที่โรงงานเป็นคอนกรีต หรือมีท่อรวบรวมน้ำฝนลงสู่รางระบายน้ำฝนที่พื้นดิน (gutter) และสามารถเชื่อมต่อท่อให้น้ำในรางระบายลงสู่บ่อเติมน้ำ ต้องเน้นรื่องการปนเปื้อนที่อาจจะเกิดจากน้ำใช้อื่น เช่น ห้องน้ำ น้ำจากกระบวนการผลิต

3) แบบน้ำฝนหลาก – ข้างบ่อเติมน้ำ

สภาพพื้นที่ดินและหรือคอนกรีต ระดับพื้นดินต้องมีความลาดเอียงเพื่อรับน้ำฝนหลากในพื้นที่ลงสู่บ่อเติมน้ำที่อยู่ระดับต่ำกว่า ต้องคำนึงถึงพื้นที่ที่น้ำฝนหลากผ่านมีโอกาสเกิดการปนเปื้อนหรือไม่

ความเหมาะสมของแต่ละรูปแบบเติมน้ำกับสภาพพื้นที่โรงงาน (ต่อ)

4) แบบท่อรวมน้ำฝนจากหลังคา – ถังเก็บน้ำฝน - ในบ่อเติมน้ำ

สภาพพื้นที่แบบเดียวกันกับในข้อ 1) แต่มีถังเก็บน้ำฝนเพื่อใช้งานและมีท่อน้ำล้นเชื่อมให้น้ำเหลือเก็บล้นลงสู่บ่อเติมน้ำ

5) แบบสระเติมน้ำ

มีพื้นที่อำนวยและมีลักษณะความลาดเอียงเหมาะกับการสร้างสระรวบรวมน้ำฝนหลากและเป็นสระเติมน้ำ แต่ต้องคำนึงถึงพื้นที่ที่น้ำฝนหลากลงสระมีโอกาสเกิดการปนเปื้อนหรือไม่

6) แบบร่องปิด

สภาพพื้นที่โรงงานมีชั้นกรวดทรายตื้น (ลึกไม่เกิน 1.5 ม.) รับน้ำฝนจากชายคาอาคารตกลงพื้นและลงสู่ร่องเติมน้ำ หรือรับน้ำฝนหลากบนพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อย แต่ต้องคำนึงถึงพื้นที่ที่น้ำฝนหลากผ่านมีการปนเปื้อนหรือไม่

การติดตามและประเมินผลการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น

- ติดตามผลปริมาณน้ำรวมที่เติมได้เป็นรายปี ในบ่อวง สังเกตติดตามการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำใต้ดินที่มีปรากฏในบ่อวง หรือสระ หรือร่อง ก่อนและหลังเติมน้ำ และเก็บข้อมูลในบ่อสังเกตการณ์(ถ้ามี)ในพื้นที่โรงงาน เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงทั้งในด้านระดับน้ำและคุณภาพน้ำ ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงความชื้นในบริเวณพื้นที่เติมน้ำ
- สังเกตหรือตรวจวัดประสิทธิภาพการซึมของน้ำเติมในระบบเติมน้ำอย่างสม่ำเสมอ หากอัตราการซึมผ่านลดลง ต้องทำการแก้ไขในเรื่องการอุดตันเพื่อให้ระบบเติมน้ำใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพดังเดิม

การติดตามและประเมินผลการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น (ต่อ)

การวัดปริมาณน้ำฝน

- ติดตั้งเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนในบริเวณพื้นที่ระบบเติมน้ำ เพื่อใช้ประเมินปริมาณน้ำฝนที่เติมได้อย่างคร่าวๆ

การประมาณปริมาณน้ำฝนที่เติมได้ในแต่ละระบบของแต่ละพื้นที่โรงงาน

ระบบ	การคำนวณ
1 แบบท่อรวบรวมน้ำฝน	พื้นที่หลังคาที่เก็บเกี่ยวน้ำฝน x ปริมาณน้ำฝนตกในพื้นที่โรงงาน
2 แบบรางรวบรวมน้ำฝน	(พื้นที่หลังคาที่เก็บเกี่ยวน้ำฝน x ปริมาณน้ำฝนตกในพื้นที่โรงงาน) x (หน้าตัดท่อผันน้ำเข้าระบบ/หน้าตัดรางรวบรวมน้ำฝนที่เต็มด้วยน้ำ)
3 แบบน้ำฝนหลากในพื้นที่	พื้นที่ที่เก็บเกี่ยวน้ำฝน x ปริมาณน้ำฝนตกในพื้นที่โรงงาน
4 แบบน้ำล้นจากถังเก็บน้ำฝน	ปริมาณน้ำล้นที่เข้าสู่ระบบผ่านมาตรวัดน้ำ หรือ (พื้นที่หลังคาที่เก็บเกี่ยวน้ำฝน x ปริมาณน้ำฝนตกในพื้นที่โรงงาน) - ปริมาณน้ำที่โรงงานสูบไปใช้งาน

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำและดิน

1. ตรวจสอบคุณภาพน้ำฝน และคุณภาพน้ำในบ่อสังเกตการณ์ และน้ำในระบบเติมน้ำ

- เก็บตัวอย่างและวิเคราะห์คุณภาพน้ำฝนที่จะเติมเข้าระบบเติมน้ำ โดยทำการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิ pH และ EC ในภาคสนาม
  - แบบท่อรวมน้ำฝนจากหลังคา - เก็บตัวอย่างน้ำจากท่อที่รับน้ำฝนจากหลังคาก่อนลงสู่ระบบเติมน้ำ
  - แบบรางรวมน้ำฝน – เก็บตัวอย่างจากรางรวมน้ำฝนที่จุดเชื่อมแยกเข้าระบบเติมน้ำ
  - แบบน้ำฝนหลาก – เก็บตัวอย่างน้ำที่ขังในพื้นที่ใกล้ระบบเติมน้ำ
- เก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อสังเกตการณ์ (ถ้ามี) และในระบบเติมน้ำ เพื่อติดตามคุณภาพน้ำหลังจากเติมน้ำ โดยทำการวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิ pH และ EC ในสนาม

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำและดิน (ต่อ)

2. ตรวจสอบคุณภาพดิน

- เก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังก่อสร้างระบบเติมน้ำ โดยเก็บตัวอย่างที่ระดับความลึก 30-50 cm.
- ทำการตรวจวิเคราะห์ค่าความชื้น อุณหภูมิ pH และ EC ในภาคสนาม / ห้องปฏิบัติการ

ตัวอย่างเครื่องมือวัดภาคสนาม

เครื่องมือตรวจวัดคุณภาพน้ำในสนาม

ตัวอย่างเครื่องมือวัดภาคสนาม

เครื่องวัดปริมาณน้ำฝน ความชื้น pH อุณหภูมิ และ EC ของดินในสนาม

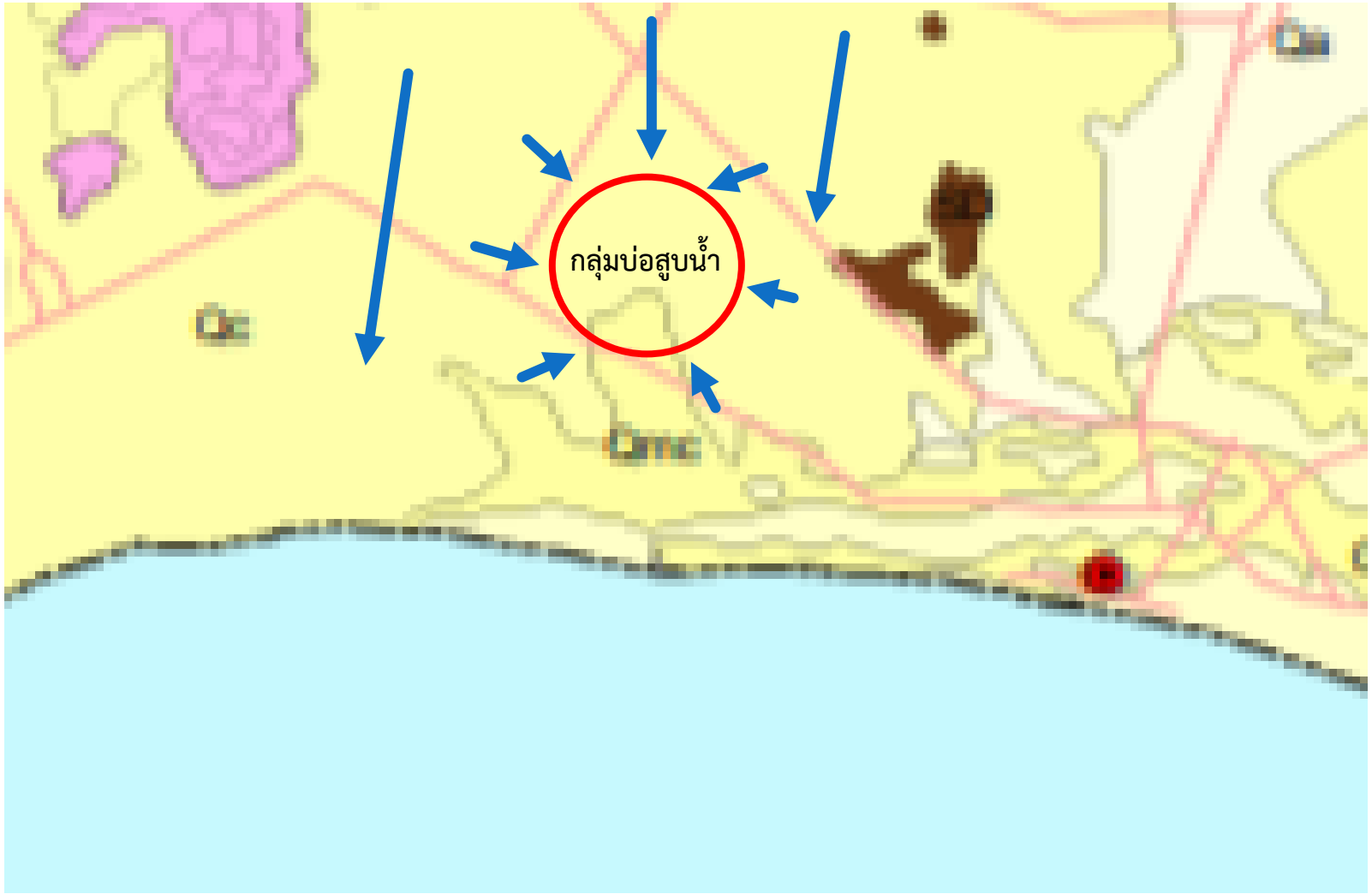
ปริมาณทิศทางการไหลของน้ำที่เติม

ในชั้นที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ ทิศทางการไหลจะเริ่มในแนวนอนไปตามระดับความสูงของพื้นดินจากพื้นที่สูงกว่าไปสู่ที่ต่ำกว่า และเมื่อน้ำเติมมีการอิ่มตัวถึงระดับหนึ่งแล้วก็จะซึมลงในแนวดิ่งตามแรงโน้มถ่วง และขึ้นอยู่กับความสามารถการให้น้ำซึมผ่านของชั้นดินที่รองรับ

ในชั้นที่อิ่มตัวด้วยน้ำหรือชั้นน้ำบาดาลระดับตื้น จะไหลจากจุดที่มีระดับแรงดันน้ำสูงกว่าไปสู่จุดที่แรงดันน้ำต่ำกว่า เช่น บริเวณบ้านค่าย มาบตาพุด จ.ระยอง จะไหลจากเหนือไปใต้ บริเวณศรีราชาและแถบแนวชายฝั่ง จ.ชลบุรี จะไหลจากตะวันออกไปตะวันตก หรือจะไหลเข้าหาพื้นที่ที่มีกลุ่มบ่อสูบน้ำบาดาลอย่างต่อเนื่อง

ทั้งนี้ข้อมูลระดับน้ำของบ่อสังเกตการณ์และระดับพื้นดินจะเป็นตัวบ่งชี้ทิศทางการไหลที่ถูกต้อง

ตัวอย่างทิศทางการไหลน้ำใต้ดิน บริเวณจังหวัดระยอง



การทดสอบระบบเติมน้ำ

การทดสอบระบบเติมน้ำสามารถกระทำอย่างคร่าวๆในบ่อวง หรือสระ โดยคำนวณหาค่าความเร็วเฉลี่ยของระดับน้ำเติมที่ลดลงในแต่ละช่วงเวลาขณะเติมน้ำ

ปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการเติมน้ำลดลง

ควรมีการตรวจสอบติดตามผลของระบบเติมน้ำอยู่เสมอ ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพลดลงของระบบการเติมน้ำมากที่สุด คือ ความขุ่นของน้ำเติม ซึ่งจะทำให้เกิดการอุดตันในระบบ หรืออาจจะเกิดการอุดตันจากทางด้านชีวภาพ เช่น ตะกรันเมือก ที่เกิดจากแบคทีเรีย

การบำรุงรักษาระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น

- เนื่องจากน้ำที่ใช้เติมเป็นน้ำฝนที่เก็บเกี่ยวจากหลังคาและรวบรวมผ่านท่อ หรือแม้แต่เป็นน้ำฝนหลากในพื้นที่โรงงาน ซึ่งเป็นน้ำเติมที่มีความขุ่นน้อย การอุดตันในระบบเติมน้ำจะมีน้อยมาก แต่อาจจะเกิดการอุดตันจากทางด้านชีวภาพ การบำรุงรักษาควรทำในช่วงก่อนเข้าฤดูฝน อาจจะเป็นประจำทุกปี โดยการลอกผิวหน้าของชั้นดินที่ก้นหลุมบ่อวง หรือก้นสระ หรือก้นร่องออก แล้วเติมทรายหยาบหรือกรวดขนาเล็กแทนตามปริมาณตะกอนที่ลอกออก อย่างไรก็ตาม การบำรุงรักษาอาจจะเป็นหลายปีต่อครั้งขึ้นอยู่กับสภาพการอุดตันที่จะเกิดขึ้นในแต่ที่อาจจะแตกต่างกัน
- ควรตัดหรือดายหญ้าบริเวณพื้นที่ระบบเติมน้ำในช่วงก่อนเข้าหน้าฝนทุกปี
- ตรวจสอบและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอหรือเสียหายของระบบเติมน้ำเมื่อพบเห็น เช่น ท่อพีวีซี เครื่องวัดปริมาณน้ำฝน หินหรือกรวดกรุในส่วนที่ยุบลงหรือหายไป
- และอื่นๆที่เห็นควร

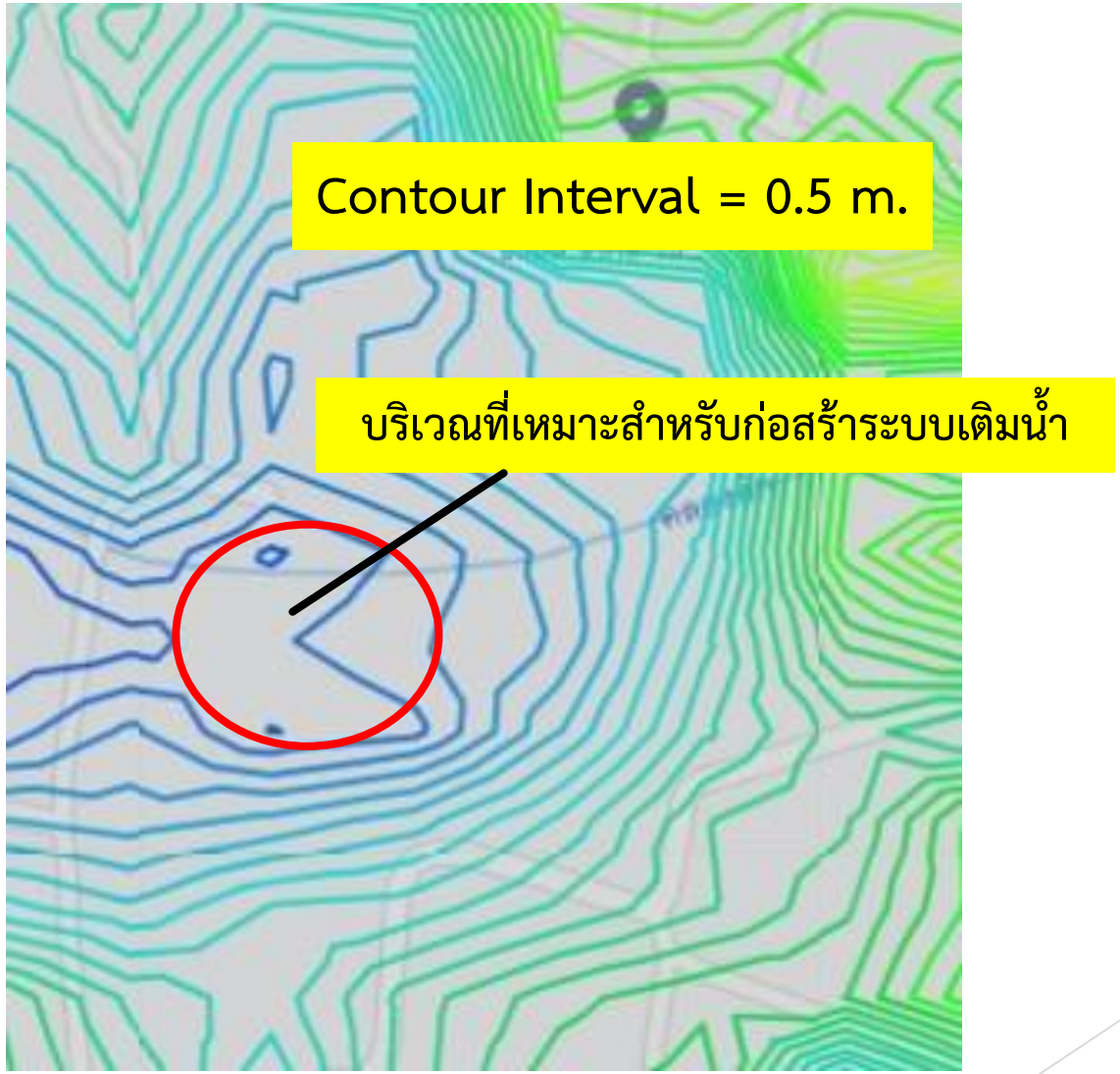
ปัญหาและข้อจำกัด

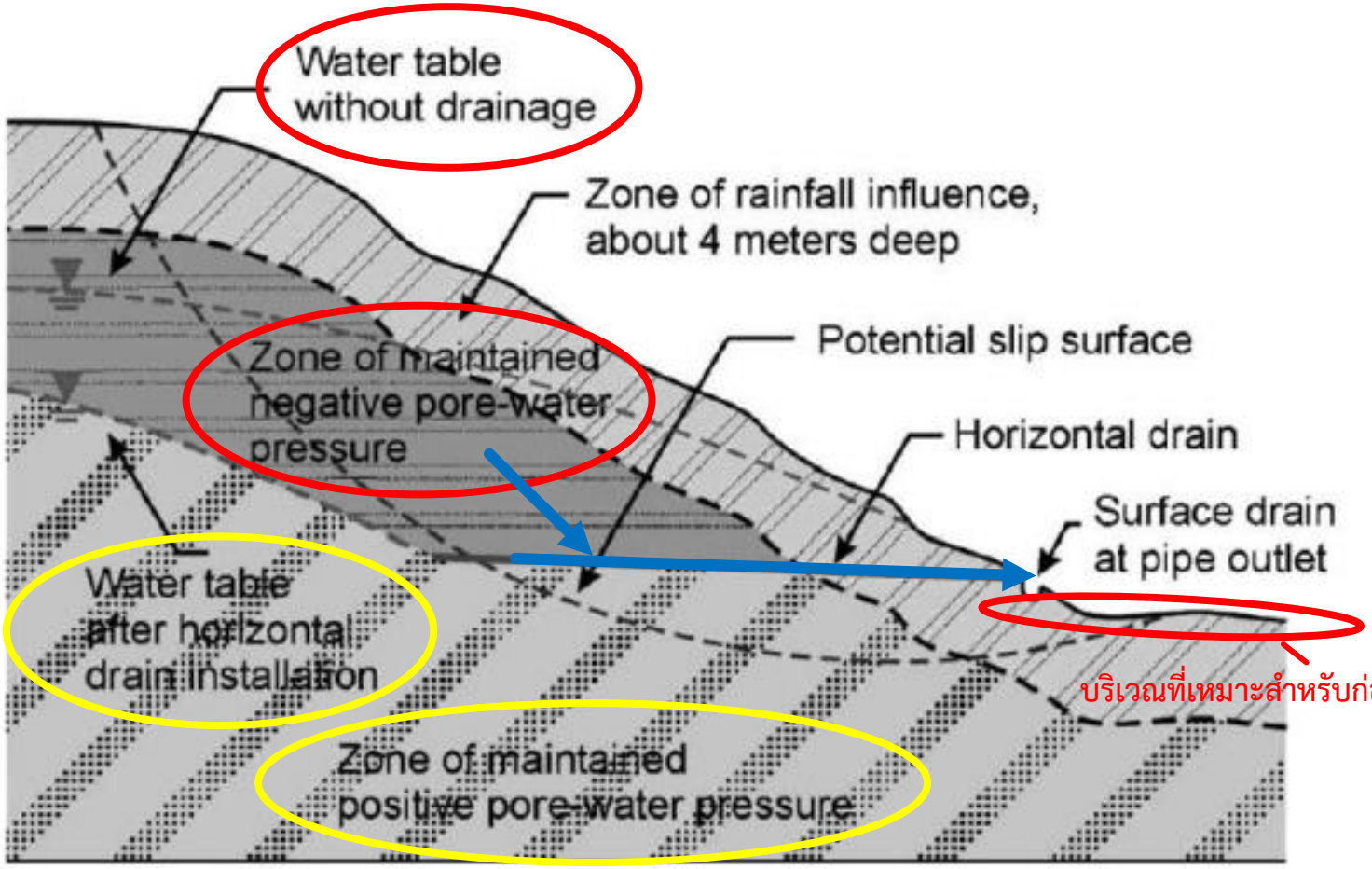
- ปัญหาของการเจาะสำรวจดินที่พบ เช่น เจาะพบหินหรือชั้นดินแข็ง กรวดขนาดใหญ่ เศษหิน ชั้นทรายที่อิ่มตัวด้วยน้ำ
- ปัญหาการก่อสร้างระบบเติมน้ำที่พบ คือ พื้นที่โรงงานมีสภาพเป็นพื้นคอนกรีต มีพื้นที่จำกัด การย้าย backhoe เข้าดำเนินงานทำได้ลำบากหรือไม่สามารถเข้าดำเนินการ และหลุมขุดจะมีอุปสรรคหากขุดพบชั้นกรวดทรายที่อิ่มตัวด้วยน้ำ ซึ่งผนังหลุมเจาะพัง ไม่สามารถขุดลึกได้

ข้อควรระวัง

- การขุดหลุมก่อสร้างระบบเติมน้ำ หากอยู่ใกล้สิ่งก่อสร้างเดิมเกินไปอาจจะกระทบต่อฐานรากได้ ปกติความลาดชันของหลุมขุดควรน้อยกว่า 1:2 ในกรณีที่บ่อเติมน้ำมีความลึกมาก เช่น 15 เมตร ควรใช้เครื่องเจาะบ่อน้ำตื้นแบบ Bucket Auger แทนการใช้ Backhoe
- บริเวณพื้นที่โรงงานที่ตั้งอยู่บนลาดชัน ระบบเติมน้ำควรก่อสร้างในบริเวณท้ายน้ำ หรือบริเวณที่ต่ำกว่า
- การปนเปื้อนมลพิษของน้ำที่จะใช้เติม กรณีโรงงานที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อน ต้องมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำที่จะใช้เติมและน้ำที่เก็บจากบ่อสังเกตการณ์(ถ้ามี)อย่างสม่ำเสมอ หากพบว่ามีการปนเปื้อน ต้องหยุดระบบเติมน้ำทันที
- การบำรุงรักษาโดยใช้คนลงในบ่อวงมีโอกาสเกิดผลกระทบต่อผู้ปฏิบัติงานที่อยู่ในบ่อวงอาจจะขาดอ๊อกซิเจนและทำให้หมดสติและเสียชีวิตได้
- ระบบเติมน้ำต้องมีฝาปิดเพื่อป้องกันคนหรือสัตว์พลัดตกลงบ่อ

ตัวอย่างโรงงานที่ตั้งอยู่บนพื้นที่ลาดชันสูง





บริเวณที่เหมาะสำหรับก่อสร้างระบบเติมน้ำ

(Rahardjo et al., 2003)

พรบ.น้ำบาดาล พ.ศ. 2520

ถ้าลึกไม่เกิน 15 เมตร ไม่ต้องขออนุญาต ถ้าลึกเกิน 15 เมตร ต้องขออนุญาต ยกเว้นกรมทรัพยากรน้ำบาดาล กรมชลประทาน การประปานครหลวง และการประปาส่วนภูมิภาค ตามมาตรา 4

มาตรา 4 พระราชบัญญัตินี้ไม่ใช้บังคับแก่กระทรวง ทบวง กรม หรือองค์การของรัฐที่มีหน้าที่เกี่ยวกับการจัดหาน้ำเพื่ออุปโภคบริโภค หรือเพื่อเกษตรกรรมในส่วนที่เกี่ยวกับการเจาะน้ำบาดาลและการใช้น้ำบาดาล แต่ส่วนราชการหรือองค์การของรัฐดังกล่าวต้องปฏิบัติตามประกาศที่ออกตามมาตรา 6 และปฏิบัติตามมาตรา 23

คำถามและข้อคิดเห็น


Thank you for your attention

สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

ชั้น 8 อาคารปฏิบัติการเทคโนโลยีเชิงสร้างสรรค์ (มทรก.)

เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร 10120

www.fti.or.th

โทรศัพท์ : 02 345 1000

@WEIS

Scan me

การอบรมให้ความรู้ (ออนไลน์)

แนวทางการพิจารณาประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม สำหรับการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น ในพื้นที่อุตสาหกรรม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โกวิท สุวรรณหงษ์

รองคณบดีฝ่ายบริการวิชาการและนวัตกรรม

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

หน่วยงานสนับสนุนโครงการ : กองทุนพัฒนาน้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

หน่วยงานดำเนินงาน : สถาบันน้ำและสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

TOPICS

1. แนวการพิจารณาประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นในพื้นที่อุตสาหกรรม
2. การติดตามและประเมินการปนเปื้อนดินและน้ำใต้ดิน
3. วิธีการบำบัดดินและน้ำใต้ดิน

TOPICS

1. แนวการพิจารณาประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นในพื้นที่อุตสาหกรรม
2. การติดตามและประเมินการปนเปื้อนดินและน้ำใต้ดิน
3. วิธีการบำบัดดินและน้ำใต้ดิน

การพิจารณาประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น

ความจำเป็นของการเก็บเกี่ยวน้ำฝนและการเติมน้ำในภาคอุตสาหกรรม

- แหล่งน้ำสำรอง มีการสำรองน้ำฝนไว้ใช้ ลดความเสี่ยงจากการขาดแคลนน้ำในสภาวะแล้ง
- ลดปัญหาน้ำท่วมขังในพื้นที่โรงงาน และพื้นที่รอบๆ
- เพิ่มความชุ่มชื้นของดินและบรรเทาปัญหาน้ำท่วมขังในบริเวณพื้นที่เติมน้ำและบริเวณโดยรอบ ซึ่งเป็นการแสดงถึงความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม หรือ CSR (Corporate Social Responsibility) ของผู้ประกอบการต่อสังคมโดยรอบ

MULTIPLE RISKS REQUIRE MULTIPLE BARRIERS

Safe drinking water is essential to the health of American citizens and the economic health of our communities. However, drinking water is vulnerable to contamination from many potential threats. There are programs and activities that when operated effectively form a protective web of multiple barriers to ensure the safety of our drinking water. The success of these barriers relies on the involvement and vigilance of local, state and federal officials, the private sector, public interest groups and individual citizens.

