รายงานผลการดำเนินงาน

โครงการประชุม ฝึกอบรม และศึกษาดูงาน ณ ต่างประเทศ ด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล เพื่อส่งเสริมการพัฒนาศักยภาพในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล (กองทุนพัฒนาน้ำบาดาล) ปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

Planning Division, International Relations Unit.

26/83 Soi Ngamwongwan 54, Ladyao Chatuchak, Bangkok 10900

Phone: 0 2299 3995 | Fax: 0 2354 4764

Email : plan_dgr@yahoo.com | http://plan.dgr.go.th/

คำนำ

การแลกเปลี่ยนความรู้ด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล ทั้งในด้านการสำรวจ การอนุรักษ์ ทรัพยากรน้ำบาดาลและสิ่งแวดล้อม การประเมินศักยภาพน้ำบาดาล เศรษฐศาสตร์น้ำบาดาลและศาสตร์อื่นๆ ทางอุทกธรณีวิทยา ผ่านการประชุม ฝึกอบรม ศึกษาดูงานจากประเทศที่มีการพัฒนาทางวิชาการและมีประสบการณ์ในการบริหารจัดการน้ำและน้ำบาดาลจนเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางในระดับโลกนั้น นับว่าเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้และควรพัฒนาให้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และเทคโนโลยีที่ทันสมัย และนำมาเป็นแนวทางในการประยุกต์ในการพัฒนาศาสตร์น้ำบาดาลในประเทศไทยให้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบัน เพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลอย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต กรมทรัพยากรน้ำบาดาลจึงได้มอบหมายให้กองแผนงาน ฝ่ายวิเทศสัมพันธ์ จัดทำโครงการประชุม ฝึกอบรม ศึกษาดูงาน ณ ต่างประเทศ ด้านการบริหารจัดการน้ำบาดาล เพื่อส่งเสริมการพัฒนาศักยภาพในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล (กองทุนพัฒนาน้ำบาดาล) เป็นประจำทุกปี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของบุคลากรกรมทรัพยากรน้ำบาดาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืนต่อไป

ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2556 กรมทรัพยากรน้ำบาดาลได้รับอนุมัติให้ดำเนินโครงการประชุม ฝึกอบรม ศึกษาดูงาน ณ ต่างประเทศ ด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล เพื่อส่งเสริมการพัฒนาศักยภาพในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล (กองทุนพัฒนาน้ำบาดาล) จำนวนทั้งสิ้น 12 รายการ ประกอบด้วย การประชุม 3 รายการ การฝึกอบรม 6 รายการ และการศึกษาดูงาน 3 รายการ โดยผลการดำเนินการที่ผ่านมามีความสอดคล้องกับแผนแม่บทเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาลและเป็นไปตามแผนปฏิบัติการและแผนการใช้จ่ายเงินที่ได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการบริหารกองทุนพัฒนาน้ำบาดาล (กพน.) และบุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลยังสามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับมาประยุกต์ใช้ในงานที่รับผิดชอบ มีแนวทางในการวางแผนและกำหนดนโยบายด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น รวมทั้งเสริมสร้างความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับกรมทรัพยากรน้ำบาดาลให้มีความเข้มแข็งขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศไทยต่อไป

สารบัญ

หน้า

คำนำ

บทสรุปผู้บริหาร 1

บทนำ 5

ผลการดำเนินงาน โครงการประชุม ฝึกอบรม ศึกษาดูงาน ณ ต่างประเทศ ประจำปี พ.ศ.2556 9

การประชุม

การประชุม CCOP ประจำปีครั้งที่ 48 (48th Annual Session) และการประชุมผู้บริหารคณะกรรมการประสานงานเกี่ยวกับการสำรวจทรัพยากรธรณีในภูมิภาคเอเชียตะวันออกและตะวันออกเฉียงใต้ ครั้งที่ 59 (59th CCOP Steering Committee Meeting) 11
ระหว่างวันที่ 3-11 พฤศจิกายน 2555
ณ เกาะลังกาวี (Langkawi) รัฐเกดะห์ ประเทศมาเลเซีย

การประชุม GEF Project ครั้งที่ 4 การบริหารจัดการน้ำบาดาลตามหลักธรรมาภิบาล ระดับภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก(Groundwater Governance: A Global Framework for Action, Regional Consultation for Asia and the Pacific Region) 33
ระหว่างวันที่ 2-6 ธันวาคม 2555
ณ เมืองฉือเจียจวง (Shijiazhuang) มณฑลเหอเป่ย (Hebei) สาธารณรัฐประชาชนจีน

การประชุมวิชาการนานาชาติ เรื่อง การใช้ที่ดินกับคุณภาพน้ำบาดาล : การลดผลกระทบจากภาคเกษตร (International Interdisciplinary Conference on Land Use and Water Quality : Reducing Effects Agriculture) 43
ระหว่างวันที่ 8-15 มิถุนายน 2556
ณ กรุงเฮก (Hague) ราชอาณาจักรเนเธอร์แลนด์

หน้า

การฝึกอบรม

การฝึกอบรมหลักสูตรการพัฒนาทักษะการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการระดับมืออาชีพ รอบที่ 11 (Australian Leadership Award-Fellowships Application for ALAF Round 11)
ระหว่างวันที่ 13 พฤศจิกายน - 11 ธันวาคม 2555
ณ เมืองแอดิเลด รัฐเซาท์ออสเตรเลีย เมืองเมลเบิร์น รัฐวิกตอเรีย และเมืองซิดนีย์ รัฐนิวเซาท์เวลล์ เครือรัฐออสเตรเลีย **53**

การฝึกอบรมหลักสูตรการเพิ่มประสิทธิภาพบริหารจัดการภาครัฐเพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล (Improving Public Sector Efficiency : Groundwater Management)
ณ ราชอาณาจักรไทยและสาธารณรัฐสิงคโปร์
ระหว่างวันที่ 3 – 9 มีนาคม 2556 **79**

การฝึกอบรมหลักสูตรการประมวลข้อมูลและแปลความหมายข้อมูลผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์สำหรับการบริหารจัดการน้ำบาดาล (Processing Data and Interpretation Data of Geophysics for Groundwater Management)
ณ เมืองอาร์ฮูส (Aarhus) ราชอาณาจักรเดนมาร์กและกรีนแลนด์
ระหว่างวันที่ 20 มีนาคม – 20 พฤษภาคม 2556 **113**

การฝึกอบรมหลักสูตรการรวบรวมและแปลความหมายข้อมูลน้ำบาดาล
Groundwater Data Collection and Interpretation
ระหว่างวันที่ 1-19 เมษายน 255
ณ สถาบัน UNESCO-IHE เมืองเดลฟท์ (Delft) ราชอาณาจักรเนเธอร์แลนด์ **137**

การฝึกอบรมหลักสูตรการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลและระบบการกระจายน้ำ
(Groundwater management and distribution system)
ระหว่างวันที่ 30 มิถุนายน – 13 กรกฎาคม 2556
ณ กรุงโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น **149**

การฝึกอบรมหลักสูตรการประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์น้ำบาดาล
(Applied Groundwater Modeling)
ระหว่างวันที่ 8-30 มิถุนายน 2556
ณ สถาบันการศึกษาทรัพยากรน้ำ องค์กรยูเนสโก ไอเฮ็ช อี (UNESCO - IHE)
เมืองเดลฟท์ (Delft) ราชอาณาจักรเนเธอแลนด์ **173**

หน้า

การศึกษาดูงาน

การศึกษาดูงานเรื่อง ด้านเทคนิคจัดฝึกอบรมช่างเจาะน้ำบาดาล **193**
ระหว่างวันที่ 20 – 29 มีนาคม 2556
ณ รัฐควีนสแลนด์ เครือรัฐออสเตรเลีย

การศึกษาดูงานเรื่อง ด้านการพัฒนาน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรและส่งเสริม **209**
ผลิตภัณฑ์ต่อยอดจากทรัพยากรน้ำบาดาล
ระหว่างวันที่ 19-26 เมษายน 2556
ณ เมืองฟูกูโอกะและเมืองคุมะโมะโตะ ประเทศญี่ปุ่น

การศึกษาดูงานเรื่อง การประกอบกิจการน้ำบาดาล **237**
ระหว่างวันที่ 1-10 สิงหาคม 2556
ณ. เมืองโคเปนเฮเกน และ เมืองอาฮุส ราชอาณาจักรเดนมาร์ก

บทสรุปผู้บริหาร

การดำเนินโครงการประชุม ฝึกอบรม ศึกษาดูงาน ณ ต่างประเทศ ด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลเพื่อส่งเสริมการพัฒนาศักยภาพในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล (กองทุนพัฒนาน้ำบาดาล) ปีงบประมาณ พ.ศ. 2556 จำนวน 12 รายการ ประกอบด้วย การประชุม 3 รายการ การฝึกอบรม 6 รายการ การศึกษาดูงาน 3 รายการ งบประมาณทั้งสิ้น 16,725,176 บาท เพื่อให้ข้าราชการกรมทรัพยากรน้ำบาดาล และผู้ที่เกี่ยวข้อง จำนวน 72 ราย ได้เข้าร่วมประชุมวิชาการนานาชาติด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล การฝึกอบรมระยะสั้น และการศึกษาดูงาน ณ ต่างประเทศ เข้าใจถึงเทคนิคในการบริหารจัดการ น้ำบาดาลที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล และมีการใช้จ่ายงบประมาณเป็นไปตามเป้าประสงค์ของโครงการอย่างประหยัดและเหมาะสม สอดคล้องกับพระราชกฤษฎีกาค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปราชการ พ.ศ. 2526 และที่แก้ไขเพิ่มเติม และระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการเบิกค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปราชการ พ.ศ. 2550

จากผลการดำเนินงานดังกล่าว กรมทรัพยากรน้ำบาดาลได้รับแนวทางในการวางนโยบายการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น พร้อมข้อเสนอแนะและแผนงานที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการน้ำบาดาล สอดคล้องกับแผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลของประเทศไทย รวมถึงมีการจัดทำรายงานและนำเสนอผลงานในรูปแบบการจัดประชุมเพื่อรายงานต่อผู้บริหารกรมทรัพยากรน้ำบาดาล คณะอนุกรรมการติดตามและประเมินผลโครงการที่ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากกองทุนพัฒนาน้ำบาดาล คณะกรรมการบริหารกองทุนพัฒนาน้ำบาดาล มีการเผยแพร่องค์ความรู้ที่ได้รับมาแก่บุคลากรภายในกรมทรัพยากรน้ำบาดาลโดยการถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์จากผู้สำเร็จหลักสูตรการฝึกอบรมสู่บุคลากรกรมทรัพยากรน้ำบาดาล และเผยแพร่สู่บุคคลภายนอกผ่านทาง website และวารสารกรมทรัพยากรน้ำบาดาล เพื่อบรรลุเป้าหมายตามตัวชี้วัดที่กำหนดไว้

รายงานผลการดำเนินงานโครงการประชุม ฝึกอบรม และศึกษาดูงาน ณ ต่างประเทศ ด้านการบริหารจัดการน้ำบาดาลเพื่อส่งเสริมการพัฒนาศักยภาพในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล (กองทุนพัฒนาน้ำบาดาล) ปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

บทนำ

รายงานผลการดำเนินงานโครงการประชุม ฝึกอบรม และศึกษาดูงาน ณ ต่างประเทศ ด้านการบริหารจัดการน้ำบาดาลเพื่อส่งเสริมการพัฒนาศักยภาพในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล (กองทุนพัฒนาน้ำบาดาล) ปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

หลักการและเหตุผล

การแลกเปลี่ยนความรู้ด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลทั้งในด้านการสำรวจ การอนุรักษ์ แหล่ง น้ำบาดาลและสิ่งแวดล้อม การประเมินศักยภาพน้ำบาดาล เศรษฐศาสตร์น้ำบาดาล และศาสตร์อื่นๆ ทางอุทกธรณีวิทยา ผ่านการประชุม ฝึกอบรม ศึกษาดูงานจากประเทศที่มีความเจริญและผ่านประสบการณ์ในการบริหารจัดการน้ำและน้ำบาดาลจนเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางในระดับโลกนั้น นับว่าเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้และควรพัฒนาให้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และเทคโนโลยีจากประเทศเหล่านั้นและนำมาเป็นแนวทางในการประยุกต์เพื่อให้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบัน และอนาคตอันจะนำมาซึ่งการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลอย่างยั่งยืนต่อไป กรมทรัพยากรน้ำบาดาลจึงได้มอบหมายให้ฝ่ายวิเทศสัมพันธ์ กองแผนงาน จัดทำโครงการประชุม ฝึกอบรม ศึกษาดูงาน ณ ต่างประเทศ ด้านการบริหารจัดการน้ำบาดาล เพื่อส่งเสริมการพัฒนาศักยภาพในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล (กองทุนพัฒนาน้ำบาดาล) ปีงบประมาณ พ.ศ. 2556 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของบุคลากร ทบ. และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์

1 เพื่อให้บุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้รับความรู้และประสบการณ์ ด้านนโยบาย รูปแบบและแนวทางการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลและสิ่งแวดล้อมตลอดจนเทคโนโลยี นวัตกรรม และเทคนิคที่ทันสมัย จากประเทศที่มีประสบการณ์ด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลจนเป็นที่ยอมรับในระดับสากล

2 เพื่อสร้างเครือข่ายและส่งเสริมความร่วมมือด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลในระดับสากล

ตัวชี้วัด

1 มีการจัดทำรายงานและนำเสนอผลงานเพื่อถ่ายทอดแก่บุคลากรในกรมทรัพยากรน้ำบาดาลและผู้ที่เกี่ยวข้อง

2 เผยแพร่องค์ความรู้ที่ได้รับมาแก่สาธารณะผ่านทาง website และวารสารของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล

3 จำนวนเครือข่ายในการบริหารจัดการน้ำและน้ำบาดาลเพิ่มขึ้น

4 การใช้จ่ายงบประมาณเป็นไปตามเป้าประสงค์ ครอบคลุมทุกโครงการอย่างประหยัดและเหมาะสม

ขอบเขตการดำเนินงาน

การดำเนินการโครงการประชุม ฝึกอบรม ศึกษาดูงาน ณ ต่างประเทศ ด้านการบริหารจัดการน้ำบาดาล เพื่อส่งเสริมการพัฒนาศักยภาพในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล (กองทุนพัฒนาน้ำบาดาล) ปีงบประมาณ พ.ศ. 2556 จำนวน 12 รายการ

วิธีการดำเนินงาน

การดำเนินงานตามโครงการประชุม ฝึกอบรม ศึกษาดูงาน ณ ต่างประเทศ ด้านการบริหารจัดการน้ำบาดาล เพื่อส่งเสริมการพัฒนาศักยภาพของบุคลากรของกองทุนพัฒนาน้ำบาดาล ข้าราชการกรมทรัพยากรน้ำบาดาล และ ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล (กองทุนพัฒนาน้ำบาดาล) ปีงบประมาณ พ.ศ. 2556 จะดำเนินการผ่านการเข้าร่วมประชุมวิชาการนานาชาติด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล การฝึกอบรมระยะสั้น และการศึกษาดูงาน ณ ต่างประเทศ เพื่อให้เข้าใจถึงเทคนิคในการบริหารจัดการน้ำบาดาลของประเทศที่มีความก้าวหน้าจนเป็นที่ยอมรับในระดับสากล

ระยะเวลาดำเนินงาน

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2556 (ตุลาคม 2555 – กันยายน 2556)

งบประมาณ

ในวงเงินงบประมาณ 16,725,176 บาท (สิบหกล้านเจ็ดแสนสองหมื่นห้าพันหนึ่งร้อยเจ็ดสิบหกบาทถ้วน)

ประโยชน์ ทบ. จะได้รับ

1 ข้าราชการของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล และผู้ที่เกี่ยวข้องได้เรียนรู้และเข้าใจการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและน้ำบาดาลจากประเทศต่างๆ และสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานที่ตนรับผิดชอบ

2. สร้างเครือข่ายและความสัมพันธ์ระหว่างกรมทรัพยากรน้ำบาดาล และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับงานบริหารจัดการน้ำบาดาลในระดับนานาชาติ เพื่อประโยชน์ในการร่วมมือและแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ ตลอดจนการศึกษาวิจัยด้านน้ำบาดาลในอนาคต

3 ได้พัฒนาโครงการน้ำบาดาลที่เกี่ยวข้องกับองค์ความรู้ที่ได้รับจากการศึกษาดูงาน

4 การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลได้รับการพัฒนา และเพิ่มประสิทธิภาพของบุคลากรโดยสอดคล้องกับแผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลของประเทศไทย

ผลการดำเนินงาน โครงการประชุม ฝึกอบรม ศึกษาดูงาน ณ ต่างประเทศ ประจำปี พ.ศ.2556

รายงานการประชุม

CCOP ประจำปีครั้งที่ 48 (48th Annual Session) และการประชุมผู้บริหารคณะกรรมการประสานงานเกี่ยวกับการสำรวจทรัพยากรธรณีในภูมิภาคเอเชียตะวันออกและตะวันออกเฉียงใต้ ครั้งที่ 59 (59th CCOP Steering Committee Meeting)

ระหว่างวันที่ 3-11 พฤศจิกายน 2555

ณ เกาะลังกาวี (Langkawi) รัฐเกดะห์ ประเทศมาเลเซีย

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

รายงานการประชุม

CCOP ประจำปีครั้งที่ 48 (48th Annual Session) และการประชุมผู้บริหารคณะกรรมการประสานงานเกี่ยวกับการสำรวจทรัพยากรธรณีในภูมิภาคเอเชียตะวันออกและตะวันออกเฉียงใต้ ครั้งที่ 59 (59th CCOP Steering Committee Meeting)

ระหว่างวันที่ 3-11 พฤศจิกายน 2555

ณ เกาะลังกาวี (Langkawi) รัฐเกดะห์ ประเทศมาเลเซีย

---

1. หลักการและเหตุผล

CCOP เป็นองค์กรระหว่างรัฐบาล (Inter government organization) ก่อตั้งภายใต้การสนับสนุนขององค์การสหประชาชาติ เพื่อการดำเนินการด้านธรณีวิทยาตามกิจกรรม 3 ด้าน คือ ด้านทรัพยากรธรณี (Geo Resource Sector) ด้านธรณีวิทยาและสิ่งแวดล้อม (Geo-Environment Sector) และด้านการพัฒนาระบบข้อมูลธรณีวิทยา (Geo-Information Sector) โดยกรมทรัพยากรน้ำบาดาลมีการดำเนินโครงการวิชาการน้ำบาดาลร่วมกับ CCOP มาโดยตลอดตั้งแต่เมื่อครั้งยังไม่มีการปฏิรูประบบราชการ และยังมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลและดำเนินโครงการร่วมกันจนถึงปัจจุบัน การเข้าร่วมประชุม CCOP ประจำปีและการประชุมผู้บริหารคณะกรรมการจึงถือได้ว่ามีความสำคัญสำหรับกรมทรัพยากรน้ำบาดาล เพื่อเพิ่มโอกาส ในการแสวงหาความร่วมมือให้เข้าถึงองค์ความรู้และเทคโนโลยีด้านธรณีวิทยาทั้งจากประเทศสมาชิก CCOP และองค์กรระดับสากลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

2. วัตถุประสงค์

เพื่อเข้าร่วมประชุมวิชาการ CCOP ในการประชุม CCOP ประจำปีครั้งที่ 48 และให้ข้อมูลสนับสนุนโครงการความร่วมมือระหว่างกรมทรัพยากรน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี CCOP และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ในการประชุมผู้บริหารคณะกรรมการ CCOP ครั้งที่ 59

3. กำหนดการและสถานที่ประชุม

ระหว่างวันที่ 3-11 พฤศจิกายน 2555 ณ โรงแรม Holiday Villa เกาะลังกาวี (Langkawi) รัฐเกดะห์ ประเทศมาเลเซีย

4. รายชื่อผู้เข้าร่วมประชุม

4.1 นายอดิสัย จารุรัตน์ ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านวิจัยและพัฒนาทรัพยากรน้ำบาดาล

4.2 นายสิทธิศักดิ์ มั่นอยู่นักธรณีวิทยาชำนาญการพิเศษ สสป.

4.3 นางสาวอลิน ชินทรารักษ์ นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ กผ.

5. ผลการดำเนินงาน

5.1 สาระสำคัญการประชุม CCOP ประจำปีครั้งที่ 48

5.1.1 ผู้เข้าร่วมประชุมผู้แทนสมาชิก 12 ประเทศ ได้แก่ กัมพูชา จีน อินโดนีเซีย ญี่ปุ่น เกาหลี ลาว มาเลเซีย ปาปัวนิวกินี สิงคโปร์ ไทย ฟิลิปปินส์ และเวียดนาม ผู้แทนประเทศและองค์การระหว่างประเทศที่ให้การสนับสนุน โดยที่ประชุมมีมติคัดเลือกหัวหน้าคณะผู้แทนประเทศมาเลเซีย (DATO YUNUS ABDILL RAZAK) เป็นประธานและหัวหน้าผู้แทนคณะญี่ปุ่น

(DR.EIKICHI TSUKUDA) เป็นรองประธานในการดำเนินการประชุม CCOP ประจำปี ครั้งที่ 48 โดยมีผู้แทนประเทศเวียดนาม (DR.NGUYEN HONG MINH) และแคนาดา (MS.CARMEL LOWE) ทำหน้าที่เป็น RAPPORTEURS โดยที่ประชุมได้รับแจ้งและรับทราบรายงานผลการดำเนินงานประจำปีของประเทศสมาชิกประเทศ และองค์การระหว่างประเทศที่ให้การสนับสนุนในส่วนของโครงการและกิจกรรมด้านธรณีวิทยา ทรัพยากรแร่ ทรัพยากรน้ำบาดาล เชื้อเพลิงธรรมชาติ ธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม ธรณีพิบัติภัย และสารสนเทศธรณีวิทยา ตลอดจนสถานะการเงินและการบริหารของสำนักงานเลขาธิการ CCOP ในรอบปีที่ผ่านมา

5.1.2 การสัมมนาวิชาการ(Thematic Session) ภายใต้หัวข้อ “Geoscience Innovations for Sustainable Development: The Future We want” โดยมีผู้แทนไทยจาก 2 หน่วยงาน คือ ทบ. และกรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ กระทรวงพลังงาน เสนอบทความทางวิชาการและโปสเตอร์ ดังนี้

- บทความเรื่อง Manage Aquifer Recharge Planning in the Lower North Region River Basin, Thailand โดย นายสัมฤทธิ์ ชุษณะทัศน์ รองอทบ. และนายสิทธิศักดิ์ มั่นอยู่ ทบ.นำเสนอผลงานการศึกษาโครงการศึกษาทดลองการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลระดับตื้นผ่านสระน้ำในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก สุโขทัย และพิจิตร เพื่อแก้ไขปัญหาน้ำท่วม ภัยแล้ง และปัญหาการลดระดับของชั้นน้ำบาดาล โดยได้รับความสนใจจากผู้เข้าร่วมประชุมเป็นจำนวนมาก ทั้งได้สอบถาม และให้ความเห็นถึงแนวทางในการดำเนินงานเพื่อหาทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

- บทความเรื่อง Petroleum plays in the cross-border area of North Sumatra-Mergui Basin โดยนางสาววนิดา จันทร์ทอง กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ กระทรวงพลังงาน

- โปสเตอร์ เรื่อง “Study of Systematic Land subsidence Monitoring on Critical Groundwater used Area,Thailand โดยนายอดิสัย จารุรัตน์และนายสิทธิศักดิ์ มั่นอยู่ ทบ.

การประชุม CCOP ประจำปีครั้งที่ 48 เป็นเวทีแสดงผลงานเชิงวิชาการและสัมมนาเพื่อหารือถึง การพัฒนาทรัพยากรธรณีขึ้นมาใช้อย่างยั่งยืน เพื่อกำหนดท่าทีและแนวทางป้องกันผลกระทบที่จะเกิดขึ้นร่วมกัน โดยการนำเสนอผลงานส่วนใหญ่เป็นผลการศึกษาวิจัย ในเรื่องพลังงานความร้อนใต้พิภพ การแก้ปัญหาแผ่นดินทรุดกับการแก้ไขปัญหาแผ่นดินทรุดและการบริหารจัดการน้ำบาดาล โดยมีสาระสำคัญการแก้ไขปัญหาธรณีพิบัติภัย เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยมากและสร้างความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ ในการประชุมครั้งนี้ผู้แทนสาธารณรัฐประชาชนจีน ได้นำเสนอเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่สามารถคาดการณ์หรือเตือนภัยล่วงหน้าได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ รวมถึงเทคนิคการกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยจากธรณีพิบัติภัยเพื่อควบคุมป้องกันไม่ให้มีการเข้าไปอยู่อาศัยในพื้นที่เสี่ยงภัย โดยได้เน้นประเด็นปัญหาอันเกิดจากแผ่นดินทรุด ดังนี้

1. ปัญหาแผ่นดินทรุดอันเกิดจากปริมาณสิ่งก่อสร้างของบริเวณที่มีการทรุดตัวของแผ่นดิน ในกลุ่มประเทศสมาชิก CCOP กรณีศึกษาสาธารณรัฐประชาชนจีน ญี่ปุ่นและแคนาดา

ปัจจุบันพบว่า พื้นผิวดินบริเวณที่มีการพัฒนาทางอุตสาหกรรมและพื้นที่ที่มีประชากรอยู่อย่างหนาแน่น กำลังทรุดตัวลง เนื่องจากมีการอัดตัวของชั้นตะกอนอ่อนตัวในระดับตื้น รวมถึงการสูบน้ำบาดาลมาใช้เพื่อการชลประทานมากเกินไปจนทำให้เกิดการทรุดตัวของแผ่นดิน มี

ความเสี่ยงของการเกิดน้ำท่วม และการรุกล้ำของน้ำเค็มเพิ่มมากขึ้น และอาจทำให้เกิดความเสียหายอย่างรุนแรงต่อชีวิต อาคารบ้านเรือน พื้นที่ทางการเกษตร และสิ่งแวดล้อม การวางแนวทางที่เหมาะสมในการบริหารจัดการช่วยจะบรรเทา และแก้ไขผลกระทบจากการทรุดตัวของแผ่นดินได้ เช่น ในประเทศอินโดนีเซีย ได้มีการพัฒนาระบบการติดตามการทรุดตัวของแผ่นดินจากการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ในบริเวณที่เกินสมดุลในกรุงจากาตาร์ เพื่อป้องกันปัญหาการทรุดตัวของแผ่นดิน และปัญหาน้ำท่วม ซึ่งเป็นปัญหาที่คล้ายคลึงกับประเทศไทยในบริเวณพื้นที่กรุงเทพ และปริมณฑล ประเทศอินโดนีเซียมีเทคโนโลยีในการติดตามการทรุดตัวของแผ่นดินที่มีประสิทธิภาพ และเชื่อมต่อกับระบบควบคุมปริมาณการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ในพื้นที่ที่มีปัญหาได้อย่างทันท่วงที ทำให้ปัจจุบันกรุงจาการ์ตา ประเทศอินโดนีเซีย มีอัตราการทรุดตัวของแผ่นดินที่เกิดจากปัญหาการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ในปริมาณที่เกินสมดุลน้อยมาก

จากการประชุมตัวแทนประเทศกลุ่มสมาชิก CCOP ได้เสนอให้ใช้มาตรการป้องกันสิ่งแวดล้อม การบรรเทาความเสียหาย โดยการให้ความรู้ และข้อมูลที่จะสามารถควบคุมการทรุดตัวของแผ่นดินอย่างมีประสิทธิภาพในกลุ่มประเทศสมาชิก CCOP โดยการปรับปรุงความสามารถในด้านเทคนิคทางวิทยาศาสตร์ และประสิทธิภาพของประเทศสมาชิก CCOP ดังนี้

1) อบรมบุคลากรของกลุ่มประเทศสมาชิก ในเรื่องเทคนิคขั้นสูง และสนับสนุนความช่วยเหลือในด้านต่างๆ

2) จัดทำระบบสารสนเทศของการทรุดตัวของแผ่นดินในกลุ่มประเทศสมาชิก CCOP

3) การเพิ่มพูนความรู้ และประสบการณ์ในประเทศสมาชิก โดยการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพ เช่น เทคโนโลยีGPS/INSAR และการประมวลผลข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับภูมิประเทศ เพื่อติดตามตรวจสอบ พื้นที่ลาดชั้นที่จะเกิดการทรุดตัวในกลุ่มประเทศสมาชิก CCOP

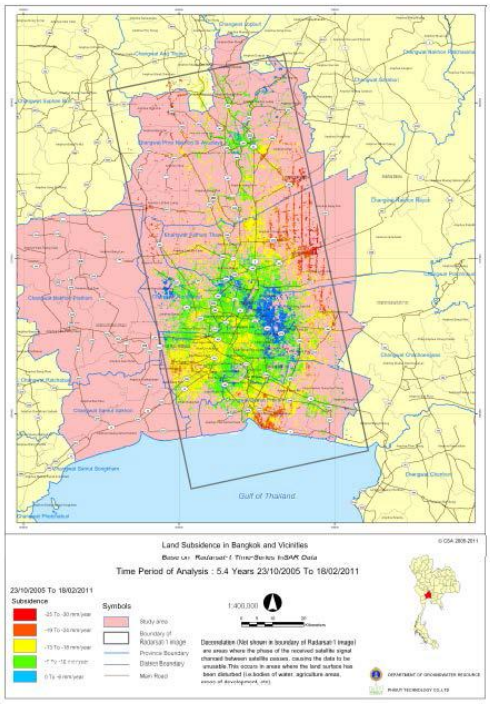
4) เพิ่มพูนความรู้เรื่องของการทรุดตัวของแผ่นดิน ในกลุ่มประเทศสมาชิก CCOP และผลักดันให้มีการสร้างแบบจำลองสำหรับแผ่นดินถล่มในบางพื้นที่ที่สามารถทำนายได้แม่นยำ โดยแบบจำลองนี้สามารถใช้เป็นต้นแบบสำหรับพื้นที่อื่นๆได้

ภาพการทรุดตัวของแผ่นดิน มีความยาวมากกว่า 20 เมตร และมีความลึกประมาณ 3 เมตร ในเมืองไถโจว เมืองเจ้อเจียง ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ท่อน้ำที่อยู่ใต้ดินเกิดความเสียหาย

แผ่นดินทรุดในประเทศไทย

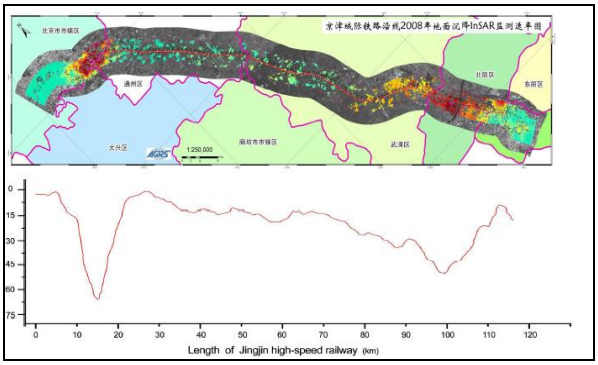
แผ่นดินทรุดในประเทศเวียดนา

เพื่อใช้ในการอธิบาย บริเวณที่มีการทรุดตัว

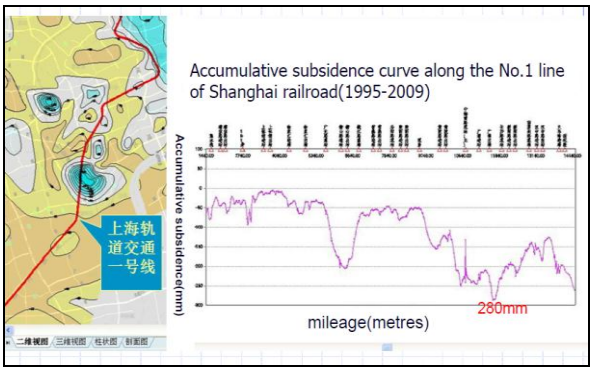


2. การตรวจสอบ การป้องกัน และการควบคุมทรุดตัวของแผ่นดินในชุมชนเมืองบริเวณชายฝั่งทะเล ในประเทศจีน

การทรุดตัวของแผ่นดินสามารถดูได้จากการลดต่ำลงของพื้นผิวดินด้วยการพิจารณาจากภูมิประเทศโดยรอบ หรือพิจารณาจากระดับน้ำทะเล การทรุดตัวของแผ่นดินที่เกิดจากการยุบตัวของชั้นดิน อาจเกิดจากสาเหตุตามธรรมชาติ การเคลื่อนไหวของเปลือกโลก และการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล หรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น เนื่องจากการพัฒนาอย่างรวดเร็วของอุตสาหกรรม และการขยายตัวของเมืองที่ก่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรจำนวนมาก การทรุดตัวของแผ่นดินพบได้ทั่วไปในบริเวณเมืองชายฝั่งทะเลในประเทศจีน และส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของบริเวณเหล่านั้น จากสาเหตุดังกล่าว CGS ได้ส่งเสริมให้มีการศึกษาวิจัยเพื่อหาข้อสรุปของการทรุดตัวของแผ่นดินในสถานการณ์ปัจจุบันเพื่อประเมินผลกระทบต่อความสูญเสียทางเศรษฐกิจ จากการทรุดตัวของแผ่นดินบริเวณชายฝั่งทะเลของประเทศจีน เพื่อการติดตามตรวจสอบแก้ไข โดยเฉพาะที่มณฑลเทียนจิน และสามเหลี่ยมปากแม่น้ำแยงซีเกียง เช่น เซี่ยงไฮ้, ซูโจว, อู๋ซีฉางโจว และทะเลสาบหังโจว ที่ได้รับผลกระทบเนื่องจากภัยคุกคามอย่างรุนแรงจากแผ่นดินถล่มซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อการดำเนินงานของสถานีรถไฟใต้ดิน และรถไฟความเร็วสูง



แนวการเกิดแผ่นดินทรุด ตามแนวที่ 1 บริเวณสถานีรถไฟในเซี่ยงไฮ้ (1995-2009)



ภาพแสดงการทรุดตัวซึ่งบริเวณสามเหลี่ยมปากแม่น้ำแยงซีเกียงเป็นพื้นที่ประมาณ 10,000 ตารางกิโลเมตร ที่มีการทรุดตัวของแผ่นดินมากกว่า 200 มิลลิเมตร และบริเวณเซี่ยงไฮ้ 2,980 มิลลิเมตร และอู๋ซี 2,800 มิลลิเมตร ในปัจจุบัน

ภาพการเกิดน้ำท่วม และคลื่นพายุในบริเวณเมืองชายฝั่งทะเล ในมณฑลเทียนจิน (11 ตุลาคม 2003)

ภาพบริเวณเมืองชายฝั่งทะเลที่มีการสร้างกำแพงสำหรับกั้นคลื่นมีเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน

3. การป้องกัน และบรรเทาธรณีพิบัติภัยในประเทศจีน

ประเทศจีนเป็นหนึ่งในหลายประเทศที่เกิดธรณีพิบัติมากที่สุด ก่อให้เกิดความสูญเสียต่อชีวิต และทรัพย์สินของประชาชน โดยธรณีพิบัติภัยนี้รวมไปถึงการพังทลายของดินหรือดินถล่ม และการพังทลายของกองเศษหิน ซึ่งเกิดขึ้นได้ทั่วไป มีความรุนแรงมาก และป้องกันได้ยาก สถิติพบว่าเมืองในประเทศจีน จำนวน 700 แห่ง ถูกคุกคามโดยธรณีพิบัติ ในปี 2010 เป็นสาเหตุทำให้มีผู้เสียชีวิตจำนวน 2915 ราย และสูญเสียทรัพย์สินมูลค่า 6.39 พันล้านหยวน ส่วนในปี 2011 มีผู้เสียชีวิตจำนวน 277 ราย ความเสียหายมูลค่า 4.01 พันล้านหยวน และจากสภาพอากาศที่รุนแรงทำให้เกิดธรณีพิบัติขึ้นบ่อยครั้งโดยเฉพาะบริเวณแนวแผ่นดินไหวในมณฑลWenchuan ซึ่งเป็นบริเวณพื้นที่ดินลมหอบทางด้านตะวันตกเฉียงเหนือ และบริเวณชายฝั่งทะเลทางด้านตะวันออกเฉียงใต้