This poster identifies examples of

1. Surface and groundwater sources of drinking water (in blue),
2. Potential threats to those drinking water sources (in red), and
3. The multiple barriers that together protect our nation's public health (in green).
   - Risk Prevention Barrier
   - Risk Management Barrier
   - Risk Monitoring and Compliance Barrier
   - Individual Action Barrier

Safe Drinking Water Hotline – (800) 426-4791 Safewater Web Site – www.epa.gov/safewater

EPA
United States Environmental Protection Agency
EPA 816-H-02-003
January 2002

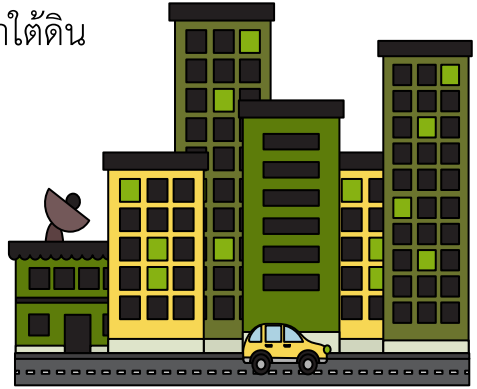
การพิจารณาประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น

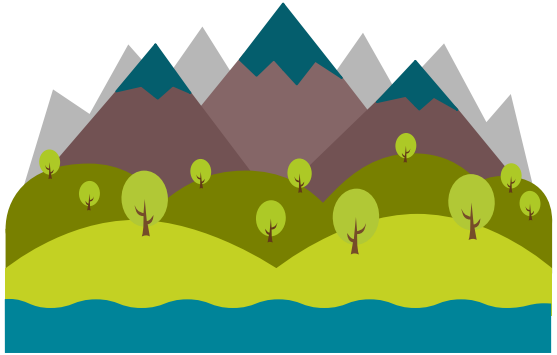
- ด้านสิ่งแวดล้อม : การปนเปื้อนในแหล่งน้ำใต้ดิน จากแหล่งน้ำที่นำมาเติมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน
  - *ประเภทอุตสาหกรรมที่มีความเสี่ยง* จำเป็นต้องมีระบบการจัดการและการป้องกันการปนเปื้อนมลพิษลงน้ำใต้ดิน
  - *ประเภทน้ำที่นำมาเติม* ต้องมีการศึกษาคุณภาพน้ำที่ใช้เติมและคุณภาพน้ำใต้ดินเบื้องต้นในพื้นที่ว่ามีคุณภาพเป็นอย่างไร มีสารปนเปื้อนที่อาจกระทบต่อสิ่งแวดล้อม กระทบต่อการใช้น้ำเพื่อการเกษตรหรือการอุปโภคบริโภคหรือไม่ และควรมีการติดตามตรวจสอบ เพื่อศึกษาผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการเติมน้ำในระยะยาว

- ด้านความปลอดภัย : การก่อสร้างบ่อเติมน้ำผ่านบ่อวงโดยใช้คนขุด ในระหว่างการก่อสร้างต้องระวังการขาดอากาศหายใจจนเสียชีวิตได้ และเมื่อดำเนินการเสร็จแล้วต้องมีฝาปิดปากบ่อป้องกันคนหรือสัตว์พลัดตกและการลักลอบทิ้งขยะลงไปในบ่อ

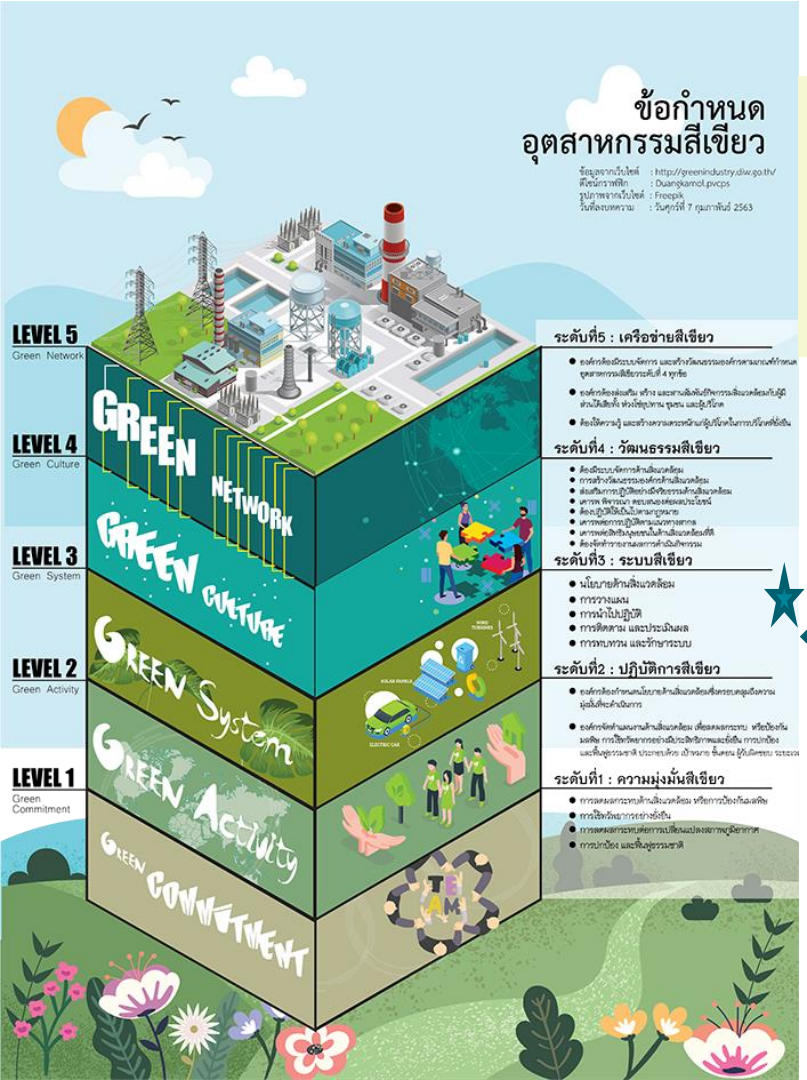
เครื่องมือด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมภาคอุตสาหกรรม

ตัวอย่างเครื่องมือ (Tools) ด้านระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมและการป้องกันการปนเปื้อนมลพิษลงน้ำใต้ดิน ได้แก่





- Green Industry
- CSR – DIW
- Eco – Factory
- Safety Preservation
- Energy and Water Management
- Pollution Management and Resources Efficiency
- Waste Management
- Symbiosis between Factory and Residents



"อุตสาหกรรมที่ยึดมั่นในการประกอบกิจการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยมุ่งเน้นการพัฒนาและปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง และประกอบกิจการด้วยความรับผิดชอบต่อสังคม ทั้งภายในและภายนอกองค์กรตลอดห่วงโซ่อุปทาน เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน"

Green Industry
กระทรวงอุตสาหกรรม

การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement)

การพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development)

เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

รับผิดชอบต่อสังคม

มาตรฐานโรงงานอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ (Eco Factory)

Eco Factory มาตรฐานแสดงว่าโรงงานที่ได้รับรองนั้นประกอบกิจการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งส่งเสริมสังคมและเศรษฐกิจให้ดีขึ้นเพื่อมุ่งสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development)

การพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development)

ประสิทธิภาพเชิงเศรษฐนิเวศ (Eco Efficiency)		การประเมินตามตัวชี้วัดทางด้านสังคม (Outcome / Impact Evaluation)
1. การจัดการวัตถุดิบ	7. การจัดการสารเคมีและวัตถุอันตราย	13. การกระจายรายได้ให้กับชุมชน
2. การจัดการพลังงาน	8. การจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย	
3. การจัดการน้ำและน้ำเสีย	9. การจัดการระบบโลจิสติกส์	
4. การจัดการมลพิษอากาศ	10. การจัดการโซ่อุปทานสีเขียว	14. การอยู่ร่วมกับชุมชนโดยรอบ
5. การจัดการก๊าซเรือนกระจก	11. การจัดการภูมิทัศน์สีเขียว	
6. การจัดการของเสีย	12. การจัดการความหลากหลายทางชีวภาพ	

อุตสาหกรรมสีเขียวระดับ 3 หรือ ISO 14001 และไม่มีข้อร้องเรียน 1 ปี (โรงงานขนาดใหญ่)

อุตสาหกรรมสีเขียวระดับ 2 หรือ ธงขาวดาวเขียว และไม่มีข้อร้องเรียน 1 ปี (SME ขนาดกลางและขนาดย่อม)

ข้อกำหนดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

เลือก 3 ประเด็น ที่มีนัยสำคัญกับอุตสาหกรรมในการประเมิน improvement

- Eco efficiency : Economic + Environment
- Outcome / Impact Evaluation : Economic + Social และ Environment + Social

ข้อกำหนดเฉพาะ

ประเมินทุกตัวชี้วัดและวัดตามระดับคะแนน โดยต้องสอดคล้องทุกประเด็น คะแนนเฉลี่ยรวมต้อง

≥ 80% ของคะแนนเต็ม (โรงงานขนาดใหญ่)

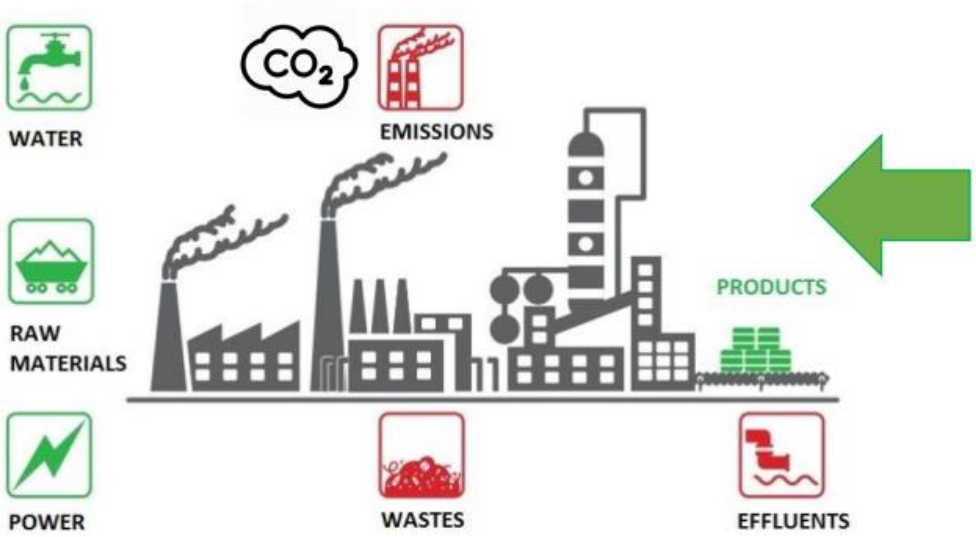
≥ 70% ของคะแนนเต็ม (โรงงานขนาดกลางและขนาดย่อม)

ข้อกำหนดทั่วไป

ให้การรับรองโดย
การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

Resource Efficient and Cleaner Production (RECP)

RECP Assessment at Factory



The resource efficient solutions

กฎหมายการปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดิน

1
- สถานการณ์การปนเปื้อนสารมลพิษในดินและน้ำใต้ดิน

2
- จำเป็นที่จะต้องออกกฎหมายเพื่อควบคุมการปนเปื้อนดินและน้ำใต้ดินบริเวณโรงานอุตสาหกรรม

3
- มาตรฐานที่มีอยู่
  - ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่20 (พ.ศ. 2543) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน
  - ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่25 (พ.ศ. 2547) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน

4
- มติคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติวันที่ 2 ธ.ค.2553
  - บังคับใช้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานสำหรับการปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดิน

ข้อกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

พรบ.น้ำบาดาล 2520

↓

พรบ.ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ 2535

↓

พรบ.โรงงาน 2535

↓

พรบ.สาธารณสุข 2535

↓

พรบ. วัตถุอันตราย 2535

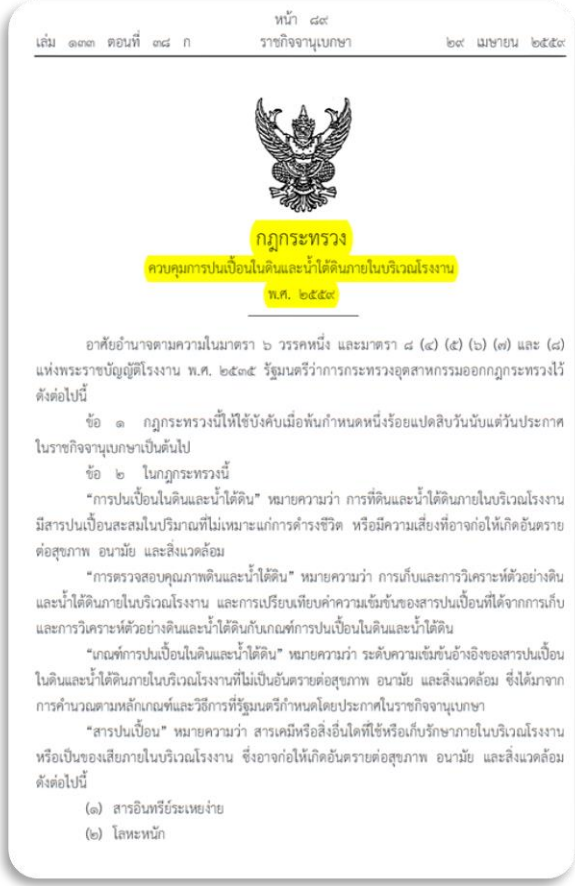
↓

พรบ.พัฒนาที่ดิน 2551

กฎกระทรวงควบคุมการปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดินภายในบริเวณโรงงาน พ.ศ. 2559

การปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดิน

หมายถึง การที่ดินและน้ำใต้ดินภายในบริเวณโรงงานมีสารปนเปื้อนสะสมในปริมาณที่ไม่เหมาะแก่การดำรงชีวิต หรือมีความเสี่ยงที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ อนามัย และสิ่งแวดล้อม



หน้า ๘๙

เล่ม ๑๓๓ ตอนที่ ๓๘ ก ราชกิจจานุเบกษา ๒๙ เมษายน ๒๕๕๙

กฎกระทรวง

ควบคุมการปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดินภายในบริเวณโรงงาน

พ.ศ. ๒๕๕๙

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๖ วรรคหนึ่ง และมาตรา ๘ (๔) (๕) (๖) (๗) และ (๘) แห่งพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. ๒๕๓๕ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกกฎกระทรวงไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ กฎกระทรวงนี้ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ข้อ ๒ ในกฎกระทรวงนี้

"การปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดิน" หมายความว่า การที่ดินและน้ำใต้ดินภายในบริเวณโรงงานมีสารปนเปื้อนสะสมในปริมาณที่ไม่เหมาะแก่การดำรงชีวิต หรือมีความเสี่ยงที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ อนามัย และสิ่งแวดล้อม

"การตรวจสอบคุณภาพดินและน้ำใต้ดิน" หมายความว่า การเก็บและการวิเคราะห์ตัวอย่างดินและน้ำใต้ดินภายในบริเวณโรงงาน และการเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของสารปนเปื้อนที่ได้จากการเก็บและการวิเคราะห์ตัวอย่างดินและน้ำใต้ดินกับเกณฑ์การปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดิน

"เกณฑ์การปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดิน" หมายความว่า ระดับความเข้มข้นอ้างอิงของสารปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดินภายในบริเวณโรงงานที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ อนามัย และสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้มาจากการคำนวณตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

"สารปนเปื้อน" หมายความว่า สารเคมีหรือสิ่งอื่นใดที่ใช้หรือเก็บรักษาภายในบริเวณโรงงานหรือเป็นของเสียภายในบริเวณโรงงาน ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ อนามัย และสิ่งแวดล้อม ดังต่อไปนี้

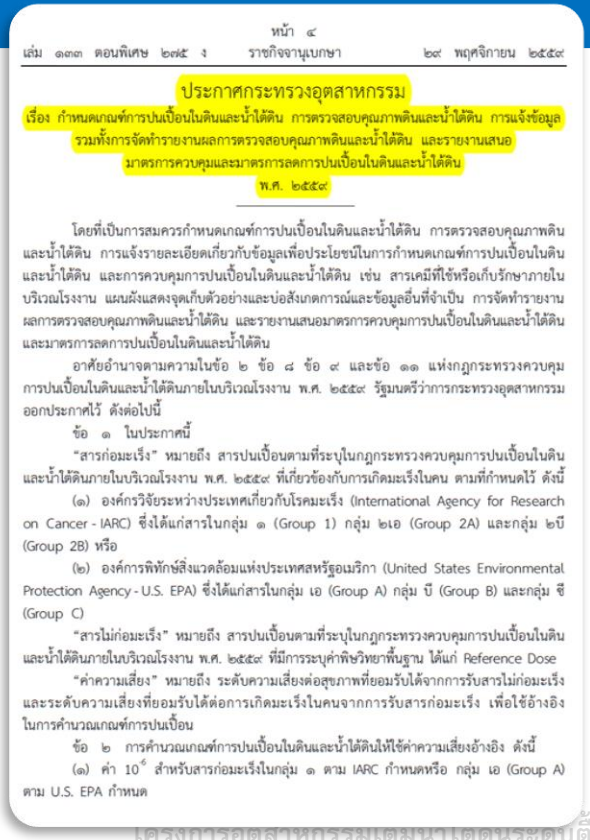
(๑) สารอินทรีย์ระเหยง่าย

(๒) โลหะหนัก

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดเกณฑ์การปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดิน การตรวจสอบคุณภาพดินและน้ำใต้ดิน การแจ้งข้อมูล รวมทั้งการจัดทำรายงานผลการตรวจสอบคุณภาพดินและน้ำใต้ดิน และรายงานเสนอมาตรการควบคุมและมาตรการลดการปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดิน พ.ศ. 2559

เกณฑ์การปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดิน

หมายถึง ระดับความเข้มข้นอ้างอิงของสารปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดินภายในบริเวณโรงงานที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ อนามัย และสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้มาจากการคำนวณตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา



หน้า ๔

เล่ม ๑๓๓ ตอนพิเศษ ๒๗๕ ง ราชกิจจานุเบกษา ๒๙ พฤศจิกายน ๒๕๕๙

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

เรื่อง กำหนดเกณฑ์การปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดิน การตรวจสอบคุณภาพดินและน้ำใต้ดิน การแจ้งข้อมูล รวมทั้งการจัดทำรายงานผลการตรวจสอบคุณภาพดินและน้ำใต้ดิน และรายงานเสนอมาตรการควบคุมและมาตรการลดการปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดิน พ.ศ. ๒๕๕๙

โดยที่เป็นการสมควรกำหนดเกณฑ์การปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดิน การตรวจสอบคุณภาพดินและน้ำใต้ดิน การแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลเพื่อประโยชน์ในการกำหนดเกณฑ์การปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดิน และการควบคุมการปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดิน เช่น สารเคมีที่ใช้หรือเก็บรักษาภายในบริเวณโรงงาน แผนผังแสดงจุดเก็บตัวอย่างและบ่อสังเกตการณ์และข้อมูลอื่นที่จำเป็น การจัดทำรายงานผลการตรวจสอบคุณภาพดินและน้ำใต้ดิน และรายงานเสนอมาตรการควบคุมการปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดินและมาตรการลดการปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดิน

อาศัยอำนาจตามความในข้อ ๒ ข้อ ๘ ข้อ ๙ และข้อ ๑๑ แห่งกฎกระทรวงควบคุมการปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดินภายในบริเวณโรงงาน พ.ศ. ๒๕๕๙ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ในประกาศนี้

"สารก่อมะเร็ง" หมายถึง สารปนเปื้อนตามที่ระบุในกฎกระทรวงควบคุมการปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดินภายในบริเวณโรงงาน พ.ศ. ๒๕๕๙ ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดมะเร็งในคน ตามที่กำหนดไว้ ดังนี้

(๑) องค์กรวิจัยระหว่างประเทศเกี่ยวกับโรคมะเร็ง (International Agency for Research on Cancer - IARC) ซึ่งได้แก่สารในกลุ่ม ๑ (Group 1) กลุ่ม ๒เอ (Group 2A) และกลุ่ม ๒บี (Group 2B) หรือ

(๒) องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency - U.S. EPA) ซึ่งได้แก่สารในกลุ่ม เอ (Group A) กลุ่ม บี (Group B) และกลุ่ม ซี (Group C)

"สารไม่ก่อมะเร็ง" หมายถึง สารปนเปื้อนตามที่ระบุในกฎกระทรวงควบคุมการปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดินภายในบริเวณโรงงาน พ.ศ. ๒๕๕๙ ที่มีการระบุค่าพิษวิทยาพื้นฐาน ได้แก่ Reference Dose

"ค่าความเสี่ยง" หมายถึง ระดับความเสี่ยงต่อสุขภาพที่ยอมรับได้จากการรับสารไม่ก่อมะเร็งและระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ต่อการเกิดมะเร็งในคนจากการรับสารก่อมะเร็ง เพื่อใช้อ้างอิงในการคำนวณเกณฑ์การปนเปื้อน

ข้อ ๒ การคำนวณเกณฑ์การปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดินให้ใช้ค่าความเสี่ยงอ้างอิง ดังนี้

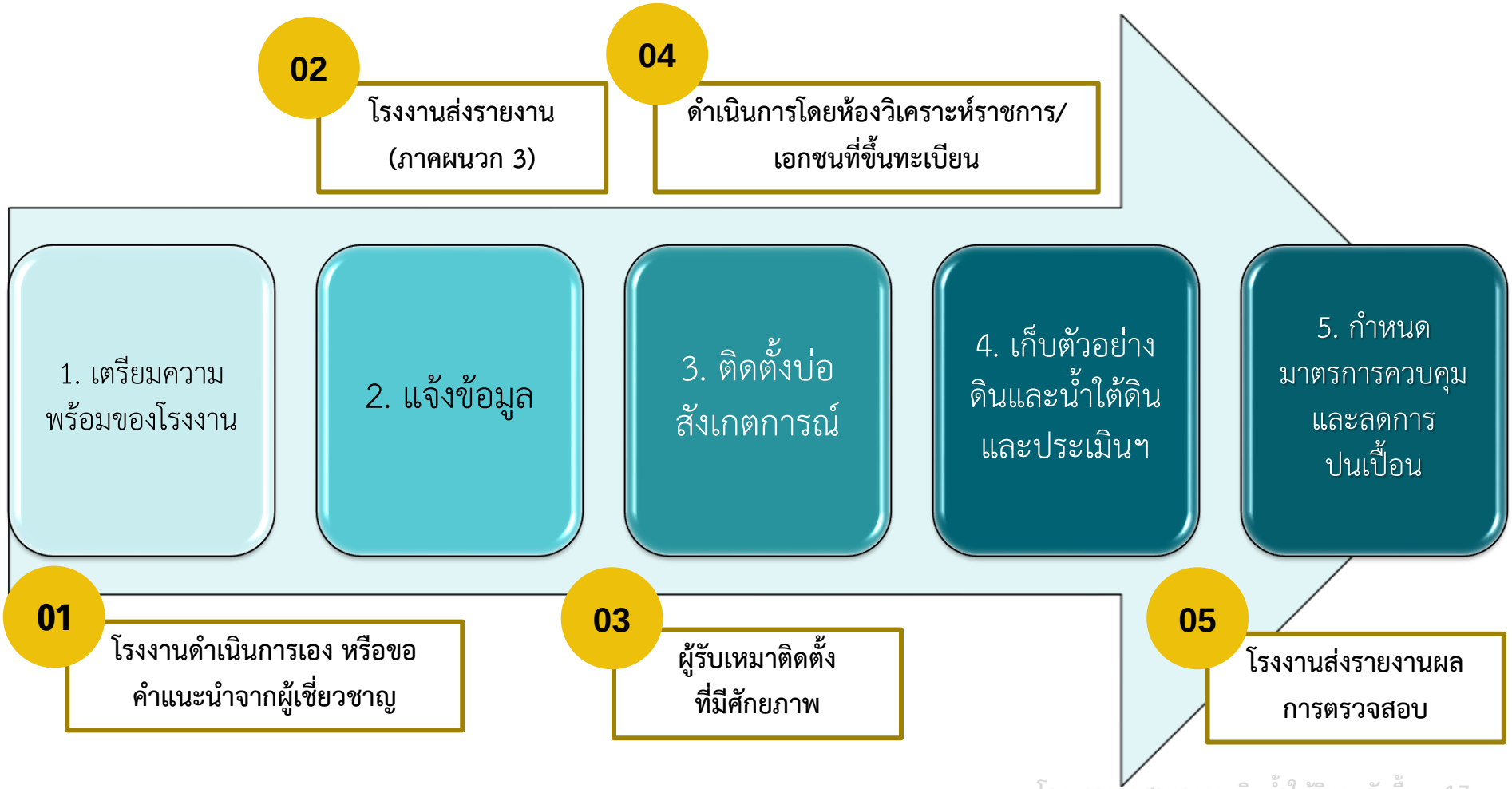
(๑) ค่า 10^{-6} สำหรับสารก่อมะเร็งในกลุ่ม ๑ ตาม IARC กำหนดหรือ กลุ่ม เอ (Group A) ตาม U.S. EPA กำหนด

ประเภทอุตสาหกรรมที่ต้องควบคุมการปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดินภายในบริเวณโรงงาน

ลำดับที่	ประเภทหรือชนิดของโรงงาน	ขนาดของโรงงาน
22 (1,2,3,4)	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับสิ่งทอ ด้าย หรือ เส้นใยซึ่งมิใช่ใยหิน (Asbestos) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง	โรงงานจำพวกที่ 3
38 (1,2)	โรงงานผลิตเยื่อ หรือกระดาษอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง	โรงงานจำพวกที่ 3
42 (1,2)	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเคมีภัณฑ์ สารเคมีหรือวัสดุเคมี ซึ่งมิใช่ปุ๋ย อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง	โรงงานจำพวกที่ 3
45 (1,2,3)	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับสี (Paints) น้ำมันชักเงา เชลแล็ก แล็กเกอร์ หรือผลิตภัณฑ์ สำหรับใช้ยาหรืออุดอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง	โรงงานจำพวกที่ 3
48 (1,2,3,4,6,12)	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เคมีอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง	โรงงานจำพวกที่ 3
49	โรงงานกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม	โรงงานจำพวกที่ 3

ประเภทอุตสาหกรรมที่ต้องควบคุมการปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดินภายในบริเวณโรงงาน

ลำดับที่	ประเภทหรือชนิดของโรงงาน	ขนาดของโรงงาน
60	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับถลุง ผสม ทำให้บริสุทธิ์ หลอม หล่อ รีด ดึง หรือผลิตโลหะในขั้นต้นซึ่งมิใช่เหล็กหรือเหล็กกล้า (Non-ferrous Metal Basic Industries)	3
74 (1,4,5)	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง	3
100 (1,2,5)	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการตบแต่งหรือเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์หรือส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์โดยไม่มีการผลิตอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง	3
101	โรงงานปรับคุณภาพของเสียรวม (Central Waste Treatment Plant)	3
105	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการคัดแยกหรือฝังกลบสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่มีลักษณะและคุณสมบัติตามที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวงฉบับที่ ๒ (พ.ศ. ๒๕๓๕) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. ๒๕๓๕	3
106	โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการนำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ไม่ใช้แล้วหรือของเสียจากโรงงานมาผลิตเป็นวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ใหม่โดยผ่านกรรมวิธีการผลิตทางอุตสาหกรรม	3


02
โรงงานส่งรายงาน
(ภาคผนวก 3)
04
ดำเนินการโดยห้องวิเคราะห์ราชการ/
เอกชนที่ขึ้นทะเบียน
1. เตรียมความพร้อมของโรงงาน
2. แจ้งข้อมูล
3. ติดตั้งบ่อสังเกตการณ์
4. เก็บตัวอย่างดินและน้ำใต้ดินและประเมินฯ
5. กำหนดมาตรการควบคุมและลดการปนเปื้อน
01
โรงงานดำเนินการเอง หรือขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ
03
ผู้รับเหมาติดตั้งที่มีศักยภาพ
05
โรงงานส่งรายงานผลการตรวจสอบ

การเตรียมความพร้อมของโรงงาน

01

ข้อมูลทั่วไป

02

ข้อมูลสภาพพื้นที่
ของโรงงาน

03

ข้อมูลปริมาณและชนิดของการ
ใช้วัตถุดิบ สารเคมี เชื้อเพลิง
และของเสียอันตราย

04

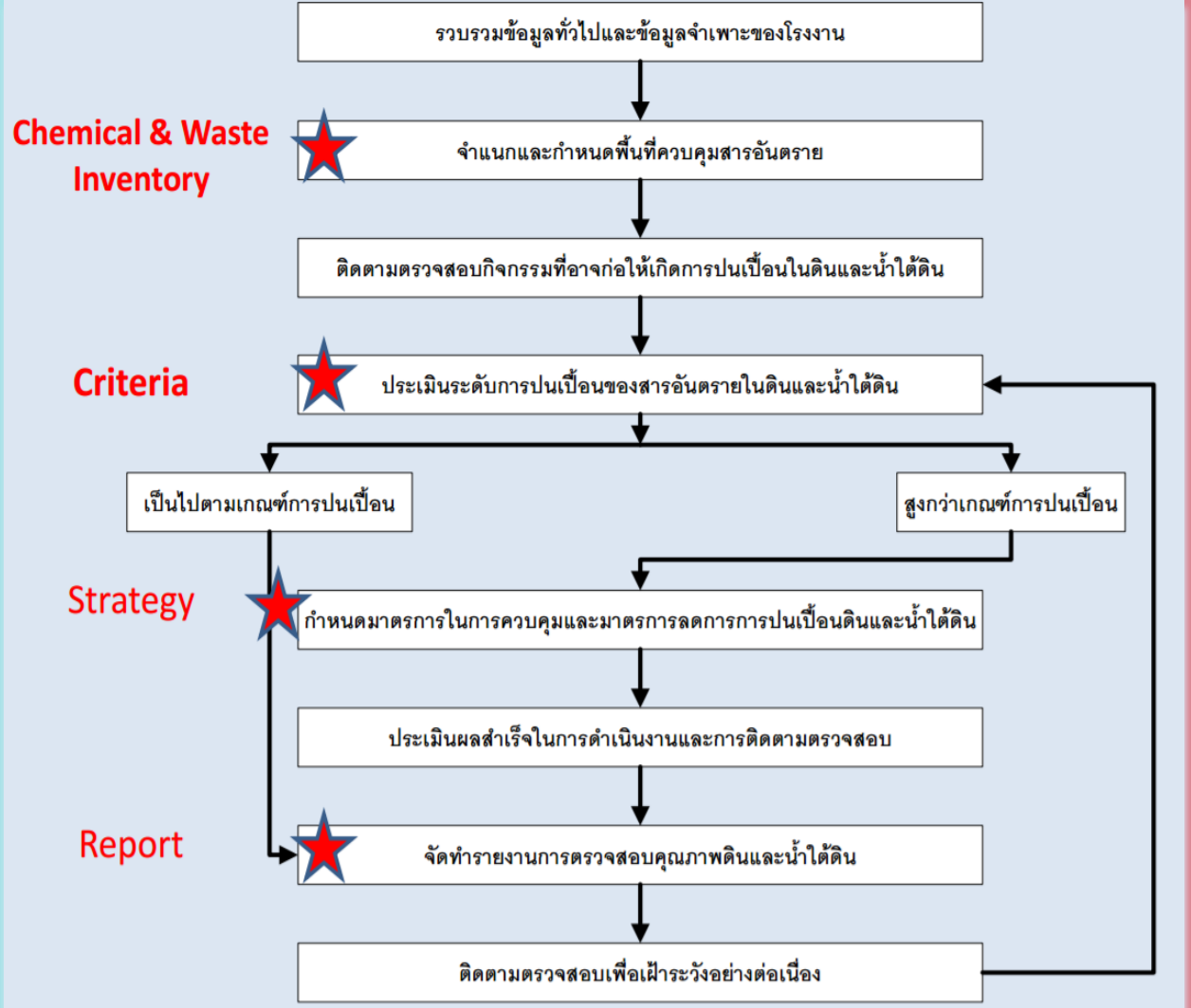
ข้อมูลกระบวนการผลิต
และการจัดการมลพิษ

05

ข้อมูลสุขภาพของพื้นที่
และโรคประจำถิ่น

กรอบการดำเนินการ

FRAMEWORK



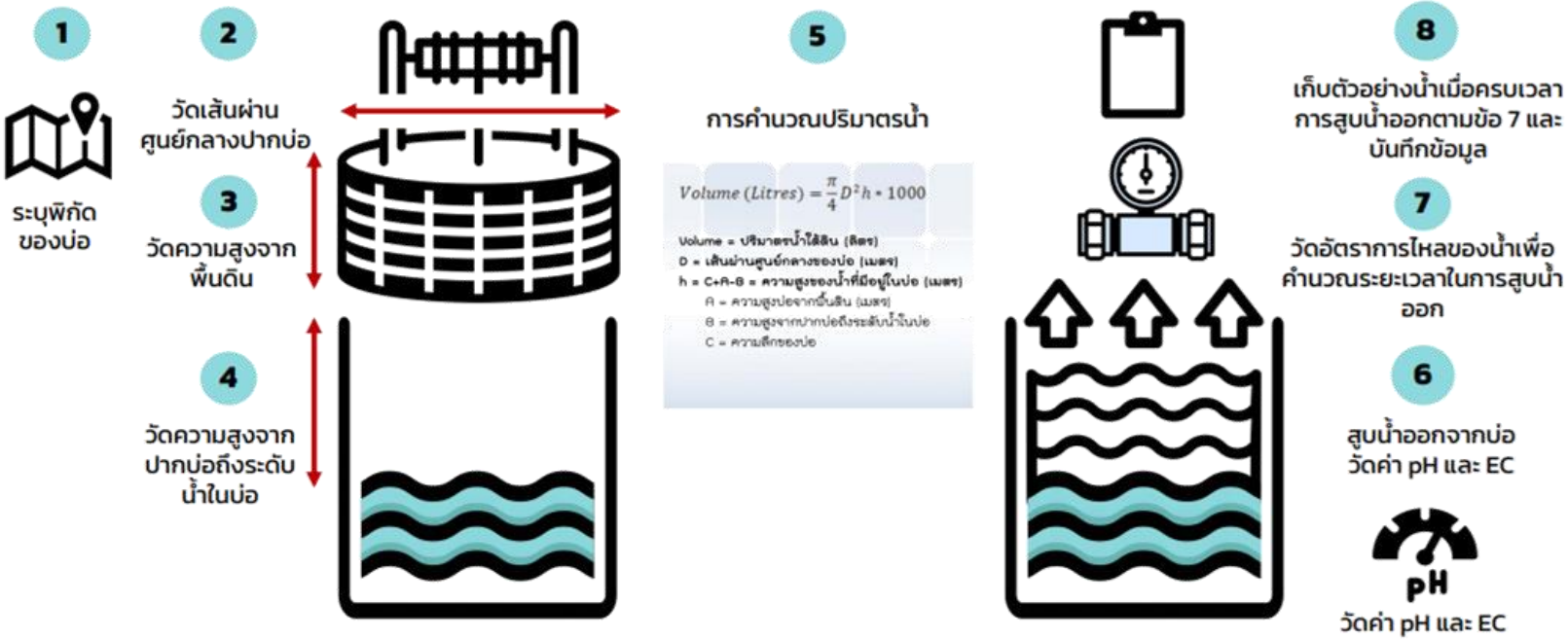
TOPICS

1 แนวการพิจารณาประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นในพื้นที่อุตสาหกรรม