วันที่ 13 มิถุนายน 2011 รัฐบาลจีนได้จัดตั้งศูนย์สร้างและพัฒนาระบบสำรวจ เก็บข้อมูล ประเมินผลช่วยเหลือ ควบคุม และแก้ไขปัญหาอันเกิดจากธรณีพิบัติภัย(The decide on enhancing geo-hazard control by the state council) โดยมีรายละเอียดการดำเนินการดังนี้

1. การสำรวจและประเมินผลด้านธรณีพิบัติภัยฉุกเฉินในประเทศและต่างประเทศเพื่อให้ทราบสาเหตุ และระดับอันตรายของธรณีพิบัติภัย การเฝ้าระวังในพื้นที่เสี่ยงภัยอย่างใกล้ชิด

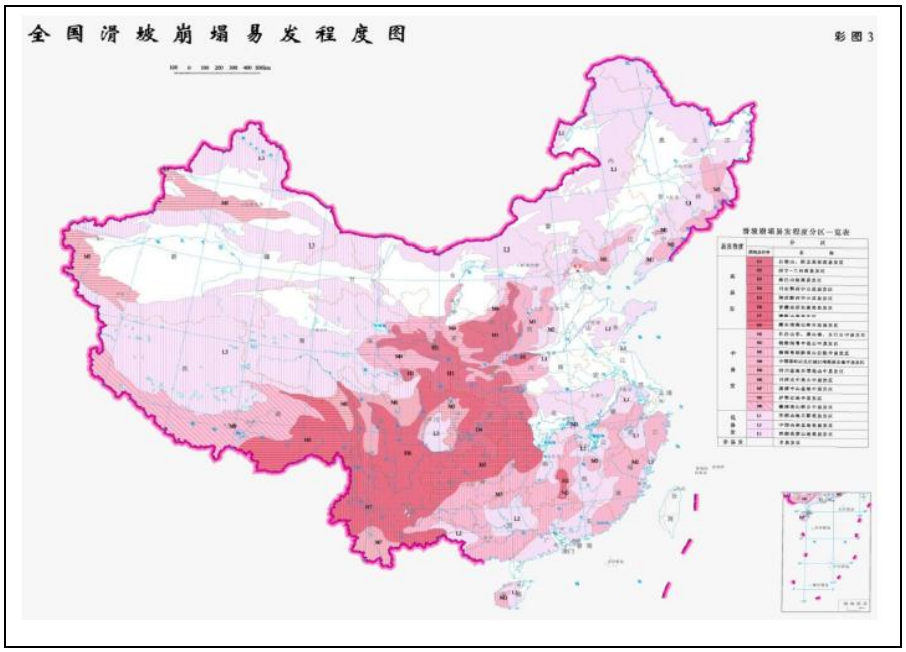
2. การเตือนภัยล่วงหน้าการตรวจสอบข้อมูลอย่างละเอียด สร้างเครื่องเตือนภัย และหอเตือนภัย คาดการณ์สถานการณ์ และระบบการเตือนภัยสาธารณะอย่างฉับพลัน รวมทั้งพัฒนาระบบบรรเทาสาธารณะภัยภายใต้ความรับผิดชอบของกรมอุตุนิยมวิทยา

3. การระบุโครงสร้างทางธรณีวิศวกรรมของสิ่งปลูกสร้างที่มีความคงทนพร้อมรับสภาพอันตรายที่จะเกิดจากธรณีพิบัติภัย

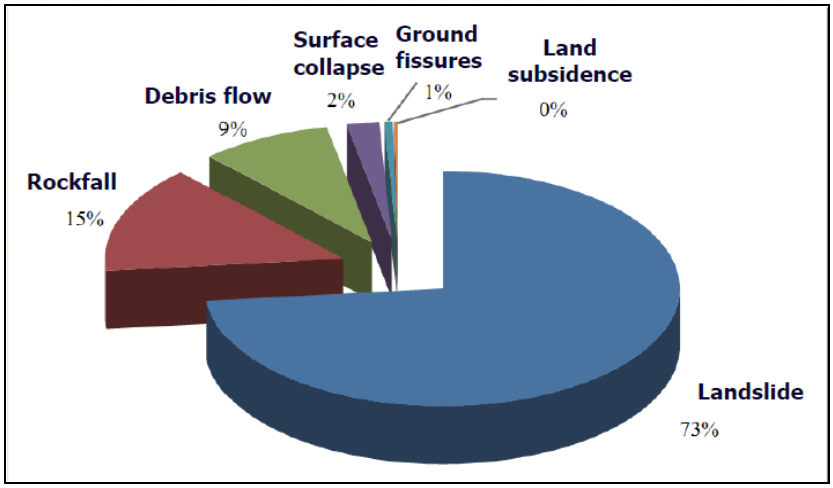
4. การควบคุมหลักเกณฑ์สำคัญทางวิศวกรรมในการออกแบบ และก่อสร้างโดยอาศัยข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

5. การปรับปรุงขีดความสามารถ และรับมือต่อธรณีพิบัติภัยในกรณีฉุกเฉิน ทั้งด้านสาธารณะสุข และการเก็บกู้

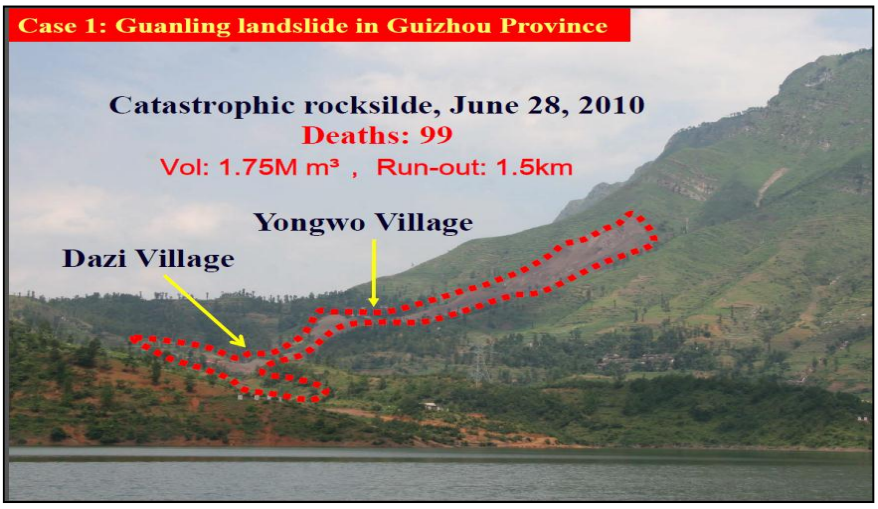
6. การปรับปรุง และฝึกฝนตามระเบียบข้อบังคับรวมทั้งส่งเสริมการใช้เทคโนโลยี และนวัตกรรมในการรับมือกับความรุนแรงที่เกิดขึ้น



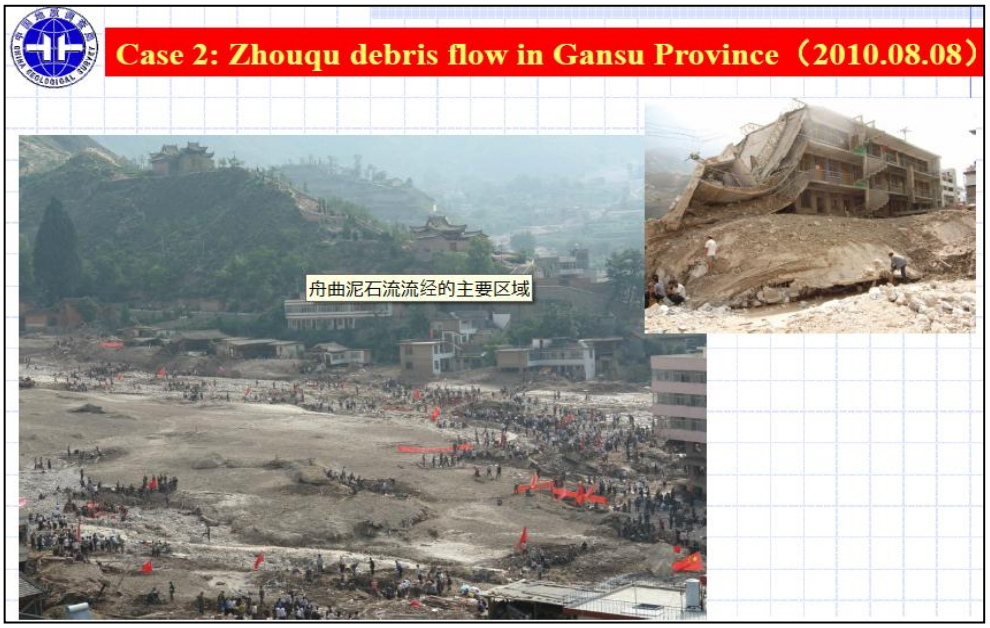
ในสาธารณรัฐประชาชนจีนมีพื้นที่เสี่ยงที่จะเกิดธรณีพิบัติมากกว่า 6 ล้านตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 2ใน3ของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งบริเวณที่เกิดธรณีพิบัติขึ้นบ่อยครั้งอยู่บริเวณพื้นที่ภูเขาทางด้านตะวันตกเฉียงใต้ บริเวณที่ราบสูงดินลมหอบทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ และพื้นที่ชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกเฉียงใต้



ภาพแสดงอัตราส่วน ความแตกต่างของการเกิดธรณีพิบัติประเภทต่างๆ (2011)



ภาพการเกิดหินถล่ม บริเวณหมู่บ้าน Yongwo และ Dazi ในวันที่ 28 มิถุนายน 2010



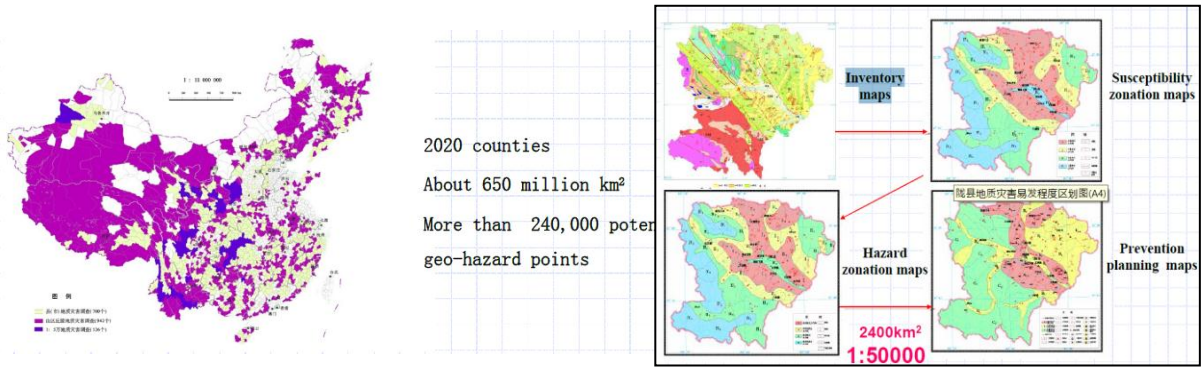
ภาพกองเศษหินถล่มในจังหวัด Gansu ในวันที่ 8 สิงหาคม 2010

ภาพกองเศษหินถล่มในเมือง Sichuan ในวันที่ 13 สิงหาคม 2010

ภาพดินลมหอบถล่มในอำเภอ Baqiao เมืองซีอาน มณฑลส่านซีเมื่อวันที่ 17 ปี ค.ศ. 2011

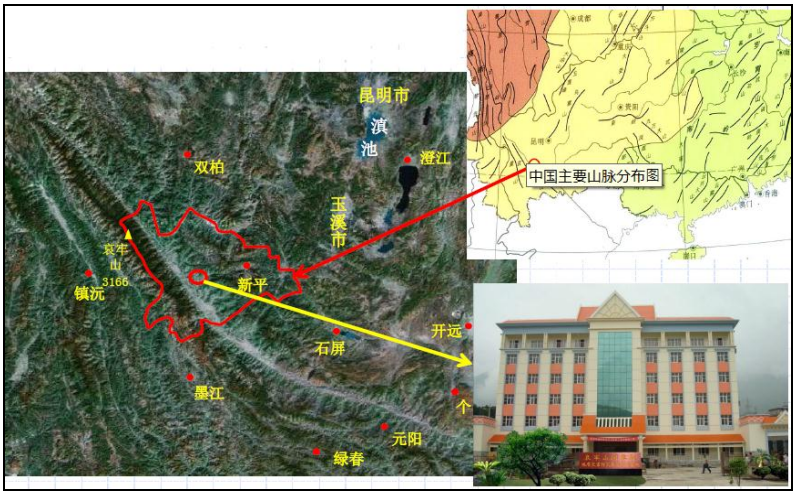
มาตรการในการป้องกัน และบรรเทาสาธารณภัยเมื่อเกิดธรณีพิบัติ

1. การสำรวจ และการทำแผนที่ธรณีพิบัติภัย



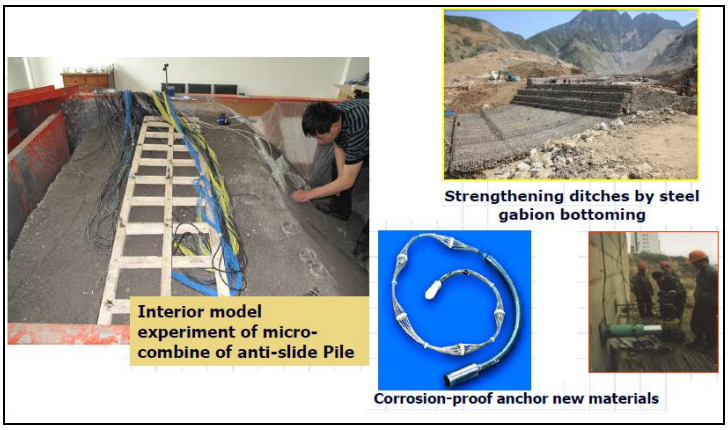
ภาพแสดงจำนวน2020 เมืองประมาณ 650 ล้านตารางกิโลเมตรที่เสี่ยงต่อการเกิดธรณีพิบัติภัย

2. การติดตามตรวจสอบ และการเตือนภัยล่วงหน้า เมื่อเกิดธรณีพิบัติภัยในมณฑลยูนนาน



3. การวิจัย และพัฒนาเพื่อตรวจสอบภัยพิบัติทางธรณีวิทยา

4. การจัดหาชุดอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมภัยพิบัติทางธรณีวิทยา กระบวนการทำงาน และวัสดุทางวิศวกรรม



5. การตรวจสอบที่อาศัยอยู่ในท้องถิ่น และการป้องกัน

6. การจัดการทางด้านวิศวกรรม

- พลังงานความร้อนใต้พิภพ เป็นพลังงานความร้อนตามธรรมชาติที่ได้จากแหล่งความร้อนที่ถูกกักเก็บอยู่ภายใต้ผิวโลก และเมื่อยิ่งลึกลงไปถึงภายในใจกลางของโลก จะมีแหล่งพลังงานความร้อนมหาศาลอยู่ ความร้อนที่อยู่ใต้ผิวโลกนี้มีแรงดันสูงมาก จึงพยายามที่จะดันตัวออกจากผิวโลกตามรอยแตกต่างๆ การพัฒนาพลังงานความร้อนใต้พิภพขึ้นมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นที่แพร่หลายในต่างประเทศทำให้หมู่บ้านที่ห่างไกลสามารถเข้าถึงแหล่งพลังงานที่สะอาด และปลอดภัยได้อย่างทั่วถึง อย่างไรก็ตามการพัฒนาพลังงานความร้อนใต้พิภพของประเทศไทยยังพัฒนาน้อยมาก ดังนั้นในอนาคตประเทศไทยควรเร่งทำการสำรวจ และพัฒนาพลังงานความร้อนใต้พิภพขึ้นมาใช้เพื่อทดแทนการผลิตกระแสไฟฟ้าจากถ่านหิน และจากการนำเข้าพลังงานของประเทศเพื่อนบ้านซึ่งมีความมั่นคงต่ำมาก ซึ่งพบว่ามีหลายประเทศที่มีการใช้ประโยชน์จากพลังงานความร้อนใต้พิภพ ดังกรณีศึกษาอื่นๆ ดังนี้

- พลังงานทดแทนในแดนอาทิตย์อุทัย หลังวิกฤติการณ์โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟุกุชิมะไดอิชิ นับเป็นจุดเริ่มต้นในการพัฒนาพลังงานทดแทนของประเทศญี่ปุ่น และหนึ่งในพลังงานทดแทนที่น่าจับตาก็คงจะไม่พ้นพลังงานความร้อนใต้พิภพ โดยเฉพาะเมืองสึจิยุ ซึ่งตั้งอยู่ไม่ไกลจากศูนย์กลางแผ่นดินไหวมากนัก ได้ตั้งเป้าผลิตไฟฟ้าจากแหล่งน้ำพุร้อนให้ได้ 250 กิโลวัตต์ เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการใช้ไฟฟ้าของประชาชนภายในเมือง

ประเทศญี่ปุ่นได้พิจารณานโยบายด้านพลังงานนับตั้งแต่ที่ประเทศต้องประสบกับวิกฤติไฟฟ้าหลังอุบัติเหตุโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟุกุชิมะไดอิชิ และจะมีการเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนให้ได้ร้อยละ 30 ดังนั้น ประเทศญี่ปุ่นจึงต้องเร่งส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนมากถึง 8 เท่าของสถิติการใช้พลังงานทดแทนในปี พ.ศ. 2551

ทั้งนี้ หลังจากพิจารณานโยบายด้านพลังงาน ประเทศญี่ปุ่นได้ตั้งเป้าเพิ่มสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพให้ได้ 3.88 ล้านกิโลวัตต์ ภายในปี พ.ศ. 2573 ซึ่งเป็นการตั้งเป้าหมายที่ค่อนข้างท้าทาย จึงต้องอาศัยความร่วมมือความร่วมมือจากหลายภาคส่วนเพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าว ซึ่งหลายคนมองมาตรการรับซื้อไฟฟ้าที่ผลิตจากแหล่งพลังงานทดแทนในอัตราพิเศษว่ามีส่วนช่วยให้ประเทศบรรลุเป้าหมายดังกล่าวได้

- การสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนใต้พิภพ ในเวียดนาม

ประเทศเวียดนามกำลังดำเนินการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนใต้พิภพ ขนาด 25 เมกะวัตต์ ที่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ตลอด 24 ชั่วโมง ในเขตอำเภอดากอง จังหวัดกว่างจิ ซึ่งคาดว่าจะสามารถผลิตไฟฟ้าได้ภายในปี พ.ศ. 2557 นายต่า เฮือง รองประธานสมาคมพลังงานความร้อนใต้พิภพ กล่าวว่าเวียดนามมีศักยภาพในการพัฒนาพลังงานความร้อนใต้พิภพในหลายพื้นที่ โดยเฉพาะจังหวัดฝูเถาะ จังหวัดกว่างบิ่ญ และจังหวัดกว่างจิ

ทั้งนี้ โรงไฟฟ้าโรงนี้ใช้งบประมาณในการก่อสร้างจำนวน 46.3 ล้านดอลลาร์สหรัฐ ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากบริษัท เอสวีเอ ไฟแนนเชียล กรุ๊ป โดยโรงไฟฟ้าโรงนี้จะใช้เทคโนโลยีอัดน้ำเย็นลงไปในแหล่งหินร้อน หรือ (Hot Dry Rock Heat: HDR) โดยน้ำร้อนจะถูกสูบไปตามท่อเพื่อใช้ผลิตไฟฟ้า ทั้งนี้ หลายฝ่ายเชื่อว่าการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานความร้อนใต้พิภพจะช่วยให้ประเทศเวียดนามประหยัดงบประมาณได้ถึง 38 ล้านดอลลาร์สหรัฐ และช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ถึง 250, 000 ตันต่อปี

- การใช้พลังงานความร้อนใต้พิภพ และการพัฒนาพลังงานความร้อนใต้พิภพในประเทศจีน

Guan Fengjun หัวหน้ากรมสิ่งแวดล้อมทางธรณีวิทยา ของกระทรวงที่ดิน และทรัพยากรวิทยากล่าวว่า ประเทศจีนเริ่มมีการสำรวจพลังงานความร้อนใต้พิภพ และพัฒนาโครงการในช่วง 5 ปีข้างหน้า ด้วยความตั้งใจในการที่จะส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากพลังงานความร้อนใต้พิภพทั่วประเทศ การใช้ประโยชน์คาดว่าจะถึง 68,800,000 ตัน เทียบเท่าถ่านหินมาตรฐาน (ประมาณ 560,000 GWh) ในปี 2015 คิดเป็นร้อยละ 1.7 ในการใช้พลังงานโดยรวมของประเทศ จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่ามีการใช้ความร้อนจากพลังงานความร้อนใต้พิภพในระดับตื้นใน 287 ประเทศ ซึ่งเทียบเท่ากับ 350 ล้านตัน ของถ่านหินมาตรฐาน (ซึ่งผลิตได้มากกว่า 2.8 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง) ขึ้นอยู่การพัฒนาในปัจจุบัน ถ้าควบคุมได้อย่างถูกต้องจะสามารถลดปริมาณการนำถ่านหินใต้พื้นดินขึ้นมาใช้ 250 ล้านตัน และลดการปล่อยก๊าซคาร์บอน 500 ล้านตัน

พลังงานสำรองใน 12 ประเทศที่มีแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพจำนวน 853,000,000,000 ตันเทียบเท่าถ่านหินมาตรฐาน (ซึ่งสามารถผลิตประมาณ 7 พันล้าน GWh) และพลังงานจากน้ำพุร้อนใน 2,562 ประเทศ เทียบเท่ากับ 4,520,000 ตัน ของถ่านหินมาตรฐาน ในสภาพทางเศรษฐกิจในปัจจุบัน มีการใช้ความร้อนในแต่ละปีเท่ากับ 640 ล้านตัน ของถ่านหินมาตรฐาน ซึ่งสามารถลดการปล่อยก๊าซคาร์บอน 1.3 พันล้านตัน

แหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพที่มีศักยภาพที่ดีในประเทศจีน คือแหล่งทรัพยากรหินร้อนแห้งที่ระดับความลึกตั้งแต่ 3,000 ถึง 10,000 เมตร ซึ่งมีประมาณ 860 ล้านล้านตัน เทียบเท่าถ่านหินมาตรฐาน (ซึ่งผลิตได้มากกว่า 7 ล้านล้านตัน GWh) หรือ 260,000 ครั้ง ซึ่งมากกว่าการใช้พลังงานของจีนในแต่ละปี จากแหล่งพลังงานทั้งหมดรวมกัน เป็นเวลาหลายปีที่ผ่านมา จีนมีการใช้ประโยชน์จากพลังงานความร้อนใต้พิภพมากกว่าประเทศอื่นๆ ทั่วโลก ภายในสิ้นปี 2010 จะมีความร้อนใต้พิภพเกิดขึ้นทั่วประเทศครอบคลุมพื้นที่ 35 ล้านตารางเมตร โดยมีกำลังผลิตของพลังงานความร้อนใต้พิภพที่อุณหภูมิสูงจำนวน 24 เมกะวัตต์ ประมาณ 500,000 ตันเทียบเท่าถ่านหินมาตรฐาน และพลังงานความร้อนใต้พิภพถูกนำมาใช้ในด้านการทำสปา และเกษตรกรรม เพื่อที่จะก้าวไปสู่การพัฒนา และการใช้ประโยชน์จากพลังงานความร้อนใต้พิภพ กระทรวงได้ ทำการเปิดตัวโครงการนำร่องในเรื่องของพลังงานความร้อนใต้พิภพระดับตื้นในปี 2008 ในเมืองเทียนจิน โครงการนี้แสดงให้เห็นว่าพลังงานความร้อนใต้พิภพตื้นมีแนวโน้มที่จะถูกนำมาใช้เพื่ออำนวยความสะดวกของประชาชน เช่นศูนย์นิทรรศการ และสถานที่ออกกำลังกาย

Chen Xiaoning รองผู้อำนวยการกรมสิ่งแวดล้อมทางธรณีวิทยา ของกระทรวงที่ดินและทรัพยากรกล่าวว่า กระทรวงมีการวางแผนที่จะขยายโครงการนำร่องไปเมืองหลวงอื่น ๆ ในช่วง 3 ปีถัดไปโดยพยายามที่จะสร้างขนาดของแหล่งสำรองของพลังงานความร้อนใต้พิภพในแต่ละเมือง ให้มีการตรวจสอบพื้นที่ที่มีการพัฒนา และการใช้ประโยชน์ และจัดทำข้อเสนอเกี่ยวกับการใช้ทรัพยากรอย่างคุณค่า

ในปี 2010 จีนมีปริมาณการใช้ถ่านหินประมาณ 3 พันล้านตัน และมีการใช้พลังงานโดยรวมเท่ากับ 3.25 พันล้านตันของถ่านหินมาตรฐาน ดังนั้นในการพัฒนาภาคพลังงานความร้อนใต้พิภพเป็นส่วนหนึ่งของกลยุทธ์โดยรวมเพื่อลดการปล่อยก๊าซคาร์บอน และลดปริมาณการใช้ถ่านหิน

- โรงไฟฟ้าจากพลังงานความร้อนใต้พิภพในประเทศฟิลิปปินส์

โรงไฟฟ้าจากพลังงานความร้อนใต้พิภพในประเทศฟิลิปปินส์ถูกนำมาเสนอ หลังจากมีการพิจารณาถึงลักษณะภูมิประเทศ และแหล่งพลังงานของประเทศ เนื่องจากประเทศฟิลิปปินส์เป็นประเทศที่ตั้งอยู่บนชายฝั่งด้านตะวันตกของวงแหวนแห่งไฟทีมีการเคลื่อนที่ และมีภูเขาไฟจำนวนมาก ซึ่งของพลังงานใต้พื้นพิภพตามแนวภูเขาไฟที่พบในฟิลิปปินส์เป็นแนวเดียวกันกับแนววงแหวนแห่งไฟในญี่ปุ่น อินโดนีเซีย นิวซีแลนด์ และอเมริกา ประเทศฟิลิปปินส์มีการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานใต้พื้นพิภพของโรงไฟฟ้า Tiwi ซึ่งสามารถผลิตครั้งแรกได้ถึง 55,000 kw ในเดือนมกราคม ปี 1979 การผลิตกระแสไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าต้นแบบ ของโรงไฟฟ้า Makiling-Banahaw (Mak-Ban) ที่ผลิตได้ 3000 kE ในปี 1977 การผลิตพลังงานจากพลังงานพื้นพิภพ 55,000 kW ในเดือนพฤษภาคม และอีก 55,000 kw ในเดือนมิถุนายน ปี 1979 ของโรงไฟฟ้า Tiwi ส่งผลให้ประเทศฟิลิปปินส์กลายเป็นประเทศที่มีการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานพื้นพิภพมากที่สุดเป็นอันดับที่ 4 ของโลก และจะกำลังจะถูกพัฒนาให้มีการผลิตมากขึ้นถึง 12,000 GWh ในปี 2022 โดยรัฐบาลของฟิลิปปินส์ได้ศึกษาถึงศักยภาพ และสำรวจหาตำแหน่งแหล่งผลิตพลังงานจากพลังงานพื้นพิภพ และกระบวนการผลิตที่จะนำมาใช้ในการผลิตต่อไปในอนาคต

ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลให้ประเทศฟิลิปปินส์มีการพัฒนาผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานพื้นพิภพเนื่องจากมีต้นทุนในการผลิตต่ำ ไม่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เป็นหน่วยพลังงานขนาดเล็ก และไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ผลกระทบจากการใช้พลังงานความร้อนใต้พิภพ

ถึงแม้ว่าพลังงานความร้อนใต้พิภพ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายประการ อย่างไรก็ตามการใช้ประโยชน์จากแหล่งพลังงานความร้อนนี้ แต่ก็ควรทำการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจและหาทางป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้พลังงานความร้อนใต้พิภพได้ ดังนี้

1. ก๊าซพิษ โดยทั่วไปพลังงานความร้อนที่ได้จากแหล่งใต้พิภพ มักมีก๊าซประเภทที่ไม่สามารถรวมตัว ซึ่งก๊าซเหล่านี้จะมีอันตรายต่อระบบการหายใจหากมีการสูดดมเข้าไป ดังนั้นจึงต้องมีวิธีกำจัดก๊าซเหล่านี้โดยการเปลี่ยนสภาพของก๊าซให้เป็นกรด โดยการให้ก๊าซนั้นผ่านเข้าไปในน้ำซึ่งจะเกิด ปฏิกิริยาเคมีได้เป็นกรดซัลฟิวริกขึ้น โดยกรดนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

2. แร่ธาตุ น้ำจากแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพในบางแหล่งมีปริมาณแร่ธาตุต่างๆ ละลายอยู่ในปริมาณที่สูงซึ่งการนำน้ำนั้นมาใช้แล้วปล่อยระบายลงไปผสมกับ แหล่งน้ำธรรมชาติบนผิวดินจะส่งผลกระทบต่อระบบน้ำผิวดินที่ใช้ในการเกษตรหรือ ใช้อุปโภคบริโภคได้ ดังนั้นก่อนการปล่อยน้ำออกไปจึงควรทำการแยกแร่ธาตุต่างๆ เหล่านั้นออก โดยการทำให้ตกตะกอนหรืออาจใช้วิธีอัดน้ำนั้นกลับคืนสู่ใต้ผิวดินซึ่งต้องให้แน่ใจว่าน้ำที่อัดลงไปนั้นจะไม่ไหลไปปนกับแหล่งน้ำใต้ดินธรรมชาติที่มีอยู่ ความร้อนปกติน้ำจากแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพ ที่ผ่านการใช้ประโยชน์จากระบบผลิตไฟฟ้า

แล้วจะมีอุณหภูมิลดลง แต่อาจยังสูงกว่าอุณหภูมิของน้ำในแหล่งธรรมชาติเพราะยังมีความร้อนตกค้างอยู่ ดังนั้นก่อนการระบายน้ำนั้นลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติควรทำให้น้ำนั้นมีอุณหภูมิเท่าหรือใกล้เคียงกับอุณหภูมิของน้ำในแหล่งธรรมชาติเสียก่อน โดยอาจนำไปใช้ประโยชน์อีกครั้งคือการนำไปผ่านระบบการอบแห้งหรือการทำความอบอุ่นให้กับบ้านเรือน

3. การทรุดตัวของแผ่นดิน ซึ่งการนำเอาน้ำร้อนจากใต้ดินขึ้นมาใช้ ย่อมทำให้ในแหล่งพลังงานความร้อนนั้นเกิดการสูญเสียเนื้อมวลสารส่วนหนึ่งออกไป ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาการทรุดตัวของแผ่นดินขึ้นได้ ดังนั้นหากมีการสูบน้ำร้อนขึ้นมาใช้ จะต้องมีการอัดน้ำซึ่งอาจเป็นน้ำร้อนที่ผ่านการใช้งานแล้วหรือน้ำเย็นจากแหล่งอื่นลงไปทดแทนในอัตราเร็วที่เท่ากัน เพื่อป้องกันปัญหาการทรุดตัวของแผ่นดิน

1. **อุทยานธรณี** เป็นแหล่งที่มีความสำคัญอย่างโดดเด่นทางด้านธรณีวิทยา และยังรวมถึง คุณค่าทางด้านโบราณคดี (Archaeology) นิเวศวิทยา(Ecology) และวัฒนธรรม(Culture) การบริหารจัดการพื้นที่มรดกเชิงธรณี (Geoheritage) ในประเทศสมาชิก เช่น สาธารณรัฐประชาชนจีน อินโดนีเซีย ญี่ปุ่น เกาหลี และประเทศมาเลเซีย โดยในประเทศมาเลเซีย ดร.มหาธีร์ โมฮัมมัด อดีตนายกรัฐมนตรี ซึ่งได้เสนอเกาะลังกาวีเป็นพื้นที่ Geoheritage และได้พัฒนาเกาะลังกาวีเป็น Geopark เป็นแหล่งเรียนรู้ทางด้านธรณีวิทยาที่ครบวงจร

2. อุทยานสวรรค์ หยุนไถซาน ในประเทศจีน

ประเทศจีนเป็นประเทศที่มีอารยธรรมยาวนานที่สุดประเทศหนึ่ง โดยหลักฐานทางประวัติศาสตร์ที่สามารถค้นคว้าได้บ่งชี้ว่าอารยธรรมจีนมีอายุถึง 5,000 ปี ประเทศจีนมีลักษณะภูมิประเทศที่หลากหลายแตกต่างกันไป ทำให้อุดมด้วยทรัพยากรแหล่งท่องเที่ยวที่หลากหลาย ครบทุกรูปแบบ สถานที่ท่องเที่ยวแต่ละแห่งจะมีความสวยงามหลากหลายแตกต่างกันไปตามฤดูกาล

อุทยานสวรรค์ “หยุนไถซาน” เป็นอุทยานที่สวยงามที่สุดของมณฑลเหอหนาน มีพื้นที่ประมาณ 190 ตารางกิโลเมตร จัดเป็นอุทยานธรณีโลกที่ล้ำค่าของจีน และเป็นที่เที่ยวระดับ 4 A ของประเทศจีน อุทยานธรณีโลกหยุนไถซาน เป็นอุทยานที่ธรรมชาติที่ได้บรรจงสร้างขึ้นอย่างงดงาม โดยใช้เวลาหลานล้านปี จากการกัดเซาะของน้ำ ลม ตามธรรมชาติ โดยมีโตรกหุบผาหินแดง เป็นโตรกที่ใหญ่ และสมบูรณ์ที่สุดของประเทศ มีทางเดินลัดเลาะไปตามผาหินชั้น ที่เรียงซ้อนหลั่นสีแดง ธารน้ำเขียวใสไหลเรื่อยไปตามโตรกสูง พืชพันธุ์อนุรักษ์ที่หาชมได้ยาก สายน้ำที่ยาวร่วม 3 กิโลเมตร และน้ำตกที่มีฟองน้ำใสสะอาด ตอนกลางวันจะมีแสงสีรุ้งพาดโค้ง ทิวทัศน์เป็นภูเขาสูงตระหง่าน เมฆ และหมอกลอยหนุนระหว่างยอดเขาตลอดปี ในช่วงฤดูใบไม้เปลี่ยนสี จะเหมือนอุทยานที่เต็มไปด้วยสีสันของใบไม้หลากสีสวยงามเต็มพื้นที่ทั่วอุทยานสวรรค์หยุนไถซาน อุทยานหยุนไถซานนอกจากจะมีทิวทัศน์ที่สวยมหัศจรรย์แล้ว น้ำตกที่สูงที่สุดในอุทยานมีความสูงถึง 314 เมตร จัดเป็นน้ำตกที่สูงที่สุดอีกแห่งหนึ่งของจีน หยุนไถซานสวย และมีเสน่ห์ทุกฤดู โดยเฉพาะช่วงฤดูใบไม้เปลี่ยนสี อุทยานจะเต็มไปด้วยสีสันของใบไม้หลากสีสวยงามเต็มพื้นที่ทั่วอุทยานสวรรค์ และด้วยการลงทุนสร้างลานจอดรถที่ใหญ่ที่สุดในจีนของสถานที่ท่องเที่ยวแห่งนี้ เพื่อรองรับนักท่องเที่ยวที่มาเที่ยวอุทธยานธรณีโลกหยุนไถซานที่เพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว

อุทยานธรณีหยุนไถซาน ในประเทศจีน

3. อุทยานธรณี San'in Kaigan ในประเทศญี่ปุ่น

ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของประเทศญี่ปุ่น มีความยาวจากด้านตะวันออกของ Kyogamisaki Cape(Kyoto) ถึงด้านตะวันตกของ ชายฝั่ง Hakuto Kaigan (Tottori) มีความยาวประมาณ 110 กิโลเมตร กว้างประมาณ 30 กิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 3 จังหวัด ของประเทศญี่ปุ่น เกิดจากกระบวนการทางธรณีวิทยาที่เกี่ยวข้องการกับการก่อตัวทางทะเล ประกอบไปด้วยหินแกรนิต ซึ่งก่อตัวขึ้นบนพื้นทวีป หินตะกอน และหินภูเขาไฟที่สะสมตัวในขณะที่แผ่นเปลือกโลกญี่ปุ่นเกิดการแยกตัวออกจากแผ่นเปลือกโลกยูเรเซีย ไปเป็นเกาะญี่ปุ่น ซึ่งกระบวนการทางธรณีวิทยาดังกล่าวยังดำเนินอยู่ถึงปัจจุบัน ส่งผลให้เกิดลักษณะทางธรณีวิทยาต่างๆมากมายเช่น ชายฝั่ง สันทราย ภูเขาไฟ และหุบเขา