2 การติดตามและประเมินการปนเปื้อนดินและน้ำใต้ดิน

3 วิธีการบำบัดดินและน้ำใต้ดิน

การเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดิน



วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดิน

ประเภทบ่อเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดิน

บ่อน้ำตื้น

- บ่อวงซีเมนต์
- บ่อดิน

บ่อที่ขุดเจาะในระดับตื้น
เพื่อนำน้ำใต้ดินมาใช้ประโยชน์

วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดิน (ตามลำดับ)

01 การระดับ (Leveling)

02 การวัดระดับน้ำใต้ดิน

03 การคำนวณปริมาตรน้ำที่มีอยู่ในบ่อ

04 การถ่ายน้ำขังจากบ่อ (Well Purging)

05 การเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดิน

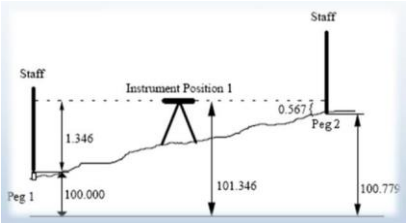
วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดิน (ตามลำดับ)

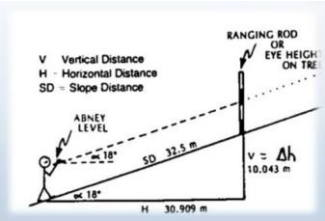
1 การระดับ (Leveling)

- **การระดับ : คือการหาค่าระยะทางดิ่ง โดยอ้างอิงจากระดับใดระดับหนึ่ง**

ในงาน Site Investigation จะใช้สำหรับหาความสูงของปากบ่อ ติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำใต้ดิน ซึ่งจำเป็นต้องทราบถึงระดับอ้างอิงของแต่ละโครงการก่อน เช่น ระดับพื้นถนนของโครงการ หรือตำแหน่งที่มั่นคง

- เพื่อดูทิศทางการไหลของน้ำใต้ดินสำหรับกำหนดลำดับในการเก็บตัวอย่าง

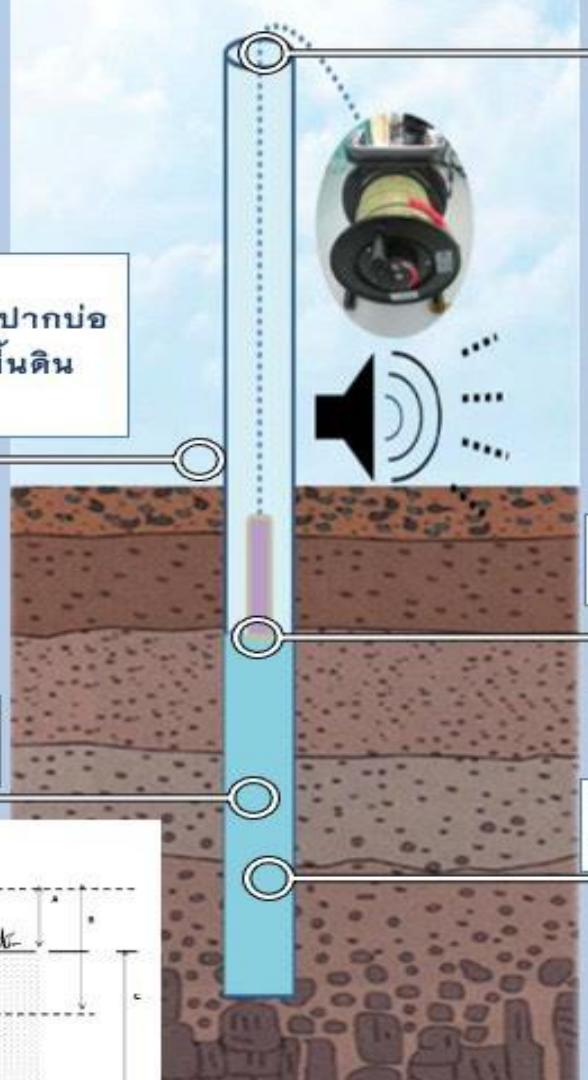




วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดิน (ตามลำดับ)

2 การวัดระดับน้ำใต้ดิน

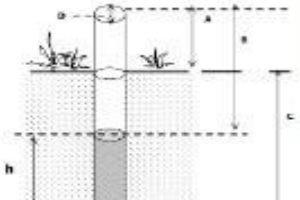
- การวัดระดับน้ำในบ่อติดตามตรวจสอบที่ได้จะนำไปคำนวณหาปริมาตรน้ำที่มีอยู่ในบ่อติดตามตรวจสอบเพื่อให้ทราบปริมาตรน้ำที่ต้องการถ่ายน้ำขังออก



1. ระบุพิกัด
   - วัดเส้นผ่าศูนย์กลางปากบ่อ
   - ความสูงปากบ่อถึงพื้นดิน
2. วัดความสูงระดับน้ำ
3. คำนวณหาปริมาตรน้ำในบ่อ
4. วัดอัตราการไหลของน้ำ / pH / EC
5. เก็บตัวอย่างน้ำและบันทึกข้อมูล

$$Volume\ (Litres) = \frac{\pi}{4} D^2 h * 1000$$

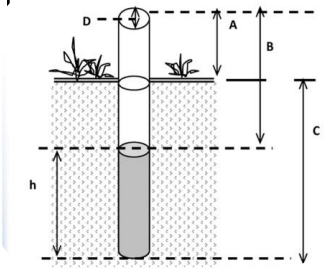
Volume = ปริมาตรน้ำใต้ดิน (ลิตร)
D = เส้นผ่านศูนย์กลางของบ่อ (เมตร)
h = C+A-B = ความสูงของน้ำที่มีอยู่ในบ่อ (เมตร)
A = ความสูงบ่อจากพื้นดิน (เมตร)
B = ความสูงจากปากบ่อถึงระดับน้ำในบ่อ
C = ความลึกของบ่อ

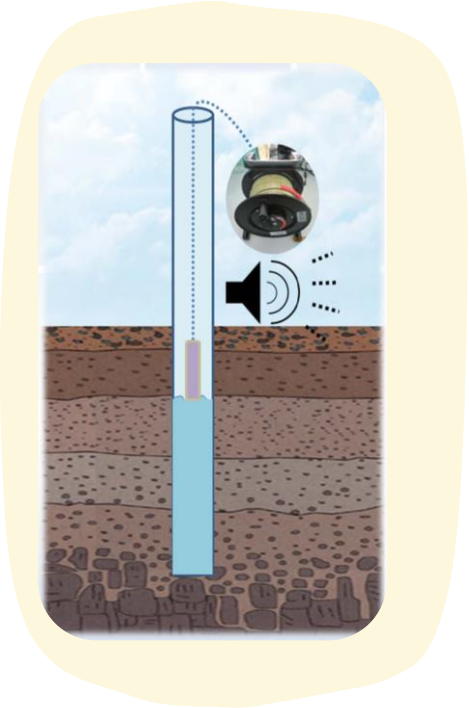


วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดิน (ตามลำดับ)

3 การคำนวณปริมาตรน้ำที่มีอยู่ในบ่อ

- ทำการวัดระดับน้ำใต้ดิน โดยใช้เทปวัดระดับน้ำใต้ดิน
- โดยเทปวัดระดับน้ำใต้ดินจะส่งสัญญาณเสียงเมื่อเทปวัดระดับน้ำใต้ดินถึงระดับผิวน้ำ





วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดิน (ตามลำดับ)

3 การคำนวณปริมาตรน้ำที่มีอยู่ในบ่อ

- เพื่อให้ทราบปริมาตรน้ำที่ต้องถ่ายออกจากบ่อ
- เพื่อกำจัดน้ำเก่าที่ขังอยู่ในบ่อ เพื่อให้น้ำตัวอย่างเป็นตัวแทนของน้ำใต้ดินในชั้นน้ำอย่างแท้จริง เนื่องจากน้ำเก่าที่ค้างอยู่มีการสัมผัสกับอากาศทำให้คุณลักษณะของน้ำเปลี่ยนแปลง และแตกต่าง ไปจากน้ำที่อยู่ในชั้นน้ำใต้ดิน

วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดิน (ตามลำดับ)

3 การคำนวณปริมาตรน้ำที่มีอยู่ในบ่อ

$$Volume\ (Litres) = \frac{\pi}{4} D^2 h * 1000$$

Volume = ปริมาตรน้ำมต้ดิน (ลิตร)

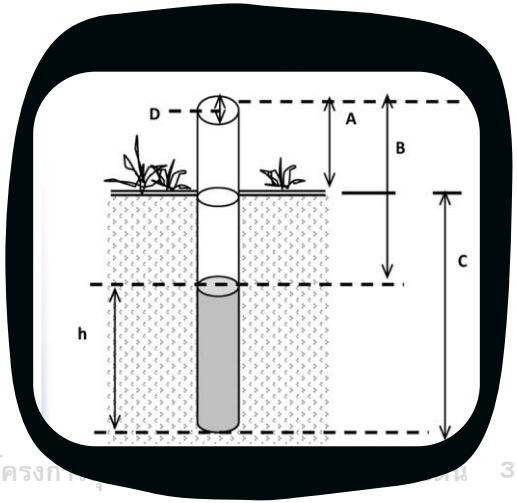
D = เส้นผ่านศูนย์กลางของบ่อ (เมตร)

H = C+A-B = ความสูงของน้ำที่มีอยู่ในบ่อ (เมตร)

A = ความสูงบ่อจากพื้นดิน (เมตร)

B = ความสูงจากปากบ่อถึงระดับน้ำในบ่อ

C = ความลึกของบ่อ



วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดิน (ตามลำดับ)

4 การถ่ายน้ำขังจากบ่อ (Well Purging)

➢ **วิธีการถ่ายน้ำขังจากบ่อ มีวิธีการ 2 ลักษณะ**

4.3.1 การถ่ายน้ำขังออกจากบ่อโดยการวัดปริมาตรน้ำ

4.3.2 การถ่ายน้ำขังออกจากบ่อโดยการตรวจวัดค่าคงที่

วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดิน (ตามลำดับ)

4 การถ่ายน้ำขังจากบ่อ (Well Purging)

- การถ่ายน้ำขังออกจากบ่อโดยการวัดปริมาตรน้ำ จากการถ่ายน้ำใส่ภาชนะบรรจุที่ทราบปริมาตรแน่นอน

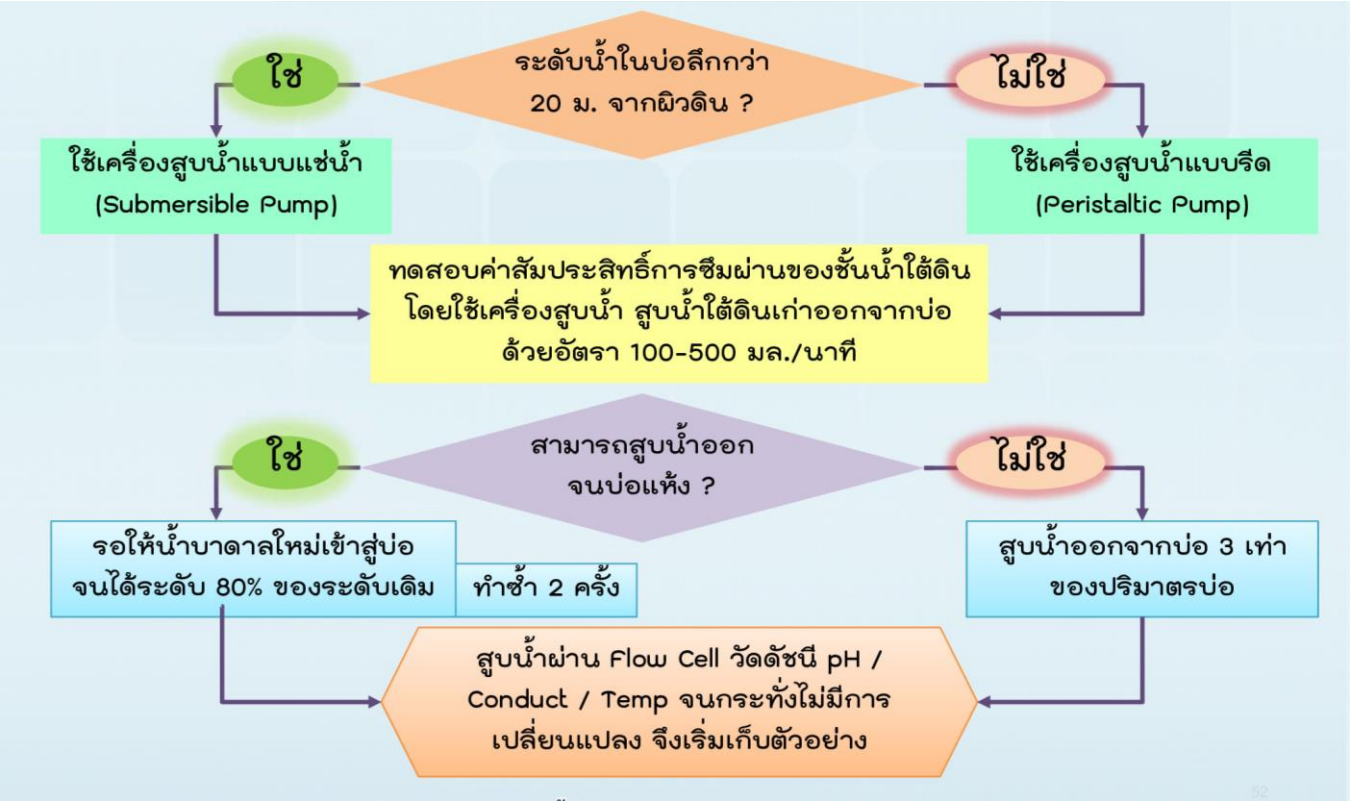
วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดิน (ตามลำดับ)

4 การถ่ายน้ำขังจากบ่อ (Well Purging)

- การถ่ายน้ำขังออกจากบ่อแบบตรวจวัดค่าคงที่
- ทำการถ่ายน้ำในบ่อโดยการตรวจวัดแบบต่อเนื่องไปจนกว่ามีค่าคงที่

ดัชนี	ช่วงค่าที่เปลี่ยนแปลงได้
ความเป็นกรดและด่าง (pH)	±0.10 หน่วย หรือ ±3 - 5 %
สภาพนำไฟฟ้า (Conductivity)	±10.0 m/cm หรือ ±3 - 5 %
อุณหภูมิ (Temperature)	±0.1 °C หรือ ±3 - 5 %

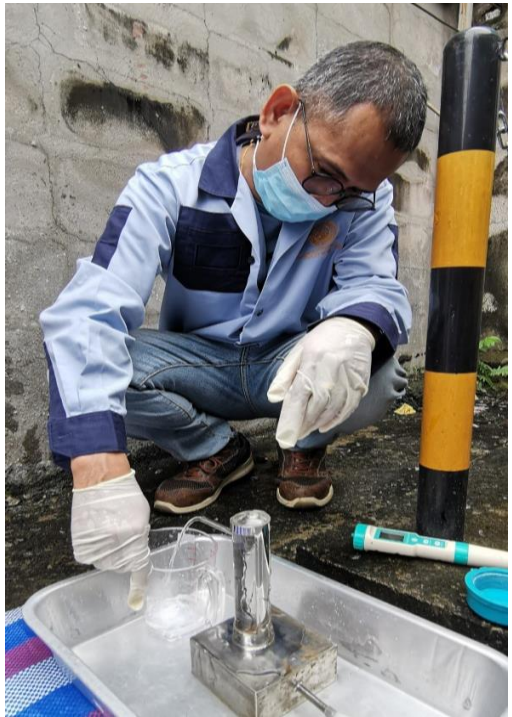
ขั้นตอนการสูบน้ำเก่าจากบ่อสังเกตการณ์



กรมควบคุมมลพิษ หลักเกณฑ์การปฏิบัติในการเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดิน (มีนาคม 2553)

วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดิน

5 การเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดิน



สวมถุงมือยางชนิดไม่มีแป้งก่อนเก็บตัวอย่างทุกครั้ง

↓

เลือกใช้อุปกรณ์เก็บตัวอย่างชนิดเดียวกับการสูบน้ำออก

↓

เริ่มเก็บตัวอย่างสารอินทรีย์ระเหยง่ายเป็นอันดับแรก

↓

เก็บตัวอย่างน้ำใส่ถังผสมรวมตัวอย่างให้เป็นเนื้อเดียวกัน

↓

กลั้วภาชนะบรรจุ (Rinse) ด้วยน้ำตัวอย่าง

↓

เก็บดัชนีอื่นๆ โดยตักตัวอย่างจากถังผสมรวม

↓

ดำเนินการตรวจวัด และบันทึกข้อมูลคุณภาพน้ำในภาคสนาม

↓

รักษาสภาพตัวอย่างโดยวิธีมาตรฐาน

วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดิน

➢ กระบอกเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดิน (Bailer)

นำกระบอกเก็บตัวอย่างน้ำ ติดเข้ากับม้วนเทปวัดระยะ

ค่อยๆ หย่อนสานจนถึงระดับกึ่งกลางช่องกรอง (Screen)

เมื่อน้ำเต็มกระบอกทำการดึงกลับ

นับจำนวนครั้งเพื่อหาปริมาตรน้ำที่ทำการเก็บ หรือใส่ภาชนะที่ทราบปริมาตร

วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดิน

➢ Peristaltic Pump

ตัดสายเก็บตัวอย่างตามความยาวตั้งแต่ปากบ่อติดตาม ตรวจสอบ ถึงระดับความลึกของบ่อ

ติดตั้งสายเก็บตัวอย่างเข้ากับปั๊มเก็บตัวอย่างแล้วหย่อนสายเก็บตัวอย่างจนได้ระดับกึ่งกลางช่องกรอง (Screen)

ติดตั้งแบตเตอรี่ 12 โวลต์ เปิดเครื่องปั๊ม ทำการสูบน้ำ

เริ่มเก็บตัวอย่างน้ำตามลำดับ

วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดิน

➢ Submersible Pump (ปั๊มขนาดเล็ก)

ตัดสายเก็บตัวอย่างตามความยาวตั้งแต่ปากบ่อติดตาม ตรวจสอบ ถึงระดับความลึกของบ่อ

ติดตั้งปั๊มเข้ากับสายเก็บ แล้วหย่อนสายเก็บตัวอย่าง จนได้ระดับกึ่งกลางช่องกรอง (Screen)

ติดตั้งแบตเตอรี่ 12 โวลต์ เปิดเครื่องปั๊ม ทำการสูบน้ำ

เริ่มเก็บตัวอย่างน้ำตามลำดับ

วิธีการรักษาสภาพตัวอย่างน้ำใต้ดิน

- **เพื่อชะลอหรือหน่วงการเปลี่ยนสภาพทางเคมี ทางชีวภาพ และทางกายภาพของตัวอย่างน้ำ**


เติมกรดไนตริก จน pH < 2
และแช่เย็นที่ ≤6°C
ดัชนีกลุ่มโลหะหนัก

แช่เย็นที่ ≤6°C
กลุ่มสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช

เติม NaOH pH < 2
และแช่เย็นที่ ≤6°C
กลุ่มสารอันตรายอื่นๆ


เติม HCl pH < 2 ใส่ถุงซิปปิดสนิท
และแช่เย็นที่ ≤6°C
ดัชนีกลุ่มสารอินทรีย์ระเหยง่าย

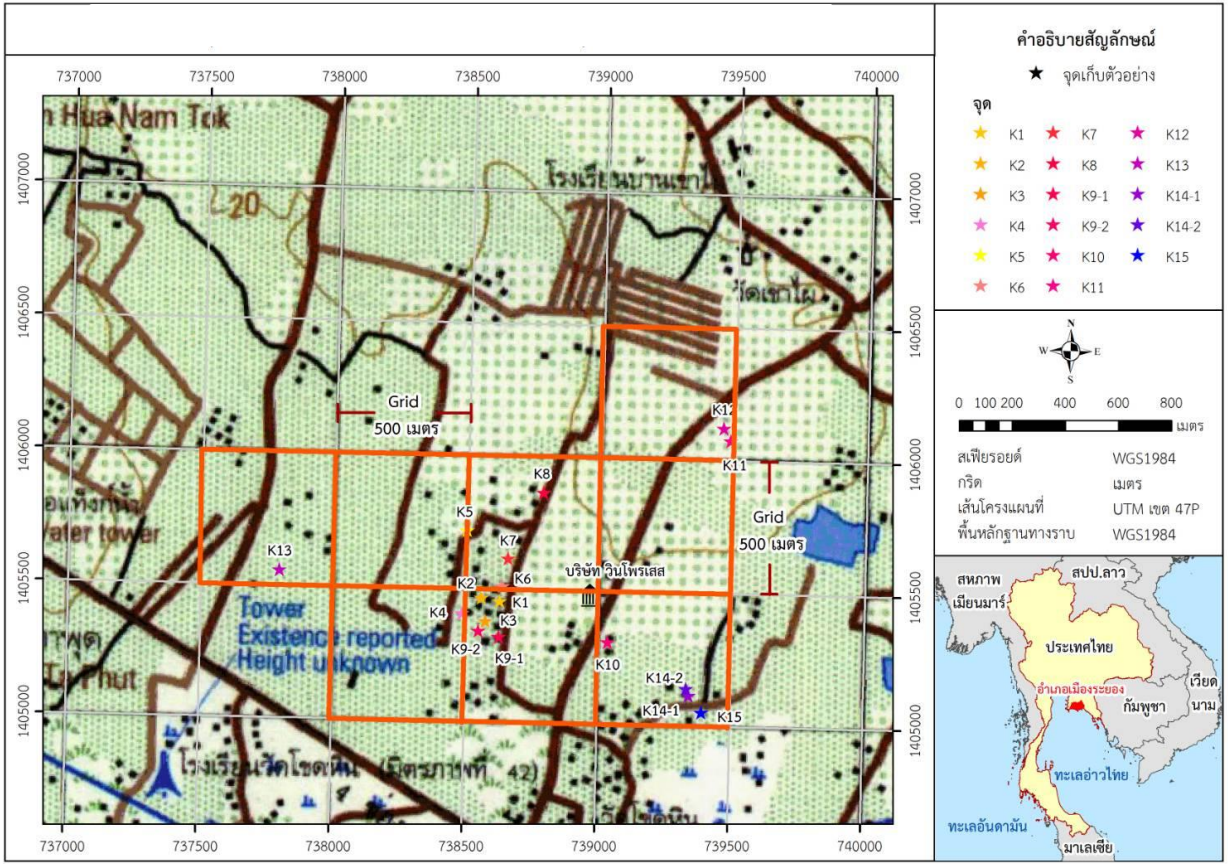
อ้างอิงตาม Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA and WEF 23rd Edition, 2017

การเก็บตัวอย่างดิน

1. สำรวจจุดเก็บตัวอย่าง และเตรียมอุปกรณ์
2. การเลือกหาตัวแทนของตัวอย่างดิน
3. การเก็บตัวอย่างดิน
4. การรักษาสภาพตัวอย่าง
5. การวิเคราะห์ตัวอย่าง

1

สำรวจจุดเก็บตัวอย่าง และเตรียมอุปกรณ์



จุดเก็บตัวอย่างดิน

อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน

Hand Auger

ขวดแก้วสีชา

ถุงซิปล็อค

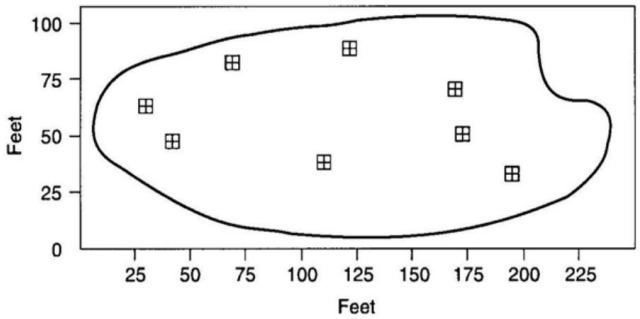
ถังพลาสติก

aluminium foil

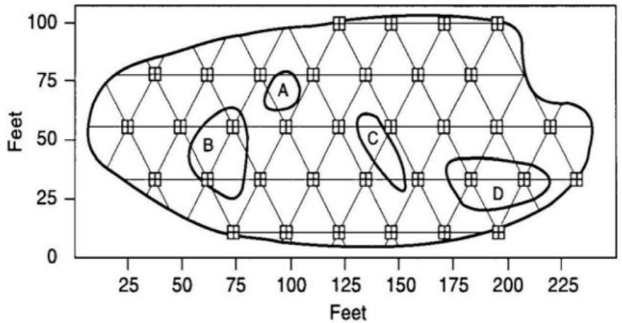
ขวดพลาสติก

ฟองน้ำ

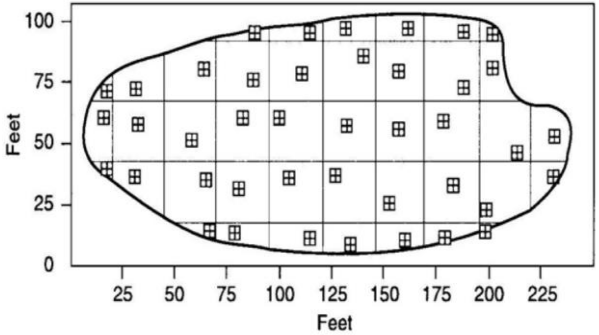
2 การเลือกสุ่มตัวอย่างดิน



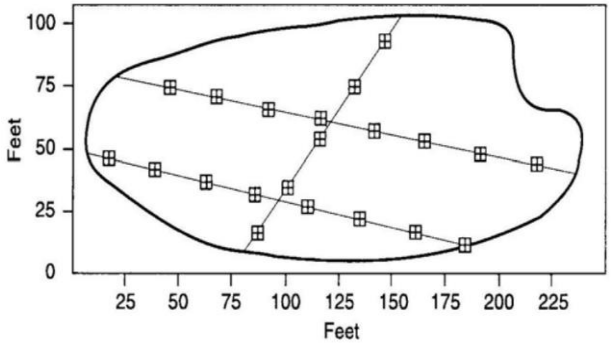
Random Sampling



Search Sampling



Systematic Grid Sampling

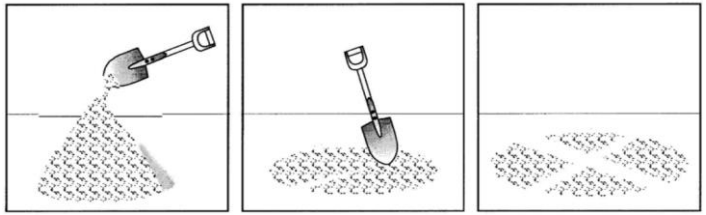


Transect Sampling

Ecology and Environment, Inc.,

3 การเก็บตัวอย่างดิน

1. เลือกตัวแทนของตัวอย่างดิน Hand Auger เจาะลงไปในดินลึกประมาณ 15 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างดินสำหรับวิเคราะห์ VOCs ก่อน จากนั้นนำดินสำหรับที่จะวิเคราะห์พารามิเตอร์อื่นๆ มาผสมให้เข้ากันตามขั้นตอนดังภาพ

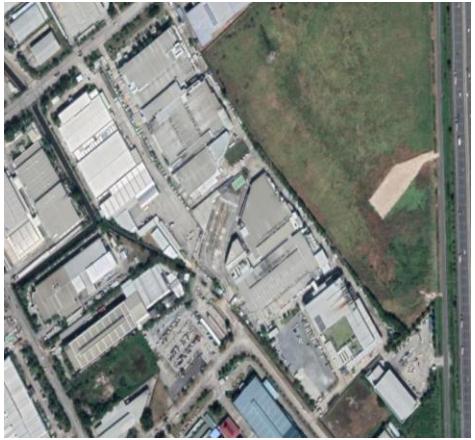


Step 1: Step 2: Step 3:

2. เก็บตัวอย่างประมาณ 30 กรัม ใส่ขวดแล้วห่อด้วยอลูมิเนียมฟรอยด์

4 การรักษาสภาพตัวอย่างดิน

Preservation: Cool to 4°C (ice in cooler)



ความลึก (ม.)	ลักษณะชั้นดิน
0 - 1	Sandy Clay; Dark grey, Gravel (5%) grain size ranges from 2 to 3 mm, sub-angular to sub-rounded, poorly sorted, composed mostly of quartz with some Mica. Sand (10%) fine to very coarse grained, angular to sub-rounded, poorly sorted, composed mostly of quartz. Clay (85%) moderately plastic.
1 - 2	Sandy Clay; Dark grey, Sand (10%) fine to coarse grained, angular to sub-rounded, poorly sorted, composed mostly of quartz. Clay (90%) highly plastic.
2 - 3	Sandy Clay; Dark grey, Sand (10%) fine to coarse grained, angular to sub-rounded, poorly sorted, composed mostly of quartz. Clay (90%) highly plastic.