บริเวณดังกล่าวเคยได้รับผลกระทบจากการเกิดแผ่นดินไหวครั้งใหญ่จำนวน 3 ครั้ง ซึ่งส่งผลให้โครงสร้างทางธรณีวิทยาเกิดการเปลี่ยนแปลง เกิดแนวรอยเลื่อน ซึ่งเป็นร่องรอยที่ใช้ในการศึกษาทางการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกได้ นอกจากนี้ ยังมีน้ำพุร้อนที่ประชาชนผู้รักสุขภาพนิยมมาสัมผัสด้วย

อุทยานธรณี San'in Kaigan ในประเทศญี่ปุ่น

5.1.3 เรื่องอื่นๆ

- ข้อแนะนำของคณะที่ปรึกษา CCOP

คณะที่ปรึกษา CCOP ได้เสนอให้มีการเผยแพร่ความรู้ผ่านบทความทางวิชาการโดยนำเสนอผลการดำเนินงานโครงการความร่วมมือทวิภาคีให้กับประเทศสมาชิก CCOP โดยผ่านระบบ E-news

- กำหนดการประชุม CCOP ประจำปีครั้งที่ 49 ระหว่างวันที่ 20-24 ตุลาคม 2556 ณ Sendai International Center (SIC) ประเทศญี่ปุ่น

- การจัดทำเครือข่ายทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail network) ของประเทศสมาชิก CCOP เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการติดต่อสื่อสารระหว่างประเทศสมาชิก โดยกรมธรณีวิทยาแห่งประเทศญี่ปุ่นเป็นผู้ดำเนินการในฐานะศูนย์กลางเครือข่าย

5.2 ผลการประชุมคณะกรรมการบริหาร CCOP ครั้งที่ 59

5.2.1 การดำเนินการประชุม และสาระการประชุม

ผู้เข้าร่วมประชุม ประกอบด้วย ผู้แทนประเทศสมาชิก 11 ประเทศ รวมถึงคณะที่ปรึกษาผู้อำนวยการและคณะทำงานของสำนักงานเลขาธิการ CCOP โดยมี Dr.R.Sukhyar เป็นประธานและที่ประชุมมีมติให้ผู้แทนประเทศกัมพูชา (Dr.Seug Cheaseth) และผู้แทนประเทศมาเลเซีย (Mr.Zakqria Hussain) ทำหน้าที่เป็น Rapporteurs โดยฝ่ายเลขาได้ชี้แจงผลการดำเนินงานในรอบปีที่ผ่านมาให้ที่ประชุมรับทราบและรายงานความเคลื่อนไหวต่างๆ ดังนี้

- Dr.Nguyen Thi Minh Ngoc เข้ารับตำแหน่งผู้เชี่ยวชาญภูมิภาค (Reginal Expert) แทนนายนิรันดร ชัยมณี ผู้ดำรงตำแหน่งรักษาการก่อนหน้าตั้งแต่วันที่ 16 สิงหาคม 2555

- ประเทศเวียดนามตกลงเพิ่มเงินสนับสนุน CCOP 25,000 ต่อปี โดยเริ่มจากปีงบประมาณ พ.ศ.2556

- มีผู้แทนถาวรของประเทศปาปัวนิวกินีประจำ CCOPคนใหม่คือ Mr.Shadrach Himata

- การหารือเพื่อชักชวนรัฐบาลมองโกเลีย เข้าร่วมมาเป็นสมาชิก CCOP

- รายงานความคืบหน้าโครงการ Enhancing Public Petro leum management (EPPM) โดยจะมีกิจกรรมใหม่ภายใต้โครงการคือ CCOP Co2 Storage Mapping Program ที่จะเริ่มดำเนินการในปีพ.ศ. 2556

- ผู้แทนจากประเทศญี่ปุ่น เสนอให้มีการจัดทำโครงการบริหารจัดการน้ำบาดาลเพื่อแก้ไขปัญหาแผ่นดินทรุด

- ผู้แทนจากประเทศจีน เสนอให้จัดทำโครงการ AMOS และ Workshop on Geohazards Mitigation Meqsures in fast and Southeast Asia ทั้งนี้ทั้งสองโครงการจะได้รับเงินสนับสนุนจาก China Geological Survey (CGS)

- ผู้แทนประเทศอินโดนีเซียเสนอให้มีการจัด Workshop on Unconventional oil and gas and renewable energy resources และ Rare Earth Element ในปี พ.ศ. 2557

- กำหนดการประชุมคณะกรรมการบริหาร CCOP ครั้งที่ 60 จะจัดที่จังหวัดอุบลราชธานี ในสัปดาห์สุดท้านของเดือนมีนาคม 2556 และครั้งที่ 61 ณ เมือง Sendai ประเทศญี่ปุ่น ในวันที่ 20-26 พร้อมกับการประชุม CCOP ประจำปีครั้งที่ 49

5.2.2 เรื่องอื่นๆ

- สำนักงานเลขาธิการ CCOP ได้ไปเยือนกรมธรณีวิทยาและการสำรวจแร่ของสหภาพเมียนมาร์ และได้เชิญสหภาพเมียนมาร์เข้าร่วมเป็นสมาชิก CCOP

- ผู้แทนประเทศฟิลิปปินส์ เสนอโครงการ Mine Decommissioning and Rehabilitation โดยได้รับการสนับสนุนจาก MGB

- ประเทศปาปัวนิวกินี แสดงความตั้งใจที่จะเป็นเจ้าภาพการจัดการประชุม CCOP ประจำปีครั้งที่ 50 และการประชุมคณะกรรมการบริหาร CCOP ครั้งที่ 63 ในปี พ.ศ. 2557

5.3 การหารือระหว่าง ทบ. และ China Geo logical Surren (CGS) เพื่อการจัดทำ MOU ในโอกาสนี้ ทบ. ได้นัดหมายกับ Dr.Jing Chishin ผู้แทนฝ่ายการต่างประเทศ CGS ล่วงหน้าเพื่อหารือถึงขั้นตอนและรายละเอียดในการจัดทำข้อตกลงความร่วมมือระหว่างสองหน่วยงานเพื่อให้เกิดการพัฒนาทางวิชาการผ่านการแลกเปลี่ยนข้อมูลประสบการณ์และผู้เชี่ยวชาญร่วมกันต่อไป

6. ประโยชน์ที่ได้รับ

6.1 การเข้าร่วมประชุมวิชาการ (Thematic Session) ทำให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ที่เป็นปัจจุบันจากประสบการณ์ของประเทศต่างๆ โดยเฉพาะในเรื่องของนวัตกรรมทางธรณีวิทยา เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน เช่น การใช้พลังงานความร้อนใต้พิภพเป็นพลังงานทดแทน การทำเหมืองที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม รวมถึงไม่ให้เกิดการปนเปื้อนในชั้นน้ำบาดาล (Green Mining) การบริหารจัดการพื้นที่ประสบภัยและพื้นที่เสี่ยงภัย การทำอุทยานธรณีวิทยา การใช้ประโยชน์จากการมีส่วนร่วมของประชาชน เพื่อแก้ไขปัญหาด้านทรัพยากรธรณีและธรณีพิบัติภัยได้รับ

6.2 ทบ. ได้ประสานความร่วมมือโครงการที่ดำเนินการผ่าน CCOP และได้รับทราบความคืบหน้าขั้นตอนและในการผลักดันการลงนามความร่วมมือระหว่าง ทบ. และCGS อันจะนำมาซึ่งการพัฒนาองค์ความรู้และงานวิจัยของทั้งสองหน่วยงานต่อไป

6.3 ได้สร้างเครือข่ายความร่วมมือระหว่างประเทศกับผู้แทนของหน่วยงานประเทศเจ้าภาพและประเทศสมาชิก

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ประเทศไทยโดย ทบ. ควรเร่งทำการสำรวจ และพัฒนาพลังงานความร้อนใต้พิภพขึ้นมาใช้เพื่อนำมาผลิตกระแสไฟฟ้า ให้ประชาชนสามารถเข้าถึงแหล่งพลังงานไฟฟ้าที่สะอาด ประหยัด และปลอดภัย และ ยังเป็นการสร้างโอกาสให้หมู่บ้านที่ห่างไกลสามารถเข้าถึงแหล่งพลังงานไฟฟ้าได้อย่างทั่วถึง

7.2 ประเทศไทยโดย ทบ. ควรให้ความสนใจในการก่อสร้าง GEOPARK อย่างครบวงจรเพื่อใช้เป็นแหล่งเรียนรู้ทางธรณีวิทยา ธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม แก่นักเรียน นักศึกษา และผู้ที่สนใจ ทั้งนี้ประเทศไทยยังมีสถานที่หลายแห่งที่มีลักษณะทางธรณีวิทยาที่น่าศึกษา และพร้อมที่จะใช้เป็นสถานที่ก่อสร้าง GEOPARK ได้อย่างครบวงจร เช่น บริเวณดอยสุเทพ จังหวัดเชียงใหม่

7.3 กรมทรัพยากรน้ำบาดาลควรนำผลงานของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลที่ศึกษาวิจัยมาเผยแพร่ในการประชุมครั้งต่อไปไม่น้อยกว่า 2 เรื่อง เพื่อให้ผู้เข้าร่วมประชุมได้เรียนรู้ ซักถาม ให้ข้อเสนอแนะ เพื่อจะได้ปรับปรุงผลการศึกษาวิจัยให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุดต่อไป

8. ผู้จัดทำรายงาน

8.1 ผู้เขียนรายงาน นางสาวอลิน ชินทรารักษ์

8.2 ผู้ตรวจรายงาน นายสิทธิศักดิ์ มั่นอยู่

รายงานการประชุม GEF Project ครั้งที่ 4
เรื่อง การบริหารจัดการน้ำบาดาลตามหลักธรรมาภิบาล ระดับภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก (Groundwater Governance: A Global Framework for Action, Regional Consultation for Asia and the Pacific Region)
ระหว่างวันที่ 2-6 ธันวาคม 2555
ณ เมืองฉือเจียจวง (Shijiazhuang) มณฑลเหอเป่ย (Hebei) สาธารณรัฐประชาชนจีน

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

รายงานการประชุมGEF Project ครั้งที่ 4 เรื่อง การบริหารจัดการน้ำบาดาล
ตามหลักธรรมาภิบาล ระดับภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก
(Groundwater Governance: A Global Framework for Action, Regional Consultation for Asia and the Pacific Region)
ระหว่างวันที่ 2-6 ธันวาคม 2555
ณ เมืองฉือเจียจวง (Shijiazhuang) มณฑลเหอเป่ย (Hebei)
สาธารณรัฐประชาชนจีน

---

1. **หลักการและเหตุผล**

จากการพัฒนาทางเศรษฐกิจ อุตสาหกรรม และเกษตรกรรมที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้การใช้น้ำบาดาลมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงต้องมีการบริหารจัดการ ควบคุม และอนุรักษ์ทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพเพื่อการใช้อย่างยั่งยืน การนำหลักธรรมาภิบาลมาใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการจะทำให้เกิดประสิทธิภาพในการดำเนินการ เกิดความโปร่งใสเป็นธรรมและมีประสิทธิภาพ

การประชุม GEF Project ครั้งที่ 4 เรื่อง การบริหารจัดการน้ำบาดาลตามหลักธรรมาภิบาล ระดับภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก (Groundwater Governance: A Global Framework for Action/ Regional Consultation for Asia and the Pacific Region) เป็นโครงการภายใต้การสนับสนุนของ The UNESCO International Hydrological Programme (UNESCO-IHP), The Global Environment Facility (GEF), The Food and Agriculture Organization (FAO), The International Association of Hydrogeologists (IAH) และ The World Bank เพื่อส่งเสริมการสร้างจิตสำนึกด้านการบริหารจัดการตามหลักธรรมาภิบาลให้กับประเทศต่างๆ ในเขตเอเชียแปซิฟิก และวางแนวทางในการกำหนดนโยบายในระดับประเทศและระดับภูมิภาคเพื่อรับมือกับวิกฤติการณ์น้ำที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน โดยได้มีการจัดประชุม ครั้งแรกขึ้นที่ประเทศอุรุกวัย 18-20 เมษายน 2555 ครั้งที่ 2 จัดขึ้นที่ประเทศเคนยา 29-31 พฤษภาคม 2555 ครั้งที่ 3 จัดขึ้นที่ประเทศจอร์แดน 8-10 ตุลาคม 2555 ครั้งที่ 4 จัดขึ้นที่ประเทศจีน 3-5 ธันวาคม 2555 และในครั้งที่4นี้ UNESCO ได้เชิญกรมทรัพยากรน้ำบาดาลเข้าร่วมประชุมด้วยในฐานะที่เป็นองค์กรหลักในการกำกับดูแลการบริหารจัดการน้ำบาดาลของประเทศไทย เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ด้านแนวทางการบริหารจัดการน้ำบาดาลที่เป็นสากลมาใช้เป็นยุทธศาสตร์ในการบริหารจัดการน้ำบาดาลของประเทศไทยให้ถูกต้องตามหลักธรรมาภิบาล และสอดคล้องกับแนวทางการบริหารจัดการในระดับภูมิภาค

2. <u>วัตถุประสงค์</u>

1. เพื่อเข้าร่วมประชุมวิชาการ GEF Project ครั้งที่ 4 Groundwater Governance: A Global Framework for Action (Regional Consultation for Asia and the Pacific Region) และแลกเปลี่ยนความรู้ด้านการบริหารจัดการน้ำบาดาลกับประเทศอื่นๆ

2. เพื่อให้ข้อมูลสนับสนุนโครงการความร่วมมือระหว่างกรมทรัพยากรน้ำบาดาล The UNESCO International Hydrological Programme (IHP), The Global Environment Facility (GEF), The Food and Agriculture Organization (FAO), The International Association of Hydrogeologists (IAH), The World Bank และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอื่นๆ

3. <u>กำหนดการและสถานที่ประชุม</u>

(รวมวันเดินทาง) ระหว่างวันที่ 2-6 ธันวาคม 2555
(วันประชุม) ระหว่างวันที่ 3-5 ธันวาคม 2555
ณ เมืองฉือเจียจวง (Shijiazhuang) มณฑลเหอเป่ย (Hebei) สาธารณรัฐประชาชนจีน

4. <u>รายชื่อผู้เข้าร่วมประชุม</u>

1. นายสัมฤทธิ์ ชุษณะทัศน์	รองอธิบดีกรมทรัพยากรน้ำบาดาล
2. ดร.อรัญญา เฟื่องสวัสดิ์	ผู้อำนวยการสำนักสำรวจและประเมินศักยภาพน้ำบาดาล
3. ดร.อรนุช หล่อเพ็ญศรี	ผู้อำนวยการสำนักควบคุมกิจการน้ำบาดาล
4. นายบุญยิ่ง กู้สวัสดิ์	รองประธานคณะกรรมการบริหารสถาบันน้ำเพื่อความยั่งยืน สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
5. นางสาวสุวรรณี อรุณโชคชัย	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ
6. นางสาวอลิน ชินทรารักษ์	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ

5. <u>รายละเอียดการประชุม</u>

สาระการประชุม Groundwater Governance: A Global Framework for Action (Regional Consultation for Asia and the Pacific Region) เป็นการหารือระหว่างนักวิชาการที่มีความเชี่ยวชาญด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล และผู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น The UNESCO International Hydrological Programme (IHP), The Global Environment Facility (GEF), The Food and Agriculture Organization (FAO), The International Association of Hydrogeologists (IAH), The World Bank, Institute for Global Environmental Strategies (IGES), the Institute of Hydrogeology and Environmental

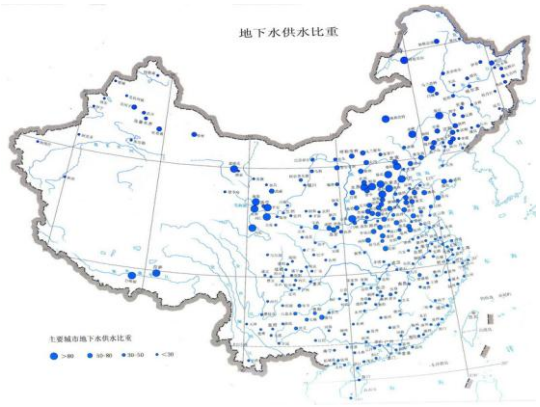
Geology (IHEG), ICHARM-Japan, Secretariat of the Pacific Community (SPC), University of Peking, Indonesian Institute of science กรมทรัพยากรน้ำบาดาล และผู้แทนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจาก 17 ประเทศทั่วโลก เพื่อจัดร่วมกันหาแนวทางการบริหารจัดการน้ำบาดาลและจัดทำนโยบายในระดับประเทศและระดับภูมิภาค เพื่อให้ได้มาซึ่งกฎหมาย ระเบียบและแนวทางการปฏิบัติในการบริหารจัดการน้ำบาดาลอย่างยั่งยืนตามหลักธรรมาภิบาล สามารถส่งเสริมให้ทรัพยากรน้ำบาดาลเป็นทรัพยากรที่ขับเคลื่อนเศรษฐกิจและการพัฒนาทางสังคม สามารถสร้างความสมดุลในระบบนิเวศวิทยา โดยการประชุมประกอบด้วยการบรรยายและการแบ่งกลุ่มคณะทำงาน (Working group) เพื่อหาข้อสรุปแนวทางและกรอบนโยบายในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลตามหลักธรรมาภิบาลสำหรับภูมิภาคเอเชียและแปซิฟิกที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริงอันจะนำมาซึ่งความยั่งยืนในการบริหารจัดการต่อไป โดยมีสาระสำคัญดังต่อไปนี้

5.1 องค์ประกอบและความสำคัญของการบริหารจัดการน้ำบาดาลภายใต้หลักธรรมาภิบาล

ธรรมาภิบาล (good governance) เป็นคำนิยามของการมีรัฐบาลที่ดี มีคุณธรรม ไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อนในเรื่องของการบริหาร การจัดการ การออกกฎหมาย การวินิจฉัยกฎหมาย การใช้อำนาจอย่างโปร่งใส ของผู้มีอำนาจ หรือ "รัฐบาล" การบริหารภายใต้หลักธรรมาภิบาลเพิ่งเริ่มมีบทบาทในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิกหลังจากเกิดวิกฤติการณ์การเงินในเอเชีย เมื่อปี 1997 จากการกล่าวอ้างขององค์กรระหว่างประเทศ เช่น ธนาคารโลกและกองทุนการเงินระหว่างประเทศ ว่ามูลเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดวิกฤติการณ์การเงินในเอเชียนั้น ก็เพราะประเทศในแถบนี้ไร้ซึ่งธรรมาภิบาล ด้วยเหตุนี้ ทั้งธนาคารโลกและกองทุนการเงินระหว่างประเทศจึงได้เสนอแนวทาง “ธรรมาภิบาลระดับโลก” (global governance) และพยายามผลักดันให้ประเทศในแถบเอเชียและประเทศอื่นๆ พยายามเดินตามกรอบของธรรมาภิบาล เพราะเชื่อว่าจะเป็นแนวทางปฏิบัติที่ก่อให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน

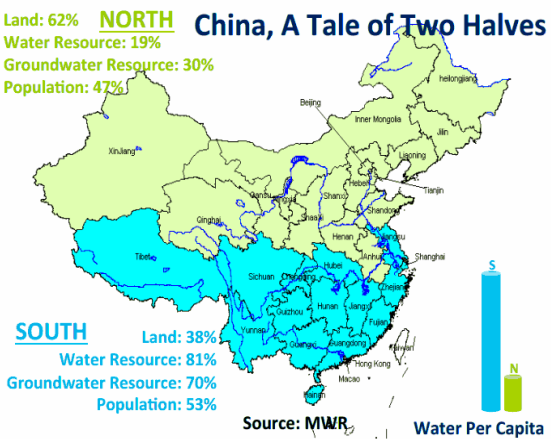
ในแง่ของการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล หลักสำคัญประการแรกคือการทำให้คนเห็นความสำคัญของทรัพยากร และมองเห็นผลกระทบที่เกิดจากปัญหาที่เกิดกับน้ำบาดาล เช่น ปัญหาการลดระดับน้ำ ปัญหาการปนเปื้อนในชั้นน้ำบาดาล รวมถึงปัญหาผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีต่อน้ำบาดาลที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา โดยต้องใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์และหลักในการบริหารควบคู่กัน โดยในแง่ของหลักในการบริหารนั้น การส่งเสริมการดำเนินโครงการด้านการบริหารจัดการน้ำบาดาลภายใต้โครงสร้างและรูปแบบของระบอบทางการเมือง (Political regime) ตามหลักธรรมาภิบาล กระบวนการและขั้นตอนที่ผู้มีอำนาจในทางการเมืองใช้เพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรทางเศรษฐกิจและสังคมเพื่อพัฒนาประเทศ ความสามารถของผู้มีอำนาจในการบริหารประเทศในการวางแผนเพื่อกำหนดนโยบายและการแปลงแผนและนโยบายไปสู่การปฏิบัติ ตลอดจนปรับเปลี่ยนแนวทางการบริหารประเทศเพื่อให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียรับรู้และเข้ามามีส่วนร่วมในการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและหาแนวทางการบริหารจัดการร่วมกัน โดยเน้นไปที่การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของทุกภาคส่วนทั้งในระดับภูมิภาค ระดับประเทศ และระดับท้องถิ่น ทั้งภาคเกษตรกรรม อุตสาหกรรม ภาคประชาชนและสื่อมวลชน เป็นหนทางที่จะทำให้การบริหารจัดการน้ำบาดาลไปสู่ความสำเร็จและช่วยให้เกิดการพัฒนาทั้งแง่เศรษฐกิจและสังคมของประเทศ

สาธารณรัฐประชาชนจีนเป็นประเทศตัวอย่างที่มีการดำเนินการบริหารจัดการน้ำบาดาลตามหลักธรรมาภิบาล จากการที่จีนประสบปัญหาเรื่องวิกฤตการณ์น้ำบาดาลจากการใช้น้ำบาดาลมากเกินปริมาณปลอดภัย (safe yield) และปัญหาการปนเปื้อนซึ่งเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีการประมาณการว่าจะมีความต้องการใช้น้ำบาดาลในปี ค.ศ.2030 ในปริมาณ 700-800 ล้าน ลบ.ม. ในขณะที่มีปริมาณน้ำอยู่เพียง 800-900 ล้านลบ.ม. (ภาพที่ 1) โดยปัญหาการปนเปื้อนในชั้นน้ำบาดาลมีถึง 90% ทั่วประเทศและไม่สามารถใช้ในการบริโภคได้



>80;50--80;30--50;<30

ภาพที่ 1: Percentage of GW in Total Water Supplies



ภาพที่ 2: ปริมาณน้ำในสาธารณรัฐประชาชนจีน

สาธารณรัฐประชาชนจีนประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำโดยเฉพาะบริเวณทางตอนเหนือและบริเวณภาคตะวันออกของประเทศ (ภาพที่ 2) การใช้น้ำในการพัฒนาทางสังคมและเศรษฐกิจที่มากขึ้นประกอบกับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลให้พื้นที่ wetland แห้งลง ทำให้ปริมาณน้ำผิวดินและน้ำบาดาลลดลงอย่างเห็นได้ชัด สาธารณรัฐประชาชนจีนมีการแก้ไขปัญหาขาดแคลนน้ำโดยการดำเนินการ ดังนี้

1. การดำเนินการตามหลักวิศวกรรมและเทคโนโลยี
   - การใช้เทคโนโลยีเพื่อช่วยในการประหยัดน้ำ
   - การปรับปรุงคุณภาพน้ำและนำน้ำกลับมาใช้ใหม่รวมถึงการแปลงน้ำทะเลให้เป็นน้ำจืด
   - การติดตามสถานการณ์น้ำและเทคโนโลยีการตรวจวัดปริมาณน้ำ
   - การส่งน้ำผ่านระบบท่อจากตอนบนของประเทศสู่ตอนล่าง
2. การดำเนินการทางสังคม
   - การใช้มาตรการทางสังคมและเศรษฐกิจ
   - การดำเนินการทางการเมือง
   - การดำเนินการผ่านสถาบันทางสังคมต่างๆ
3. การบริหารจัดการน้ำบาดาลตามหลักธรรมาภิบาลโดยเน้นการวางแผนที่ชัดเจน มีส่วนร่วมของทุกหน่วยงาน มีการติดตามประเมินผลทุกขั้นตอน

5.2 การบริหารจัดการน้ำบาดาลตามหลักธรรมาภิบาลโดยการดำเนินการด้านกฎหมายและข้อบังคับ (Groundwater Governance: Focus on Legislation and Regulation)

ที่ประชุมได้กล่าวถึงตัวอย่างการใช้กฎหมายในการบริหารจัดการน้ำบาดาลของ 2 ประเทศ คือ สาธารณรัฐประชาชนจีนและอินเดีย

5.2.1 กฎหมายการบริหารจัดการน้ำบาดาลในสาธารณรัฐประชาชนจีน

กฎหมายน้ำบาดาลในจีนเกิดขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2531 เพื่อควบคุมและกำกับดูแลกิจการการพัฒนาน้ำบาดาลรวมถึงการสำรวจและการควบคุมคุณภาพน้ำบาดาล ซึ่งต่อมาภายหลังได้อยู่ในการกำกับดูแลของกระทรวงน้ำ (Ministry of Water Resources) โดยในปี พ.ศ. 2545 ได้มีการรณรงค์นโยบายการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการขึ้นและมีการกำหนดกฎหมายน้ำ (พ.ศ. 2545) และปรับปรุงกฎหมายการควบคุมคุณภาพน้ำและการป้องกัน (พ.ศ. 2551) ผู้แทนจากประเทศจีนเสนอว่าการจะบริหารจัดการน้ำให้มีประสิทธิภาพตามหลักธรรมาภิบาลนั้น จะต้องเป็นการจัดการแบบบูรณาการอย่างต่อเนื่องระหว่างการจัดการด้านอุทกศาสตร์ สังคมศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ รัฐศาสตร์ และเชิงสถาบัน โดยจีนได้มีการปฏิรูปโครงสร้างเชิงสถาบันเพื่อสร้างความเข้มแข็งในการดำเนินงานระหว่างหน่วยงานในระดับชาติและระดับท้องถิ่น รวมถึงการจัดทำระบบติดตามควบคุมการปฏิบัติการการเผยแพร่และมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันระหว่างหน่วยงาน

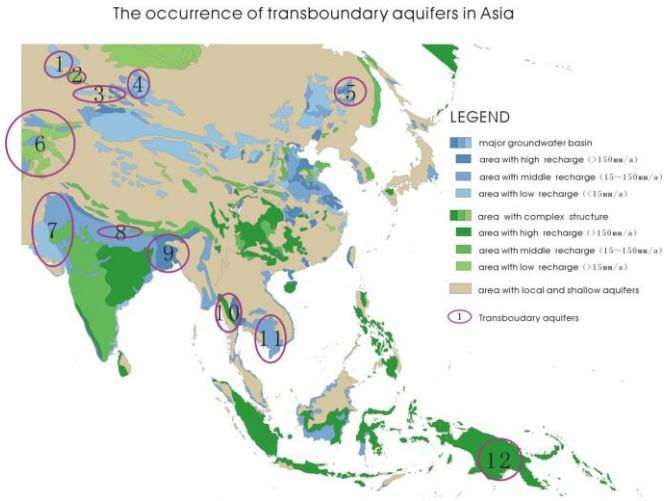
5.2.2 กฎหมายการบริหารจัดการน้ำบาดาลในประเทศอินเดีย

ประเทศอินเดียในปัจจุบันให้ความสำคัญกับการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการเพิ่มมากขึ้น และเพื่อให้สอดคล้องกับหลักธรรมาภิบาล รัฐบาลอินเดียจึงเน้นด้านการบริหารจัดการแบบโปร่งใสและส่งเสริมการมีส่วนร่วมของภาควิทยาศาสตร์ หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และภาคประชาชน นอกจากนี้รัฐบาลอินเดียยังมองเห็นปัญหาทางด้านกฎหมายว่าไม่เอื้อต่อการบริหารจัดการและมีการปฏิรูปเพื่อให้สามารถตอบสนองต่อสถานการณ์ปัจจุบันที่มีความต้องการใช้น้ำบาดาลในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น

ปัจจุบันอินเดียมีบ่อบาดาลทั้งสิ้น 30 ล้านบ่อ เพื่อใช้สำหรับการบริโภค การเกษตร และอุตสาหกรรม โดยเกษตรกรรมเป็นสัดส่วนที่ใช้น้ำบาดาลมากที่สุดถึง 70% ปัญหาการใช้น้ำเกินปริมาณปลอดภัย ความขัดแย้งในการใช้น้ำ ความไม่เท่าเทียมกันในการจัดสรรน้ำ และปัญหาด้านการจัดการข้อมูลด้านน้ำบาดาลซึ่งส่วนใหญ่จะไม่ค่อยมีการเปิดเผยข้อมูลสู่สาธารณะ ผู้แทนจากประเทศอินเดียเชื่อว่า หากมีการแก้ไขกฎหมายเพื่อส่งเสริมให้มีการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนในการบริหารจัดการจะทำให้การบริหารจัดการน้ำบาดาลมีประสิทธิภาพมากขึ้น

5.3 ธรรมาภิบาลกับการบริหารจัดการน้ำบาดาลข้ามพรมแดน (Governance of Shared Water Resources: International River Basins and Transboundary Aquifer)

ที่ประชุมได้กล่าวถึงลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาในทวีปเอเชีย โดยเน้นให้เห็นถึงบริเวณที่มีการเชื่อมต่อการไหลของน้ำบาดาล โดยในทวีปเอเชียมี 11 บริเวณที่มีการไหลของน้ำบาดาลข้ามพรมแดนระหว่างประเทศ (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3: บริเวณที่มีการไหลของน้ำบาดาลข้ามพรมแดนระหว่างประเทศในทวีปเอเชีย

การบริหารจัดการน้ำบาดาลข้ามพรมแดนเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นต้องใช้เครื่องมือในการบริหารจัดการทั้งในรูปแบบของค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น การจัดทำแผนที่น้ำบาดาล และในรูปแบบของกฎหมายและนโยบายที่สอดคล้องกับหลักธรรมาภิบาล กล่าวคือ มีความโปร่งใสชัดเจน เป็นรูปธรรม มีผู้รับผิดชอบ และให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียได้มีส่วนร่วมในการจัดทำร่างกฎหมายหรือนโยบายดังกล่าว โดยต้องเป็นนโยบายที่เฉพาะเจาะจงสามารถนำไปปฏิบัติได้ในทุกระดับ

ในเชิงกฎหมาย องค์การสหประชาชาติ โดย UNESCO ได้จัดทำร่างกฎหมายน้ำบาดาลข้ามพรมแดน (Law of Transboundary Aquifers) ขึ้นในปี พ.ศ. 2549 ว่าด้วยเรื่องการแก้ไขปัญหาความขัดแย้งด้านการใช้น้ำบาดาลข้ามพรมแดนปัญหาการปนเปื้อน มาตรการป้องกันและการคำนึงถึงการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน โดยเน้นด้านการแก้ปัญหาแบบ 3 มิติ ซึ่งในบริบทของน้ำบาดาล การพิจารณาเชิงกฎหมายอาจเป็นไปอย่างช้าๆ ต่างจากบริบทของน้ำผิวดิน เนื่องจากระยะเวลาการเกิดของปัญหาและการมองเห็นปัญหาที่แตกต่างกัน UNESCO ได้ส่งร่างกฎหมายน้ำบาดาลข้ามพรมแดน

ให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในทุกประเทศ (รวมถึงกรมทรัพยากรน้ำบาดาล) พิจารณาแก้ไข โดย UN General Assembly ได้รับรองในเดือนมกราคม พ.ศ. 2552

5.4 การบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการตามหลักธรรมภิบาลภายใต้สภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (IWRM and groundwater governance: focus on natural hazards and climate change)

ในปัจจุบัน โลกกำลังประสบกับความท้าทายด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ การใช้น้ำบาดาลร่วมกับน้ำผิวดิน (Conjunctive use and management of groundwater and surface water) เป็นแนวคิดที่สำคัญในการเพิ่มปริมาณทรัพยากรน้ำและพัฒนาคุณภาพน้ำ โดยเป็นการบำบัดน้ำหรือปรับปรุงคุณภาพน้ำ แล้วนำไปกักเก็บไว้ในชั้นน้ำบาดาลในช่วงเวลาที่มีน้ำมากแต่มีความจำเป็นต้องใช้น้ำน้อย แล้วนำกลับมาใช้ในช่วงเวลาที่ขาดแคลนน้ำ ซึ่งเป็นวิธีการใช้ชั้นน้ำบาดาลเป็นแหล่งฝากน้ำเสมือนอ่างเก็บน้ำตามธรรมชาติขนาดใหญ่ที่อยู่ใต้ดิน ส่วนน้ำที่นำมาฝากไว้จะผ่านการบำบัดในระดับต่างๆ เพื่อให้คุณภาพน้ำมีความเหมาะสมก่อนนำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลและสามารถสูบกลับขึ้นมาเพื่อใช้งานในภายหลัง เป็นการหมุนเวียนเก็บน้ำแล้วนำกลับมาใช้ใหม่ โดยไม่จำเป็นต้องมีที่เก็บน้ำบนดิน และอุปกรณ์เกี่ยวข้องขนาดใหญ่ ดังนั้น การเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล จึงเป็นการจัดการน้ำแบบบูรณาการระหว่างน้ำผิวดินและน้ำบาดาล สำหรับการอุปโภคบริโภคในที่ชุมชน การเกษตรและอุตสาหกรรม สามารถใช้ทรัพยากรน้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุด จากการเก็บเกี่ยวในเวลาที่มีน้ำมากเกินพอมาใช้ในเวลาที่ขาดแคลน อีกทั้งยังเป็นการอนุรักษ์ชั้นน้ำบาดาลให้อยู่ในสภาพสมดุลน้ำทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันว่า การบริหารจัดการน้ำบาดาลตามหลักธรรมาภิบาลจะช่วยส่งเสริมศักยภาพในการบริหารจัดการและการติดตามประเมินประสิทธิภาพการดำเนินงานได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการระหว่างน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินที่ต้องได้รับความร่วมมือในการดำเนินงานร่วมกับหน่วยงานจำนวนมากเพื่อให้ได้มาซึ่งศักยภาพของทรัพยากรน้ำที่เพิ่มมากขึ้น เกิดความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ และลดปัญหาสิ่งแวดล้อม

<u>แนวทางขับเคลื่อนการบริหารจัดการน้ำบาดาลตามหลักธรรมาภิบาล</u>

1. กำหนดนโยบายการบริหารจัดการน้ำบาดาลโดยคำนึงถึงผลประโยชน์ของประชาชนเป็นที่ตั้ง ทั้งนี้อาจทำการสำรวจหรือศึกษาวิจัยเพื่อทราบถึงความต้องการในแต่ละพื้นที่

2. การดำเนินการทุกขั้นตอนควรมีความโปร่งใสและตรวจสอบได้ โดยได้รับความร่วมมือจาก กพร. ในการกำหนดตัวชี้วัดและ สบก.ในการเผยแพร่ข้อมูลขั้นตอนการดำเนินงาน

3. ปรับปรุงกฎหมายน้ำบาดาลให้เป็นปัจจุบันพร้อมทั้งเผยแพร่สู่สาธารณะในรูปแบบของภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

4. มีการส่งเสริมการจัดทำโครงการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการอย่างเป็นรูปธรรม

ภาพที่ 4-8: บรรยากาศการเข้าร่วมประชุม Groundwater Governance: A Global Framework for Action, Regional Consultation for Asia and the Pacific Region และการประชุมคณะทำงาน

6. ประโยชน์ที่ได้รับ

6.1 ทบ.ได้รับองค์ความรู้ด้านการบริหารจัดการน้ำบาดาลตามหลักธรรมาภิบาลและสามารถนำมาปรับใช้เพื่อประกอบการจัดทำนโยบาย

6.2 ทราบถึงความคืบหน้าในการจัดทำกฎหมายน้ำบาดาลข้ามพรมแดนเพื่อเตรียมความพร้อมในการดำเนินการจัดทำร่างกฎหมายให้สอดคล้องกับการบริหารจัดการน้ำบาดาลในประเทศไทย

7. ข้อเสนอแนะ

กรมทรัพยากรน้ำบดาลควรมีความตื่นตัวในการศึกษารายละเอียดของศักยภาพและลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาของชั้นน้ำบาดาลข้ามพรมแดน เพื่อทราบถึงข้อมูลทรัพยากรน้ำของประเทศไทยและประเทศเพื่อนบ้านเพื่อนำไปสู่การติดตามสถานการน้ำบาดาล การวางนโยบาย และกฎหมายที่สอดคล้องกับกฎหมายน้ำบาดาลข้ามพรมแดนที่จัดทำโดย UNESCO เพื่อการบริหารจัดการน้ำบาดาลที่มีประสิทธิภาพสูงสุดต่อไป

8. ผู้เขียนรายงาน

นางสาวอลิน ชินทรารักษ์ นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ

รายงานการประชุมวิชาการนานาชาติ
เรื่อง การใช้ที่ดินกับคุณภาพน้ำบาดาล : การลดผลกระทบจากภาคเกษตร
(International Interdisciplinary Conference on Land Use and Water Quality : Reducing Effects of Agriculture)
ระหว่างวันที่ 8-15 มิถุนายน 2556
ณ กรุงเฮก (Hague) ราชอาณาจักรเนเธอร์แลนด์

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

รายงานการประชุมวิชาการนานาชาติ
เรื่อง การใช้ที่ดินกับคุณภาพน้ำบาดาล : การลดผลกระทบจากภาคเกษตร
(International Interdisciplinary Conference on Land Use and Water Quality : Reducing Effects of Agriculture)
ระหว่างวันที่ 8-15 มิถุนายน 2556
ณ กรุงเฮก (Hague) ราชอาณาจักรเนเธอร์แลนด์

---

1. หลักการและเหตุผล

ปัจจุบันปัญหาการใช้ที่ดินเพื่อกิจกรรมทางการเกษตรก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้น เพื่อตอบสนองกับการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรและความต้องการยกมาตรฐานคุณภาพชีวิตให้มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น มีอาหารอุดมสมบูรณ์มากขึ้น เป็นสาเหตุของการใช้ปุ๋ยและยาฆ่าแมลงจำนวนมากจนเกิดเป็นปัญหามลพิษทางดินและน้ำตามมาตั้งแต่ในช่วงปี ค.ศ. 1950 สหภาพยุโรป (European Union, EU) จึงได้พัฒนาแผนการป้องกันทรัพยากรน้ำแห่งสหภาพยุโรป เพื่อเป็นเครื่องมือและจุดเริ่มต้นการดำเนินการด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาลโดยการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนตั้งแต่ระดับนักการเมือง นักวิทยาศาสตร์ รัฐบาล ภาคเอกชน กลุ่ม NGOs และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากทุกภาคส่วนโดยเฉพาะเกษตรกร ชาวนาและผู้จัดสรรน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค ทั้งนี้ การดำเนินการดังกล่าวจะได้ผลและเกิดประสิทธิภาพสูงสุดก็ต่อเมื่อมีการเตรียมความพร้อมของเครื่องมือในการดำเนินการ ทั้งความพร้อมด้านการศึกษา การกำกับดูแล การให้คำแนะนำ การมีกฎหมายบังคับใช้และการติดตามประเมินผล

แนวโน้มในการบริหารจัดการน้ำเชิงคุณภาพในปัจจุบัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญ 2 ประการ คือ ปัจจัยด้านการใช้ที่ดินและด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การประชุม International Interdisciplinary Conference on Land Use and Water Quality Reducing Effects of Agriculture เป็นการประชุมที่เน้นสาระทางวิชาการด้านผลกระทบของการใช้ที่ดินที่มีต่อคุณภาพน้ำผิวดินและน้ำบาดาลทั้งในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลก รวมถึงการปรับแบบแผนการใช้ที่ดินเนื่องจากผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรไม่เติบโตตามฤดูกาลเพื่อเป็นการสนับสนุนนโยบายรัฐบาลด้านการส่งเสริมการใช้น้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในปัจจุบัน จึงควรจะมีการส่งเสริมด้านวิชาการที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ประกอบการกำหนดและกำกับดูแลนโยบายในทิศทางที่ถูกต้องควบคู่กันไปด้วย โดยเฉพาะในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันและอนุรักษ์น้ำบาดาล

สำหรับความเป็นมาของการจัดประชุม International Interdisciplinary Conference on Land Use and Water Quality Reducing Effects of Agricultureการเจริญเติบโตของประชากรและความมั่งคั่งที่เพิ่มขึ้นเป็นแรงจูงใจในการเจริญเติบโตของการผลิตทางการเกษตรในทุกส่วนของโลก อุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นจากการเจริญเติบโตของการผลิตการเกษตรการเพิ่มขึ้นของมลพิษของสภาพแวดล้อมบนบกและในน้ำโดยยาฆ่าแมลง สารอาหารและแร่ธาตุ ตามที่ได้เกิดขึ้นในประเทศที่พัฒนาทั่วโลกตั้งแต่ปี 1950 จากการสำรวจล่าสุดพบว่า 90% ของประชาชนยุโรปมีการใช้สารกำจัด

ศัตรูพืชและสารอาหารที่มีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำ 84% มลพิษสารเคมีเป็นภัยคุกคามหลักต่อสิ่งแวดล้อมน้ำ (Flash Eurobarometer 344) แนวทางด้านสิ่งแวดล้อมของสหภาพยุโรป (EU) เช่น ไนเตรต Directive (ND), น้ำบาดาล Directive (GD) และ Directive ทางน้ำ (WFD) มีจุดมุ่งหมายที่จะลดผลกระทบของการเกษตร (ND) และภาคอื่น ๆ (GD, WFD) ในสิ่งแวดล้อมทางน้ำ

โดยรัฐสมาชิกอียูมีหน้าที่ที่จะทำให้มาตรการเพื่อบรรเทาและลดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม คณะกรรมาธิการยุโรปจะพัฒนาเพื่อปกป้องแหล่งน้ำของยุโรป โครงการที่กำหนดมาตรการเป็นผลจากกระบวนการทางการเมืองที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ นโยบายที่ผู้มีส่วนได้เสีย รัฐบาลใช้มาตรการเพื่อให้บรรลุเป้าหมายด้านสิ่งแวดล้อมที่กำหนดไว้ล่วงหน้าเช่นน้ำที่มีคุณภาพดี โครงการของมาตรการมีภาระผูกพันสำหรับผู้ที่เกี่ยวข้อง เช่นเกษตรกรเจ้าของพื้นที่ บริษัทผู้ผลิตน้ำประปา รัฐบาลจะประเมินและปรับให้เข้ามากำหนดมาตรการเหล่านี้อย่างต่อเนื่อง โดยทุก ๆ สี่ปีในความสัมพันธ์กับภาระหน้าที่ของอียู ไนเตรต Directive (EU, 2011) และทุก ๆ หกปีที่ผ่านมาในความสัมพันธ์กับน้ำ EU Directive (EU, 2012b)

ความสำเร็จของการดำเนินงานของมาตรการเหล่านี้ขึ้นอยู่กับจำนวนผู้ที่ได้รับการยอมรับโดยมีคำแนะนำและการศึกษา การควบคุม และการบังคับใช้แนวโน้มในคุณภาพของน้ำขึ้นอยู่กับสองปัจจัยสำคัญคือ

1. การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน
2. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

แม้ว่าการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเป็นสิ่งสำคัญและจะได้รับการพิจารณาใน LuWQ2013 ที่มุ่งเน้นหลักของ LuWQ2013 เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่มีต่อคุณภาพน้ำอย่างถูกต้องทั้งหมด รวมทั้งระดับโลกระดับชาติและระดับท้องถิ่น ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงบนที่ดินที่ใช้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่สามารถเกี่ยวข้องกับมาตรการการป้องกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบการเพาะปลูกและความเป็นไปได้ของการเปลี่ยนแปลงที่มีต่อพืชล้มลุกหลายคนในหลายประเทศในยุโรปเหนือ

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อให้ได้รับทราบแนวทางในการจัดทำนโยบายในการอนุรักษ์และฟื้นฟูคุณภาพน้ำบาดาลและน้ำผิวดินที่มีประสิทธิภาพจากทุกภาคส่วนโดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์ และเศรษฐศาสตร์

2.2 เพื่อเรียนรู้ประสบการณ์จากประเทศอื่นๆ ในการบริหารจัดการและแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำที่เกิดจากการเกษตรกรรม

2.3 เพื่อนำเสนอผลงานวิชาการ ในรูปแบบโปสเตอร์หัวข้อการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรและการลดผลกระทบจากการใช้ที่ดิน และแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นจากนักวิชาการในสาขาที่เกี่ยวข้องในเวทีสากล

3. กำหนดการและสถานที่ประชุม/ ฝึกอบรม/ศึกษาดูงาน

3.1 กำหนดการประชุมวิชาการ

10 มิถุนายน 2556	12.30 -13.30	ลงทะเบียน / ชำระค่าลงทะเบียน
	13:30 - 14:00	กล่าวเปิดการประชุม
	14:00 - 15:00	การนำเสนอผลงานวิจัยในหอประชุม
	15:00 - 15:30	ช่วงพักดื่มกาแฟ
	15:30 - 17:00	การนำเสนอผลงานวิจัยในหอประชุม
	17:30 - 19:30	กล่าวยินดีต้อนรับ
11 มิถุนายน 2556	08.00 - 08.30	ลงทะเบียน
	8:30-10:00	การนำเสนอผลงานวิจัยในหอประชุม
	10:00-10:45	นำเสนอผลงานโดยโปสเตอร์ และพักดื่มกาแฟ
	10:45-12:00	การประชุมคู่ขนานในสามห้องบรรยาย
	12:00-13:30	อาหารกลางวัน
	13:30-15:00	การประชุมคู่ขนานในสามห้องบรรยาย
	15:00-15:30	ช่วงพักดื่มกาแฟ
	15:30-17:00	การนำเสนอผลงานวิจัยในหอประชุม
12 มิถุนายน 2556	08.00 - 08.30	ลงทะเบียน
	8:30-10:00	การนำเสนอผลงานวิจัยในหอประชุม
	10:00-10:30	ช่วงพักดื่มกาแฟ
	10:30-00:00	การประชุมคู่ขนานในสามห้องบรรยาย
	12:00-13:30	อาหารกลางวัน
	13:30-15:00	การประชุมคู่ขนานในสามห้องบรรยาย
	15:00-15:30	ช่วงพักดื่มกาแฟ
	15:30-17:00	การนำเสนอผลงานวิจัยในหอประชุม
	17:00-18:30	นำเสนอผลงานโดยโปสเตอร์ และพักดื่มกาแฟ
13 มิถุนายน 2556	08.00 - 08.30	ลงทะเบียน

	8:30-10:00	การนำเสนอผลงานวิจัยในหอประชุม
	10:00-10:30	ช่วงพักดื่มกาแฟ
	10:30-00:30	การประชุมคู่ขนานในสามห้องบรรยาย
	12:00-13:30	อาหารกลางวัน
	13:30-15:00	การนำเสนอผลงานวิจัยในหอประชุม
	15:00-15:30	ปิดการประชุม

3.2 หัวข้อบรรยาย ของการประชุมครั้งนี้

A. ด้านความรู้ที่เพิ่มขึ้นของระบบ: การวิจัยเพื่อเพิ่มความเข้าใจในการสร้างแบบจำลองและการปรับปรุงของน้ำ (ภูมิศาสตร์) ธรณีเคมีและชีวเคมี

B. ด้านผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความแปรปรวนสภาพอากาศ: การประเมินผลกระทบต่อน้ำบาดาลและน้ำผิวดินที่มีคุณภาพและความแตกต่างจากผลกระทบของพฤติกรรมมนุษย์

C. ด้านการประเมินผลของนโยบายแห่งชาติ: การประเมินผลกระทบของมาตรการที่มีต่อคุณภาพน้ำในระดับภูมิภาคและระดับชาติ

D. ด้านการวิจัยและการแปลความหมายของข้อมูล: การวิจัย การตรวจสอบ และการสร้างแบบจำลอง ที่มีผลกระทบจากการทำเกษตรกรรมและการเปลี่ยนแปลงในการใช้ที่ดิน

E. ด้านการจัดการพื้นที่ป้องกัน: การใช้การตรวจสอบและการสร้างแบบจำลองการปรับปรุงคุณภาพน้ำดื่มในพื้นที่ให้บริการน้ำประปาและ ที่อยู่อาศัยและขยายพันธุ์การป้องกันพื้นที่

F. ด้านการตัดสินใจและการดำเนินการของนโยบาย: บทบาทของนโยบายที่ผู้มีส่วนได้เสียการตัดสินใจ สิ่งจูงใจทางสังคม เศรษฐกิจ และข้อจำกัดในการดำเนินงาน

สำหรับด้านผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความแปรปรวนสภาพอากาศ จากการประเมินผลกระทบต่อน้ำบาดาลและน้ำผิวดินที่มีคุณภาพและความแตกต่างจากผลกระทบของพฤติกรรมมนุษย์ ซึ่งจากความแปรปรวนแต่ละปีของสภาพอากาศทางกายภาพ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการปรับปรุงคุณภาพน้ำในขณะที่การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอาจทำให้เกิดปัญหาหรือสร้างความเข้มแข็งในการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ประสบความสำเร็จเนื่องจากมาตรการ ผลกระทบเหล่านี้สามารถนำไปสู่ข้อสรุปที่ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับประสิทธิภาพของมาตรการ และความรู้ถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีต่อคุณภาพน้ำเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการคาดการณ์โดยทางวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ ในการนี้ ได้จำแนกหัวข้อบรรยายดังนี้

B.1 การประเมินการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศผลกระทบต่อน้ำบาดาลและพื้นผิว

B.2 การประเมินการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงในการเจริญเติบโตของพืชและอินทรียวัตถุ (วัฏจักรคาร์บอน)

B.3 ความแตกต่างระหว่างมนุษย์และสภาพภูมิอากาศที่แปรปรวนเปลี่ยนแปลง / อากาศเมื่อวิเคราะห์แนวโน้มของคุณภาพน้ำ (โดยเน้นเป็นวิธีการระบุผลกระทบของมนุษย์)

3.2 สถานที่ประชุมวิชาการ
สถานที่สำหรับการประชุมคือ Bel Air Hotel กรุงเฮก (Hague) ราชอาณาจักรเนเธอร์แลนด์ Bel Air Hotel ตั้งอยู่ที่ Johan de Wittlaan 30, 2517 JR Den Haag, Netherlands

4. รายชื่อผู้ร่วมเดินทางประชุม

4.1 คณะร่วมเดินทางประชุมวิชาการต่างประเทศ รวม 4 ราย ประกอบด้วย

รายที่	รายชื่อ- สกุล	ตำแหน่ง
1	นายไพศาล ลักขณานุรักษ์	ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านนโยบายและแผน
2	นายบุญสี เหล็กศรี	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ
3	นายสุทธิพล เอี่ยมประเสริฐกุล	วิศวกรชำนาญการ
4	นายสิทธิศักดิ์ บางแก้ว	นักธรณีวิทยาชำนาญการ

4.2 ค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปราชการต่างประเทศ

ค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปราชการต่างประเทศ ณ กรุงเฮก (Hague) ราชอาณาจักรเนเธอร์แลนด์ ระหว่างวันที่ 8-15 มิถุนายน 2556 (รวมวันเดินทาง) จำนวน 4 ราย เป็นเงินจำนวน 795,564.15 บาท (เจ็ดแสนเก้าหมื่นห้าพันห้าร้อยหกสิบสี่บาทสิบห้าสตางค์) โดยเบิกจ่ายจากเงินนอกงบประมาณ กองทุนพัฒนาน้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

5. รายละเอียดการประชุม/ ฝึกอบรม/ศึกษาดูงาน

สถานที่จัดประชุมวิชาการนานาชาติ Bel Air Hotel กรุงเฮก (Hague) ราชอาณาจักรเนเธอร์แลนด์

ภาพถ่ายบริเวณลงทะเบียนประชุมวิชาการนานาชาติ

ชมการนำเสนอผลงานการศึกษาวิจัยโดยโปสเตอร์

6. ประโยชน์ที่ได้รับ

6.1 ได้รับการพัฒนาทักษะด้านการบริหารจัดการน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรและการป้องกันผลกระทบที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมทางการเกษตรที่มีผลกระทบต่อน้ำบาดาล

6.2 ได้รับข้อมูลกรณีศึกษารูปแบบการบริหารจัดการที่ดินและน้ำในเชิงพัฒนาและอนุรักษ์จากประเทศอื่นๆ

6.3 ได้สร้างเครือข่ายทางวิชาการน้ำบาดาลในระดับสากลเพิ่มมากขึ้น

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 จากผลการศึกษา วิจัย การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่มุ่งเน้นผลิตผลทางการเกษตรกรรมโดยอาศัยปุ๋ยเคมีจะมีผลต่อคุณภาพน้ำผิวดินและน้ำบาดาลอย่างมากรวมถึงสภาพอากาศ จำเป็นต้องให้ความสำคัญต่อกระบวนการมีส่วนร่วมของเกษตรกรให้มีความรู้ ความเข้าใจ ที่มาของปัญหาและการลดใช้สารเคมี โดยเน้นใช้ปุ๋ยชีวภาพที่สามารถแก้ปัญหาสภาพแวดล้อม ลดค่าใช้จ่ายการผลิตและลดความเสี่ยงต่อสุขภาพอนามัย

7.2 การเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลเพื่อการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาล ต้องกำหนดรอบความถี่การตรวจวิเคราะห์ผลจำเป็นต้องแจ้งผู้ใช้น้ำทราบ

7.3 สารพิษที่ปนเปื้อนลงสู่ชั้นน้ำบาดาลต้องมีแผนและแนวทางฟื้นฟูที่ชัดเจน

8. ผู้จัดทำรายงาน

คณะจัดทำรายงานประกอบด้วย

รายที่	รายชื่อ- สกุล	ตำแหน่ง
1	นายไพศาล ลักขณานุรักษ์	ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านนโยบายและแผน
2	นายบุญสี เหล็กศรี	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ
3	นายสุทธิพล เอี่ยมประเสริฐกุล	วิศวกรชำนาญการ
4	นายสิทธิศักดิ์ บางแก้ว	นักธรณีวิทยาชำนาญการ

รายงานฝึกอบรม

หลักสูตรการพัฒนาทักษะการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการระดับมืออาชีพ รอบที่ 11 (Australian Leadership Award-Fellowships Application for ALAF Round 11)

ระหว่างวันที่ 13 พฤศจิกายน - 11 ธันวาคม 2555

ณ เมืองแอดิเลด รัฐเซาท์ออสเตรเลีย เมืองเมลเบิร์น รัฐวิกตอเรีย และเมืองซิดนีย์ รัฐนิวเซาท์เวลล์ เครือรัฐออสเตรเลีย

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

รายงานฝึกอบรม
เรื่อง การพัฒนาทักษะการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการระดับมืออาชีพ รอบที่ 11
(Australian Leadership Award-Fellowships Application for ALAF Round 11)
ณ เมืองแอดิเลด รัฐเซาท์ออสเตรเลีย เมืองเมลเบิร์น รัฐวิกตอเรีย
และเมืองซิดนีย์ รัฐนิวเซาท์เวลล์ เครือรัฐออสเตรเลีย

---

1. หลักการและเหตุผล

เครือรัฐออสเตรเลีย เป็นประเทศที่มีประสบการณ์ด้านการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการจนเป็นที่ยอมรับในระดับสากล เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นทะเลทราย มีปริมาณน้ำจืดที่จำกัด จึงได้พัฒนาศาสตร์ด้านการบริหารจัดการน้ำเพื่อสามารถนำน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดมาใช้เพื่อประโยชน์สูงสุดต่อประชาชนและรับมือกับการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่กำลังเผชิญอยู่ ณ ปัจจุบันโดยเทคโนโลยีและหลักวิชาการที่มีชื่อเสียงได้แก่ การบริหารจัดการน้ำบาดาลร่วมกับน้ำผิวดิน การอนุรักษ์น้ำโดยการใช้น้ำตามหลัก 3 R (Recycle, Reuse, Reduce) การสร้างจิตสำนึกในการใช้น้ำให้กับประชาชน รวมถึงการใช้กฎหมายน้ำเป็นเครื่องมือในการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ

การส่งบุคลากร ทบ. เข้าร่วมฝึกอบรมเพื่อพัฒนาทักษะการบริหาร จัดการน้ำตามหลักสูตร จึงเป็นโอกาสที่เจ้าหน้าที่ ทบ. จะได้แลกเปลี่ยนความรู้และศึกษาแนวทางในการบริหารจัดการน้ำของประเทศที่ประสบความสำเร็จจนเป็นที่ยอมรับในระดับนานาชาติ และสร้างเครือข่ายทางวิชาการเพื่อประโยชน์ด้านความร่วมมือในอนาคต

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อพัฒนาทักษะการบริหารจัดทรัพยากรน้ำแบบบูรณาการจากประเทศที่มีประสบการณ์มายาวนานจนเป็นที่ยอมรับในระดับสากล

2.2 สร้างเครือข่ายประเทศสมาชิกภูมิภาคลุ่มน้ำโขง เพื่อประโยชน์ในการแลกเปลี่ยนความรู้ทางวิชาการกับ ทบ. ในอนาคต

2.3 ทรัพยากรน้ำบาดาลของไทย มีองค์ความรู้ด้านการบริหารจัดการแบบมืออาชีพมากขึ้น

3. กำหนดการและสถานที่ฝึกอบรม

Date	Topic/action	Venue
15-Nov-12	Arrived Adelaide Administration Meet colleagues and ICE WaRM staff Welcome Dinner	Adelaide Airport ICE WaRM Board Room Jasmin Indian Restaurant
16-Nov-12	Workshop program Cross-cultural exchange Articulate personal and professional needs	Sebel Playford Adelaide
17-Nov-12	General orientation of the city and visit to Central Market FREE TIME – OWN ACTIVITIES	Adelaide
18-Nov-12	Getting to know Adelaide Cleland National Park and Hahndorf village	Adelaide
19-Nov-12	Basic understanding of groundwater management	Mercure Grosvenor Hotel
20-Nov-12	Policy and Governance	Mercure Grosvenor Hotel
21-Nov-12	Student learning and Facilitation	Mercure Grosvenor Hotel
22-Nov-12	Integrated Catchment Management Field trip - Wetlands	Hotel Grand Chancellor Hindley Greenfields Wetland Parafield Airport
23-Nov-12	Integrated Catchment Management Field trip - Water quality	Hotel Grand Chancellor Hindley
24-Nov-12	FREE TIME – OWN ACTIVITIES	
25-Nov-12	FREE TIME – OWN ACTIVITIES	
26-Nov-12	Climate Change and Adaptation	Rockford Adelaide Imperial
27-Nov-12	Climate Change and Adaptation	Rockford Adelaide Imperial
28-Nov-12	Field trip - Storage strom water Arrived Melbourne	 Melbourne Airport
29-Nov-12	Capacity Building	Mantra Southbank
30-Nov-12	Field trip	Royal Botanic Garden
1-Dec-12	FREE TIME – OWN ACTIVITIES	
2-Dec-12	FREE TIME – OWN ACTIVITIES	
3-Dec-12	AAEE Conference	Swinburne University
4-Dec-12	AAEE Conference	Swinburne University
5-Dec-12	AAEE Conference	Swinburne University
6-Dec-12	Arrived Sydney Sharing water	Sydney Airport Site visite
7-Dec-12	Final wrap up workshop	Novotel Rockford Darling Harbor
8-Dec-12	FREE TIME – OWN ACTIVITIES	
9-Dec-12	Arrived Bangkok	Suvanabhumi Airport

4. รายชื่อผู้เข้าร่วมฝึกอบรม

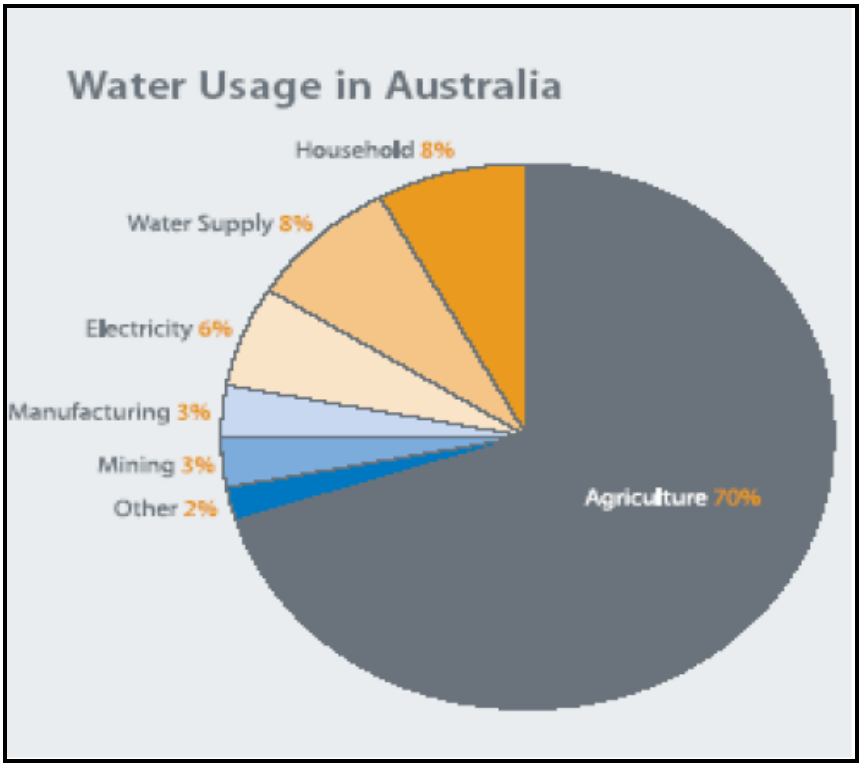
4.1 นายพัฒนวิทย์ จิตพิทักษ์ นักธรณีวิทยาชำนาญการ
สำนักทรัพยากรน้ำบาดาลเขต 5 นครราชสีมา

4.2 นางสาวทิพย์วิมล ชุมภูกาวิน นักธรณีวิทยาชำนาญการ
สำนักอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล

5. รายละเอียดการฝึกอบรม

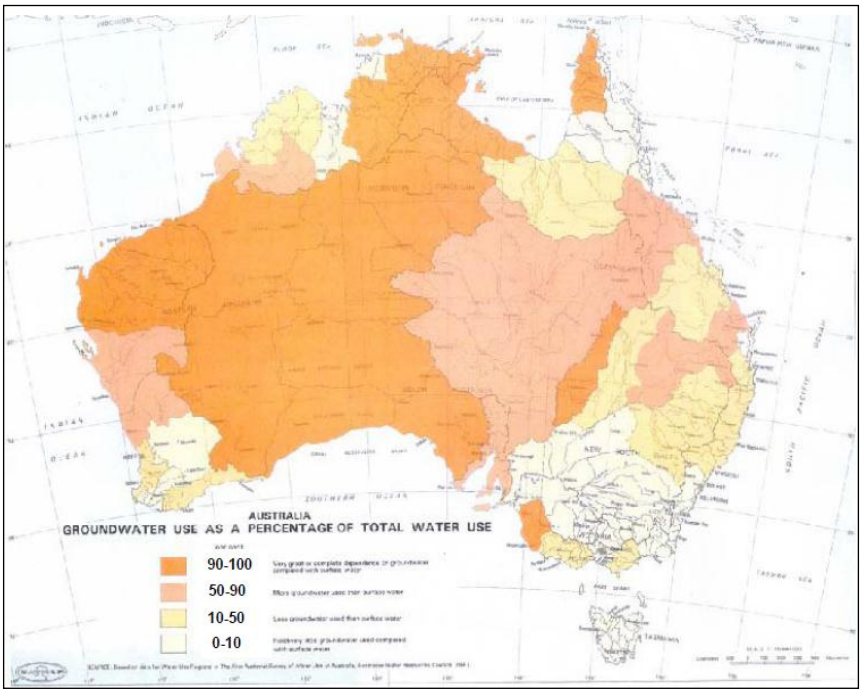
5.1 <u>ความรู้พื้นฐานเรื่องน้ำบาดาล (ประเทศออสเตรเลีย)</u>

ประเทศออสเตรเลียมีการใช้น้ำเพื่อกิจกรรมต่างๆ มากมาย มีการใช้น้ำเพื่อการเกษตรถึงร้อยละ 70 ใช้ในครัวเรือน และระบบประปา รวมกันร้อยละ 16 ที่เหลืออีกร้อยละ 14 ใช้ในการทำไฟฟ้า โรงงาน การทำเหมือง และอื่นๆ (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 การใช้น้ำในประเทศออสเตรเลีย

น้ำบาดาลเป็นแหล่งน้ำสำคัญที่ถูกนำขึ้นมาใช้ในกิจกรรมต่างๆ ร่วมกับน้ำผิวดิน ปริมาณการใช้น้ำบาดาลในประเทศออสเตรเลียแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ และสภาพแหล่งน้ำ โดยพบว่ามีการใช้น้ำบาดาลมากบริเวณตอนกลาง เหนือ และทางตะวันตกของประเทศ (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 การใช้น้ำบาดาลในประเทศออสเตรเลีย

5.1.1 อุทกธรณีวิทยา

ชั้นหินอุ้มน้ำมีทั้งที่เป็นตะกอนและหินแข็ง จำแนกได้ดังนี้

ชั้นหินอุ้มน้ำ	ชนิดหิน	สภาพแวดล้อมการเกิด	อายุ
หินร่วน	ดินเหนียว ทรายแป้ง ทราย กรวด	ลม ทางน้ำ ทะเล ทะเลสาบ	ปลายยุคเทอร์เชียรี่ ถึง ควอเทอร์นารี่
หินแข็ง	หินทราย หินทรายแป้ง หินดินดาน หินปูน หินโดโลไมต์	แอ่งสะสมตะกอน	ยุคแคมเบียน ถึง เทอร์เชียรรี่
หินที่มีรอยแตก	หินชีสต์ หินไนส์ หินแกรนิต และหินภูเขาไฟ	ภูเขาไฟ การแทรกดันใต้ผิวโลก	พรีแคมเบียน, พาลีโอโซอิก

ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนร่วน (Unconsolidated aquifers)

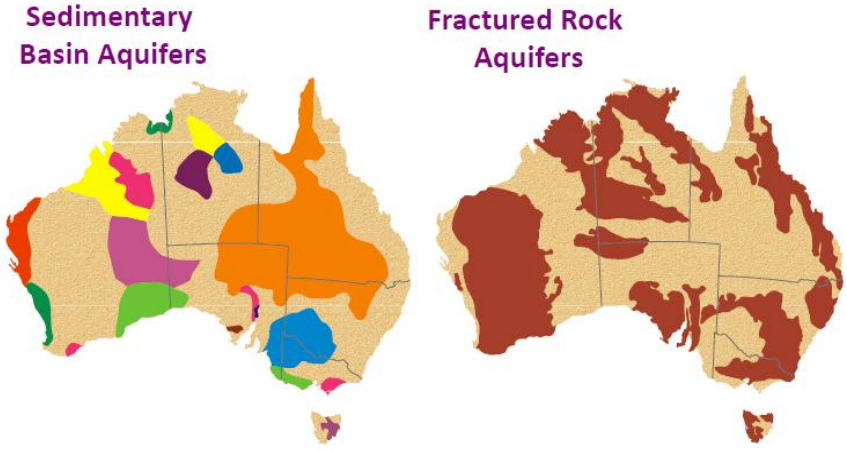
ครอบคลุมพื้นที่ประมาณร้อยละ 20 ของประเทศออสเตรเลีย ความลึกของชั้นน้ำโดยทั่วไปน้อยกว่า 150 เมตร จำนวนบ่อน้ำบาดาลน้อยกว่า 250,000 บ่อ เป็นแหล่งน้ำที่มีศักยภาพสูง ใช้เพื่อการเกษตรกรรม น้ำประปาเพื่อใช้ในเมืองใหญ่ ทำเหมือง และ ใช้ในครัวเรือน

ชั้นหินอุ้มน้ำหินตะกอน (Sedimentary porous rock aquifers)

ครอบคลุมพื้นที่ 60 % ของส่วนที่เป็นแผ่นดินหลักของประเทศออสเตรเลีย (รูปที่ 3) โดยทั่วไปมีปริมาณการกักเก็บสูง สามารถเจาะได้น้ำปริมาณมาก โดยเฉพาะในพื้นที่ที่เจาะแล้วได้น้ำพุ เป็นแหล่งน้ำหลักสำหรับใช้เพื่อทำน้ำประปาใช้ในเมืองใหญ่ ทำเหมือง และ ใช้ในครัวเรือน

ชั้นหินอุ้มน้ำหินที่มีรอยแตก (Fracture rock aquifers)

ครอบคลุมพื้นที่ 40 % ของส่วนที่เป็นแผ่นดินหลักของประเทศออสเตรเลีย (รูปที่ 3) คุณภาพน้ำดี ในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนสูง มีบ่อน้ำบาดาลที่เจาะ ร้อยละ 33 ของบ่อน้ำบาดาลทั้งหมดในออสเตรเลีย เป็นแหล่งน้ำหลักสำหรับเกษตรกรรม น้ำประปาเพื่อใช้ในเมืองใหญ่ และน้ำใช้ในครัวเรือน



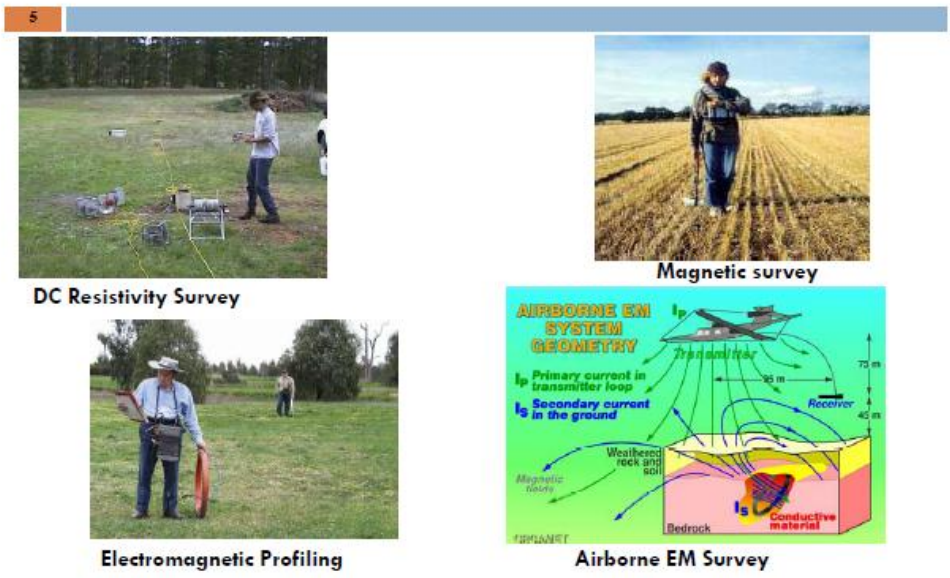
รูปที่ 3 การกระจายตัวของชั้นหินอุ้มน้ำหินตะกอน และชั้นหินอุ้มน้ำหินแข็งที่มีรอยแตก

5.1.2 การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์

การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ จะอาศัยความแตกต่างของคุณสมบัติทางกายภาพของหิน และแร่ประกอบหินเป็นสำคัญ และนำข้อมูลที่ได้มาแปลความหมายถึงคุณสมบัติและสภาพทางธรณีของชั้นดินชั้นหินในบริเวณที่ทำการสำรวจ สำหรับวิธีการสำรวจที่อาศัยคุณสมบัติทางกายภาพที่สำคัญและเป็นพื้นฐานของการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ มีดังนี้ (รูปที่ 4)

- การสำรวจคลื่นไหวสะเทือน (seismic survey)
- การสำรวจแรงโน้มถ่วงโลก (gravitational survey)
- การสำรวจสนามแม่เหล็ก (magnetic survey)

- การสำรวจค่าแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic survey)
- การสำรวจค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ (resistivity survey)



รูปที่ 4 วิธีการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์

5.1.3 การก่อสร้างบ่อน้ำบาดาล

การเจาะน้ำบาดาลทำได้หลายวิธีแต่ละวิธีก็มีข้อดีและข้อเสียของมันเอง ดังนั้นจึงต้องมีความเข้าใจในการเจาะแต่ละวิธี เพื่อเลือกวิธีการเจาะที่เหมาะสมกับลักษณะและสภาพธรณีวิทยา ความลึกของน้ำบาดาล ปริมาณน้ำที่ต้องการ ตลอดจนปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้อง การเจาะบ่อลึกแยกได้เป็น 2 วิธี คือ การเจาะแบบกระแทก (percussion drill) และการเจาะแบบหมุน (rotary drill)