หมายเหตุ : เมื่อเจาะถึงระดับความลึก 2 เมตร พบระดับน้ำใต้ดิน และเมื่อเจาะต่อจนถึงระดับความลึก 3 เมตร เกิดการพังของผนังหลุมเจาะจนไม่สามารถเจาะต่อได้

ความลึก (ม.)	pH	ค่าการนำไฟฟ้าจำเพาะ (µS/cm)	ความชื้น
0 – 1	7.5	381	1.9
1 - 2	7.4	295	
2 – 3	7.1	388	

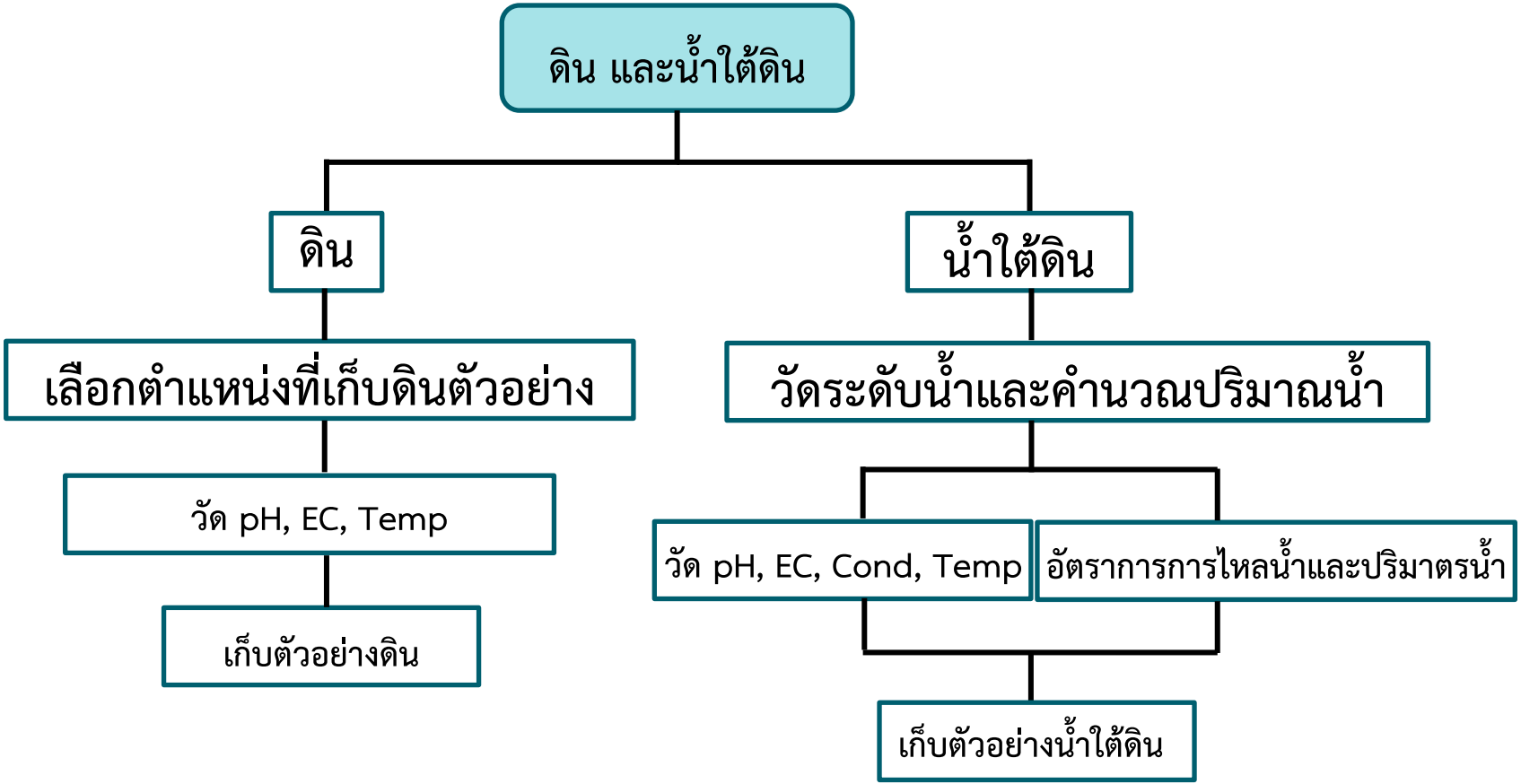
ความลึก (ม.)	ค่าเฉลี่ยความเร็วน้ำซึมผ่าน (ซม./นาที)
0 – 3	2.2

ความลึก (ม.)	ชั้นดิน
0 - 1	Gravelley Clay; Brown, Clay (10%) slightly plastic. Gravel (20%) grain size ranges from 2 to 10 mm, angular to sub-rounded, poorly sorted, composed mostly of quartz with some rock fragments. Sand (90%) fine to very coarse grained, sub-angular to sub-rounded, poorly sorted, composed mostly of quartz.
1 - 2	Sandy Clay; Black, Sand (10%) fine to very coarse grained, sub-angular to rounded, poorly sorted, composed mostly of quartz with some rock fragments. Clay (90%) highly plastic, dense.
2 – 3	Sandy Clay; Black, Sand (10%) fine to very coarse grained, sub-angular to rounded, poorly sorted, composed mostly of quartz with some rock fragments. Clay (90%) highly plastic, dense.
3 – 3.5	Sandy Clay; Dark brown, Sand (10%) fine to medium grained, sub-angular to rounded, moderately sorted, composed mostly of quartz. Clay (90%) highly plastic, dense.

หมายเหตุ : เมื่อเจาะถึงระดับความลึก 3 เมตร พบระดับน้ำใต้ดิน และเมื่อเจาะต่อจนถึงระดับความลึก 3.5 เมตร เกิดการพังของผนังหลุมเจาะจนไม่สามารถเจาะต่อได้

ความลึก (ม.)	pH	ค่าการนำไฟฟ้าจำเพาะ (µS/cm)	ความชื้น
0 – 1	7.4	458	2.6
1 - 2	7.5	770	
2 – 3	7.4	953	
3 – 3.5	7.4	981	

ความลึก (ม.)	ค่าเฉลี่ยความเร็วน้ำซึมผ่าน (ซม./นาที)
0 – 3.5	3.8


ดิน และน้ำใต้ดิน
ดิน
น้ำใต้ดิน
เลือกตำแหน่งที่เก็บดินตัวอย่าง
วัดระดับน้ำและคำนวณปริมาณน้ำ
วัด pH, EC, Temp
วัด pH, EC, Cond, Temp
อัตราการการไหลน้ำและปริมาตรน้ำ
เก็บตัวอย่างดิน
เก็บตัวอย่างน้ำใต้ดิน

การเก็บตัวอย่าง โครงการโขดหิน ตำบลมาบตาพุด อำเภอเมือง จังหวัดระยอง

การเก็บตัวอย่างดิน และน้ำใต้ดิน

พื้นที่ชุมชนโขดหิน เขตควบคุมมลพิษจังหวัดระยอง

การเก็บตัวอย่างดิน 17 จุด








วันที่เก็บตัวอย่าง 14 กรกฎาคม 2564

ลงพื้นที่เก็บตัวอย่างดิน และน้ำใต้ดิน

วันที่เก็บตัวอย่าง 6 ตุลาคม 2564

BURAPHA UNIVERSITY

ลงพื้นที่เก็บตัวอย่างดิน และน้ำใต้ดิน

การเก็บตัวอย่างดิน 17 จุด

พื้นที่ชุมชนโขดหิน เขตควบคุมมลพิษจังหวัดระยอง





วันที่เก็บตัวอย่าง 14 กรกฎาคม 2564

การเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาผลกระทบต่อการใช้น้ำของประชาชนในพื้นที่ จากแหล่งน้ำสำหรับอุปโภค บริโภค บริเวณชุมชนโขดหินพื้นที่เขตควบคุมมลพิษ จังหวัดระยอง






การเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดิน

จุดเก็บตัวอย่าง k1 บ้าน คุณเหลี่ยน แว่วเสียง

วันที่เก็บตัวอย่าง 17 กันยายน 2564







การเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดินเพิ่มเติม

จุดเก็บตัวอย่าง k1 บ้าน คุณเหลี่ยน แว่วเสียง

วันที่เก็บตัวอย่าง 17 กันยายน 2564







การเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดิน

จุดเก็บตัวอย่าง k4 บ้าน คุณขวัญเมือง หอมหวน

วันที่เก็บตัวอย่าง 17 กันยายน 2564






การเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดิน

จุดเก็บตัวอย่าง k4 บ้าน คุณขวัญเมือง หอมหวน

วันที่เก็บตัวอย่าง 17 กันยายน 2564

การวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี (Gas Chromatography-Mass Spectrometry; GC-MS) ของ VOCs

GC Condition

GC Column : DB-5MS UI, Size 30 m. x 0.25 mm., Film 0.25 µm.

Injector type : PTV

Injector Temperature (°C) : 290

Injection volume (µL) : 2

Carrier gas flow (mL/min) : 1.0

Oven temperature programme

No.	Rate (°C/min)	Temperature (°C)	Hold time (min)
Initial	-	50	0.50
1	10	300	2.00

การวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี (Gas Chromatography-Mass Spectrometry; GC-MS) ของ VOCs

MS Condition

Ionization mode : EI

Scan type : SIM

Polarity : Positive ion mode

MS transfer line temperature (°C) : 290

Ion source temperature (°C) : 250

Calibration standard concentration (ppm) : 4, 10, 20, 30, 40

Compound	Product ion (m/z)
Tetrachloroethene	129, 164, 166
Styrene	78, 104, 103
Methylene chloride	49, 84, 86
1,2-Dichloroethane	62, 64, 98
1,1,1-Trichloroethane	97, 99, 117
cis-1,2-Dichloroethene	61, 96, 98
trans-1,2-Dichloroethene	61, 96, 98
Carbon tetrachloride	117, 119, 121
Toluene	65, 91, 92
Ethylbenzene	77, 91, 106
1,1-Dichloroethene	61, 96, 98
1,3-Dichloropropane	41, 76, 112
1,2-Dichloropropane	63, 76, 112
1,3-Dichloropropene	75, 77, 110
Vinyl chloride	62, 64
Trichloroethene	95, 130, 132
Benzene	51, 77, 78
m-Xylene	91, 105, 106
p-Xylene	91, 105, 106
o-Xylene	91, 105, 106

การวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี (Gas Chromatography-Mass Spectrometry; GC-MS) ของ PCBs

GC Condition

GC Column : DB-5MS UI, Size 30 m. x 0.25 mm., Film 0.25 µm.

Injector type : PTV

Injector Temperature (°C) : 290

Injection volume (µL) : 2

Carrier gas flow (mL/min) : 1.0

Oven temperature programme

#	Rate (°C/min)	Temperature (°C)	Hold time (min)
Initial	-	80	0.50
1	10	300	1.00

การวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี (Gas Chromatography-Mass Spectrometry; GC-MS) ของ PCBs

MS Condition

Ionization mode : EI

Scan type : SRM

Polarity : Positive ion mode

MS transfer line temperature (°C) : 290

Ion source temperature (°C) : 250

Calibration standard concentration (ppb) : 1, 10, 25, 50, 100

Compound	Precursor ion (m/z)	Product ion (m/z)	Collision energy (V)
PCB18	256	186	22
PCB31	256	186	22
PCB28	256	186	22
PCB52	290	220	26
PCB44	290	220	26
PCB101	323.9	254	22
PCB118	323.9	254	22
PCB149	290	220	24
PCB153	290	220	24
PCB138	290	220	24
PCB180	393.9	323.8	22
PCB170	393.9	323.8	22
PCB194	427.8	357.7	24
PCB209	497.8	427.6	26

การวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี (Gas Chromatography-Mass Spectrometry; GC-MS) ของ Alkane

GC Condition

GC Column : DB-XLB, Size 30 m. x 0.25 mm., Film 0.25 µm.

Injector type : PTV

Injector Temperature (°C) : 300

Injection volume (µL) : 2

Carrier gas flow (mL/min) : 1.0

Run time (min) : 15

Oven temperature programme

#	Rate (°C/min)	Temperature (°C)	Hold time (min)
Initial	-	50	1.00
1	20	325	15.00

การวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี (Gas Chromatography-Mass Spectrometry; GC-MS) ของ Alkanes

MS Condition

Ionization mode : EI

Scan type : SIM

Polarity : Positive ion mode

MS transfer line temperature (°C) : 290

Ion source temperature (°C) : 250

Calibration standard concentration (ppm) : 0.001, 0.01, 0.1, 0.5, 1, 5, 10, 20

Compound	Product ion (m/z)
n-Undecane	43, 57, 71, 85
n-Dodecane	43, 57, 71, 85
n-Tridecane	43, 57, 71, 85
n-Tetradecane	43, 57, 71, 85
n-Pentadecane	43, 57, 71, 85
n-Hexadecane	43, 57, 71, 85
n-Heptadecane	43, 57, 71, 85
n-Octadecane	43, 57, 71, 85
N-Nonadecane	43, 57, 71, 85
n-Eicosane	43, 57, 71, 85
n-Heneicosane	43, 57, 71, 85
n-Docosane	43, 57, 71, 85
n-Tricosane	43, 57, 71, 85
n-Tetracosane	43, 57, 71, 85
n-Pentacosane	43, 57, 71, 85
n-Hexacosane	43, 57, 71, 85

การวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี (Gas Chromatography-Mass Spectrometry; GC-MS) ของ Alkanes

MS Condition

Ionization mode : EI

Scan type : SIM

Polarity : Positive ion mode

MS transfer line temperature (°C) : 290

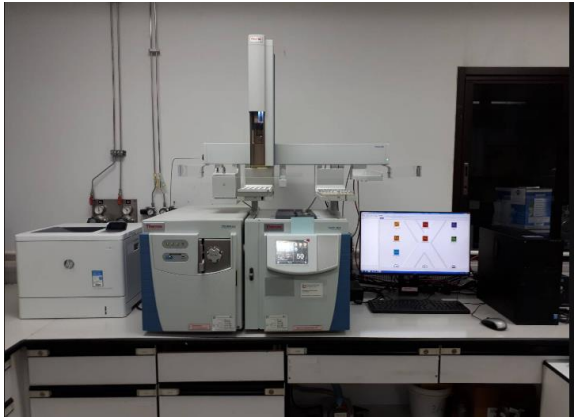
Ion source temperature (°C) : 250

Compound	Product ion (m/z)
n-Heptacosane	43, 57, 71, 85
n-Octacosane	43, 57, 71, 85
Nonacosane	43, 57, 71, 85
n-Triacontane	43, 57, 71, 85
n-Hentriacontane	43, 57, 71, 85
n-Dotriacontane	43, 57, 71, 85
n-Tritriacontane	43, 57, 71, 85
n-Tetratriacontane	43, 57, 71, 85
n-Pentatriacontane	43, 57, 71, 85
n-Haxatriacontane	43, 57, 71, 85
Heptatriacontane	43, 57, 71, 85
Octatriacontane	43, 57, 71, 85
Nonatriacontane	43, 57, 71, 85
n-Tetracontane	43, 57, 71, 85

Calibration standard concentration (ppm) : 0.001, 0.01, 0.1, 0.5, 1, 5, 10, 20

เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี (Gas Chromatography-Mass Spectrometry; GC-MS)

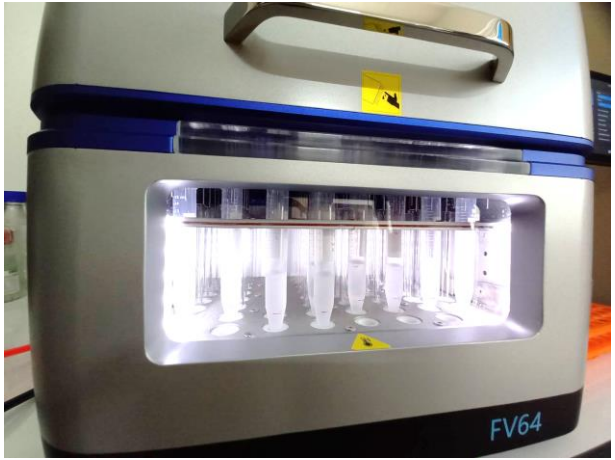
สารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs)

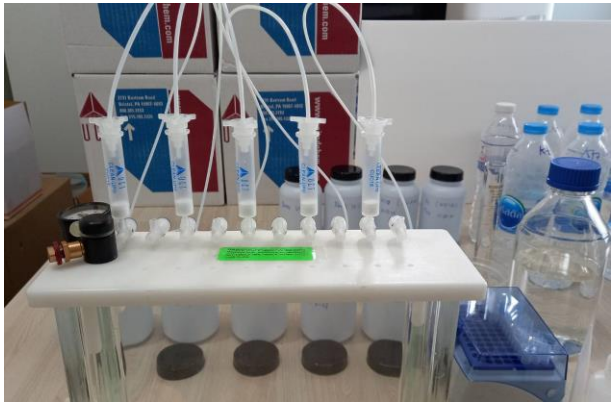


เครื่อง Inductively coupled plasma (ICP) และ ชุดย่อย Microwave

กลุ่มโลหะหนัก

ขั้นตอนการสกัดตัวอย่างสารอินทรีย์ระเหยง่าย





BURAPHA UNIVERSITY

การวิเคราะห์ตัวอย่างของสารปนเปื้อนโครเมียม

วิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี- High Performance Liquid Chromatography, HPLC เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวิเคราะห์กลุ่มของสารประกอบอินทรีย์ที่ไม่ระเหย (Non-Volatile Organic Compounds) หรือ กลุ่มสารประกอบอินทรีย์ที่สามารถระเหยได้ปานกลาง (Semi-Volatile Organic Compounds)

HPLC Condition	รายละเอียด
HPLC –Shimadzu	HPLC –Shimadzu 10ADvp series
HPLC Column	Shim-pack IC-SA2 (250 mm L. × 4.0 mm I.D.
Mobile Phase	10 mmol/L Na2CO3, 10 mmol/L NaHCO3
Flow rate	1.2 mL/min
Column Oven:	40 °C
HPLC Detector	UV 530nm
Injection volume	5 µL

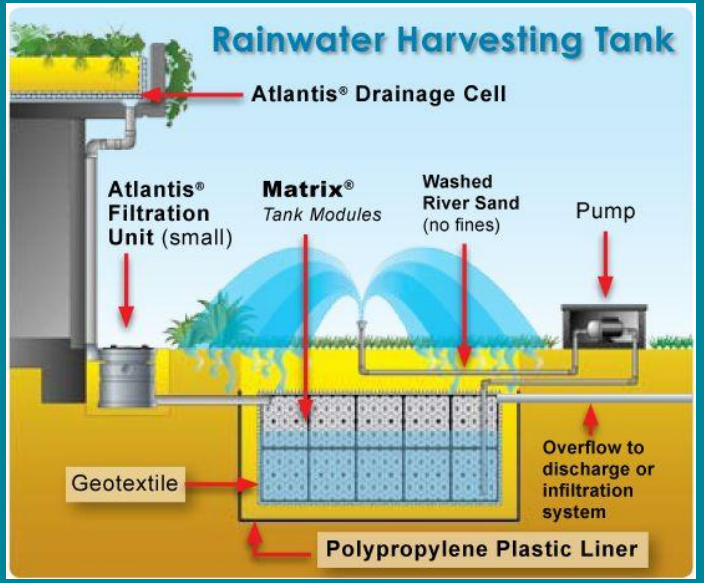
TOPICS

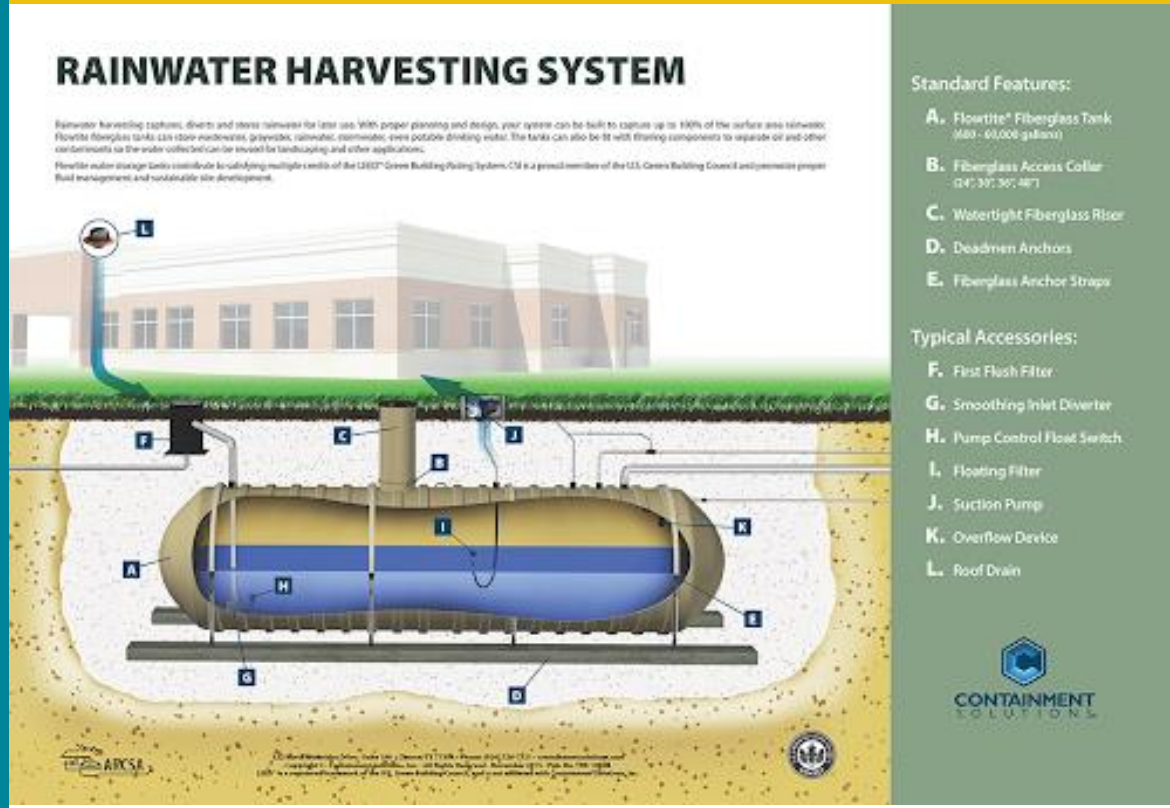
1 แนวการพิจารณาประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นในพื้นที่อุตสาหกรรม

2 การติดตามและประเมินการปนเปื้อนดินและน้ำใต้ดิน

3 วิธีการบำบัดดินและน้ำใต้ดิน

RAINWATER HARVESTING SYSTEM

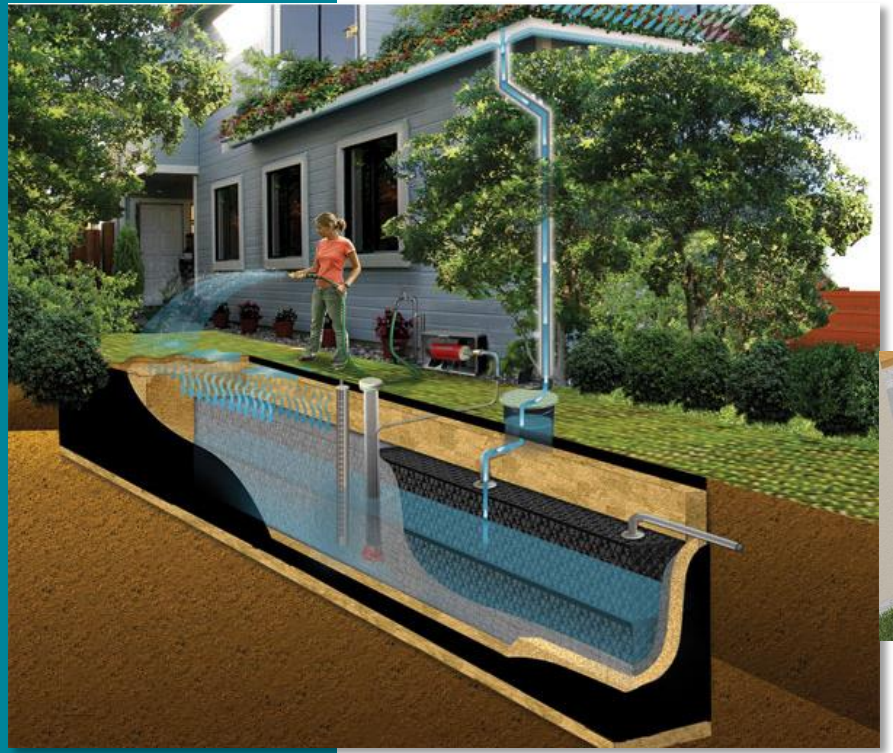




Rainwater Harvesting

คือ กระบวนการหนึ่งในการเก็บรักษาปริมาณน้ำฝนไว้ใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด โดยเฉพาะในพื้นที่แห้งแล้ง มีปริมาณฝนตกน้อยเพื่อคงรักษาความชื้นในดิน

UNDERGROUND RAINWATER TANKS



UNDERGROUND RAINWATER TANKS ระบบแทงค์น้ำใต้ดิน ใช้เทคนิคการซึมน้ำและสามารถใช้พื้นที่ด้านบนพื้นผิวได้ด้วย ซึ่งผลที่ได้คือน้ำที่สะอาดระดับที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้หรือกรองน้ำให้สะอาดระดับหนึ่งก่อนที่จะปล่อยกลับคืนสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

ที่มา: https://www.gstore.com.au/atlantis-underground-rainwater-

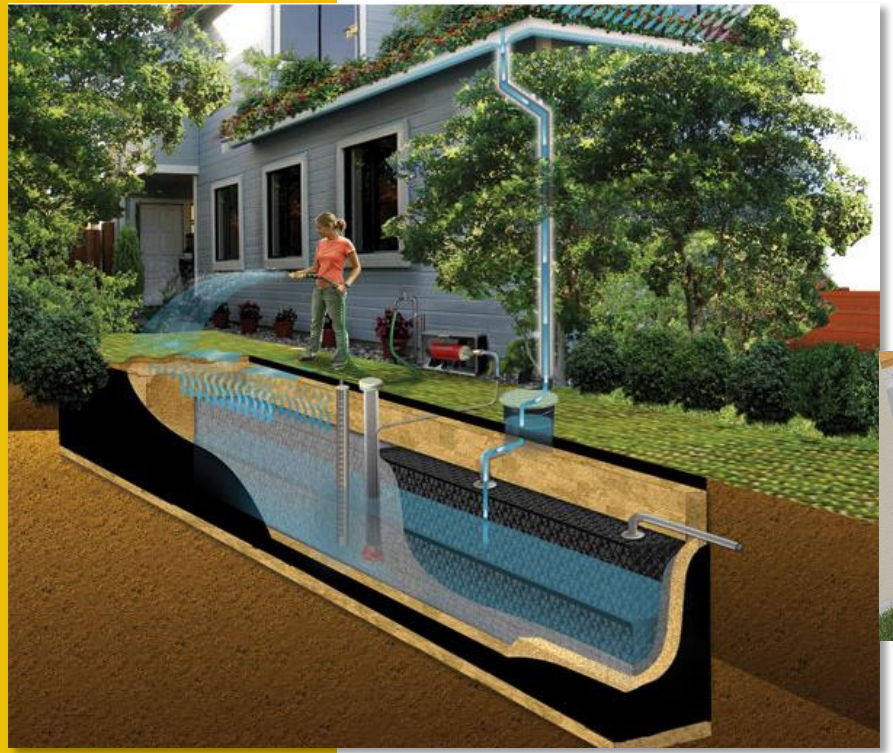
วิธีการบำบัดดินและน้ำใต้ดิน

การขุดดินปนเปื้อนไปบำบัดและกำจัดในพื้นที่อื่น

ปล่อยดินปนเปื้อนไว้ที่เดิมและทำการบำบัดในพื้นที่

ปล่อยดินปนเปื้อนไว้ที่เดิมและทำการป้องกัน
ไม่ให้การปนเปื้อนแพร่กระจาย

SOIL & GROUNDWATER REMEDIATION



UNDERGROUND RAINWATER TANKS ระบบแทงค์น้ำใต้ดินใช้เทคนิคการซึมน้ำและสามารถใช้พื้นที่ด้านบนพื้นผิวได้ด้วย ซึ่งผลที่ได้คือน้ำที่สะอาดระดับที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้หรือกรองน้ำให้สะอาดระดับหนึ่งก่อนที่จะปล่อยกลับคืนสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

ที่มา: https://www.gstore.com.au/atlantis-underground-rainwater-

กายภาพ : การเผา ของเสียให้อยู่ในรูปของแข็ง
ซึ่งถูกชะล้างได้ยาก

(STABILIZATION AND SOLIDIFICATION)

เทคโนโลยีในการบำบัดสารปนเปื้อน
ในดินและน้ำ

เคมี

ชีวภาพ

(Bioremediation)

เทคโนโลยีการฟื้นฟูการปนเปื้อนดินและน้ำใต้ดิน

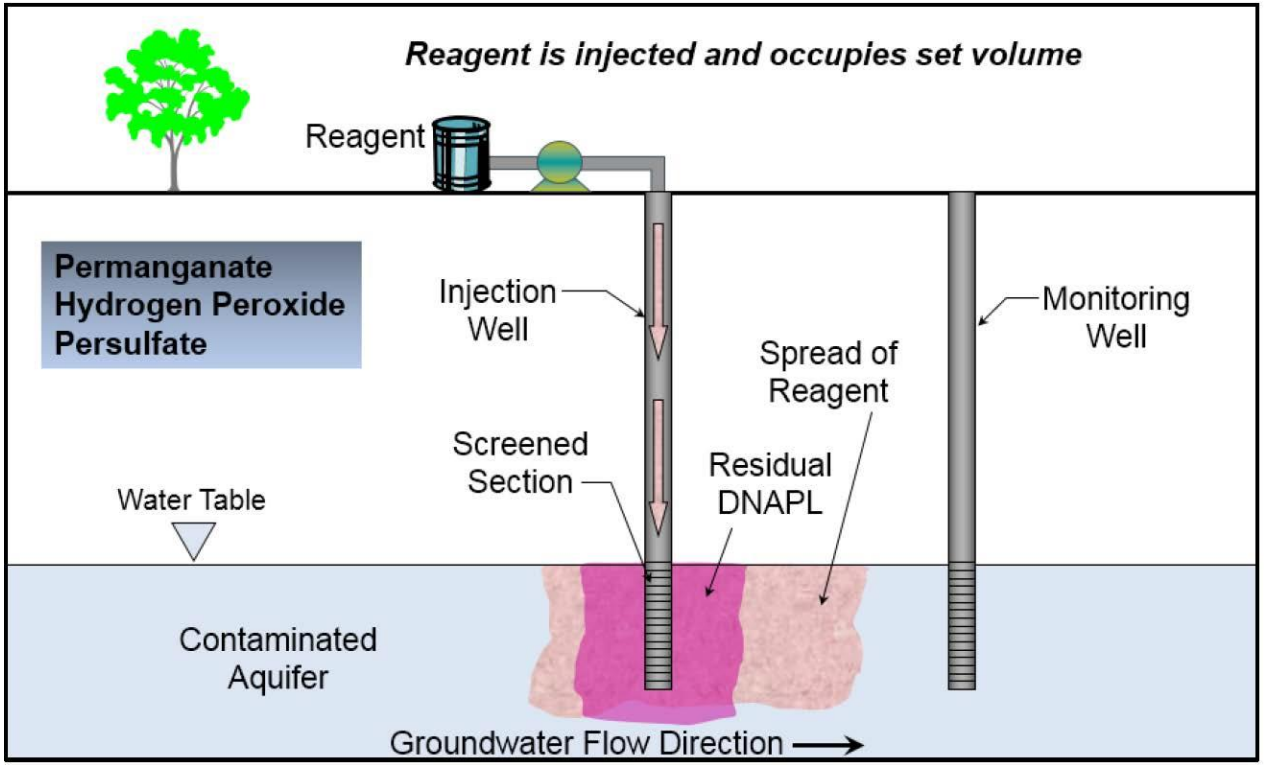
In Situ Treatment

- Chemical Oxidation
- Electro kinetic Separation
- Soil Flushing
- Soil Vapor Extraction

Ex Situ Treatment

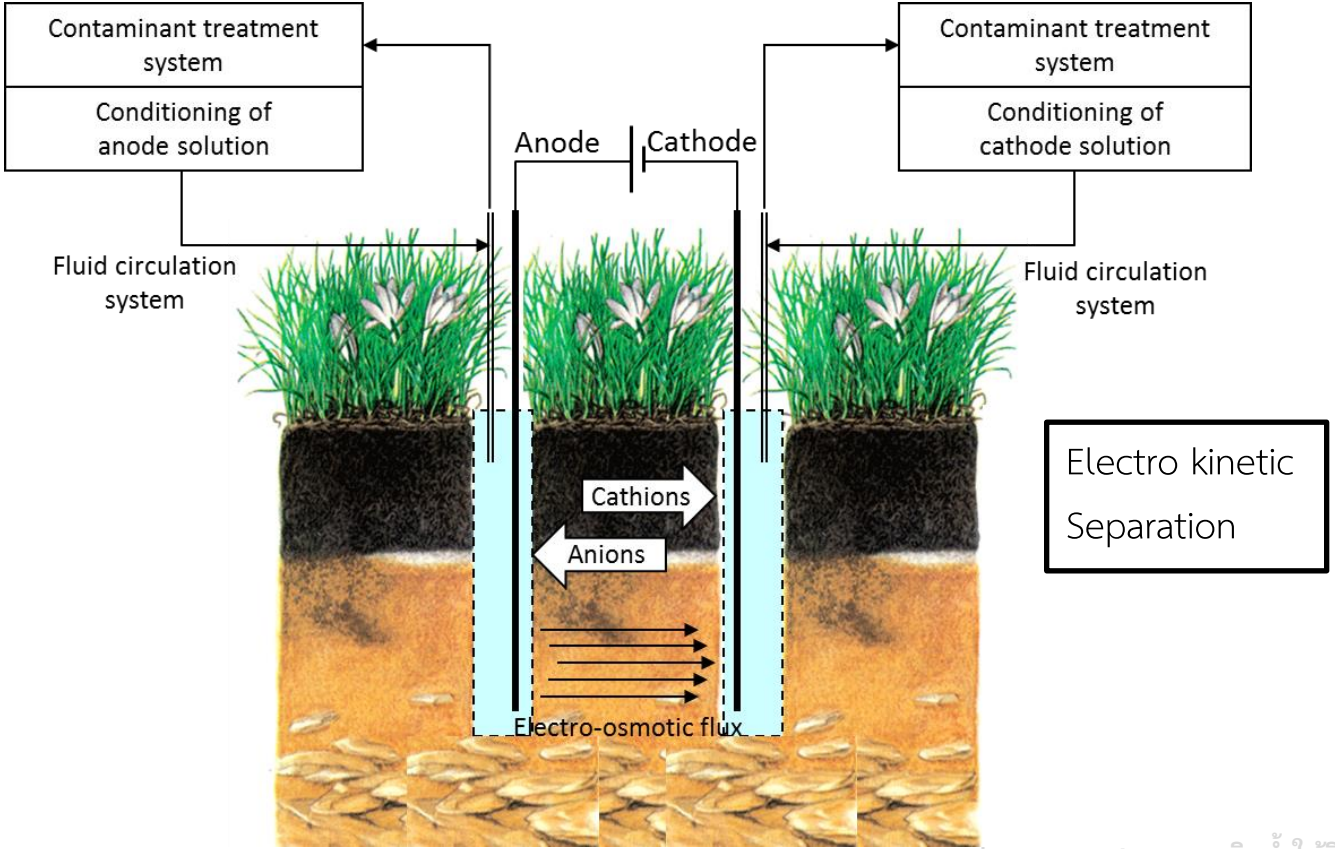
- Chemical Extraction
- Chemical Reduction/Oxidation
- Separation
- Soil Washing
- Solidification/Stabilization

In-situ treatment



https://frtr.gov/matrix/In-Situ-Chemical-Oxidation/

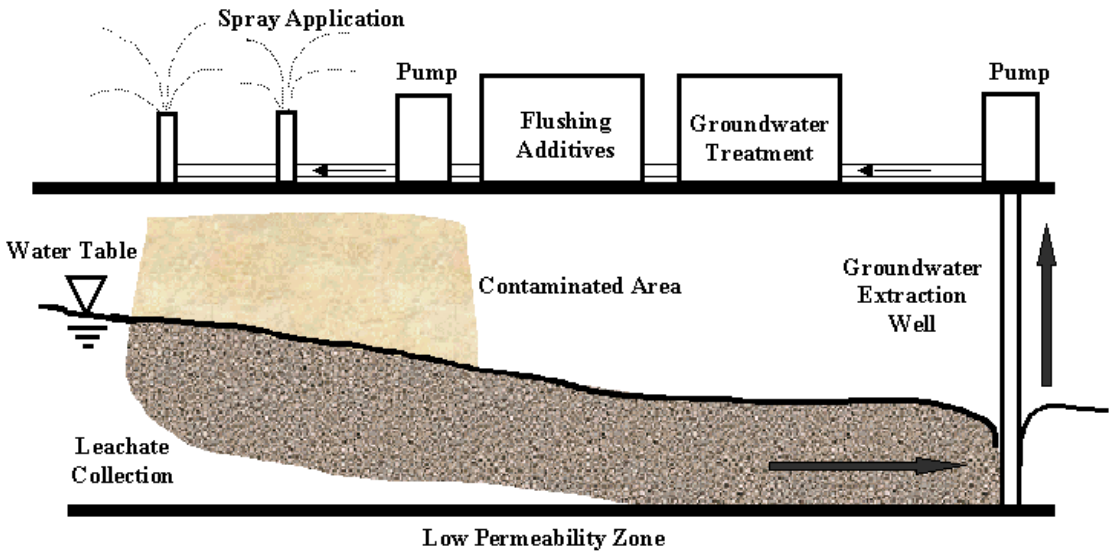
In-situ treatment



https://www.intechopen.com/chapters/42061

In-situ treatment

Soil Flushing



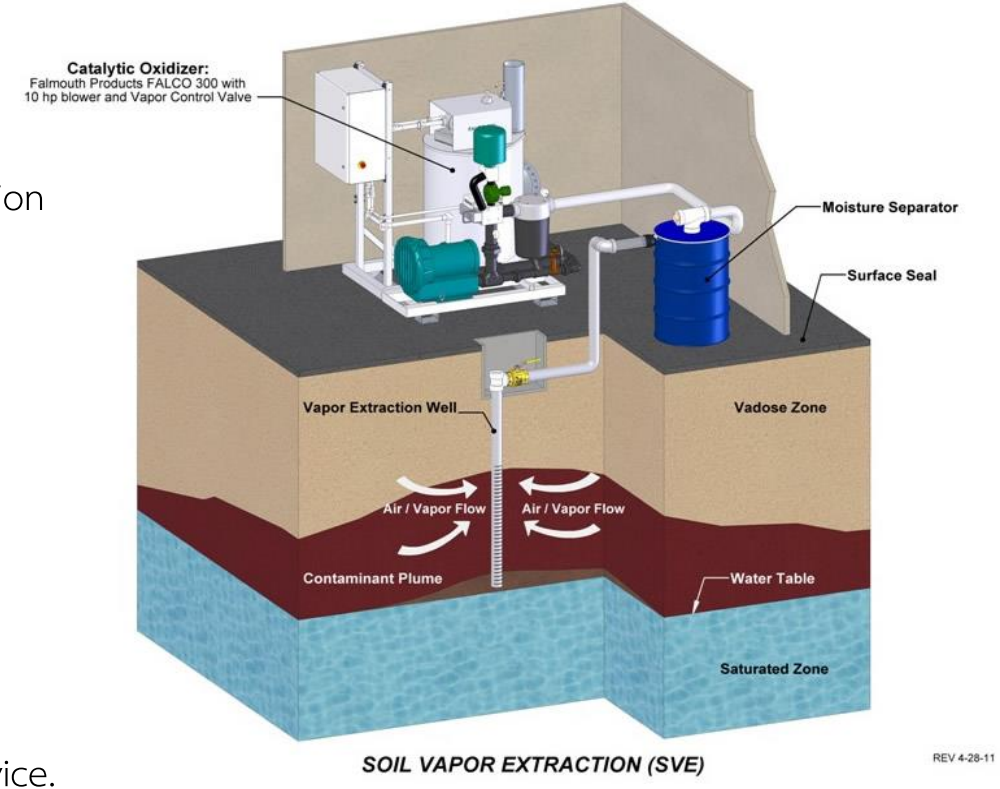
- Water (usually with flushing additives) is sprayed over land or injected into the ground to **enhance the contaminant's solubility**.
- The water table rises allowing contaminants to **leach** into the ground water for their **extraction & treatment.**
- Generally of **short-medium-term** duration.
- Enhanced by flushing with surfactants (Cosolvents).

ที่มา: http://learnbioremediation.weebly.com/soil-flushing.html

In-situ treatment

Soil vapor extraction

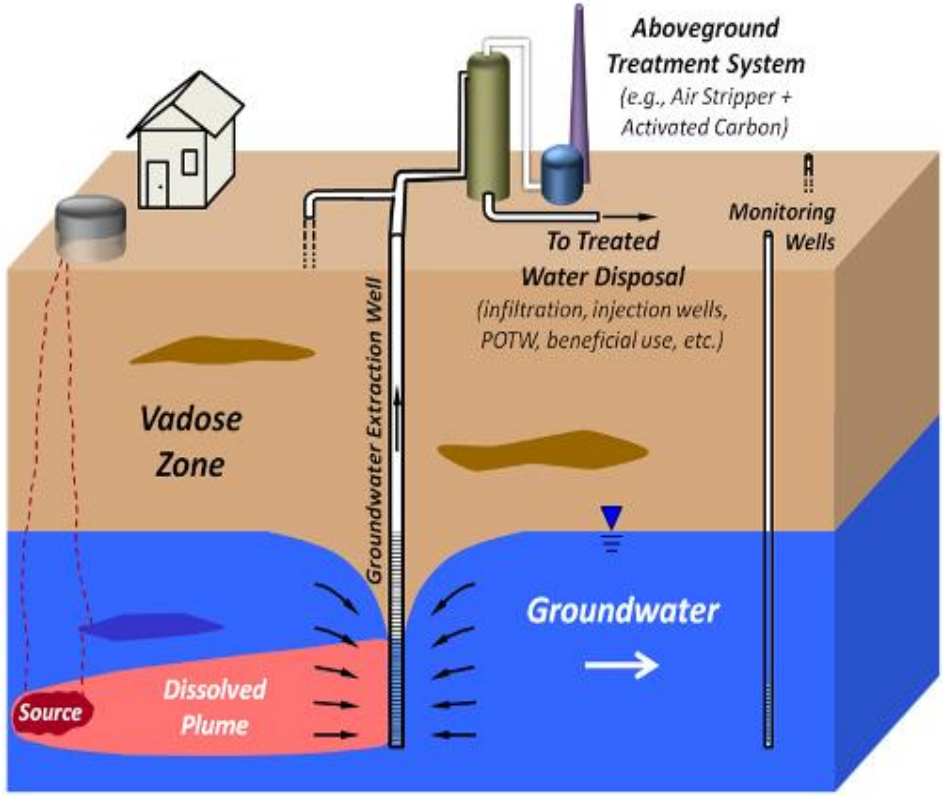
- Soil vapor extraction (SVE) is an *in situ* remediation strategy used to clean up contaminated soils.
- An SVE vacuum pump (blower) is used to apply vacuum to vertical or horizontal screened extraction wells installed in or near the contamination source.
- Air moves through the soil volatilizing contaminants dispersed above the water table.
- The vapor is pulled into the SVE well and discharged from the blower to a treatment device.



ที่มา: https://www.falmouthproducts.com/soil_vapor_extraction.html

Ex-situ treatment

การนำเอาดินหรือน้ำใต้ดินออกจากแหล่งปนเปื้อนมาบำบัด



1. ดิน

- วิธีล้างดิน (soil washing)
- ไล่สารอันตรายด้วยความร้อน (thermal desorption)
- สกัดดินด้วยสารละลาย

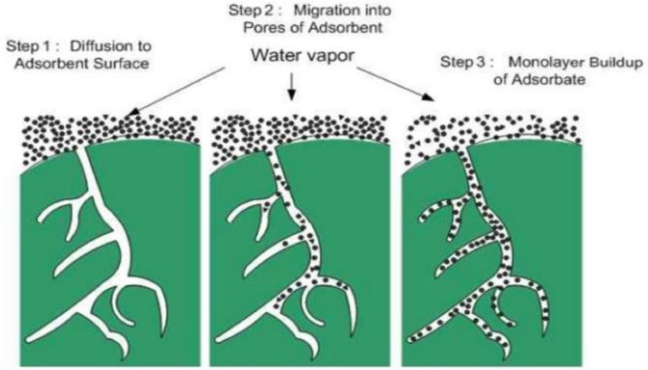
2. น้ำใต้ดิน

- Pump and treat
- UV/Oxidation treatment process
- ดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์(activated carbon)
- Ozone

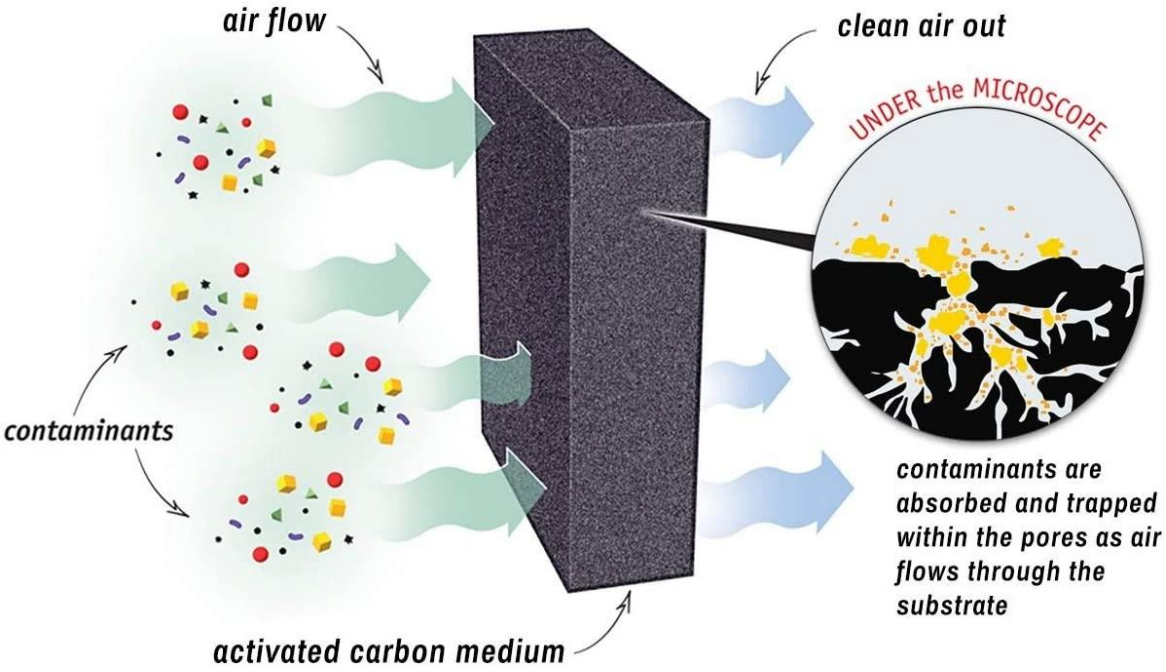
การดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ (Activated carbon adsorption)

เทคโนโลยีการบำบัดทางกายภาพ

Mechanism of Adsorption:

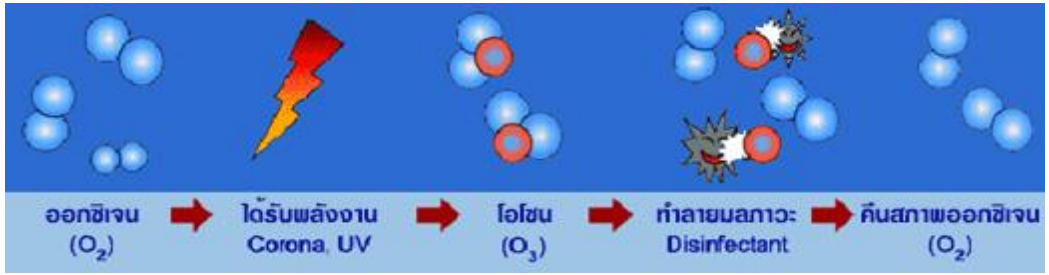


How Activated Carbon Works

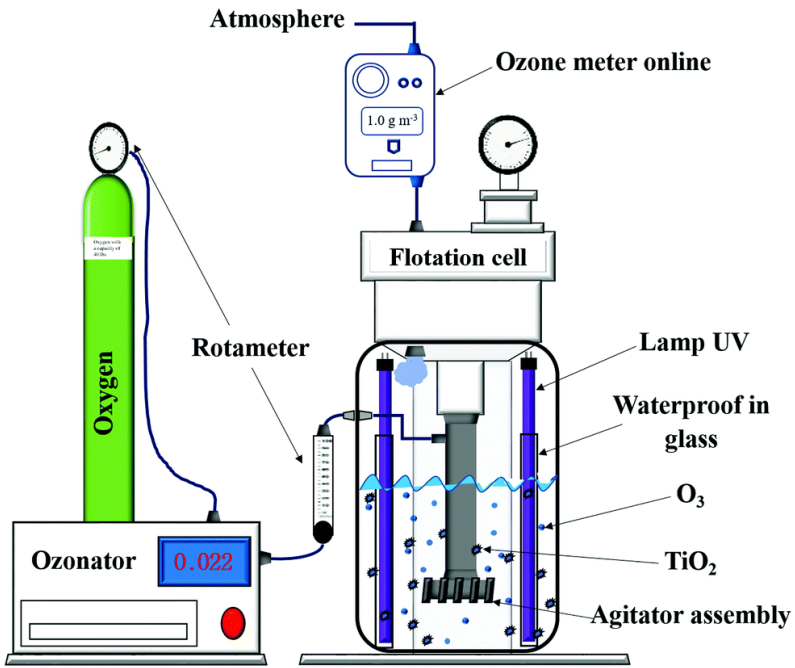


ที่มา: https://oseven.in/files/598f488051f00.pdf

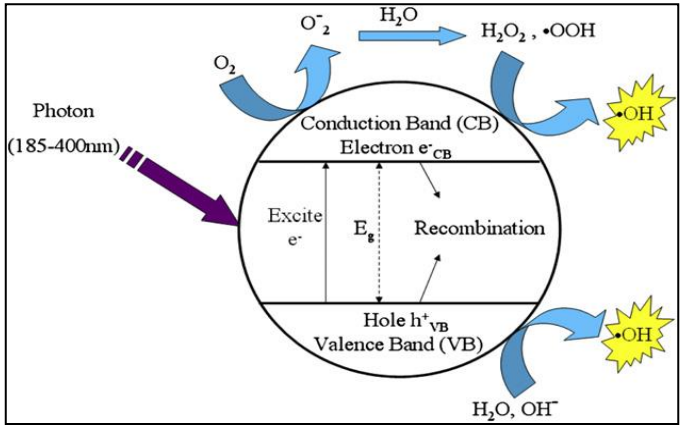
Ozone – Oxidation Process



ระบบออกซิเดชันด้วยโอโซน (Ozone – Oxiation Process) มีกระบวนการกำจัดกลิ่นโดย โอโซนจะถูกฉีดสู่อากาศเสียที่มีสารก่อให้เกิดกลิ่น เพื่อออกซิไดส์ (Oxidize) สารที่มีกลิ่น โดยที่โอโซนเป็นสารที่มีคุณสมบัติเป็นตัวออกซิไดส์อย่างแรง (Strong Oxidizing) จึงทำให้อากาศเสียมีกลิ่นเจือจางลง



การออกซิเดชันที่พื้นผิวของไทเทเนียมไดออกไซด์ (Photocatalytic oxidation)



$$TiO_2 + hv \rightarrow h^+ + e^-$$

$$e^- + O_{2ads} \rightarrow O^-_{2ads}$$

$$h^+ + OH^- \rightarrow OH\cdot$$

$$OH\cdot + VOC + O_2 \rightarrow nCO_2 + mH_2O$$

การบำบัดดินหรือน้ำใต้ดินบริเวณที่มีการปนเปื้อน (In-situ treatment)

- ดูดสารอันตรายที่ระเหยในรูปไอ (soil vapor extraction, SVE) ในชั้นไม่อิ่มตัวด้วยน้ำหรือเหนือระดับน้ำบาดาล
- วิธีล้างดิน (soil washing)
- ทำดินให้เสถียรหรือแข็งตัว (stabilization and solidification)
- การหลอมแร่ silicate ให้เป็นแก้วซึ่งจะหุ้มสารพิษหรือโลหะไว้ในดินด้วยความร้อนสูง 1200 °c โดยการฝังขั้ว electrode (verification)
- Electrometric โดยการฝังขั้ว electrode แต่ให้กระแสไฟตรงความถี่ต่ำ ทำให้เกิดกระบวนการ electro-osmosis ทำให้สารพิษเลื่อนที่จากขั้วลบไปจับผิวขั้งบวก

การฟื้นฟูในพื้นที่โดยวิธีชีวภาพ

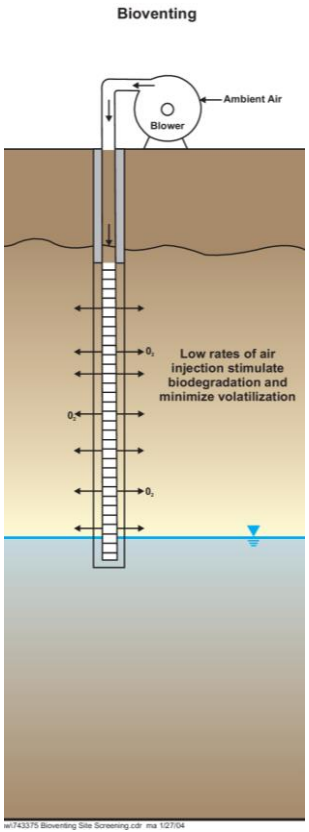
In Situ Biological Treatment

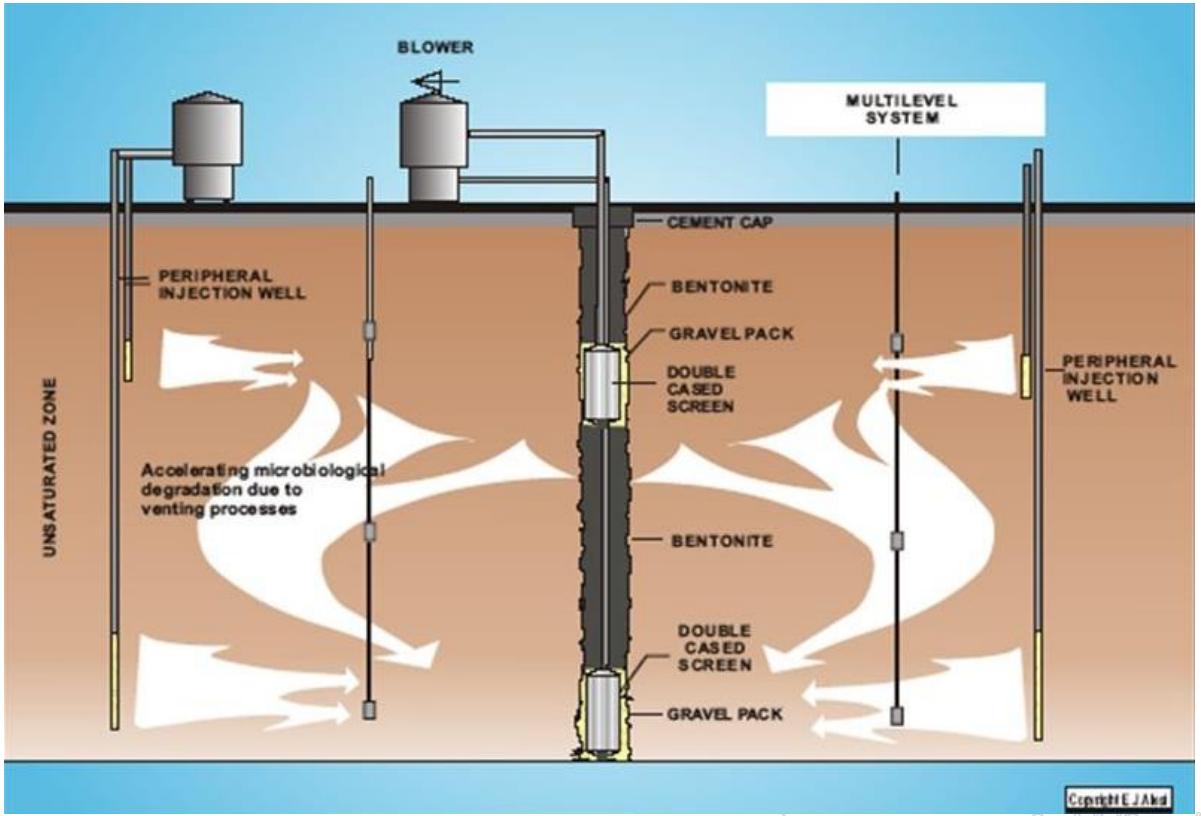
- Bioventing
- Enhanced Bioremediation
- Phytoremediation

Ex Situ Biological Treatment

- Bio piles
- Composting
- Land farming
- Slurry Phase Biological Treatment

Bioventing: การบำบัดดินโดยอัดอากาศเข้าไปในชั้นดิน เพื่ออินทรีย์สารเจริญเติบโตที่มี oxygen





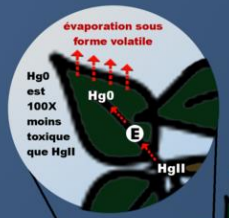
ที่มา: http://bioprocess.pnnl.gov/Pump-and-Treat.htm

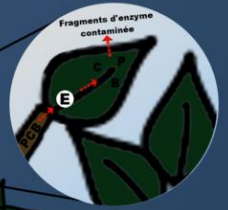
การฟื้นฟูสภาพสิ่งแวดล้อมด้วยพืช (Phytoremediation)

PHYTO VOLATILISATION

Certaines plantes absorbent des contaminants et les libèrent dans l'atmosphère par la transpiration. Le contaminant arrive au niveau des feuilles, est transformé ou dégradé pour créer une substance moins toxique puis est libéré dans l'air.

Cette technique n'est possible que pour un très petit nombre de métaux. La volatilisation s'effectue tout au long de la vie de la plante, elle est donc continue.



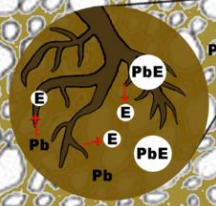


PHYTO DEGRADATION

Des plantes absorbent et décomposent les contaminants par la libération d'enzymes ainsi que par des processus métaboliques comme l'oxydation et la réduction. Par ces processus les polluants organiques sont dégradés et incorporés dans la plante ou libérés dans le sol.