หลังจากทำการเจาะบ่อแล้วจำเป็นต้องมีการปรับปรุงบ่อ โดยการลงท่อกรุ ท่อกรอง (casing and screen placement) และ การกรุกรวด (gravel packing) และทำการพัฒนาบ่อเพื่อช่วยให้บ่อนั้นมีประสิทธิภาพในการจ่ายน้ำได้สูงสุด การพัฒนาบ่อทำได้หลายวิธีได้แก่ การชักลูกสูบ (surging) การเป่าไล่ด้วยลม (airlifting) และ การเป่าฉีดด้วยน้ำ (jetting) หลังจากทำการปรับปรุงและพัฒนาบ่อแล้ว ต้องทำการทดสอบบ่อ (well testing) เพื่อตรวจสอบปริมาณการจ่ายน้ำ และหาขนาดและชนิดของเครื่องสูบที่เหมาะสมสำหรับบ่อน้ำบาดาล

5.1.3 การสังเกตการณ์น้ำบาดาล

การสังเกตการณ์น้ำบาดาลโดยทั่วไปจะอาศัยบ่อสังเกตการณ์น้ำบาดาล (รูปที่ 5) ซึ่งจะทำการเจาะ และแยกแต่ละชั้นน้ำ โดยจะทำการติดตามสังเกตการณ์น้ำบาดาลดังนี้

- ระดับน้ำบาดาล เพื่อติดตามระดับน้ำ ทิศทางการไหล
- คุณภาพน้ำ โดยเก็บตัวอย่างน้ำบาดาล เพื่อติดตามคุณภาพน้ำทั้งทางเคมีและชีวภาพ
- อัตรา/ปริมาตรการนำน้ำขึ้นมาใช้ โดยอาศัยเครื่องมือการวัดอัตราการไหลของน้ำ เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำและประสิทธิภาพของชั้นน้ำ

รูปที่ 5 บ่อสังเกตการณ์น้ำบาดาล

5.2 นโยบายและการกำกับดูแลด้านน้ำ

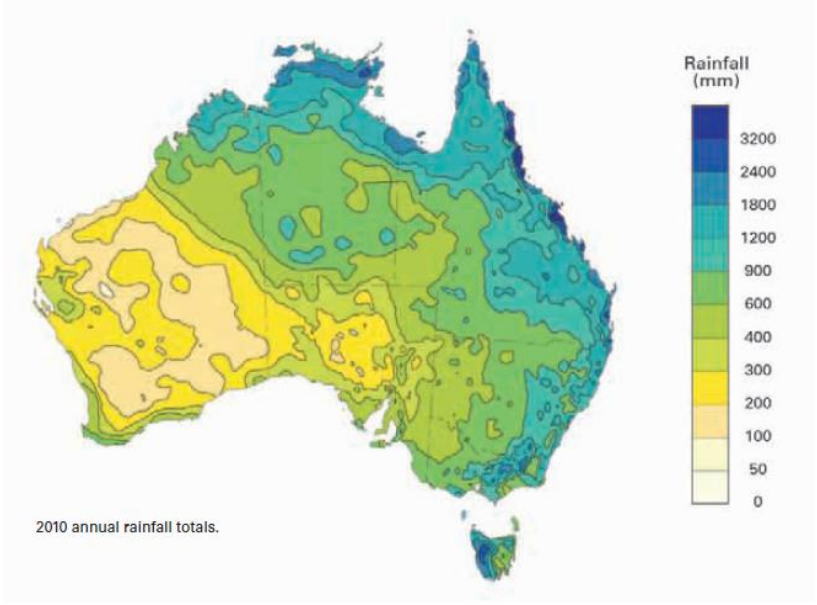
5.2.1 นโยบายด้านน้ำระหว่างประเทศ

น้ำเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับสิ่งมีชีวิตทุกสังคม และเป็นต้นเหตุสำคัญที่มีแนวโน้มว่าจะนำไปสู่ความขัดแย้งในพื้นที่ที่มีการใช้แหล่งน้ำร่วมกัน ทั้งระหว่างชุมชน รัฐ และประเทศ พื้นที่ต้นน้ำสามารถที่จะกำหนดและควบคุมปริมาณน้ำที่จะไหลไปสู่พื้นที่ปลายน้ำ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีนโยบายและการกำกับดูแลเพื่อลดความขัดแย้งที่เกิดขึ้น ถึงแม้ว่าจะยังไม่มีแบบอย่างการจัดการที่ถูกต้องที่สุด แต่ก็มีตัวอย่างมากมายให้ศึกษาและเรียนรู้ เช่นกรณีศึกษา แม่น้ำ Colorado แม่น้ำ Delaware ประเทศสหรัฐอเมริกา และ แม่น้ำ Skjern ประเทศเดนมาร์ก

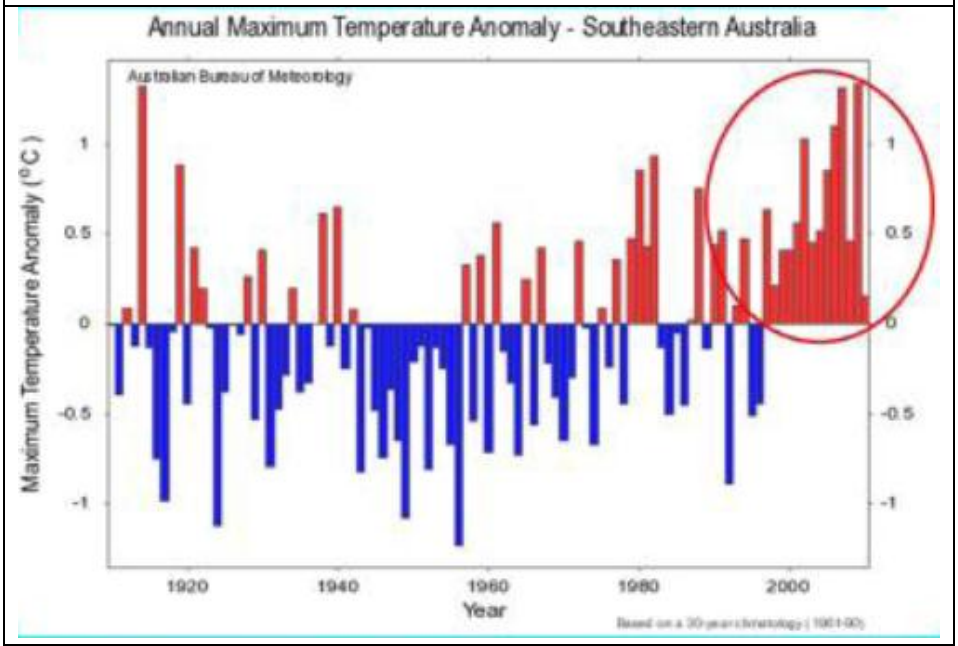
5.2.3 การกำกับดูแลด้านน้ำของประเทศออสเตรเลีย

การจัดการด้านน้ำของประเทศออสเตรเลียอย่างจริงจังเกิดขึ้นจากการที่การกระจายตัวของประชากรและทรัพยากรน้ำไม่สอดคล้องกัน กล่าวคือ พื้นที่ที่ประชากรอาศัยอยู่มากแต่กลับมีทรัพยากรแหล่งน้ำกระจายตัวอยู่น้อย โดยประชากรส่วนใหญ่จะอาศัย อยู่บริเวณภาคตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศ ในรัฐ New South Wales รัฐ Victoria และทางตะวันออกเฉียงใต้ของรัฐ Queensland ในขณะที่ฝนส่วนใหญ่จะตกบริเวณชายฝั่งทะเล และทางตอนเหนือของประเทศออสเตรเลีย (รูปที่ 6) นอกจากนี้ จากข้อมูลมากกว่า 30 ปีที่ผ่านมาพบว่าปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ทางตะวันตกเฉียงใต้ของออสเตรเลียมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่การใช้น้ำและการทำการเกษตรมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงครึ่งศตวรรษ 1950 - 2000 และยังพบอีกว่าทั่วทั้ง

ประเทศมีอุณหภูมิสูงขึ้น และเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจนตั้งแต่ปี 1970 จนถึงปลายปี 1990 (รูปที่ 7) ซึ่งทำให้ปริมาณการคายระเหยในพื้นที่สูงขึ้นด้วย



รูปที่ 6 ปริมาณฝนรายปี



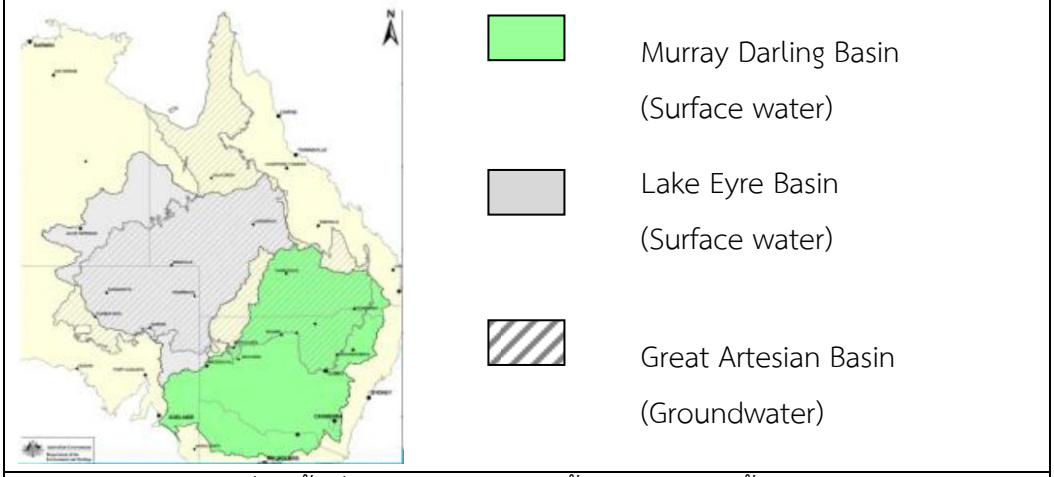
รูปที่ 7 อุณหภูมิสูงสุดรายปีบริเวณภาคตะวันออกเฉียงใต้ของออสเตรเลีย

ในด้านของเขื่อนเก็บน้ำ ประเทศออสเตรเลียมีความจุในการกักเก็บน้ำของเขื่อนทั้งหมดมากกว่า 80,000 ล้านล้านลิตร แต่ในช่วง ปี 2000 – 2012 ซึ่งเป็นช่วงที่เกิดภัยแล้งรุนแรง และมีการจัดสรรน้ำไปใช้เป็นจำนวนมาก ทำให้ปริมาณน้ำที่กักเก็บไว้ลดลงเรื่อยๆ นอกจากนี้การกระจายตัวของเขื่อนก็ไม่สอดคล้องกับความต้องการของประชาชน อย่างเช่น ที่รัฐ Tasmania มี

เขื่อนขนาดใหญ่ตั้งอยู่ทางด้านตะวันตกของรัฐ ในขณะที่ประชาชนส่วนใหญ่อาศัยอยู่ทางด้านตะวันออก

กรณีศึกษา : การกำกับดูแลด้านน้ำ ในลุ่มน้ำ Murray-Darling

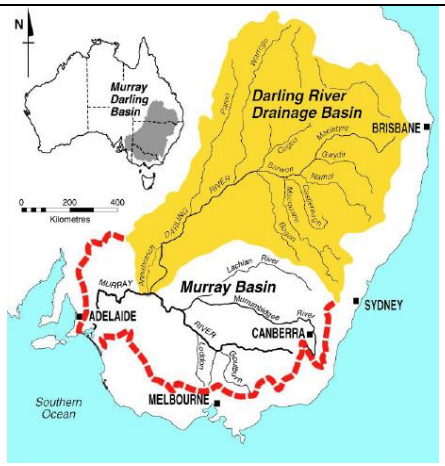
แหล่งน้ำที่มีความสัมพันธ์ระหว่างรัฐ เช่นเป็นเขตแดนระหว่างรัฐ มีความสำคัญอย่างมากในการที่จะกำกับดูแลและการจัดการน้ำอย่างยั่งยืน สำหรับในพื้นที่ทางตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศออสเตรเลียมีลุ่มน้ำหลักที่สำคัญคือลุ่มน้ำ Murray-Darling ซึ่งมีพื้นที่ซ้อนทับกับ แอ่ง Great Artesian ซึ่งเป็นแอ่งน้ำบาดาล และมีขอบเขตติดกับแอ่ง Lake Eyre ซึ่งเป็นแอ่งน้ำผิวดิน (รูปที่ 8)



รูปที่ 8 พื้นที่ซ้อนทับกันของแอ่งน้ำผิวดินกับแอ่งน้ำบาดาล

\

ลุ่มน้ำ Murray Darling (รูปที่ 9) ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 20 ของประเทศออสเตรเลีย มีพื้นที่ประมาณ 1,000,000 ตารางกิโลเมตร โดยมีทางน้ำหลักอยู่ 2 สายคือ แม่น้ำ Murray มีความยาว 2,530 กิโลเมตร เป็นแนวแบ่งเขตระหว่างรัฐ New South Wales กับรัฐ Victoria และ แม่น้ำ Darling มีความยาว 2,740 กิโลเมตร มีต้นกำเนิดในรัฐ Queensland แต่ลำน้ำส่วนใหญ่ไหลผ่านรัฐ New South Wales



รูปที่ 9 ลุ่มน้ำ Murray Darling

ตามบทบัญญัติในรัฐธรรมนูญ แต่ละรัฐมีอำนาจในการบริหารจัดการน้ำภายในรัฐ ซึ่งการแต่ละรัฐมีการบริหารจัดการน้ำแยกออกจากกัน และไม่สอดคล้องกัน ทำให้การบริหารจัดการในพื้นที่รับน้ำทั้งหมดทำได้ยากมาก ดังนั้นจึงมีการทำข้อตกลงทางกฎหมายกันขึ้น เช่น ข้อตกลงด้านน้ำของแม่น้ำ Murray และ ข้อตกลงร่วมกันใน ลุ่มน้ำ Murray Darling เพื่อให้ทุกคนปฏิบัติตามข้อตกลงในการจัดสรร และแบ่งปันน้ำ ประเทศออสเตรเลียได้ริเริ่ม แผนงานด้านน้ำแห่งชาติ (National Water Initiative; NWI) ขึ้นในปี 1994 โดย

ได้กำหนดกรอบการทำงานสำหรับการบริหารจัดการน้ำอย่างยั่งยืน มีการวางแผนการจัดการทรัพยากรน้ำ ทั้งน้ำผิวดิน และน้ำบาดาล สำหรับการใช้ในเมืองและชนบทให้เหมาะสมกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยมีผลบังคับใช้เมื่อปี 2004 และ มีการออกพระราชบัญญัติน้ำ ในปี 2007

ปัญหาในการบริหารจัดการน้ำของประเทศออสเตรเลียในปัจจุบัน

- การนำน้ำขึ้นมาใช้มากเกินไป
- ผลกระทบจากความแห้งแล้งในพื้นที่ตะวันออกเฉียงใต้ของออสเตรเลีย
- ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าไปกักเก็บในแอ่ง Murray-Darling มีปริมาณลดลง
- ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ
- ผลกระทบจากน้ำท่วม
- การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำที่มี และข้อกำหนดในการดำเนินงาน
- ปัญหาความเค็มของดินและน้ำจากการเกษตร
- ปัญหาดินเป็นกรด
- การประเมินค่าใช้จ่ายด้านสิ่งแวดล้อมและด้านสังคม
- ต้องการความร่วมมือที่มีประสิทธิภาพของผู้มีส่วนได้เสีย

5.2.4 กิจกรรม / อภิปราย การบริหารจัดการน้ำของแต่ละประเทศ

1. ปัจจัยที่ทำให้การจัดการน้ำของประเทศไทยประสบความสำเร็จ ได้แก่

- การเจรจาต่อรองการใช้น้ำร่วมกันระหว่างพื้นที่ต้นน้ำและปลายน้ำ

- การยอมรับกฎระเบียบ ข้อบังคับ และการควบคุม ด้านน้ำ

- พัฒนาความรู้และการตระหนักถึงการประหยัดน้ำ และการอนุรักษ์น้ำ

2. ปัจจัยที่ทำให้การจัดการน้ำของประเทศไทยประสบความล้มเหลว ได้แก่

- ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

- ขาดความร่วมมือและประสานงานระหว่างหน่วยงาน

- การเลือกปฏิบัติ ในมาตรฐานการควบคุมน้ำ

3. การกำหนดความสำคัญ 5 ด้าน ในการบริหารจัดการน้ำอย่างยั่งยืน (เทคนิค สภาพแวดล้อม เศรษฐกิจ หน่วยงาน และสังคม) สำหรับในประเทศไทยได้แบ่งการบริหารจัดการน้ำออกเป็น 3 ช่วง คือ ในอดีต ในปัจจุบัน และในอนาคต ดังนี้

- อดีต ให้ความสำคัญในด้านเทคนิค เพื่อการแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำ โดยเน้นในด้านปริมาณและคุณภาพของน้ำ

- ปัจจุบัน ให้ความสำคัญทั้ง 5 ด้าน ในการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการ

- อนาคต ให้ความสำคัญในด้านสังคม เพื่อให้ประชาชนมีคุณภาพชีวิตที่ดี

4. วิธีการแก้ไขปัญหาระหว่างพื้นที่ต้นน้ำกับปลายน้ำ

- การสร้างเครือข่ายระหว่างพื้นที่ต้นน้ำกับพื้นที่ปลายน้ำ

- การกระทำของพื้นที่ต้นน้ำส่งผลกระทบกับพื้นที่ปลายน้ำทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ ดังนั้นพื้นที่ต้นน้ำจะต้องหลีกเลี่ยงการกระทำที่จะก่อให้เกิดอันตรายแก่พื้นที่ปลายน้ำ

- ระบุกลุ่มของผู้ใช้น้ำและใช้หลักการจัดสรรน้ำอย่างเป็นธรรมและเหมาะสมให้กับผู้ใช้น้ำแต่ละกลุ่ม

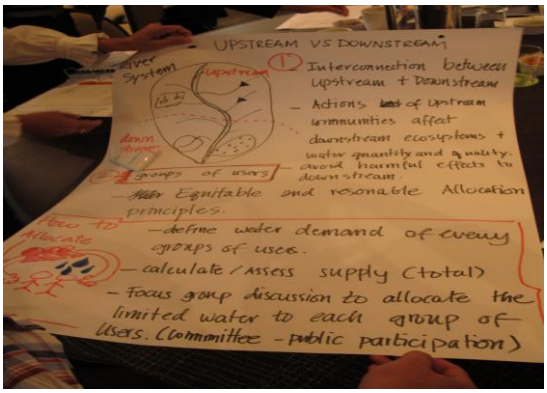
5. วิธีการจัดสรรน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดให้กับผู้ใช้น้ำแต่ละกลุ่ม

- กำหนดความต้องการน้ำของกลุ่มผู้ใช้น้ำทุกกลุ่ม

- คำนวณ และ ประเมินปริมาณน้ำทั้งหมด

- จัดสรรน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดให้ผู้ใช้น้ำแต่ละกลุ่ม

- ต้องผ่านมติของคณะกรรมการ และการมีส่วนร่วมของประชาชน ชุมชน / เกษตรกร 2) โรงเรียน / มหาวิทยาลัย และ 3) หน่วยงานราชการ / บริษัทเอกชน

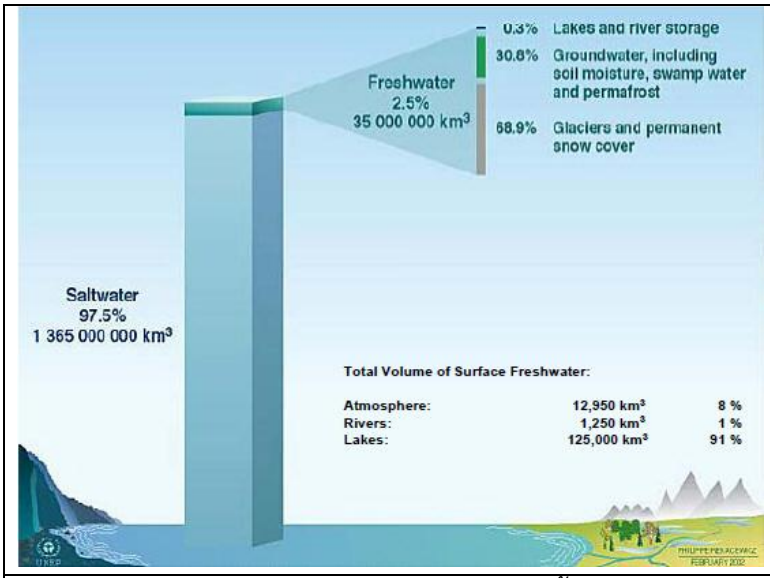


รูปที่ 10 กิจกรรม / อภิปราย การบริหารจัดการน้ำของแต่ละประเทศ

5.3 การสร้างกระบวนการเรียนรู้

แนะแนวการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัยเซาท์ออสเตรเลีย (University of South Australia) และสอนเทคนิคการแบ่งปันความรู้ ให้กับคนอื่นๆ โดยเน้นในเรื่อง สื่อการสอนรูปแบบใหม่และแนวทางการถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้อื่น โดยมีการจัดกลุ่มระดมความคิดเห็น เพื่อหาแนวทาง และวิธีการ ในการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านน้ำให้กับบุคคลทั่วไป 3 กลุ่ม คือ 1)

รูปที่ 11 กิจกรรม แนวทางการสอนรูปแบบใหม่

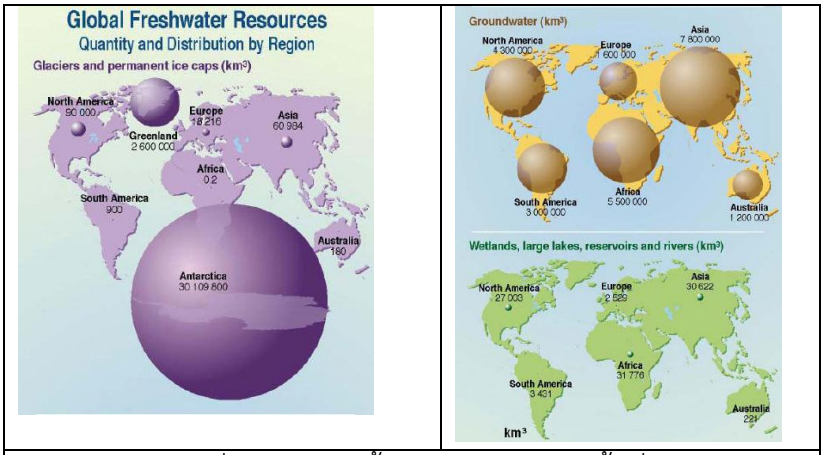


รูปที่ 12 ปริมาณน้ำในโลก

5.4 การบริหารจัดการพื้นที่รับน้ำแบบบูรณาการ

5.4.1 Global Water Reserves

ปริมาณน้ำในโลกแบ่งออกเป็นสัดส่วนน้ำเค็มร้อยละ 97.5 และ น้ำจืดร้อยละ 2.5 ในส่วนที่เป็นน้ำจืดแบ่งออกเป็นแหล่งน้ำผิวดิน (ทะเลสาบ และแม่น้ำ) ร้อยละ 0.3 แหล่งน้ำบาดาลร้อยละ 30.8 และเป็นภูเขาน้ำแข็งและปกคลุมด้วยหิมะร้อยละ 68.9 (รูปที่ 12) สำหรับในประเทศออสเตรเลีย จากการสำรวจของ UNESCO (Paris, 1999) พบว่ามีปริมาณน้ำจืดที่เป็นน้ำบาดาลทั้งหมด 1,200,000 km^3 เป็นน้ำในพื้นที่ชื้นแฉะ ทะเลสาบ และแม่น้ำ ทั้งหมด 221 km^3 (รูปที่ 13)



รูปที่ 13 ปริมาณน้ำจืดในโลกแบ่งตามพื้นที่

ทรัพยากรน้ำที่มีอยู่อาจไม่เพียงพอต่อการใช้ในอนาคต จึงได้มีการศึกษาและจัดทำมาตรฐานการใช้น้ำในการผลิต หรือ Water Footprint ขึ้น ซึ่งเป็นค่าชี้วัดการใช้น้ำของผู้ผลิตหรือผู้บริโภค ซึ่งหมายถึงปริมาณน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตสินค้าและบริการทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยคำนวณปริมาณน้ำจากผลรวมของทุกขั้นตอน ตลอดห่วงโซ่ของการผลิตสินค้าและบริการ

สามารถแยกออกเป็น 3 ส่วน คือ

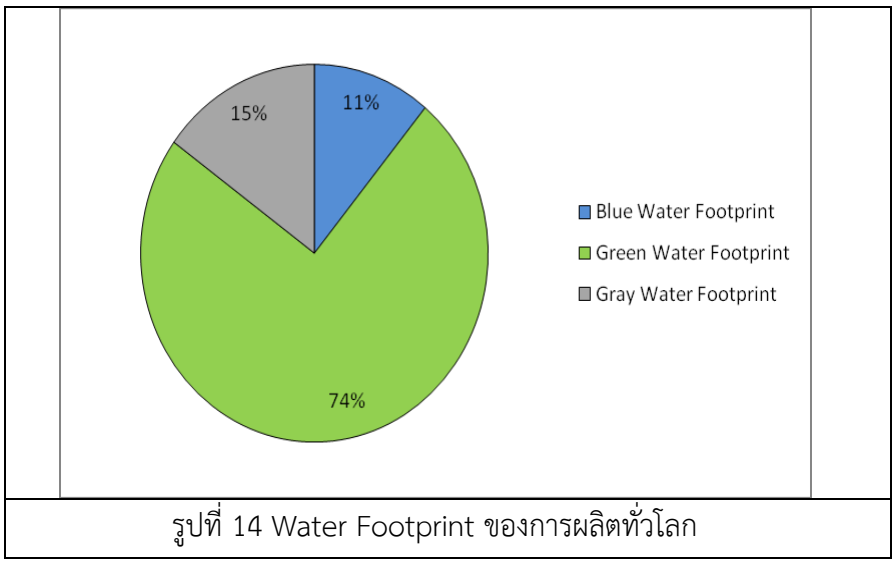
1. Blue Water Footprint หมายถึง ปริมาณน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติทั้งแหล่งน้ำผิวดินเช่นน้ำในแม่น้ำ ทะเลสาบ รวมทั้งในอ่างเก็บน้ำต่างๆ และน้ำบาดาล ที่ใช้ในการผลิตสินค้าและบริการเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค

2. Green Water Footprint หมายถึง ปริมาณน้ำที่อยู่ในรูปของความชื้นในดินที่ถูกนำไปใช้ในการผลิตสินค้าและบริการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการผลิตพืชผลทางการเกษตร การทำไม้ และทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์

3. Gray Water Footprint หมายถึง ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตสินค้าและบริการ ซึ่งคำนวณจากปริมาณน้ำที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียให้เป็นน้ำดีตามค่ามาตรฐาน

จากการศึกษา Water Footprint ของการผลิตทั่วโลก พบว่ามีค่าประมาณ 9,087,000 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี โดยแบ่งออกเป็น Green Water Footprint ประมาณ 6,725,000 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี Blue Water

Footprint ประมาณ 1,000,000 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี และ Gray Water Footprint ประมาณ 1,363,000 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี (รูปที่ 14)



รูปที่ 14 Water Footprint ของการผลิตทั่วโลก

5.4.2 แหล่งอาศัยของสิ่งมีชีวิตในน้ำ และ คุณภาพน้ำในพื้นที่รับน้ำ (Aquatic habitats and water quality in catchments)

สามารถจำแนกแหล่งน้ำออกเป็น 4 แหล่ง โดยแต่ละแหล่งมีสิ่งมีชีวิตอาศัยแตกต่างกันไปดังนี้

1. แม่น้ำ/ลำธาร (Rivers/Streams) เป็นแหล่งอาศัยของสิ่งมีชีวิตจำพวกปลา (Fish) สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่อาศัยอยู่ตามหน้าดิน (benthic macro-invertebrates เช่น กุ้ง หอย ปู ไส้เดือนน้ำ หนอนแดง และตัวอ่อนแมลงน้ำ และพรรณไม้น้ำ (macrophytes) แบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่ กลุ่มสาหร่าย กลุ่มมอส กลุ่มเฟิร์น และกลุ่มพืชมีเมล็ด
2. พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetlands) เป็นแหล่งวางไข่และแหล่งอนุบาลของสัตว์น้ำ นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งอาศัยของ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่อาศัยอยู่ตามหน้าดิน พรรณไม้น้ำ และแพลงก์ตอนแบคทีเรีย (bacterioplankton)
3. อ่างเก็บน้ำ/ทะเลสาบ (Reservoir/Lakes) เป็นแหล่งอาศัยของสิ่งมีชีวิตจำพวกปลา แพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) และ แพลงก์ตอนสัตว์ (zooplank -ton)
4. ชั้นหินให้น้ำ (Aquifer) เป็นแหล่งอาศัยของ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่อาศัยอยู่ตามหน้าดิน และ แพลงก์ตอนแบคทีเรีย

คุณภาพแหล่งน้ำ

การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ จำเป็นที่ต้องมีการกำหนดตัวชี้วัด (พารามิเตอร์) ในการติดตามตรวจสอบ โดยตัวชี้วัดที่มีความสำคัญหรือบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำได้แก่

PO_4-P : ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสอนินทรีย์ที่ละลายในน้ำ เป็นตัวสำคัญในการบ่งบอกปริมาณสาหร่ายในแหล่งน้ำ ในน้ำจืดโดยทั่วไปมีความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 0.01 – 1.1 mg/l

TP : ผลรวมของฟอสฟอรัสอินทรีย์ และ อนินทรีย์ ในน้ำจืดโดยทั่วไปมีความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 0.1 – 1.2 mg/l

NO3-N : ความเข้มข้นของไนโตรเจนอนินทรีย์ที่ละลายในน้ำ เป็นสารอาหารสำคัญสำหรับสาหร่ายและพืชน้ำ ในน้ำจืดโดยทั่วไปมีความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 0.1 – 5 mg/l

TN : ผลรวมของไนโตรเจนอินทรีย์ และ อนินทรีย์ มีหน่วยเป็น mg/l

DOC : ปริมาณของคาร์บอนอินทรีย์ที่ละลายในน้ำ ในน้ำจืดโดยทั่วไปมีความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 1 – 10 mg/l แต่สามารถมีได้มากกว่า 25 mg/l

DO : ปริมาณของออกซิเจนในน้ำ

ความขุ่น: เกิดจากสารอินทรีย์ และอนินทรีน์ ที่แขวนลอย อยู่ในน้ำ เช่น ตะกอนดินเหนียว ทรายแป้ง อนุภาคคาร์บอเนต อนุภาคสารอินทรีย์ สาหร่าย และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กอื่นๆ

สี : สีของน้ำจะบ่งชี้ถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดสี หรือบอกถึงสิ่งที่ละลายอยู่ในน้ำได้

รูปที่ 15 ศึกษาระบบนิเวศน์วิทยาและคุณภาพน้ำในลำห้วยค๊อก

1.4.3 พื้นที่รับน้ำในชุมชน (Urban Catchments): การบำบัดคุณภาพน้ำหลากในฤดูฝนด้วยบึงประดิษฐ์ (Stormwater Treatment by Constructed Wetlands)

การบริหารจัดการพื้นที่รับน้ำในชุมชนของประเทศออสเตรเลีย มีแนวคิดสำคัญคือการเก็บเกี่ยวน้ำหลากในช่วงฤดูฝนลงไปเก็บไว้ใต้ดิน ผ่านบ่อน้ำบาดาล และนำน้ำนั้นขึ้นมาใช้ในฤดูแล้ง โดยมีพื้นที่ศึกษาอยู่ที่ Greenfield Wetland และ Parafield Airport (รูปที่ 16)

ในระบบการจัดการมีการสร้างบึงประดิษฐ์ เพื่อบำบัดคุณภาพน้ำ โดยปลูกพืชจำพวก กก ต้นอ้อ ธูปฤาษี เพื่อกำจัดตะกอน แบคทีเรีย สารอาหาร และโลหะหนัก เช่น ตะกั่ว สังกะสี และ ทองแดง น้ำหลากในฤดูฝนจะไหลผ่านระบบกรองธรรมชาติของบึงประดิษฐ์ และมีการตรวจเช็คคุณภาพให้ได้ตามมาตรฐาน ก่อนอัดลงไปเก็บไว้ใต้ดินผ่านบ่อน้ำบาดาล

Greenfield Wetland

Parafield Airport

รูปที่ 16 การบริหารจัดการพื้นที่รับน้ำในชุมชน

14.4 แนวคิดการจัดการปรากฏการณ์ ยูโทรฟิเคชั่น (Concept of Eutrophication Management)

Eutrophication เกิดจากการที่แหล่งน้ำต่างๆ มีสารอาหารในแหล่งน้ำมากจนเกินไป โดยเฉพาะฟอสฟอรัส และไนโตรเจน ส่งผลให้สาหร่ายในแหล่งน้ำนั้นสามารถเจริญเติบโต ได้ดีและรวดเร็ว ทำให้เราเห็นน้ำเปลี่ยนเป็นสีเขียวหรือสีน้ำตาลขึ้นอยู่กับชนิดของสาหร่ายว่าเป็นชนิดใด เมื่อเกิด eurtophication ในแหล่งน้ำสิ่งที่จะเกิดขึ้นตามมา คือ สิ่งมีชีวิตในน้ำอื่นๆ จะตายเป็นจำนวนมากและมีกลิ่นเหม็น เน่าเสีย เนื่องจากสาหร่ายในน้ำจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วจึงทำให้มีปริมาณสาหร่ายที่ หนาแน่น และจะไปกั้นแสงอาทิตย์ไม่ให้ส่องผ่านลงไปใต้น้ำได้ ทำให้พืชที่อยู่ใต้น้ำไม่สามารถสังเคราะห์แสงและตายในที่สุด ส่งผลให้สัตว์อื่นที่กินพืชเหล่านั้นเป็นอาหารขาดแหล่งอาหารจนตายไปเช่นกัน

แหล่งที่มาของสารอาหารในแหล่งน้ำธรรมชาติ

1. Point sources: คือแหล่งกำเนิดน้ำเสียที่มีจุดปล่อยแน่นอน เช่น น้ำเสียชุมชน โรงงาน ฟาร์ม

2. Non-point sources: คือแหล่งกำเนิดน้ำเสียที่มาจากพื้นที่กว้าง เช่น น้ำจากพื้นที่เกษตรกรรม (ปุ๋ย)

<u>สารอาหารของพืชน้ำ</u>

1. คาร์บอน (C) : สาหร่ายได้รับคาร์บอนจากก๊าซ CO_2 ที่ละลายน้ำ และเมื่อถูกใช้ไป CO_2 จากบรรยากาศก็จะละลายลงไปในน้ำเพื่อทดแทน ดังนั้นคาร์บอนจึงเป็นสารอาหารที่สาหร่ายใช้ไม่มีวันหมด

2. ไนโตรเจน (N) : ไนโตรเจนในแหล่งน้ำมาจากอินทรีย์ไนโตรเจน เช่น ซากสัตว์ พืช, หรือจากไนเตรท (NO_3^-) ที่ละลายน้ำ หรือ จุลินทรีย์บางชนิดสามารถตรึงก๊าซไนโตรเจน (N_2) จากบรรยากาศโดยตรง แล้วเปลี่ยนให้เป็นอินทรีย์ไนโตรเจนได้ เช่น ไซยาโนแบคทีเรีย ทำให้แบคทีเรียประเภทนี้เติบโตอย่างรวดเร็ว รวมตัวลอยบนผิวน้ำ เกิดกลิ่น และรสชาติที่น่ารังเกียจ

3. ฟอสฟอรัส (P) : แหล่งที่มาของฟอสฟอรัส เช่น ของเสียจากมนุษย์ สัตว์ การสลายตัวของโปรตีน สารซักฟอก ซึ่งได้จากแหล่งภายนอกของแหล่งน้ำทั้งหมด ดังนั้นหากจะควบคุมปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน จึงต้องควบคุมการทิ้งฟอสฟอรัสลงในแหล่งน้ำ ฟอสฟอรัสจึงถูกเรียกว่า สารอาหารจำกัดการเจริญเติบโต (Limiting nutrient)

การป้องกันและการแก้ไข

1. การชะลอการไหลของน้ำหลาก และลดการชะล้างหน้าดิน โดยการปลูกพืชแบบขั้นบันได ปลูกพืชคลุมดิน และทำเขื่อนกั้น