PHYTO STABILISATION RHIZO FILTRATION

Certaines plantes peuvent séquestrer (rhizofiltration) ou immobiliser (phytostabilisation) les polluants en les absorbant au sein de leurs racines. Elles peuvent également libérer une enzyme qui convertit les contaminants en molécules moins toxiques. Cette stabilisation limite la migration des éléments nuisibles dans le sol par la lixiviation, l'eau et le vent.



PHYTO EXTRACTION

Certaines plantes absorbent les contaminants (surtout les métaux, les métalloïdes et les radionucléides) avec leurs racines et les accumulent en grandes quantités dans leurs tiges et les feuilles. Ces plantes doivent être récoltées et éliminées comme des déchets spéciaux.

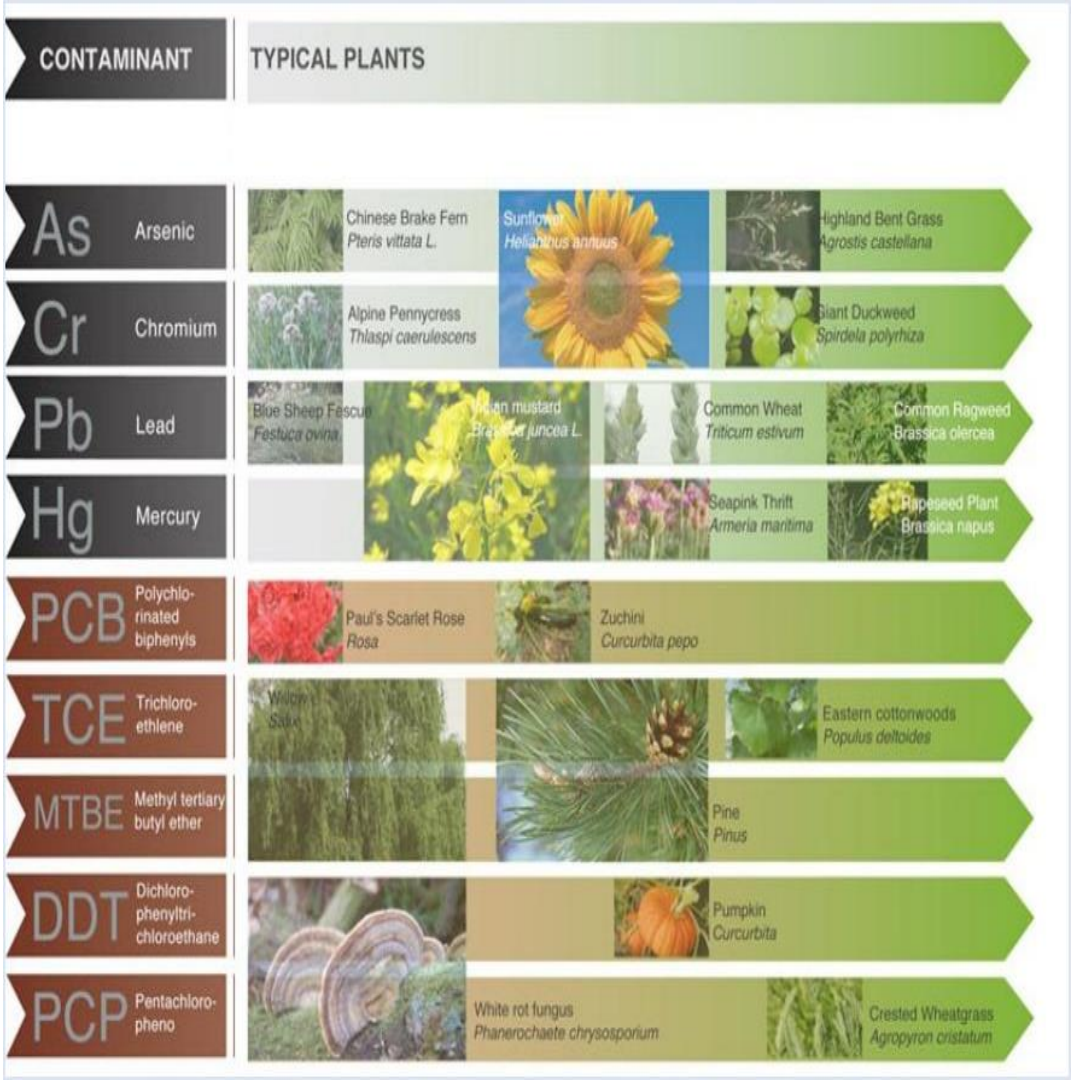
Ces plantes hypperaccumulatrices sont nombreuses pour le nickel (plus de 300 taxons), pour le cobalt et pour le cuivre. Leur diversité est plus faible pour les autres éléments trace métalliques.

Sources : 1) Urbanomnibus, from brownfields to greenfields, a field guide to phytoremediation. 2) Wikimedia commons, meuble_arbre.svg. 3) Wikimedia commons, loose_soil.jpg.

Création graphique : Bastien Millescamps, Eunice Carvalho.

การฟื้นฟูด้วยพืช

การฟื้นฟูด้วยพืช เป็นการสลายของสารปนเปื้อนที่เกิดขึ้นจากพืชผ่านกระบวนการทางชีวเคมีในตัวพืช หรือ การสลายของสารปนเปื้อนที่เกิดขึ้นภายนอก ตัวพืชผ่านสารเคมี หรือ เอมไซม์ ที่พืชผลิตขึ้น



คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

Faculty of Public Health Burapha University

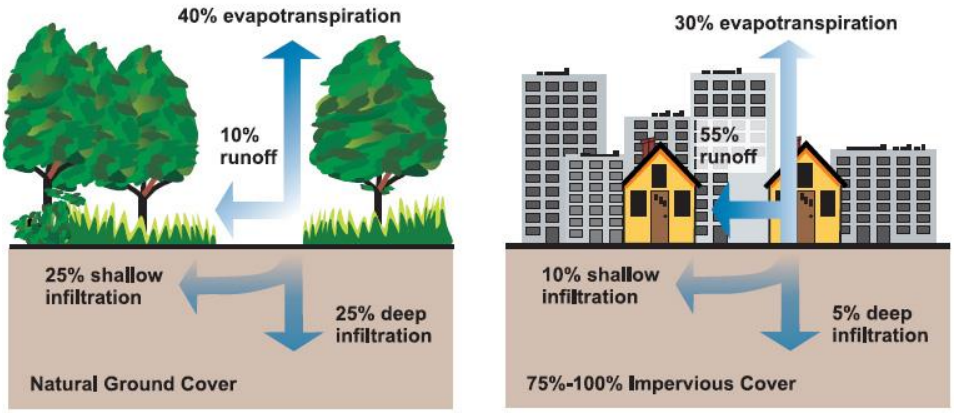
Thank you for your kind attention

เอกสารประกอบการอบรมให้ความรู้
"แนวทางการเติมน้ำฝนลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินระดับตื้นของภาคอุตสาหกรรม"
ภายใต้ โครงการอุตสาหกรรมเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น

เอกสารประกอบการฝึกอบรม "แนวทางการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นภาคอุตสาหกรรม" ฉบับนี้พัฒนาขึ้นจากการรวบรวมข้อมูลด้านวิชาการต่างๆ และกรณีศึกษาในการพัฒนารูปแบบการเพิ่มประสิทธิภาพการกักเก็บน้ำผ่าน**การรวบรวมน้ำฝนจากพื้นที่โรงงานอุตสาหกรรมเติมลงสู่ใต้ดิน** ภายใต้โครงการอุตสาหกรรมเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น โดยการสนับสนุนของกองทุนพัฒนาน้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวทางการปฏิบัติสำหรับภาคอุตสาหกรรมในการนำแบบมาตรฐานการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น (ที่ระดับความลึกไม่เกิน 15 เมตร) ให้เหมาะสมกับลักษณะพื้นที่ สิ่งก่อสร้างในพื้นที่ภาคอุตสาหกรรม ซึ่งแนวทางของคู่มือเล่มนี้จะเน้นวิธีการรวบรวมน้ำฝนส่วนที่เกินใช้ประโยชน์ไปเก็บไว้ใต้ดิน หรือที่เรียกว่า "การเก็บเกี่ยวน้ำฝน (Rain water harvesting)" เพื่อเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยบรรเทาและแก้ไขปัญหาการลดลงของระดับน้ำใต้ดิน ปัญหาภัยแล้ง และน้ำท่วมขังได้ในระยะยาว

1. ความสำคัญของการเติมน้ำใต้ดิน

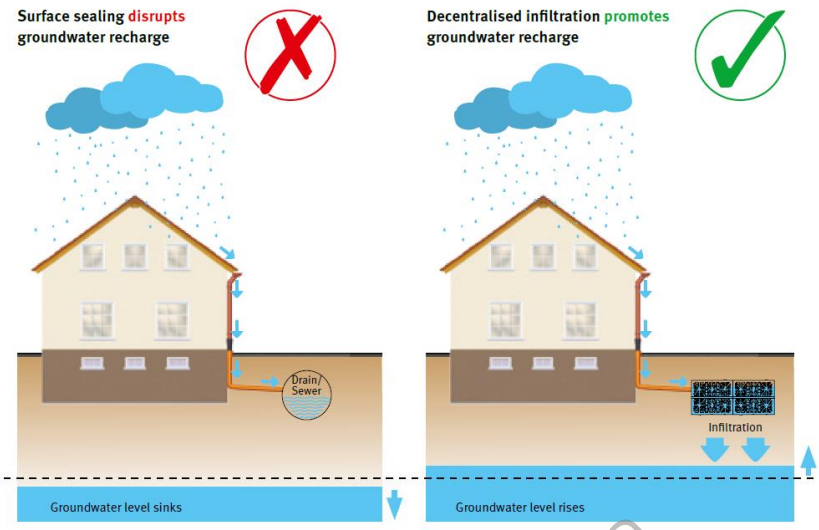
โดยทั่วไปแหล่งน้ำผิวดินถือได้ว่าเป็นแหล่งน้ำหลัก แต่ในสภาวะแห้งแล้งหรือในบางพื้นที่ที่ขาดแคลนแหล่งน้ำผิวดิน **"น้ำบาดาล"** ถือได้ว่าเป็นทรัพยากรที่มีคุณค่าและถูกพัฒนาขึ้นมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในทุกๆ ภาคส่วน ซึ่งการนำน้ำบาดาลขึ้นมาใช้หากกระทำในลักษณะที่ไม่ถูกต้องจะส่งผลกระทบทำให้ระดับน้ำบาดาลลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นการลดลงที่ไม่สัมพันธ์กับการเพิ่มเติมของน้ำบาดาลตามธรรมชาติและอาจก่อให้เกิดผลกระทบอื่นๆ ตามมาได้ เช่น แผ่นดินทรุด การแทรกซึมของน้ำเค็ม เป็นต้น นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่และการใช้ที่ดินจากพื้นที่ธรรมชาติไปเป็นพื้นที่ปิดทับด้วยวัสดุทึบน้ำ ยังเป็นตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อการเพิ่มเติมน้ำใต้ดิน (groundwater recharge) ทำให้ความสามารถไหลซึมของน้ำเติมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินน้อยลง โดยเฉพาะในช่วงฤดูน้ำหลาก ซึ่งน้ำที่ไม่สามารถไหลซึมลงสู่ชั้นดินและชั้นน้ำบาดาลนี้ยังก่อให้เกิดปัญหาการระบายน้ำท่วมขังเนื่องจากปริมาณน้ำไหลบ่าบนผิวดิน (run off) ที่มากขึ้นอีกด้วย (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 การเปลี่ยนแปลงการเติมน้ำใต้ดินเนื่องจากการพัฒนาพื้นที่เขตเมือง (จาก USEPA, 2003)

ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีมาตรการควบคุมสมดุลการใช้น้ำบาดาลให้มีการพัฒนาขึ้นมาใช้ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ควบคู่กับการเติมน้ำ โดยนำน้ำส่วนเกินในช่วงน้ำมากมาเติมลงสู่ชั้นน้ำบาดาล ซึ่งเป็นแนวทางในการลดผลกระทบการใช้น้ำบาดาล อีกทั้งยังช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นให้กับสภาพพื้นที่โดยรอบ และช่วยเพิ่มศักยภาพการรับมือการแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกวิธีหนึ่ง (ดร.โพยม สราภิรมย์ สถาบันทรัพยากรน้ำใต้ดิน มหาวิทยาลัยขอนแก่น, คืนสมดุลน้ำใต้ดินแก้แล้งได้ยั่งยืน, สืบค้น 7 มกราคม 2562.)

อย่างไรก็ตาม การเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลต้องดำเนินการโดยคำนึงถึงความเหมาะสมของสภาพพื้นที่และวิธีการเติมน้ำที่จะนำมาใช้ ซึ่งที่ผ่านมาได้มีการศึกษาการเติมน้ำลงสู่แหล่งน้ำบาดาลทั้งในประเทศและต่างประเทศอย่างแพร่หลาย เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้มีการใช้ระบบเติมน้ำแบบท่วมเป็นผืน (spreading basin) อย่างแพร่หลายในพื้นที่ของรัฐแคลิฟอร์เนีย อริโซน่า โอเรกอน และแคนซัส และหลายพื้นที่ได้ดำเนินการก่อสร้างระบบเติมน้ำลงสู่แหล่งน้ำใต้ดินระดับลึกเพื่อนำน้ำมาหมุนเวียนใช้สอยสำหรับการอุปโภคบริโภคในหน้าแล้ง เช่น ชุมชน Southeast Salt Lake County ใน Salt Lake Valley มลรัฐ Utah และในหลายๆ ประเทศได้กำหนดเป็นกฎหมายและบังคับให้การขออนุญาตก่อสร้างอาคาร ต้องทำการหน่วงน้ำในพื้นที่ของตน โดยในยุโรป กฎหมายน้ำ (Water Resources Acts) ของประเทศต่างๆ ได้กำหนดว่า "rainwater should be drained away and irrigated locally ..., as long as this is not opposed by water legislation, other provisions of public law or water management issues." ทำให้ท้องถิ่นและเจ้าของที่ดินทุกๆ ส่วนต้องหน่วงน้ำ เก็บน้ำ หรือทำการเติมน้ำใต้ดินในพื้นที่ตนเองเพื่อสิ่งแวดล้อมและลดน้ำระบายออกสู่ระบบระบายน้ำสาธารณะ



รูปที่ 2 รูปแบบแนวทางการเติมน้ำใต้ดินในเขตชุมชนเมืองและอุตสาหกรรมในยุโรป (GRAF อ้างถึงใน ดร.โพยม สราภิรมย์ ศูนย์วิจัยน้ำบาดาล มหาวิทยาลัยขอนแก่น, การจัดการเติมน้ำใต้ดินในภาคอุตสาหกรรม, 2563)

ประเทศไทยได้เริ่มดำเนินการทดลองเติมน้ำใต้ดินมาแล้วมากกว่า 30 ปี โดยกรมทรัพยากรธรณี และกรมโยธาธิการ ซึ่งต่อมาภารกิจด้านการเติมน้ำใต้ดินได้ถูกโอนมาให้กับกรมทรัพยากรน้ำบาดาล โดยมีโครงการที่ดำเนินการมาแล้วกว่า 10 โครงการทั่วประเทศทั้งในระดับตื้นและระดับลึก โดยมีตั้งแต่รูปแบบการเติมน้ำที่เรียบง่ายไปจนถึงรูปแบบวิธีการที่ซับซ้อน ซึ่งกรมทรัพยากรน้ำบาดาลได้พิจารณาแล้วว่าควรเน้นวิธีการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นเป็นหลัก เนื่องจากมีความเหมาะสมกับสภาวการณ์ปัจจุบันของประเทศไทย มีวิธีการก่อสร้างง่าย ต้นทุนต่ำและไม่ซับซ้อนสามารถประยุกต์ใช้ในแต่ละพื้นที่ได้ โดยได้มีการพัฒนาเป็นรูปแบบมาตรฐานในการก่อสร้างและเผยแพร่ให้กับหน่วยงานต่างๆ และประชาชนที่สนใจสามารถนำไปประยุกต์ดำเนินการในพื้นที่ของตนเอง

สำหรับภาคอุตสาหกรรมส่วนหนึ่งใช้น้ำใต้ดินหรือน้ำบาดาลเป็นแหล่งน้ำต้นทุนในการผลิต และหลายๆ แห่งมีศักยภาพในการพัฒนาระบบระบายน้ำลงไปเก็บไว้ในชั้นน้ำใต้ดินระดับตื้น แต่เนื่องจากลักษณะทางกายภาพโดยทั่วไปของพื้นที่อุตสาหกรรมที่มีการก่อสร้างพื้นรอบบริเวณโรงงานด้วยคอนกรีต เมื่อฝนตกลงมาทำให้เกิดการหลากและท่วมขังของน้ำฝนจนไม่สามารถซึมผ่านลงสู่ใต้ดินได้ จำเป็นต้องมีระบบหรือวิธีการจัดการการเติมน้ำที่เหมาะสม เพื่อนำน้ำที่ท่วมขังไปเก็บไว้ในชั้นน้ำใต้ดินระดับตื้น ซึ่งนอกจากช่วยเรื่องการระบายน้ำในพื้นที่แล้ว ยังเป็นการแสดงถึงความรับผิดชอบต่อสังคมและชุมชนโดยรอบของภาคอุตสาหกรรม (Corporate Social Responsibility, CSR) โดยการใช้พื้นที่ว่างภายในโรงงานสำหรับพัฒนาเป็นแหล่งรองรับน้ำฝนและเติมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินระดับตื้น (ความลึกไม่เกิน 15 เมตร) ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการกักเก็บน้ำและเพิ่มความชุ่มชื้นของดินในพื้นที่โรงงานและพื้นที่รอบๆ

2. วัตถุประสงค์ของการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นพื้นที่อุตสาหกรรม

1) ระดับพื้นที่อุตสาหกรรม

1.1) บรรเทาปัญหาน้ำท่วมขังในบริเวณโรงงาน และพื้นที่รอบข้าง

1.2) เก็บน้ำให้ดินมีความชุ่มชื้น

1.3) เพิ่มเติมปริมาณน้ำใต้ดิน

1.4) บรรเทาปัญหาการขาดแคลนน้ำ โดยการกักเก็บน้ำหลากในฤดูฝนใว้ใช้ในฤดูแล้ง

1.5 ลดปัญหาการทรุดตัวของบ่อบาดาล

2) ระดับพื้นที่ลุ่มน้ำ

2.1) บรรเทาปัญหาอุทกภัย โดยการลดปริมาณน้ำหลากที่จะระบายลงสู่แม่น้ำสายหลัก

2.2) ลดการระเหยของน้ำที่กักเก็บไว้ใช้ในฤดูต่างๆ โดยรวบรวมไปเก็บไว้ใต้ดิน

2.3) รักษาสมดุลของการไหลของลำน้ำในระบบนิเวศวิทยา

2.4) ฟื้นฟูและยกระดับน้ำใต้ดินให้สูงขึ้น

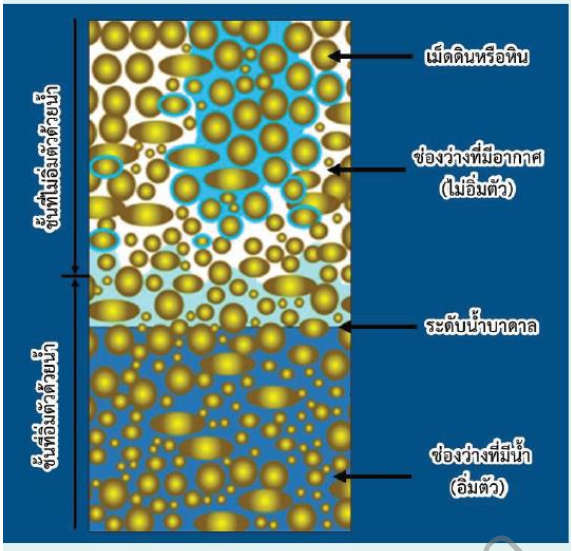
2.5) ป้องกันการรุกล้ำของน้ำเค็มเขตชายฝั่งทะเลในพื้นที่ที่มีปัญหาน้ำเค็ม

2.6) ปรับปรุงคุณภาพน้ำในบางพื้นที่

3. คำนิยามของน้ำใต้ดินระดับตื้น และหลักการการเติมน้ำ

น้ำใต้ดิน (subsurface water) เป็นน้ำที่กักอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดแร่ ดินและหิน สามารถจำแนกได้ 2 ประเภท คือ น้ำในดิน (soil water) และน้ำบาดาล (Groundwater) (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2563)

- น้ำในดิน (soil water) คือน้ำที่แทรกอยู่ตามช่องว่างระหว่างเม็ดดินและเม็ดแร่ น้ำในดินเป็นน้ำที่ยังไม่อิ่มตัว หมายถึง ช่องว่างและรูพรุนประกอบด้วยน้ำและอากาศ และกักเก็บอยู่เหนือระดับน้ำอิ่มตัว
- น้ำบาดาล (Groundwater) คือน้ำที่แทรกอยู่ตามช่องว่าง รอยแตกหรือโพรงของหินที่เป็นวัตถุตัวกลางที่กักเก็บน้ำ หรือเรียกว่า หินอุ้มน้ำหรือหินให้น้ำ (aquifer) น้ำบาดาลกักเก็บอยู่ในชั้นหินอิ่มตัวไปด้วยน้ำ หรือช่องว่างจะเต็มไปด้วยน้ำที่ไม่มีอากาศแทรกอยู่และมีปริมาณน้ำมากกว่าน้ำใต้ดิน



รูปที่ 3 คำนิยาม น้ำใต้ดิน (subsurface water) น้ำในดิน (soil water) และน้ำบาดาล (Groundwater) (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2563)

การเติมน้ำใต้ดิน คือ การเพิ่มเติมปริมาณน้ำ โดยการนำน้ำที่เหลือใช้หรือช่วงที่น้ำท่วมหลากเติมลงสู่ใต้ดินในพื้นที่ที่มีความเหมาะสม หรือในพื้นที่ที่ต้องการ เป็นการเก็บสะสมน้ำไว้ใช้ โดยฝากไว้ในใต้ดิน เพื่อให้เกิดความชุ่นชื้นในดิน และสามารถนำกลับมาใช้ในช่วงเวลาที่ขาดแคลน และเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และหากมีการเติมน้ำในปริมาณมากจะเป็นการแก้ไขปัญหาการลดลงของระดับน้ำบาดาลจากการใช้ที่เกินสมดุล (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2561)

การเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น คือ การเติมน้ำลงสู่ใต้ดิน โดยความลึกของระบบเติมน้ำต้องไม่เกิน 15 เมตร หากเกิน 15 เมตร จะต้องทำการขออนุญาตและปฏิบัติตาม พระราชบัญญัติน้ำบาดาล (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2561)

4. วิธีการจัดการการเติมน้ำใต้ดิน

การจัดการเติมน้ำใต้ดิน หรือ Managed Aquifer Recharge (MAR) คือ การจัดการให้มีการเติมน้ำสู่แหล่งน้ำใต้ดินตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ เช่น เพื่อรักษาระดับหรือแรงดันน้ำบาดาล เพื่อการกักเก็บและนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ในช่วงเวลาหรือในพื้นที่ที่ต้องการ หรือเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และไม่ใช่วิธีการทิ้งของเสีย (Dillon et al., 2020) ซึ่งระบบเติมน้ำใต้ดินมีหลายรูปแบบ (Dillon et al., 2005) ขึ้นอยู่ลักษณะของชั้นหินอุ้มน้ำ ภูมิประเทศ การใช้ที่ดิน ที่ดิน และวัตถุประสงค์ของการใช้น้ำบาดาล เช่น

1) การเติมผ่านบ่อน้ำบาดาลระดับลึกเพื่อกักเก็บและสูบกลับขึ้นมาใช้ (aquifer storage and recovery, ASR) เป็นวิธีการอัดน้ำผ่านบ่อน้ำบาดาลลงไปในชั้นน้ำบาดาลระดับลึกเพื่อเก็บน้ำไว้ในฤดูแล้งหรือช่วงเวลาที่ต้องการ ส่วน **การเติมผ่านบ่อน้ำบาดาลระดับลึกเพื่อกักเก็บและส่งต่อไปเพื่อสูบใช้ในพื้นที่อื่น** (aquifer storage transfer and recovery, ASTR) เป็นการอัดน้ำผ่านบ่อน้ำบาดาล แต่สูบขึ้นมาใช้ในบ่อผลิตในพื้นที่อื่นที่อยู่ในพื้นที่เป้าหมาย

2) การเติมผ่านบ่อแห้ง (dry wells) ส่วนใหญ่เป็นบ่อน้ำตื้น โดยการปล่อยน้ำที่มีคุณภาพดีลงไปในระดับลึกโดยอาศัยแรงโน้มถ่วง การเติมน้ำด้วยวิธีนี้สามารถผันน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินให้เติมลงไปสู่ชั้นน้ำบาดาลโดยตรง ชั้นน้ำบาดาลต้องมีความสามารถยอมให้น้ำซึมผ่านได้ดี คุณภาพของแหล่งน้ำที่ใช้เติมลงสู่ชั้นน้ำบาดาลต้องอยู่ในเกณฑ์ที่ดีเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพน้ำเดิม บริเวณพื้นที่ชุมชนน้ำที่ไหลบ่าในฤดูฝนสามารถทำร่องระบายเติมผ่านตัวกรองลงสู่บ่อบาดาลได้

3) การเติมน้ำผ่านฝายเติมน้ำ (percolation tanks หรือ recharge weirs) เป็นการกักเก็บน้ำผิวดินเพื่อให้น้ำไหลซึมลงสู่ชั้นน้ำบาดาล ซึ่งบริเวณที่เหมาะสมในการสร้างฝายเติมน้ำต้องมีพื้นที่รับน้ำของลำน้ำและปริมาณน้ำฝนมากเพียงพอ ควรมีลักษณะของชั้นหินอุ้มน้ำที่มีความสามารถในการซึมผ่านได้ดี ชั้นน้ำบาดาลด้านล่างฝายเติมน้ำต้องมีความต่อเนื่องไปจนถึงพื้นที่รับประโยชน์ ฝายเติมน้ำควรสร้างบริเวณด้านล่างของบริเวณ run off zone หรือบริเวณที่มีความลาดชันระหว่าง 3-5 %

4) การเก็บเกี่ยวน้ำฝน (rainwater harvesting) เป็นวิธีการรวบรวมน้ำฝนจากหลังคาบ้านเรือน โรงงาน โรงเรียน และสนามกีฬา แล้วส่งต่อลงบ่อน้ำตื้นหรือหลุมที่มีทรายหรือกรวดบรรจุอยู่ วิธีการนี้เปรียบเสมือนการนำน้ำฝนที่เหลือใช้ไปเก็บไว้ใต้ดิน เพื่อนำน้ำขึ้นมาใช้ในช่วงที่ขาดแคลน วิธีการนี้เหมาะสมกับบริเวณที่รองรับด้วยชั้นน้ำไร้แรงดัน และเป็นบริเวณที่มีการลดระดับของน้ำบาดาลเพื่อให้สามารถมีระยะกักเก็บน้ำที่เติมลงไปใหม่ได้

5) การสูบน้ำผ่านตะกอนตลิ่งแม่น้ำ (river bank filtration, RBF) เป็นวิธีการกระตุ้นการไหลซึมของน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินให้เข้าสู่ชั้นน้ำใต้ดิน โดยใช้น้ำจากแม่น้ำ แอ่งน้ำ หรือทะเลสาบ ใช้ตะกอนดินทรายในธรรมชาติช่วยกรองน้ำ โดยทั่วไปใช้วิธีนี้เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำใต้ดินเพื่อการอุปโภคบริโภค

6) ระเบียงเติมน้ำ (infiltration galleries) เป็นการใช้ร่องคูบรรจุวัสดุพรุนที่กลบปิดด้วยดินเดิม รับน้ำดิบและปล่อยผ่านแรงโน้มถ่วงให้ซึมลงไปเพิ่มเติมในชั้นหินอุ้มน้ำที่ไม่มีแรงดัน วิธีนี้เป็นวิธีที่ลงทุนสูงแต่ประหยัดเนื้อที่เหมาะกับพื้นที่เมือง ที่อยู่อาศัย หรือสวนสาธารณะ

7) การเติมน้ำผ่านสันทราย (dune filtration) เป็นการเติมน้ำตามหลักวิธี Bank filtration แต่ใช้น้ำจากสระน้ำหรือเขื่อนที่สร้างขึ้นบนเนินทราย สูบน้ำขึ้นไปกักเก็บไว้ โดยทั่วไปใช้วิธีนี้เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำ และช่วยสร้างสมดุลให้เกิดในระบบและตอบสนองการใช้น้ำจากใต้ดิน

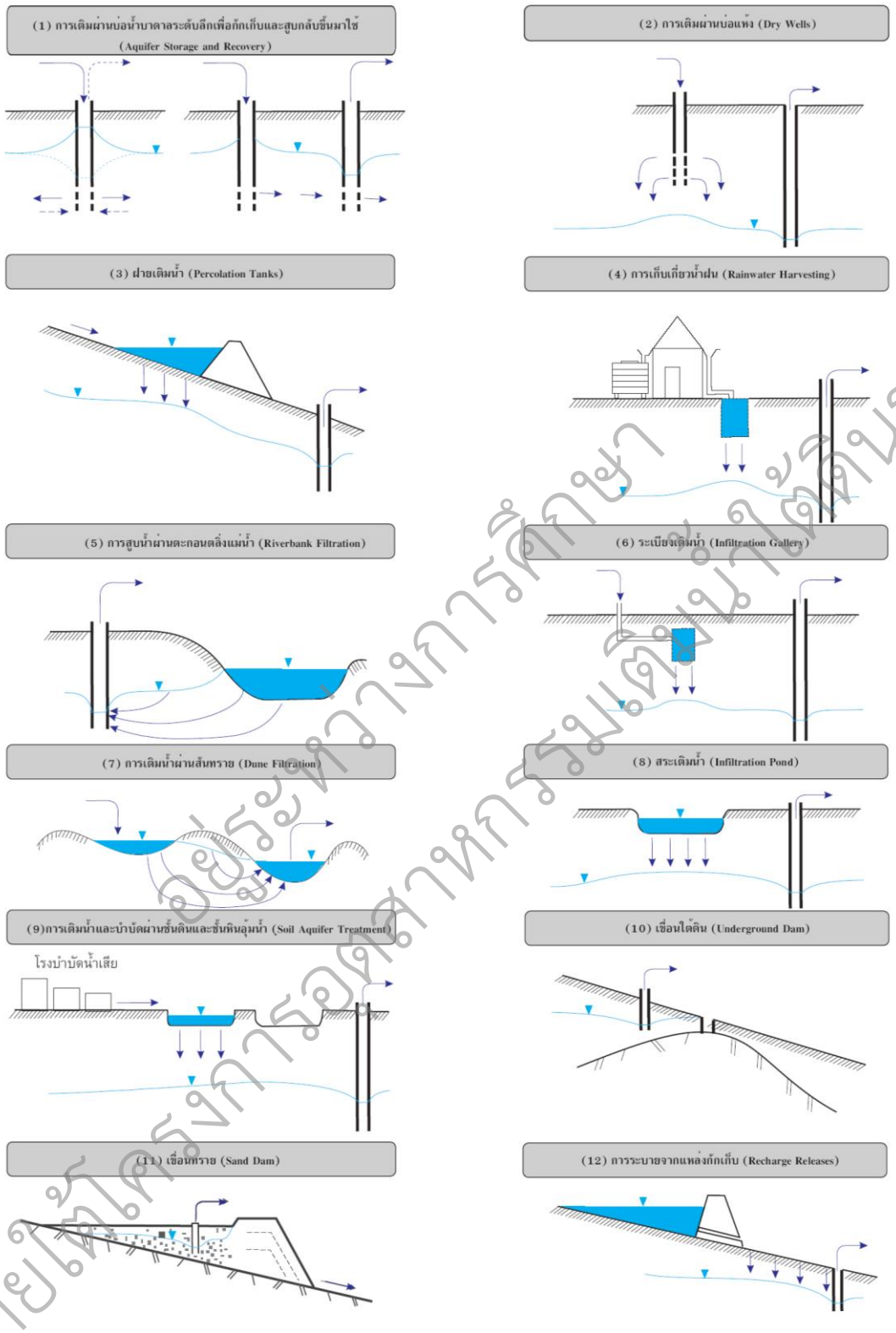
8) การเติมน้ำผ่านสระ (infiltration pond) เป็นการสร้างสระน้ำในพื้นที่ที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มเวลาและพื้นที่สัมผัสระหว่างน้ำกับผิวดินให้มากขึ้นในพื้นที่ที่มีตะกอนดินทรายที่ซึมได้เร็ว และมีแหล่งน้ำดิบที่มีปริมาณน้ำและคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการเติมลงไปกักเก็บไว้ในชั้นน้ำบาดาล

9) การเติมน้ำและบำบัดผ่านชั้นดินและชั้นหินอุ้มน้ำ (soil aquifer treatment, SAT) เป็นการใช้น้ำหมุนเวียนผ่านการนำน้ำเสียที่ได้รับการปรับปรุงคุณภาพแล้วปล่อยให้ซึมผ่านสระ เพื่อให้น้ำซึมลงใต้ดิน โดยอาศัยชั้นดินชั้นหินเป็นตัวช่วยกรองและปรับปรุงคุณภาพน้ำตามระยะทางที่น้ำไหลผ่าน แล้วสูบกลับขึ้นมาใช้ใหม่

10) เขื่อนใต้ดิน (underground dam) เป็นวิธีการสร้างอ่างเก็บน้ำใต้ดิน โดยการสร้างผนังกั้นขวางเส้นทางการไหลของน้ำบาดาล เพื่อยกระดับน้ำและเพิ่มปริมาณน้ำกักเก็บไว้ใช้ในพื้นที่ชุมชนหรือการชลประทาน ในช่วงเวลาที่ต้องการใช้น้ำ พื้นที่ที่เหมาะสมของวิธีนี้ต้องมีหินแข็งรองรับด้านล่างเพื่อความมั่นคงของโครงสร้าง ชั้นน้ำบาดาลบริเวณเขื่อนต้องมีการซึมผ่านได้ดี และควรหลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีความเสี่ยงในการเกิดธรณีพิบัติภัย เช่น แผ่นดินไหว

11) เขื่อนทราย (sand dam) เป็นวิธีการเก็บน้ำไว้ใต้ดิน โดยสร้างฝายกักน้ำและตะกอนทรายไว้เหนือพื้นที่ที่มีชั้นดินทรายร่วนทับถมกันอยู่หนาพอสมควร โดยเฉพาะในบริเวณที่ชั้นดินทรายร่วนเหล่านี้ทับถมตัวอยู่บนชั้นหินเนื้อแน่น น้ำฝนที่ตกลงมาเก็บกักอยู่ในอ่างน้ำจะซึมลงไปเก็บอยู่ในรูพรุนของทราย การเจาะบ่อเพื่อนำน้ำขึ้นมาใช้สามารถเจาะบริเวณท้องหรือขอบอ่างเก็บน้ำ

12) การระบายจากแหล่งกักเก็บ (recharge releases) เป็นวิธีการปล่อยน้ำจากเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำอย่างช้าๆ ที่สัมพันธ์กับปริมาณการไหลซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำที่รองรับอยู่ด้านล่าง



รูปที่ 4 การจัดการเติมน้ำใต้ดินรูปแบบต่างๆ (ดัดแปลงจาก Dillon, 2005)

5. หลักเกณฑ์และแนวทางการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นของภาคอุตสาหกรรม

5.1 สภาพปัญหาและการเลือกพื้นที่เติมน้ำใต้ดินระดับตื้น

สภาพพื้นที่โดยทั่วไปของโรงงานและข้างเคียง ในฤดูแล้งสภาพดินมักจะขาดความชุ่มชื้น แต่ฤดูฝนมักจะมีน้ำท่วมขังในบางบริเวณ การเติมน้ำลงสู่ใต้ดินระดับตื้นเป็นแนวทางแก้ปัญหาดังกล่าว ขณะเดียวกันน้ำที่เติมลงสู่ใต้ดินจะซึมลงสู่ชั้นน้ำบาดาลที่วางตัวในระดับตื้น เป็นการช่วยสร้างความชุ่มชื้น เพิ่มปริมาณน้ำบาดาลที่กักเก็บในชั้นน้ำบาดาลระดับตื้น และแก้ปัญหาน้ำท่วมขัง

การเติมน้ำใต้ดินจะต้องพิจารณาถึงพื้นที่ที่จะทำการเติมน้ำว่ามีความเหมาะสมต่อการเติมน้ำหรือไม่ โดยมีปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1) พื้นที่ตั้ง

1.1) ลักษณะพื้นที่ตั้งของโรงงานว่าตั้งบนดินเดิมหรือดินถม ระดับความสูงของดินถมและการบดอัด หากพื้นที่ตั้งอยู่ในที่ราบต้องคำนึงถึงความลึกของชั้นดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำและระดับน้ำใต้ดิน หากอยู่ในที่ลาดเอียงต้องคำนึงถึงความลาดชันและทิศทางการไหลของน้ำใต้ดิน ตลอดจนพิจารณาถึงฐานรากของสิ่งก่อสร้าง เช่น อาคาร รั้ว เป็นต้น และการสำรวจตรวจสอบระบบสาธารณูปโภคใต้ดิน โดยเฉพาะแนวของระบบท่อที่อยู่ใต้ดิน ซึ่งรวมถึง ท่อร้อสายไฟ ท่อส่งก๊าซ และระบบท่อนำต่างๆ

1.2) ความลึกและชนิดดินที่วางตัวใต้พื้นที่โรงงานว่าประกอบด้วยดินเหนียว ดินปนทราย ทรายกรวด เศษหิน หรือชั้นหิน

1.3) อัตราการซึมผ่านของน้ำในชั้นดิน

1.4) โอกาสการปนเปื้อนมลพิษสู่ชั้นดินและชั้นน้ำใต้ดิน

1.5) ขนาดของพื้นที่ที่จะเติมน้ำ โรงงานมีขนาดพื้นที่พอที่จะก่อสร้างระบบเติมน้ำและสามารถย้ายเครื่องจักรกลหนักเข้าดำเนินงานได้โดยสะดวกหรือไม่

1.6) อื่นๆ

2) แหล่งน้ำที่ใช้ในการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น

สำหรับพื้นที่อุตสาหกรรม น้ำที่ใช้เติม ควรเป็นน้ำฝนที่เก็บเกี่ยวได้ในบริเวณพื้นที่โรงงาน น้ำฝนที่เก็บเกี่ยวมี 2 แบบ คือ จากหลังคาโดยท่อรวบรวม และน้ำฝนนี่ตกและหลากในพื้นที่ ซึ่งน้ำที่จะใช้เติมมีข้อคำนึงถึง ดังนี้

2.1) ปริมาณน้ำ พิจารณาจากปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่โรงงาน พื้นที่หลังคาที่เก็บเกี่ยวน้ำฝนและพื้นที่ในโรงงานส่วนที่รับฝนและไหลหลาก

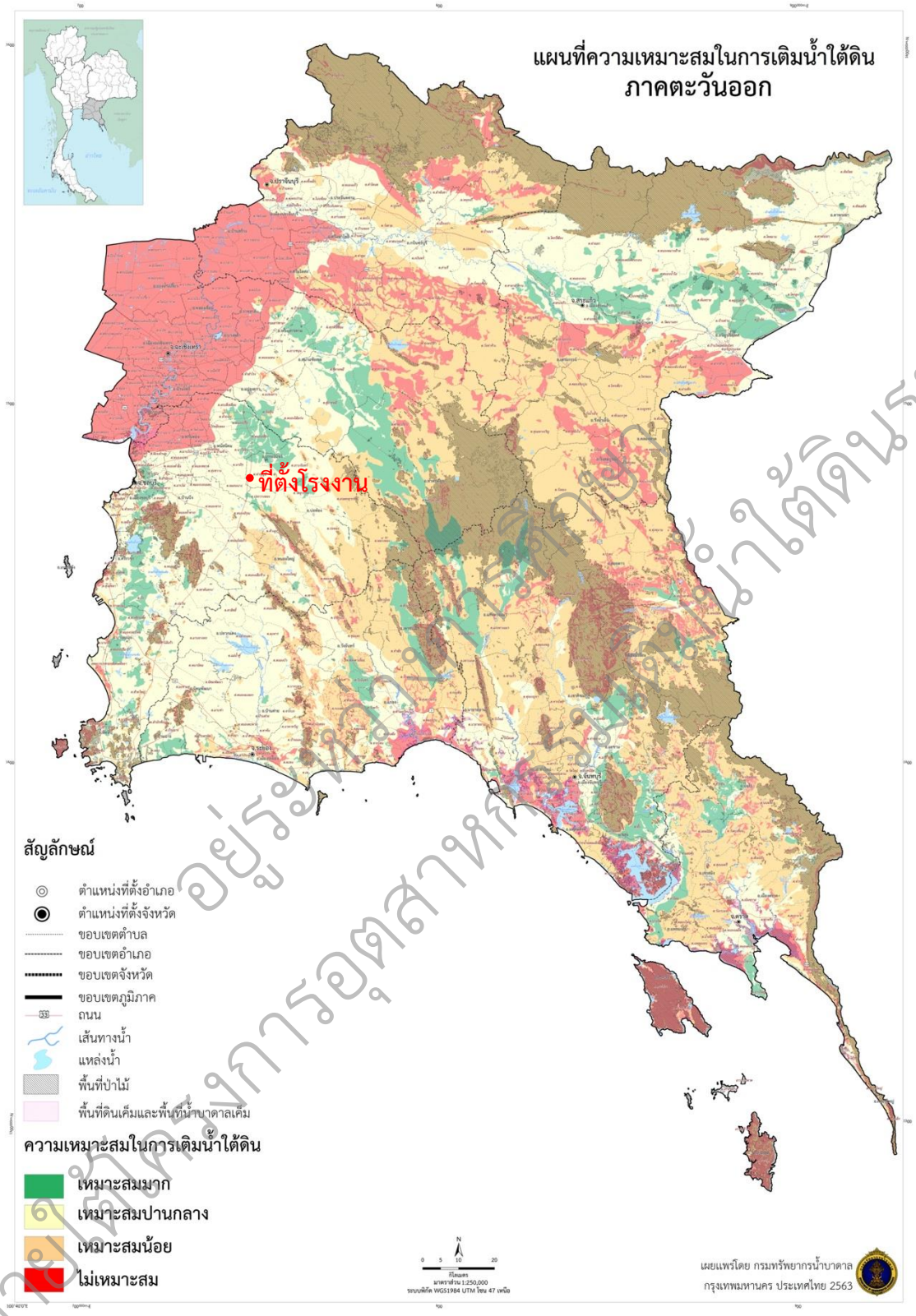
2.2) คุณภาพน้ำ ปกติน้ำฝนจะเป็นน้ำที่มีคุณภาพดี หากโรงงานที่มีลักษณะเกิดความเสี่ยงปนเปื้อนมลพิษ ต้องมีการวิเคราะห์ประเมินคุณภาพน้ำตามเกณฑ์มาตรฐานคุณน้ำผิวดินประเภทที่ 1 และ 2

5.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน เจาะสำรวจชั้นดิน วิเคราะห์ข้อมูล และคัดเลือกรูปแบบประบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นให้เหมาะสมกับพื้นที่ของโรงงาน

1) การเก็บข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่

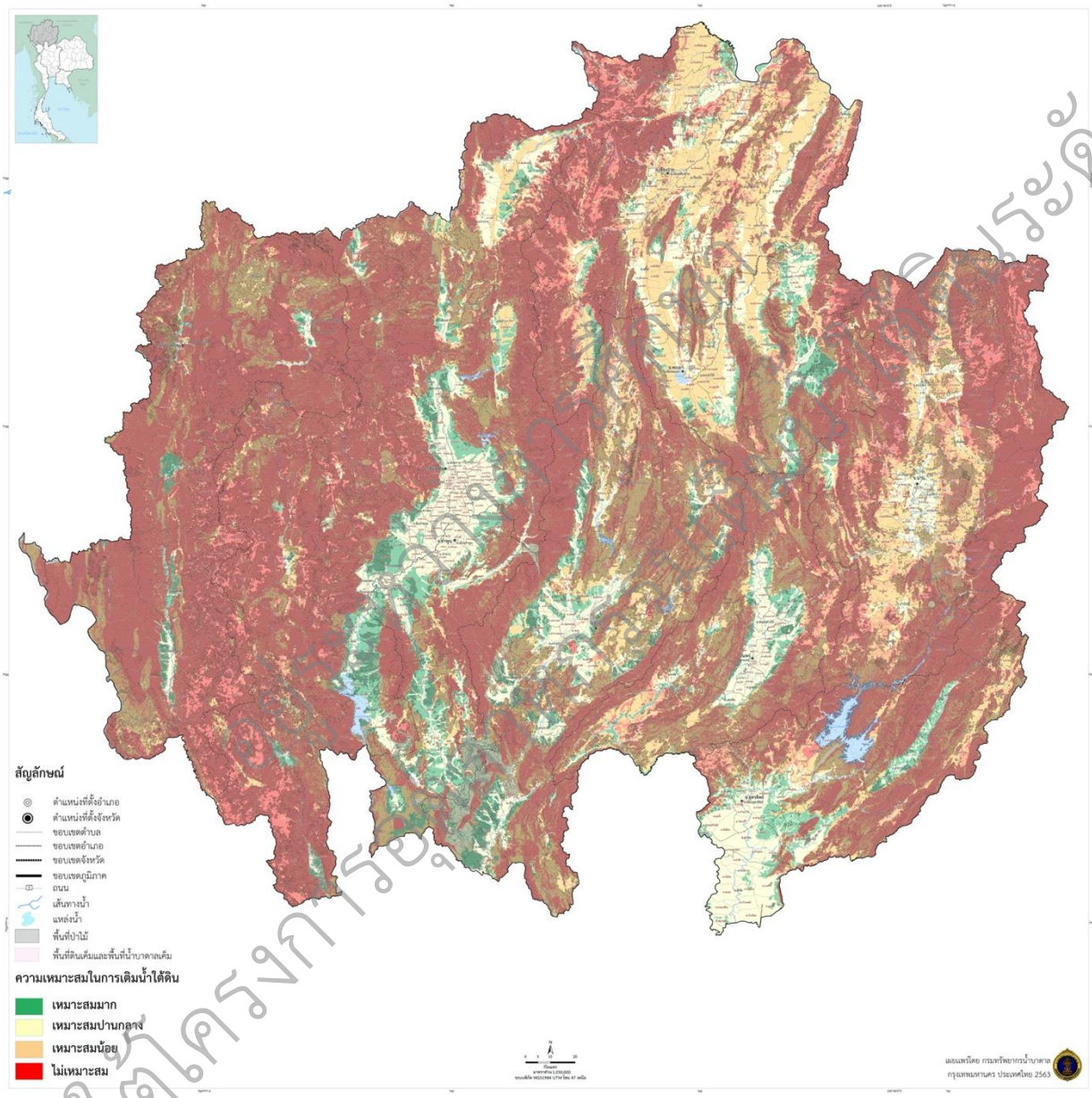
เก็บข้อมูลพื้นฐานของโรงงาน เช่น สภาพพื้นที่ ปริมาณน้ำฝน รูปแบบการรวบรวมน้ำฝน ผลิตภัณฑ์ของโรงงาน ความเสี่ยงในการปนเปื้อนมลพิษน้ำที่จะใช้เติม

ตรวจสอบตำแหน่งที่ตั้งโรงงานว่าอยู่ในพื้นที่ที่มีโอกาสอยู่ในพื้นที่เติมน้ำระดับตื้นหรือไม่ โดยเทียบกับแผนที่ความเหมาะสมการเติมน้ำระดับตื้นรายภาคระดับตำบล จากกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ตัวอย่างโรงงานตั้งอยู่ในตำบลหมอนนาง อำเภอพนัสนิคม จังหวัดชลบุรี เมื่อกำหนดตำแหน่งที่ตั้งของโรงงานนั้นลงในแผนที่พื้นที่ความเหมาะสมเติมน้ำระดับตื้นภาคตะวันออกของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ดังแสดงในรูปที่ 5 จะพบว่าอยู่บนพื้นที่สีเหลืองอ่อน ซึ่งบ่งบอกว่าเป็นพื้นที่มีความเหมาะสมปานกลาง อย่างไรก็ตามเป็นเพียงข้อบ่งชี้ถึงแนวโน้มเท่านั้น ต้องมีการเจาะสำรวจดินและทดสอบค่าน้ำซึมผ่านในชั้นดินตามขั้นตอนการเจาะสำรวจดินและทดสอบค่าน้ำซึมผ่านในชั้นดิน เพื่อให้เกิดความมั่นใจที่จะทำการก่อสร้างระบบเติมน้ำต่อไป



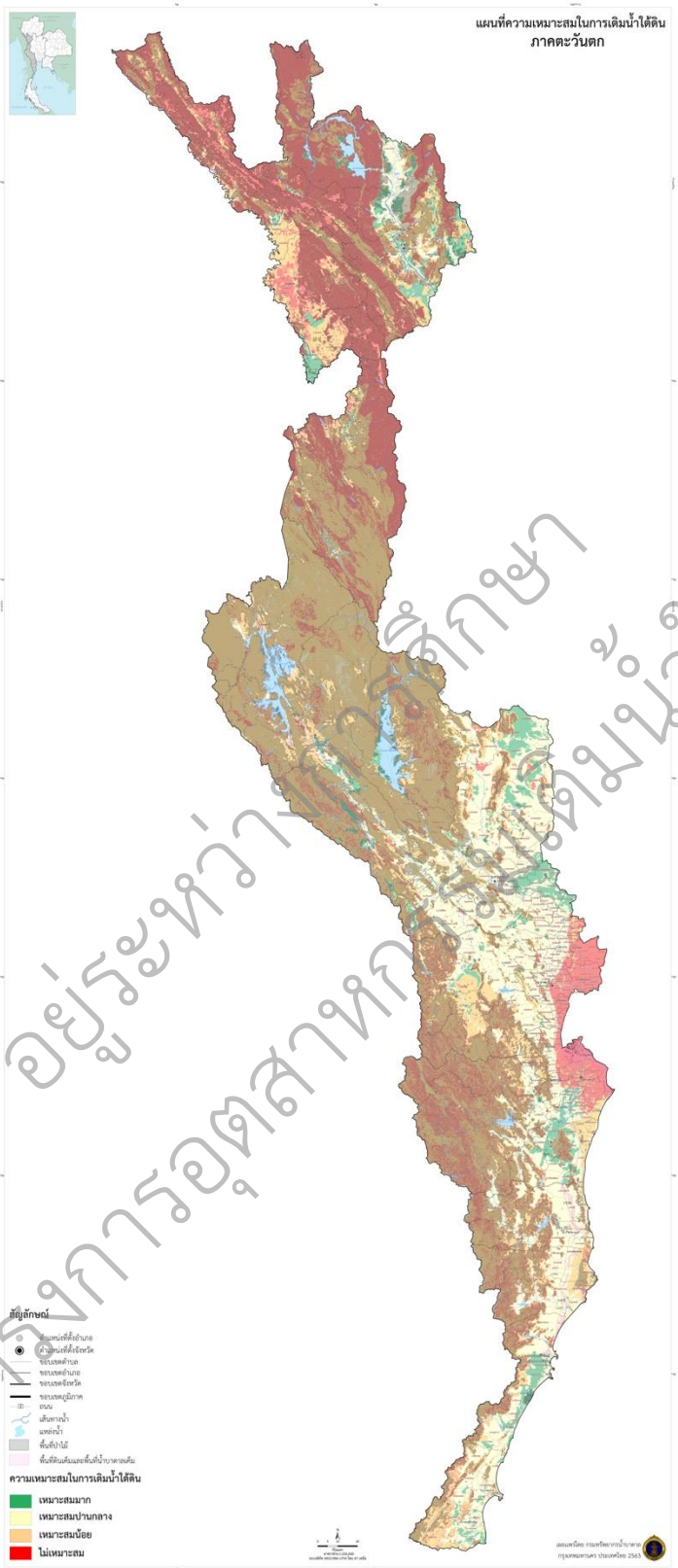
รูปที่ 5 แผนที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำระดับตื้นภาคตะวันออก

แผนที่พื้นที่ความเหมาะสมเติมน้ำระดับตื้นอีก 5 ภาค ประกอบด้วย ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันตก ภาคกลาง และภาคใต้ (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล พ.ศ. 2563) แสดงในรูปที่6-10 ตามลำดับ

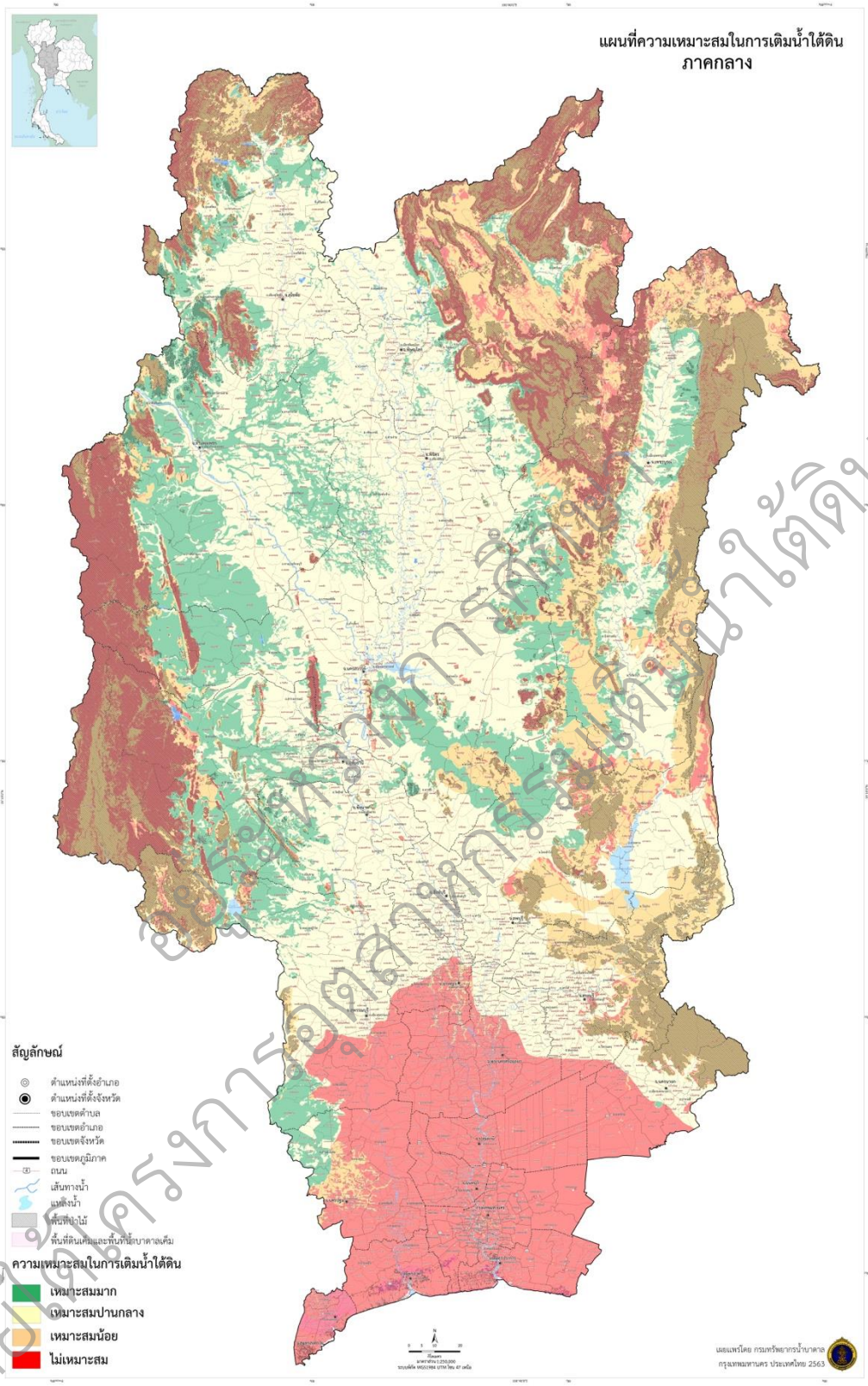


รูปที่ 6 แผนที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำระดับตื้นภาคเหนือ

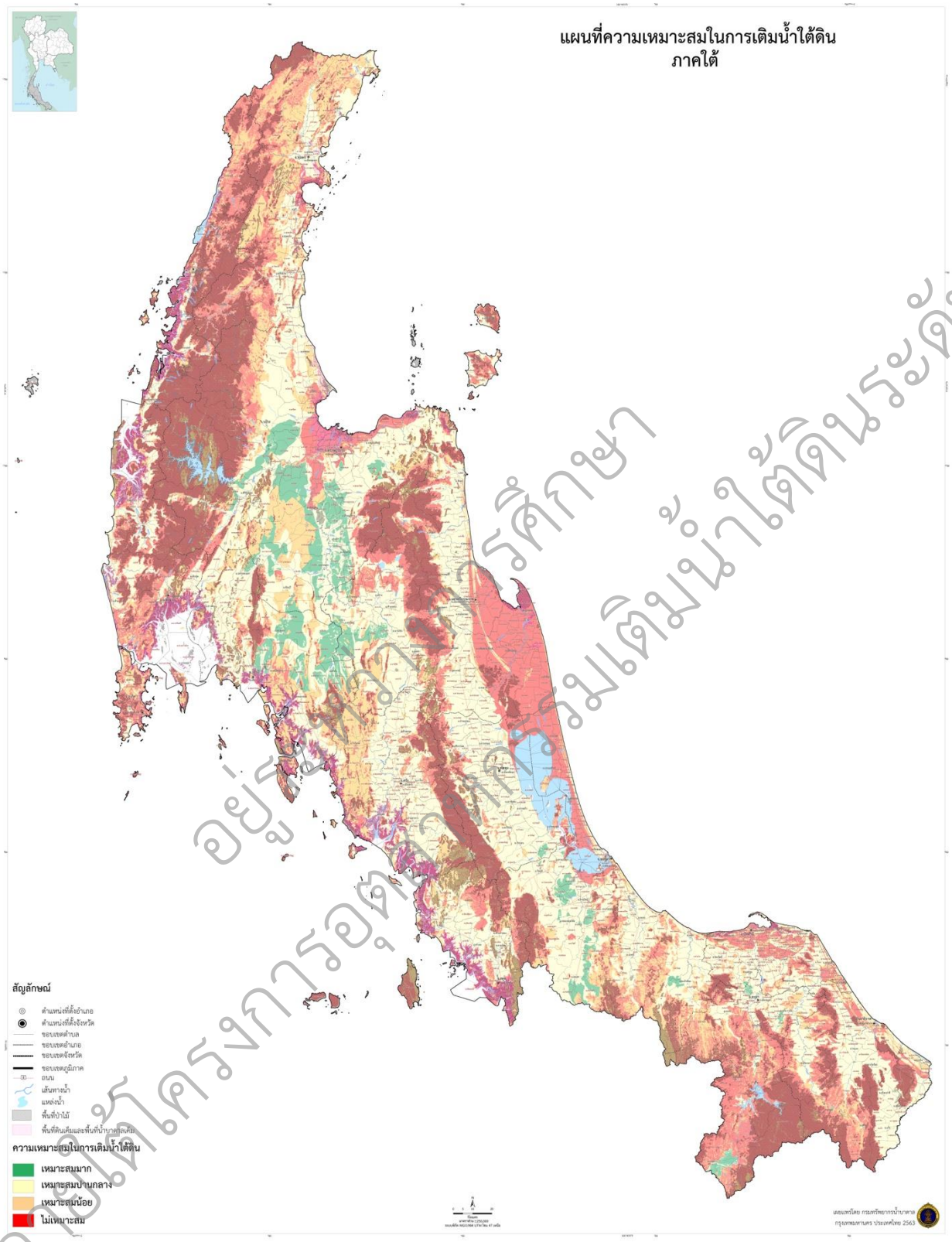
รูปที่ 7 แผนที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำระดับตื้นภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



รูปที่ 8 แผนที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำระดับตื้นภาคตะวันตก



รูปที่ 9 แผนที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำระดับตื้นภาคกลาง



รูปที่ 10 แผนที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำระดับตื้นภาคใต้