2. ควบคุมการใช้ปุ๋ยในพื้นที่เกษตรกรรม มีการจัดการของเสียจากปศุสัตว์ ไม่ให้แหล่งปศุสัตว์อยู่ใกล้แหล่งน้ำ

3. ควบคุมปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำเสีย โดยบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

4. สร้างบึงประดิษฐ์เพื่อเก็บน้ำและบำบัดคุณภาพน้ำจากน้ำหลาก

5. เพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำด้วยการเติมอากาศ

6. ลดปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำ โดยการเติมสารประกอบเกลือของโลหะ เพื่อไปจับตัวกับฟอสฟอรัสให้ตกตะกอน

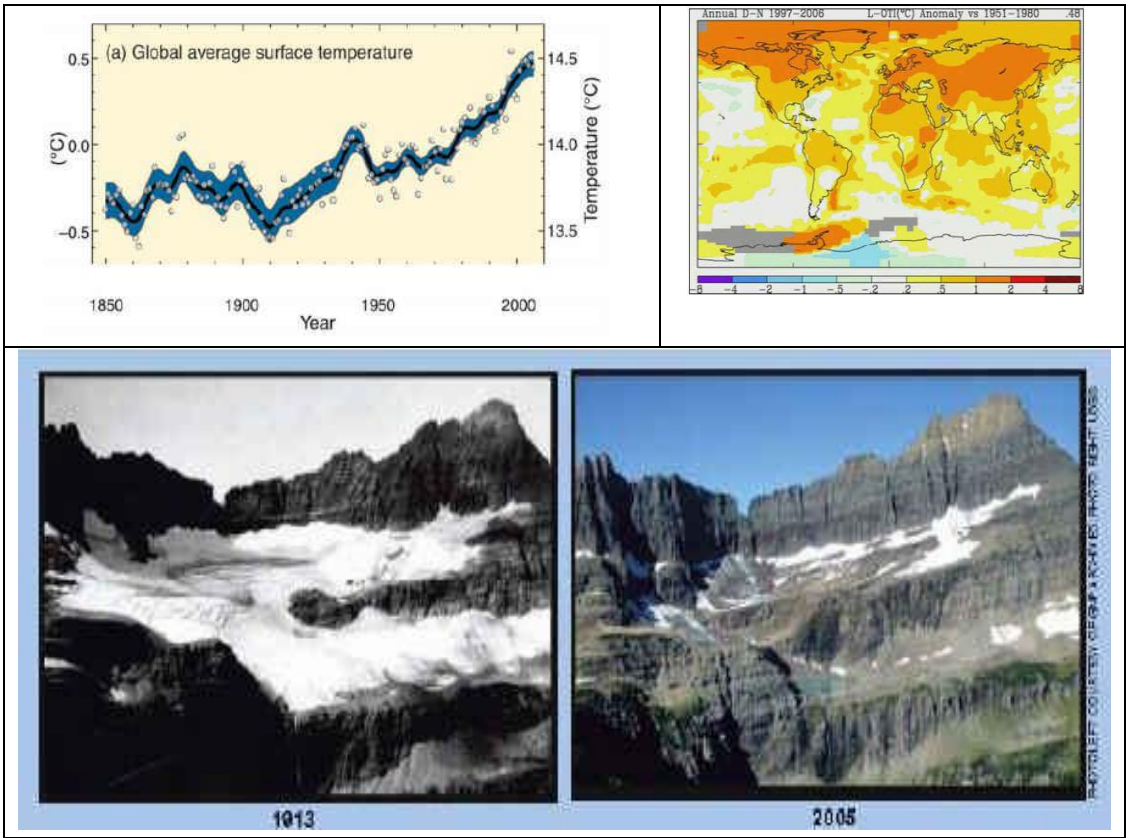
7. กำจัดพืชน้ำ และขุดลอกหน้าดิน

5.5 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการปรับตัว

5.5.1 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change)

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงใด ๆ ของอากาศ ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากกระบวนการภายในและภายนอกหรือเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของ บรรยากาศ หรือพื้นดิน โดยการเปลี่ยนแปลงจะเห็นได้ชัด เช่น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ, การเปลี่ยนแปลงของกระแสลม, การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝน

ภาวะโลกร้อน (Global worming) คือ การที่อุณหภูมิโดยเฉลี่ยของโลกสูงขึ้น เป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ ทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse effect) อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้เกิดความแปรปรวนของฤดูกาล ฤดูแล้งที่ยาวนานขึ้นอาจทำให้บางพื้นที่กลายเป็นทะเลทราย ประชาชนขาดแคลนอาหารและน้ำดื่ม ฤดูฝนที่สั้นลงแต่ฝนตกรุนแรง ทำให้บางพื้นที่ประสบปัญหาน้ำท่วมหนัก นอกจากนี้ยังทำให้น้ำแข็งขั้วโลกและบนยอดเขาสูงละลาย (รูปที่ 17) ส่งผลให้ปริมาณน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น พื้นที่ชายฝั่งทะเลได้รับผลกระทบโดยตรง อาจทำให้บางพื้นที่จมหายไปอย่างถาวร ซึ่งเหตุการณ์จากภาวะโลกร้อนส่งผลกระทบต่อด้านต่างๆ ดังแสดงในตาราง 5-1



รูปที่ 17 น้ำแข็งบนเทือกเขาสูงละลายเนื่องจากภาวะโลกร้อน

ตาราง 5-1 เหตุการณ์จากภาวะโลกร้อนและผลกระทบกับด้านต่างๆ

เหตุการณ์	**ผลกระทบกับด้านต่างๆ**			
	การเกษตรและป่าไม้	**ทรัพยากรน้ำ**	**สุขภาพของมนุษย์**	**อุตสาหกรรม ชุมชน และสังคม**
วันที่อบอุ่นเพิ่มขึ้น & วันที่เย็นน้อยลง	- ผลผลิตในพื้นที่อากาศเย็นเพิ่มขึ้น - ผลผลิตในพื้นที่อากาศอบอุ่นลดลง	- น้ำแข็ง และหิมะละลาย	- อัตราการตายเนื่องจากอากาศหนาวลดลง	- การใช้พลังงานในการทำความร้อนลดลง - การใช้พลังงานในการทำความเย็นเพิ่มขึ้น - คุณภาพอากาศในชุมชนแย่ลง
คลื่นความร้อนเพิ่มขึ้น	- ผลผลิตในพื้นที่อากาศอบอุ่นลดลง - ไฟป่าเพิ่มขึ้น	- ความต้องการน้ำเพิ่มขึ้น - ปัญหาคุณภาพน้ำ เช่น ปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี	- ความเสี่ยงในการเสียชีวิตเนื่องจากอากาศร้อนเพิ่มขึ้น	- การลดลงของคุณภาพชีวิตของประชนชนในพื้นที่ที่อากาศอบอุ่น

		เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของสาหร่าย		
ฝนตกหนักบ่อยขึ้น	- พืชถูกทำลาย - หน้าดินถูกทำลาย	- การปนเปื้อนของแหล่งน้ำ	ตาย, บาดเจ็บ, โรคติดเชื้อและโรคภูมิแพ้ผิวหนังอักเสบจากน้ำท่วมและแผ่นดินถล่ม	การหยุดชะงักของการการขนส่ง การพาณิชย์และสังคมอันเนื่องมาจากน้ำท่วม
พื้นที่ได้รับผลกระทบจากภัยแล้ง เพิ่มขึ้น	- ดินเสื่อมโทรม - ผลผลิตลดลง	- ปริมาณน้ำขาดแคลน	- ขาดแคลนน้ำและอาหาร ทำให้ความเสี่ยงในการการเจ็บป่วยจากโรคติดต่อทางน้ำและอาหาร	- ขาดแคลนน้ำสำหรับใช้ในอุตสาหกรรม ครัวเรือน - ผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำได้น้อยลง ส่งผลให้เกิดการย้ายถิ่นฐาน
จำนวนพายุไซโคลนเขตร้อนที่รุนแรงเพิ่มขึ้น	- พืช ต้นไม้ ถูกทำลาย	- ระบบไฟฟ้าขัดข้องมีผลต่อระบบจ่ายน้ำประปา	- เพิ่มความเสี่ยงของการเสียชีวิต การเจ็บป่วยจากโรคติดต่อทางน้ำและอาหาร	-น้ำท่วมและพายุ ทำให้บริษัทประกันภัยเอกชน มีการถอนความคุ้มครองในพื้นที่
การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล	- ปัญหาน้ำเค็มส่งผลกระทบต่อการชลประทาน	- ปริมาณน้ำจืดลดลง เนื่องจากการแทรกดันตัวของน้ำเค็ม	- เพิ่มความเสี่ยงของการเสียชีวิต การเจ็บป่วยจากความเครียด	- ค่าใช้จ่ายของการป้องกันชายฝั่งทะเลเพิ่มขึ้น

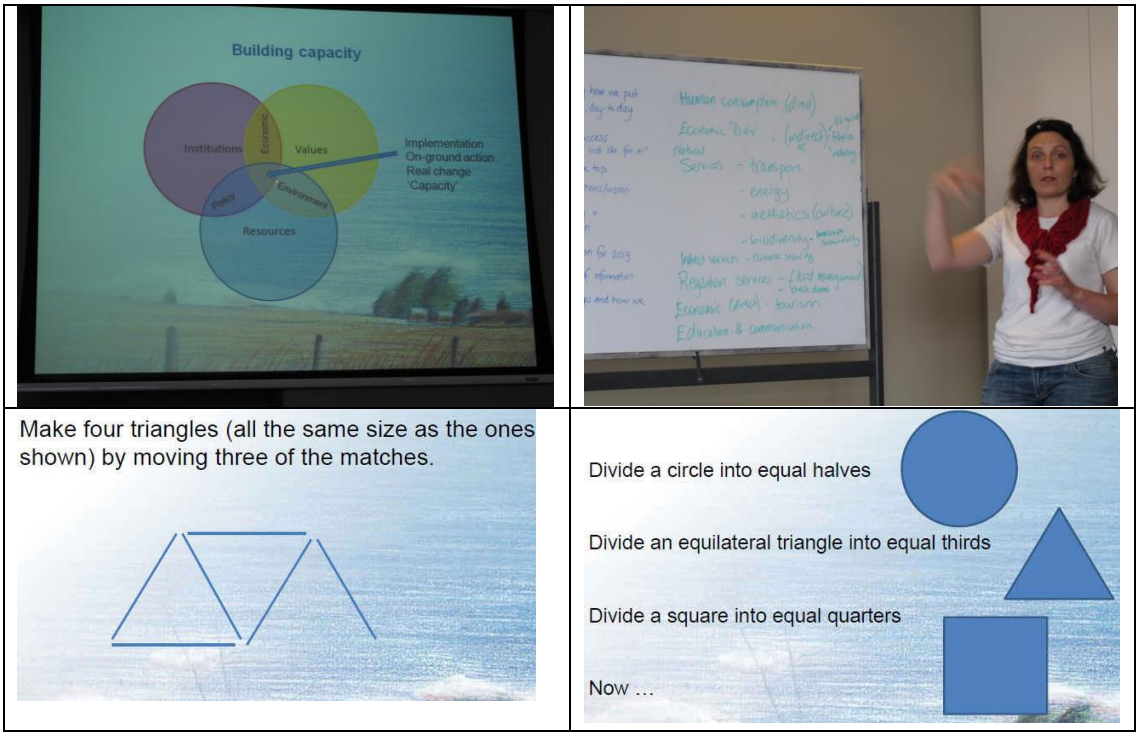
5.5.2 การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change Adaptation)

เป็นการปรับตัวและสิ่งรอบ ๆ ตัว รวมถึงชุมชนให้มีความสามารถในการรับมือและสร้างภูมิคุ้มกันต่อสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป รวมถึงการสร้างโครงสร้างพื้นฐานต่างๆเพื่อรับมือต่อสถานการณ์และสภาพปัญหาใน พื้นที่ เช่น การสร้างบ้านที่สามารถรองรับปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่ การทำพื้นที่กักเก็บน้ำสำหรับชุมชน การเพิ่มขีดความสามารถของครอบครัวและชุมชนในการรับมือและเตรียมความพร้อมต่อ ภัยพิบัติ การลดปัจจัยเสี่ยงของชุมชน การสร้างเขื่อนป้องกันน้ำท่วมจากปริมาณน้ำฝน จากระดับน้ำทะเล และจากน้ำหลากจากภูเขา หรือ การสร้างฉนวนเพื่อป้องกันความร้อนให้กับที่อยู่อาศัย เป็นต้น โดยการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสามารถ กระทำได้ใน 2 ลักษณะ คือ การบรรเทาผลกระทบ (mitigation) และการปรับตัว (adaptation) ซึ่งการบรรเทาผลกระทบและการปรับตัวมีความสัมพันธ์ในเชิงผกผัน กล่าวคือ หากการบรรเทาผลกระทบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมาก การปรับตัวก็จะมีความจำเป็นและใช้ทรัพยากรน้อยลงหากการบรรเทาผลกระทบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมาก การปรับตัวก็จะมีความจำเป็นและใช้ทรัพยากรน้อยลง

5.6 การเสริมสร้างศักยภาพบุคลากร (Capacity Building)

เป็นการเสริมสร้างขีดความสามารถของบุคลากรให้มีความพร้อมในการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยการพัฒนาทักษะ และองค์ความรู้ในด้านต่างๆ รวมไปถึงการทำงานร่วมกัน การประสานความร่วมมือ และการสร้างเครือข่ายกับผู้ที่เกี่ยวข้อง โดยมีกิจกรรมในการเรียน ดังนี้

1. ฝึกทักษะการคิดในห้องเรียน (รูปที่ 18)
2. ฝึกการทำงานร่วมกัน ประสานความร่วมมือ (รูปที่ 18)
3. ศึกษาการบริหารจัดการน้ำภายในสวนพฤกษ์ศาสตร์ การนำน้ำหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งมีการสร้างอ่างเก็บน้ำไว้เก็บน้ำ การปลูกพืชเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำแบบธรรมชาติ สร้างโรงกรองน้ำเพื่อปรับปรุงคุณภาพให้ได้ตามมาตรฐานน้ำใช้ และสร้างระบบจ่ายน้ำเพื่อส่งน้ำไปใช้ภายในสวนพฤกษ์ศาสตร์ (รูปที่ 19)



รูปที่ 18 กิจกรรม การฝึกทักษะการคิด การทำงานร่วมกัน การประสานความร่วมมือ

อ่างเก็บน้ำและการปลูกพืชเพื่อปรับปรุงคุณภาพ

ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำและท่อส่งน้ำ (สีม่วง = น้ำสำหรับใช้ ห้ามดื่ม)

รูปที่ 19 การบริหารจัดการน้ำภายในสวนพฤกษ์ศาสตร์ การนำน้ำหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่

6. ประโยชน์ที่ได้รับ

6.1 เรียนรู้แนวทาง นโยบาย และการกำกับดูแล ในการบริหารจัดการน้ำของประเทศออสเตรเลีย เพื่อนำมาปรับใช้กับประเทศไทย และพื้นที่ลุ่มน้ำโขง

6.2 เรียนรู้เทคนิคการถ่ายทอดความรู้ ประสบการณ์ การแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ด้านต่างๆให้กับบุคคลอื่น

6.3 เป็นการแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ และความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในระดับนานาชาติ

6.4 สร้างเครือข่ายและความร่วมมือในการศึกษา วิจัย การถ่ายทอดเทคนิค ในด้านการบริหารจัดการน้ำร่วมกันในระดับประเทศสมาชิกลุ่มน้ำโขง กับประเทศออสเตรเลีย

6.5 เรียนรู้การทำงานร่วมกันภายใต้วัฒนธรรมที่แตกต่าง

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 การอบรมครั้งนี้มีประโยชน์มากได้เรียนรู้แนวคิดสำคัญคือ การบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการ ซึ่งมีการนำน้ำหลากจากฤดูฝนลงไปกักเก็บในชั้นน้ำใต้ดินผ่านบ่อน้ำบาดาล แล้วนำกลับขึ้นมาใช้ในฤดูแล้ง โดยการสร้างบึงประดิษฐ์ (Wetland) เพื่อช่วยในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ ดังนั้นจึงควรส่งบุคลากรไปเข้าร่วมอบรมหลักสูตรนี้ต่อไป เพื่อที่จะได้นำความรู้และเทคนิคมาประยุกต์ใช้กับประเทศไทย เนื่องจากปัจจุบันมีการใช้น้ำบาดาลอย่างแพร่หลาย ทำให้เกิดปัญหาการลดระดับของน้ำบาดาลอย่างมากในหลายพื้นที่ จึงควรที่จะมีการศึกษาอย่างจริงจังในการนำน้ำที่หลากในฤดูฝนเติมลงไปกักเก็บในชั้นน้ำบาดาล เพื่อเพิ่มระดับของน้ำบาดาล

7.2 ในการอบรมครั้งนี้ส่วนใหญ่จะเน้นในด้านการบริหารจัดการแหล่งน้ำผิวดิน ผู้ที่จะไปอบรมหลักสูตรนี้ควรหาความรู้เพิ่มเติมด้านน้ำผิวดิน เพื่อจะสามารถนำความรู้ ข้อมูลไปแลกเปลี่ยนกับ ผู้อบรมจากประเทศอื่น ตลอดจนเพื่อให้การอบรมมีประสิทธิผลมากขึ้น

8. ผู้จัดทำรายงาน

นายพัฒนวิทย์ จิตพิทักษ์	ตำแหน่งนักธรณีชำนาญการ สำนักทรัพยากรน้ำบาดาลเขต 5 นครราชสีมา
นางสาวทิพย์วิมล ชุมภูกาวิน	ตำแหน่งนักธรณีชำนาญการ สำนักอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล

รายงานการฝึกอบรมหลักสูตรการเพิ่มประสิทธิภาพบริหารจัดการภาครัฐ
เพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล
(Improving Public Sector Efficiency : Groundwater Management)
ณ ราชอาณาจักรไทยและสาธารณรัฐสิงคโปร์
ระหว่างวันที่ 3 – 9 มีนาคม 2556

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

รายงานการฝึกอบรมหลักสูตรการเพิ่มประสิทธิภาพบริหารจัดการภาครัฐ
เพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล
(Improving Public Sector Efficiency : Groundwater Management)
ณ ราชอาณาจักรไทยและสาธารณรัฐสิงคโปร์
ระหว่างวันที่ 3 – 9 มีนาคม 2556

---

1. หลักการและเหตุผล

ท่ามกลางกระแสของโลกแห่งการเปลี่ยนแปลงทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมืองและเทคโนโลยี ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการค้าเสรี การพิทักษ์รักษาอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และการเชื่อมโยงของระบบข้อมูลข่าวสารแบบเครือข่าย รวมถึงพัฒนาการของความเป็นประชาธิปไตยที่เปิดโอกาสให้ประชาชนมีส่วนร่วมมากขึ้น และการเคารพในสิทธิมนุษยชน ทุกสังคมในโลกรวมทั้งประเทศไทยต่างได้รับผลกระทบซึ่งก่อให้เกิดทั้งโอกาสและภัยอุปสรรคต่อการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศ และมีความจำเป็นจะต้องหาแนวทางและรูปแบบในการปรับตัวเพื่อเสริมสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันรวมทั้งให้สามารถรองรับและใช้ประโยชน์จากผลของความเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้มากที่สุด

กรมทรัพยากรน้ำบาดาลตระหนักและเล็งเห็นความสำคัญของปัญหาดังกล่าว จึงจำเป็นต้องพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ความสามารถในทุกระดับเพื่อกำหนดนโยบาย และการพัฒนาองค์กร ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลให้รองรับต่อการเปลี่ยนแปลงและความต้องการของประชาชน โดยเล็งเห็นว่า สาธารณรัฐสิงคโปร์เป็นประเทศที่ประสบความสำเร็จเกี่ยวกับ การบริหารจัดการภาครัฐ เพื่อพัฒนาคุณภาพบุคลากร เห็นได้จากดัชนีการพัฒนามนุษย์ พ.ศ. 2554 ได้จัดอันดับ 26 จาก 186 ประเทศ โดยให้คะแนนการพัฒนามนุษย์ของประเทศสิงคโปร์ด้วยคะแนน 0.866 คะแนนจากคะแนนเต็ม 10 ซึ่งถ้านำเครื่องมือ และระบบการบริหารจัดการของประเทศสิงคโปร์มาเป็นแนวทางปรับปรุงการบริหารงานและการพัฒนาองค์กร รวมทั้งนำมาประยุกต์ใช้ให้เข้ากับระบบวัฒนธรรมองค์กรเพื่อให้ระบบการบริหารจัดการหน่วยงานภาครัฐให้มีความโปร่งใส เป็นธรรม เข้าถึงความต้องการของประชาชนอย่างแท้จริง และการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาลให้คงอยู่อย่างยั่งยืน

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อเรียนรู้และศึกษาแบบแผนเกี่ยวกับการบริหารจัดการองค์กรด้านน้ำ
2.2 เพื่อพัฒนาศักยภาพบุคลากรในเรื่องการบริหารจัดการภาครัฐให้มีความโปร่งใส เป็นธรรม
2.3 เพื่อพัฒนาศักยภาพบุคลากรในเรื่องการจัดการความรู้ให้มีประสิทธิภาพ
2.4 เพื่อพัฒนาศักยภาพและปรับกระบวนทัศน์การทำงานให้กับองค์กรสู่ความเป็นสากล
2.5 เพื่อเสริมสร้างวิสัยทัศน์ให้กับบุคลากร
2.6 เพื่อสร้างความสัมพันธ์และเครือข่ายความรู้ด้านการแก้ไขปัญหาทุจริตประพฤติมิชอบในภาครัฐกับหน่วยงานและผู้เชี่ยวชาญระหว่างประเทศ

3. กำหนดการฝึกอบรมและศึกษาดูงาน

ช่วงที่ 1 การฝึกอบรมในประเทศไทย ระหว่างที่ 3 – 5 มีนาคม 2556 จำนวนทั้งสิ้น 3 วัน	
การจัดการภาครัฐเชิงรุก (Proactive Organization Management)	
วางกลยุทธ์สู่การจัดการหน่วยงาน (Strategic organization management)	
Foundation for Success	1. Understand and apply the cycle for growth and change
	2. Develop a motivating personal vision as a professional
	3. Create professional connections that enhance success
Vision, Mission, Values	1. Create vision statements that are motivating
	2. Define mission statement that demonstrate a clear path to the vision
	3. Clarify values to build alignment
	4. Communicate vision, mission and values to stakeholders.
Strategic Planning	1. Understand strategic planning and how it differs from tactical planning.
	2. Develop a strategic Intent as foundation for our organization's plan
	3. Isolate the core competencies of our organization.
ผู้นำเพื่อความสำเร็จ (Leadership Excellence)	
Leadership Styles and Tendencies	1. Identify the characteristics of four Leadership styles.
	2. Assess our own zone.
	3. Work more effectively across zones.
	4. Develop a greater understanding of other leadership styles.
Visionary Leadership	1. Define visionary leadership.
	2. Understand the characteristics of visionary leaders.
	3. Recognize the challenges of maintaining visionary leadership.
	4. Incorporate the principles of visionary leadership.
Leveraging Diversity	1. Understand the ways in which we categorize people.
	2. Relate to the personal impact of labeling others.
	3. Develop techniques to promote inclusion.
Managing Across Generations	1. Create power from a team of diverse generations.
	2. Deliver constructive feedback in which each generation can identify.
	3. Coach different generations to reach their full potential.

ช่วงที่ 1 การฝึกอบรมในประเทศไทย ระหว่างที่ 3 – 5 มีนาคม 2556 จำนวนทั้งสิ้น 3 วัน	
การจัดการภาครัฐเชิงรุก (Proactive Organization Management)	
การสร้างหน่วยงานเข้มแข็ง (Building Greater Team)	
Build Trust, Credibility, Respect	1. Understand the relationship between trust, credibility, and respect.
	2. Minimize trust-busters and restore broken trust.
	3. Apply principles to cultivate a trust – based work environment.
Network to Build Business Connections.	1. Choose the most appropriate groups to develop contacts.
	2. Utilize the secret to name remembering.
	3. Build on contacts for mutual benefit.
Building Employee Engagement	1. Understand the changing workforce and why employees defect.
	2. Discover how turnover impacts the bottom line.
	3. Learn the signs of restlessness and disengagement.
	4. Explore the power of a loyal staff.
การจัดการข้อขัดแย้งอย่างมีประสิทธิภาพ (Managing Conflict Effectively)	
Dealing with Difficult Team Members.	1. Recognize behaviors that disrupt team effectiveness.
	2. Examine the dynamics of team dysfunction.
	3. Commit to principles for maintaining productive team relationships.
	4. Follow a behavior change process for difficult team members.
Conflict Management	1. Diagnose conflict within your organization.
	2. Analyze your conflict response style.
	3. Apply a variety of strategies for managing conflict.
Emotional Control	1. Understand the connection between how we think, feel, and behave.
	2. Demonstrate greater effectiveness through improved emotional intelligence.
	3. Maintain emotional control in difficult situations.

ช่วงที่ 1 การฝึกอบรมในประเทศไทย ระหว่างที่ 3 – 5 มีนาคม 2556 จำนวนทั้งสิ้น 3 วัน	
การจัดการภาครัฐเชิงรุก (Proactive Organization Management)	
การสร้างแรงบันดาลใจสู่ความสำเร็จ (Inspiring to Success)	
Share the Glory	1. Identify additional opportunities to lead by example through sharing the glory.
	2. Practice sharing the glory in an appropriate way.
	3. Realize the impact that sincere recognition has on morale and retention.
Innovation	1. Become proactive instead of reactive in change management.
	2. Recognize and encourage idea fluency.
	3. Facilitate the Innovation Process for problem solving and continuous improvement.
	4. Create a safe environment for the exchange and flow of ideas.
Sustaining Measurable Success	1. Clarify and communicate organizational breakthroughs.
	2. Sustain new attitudes, skills and behaviors.
	3. Commit to continuous improvement.
ช่วงที่ 2 ฝึกอบรมและศึกษาดูงาน ณ ประเทศสิงคโปร์ ระหว่างที่ 6 – 9 มีนาคม 2556 จำนวนทั้งสิ้น 4 วัน (รวมวันเดินทาง)	
รับฟังและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในหัวข้อ How Smart Leaders Create Engaged Employees at Dale Carnegie Singapore	
การสนทนาแลกเปลี่ยนความรู้ในหัวข้อการป้องกันและปราบปรามการทุจริตคอรัปชั่นกับวิทยากรชาวสิงคโปร์จากหน่วยงาน The Corrupt Practices Investigation Bureau (CPIB)	
ศึกษาดูงานเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำที่ Singapore's National Water Agency (NEWater)	
ศึกษาดูงานเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำที่ โมเดลเขื่อนมาริน่าบาริจ และนิทรรศการที่เกี่ยวข้องกับ "แกลอรี่สิงคโปร์อันยั่งยืน" (Sustainable Singapore Gallery)	

4. รายชื่อผู้เข้าร่วมการฝึกอบรม

4.1	นางสาวชรินทิพย์ กองศิลป์	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ กลุ่มพัฒนาระบบบริหาร
4.2	นายประโยชน์ กีรติศิริ	นักวิชาการเงินและบัญชีชำนาญการ สำนักบริหารกลาง
4.3	นายบุญเลิศ เลิศพฤกษ์สุกิจ	นายช่างเครื่องกลชำนาญการ ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศทรัพยากรน้ำบาดาล
4.4	นายรักธรรม ขาวดี	นักทรัพยากรบุคคลชำนาญการ สำนักบริหารกลาง
4.5	นายนิรันดร ผดุงชม	นักทรัพยากรบุคคลชำนาญการ สำนักบริหารกลาง
4.6	นางสาวจารุณี จรรยารักษ์	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ กลุ่มพัฒนาระบบบริหาร
4.7	นายพิเชษฐ พลสา	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ กองแผนงาน
4.8	นายสุรัฐ ศิลากุล	นายช่างเทคนิคชำนาญงาน กลุ่มนิติการ
4.9	นางสาวสุภมาศ เพ็งจันทร์	เจ้าพนักงานการเงินและบัญชีชำนาญงาน กลุ่มตรวจสอบภายใน
4.10	นางสาวใบพร ปาวรีย์	นักวิชาการทรัพยากรธรณีปฏิบัติการ สำนักควบคุมกิจการน้ำบาดาล

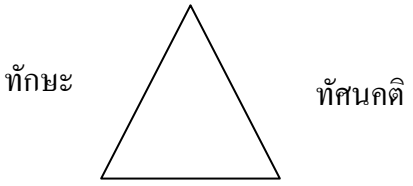
5. รายละเอียดการฝึกอบรม

5.1 การจัดการภาครัฐเชิงรุก (Proactive Organization Management) at Dale Carnegie Thailand บรรยายโดย นายสุรเดช บุญตันรัตน์

5.1.1 จุดเริ่มต้นสู่ความสำเร็จ

ความสำเร็จส่วนบุคคลและความสำเร็จขององค์กรไม่ได้เกิดขึ้นโดยบังเอิญ แต่เกิดจากความตั้งใจ หากเรากำหนดว่าบุคคลแบบใดที่เราอยากเป็น และปฏิบัติงานอย่างตั้งใจเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ เราจะเป็นคนที่มีประสิทธิภาพทั้งในหน้าที่การงานและการดำเนินชีวิตส่วนตัว ผู้นำที่มีประสิทธิภาพจะมองเห็นภาพจุดที่ต้องการไปถึงอย่างชัดเจน รวมถึงมองเห็นเป้าหมายที่ต้องทำให้สำเร็จระหว่างทางที่จะไปสู่จุดมุ่งหมายสูงสุด และมุ่งมั่นทุ่มเทไปให้ถึงเป้าหมายที่ตั้งไว้

สามเหลี่ยมแห่งความสำเร็จ



5.1.2 วิสัยทัศน์ พันธกิจ และค่านิยม

หลักสำคัญของการขับเคลื่อนองค์การให้สู่ความสำเร็จประกอบด้วย

1. วิสัยทัศน์สามารถกระตุ้นความสนใจและสร้างแรงจูงใจได้
2. พันธกิจที่แสดงให้เห็นถึงทางที่ชัดเจนนำไปสู่วิสัยทัศน์
3. ค่านิยมองค์กรที่สอดคล้องกับวิสัยทัศน์และพันธกิจ
4. มีการสื่อสารวิสัยทัศน์ พันธกิจและค่านิยมแก่ผู้ที่เกี่ยวข้อง

สิ่งที่สำคัญคือ การนำองค์การอย่างมีวิสัยทัศน์ ซึ่งสิ่งที่สำคัญคือผู้บริหารระดับสูง ให้ความสำคัญที่จะขับเคลื่อนให้องค์การประสบความสำเร็จ โดยการกำหนดทิศทาง ค่านิยมที่มีความชัดเจนและเป็นรูปธรรม โดยเน้นค่านิยมที่ให้ความสำคัญกับผู้บริหาร บุคลากรในองค์การ รวมทั้งกำหนดความคาดหวังขององค์การที่มุ่งเน้นให้เกิดความสมดุลของความต้องการของผู้รับบริการ และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

- **วิสัยทัศน์ (Vision)**

หมายถึง การมองภาพอนาคตของผู้นำและสมาชิกในองค์การ และกำหนดจุดหมายปลายทางที่เชื่อมโยงกับภารกิจ ค่านิยม และความเชื่อเข้าด้วยกัน แล้วมุ่งสู่จุดหมายปลายทางที่ต้องการ โดยจุดหมายปลายทางดังกล่าวต้องชัดเจน ท้าทาย มีพลังและมีความเป็นไปได้

ความสำคัญของวิสัยทัศน์

1. ช่วยกำหนดทิศทางที่จะดำเนินชีวิตหรือกิจกรรมองค์การ โดยมีจุดหมายปลายทางที่ชัดเจน

2. ช่วยให้สมาชิกทุกคนรู้ว่า แต่ละคนมีความสำคัญต่อการมุ่งไปสู่จุดหมายปลายทางและรู้ว่าจะทำอะไร (What) ทำไมต้องทำ (Why) ทำอย่างไร (How) และทำเมื่อใด (When)

3. ช่วยกระตุ้นให้สมาชิกทุกคนมีความรู้สึกน่าสนใจ มีความผูกพัน มุ่งมั่นปฏิบัติตามด้วยความเต็มใจ ท้าท้าย เกิดความหมายในชีวิตการทำงาน มีการทำงานและมีชีวิตอยู่อย่างมีเป้าหมายด้วยความภูมิใจ และทุ่มเทเพื่อคุณภาพของผลงานที่ปฏิบัติ

4. ช่วยกำหนดมาตรฐานของชีวิต องค์กร และสังคมที่แสดงถึงการมีชีวิตที่มีคุณภาพ องค์การที่มีคุณภาพ และสังคมที่เจริญก้าวหน้ามีความเป็นเลิศในทุกด้าน

ลักษณะของวิสัยทัศน์ที่ดี

1. มีมุมมองแห่งอนาคต (Future perspective) สอดคล้องเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจ สังคมวัฒนธรรม และค่านิยมขององค์กร รวมทั้งวัตถุประสงค์และภารกิจขององค์การนั้น ๆ

2. ริเริ่มโดยผู้นำและสมาชิกมีส่วนร่วมคิดและให้การสนับสนุน (Share and Supported) มีความน่าเชื่อถือ ทุกคนเต็มใจที่จะปฏิบัติตาม การมีส่วนร่วมของสมาชิกจะก่อให้เกิดความผูกพัน (Commitment) ร่วมกัน และทุกคนพร้อมที่จะให้การสนับสนุน

3. มีสาระครบถ้วนและชัดเจน (Comprehensive & Clear) สะท้อนให้เห็นถึงจุดหมายปลายทางและทิศทางที่จะก้าวไปในอนาคตที่ทุกคนเข้าใจง่าย สามารถทำให้สำเร็จได้ตรงตามเป้าหมาย สาระต่างๆ จะช่วยกระตุ้น ท้าทายความสามารถและความรู้สึกนึกคิดของบุคลากรที่จะปฏิบัติงาน

4. ให้ความฝันและพลังดลใจ (Positive & Inspiring) ท้าท้าย ทะเยอทะยาน สามารถปลุกเร้า และสร้างความคาดหวังที่เป็นสิ่งพึงปรารถนาที่มองเห็นได้ นั่นคือ มีเส้นทางที่ท้าท้ายความสามารถ

5. มีแผนปฏิบัติที่แสดงให้เห็นวิธีการที่มุ่งสู่จุดหมายชัดเจน และเมื่อปฏิบัติตามแล้วจะให้ผลคุ้มค่า ในอนาคต ทั้งในด้านบุคคลและองค์การ ทั้งนี้จะต้องมีความสอดคล้องกับจุดหมายปลายทางที่กำหนดเป็น

- **พันธกิจ (Mission)**

พันธกิจองค์การ เป็นข้อความที่เกี่ยวกับการกำหนดกิจกรรมหลักและลักษณะงานสำคัญขององค์การ เพื่อนำไปสู่วิสัยทัศน์ที่องค์การกำหนดขึ้น

ความสำคัญในการกำหนดพันธกิจให้ชัดเจน

1. เพื่อให้สามารถระบุจุดมุ่งหมายภายในองค์การได้
2. เพื่อกำหนดหลักเกณฑ์มาตรฐานในการจัดสรรทรัพยากรองค์การ
3. เพื่อกำหนดบรรยากาศทั่วไปขององค์การ
4. เพื่อเป็นหลักสำคัญในการกำหนดจุดมุ่งหมายขององค์การและทิศทางขององค์การ

- **ค่านิยม หรือ คุณค่า (Core Value)**

คือ คุณลักษณะ และบรรทัดฐาน ที่มีความเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละองค์การ และส่งผลต่อพฤติกรรมในการปฏิบัติงานของบุคลากรภายในองค์การ โดยการกำหนดค่านิยมหลักต้องเป็นที่ปรารถนา (Desired Corporate Culture) ต่อความสำเร็จขององค์การ

องค์การต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก ในขณะที่เราต้องเผชิญกับการแข่งขันของเศรษฐกิจโลก การรวบรวมกิจการ และการเปลี่ยนแปลงในเทคโนโลยี การสร้างวิสัยทัศน์ที่มีประสิทธิภาพและค่านิยมสำหรับองค์การช่วยให้เราต้องข้ามความวุ่นวายนี้ การมีจุดเน้นทำให้แต่ละองค์การและคนในองค์การมีกรอบในการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์และยุทธวิธี ซึ่งสิ่งสำคัญอย่างยิ่งทิศทางและการบริหารงานขององค์การจะต้องมีความสอดคล้องของ วิสัยทัศน์ พันธกิจและค่านิยมเข้าด้วยกัน การจัดการภาครัฐเชิงรุก (Proactive Organization Management) จึงเป็นเรื่องสำคัญที่หน่วยงานจะต้องมีการพัฒนาและปรับปรุงองค์การอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้ทันต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว จึงจะสามารถบรรลุผลสำเร็จของการปฏิบัติงานเพื่อความสุขและประโยชน์สูงสุดที่เกิดขึ้นกับประชาชน

5.1.3 การวางแผนกลยุทธ์

การวางแผนเชิงกลยุทธ์ เป็นกระบวนการขององค์กรที่มีการกำหนดว่าจะมีทิศทาง กลยุทธ์ เป้าหมาย และการตัดสินใจในการจัดสรรทรัพยากรต่าง ๆ เพื่อบรรลุเป้าหมายนั้นอย่างไร

แผนกลยุทธ์ต่างจำแผนปฏิบัติการ กล่าวคือ แผนกลยุทธ์ เป็นการมองวิสัยทัศน์ มีกรอบแนวคิดและให้ทิศทาง ในทางตรงกันข้าม แผนปฏิบัติการตะเป็นแผนระยะสั้น เชิงเทคนิค วิธี และสามารถวัด

ได้ เมื่อนำกลยุทธ์มาใช้ แผนปฏิบัติการจะเข้ามามีบทบาท นั้น หมายความว่า แผนกลยุทธ์มุ่งเน้น เชิงรุก ขณะที่แผนปฏิบัติการมุ่งเน้นเชิงรับ

การวางแผนกลยุทธ์

ต้องตอบโจทย์คำถาม 3 ประการให้ได้

1. ทำอย่างไรองค์กรจึงจะสามารถตอบสนองวัตถุประสงค์เชิงกลยุทธ์
2. ทำอย่างไรทุกคนในองค์กรจึงจะทำงานไปในทิศทางเดียวกันตามกลยุทธ์ที่วางไว้
3. จะวัดหรือติดตามความคืบหน้าของการดำเนินการตามกลยุทธ์ได้อย่างไร

ส่วนประกอบของแผนกลยุทธ์

1.วิสัยทัศน์ (Vision) กล่าวคือจะทำให้เห็นภาพในอุดมคติขององค์กร ซึ่งจะบอกถึงเป้าหมายสุดท้ายขององค์กร

2.พันธกิจ (Mission) กล่าวคือเป็นกรอบว่าสิ่งใดต้องถูกทำให้สำเร็จเพื่อบรรลุวิสัยทัศน์ที่ตั้งไว้

3.ค่านิยมและจริยธรรมองค์กร (Values and Ethics) กล่าวคือ ถ้าทำให้ค่านิยมและจริยธรรมองค์กรเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับวิสัยทัศน์แล้วก็จะสามารถสร้างการยอมรับและยึดมั่นในเป้าหมายของคนในองค์กรได้

4. แนวคิดเชิงกลยุทธ์ (Strategic Intent) กล่าวคือ ความต้องการขององค์กรที่จะบรรลุวิสัยทัศน์ให้สำเร็จ มันเป็นการมองในระยะสั้นซึ่งเป็นส่วนประกอบหนึ่งของแผนระยะยาว

5. สมรรถนะ (Competencies) กล่าวคือ ความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านซึ่งเป็นพื้นฐานขององค์กรเพื่อใช้ในการทำงานขององค์กร การวางแผนเชิงกลยุทธ์จะรวมถึงการระบุสมรรถนะที่พึงประสงค์เพื่อบรรลุแนวคิดเชิงกลยุทธ์

6. วิเคราะห์ SWOT กล่าวคือ หน่วยงานต้องประเมินสถานการณ์ในปัจจุบัน วัตถุประสงค์ และกลยุทธ์ขององค์กร โดยการวิเคราะห์จุดแข็ง (Strengths) จุดอ่อน (Weaknesses) โอกาส (Opportunities) และอุปสรรค (Threats)

7. วัตถุประสงค์ กล่าวคือ เมื่อทราบสถานการณ์ปัจจุบันขององค์กร ก็สามารถอธิบายวัตถุประสงค์ขององค์กรเพื่อให้บรรลุเป้าหมายระยะกลาง และระยะยาว รวมทั้งเพื่อให้บรรลุเป้าหมายและความคาดหวังของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียต่างๆ ซึ่งรวมถึงบุคลากรภายในองค์กร

8. กลยุทธ์ กล่าวคือเป็นแนวทางที่จะช่วยให้วิสัยทัศน์ พันธกิจ แนวคิดเชิงกลยุทธ์ และวัตถุประสงค์ บรรลุตามเป้าหมายที่องค์กรตั้งไว้ ซึ่งกลยุทธ์สามารถครอบคลุมถึงทุกๆด้านในองค์กรไม่ว่าจะเป็นการเติบโตขององค์กร การเปลี่ยนแปลง และการปรับองค์กร

9. เป้าหมาย กล่าวคือ เป้าหมายจะระบุเป็นช่วงระยะเวลา หรือเป็นเป้าหมายอย่างเฉพาะเจาะจง สามารถวัดได้ มีความแน่นอน และสามารถบรรลุได้

10. แผนการนำไปปฏิบัติ กล่าวคือ ต้องประกอบด้วยทรัพยากร เป้าหมาย ระยะเวลา งบประมาณ และเป้าหมายการปฏิบัติงาน

5.1.4 ผู้นำ (Leadership)

คือ ผู้ที่คนอื่นอยากเดินตาม ผู้ที่มีศิลปะที่สามารถมีอิทธิพลเหนือผู้อื่น นำบุคคลเหล่านั้นไปโดยได้รับความไว้วางใจและเชื่อใจอย่างเต็มที่อีกทั้งยังได้รับความเคารพนับถือ

คุณลักษณะของความเป็นผู้นำ

1.ผู้ที่มีวิสัยทัศน์ (Visionnary)

ผู้นำที่มีวิสัยทัศน์จะสบายใจกับความคิดสร้างสรรค์ และการระดมสมอง ชอบการตั้งคำถาม ตัดสินใจโดยการใช้เหตุผลและสัญชาตญาน มีความคิดสร้างสรรค์ กระตือรือร้น แบ่งปันความคิด

2.ผู้ที่เน้นความสำเร็จ (Achiever)

ผู้นำที่เน้นความสำเร็จ จะเน้นความสำเร็จ สนใจเรื่องผลลัพธ์ มีหลักการในการแก้ปัญหาและต้องการที่จะทำทุกอย่างให้สำเร็จอย่างรวดเร็ว มีความต้องการในตัวเองและมีความคาดหวังในตัวผู้อื่นสูง

3.นักวิเคราะห์ (Analyzer)

ผู้นำที่เป็นนักวิเคราะห์ จะให้คุณค่ากับการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ สบายใจกับความเป็นจริงและความเป็นรูปธรรมมากกว่าความคิดเห็นและความรู้สึกนึกคิด

4.ผู้สนับสนุน (Facilitator)

ผู้นำแบบให้การสนับสนุนจะเห็นคุณค่าของความสัมพันธ์ การอุทิศตนและความจงรักภักดี ได้แรงจูงใจจากการให้ความร่วมมือ เห็นคุณค่าของการทำงานเป็นทีม ชอบการให้กำลังใจและการช่วยเหลือ

การนิยามภาวะผู้นำที่มีวิสัยทัศน์

●ผู้นำที่มีวิสัยทัศน์

1. พร้อมรับความเปลี่ยนแปลงและการเติบโต
2. วางแผนและเตรียมความพร้อมรับโอกาสและความท้าทาย
3. สร้างความสัมพันธ์ในเชิงบวก
4. บริหารจัดการความเสี่ยงในระยะสั้นเพื่อผลประโยชน์ระยะยาว

●ผู้นำที่ไร้วิสัยทัศน์

1. ขาดความพร้อมในการรับความเปลี่ยนแปลงและความต้องการที่เพิ่มขึ้น
2. ไม่มีการวางแผนและเตรียมความพร้อมรับโอกาสและความท้าทายหรือเหตุการณ์เฉพาะหน้า
3. ละเลยการพัฒนาการสร้างความสัมพันธ์ในเชิงบวกและการสร้างความสามัคคีในทีม
4. แก้ปัญหาระยะสั้นด้วยแผนระยะสั้น

5.1.5 การทำงานร่วมกัน

การทำงานร่วมกับผู้นำในรูปแบบต่าง ๆ

การเรียนรู้ที่จะทำงานร่วมกับผู้นำในรูปแบบต่าง ๆ ถือว่ามีความสำคัญมาก ความยืดหยุ่นในการปรับตัวเป็นกุญแจสำคัญที่จะสร้างความเข้าใจผู้นำในรูปแบบต่าง ๆ

การทำงานกับคนที่มีรูปแบบต่าง ๆ ได้ขึ้นอยู่กับความเต็มใจของเราที่จะปรับตัว ยอมรับผู้อื่นที่ทำงานต่างรูปแบบจากเรา ซึ่งหมายถึงเราไม่บังคับเอารูปแบบความเป็นตัวเราไปให้คนอื่น แต่หมายถึงการคิดก่อนลงมือทำ เพื่อที่จะเข้าถึงผู้อื่นเพื่อให้เข้ารู้สึกสบายใจ

แนวทางดังต่อไปนี้ช่วยให้เรามีความยืดหยุ่น และสามารถทำงานร่วมกับคนที่มีรูปแบบแตกต่างจากเราได้ เราไม่สามารถเปลี่ยนแปลงผู้อื่นได้ แต่เราสามารถสร้างความสามารถในการปรับตัวเพื่อสร้างความสัมพันธ์ที่มีประสิทธิภาพได้

1.มุ่งเน้นผลลัพธ์

มุ่งเน้นผลลัพธ์มากกว่าเรื่องส่วนตัว จะทำให้เราเข้าใจถึงความแตกต่างและจุดแข็งที่สมาชิกในทีมเรามี

2.ปรับเปลี่ยนความคาดหวังของคุณที่มีต่อผู้อื่น

ถามตัวเองก่อนว่าวิธีการของคุณดีกว่า หรือเป็นเพียงแค่ความแตกต่างในวิธีของแต่ละคนเท่านั้น ละทิ้งความเห็นแก่ตัวออกไปและปรับเปลี่ยนความคาดหวังของคุณที่มีต่อผู้อื่น

3.ทุ่มเท ทำมากกว่าที่คาดหวัง

ไม่มีประโยชน์ที่จะรอให้ผู้อื่นปรับเปลี่ยนการกระทำให้เป็นตามแบบของเรา เราต้องใช้ความทุ่มเท ทำมากกว่าที่คาดหวังเพื่อลดช่องว่างของความแตกต่าง

4.คิดก่อนพูด

บางครั้งคนเราก็เผลอพูดสิ่งที่ทำให้เราต้องเสียใจในภายหลังออกไป ดังนั้น ก่อนที่พูดสิ่งใด ถามตัวเองก่อนว่าคุณคิดอะไร ทำไมถึงคิดเช่นนั้นและเริ่มโต้ตอบด้วยตัวอย่างหรือหลักฐาน ด้วยวิธีการนี้จะทำให้เราแสดงความต่างได้โดยไม่สร้างความแตกแยก

5.มองที่จุดแข็ง ข้อดีของผู้อื่น

แสดงความชื่นชมในจุดแข็งของผู้อื่น ด้วยความซื่อสัตย์และจริงใจ

หลักการจากหนังสือของเดล คาร์เนกี “วิธีชนะมิตรและจูงใจคน” และ “วิธีชนะทุกข์และสร้างสุข” เป็นแนวทางที่จะเข้าใจถึงความแตกต่างและวิธีการในการรับมือกับสถานการณ์ต่าง ๆ การประยุกต์ใช้อย่างต่อเนื่องจะทำให้เรามีความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นและสามารถปรับตัวเข้ากับผู้อื่นได้มากขึ้น

1.ไม่วิพากษ์วิจารณ์ ประณาม หรือบ่นว่า

2.พยายามมองสิ่งต่าง ๆจากมุมมองของผู้อื่น

3. ให้อีกฝ่ายเป็นผู้พูดมากกว่าตัวเอง

4.ยอมรับสิ่งที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้

5.สร้างความสุขให้กับผู้อื่น

5.1.6 การจัดการความแตกต่าง

ในองค์การหนึ่งจะประกอบด้วย บุคลากรหลายช่วงอายุซึ่งต้องมาทำงานร่วมกันและมักจะเกิดความขัดแย้งระหว่างบุคลากรต่างวัย เช่น การไม่ยอมรับเทคโนโลยีใหม่ในบุคลากรที่มีอายุมากการสื่อสารโดยใช้ศัพท์เฉพาะกลุ่มอายุ เป็นต้น อาจกล่าวได้ว่าอายุนับเป็นปัจจัยหลักที่แสดงออกถึงความแตกต่างได้ อย่างชัดเจน โดยช่วงวัยที่แตกต่างทำให้มีลักษณะการทำงาน การแสดงความคิดเห็นและการแสดงออกที่แตกต่างกัน ดังนั้นถ้านักบริหารทราบถึงความแตกต่างในแต่ละกลุ่มอายุ ไม่ว่าจะเป็นลักษณะการเรียนรู้ บุคลิกภาพ

พฤติกรรม ฯลฯ จะช่วยให้สามารถวางแผนการพัฒนาคนให้เหมาะสมกับงาน การมอบหมายงานได้ตรงกับความถนัดของ พนักงาน การสร้างแรงจูงใจต่างๆ เพื่อดึงดูดใจแก่บุคลากร อีกทั้งลด ปัญหาด้านการลาออก (Turnover) ทั้งนี้เราสามารถแบ่งช่วงอายุได้เป็น 4 ช่วงหลัก ๆ คือ

1. Generation B (Baby Boomers Generation) คือผู้ที่เกิดในช่วงปี พ.ศ. 2489 - 2507 คนในวัยนี้จะวางแผนชีวิตอิงกับการทำงาน มักจะใช้เวลาส่วนใหญ่ทุ่มเทกับการทำงานอย่างหนัก เคารพกฎเกณฑ์ กติกา โดยมุ่งหวังที่จะมีตำแหน่งหน้าที่การงานที่ดี ทุ่มเทและรักองค์กร พยายามสร้างเนื้อสร้างตัว วางแผนชีวิตหลังการปลดเกษียณ ไม่ชอบการเปลี่ยนแปลงมากนัก คนในวัยนี้มักจะชอบทำงานแบบค่อยเป็นค่อยไปและ มักจะมองช่วงวัยอื่นๆ ทำงานได้ไม่ดีเท่าตนเองจึงมักจะลงมือทำด้วยตัวเองจนทำให้งานล้นมือ เป็นวัยที่ประหยัดและอดออม ส่วนใหญ่แล้วจะมีตำแหน่งหน้าที่การงานในระดับผู้บริหาร หัวหน้างาน เป็นคนที่ละเอียดรอบคอบ ใส่ใจกับรายละเอียดต่างๆ สู้งาน

2. Generation X (Extraordinary Generation) คือผู้ที่เกิดในช่วง พ.ศ. 2508 - 2522 ชอบอะไรง่ายๆ มีแนวความคิดและการทำงานแบบรู้รอบด้านจึงสามารถทำงานได้ตามลำพัง และยังสามารถทำงานเป็นส่วนหนึ่งของทีมงานเป็นอย่างดี แต่ไม่ค่อยกล้าแสดงออก มีความรับผิดชอบ มีนิสัยเปิดกว้างพร้อมยอมรับฟังข้อติติงเพื่อปรับปรุงและพัฒนาตัวเอง คนวัยนี้มักให้ความสำคัญสมดุลกันระหว่างงานและครอบครัว คือจะไม่ทำงานหนัก เลิกงานก็กลับบ้าน สามารถเรียกกลุ่มนี้ได้อีกอย่างว่า Baby Bust หรือพวกยัปปี้ (Yuppie - Young Urban Professionals)

3. Generation Y (Why Generation) คือผู้ที่เกิดในช่วงปี พ.ศ. 2523 - 2533 ชอบการโต้ตอบและมีความมั่นใจในตัวเองสูง จึงชอบทำงานเพียงลำพัง คาดหวังในการทำงานสูงในเรื่องของรายได้ และการเป็นผู้นำ ทะเยอทะยาน และมักมีแนวความคิดแบบก้าวกระโดด ชอบแสดงออก ตัดสินใจเร็ว คนวัยนี้มีความสามารถในด้านการติดต่อสื่อสารและทำงานหลายๆ อย่างในเวลาเดียวกัน มีความสามารถทางด้านเทคโนโลยีสูง ทำงานเป็นทีม กล้าซักถาม ติดเพื่อน ชอบทำอะไรหลายๆ อย่างในเวลาเดียวกัน มองโลกในแง่ดี คนวัยนี้จะค่อนข้างเบื่องานง่าย จึงมีแนวโน้มในการเปลี่ยนงานสูง ชอบการซักถามเพื่อหาเหตุผลก่อนที่จะดำเนินการ การสร้างสมดุลในชีวิตและหน้าที่การงานเป็นสิ่งสำคัญ (Work Life Balance)

4. Generation M หรือ Z (Millennial Generation) เป็นผู้ที่เกิดในช่วงปี พ.ศ. 2534 - 2540 มีความสามารถทางด้านคอมพิวเตอร์และภาษาอังกฤษ ชอบความเป็นอิสระ อยากเป็นเจ้าของกิจการขนาดเล็ก ไม่ชอบการเป็นลูกจ้าง ในองค์กรที่มีบุคลากรในกลุ่มนี้จะมีลักษณะที่ชอบคิด ไม่ชอบการท่องจำ ยังไม่มีประสบการณ์ในการทำงาน ชอบการแสดงออก มั่นใจในตนเองสูง ชอบการทำงานเป็นทีม ไม่ชอบการอยู่ภายใต้กฎเกณฑ์หรือกฎระเบียบ คนในกลุ่มนี้จะชอบแสดงความคิดเห็น

การจัดการความแตกต่าง เมื่อทราบความแตกต่างของแต่ละช่วงอายุแล้ว ต้องมุ่งในการพัฒนาคนขึ้นมาทดแทนผู้ที่อยู่ในวัยใกล้เกษียณ จึงต้องมีการพัฒนาความรู้และทักษะที่จำเป็นให้กับคนรุ่นถัดไป การบริหารจำเป็นจะต้องวิเคราะห์พฤติกรรมและมองหาแรงจูงใจหลักของแต่ละช่วงอายุ และคิดเสมอว่าในทุกช่วงอายุล้วนมีจุดแข็งและจุดด้อยแตกต่าง เมื่อได้ผลจากการวิเคราะห์ดังกล่าวจึงนำผลที่ได้มาทำการวางแผนยุทธศาสตร์พร้อมทั้งขั้นตอนในการปฏิบัติการ ดังนี้

1. การพัฒนาองค์กรแห่งการเรียนรู้และการจัดการความรู้ ให้พนักงานมีโอกาสในการศึกษาและพัฒนาความรู้ด้วยตนเองนอกเหนือจากหลักสูตรที่องค์กรจัดขึ้นเป็นประเพณี (Off the Shelf) เช่น ให้

พนักงานวางแผนการพัฒนาตนเองในแต่ละปี โดยระบุทักษะที่จำเป็นต่อภาระหน้าที่ที่รับผิดชอบ ซึ่งการเปิดโอกาสนี้จะช่วยให้พนักงานได้แสดงความคิดเห็น และมีส่วนร่วมในการพัฒนาองค์กร พร้อมทั้งสนับสนุนให้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยการถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์จากบนลงล่าง ทั้งนี้ จะช่วยลดช่องว่างที่เกิดขึ้นระหว่างอายุ และยังช่วยให้ Gen Y และ Gen M เกิดการเรียนรู้ประสบการณ์จากการบอกเล่านอกเหนือจากประสบการณ์ตรง

2. การพัฒนาวิธีการทำงานให้มีความยืดหยุ่นเพื่อรองรับกำลังคนงานที่มีความท้าทายจะช่วยให้ Gen X, Y และ M ได้แสดงความสามารถในสภาวการณ์ที่แตกต่าง อันหมายถึงการหมุนเวียนเปลี่ยนงานจะทำให้คนทั้ง 3 ช่วงวัยไม่รู้สึกเบื่อหน่าย ซ้ำซากจำเจ และยังทำให้ได้รับประสบการณ์ใหม่ ๆ และด้วยเทคโนโลยีในปัจจุบันมีความทันสมัยและยืดหยุ่นเอื้อต่อการทำงาน

3. กำหนดสมรรถนะที่จำเป็นต่อการทำงานแต่ละหน้าที่ความรับผิดชอบ (Competency) โดยทำการวิเคราะห์บทบาทหน้าที่ในตำแหน่งงานเดิมและจัดทำใหม่ให้มีความยืดหยุ่นรองรับการเปลี่ยนแปลง เมื่อกำหนดสมรรถนะเรียบร้อยแล้วให้วางแผนการฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะหลัก (Core Competency) และสมรรถนะในงาน (Functional Competency) โดยกำหนดให้พนักงานต้องมีทักษะความรู้ความสามารถในสมรรถนะพื้นฐาน (Threshold Competency) เป็นอย่างดี

4. พัฒนาระบบพี่เลี้ยงเพื่อช่วยแนะนำถ่ายทอดประสบการณ์ให้กับพนักงานทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ โดยคำนึงถึงผู้ที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ในแต่ละช่วงวัย เช่น Gen X มีนิสัยชอบการเรียนรู้และคำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญอย่างแท้จริง ส่วน Gen Y จะเน้นเรียนรู้เฉพาะบุคคลที่ชื่นชอบ เป็นต้น

5. จัดอบรมระดับผู้บริหาร เช่น ทักษะการเป็นผู้นำการบริหารจัดการความขัดแย้ง การสื่อสารภายในและภายนอกองค์กรการสร้างแรงจูงใจและอิทธิพล การบริหารการเปลี่ยนแปลง การเปิดรับความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่าง ๆ

6. สร้างบรรยากาศในการทำงานที่มีความยืดหยุ่น เพราะ Gen X, Y และ M มักชอบทำงานที่มีความเป็นอิสระ ดังนั้น เพื่อให้การทำงานบรรลุวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายที่วางไว้ จึงต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำงานที่ยืดหยุ่นมีความเป็นอิสระ ทั้งมอบหมายงานตามความถนัด เช่น บอกทิศทางของเป้าหมายที่ต้องการให้กับ Gen X และพยายามอธิบายเหตุผลตอบข้อซักถามกับ Gen Y เป็นต้น

7. ส่งเสริมให้มีการทำงานเป็นทีม ให้มีแลกเปลี่ยนความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่ มีการสื่อสารจากทั้ง 2 ทาง คือ ล่างขึ้นบนและบนลงล่าง ผู้บริหารจะต้องกล้ารับฟังข้อติติงและข้อเสนอแนะต่างๆ พร้อมทั้งยอมรับการเปลี่ยนแปลง

8. สร้างกิจกรรมต่างๆ ภายในองค์กร เพื่อสร้างความร่วมมือร่วมใจเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้เพราะคนวัย Gen Yและ M เป็นวัยที่ชอบแสดงออกและการเป็นผู้นำ ในแต่ละกิจกรรมระดับผู้บริหารจะต้องเข้าไปมีส่วนร่วมเพื่อสร้างความสัมพันธ์ ความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน เป็นการสร้างความใกล้ชิดและผูกพัน ผู้บริหารที่ดีจะต้องรู้จักการลงไปคลุกฝุ่น หมายความว่าผู้บริหารที่จะได้ใจผู้ใต้บังคับบัญชาไม่ใช่นั่งทำงานแต่เพียงที่โต๊ะทำงานเพียงอย่างเดียว แต่จะต้องยอมลงไปสร้างความสัมพันธ์กับพนักงาน พร้อมทั้งยอมรับฟังปัญหาอย่างใกล้ชิด

แผนยุทธศาสตร์ดังกล่าวจะมีประสิทธิภาพหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับการเลือกนำมาปฏิบัติบนพื้นฐานของความเหมาะสมตามลักษณะขององค์กร และปัญหาที่ประสบภายในองค์กร ทั้งนี้ผู้บริหารควรรับทราบปัญหาและทำการวิเคราะห์หาสาเหตุอย่างละเอียดถี่ถ้วน เพราะแต่ละองค์กรก็ย่อมมีปัญหาในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป เพื่อนำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาทำการหาวิถีทางในการแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้องตรงจุด ยกตัวอย่างเช่น องค์กรขนาดเล็กมีพนักงานจำนวนค่อนข้างน้อย โดยมีพนักงาน 1 คนในแต่ละตำแหน่ง หรือพนักงาน 1 คนอาจทำงานหลากหลายภาระหน้าที่ อีกทั้งมีประสบปัญหาคนลาออกจากงานบ่อยครั้ง เมื่อผู้บริหารได้วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ก็อาจเลือกแนวทางในการพัฒนาลักษณะการทำงานให้มีความยืดหยุ่นเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลง การพัฒนาระบบพี่เลี้ยง การส่งเสริมให้มีการทำงานเป็นทีม หรือการสร้างกิจกรรมต่างๆ ภายในองค์กร เป็นต้น

5.1.7 การรับมือกับวัยที่ต่างกัน

คนในแต่ละรุ่นมีความเชื่อ วิธีการทำงาน และรูปแบบในการสื่อสารที่เป็นเอกลักษณ์ ซึ่งการเป็นผู้นำหน่วยงานที่มีคนต่างวัยถือเป็นประสบการณ์ที่มีค่าและมีประสิทธิภาพ หากเรามีทักษะในการนำจุดแข็งของแต่ละวัยมาใช้ประโยชน์ในหน่วยงานได้ ด้วยเหตุนี้ การเชื่อมโยงและการจัดการความแตกต่างระหว่างวัย จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะสร้างความสำเร็จของหน่วยงาน กรมทรัพยากรน้ำบาดาลก็เป็นหน่วยงานหนึ่งที่มีคนต่างวัยอยู่ในหน่วยงานเดียวกันเป็นจำนวนมาก ดังนั้น เคล็ดลับในการรับมือกับคนต่างวัยจึงต้องต่างกันไปด้วย โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- **ผู้มีประสบการณ์ (Veterans)**

1.ให้เขามีส่วนร่วมเสมอ
2.มุ่งตรงประเด็นและและอย่าทำให้พวกเขาเสียเวลา
3.ใช้ภาษาที่ครอบคลุมและเป็นทางการมากขึ้นเพื่อสร้างความเชื่อใจ
4.ให้พวกเขาได้ติดตามข่าวสารองค์กรให้เป็นปัจจุบันอยู่เสมอ
5.สำหรับสิ่งจูงใจ ให้รางวัลตามปกติที่เคยให้ มักจะเป็นแรงจูงใจที่ดีที่สุด
6.ใช้การเข้าหาแทนการใช้อีเมล์ ข้อความเสียง และแฟกซ์ในการสื่อสาร

- **ผู้ที่เกิดหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 (Boomers)**

1. พูดอย่างเปิดเผยตรงไปตรงมา
2. ให้การยอมรับเขาต่อสาธารณะชน
3. ให้พวกเขาได้มีส่วนร่วมและสร้างสภาพแวดล้อมแห่งความร่วมมือและการยอมรับ
4. มีความยืดหยุ่น
5. ชื่นชมจริยธรรมอันแรงกล้าและความสมัครใจในการทำงาน
6. ให้มีการปฏิสัมพันธ์หรือวิธีการแบบอิเล็กทรอนิกส์ในการสื่อสาร

- **คนยุคใหม่ (Gen X)**

1. ให้อิสระในการทำงาน
2. ให้พวกเขาได้มีอำนาจในการจัดลำดับความสำคัญของโครงการหลาย ๆ โครงการ
3. ให้โอกาสพวกเขาได้เรียนรู้ทักษะใหม่ ๆ และมอบความรับผิดชอบที่หลากหลาย
4. ให้ความคิดเห็นในเชิงสร้างสรรค์และตรงไปตรงมาตามภาษาของพวกเขา

5. ฟังอย่างตั้งใจและเคารพในความคิดเห็นของพวกเขา
6. ใช้อีเมลล์ในการติดต่อสื่อสาร

●คนยุคดิจิตอล (Millennials)

1. ให้โอกาสในการเติบโต มีอำนาจ และมีความรับผิดชอบ
2. มอบการทำงานที่ท้าทายและมีความหมายให้
3. แสดงความนับถือและจัดหาสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนให้มีการแสดงความเห็น
4. กระตุ้นให้เกิดการคิดนอกกรอบ
5. สร้างบรรยากาศในการทำงานให้เป็นทีมที่สนุกสนาน
6. ใช้อิเล็กทรอนิกส์ในการติดต่อสื่อสาร

5.1.8 การรับมือกับสมาชิกทีมที่ท้าทาย

ทีมที่ประสมความสำเร็จนั้นสร้างผลงานที่มาจากการที่ทุกคนในทีมมีวิสัยทัศน์ วิธีการทำงาน และความมุ่งมั่นต่อกัน พลวัตเหล่านี้ไม่เคยปรากฏในโลกของความเป็นจริง สมาชิกบางคนช่วยให้การทำงานเป็นทีมได้ง่ายขึ้น สะดวกมากขึ้น และคุ้มค่า ในขณะที่บางคนมักทำให้กระบวนการทำงานในทีม หนักกว่าที่มันควรจะเป็น

●พฤติกรรมที่ทำลายประสิทธิผลของทีม

1. ทัศนคติที่ไม่เป็นมิตร
2. หยิ่ง วางตัว
3. ดัง เด่น
4. ขัดขวาง
5. การตีความ
6. ซุบซิบนินทา
7. กระซิบกระซาบ
8. พฤติกรรมให้ไขว้เขว เสียสมาธิ
9. ทำหลาย ๆ อย่างในเวลาเดียวกัน
10. พวกที่มาสาย ออกก่อน
11. ติ บ่น

●ระดับความผิดปกติของทีม

1. ระดับแรก : ความอึดอัด

พฤติกรรมของบุคคล : เป็นลบ (Nagative)

สมาชิกแต่ละคนจะแสดงออกในด้านลบกับอีกฝ่าย รวมไปถึงไอเดียต่าง ๆ และการบริหารจัดการ

ปฏิกิริยาของทีม : ไม่รับรู้ เพิกเฉย

เพิกเฉยและรอให้มันหายไปเอง โดยส่วนมากคนจะคิดว่าบางทีมันอาจจะเป็นเพียงช่วงเวลาสั้น ๆ และคนเหล่านั้นจะเลิกทำพฤตกรรมดังกล่าวไปเอง

2. ระดับสอง : ไม่เป็นมิตร

พฤติกรรมของบุคคล : ไม่ให้ความร่วมมือ (Uncooperative)

ไม่ให้ความร่วมมือ และมีแนวโน้มที่จะถอนตัวออกจากทีม

ปฏิกิริยาของทีม : ไม่ชอบ

เกิดความไม่ชอบใจของคนบางส่วนในทีมต่อสมาชิกที่ไม่ให้ความร่วมมือในทีม

3. ระดับสาม : ไม่มีประสิทธิภาพ

พฤติกรรมของบุคคล : มุ่งร้าย (Hostile)

มักเชื่อว่าแนวความคิดของสมาชิกคนอื่นๆ ในทีมไม่ได้เรื่อง โจมตีผลงานของสมาชิกคนอื่น ๆ ในทีม และเห็นว่าอย่างอื่นสำคัญมากกว่าความต้องการของทีม

ปฏิกิริยาของทีม : กล่าวโทษ

เกิดการทะเลาะวิวาท ดูถูกเพื่อนร่วมงาน

4. ระดับสี่ : ล้มเหลว

พฤติกรรมของบุคคล : ทำลายล้าง (Sabotage)

มีพฤติกรรมที่รบกวนการทำงานของทีม บ่ายเบี่ยงความรับผิดชอบ ต้องการทำลายสถานะของทีม

ปฏิกิริยาของทีม : ปฏิเสธ

ทีมเริ่มขาดความไว้วางในกันเองในทีม ไม่เต็มใจที่จะรองรับความแตกต่างของสมาชิกทีมที่ท้าทาย

●หลักการจูงใจทัศนคติและพฤติกรรม

เมื่อต้องรับมือกับสมาชิกในทีมที่มีปัญหา จำเป็นต้องใช้หลักมนุษยสัมพันธ์ที่ดี ดังนี้

1. เริ่มต้นด้วยการสรรเสริญและชื่อชมด้วยความซื่อสัตย์
2. ชี้ให้เขาเห็นความผิดพลาดของเขาแบบอ้อม ๆ
3. พูดคุยเกี่ยวกับความผิดพลาดของคุณเองก่อนวิจารณ์คนอื่น ๆ
4. ถามคำถามแทนที่จะออกคำสั่งโดยตรง
5. จงรักษาหน้าผู้อื่น
6. ให้การสรรเสริญต่อการปรับปรุงแม้จะเล็กน้อยต่อการปรับปรุงในทุก ๆ ครั้ง
7. ให้ชื่อเสียงที่ดีแก่คนอื่น
8. ทำให้ความผิดพลาดดูเป็นเรื่องงานที่จะแก้ไข
9. ทำให้คนอื่นมีความสุขในสิ่งที่คุณแนะนำ

●เส้นทางของการเป็นทีมที่มีประสิทธิภาพ

1. สร้างการสื่อสารที่เปิดเผยและสม่ำเสมอ
2. ใช้เวลาในการสร้างการทำงานร่วมกันเป็นทีม
3. สร้างทักษะในการทำงานผ่านความแตกต่าง
4. ให้ข้อเสนอแนะที่ซื่อสัตย์อย่างสม่ำเสมอ

●ลักษณะของสมาชิกในทีมที่ประสบความสำเร็จ

1. มีความรับผิดชอบจ่อหน้าที่ของตนเอง
2. บรรลุความคาดหวังของสมาชิกคนอื่น ๆ ในทีม
3. ให้ความเคารพต่อระบบกลไกของทีม
4. มาประชุมด้วยความเตรียมพร้อมและตรงต่อเวลา

5. ทำงานเสร็จตามกรอบเวลาที่ตกลงกันไว้
6. เต็มใจยอบรับและทำงานเสร็จสิ้นตามที่ได้รับมอบหมาย

●ลักษณะของทีมที่ประสบความสำเร็จ

1. มีวัตถุประสงค์ที่เป็นหนึ่งเดียวและชัดเจน
2. สร้างบรรยากาศที่ผ่อนคลาย ไม่เป็นทางการมากนัก
3. มีการปรึกษาหารือสนทนาที่ทุกคนมีส่วนร่วม
4. สมาชิกในทีมมีอิสระในการแสดงความรู้สึกและความคิดของพวกเขา
5. ความขัดแย้งถูกมองว่าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการการทำงาน
6. การตัดสินใจจะมีขึ้นเมื่อได้รับความเห็นพ้องโดยรวม

5.1.9 การจัดการกับความขัดแย้ง

ความหมายของความขัดแย้ง

คือ ความไม่ลงรอยกัน หรือสภาวะที่ไม่เห็นพ้องต้องกัน หรือความเป็นปฏิปักษ์กัน ระหว่างบุคคล หรือกลุ่มบุคคล ตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป โดยมีสาเหตุมาจากวัตถุประสงค์ ที่ไม่สามารถเข้ากันได้ ความไม่ลงรอยกันทางด้านความต้องการ ความปรารถนา ค่านิยม ความเชื่อ หรือทัศนคติ

ประเภทของความขัดแย้ง

1. ความขัดแย้งในตนเอง ในเรื่องข้องกับการตัดสินใจ
2. ความขัดแย้งความสัมพันธภาพกับเพื่อน

สาเหตุของความขัดแย้ง

1. บุคลิกภาพ อารมณ์ ทัศนคติ เช่น เป็นคนอารมณ์ร้อน พูดจาโผงผาง เสียงดัง คิดเร็ว พูดเร็ว ชักสีหน้าไม่พอใจ
2. การมองโลกในแง่ลบ ความคิดไม่ยืดหยุ่น ตั้งความหวังไว้สูง
3. การช่างจดช่างจำ ไม่อภัยผู้อื่น
4. การรับรู้ที่ผิดพลาด การสื่อสารผิดพลาด
5. มีพฤติกรรมไม่เหมาะสม

การเปลี่ยนแปลงความขัดแย้งเป็นความสร้างสรรค์นั้น สิ่งสำคัญคืออยู่ที่ลดการยึดมั่นพร้อมกับเปิดใจยอมรับว่าทุกคนมีความแตกต่างในความคิดและประสบการณ์ปัญหาความขัดแย้ง จะกลายเป็นความคิดสร้างสรรค์ ความขุ่นข้องหมองใจจะกลายเป็นการยอมรับ และความแตกต่างจะกลายเป็นครูสอนให้เราทุกคนได้เรียนรู้และเติบโตไปพร้อม ๆ กัน