2) การเจาะสำรวจดินและทดสอบค่าน้ำซึมผ่านในชั้นดิน

จากข้อมูลการเก็บข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ในข้อ 1 หากข้อมูลยังแสดงความไม่ชัดเจน ให้ทำการเก็บข้อมูลในสนามเพิ่มเติมโดยเจาะสำรวจดิน เพื่อตัดสินใจว่าจะก่อสร้างระบบเติมน้ำหรือไม่ จุดเจาะสำรวจควรเป็นจุดที่อยู่ในบริเวณที่จะทำการก่อสร้างระบบเติมน้ำ

เจาะด้วยอุปกรณ์เจาะแบบมือหมุน ใช้หัวสว่านหรือหัวกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-4 นิ้ว (ดูรูปที่ 11) ความลึกเจาะประมาณ 5 เมตร ซึ่งอาจจะตื้นกว่า เช่น เมื่อเจาะพบชั้นหิน เศษหิน กรวด ชั้นทรายที่อิ่มตัวด้วยน้ำ

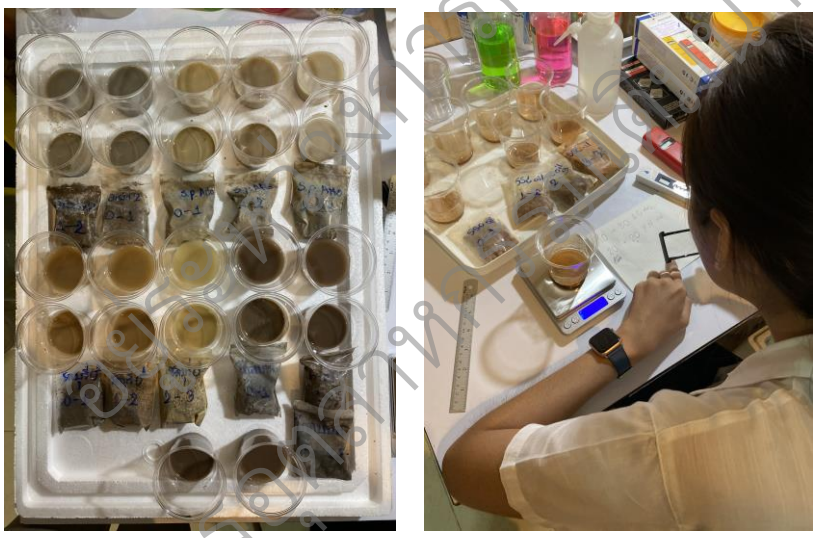
รูปที่ 11 การเจาะด้วยอุปกรณ์เจาะแบบมือหมุน

ทดสอบน้ำซึมผ่านของชั้นดินในหลุมเจาะ โดยวิธีกรอกน้ำให้เต็มหลุมเจาะและวัดการยุบตัวของระดับน้ำจากผิวดินในทุกๆ 5 นาที รวมเป็นเวลา 20 นาที

การวัดค่าความชื้นของพื้นดินหรือตัวอย่างดิน (รูปที่ 12) ที่เจาะเก็บได้ในสนาม และเก็บตัวอย่างดินทุกๆ ความลึก 1 เมตร เพื่อหาค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้าจำเพาะ (Electric Conductivity, EC) ในห้องปฏิบัติการ (รูปที่ 13)

ค่า pH และ EC อาจจะทำการวัดในสนามเพื่อทราบค่าอย่างคร่าวๆ แต่ถ้าจำเป็นต้องได้ค่าที่ถูกต้องยิ่งขึ้น ควรทำการเก็บตัวอย่างไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

รูปที่ 12 ตัวอย่างอุปกรณ์วัดค่าความชื้นที่จุดเจาะสำรวจในสนาม



รูปที่ 13 ตัวอย่างการวิเคราะห์ค่า pH และ EC ของดินที่เจาะได้ในห้องปฏิบัติการ

ค่าความชื้นของดินที่อ่านได้จะแบ่งเป็น 10 ระดับ คือ ระดับ 1-3 เป็นดินแห้ง ระดับ 3-7 เป็นดินชื้น และระดับ 7-10 เป็นดินเปียก ค่า pH และ EC

การวิเคราะห์หาค่า pH และ EC ในห้องปฏิบัติการ มีรายละเอียดดังนี้

ค่า pH วิเคราะห์ทำโดยชั่งตัวอย่างดิน 20 กรัม ใส่ในถ้วยทดลอง เติมสารละลาย 1 Molar KCl 20 กรัม คนให้เข้ากันประมาณ 30 นาที หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้อีกประมาณ 30 นาที วัด pH ในส่วนที่เป็นสารละลายดินด้วย pH meter (คู่มือการปฏิบัติงาน กระบวนการวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางเคมี กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

ค่า EC วิเคราะห์โดยชั่งดินตัวอย่าง 10 กรัม ใส่ในถ้วยทดลอง ใส่น้ำกลั่น 50 มล. คนให้เข้ากันเป็นระยะเวลาประมาณ 30 นาที แล้วใช้เครื่อง EC อ่านค่า (คู่มือการปฏิบัติงาน กระบวนการวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางเคมี กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

คำนวณ ค่า EC ที่อุณหภูมิ 25°C ตามสมการ

$$EC_{25} = EC_t/[1+0.02(t-25)]$$

เมื่อ EC_{25} = ค่านำไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 25°C

EC_t = ค่านำไฟฟ้าที่วัดได้อุณหภูมิ t°C

t = อุณหภูมิ (°C)

ตัวอย่างการเจาะสำรวจดินและทดสอบค่าน้ำซึมผ่านในชั้นดินของพื้นที่แห่งหนึ่งซึ่งแสดงผลสำรวจและทดสอบในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการเจาะสำรวจดินและทดสอบค่าน้ำซึมผ่านในชั้นดิน

ความลึก (ม.)	ชั้นดิน	ความชื้น	pH	EC (µS/cm)	ระดับน้ำลดในหลุมเจาะ(ซม.) ตามความลึก/เวลา				
					ความลึก (ม.)	5 นาที	10 นาที	15 นาที	20 นาที
0 - 1	ดินเหนียว	3	6.8	217	0 – 1				
1 - 2	ดินเหนียว	-	5.4	136	0 – 2				
2 - 3	ดินเหนียวปนทราย	-	4.7	86	0 – 3				
3 - 4	ทรายปนดินเหนียว	-	5.5	98	0 – 4				
4 - 5	ทราย	-	5.6	51	0 – 5	50	57	59	60

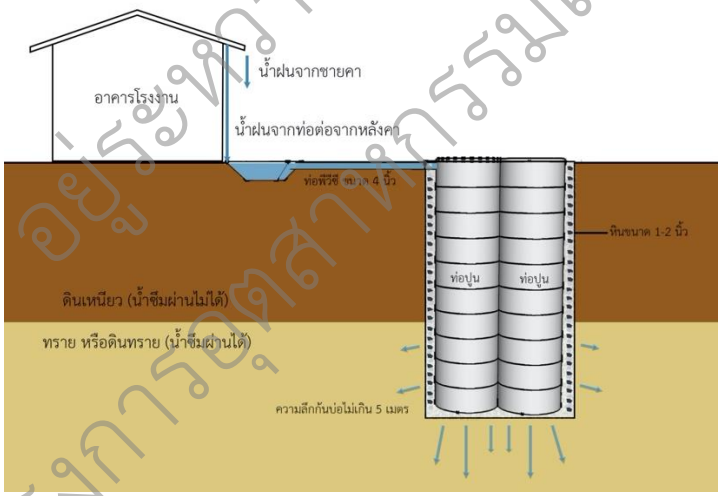
ความเร็วของน้ำซึมผ่านในหลุมเจาะลึก 0 – 5 ม. = 50 ซม. ในเวลา 5 นาที หรือมีค่าเฉลี่ย = 10 ซม./นาที

3) การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลการเจาะสำรวจดินและทดสอบค่าน้ำซึมผ่านในชั้นดินในข้อ 2. มาวิเคราะห์ชั้นความลึกของดินที่มีความหมาะสมสำหรับเติมน้ำ โดยพิจารณาค่าน้ำซึมผ่านเป็นปัจจัยหลัก โดยในเบื้องต้นอาจจะใช้ค่าน้ำซึมผ่าน ≥5 ซม./นาที เป็นเกณฑ์กำหนดชั้นดินมีความเหมาะสมสำหรับเติมน้ำ และค่า <5 ซม./นาที ต้องพิจารณาปัจจัยรองอื่นๆ เช่น ชนิดดิน ระดับน้ำใต้ดิน ความต่างของระดับน้ำเติมและน้ำใต้ดิน ประกอบในการตัดสินใจว่าจะมีตวามเหมาะสมสำหรับเติมน้ำหรือไม่ ยกตัวอย่างชั้นดินของพื้นที่โรงงานหนึ่งมีค่าน้ำซึมผ่าน 3 ซม./นาที แต่ชนิดดินเป็นทรายปนดินเหนียว มีความต่างของระดับน้ำเติมจากระดับพื้นดินและน้ำใต้ดินประมาณ 2 ม. ก็สามารถสรุปได้ว่าเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมสำหรับเติมน้ำ

4) การคัดเลือกรูปแบบระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นให้เหมาะสมกับพื้นที่ของโรงงาน

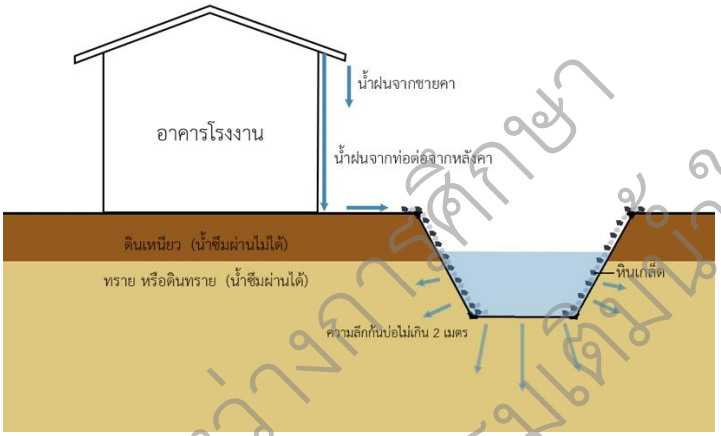
รูปแบบระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นสำหรับพื้นที่อุตสาหกรรมภายใต้โครงการ เน้นวิธีการรวบรวมน้ำฝนส่วนที่เกินใช้ประโยชน์ไปเก็บไว้ใต้ดิน หรือที่เรียกว่า “การเก็บเกี่ยวน้ำฝน (Rain water harvesting)” เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของสารมลพิษลงสู่น้ำใต้ดิน โดยกำหนดรูปแบบเบื้องต้น 4 รูปแบบ คือ 1) แบบบ่อวง 2) แบบสระ 3) แบบร่องปิด และ 4) แบบร่องเปิด ดังแสดงในรูปที่ 14-17 ตามลำดับ



รูปที่ 14 ระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นแบบบ่อวง
(ดัดแปลงจาก: กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2562)

รูปแบบที่ 1 (บ่อวง) ประกอบด้วย บ่อเติมน้ำท่อคอนกรีต ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 ม. ลึก 2 – 5 ม. จำนวน 2 – 5 บ่อ พร้อมฝาปิดบ่อ ช่องว่างผนังหลุมขุดและท่อคอนกรีตกรุด้วยหินขนาด 19 มม. ถึง 51 มม. จากก้นหลุมขุดถึงระดับ 20 ซม. จากผิวดิน จากนั้นกรุด้วยหินเกล็ดจนถึงระดับผิวดิน ขนาดพื้นที่สำหรับก่อสร้างประมาณ 2 x 4 ตร.ม. รูปแบบบ่อวงจะข้อดีและข้อจำกัด ดังนี้

ข้อดี	ข้อจำกัด
• สามารถทำได้ในกรณีที่พื้นที่มีชั้นดินให้น้ำซึมผ่านลึกมากกว่า 2 ม. • ใช้พื้นที่ไม่มาก	• ต้องใช้ back hoe..... • ต้องใช้เครื่องมือในการลอกดินที่พื้นก้นบ่อเมื่ออุดตัน ถ้าใช้คนลงไปลอกสิ่งอุดตันที่ก้นบ่อต้องมีระบบหมุนเวียนอากาศที่ดีในขณะปฏิบัติงาน

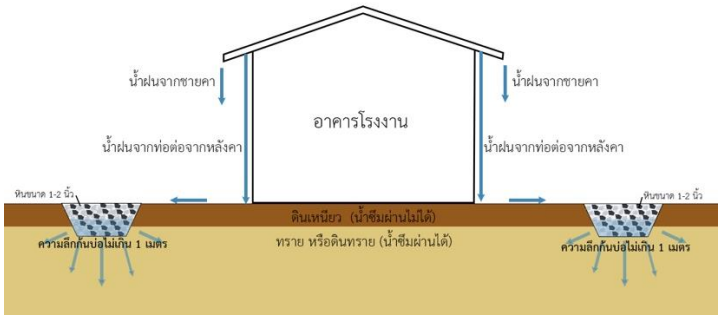


รูปที่ 15 ระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นแบบสระ

(ดัดแปลงจาก: กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2562)

รูปแบบที่ 2 (สระ) ประกอบด้วย สระเติมน้ำ ขนาด 8 x 8 ม. ลึกไม่เกิน 2 ม. จำนวน 1 สระ ความลาดเอียงของขอบสระ 30° ถึง 45° ปูพื้นผิวลาดเอียงสระด้วยหินเกล็ดหนา 5-10 ซม. ขนาดพื้นที่สำหรับก่อสร้างประมาณ 12 x 12 ตร.ม. รูปแบบสระจะข้อดีและข้อจำกัด ดังนี้

ข้อดี	ข้อจำกัด
• มีการหน่วงน้ำมากกว่า • มีพื้นที่ให้น้ำซึมผ่านมาก • คนสามารถลงไปก้นสระลอกสิ่งอุดตันออก	• ต้องใช้ backhoe • ใช้พื้นที่มาก และต้องมีที่ทิ้งดินที่ได้จากการขุดสระ • ต้องมีชั้นดินที่ให้น้ำซึมผ่านตื้นกว่า 2 ม.

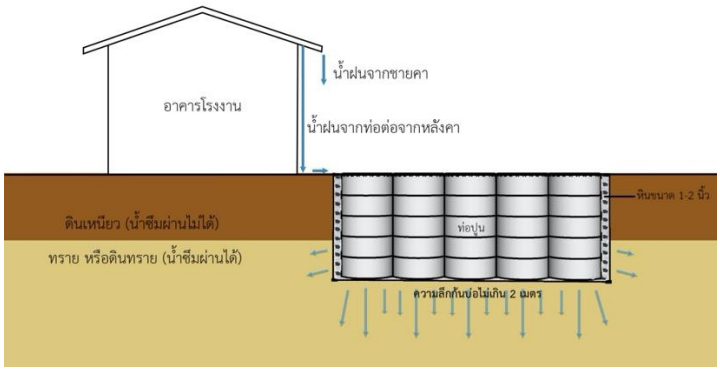


รูปที่ 16 ระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นแบบร่องปิด

(ดัดแปลงจาก: กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2562)

รูปแบบที่ 3 (ร่องปิด) ประกอบด้วย ร่องขุด ขนาดกว้าง 1 ม. ความยาวรวม 20 ม. ลึกน้อยกว่า 1 ม. กรุในร่องขุดด้วยหินขนาด 19 มม. ถึง 51 มม. ถึงระดับความลึก 10 ซม. จากผิวดิน จากนั้นกรุด้วยหินเกล็ดถึงระดัวผิวดิน ขนาดพื้นที่สำหรับก่อสร้างประมาณ 12 x 12 ตร.ม. รูปแบบสระจะข้อดีและข้อจำกัดดังนี้

ข้อดี	ข้อจำกัด
• สามารถก่อสร้างในพื้นที่แคบ • สามารถใช้แรงคนแทน backhoe	• ต้องมีชั้นดินที่ให้น้ำซึมผ่านตื้นกว่า 1 ม. • การบำรุงรักษายุ่งยากกว่า ต้องเอาหินออก ล้างและใส่กลับในร่อง



รูปที่ 17 ระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้นแบบร่องเปิด

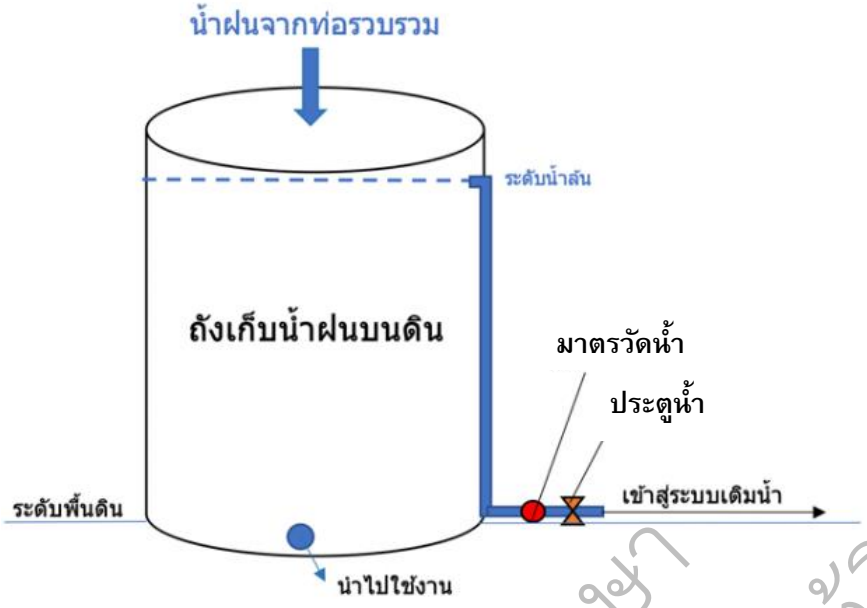
(ดัดแปลงจาก: กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2562)

รูปแบบที่ 4 (ร่องเปิด) ประกอบด้วยบ่อเติมน้ำท่อคอนกรีตเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 ม. ลึก 1 – 2 ม. จำนวน 5 – 10 บ่อ ช่องว่างผนังหลุมขุดและท่อคอนกรีตกรุด้วยหินขนาด 19 มม. ถึง 51 มม. จากก้นหลุมขุดถึงระดับ 20 ซม. ลึกจากผิวดิน จากนั้นกรุด้วยหินเกล็ดจนถึงระดับผิวดิน ขนาดพื้นที่สำหรับก่อสร้างประมาณ 2 x 12 ตร.ม. รูปแบบบ่อวงจะข้อดีและข้อจำกัด ดังนี้

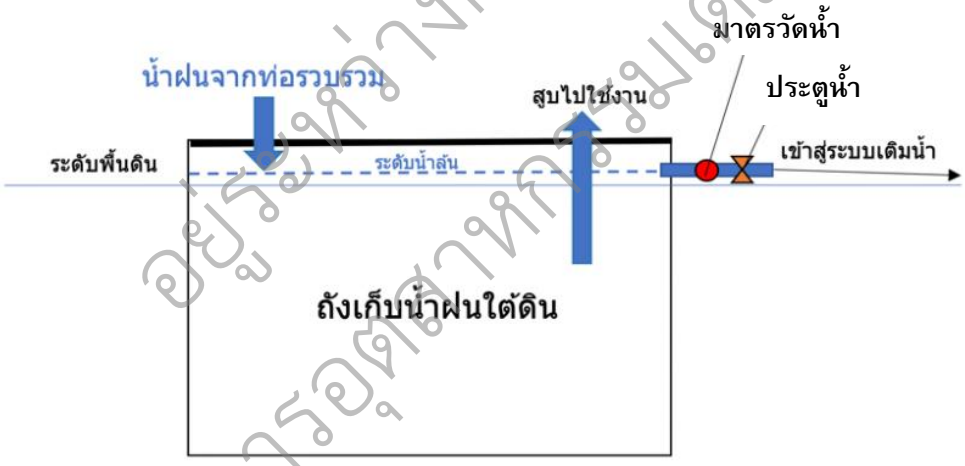
ข้อดี	ข้อจำกัด
• มีพื้นที่ให้น้ำซึมผ่านมากกว่ารูปแบบที่1(บ่อวง) • อาจจะใช้แรงงานคนแทน backhoe • ผู้ปฏิบัติงานสามารถลงไปก้นบ่อลอกสิ่งอุดตันออกง่ายกว่าระบบอื่นๆ	• ต้องมีชั้นดินที่ให้น้ำซึมผ่านตื้นกว่า 3 ม. • ผู้ปฏิบัติงานควรระมัดระวังในขณะลงไปลอกสิ่งอุดตันที่ก้นบ่อต้องมีระบบหมุนเวียนอากาศที่ดีในขณะปฏิบัติงาน

รูปแบบทั้งสี่ที่กล่าวถึงนี้กำหนดไว้เป็นเพียงแนวทาง ซึ่งในทางปฏิบัตินั้นอาจจะมีการดัดแปลงหรือเพิ่มเติมรูปแบบนอกเหนือจากที่ได้กล่าว

โรงงานอาจจะกักเก็บน้ำฝนในถังบนดินหรือใต้ดินเพื่อนำไปใช้งาน และน้ำฝนที่เหลือเก็บสามารถให้ล้นเข้าสู่ระบบเติมน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 18 และ 19



รูปที่ 18 ถังเก็บน้ำฝนบนดินและล้นสู่ระบบเติมน้ำ



รูปที่ 19 ถังเก็บน้ำฝนใต้ดินและล้นสู่ระบบเติมน้ำ

5) การก่อสร้างระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น

การก่อสร้างระบบเติมน้ำจะใช้ backhoe เป็นเครื่องมือขุด ในขณะที่ขุดถึงระดับความลึกตามต้องการ ควรทดสอบการซึมของน้ำโดยวิธีการเทน้ำประมาณ 200 ลิตรลงในหลุมขุด เพื่อให้มั่นใจว่าน้ำสามารถซึมผ่านชั้นดินในหลุมขุด ก่อนทำการลงท่อคอนกรีตและกรุด้วยหิน

ระบบเติมน้ำจะใช้ท่อพีวีซี ขนาด 2 นิ้ว 4 นิ้ว เชื่อมต่อจากท่อรวบรวมน้ำฝนของโรงงาน และต้องคำนึงถึงทางน้ำล้นของน้ำฝนให้เหมาะสมกับของเดิมเพื่อไม่ให้กระทบการระบายน้ำฝนทิ้ง ส่วนในกรณีเป็นน้ำฝนหลาก ต้องมั่นใจว่าระบบเติมน้ำอยู่ในที่ลุ่มที่เป็นระดับต่ำ

ติดตั้งเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนในบริเวณพื้นที่ระบบเติมน้ำ เพื่อใช้ประเมินปริมาณน้ำฝนที่เติมได้อย่างคร่าวๆ เช่น พื้นที่เก็บเกี่ยวน้ำฝนเข้าระบบเติมน้ำมีขนาด 40 x 80 ม. หรือ = 3,200 ตร.ม. และน้ำฝนที่ตกรวม 1,400 มล. หรือ = 1.4 ม. ดังนั้น ปริมาณน้ำฝนที่เติมได้รวม = 3,200 ตร.ม. X 1.4 ม. = 4,480 ลบ.ม. ปริมาณน้ำเติมควรสรุปรวมเป็นรายปี

น้ำฝนที่ตกรวม (ซม.) = ปริมาตรน้ำฝนรวมที่ตวงได้ (มล.) / พื้นที่หน้าตัดเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน (ตร.ซม.)

รูปที่ 20 ตัวอย่างเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน

การทดสอบระบบเติมน้ำสามารถกระทำอย่างคร่าวๆ โดยทำการวัดอัตราความเร็วของการซึมของน้ำเติมในบ่อวง สระ หรือร่องในขณะเติมน้ำ ที่ความสูงของน้ำเติมที่แตกต่างกันและเวลารวมของการเติมน้ำ

5.3 การติดตามและประเมินผลการเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น

1) การติดตามผลสามารถใช้บ่อวง หรือสระ หรือร่องเติมน้ำ สังเกตติดตามการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำใต้ดินที่มีปรากฏในบ่อวง หรือสระ หรือร่อง ก่อนและหลังเติมน้ำ และเก็บข้อมูลในบ่อสังเกตการณ์(ถ้ามี)ในพื้นที่โรงงานหรือข้างเคียง เพื่อประเมินทั้งในด้านระดับน้ำและคุณภาพน้ำ ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงความชื้นในบริเวณพื้นที่เติมน้ำที่อาจจะสังเกตติดตามได้และปริมาณน้ำฝนรวมที่เติมเป็นรายปี

2) มีการสังเกตหรือตรวจวัดประสิทธิภาพการซึมของน้ำเติมในระบบเติมน้ำอย่างสม่ำเสมอ หากอัตราการซึมผ่านลดลง ต้องทำการแก้ไขในเรื่องการอุดตันเพื่อให้ระบบเติมน้ำใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพดังเดิม

3) การเก็บบันทึกข้อมูลปริมาณน้ำฝน ความชื้น อุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง ในบริเวณพื้นที่ระบบเติมน้ำควรทำอย่างสม่ำเสมอ เพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์และสรุปผลการทำงานของระบบเติมน้ำ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงระดับและคุณภาพน้ำใต้ดินที่เกิดขึ้นหลังจากเติมน้ำ

5.4 การบำรุงรักษาระบบเติมน้ำใต้ดินระดับตื้น

1) เนื่องจากน้ำที่ใช้เติมเป็นน้ำฝนที่เก็บจากหลังคาและรวบรวมผ่านท่อ หรือแม้แต่เป็นน้ำฝนหลากในพื้นที่โรงงาน ซึ่งเป็นน้ำเติมที่มีความขุ่นน้อย การอุดตันในระบบเติมน้ำจะมีน้อยมาก แต่อาจจะเกิดการอุดตันจากทางด้านชีวภาพ การบำรุงรักษาควรทำในช่วงก่อนเข้าฤดูฝน อาจจะเป็นประจำทุกปี โดยการลอกผิวหน้าของชั้นดินที่ก้นหลุมบ่อวง หรือก้นสระ หรือก้นร่องออก แล้วเติมทรายหยาบหรือกรวดขนาเล็กแทนตามปริมาณตะกอนที่ลอกออก อย่างไรก็ตาม การบำรุงรักษาอาจจะเป็นหลายปีต่อครั้ง ขึ้นอยู่กับสภาพการอุดตันที่จะเกิดขึ้นในแต่ที่อาจจะแตกต่างกัน

2) ควรตัดหรือดายหญ้าบริเวณพื้นที่ระบบเติมน้ำในช่วงก่อนเข้าหน้าฝนทุกปี

3) ตรวจสอบและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอหรือเสียหายของระบบเติมน้ำเมื่อพบเห็น เช่น ท่อพีวีซี เครื่องวัดปริมาณน้ำฝน หินเกล็ดในส่วนที่ยุบลงหรือหายไป

5.5 ปัญหา ข้อจำกัด และข้อควรระวังต่างๆ

ปัญหา

- ปัญหาของการเจาะสำรวจดินที่พบ เช่น เจาะพบหินหรือชั้นดินแข็ง กรวดขนาดใหญ่ เศษหิน ชั้นทรายที่อิ่มตัวด้วยน้ำ
- ปัญหาการก่อสร้างระบบเติมน้ำที่พบ คือ พื้นที่โรงงานมีสภาพเป็นพื้นคอนกรีต มีพื้นที่จำกัด การย้าย backhoe เข้าดำเนินงานทำได้ลำบากหรือไม่สามารถเข้าดำเนินการ และหลุมขุดจะมีอุปสรรคหากขุดพบชั้นกรวดทรายที่อิ่มตัวด้วยน้ำ ซึ่งผนังหลุมเจาะพัง ไม่สามารถขุดลึก

ข้อควรระวัง

- การขุดหลุมก่อสร้างระบบเติมน้ำ หากอยู่ใกล้สิ่งก่อสร้างเดิมเกินไปอาจจะกระทบต่อฐานรากได้
- บริเวณพื้นที่โรงงานที่ตั้งอยู่บนลาดชัน ระบบเติมน้ำควรก่อสร้างในทิศทางท้ายน้ำ หรือบริเวณที่ต่ำกว่า
- การปนเปื้อนมลพิษของน้ำที่จะใช้เติม กรณีโรงงานที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อน ต้องมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำที่จะใช้เติมและน้ำที่เก็บจากบ่อสังเกตการณ์(ถ้ามี)อย่างสม่ำเสมอ หากพบว่ามีการปนเปื้อน ต้องหยุดระบบเติมน้ำทันที
- การบำรุงรักษาโดยใช้คนลงในบ่อวงมีโอกาสเกิดผลกระทบต่อผู้ปฏิบัติงานที่อยู่ในบ่อวงอาจจะขาดอ๊อกซิเจนและทำให้เสียชีวิตได้ ระบบเติมน้ำต้องมีฝาปิดเพื่อป้องกันคนหรือสัตว์พลัดตกลงบ่อ

5.5 กฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบ

ต้องปฏิบัติตามกฎหมายและระเบียบที่เกี่ยวข้อง เช่น

1) พระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 และที่แก้ไขเพิ่มเติม ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

2) พระราชบัญญัติการขุดดินและถมดิน พ.ศ. 2543

3) พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2562

4) กฎกระทรวง สุขลักษณะการจัดการมูลฝอยทั่วไป พ.ศ. 2560

5) พระราชบัญญัติทรัพยากรน้ำ พ.ศ. 2561

เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล. 2563. **ชุดแผนที่ความเหมาะสมในการเติมน้ำใต้ดินของประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1.** อธิการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล. 2563. **แนวทางการเติมน้ำใต้ดินของประเทศไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์กรุงเทพ, กรุงเทพฯ.

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล. 2563.

https://drive.google.com/drive/folders/1OzQzB1U67YtkQhhTma7pJMplQtY8UF_l

กรมพัฒนาที่ดิน. 2553. **คู่มือการปฏิบัติงาน กระบวนการวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางเคมี พ.ศ. 2553.**

https://www.ldd.go.th/PMQA/2553/Manual/OSD-03.pdf

สถาบันทรัพยากรน้ำใต้ดิน มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2562. คืนสมดุลน้ำใต้ดินแก้แล้งได้ยั่งยืน, สืบค้น 7 มกราคม 2562.ดร.โพยม สราภิรมย์

สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
ชั้น 8 อาคารปฏิบัติการเทคโนโลยีเชิงสร้างสรรค์
เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120
โทรศัพท์ : 0 2345 1156