หลักการสร้างและรักษาสัมพันธภาพที่สำคัญมีดังนี้

1. หลีกเลี่ยงความขัดแย้ง และยุติความขัดแย้งด้วยสันติวิธี
2. ยอมรับความแตกต่างทางความคิดเห็นของเพื่อน
3. สนใจดูแลเอาใจใส่ความรู้สึกและความต้องการของเพื่อน
4. รับฟังความคิดเห็นของเพื่อน

ประเภทการแก้ไขปัญหาความขัดแย้ง

1. การหลีกเลี่ยง (Avoidance)

การหลีกเลี่ยงเป็นวิธีการที่ได้ผลน้อยที่สุดใน 5 วิธีการบริหารความขัดแย้งทั้งหมด เพราะการหลีกเลี่ยงไม่ได้ทำให้ความขัดแย้งหมดไป แต่เป็นเพียงหลบหลีกปัญหาที่ไม่ได้เกิดจากการแก้ไขและพร้อมจะเจอปัญหาได้ตลอดเวลา

ข้อดี ทำได้ง่าย

ข้อเสีย ปัญหายังคงมีอยู่ และต้องหวาดผวา

2. การแข่งขัน (Competition)

เป็นการแก้ไขวิธีเอาแพ้เองชนะ เพื่อให้ตนเองสามารถบรรลุความต้องการ อาจจะต้องใช้อำนาจหรือการแสดงความก้าวร้าวรุนแรง อันอาจจะเกิดมาจากเมื่อมีอุปสรรคหรือสิ่งกีดขวางมิให้บรรลุเป้าหมาย ถึงใช้วิธีการที่อาจจะต้องทำลายอีกฝ่ายหนึ่ง เพื่อให้ได้สิ่งที่ตนหวังไว้

วิธีการนี้เป็นการสร้างความพึงพอใจให้แก่ผู้เป็นฝ่ายชนะ แต่ในทางตรงกันข้ามผู้ที่เป็นฝ่ายแพ้อาจจะเก็บความคับแค้นใจไว้ในขณะหนึ่ง เพื่อรอเวลาที่จะหาทางแก้แค้นในที่สุด อย่างไรก็ดี วิธีการแข่งขันถือได้ว่าเป็นวิธีการแก้ปัญหาความขัดแย้งวิธีหนึ่งที่ใช้ได้ผล เมื่อทั้ง 2 ฝ่าย มีความสัมพันธ์เป็นช่วงในระยะเวลาอันสั้น และไม่มีความจำเป็นที่จะต้องรักษาสัมพันธภาพในระยะยาวการแข่งขันจึงเป็นวิธีที่รวดเร็วของการแก้ไขข้อขัดแย้งในกรณีนี้

3. การประนีประนอม (Compromise)

เป็นวิธีบุคคลทั้ง 2 ฝ่าย สามารถตกลงกันได้โดยวิธี “พบกันครึ่งทาง” ต่างฝ่ายต้องยอมลดความต้องการของตนเองบางส่วน ดังนั้น วิธีการนี้จึงเป็นการที่แต่ละฝ่ายต้องเสียสละบางส่วนเพื่อให้ได้ข้อตกลงที่สามารถยุติข้อปัญหาความขัดแย้ง มักจะพบได้ว่าบุคคลทั้งสองฝ่ายจะไม่ค่อยเห็นด้วยอย่างเต็มที่นักในระยะยาว เพราะต่างฝ่ายต่างก็ยอมเสียบางส่วนของตน อาจจะด้วยความไม่เต็มใจ

ข้อดี ต่างฝ่ายต่างได้เท่าที่ตกลงรอมชอมกัน

ข้อเสีย ฝ่ายเสียเปรียบจะยังขุ่นเคืองใจ

4. การปรองดอง (Accommodation)

เป็นวิธีการแก้ปัญหาด้วยการยอมเสียสละความต้องการของตนเองเพื่อให้ฝ่ายตรงข้ามบรรลุความต้องการของตน เป็นการสร้างความพึงพอใจให้แก่อีกฝ่าย เพื่อหลีกเลี่ยงความขัดแย้ง แต่วิธีนี้มักจะไม่ก่อให้เกิดความพึงพอใจแก่ผู้ยินยอมให้ เพราะตนต้องเสียสละความต้องการของตนให้ผู้อื่น จึงเป็นการสร้างความคับแค้นที่ติดอยู่ในใจ วิธีนี้จึงไม่ใช่ทางเลือกที่ดีนักในการแก้ปัญหาความขัดแย้ง

ข้อดี ทำให้บรรเทาความขัดแย้งด้วยเวลาอันรวดเร็ว เพราะคู่กรณีได้รับประโยชน์จึงเกิดความพึงพอใจและยุติความข้อแย้ง

ข้อเสีย ผู้ได้รับประโยชน์ย่ามใจ ผู้เสียประโยชน์รอวันแก้แค้น

5. การร่วมมือ (Collaboration)

โดยทั่วไปการแก้ไขความขัดแย้งด้วยการเผชิญหน้า เป็นวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด จากวิธีที่กล่าวมาทั้งหมด คู่กรณีทั้งสองฝ่ายยินยอมที่จะหันหน้าเข้าหารือกันเพื่อวิธีที่ดี

ที่สุดในการช่วยการบริหารความขัดแย้ง การร่วมมือกันเป็นการกำหนดความตกลงกันในลักษณะของการบรรลุถึงข้อยุตินั้น อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้เป็นจะต้องใช้ระยะเวลามากในการจัดการแก้ไขปัญหา แต่ก็เป็นวิธีดีที่สุดสำหรับบุคคลที่เกี่ยวข้องกับข้อขัดแย้งทุกฝ่ายที่มีสัมพันธภาพในการทำงานอยู่ร่วมกันในระยะยาว

ข้อดี เป็นการยุติข้อขัดแย้งที่บรรลุข้อตกลงด้วยดีมีผลยาวนาน

ข้อเสีย เป็นการยากที่จะทำให้ทั้งสองฝ่ายมีความพอใจและพร้อมร่วมมือร่วมใจ

การแก้ไขความขัดแย้ง win – win

1. มีทัศนคติที่เป็นบวก
2. พบกันครึ่งทาง
3. วิเคราะห์และเห็นพ้องต่อประเด็นปัญหา
4. เตรียมพร้อมอย่างดี
5. วิเคราะห์ตนเองอย่างซื่อสัตย์
6. มองหาผลประโยชน์ร่วมกัน
7. จัดการกับข้อเท็จจริงไม่ใช่อารมณ์
8. จงซื่อสัตย์
9. เสนอทางเลือกแบบมีน้ำหนักและแสดงหลักฐาน
10. เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการสื่อสาร
11. จบด้วยความรู้สึกดี ๆ
12. สนุกกับกระบวนการ

สรุป ความขัดแย้งเป็นกระบวนการที่เกิดจากความพยายามของฝ่ายหนึ่ง ที่ไปขัดขวางความพยายามของอีกฝ่ายหนึ่งไม่ให้ฝ่ายตรงข้ามบรรลุเป้าหมายได้ ได้รับความก้าวหน้าหรือผลประโยชน์ตามที่ต้องการ ด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง

แนวความคิดเรื่องของความขัดแย้ง แนวความคิดเดิมเกี่ยวกับ “ความขัดแย้ง” มองว่าความขัดแย้งจะถูกคนอื่นมองว่าเป็นพวกมองโลกในแง่ร้ายพวกแกะดำ ไม่มีสัมมาคารวะไม่ห่วงอนาคต แถมยังทำให้องค์กรไม่ก้าวหน้า เสียเวลาในการทำงาน ด้วยเหตุนี้ คนเราจึงไม่กล้าแสดงความเห็นที่ขัดแย้งเพราะกลัวเสียภาพพจน์ของตนเอง จะถูกคนอื่นมองในด้านลบ โดยมีความเชื่อว่าความขัดแย้งเป็นเรื่องที่สามารถหลีกเลี่ยงได้

“แนวความคิดใหม่” มองว่าความขัดแย้งเป็นสิ่งหลีกเลี่ยงไม่ได้ ความขัดแย้งส่งผลทั้งด้านบวกและด้านลบแก่องค์กร ทำให้องค์กรไม่หยุดนิ่งทกคนมีความคิดสร้างสรรค์ เกิดการยอมรับและไว้วางใจซึ่งกันและกัน ช่วยในการสร้างทีมงานได้เป็นอย่างดี ความขัดแย้งอาจเกิดจากปัญหาในการทำงาน แต่บ่อยครั้งก็มีสาเหตุจากเรื่องอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เรื่องงาน แต่ส่งผลกระทบต่องานและเพื่อนร่วมงานอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ความขัดแย้งมีทั้งข้อดีและข้อเสีย ไม่ใช่ส่งผลร้ายเสมอไป เราพบความหลากหลายของคน ทั้งความเชื่อ วิถีชีวิต ค่านิยม ทัศนคติ ที่แตกต่างคล้ายกับเรา จนกระทั่งไม่เหมือนเราเลย ดังนั้น ทุกครั้งที่มีการตัดสินใจ จึงยากมากที่จะหลีกเลี่ยงความขัดแย้ง ความขัดแย้งเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ แต่เราสามารถใช้ความขัดแย้งเป็นเครื่องมือ “สร้างโอกาส” ในการพัฒนาและปรับปรุงองค์กรได้ ทักษะที่สำคัญอย่างหนึ่งในการแก้ไขปัญหาความขัดแย้งก็

คือ **ทักษะในการฟัง** เปิดใจยอมรับปัญหา “เข้าอกและเข้าใจ” ช่วยกันโจมตีปัญหามากกว่าโจมตีบุคคล มองหาคำตอบที่ทุกคนได้ในสิ่งที่ต้องการ (Think Win-Win)

มีคำกว่าไว้ว่า “อยากเป็นใหญ่ต้องผูกมิตรมากกว่าสร้างศัตรู” แต่คนที่ประสบความสำเร็จอันยิ่งใหญ่ล้วนมีศัตรูที่แข็งแกร่งและเข้มแข็งทั้งสิ้น นั่นหมายถึงว่า อุปสรรคยิ่งมาก เราก็ยิ่งแข็งแกร่ง ดังนั้น องค์กรใดไม่มีความขัดแย้ง องค์กรนั้นยากที่จะขึ้นสู่ที่สูง

5.1.10 การควบคุมอารมณ์

สมรรถนะด้านความฉลาดทางอารมณ์ (Emotion Intelligence – EI)

1. การหยั่งรู้โดยสัญชาตญาณและความเอาใจใส่ ความตระหนักถึงผู้อื่น ความรู้สึก และความต้องการ สมรรถนะนี้สำคัญต่อที่ทำงานเนื่องจาก

- ช่วยให้เราเข้าใจความรู้สึกและมุมมองของผู้อื่น รวมทั้งรับรู้ถึงสิ่งที่ผู้อื่นต้องการเพื่อเติบโต พัฒนา และเสริมสร้างจุดเด่นให้มากที่สุด
- พัฒนาระบบบริการ โดยช่วยให้เราพร้อมรับ จดจำ และตอบสนองความต้องการของผู้รับบริการได้
- พัฒนาความสามารถในการเห็นใจผู้อื่น และสร้างความสามารถในการต่อรองในที่ทำงาน

2. ทักษะทางสังคมและความถูกต้องทางการเมือง (Political Correctness) : ทักษะในการได้รับการตอบสนองที่เราต้องการจากผู้อื่น สมรรถนะนี้สำคัญต่อที่ทำงานเนื่องจาก

- ช่วยให้เราสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิผล รวมทั้งสามารถจูงใจและชักจูงผู้อื่นโดยการสื่อสารอย่างตรงไปตรงมาและน่าเชื่อถือ
- พัฒนาทักษะการเป็นผู้นำ การทำงานเป็นทีม และความสามารถในการบริหารจัดการความเปลี่ยนแปลง แก้ไขความขัดแย้ง สร้างฉันทามติ และส่งเสริมความร่วมมือ

3. ความตระหนักรู้ในตนเอง ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความต้องการทรัพยากร และการหยั่งรู้โดยสัญชาตญาณของตัวเรา สมรรถนะนี้สำคัญต่อที่ทำงานเนื่องจาก

- พัฒนาความสามารถในการรับรู้อารมณ์ของเรา และผลกระทบจากอารมณ์ที่มีต่อคนรอบตัวของเรา
- ช่วยเราเข้าถึงเข้าใจ และยอมรับจุดเด่นและจุดด้อยของเรา
- เพิ่มพูนความมั่นใจในตนเองและความเคารพในตนเอง

4. การจัดการตนเอง การจัดการความคิดในใจ อารมณ์และทรัพยากรของตนเอง

- พัฒนาการควบคุมตนเอง โดยบริหารจัดการความรู้สึกที่ไม่ดี
- เพิ่มความสามารถในการสร้างความไว้วางใจและความรับผิดชอบต่อผลงาน
- เพิ่มความยืดหยุ่นและการยอมรับความเปลี่ยนแปลง แนวคิดใหม่และข้อมูลใหม่

5. ความคาดหวังส่วนตนและแรงจูงใจ แนวโน้มทางอารมณ์ที่ชี้นำหรือสนับสนุนการบรรลุเป้าหมาย สมรรถนะนี้สำคัญต่อที่ทำงานเนื่องจาก

- สนับสนุนให้พัฒนาตนเองอย่างตั้งใจและตั้งมั่นที่จะบรรลุมาตรฐานแห่งความเป็นเลิศที่เรากำหนดไว้
- เพิ่มความสามารถในการจูงใจตนเองและผู้อื่น รวมทั้งมองโลกในแง่ดีแม้ต้องเผชิญกับอุปสรรค
- พัฒนาความสามารถของเราในการริเริ่มเป็นผู้กระตุ้นและผลักดันตนเอง

Emotion Intelligence Quotient (EQ)

คือ ความสามารถของบุคคลในการรับรู้พฤติกรรม อารมณ์ และปฏิกิริยาตอบสนองของแต่ละบุคคล รวมทั้งความสามารถในการจัดการกับสิ่งในใจเหล่านี้ได้อย่างเหมาะสมในแต่ละสถานการณ์

สี่เสาหลักของ EQ คือ

1. การตระหนักรู้ถึงตนเอง
2. การจัดการตนเอง
3. การตระหนักถึงบริบททางสังคม
4. การบริหารความสัมพันธ์

ผลการวิจัยและข้อเท็จจริงเกี่ยวกับ EQ

1. เราสามารถเรียนรู้ที่จะเพิ่มความตระหนักรู้และมีวุฒิภาวะทางอารมณ์ในการจัดการกับอารมณ์ของเราได้
2. ผู้ชายและผู้หญิงได้คะแนน EQ เท่ากันในหัวข้อการตระหนักรู้ถึงตนเอง แต่ผู้หญิงกลับคะแนนสูงกว่าในหัวข้อการบริหารความสัมพันธ์
3. ในแต่ละสาขาอาชีพ ผู้ที่มีผลการทำงานดีที่สุดจะมี EQ สูงที่สุด
4. EI และ EQ ที่สูงจะนำไปสู่ความสามารถในการทำงานที่ดี (High productivity)
5. EI ที่สูงมีความเชื่อมโยงกับสุขภาพของบุคคล หากคุณเข้าใจสภาวะอารมณ์ตนเองและรู้จักจัดการอารมณ์เหล่านั้นอย่างเหมาะสม คุณจะมีความเครียดน้อยลง ซึ่งความเครียดถือเป็นบ่อเกิดของโรคหลายโรค บุคคลที่สามารถจัดการสภาวะอารมณ์ของตนได้อย่างดีเยี่ยม จะสามารถเอาตัวรอดในสถานการณ์คับขันได้ดีกว่า

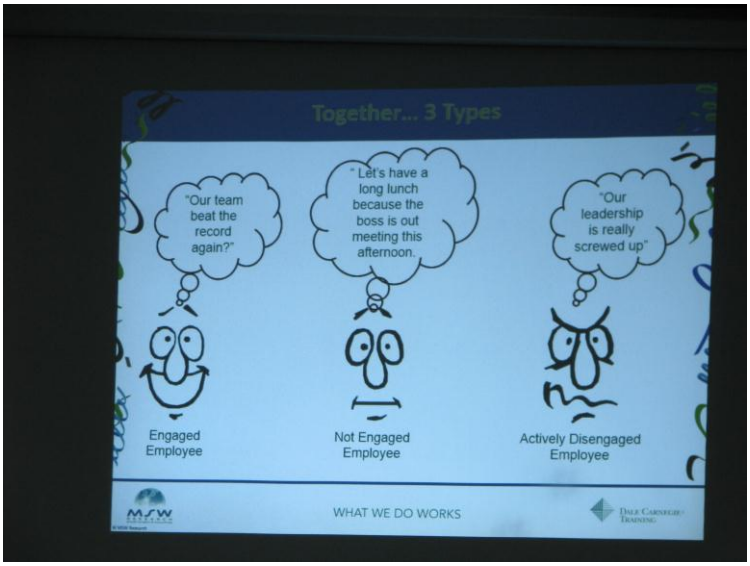
การควบคุมอารมณ์

1. ใช้สมอง : ทบทวนความคิดและอารมณ์ของคุณ และร่างอีเมล์ที่ระบุสิ่งที่คุณคิด แต่อย่าส่งออกไป
2. หาข้อมูล : ขอความคิดเห็นจากคนอื่นที่เป็นกลาง และขอรับทราบมุมมองต่อสถานการณ์อย่างตรงไปตรงมา
3. ใช้แรงกาย : ออกจากสถานที่ที่คุณอยู่ ลองเดินเล่นหรือทำกิจกรรมอื่น ๆ ที่ต้องออกแรง
4. ไตร่ตรอง : ลองมองสถานการณ์จากมุมมองของผู้อื่น และคิดว่าคุณจะมีส่วนช่วยได้อย่างไร
5. ให้เวลา : ทบทวนอีเมล์ของคุณในตอนเช้า และตัดสินใจว่า สถานการณ์ดังกล่าวคุ้มค่าต่อการสนใจหรือควรปล่อยวาง

6. เลือกสมรภูมิของคุณ : ปล่อยวางหรือเผชิญหน้ากับสถานการณ์

5.2 รับฟังและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในหัวข้อ How Smart Leaders Create Engaged Employees at Dale Carnegie Singapore

เรียนรู้เรื่องการสร้างความผูกพันของพนักงานในองค์กร เพื่อที่จะสามารถนำมาเป็น อีกองค์ประกอบ ในการพัฒนาองค์กร รวมทั้งเรียนรู้ปัจจัยเพิ่มเติมที่จะช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการในองค์กรแบบบูรณาการ



- **สิ่งที่องค์กรพึงกระทำในการสร้างความผูกพันและสร้างแรงจูงใจของพนักงาน**

1. สื่อสารอย่างชัดเจนถึงความเชื่อมโยงระหว่างผลการปฏิบัติงานและผลตอบแทนของพนักงาน
2. สร้างความมั่นใจในการประเมินผลการปฏิบัติงานที่สามารถแยกแยะผู้มีผลการปฏิบัติงานดีได้
3. ขจัดอุปสรรคในการทำงานที่สามารถส่งผลกระทบในเชิงลบต่อการสนับสนุนพนักงาน เช่น งานที่ไม่จำเป็นหรือซ้ำซ้อน
4. เลือกคนให้เหมาะสมกับงานโดยคำนึงถึงคุณสมบัติของตำแหน่งงานและความสามารถของผู้ที่จะดำรงตำแหน่งงานนั้น
5. ติดตามและพัฒนาบรรยากาศในการทำงานโดยผู้นำต้องมีความสามารถและมีรูปแบบการบริหารงานที่เหมาะสมเพื่อจูงใจพนักงาน
6. มุ่งเน้นถึงผลตอบแทนที่ไม่ได้อยู่แค่ในรูปของเงินเท่านั้น เช่น โอกาสการเติบโตในหน้าที่การงาน การพัฒนาในด้านต่างๆ และการยกย่องชมเชยพนักงาน

5.3 การสนทนาแลกเปลี่ยนความรู้ในหัวข้อการป้องกันและปราบปรามการทุจริตคอรัปชั่นกับวิทยากรชาวสิงคโปร์จากหน่วยงาน The Corrupt Practices Investigation Bureau (CPIB)

แลกเปลี่ยนความคิดเห็นในเรื่องของการแก้ปัญหาคอรัปชั่น แนวทางในการป้องกันการเกิดปัญหาทุจริตคอรัปชั่น รับฟังมุมมองของเจ้าหน้าที่ชาวสิงคโปร์ต่อปัญหาคอรัปชั่นในประเทศไทย เพื่อสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในองค์กรต่อไปได้

ประเทศสิงคโปร์ในยุคก่อนที่นาย ลี กวน ยิว จะชนะการเลือกตั้งขึ้นมาเป็นนายกรัฐมนตรีในปี ค.ศ.1959 (พ.ศ.2502) เป็นประเทศที่ปัญหาคอรัปชั่นโดยนักการเมืองและข้าราชการเหมือนประเทศอื่น ๆ ในเอเชีย แต่หลังจากการบริหารประเทศโดยนายกรัฐมนตรี ลี กวน ยิว ผู้นำที่มีการศึกษาและจิตสำนึกในการพัฒนาประเทศชาติสูง การรณรงค์และป้องกันการปราบปรามการคอรัปชั่นถือเป็นเรื่องจำเป็นที่จะต้องทำเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมของสิงคโปร์ซึ่งเป็นประเทศที่เล็กมากให้อยู่รอดได้ ในตอนสร้างชาติใหม่ ๆ นั้น

สิงคโปร์ต้องเผชิญกับปัญหาหลายด้าน เช่น การเป็นประเทศเล็กที่แทบไม่มีทรัพยากรธรรมชาติเลย มีประชาชนหลายเชื่อชาติทั้งจีน มาเลเซีย อินเดีย เคยรวมกับประเทศมาเลเซียอยู่ระยะหนึ่งแต่มีปัญหาความขัดแย้ง ความระแวงระหว่างชาวมาเลเซียและชาวจีนจนต้องแยกตัวออกมา ดังนั้น ความสำนึกของประชาชนและปัญญาชนชาวสิงคโปร์เป็นเรื่องความจำเป็นต้องร่วมมือกันสร้างชาติให้เข้มแข็งเพื่อที่ประเทศและประชาชนจะอยู่รอดได้จึงมีสูง

สำนักงานสอบสวนการกระทำอันเป็นการคอรัปชั่น (Corruption practices investigation bureau (CPIB) ของสิงคโปร์เป็นองค์กรอิสระที่ทำงานเข้มแข็ง ในช่วงแรก ๆ ได้สอบสวนและเอาผิดขนาดถอดถอนรัฐมนตรีร่วมคณะรัฐบาลของนายกฯ ลี กวน ยิว ได้ โดยที่นายกลี กวน ยิว มีความหนักแน่น แม้ว่าจะต้องเสียเพื่อนหรือสร้างศัตรูเพิ่มขึ้น รัฐมนตรีที่คอรัปชั่นคนหนึ่งตัดสินใจฆ่าตัวตายเพราะความละอาย มีคนหนึ่งหนีทัณฑ์บนระหว่างการสอบสวนไปใช้ชีวิตอยู่ในต่างประเทศอย่างไม่มี ความสุข การที่สิงคโปรน์มีผู้นำเป็นคนทำงานหนัก ใช้ชีวิตแบบเรียบง่ายและสนับสนุนการปราบปรามคอรัปชั่นอย่างเอาจริงเอาจัง เป็นตัวอย่างที่ดีที่ทำให้ประชาชนเชื่อมั่นและร่วมมือกับองค์กรปราบคอรัปชั่นของรัฐบาลทำให้การป้องกันและปราบคอ รัปชั่นประสบความสำเร็จจนใน 30 - 40 ปีต่อมา สิงคโปร์ได้คะแนนความโปร่งใสในการบริหารงานของรัฐบาลสูงที่สุดในเอเชีย

แนวทางแก้ไขปัญหาคอรัปชั่นแนวทางหนึ่งของสิงคโปร์ คือ **การพัฒนาการศึกษา และปรับเงินเดือนนักการเมืองและข้าราชการให้มีรายได้ใกล้เคียงกับภาคธุรกิจเอกชน เพื่อที่เจ้าหน้าที่รัฐจะได้ทำงานเพื่อรัฐได้เต็มที่โดยไม่ต้องไปพะวงเรื่องการหารายได้พิเศษ** แต่การให้เงินเดือนเจ้าหน้าที่รัฐสูงนี้จะต้องทำควบคู่ไปกับการพัฒนาให้เจ้าหน้าที่รัฐภูมิใจในตัวเอง มีการปรับปรุงและตรวจสอบประสิทธิภาพและความซื่อสัตย์ในการทำงานของทั้ง 3 ฝ่าย คือ บริหาร นิติบัญญัติ และศาลด้วย เพราะการวิจัยในประเทศอื่น ๆ พบว่า การขึ้นเงินเดือนนักการเมืองและข้าราชการก็ไม่ได้มีผลให้คอรัปชั่นลดลงเสมอไ ป และการที่รัฐบาลประเทศใดจะขึ้นเงินเดือนเจ้าหน้าที่รัฐให้สูงพอ ๆ กับภาคธุรกิจเอกชนได้นั้น ก็หมายถึงว่า รัฐบาลประเทศนั้นต้องพัฒนาให้เจ้าหน้าที่รัฐเก่งพอและดีพอที่จะช่วยทำให้เศรษฐกิจเจริญเติบโตมากพอที่รัฐบาลจะสามารถเก็บภาษีและมีรายได้มากพอด้วย

สิงคโปร์ทำได้เพราะทั้งผู้นำและประชาชนเป็นคนที่ได้รับการศึกษาและตระหนักว่า การแก้ปัญหาคอรัปชั่นเป็นความจำเป็น เป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม เพื่อความอยู่รอดและความเจริญเติบโตของประเทศชาติ ปัญหาการคอรัปชั่นไม่ใช่เป็นเรื่องแค่การแก้ปัญหาทางศีลธรรมแลจริยธรรมที่อาจจะทำก็ได้ไม่ทำก็ได้เท่านั้น พวกเขายังตระหนักว่าการจะ**แก้ปัญหา**คอรัปชั่น**ได้ต้องพยายามปฏิรูปทั้งระบบการบริหารราชการ กฎหมาย การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมไปพร้อมๆกัน เช่น** การทำให้ประชาชนมีการศึกษา มีงานทำ มีการกระจายรายได้ที่ค่อนข้างเป็นธรรม มีระบบประกันสังคม บริการสงเคราะห์ ที่ช่วยให้ประชาชนมีปัจจัยสี่และชีวิตที่มีความมั่นคง ก็เป็นปัจจัยที่ทำให้ประชาชนมุ่งหน้าขยันทำงานสุจริต เพราะประชาชนเห็นว่า เป็นแนวทางที่จะก่อให้เกิดผลดีกับพวกเขาได้มากกว่าจะมาคิดหาทางคอรัปชั่นซึ่งเป็นเรื่องที่มีโอกาสจะถูกลงโทษในอัตราสูง เรียกได้ว่าไม่คุ้ม สู้ไปตั้งหน้าตั้งตาทำงานให้ดี จะได้ผลตอบแทนมากกว่ามาคิดเสี่ยงคอรัปชั่น

ปัจจัยความสำเร็จด้านหนึ่ง คือ **การมีกฎหมายต่อต้านการคอรัปชั่นและการบังคับใช้กฎหมายที่เข้มแข็ง** องค์กรสอบสวนการกระทำคอรัปชั่นของสิงคโปร์ (CPIB) ได้รับการพัฒนาให้มีกำลังคน

มีความรู้ ความสามารถ มีคุณธรรม มีเงินเดือนสูง มีงประมาณมากพอที่จะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีอำนาจที่จะหาข้อมูลนักการเมือง ข้าราชการ คู่สมรสและลูกของพวกเขาจากธนาคาร กรมสรรพากร และหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ สามารถที่จะไต่สวนเจ้าหน้าที่รัฐที่ต้องสงสัยทุกคนไปจนถึงระดับสูงได้อย่างไม่มีข้อยกเว้น มีการแก้กฎหมายให้ศาลสามารถใช้ประเด็นว่า การที่เจ้าหน้าที่รัฐมีทรัพย์สินมากเกินรายได้จากเงินเดือน โดยอธิบายไม่ได้ว่า มาจากไหน เป็นหลักฐานว่า คนผู้นั้นอาจจะได้มาจากการคอรัปชั่นได้ ศาลสามารถใช้พยานหลักฐานการให้การจากเจ้าหน้าที่รัฐคนอื่น ๆ ได้โดยไม่ถือว่า เขามีความผิดฐานสมรู้ร่วมคิด รวมทั้งศาลสามารถสั่งยึดทรัพย์ที่ได้มาจากการคอรัปชั่นได้

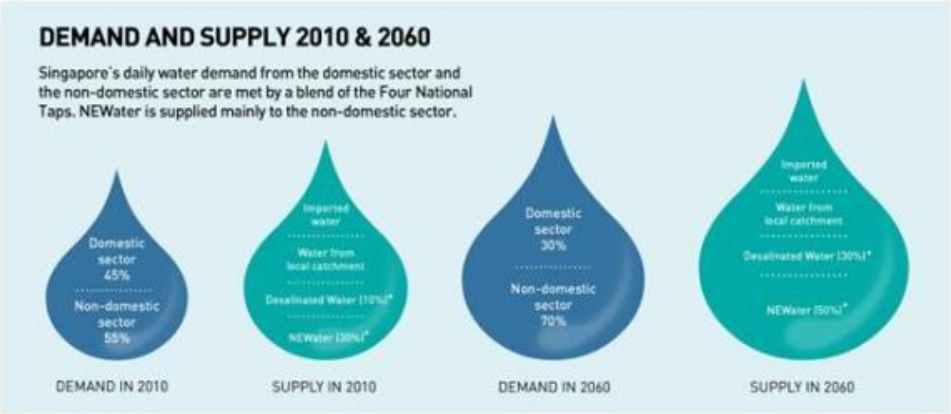
การมีกฎหมายที่เอื้ออำนวยเหล่านี้ แสดงให้เห็นความตั้งใจของรัฐบาลสิงคโปร์ที่จะแก้ปัญหาการคอรัปชั่นอย่างจริงจัง ไม่ใช่แค่ออกกฎหมายกว้าง และจัดตั้งองค์กรปราบคอรัปชั่นพอเป็นพิธี แต่ทำงานไม่ค่อยได้ผล เพราะหน่วยงานไม่ได้รับการส่งเสริมให้เข้มแข็งและหาหลักฐานพยานเอาผิดผู้ต้องสงสัยยาก

ประสบการณ์จากสิงคโปร์น่าจะเป็นตัวอย่างให้ประชาชนไทยตระหนักว่า การทุจริตคอรัปชั่นเป็นเรื่องที่อาจจะแก้ไขได้ ไม่ใช้จะต้องอยู่คู่กับประเทศไทยตลอดไป **ซึ่งวิทยากรชาวสิงคโปร์ได้แนะนำการแก้ไขปัญหาทุจริตคอรัปชั่น ควรเริ่มที่จุดเล็ก ๆ คือ ตัวเราเอง และค่อยต่อยอดไปในระดับองค์กร อย่างเช่น กรณีเมื่อต้องรับกระเช้าของขวัญต่าง ๆ เจ้าหน้าที่ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลควรดำเนินการอย่างไร โดยไม่เกิดปัญหาทุจริตคอรัปชั่น เป็นต้น**

5.4 ศึกษาดูงานเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำที่ Singapore's National Water Agency (NEWater)

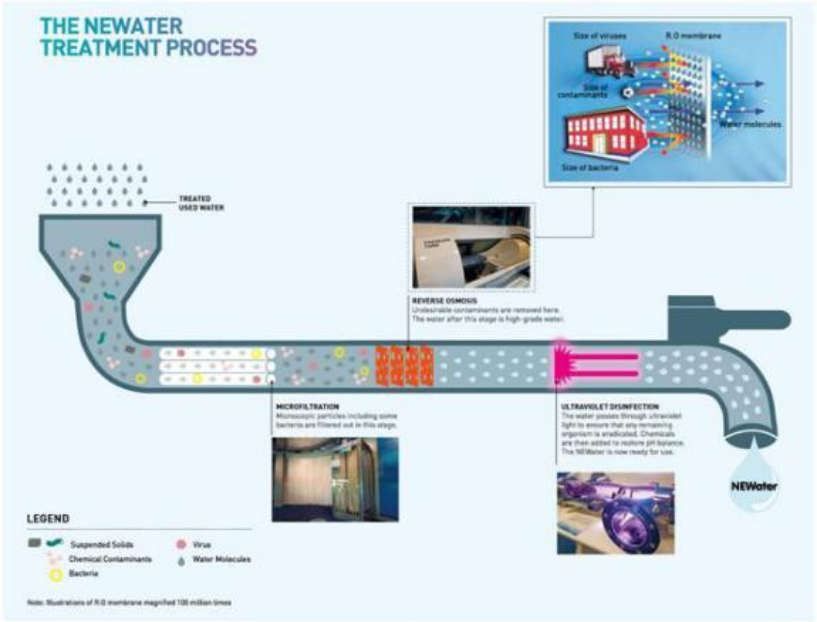
เนื่องจากประเทศสิงคโปร์เป็นเกาะ ซึ่งทรัพยากรน้ำจืดจึงมีค่อนข้างจำกัด ดังนั้น การรีไซเคิลน้ำจึงเป็นทางเลือกที่จำเป็นสำหรับสิงคโปร์

NEWater เป็นโรงงานนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ ที่ได้เริ่มขึ้นในปี ค.ศ. 1998 ภายใต้ความร่วมมือระหว่าสาธารณูปโภคแห่งสิงคโปร์ และกระทรวงสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรน้ำ เพื่อให้ NEWater เป็นแหล่งผลิตน้ำสำหรับการอุปโภคในประเทศสิงคโปร์ โดยผ่านกระบวนการผลิตที่ทันสมัย จนได้น้ำที่มีคุณภาพสูง NEWater เป็น 1 ใน 4 แหล่งน้ำหลักของประเทศสิงคโปร์ ซึ่งได้แก่ น้ำจากแหล่งกักเก็บน้ำผิวดิน (Local catchments) น้ำที่ซื้อจากมาเลเซีย (Imported water) น้ำจากการกำจัดเกลือออกจากน้ำทะเล (Desalinated water) และน้ำจากระบบผลิต NEWater เป้าหมายในการใช้แหล่งน้ำจาก NEWater นั้น ได้เพิ่มจาก 30 % ของปริมาณน้ำใช้ทั้งหมดในปี ค.ศ.2010 เป็น 50 % ในปี ค.ศ. 2060 นั่นหมายถึงในอนาคตไม่ไกลนี้ NEWater จะถูกกำหนดให้เป็นแหล่งน้ำหลักของประเทศ ดังนั้น กำลังการผลิตของ NEWater จะต้องเพิ่มขึ้นอย่างสอดคล้องกัน เมื่อถึงปี ค.ศ. 2060 จะมีโรงงานผลิตน้ำ NEWater ทั้งสิ้น 5 แห่ง



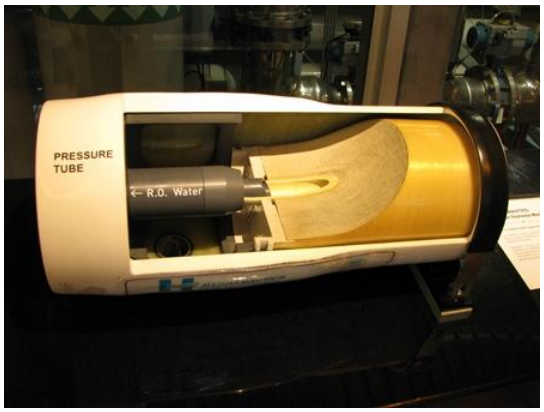
น้ำที่เข้าระบบผลิต NEWater นั้น เป็นน้ำทิ้งจากบ้านเรือน (Domestic wastewater) ที่ผ่านการบำบัดในเบื้องต้น ด้วยการตกตะกอน การบำบัดทางชีวภาพ จนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งของสิงคโปร์ สามารถปล่อยสู่ลำรางสาธารณะได้จากนั้นน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจะเข้าสู่กระบวนการปรับปรุงคุณภาพจนได้น้ำ NEWater ที่มีคุณภาพสูง สะอาด และปราศจากสิ่งปนเปื้อนใด

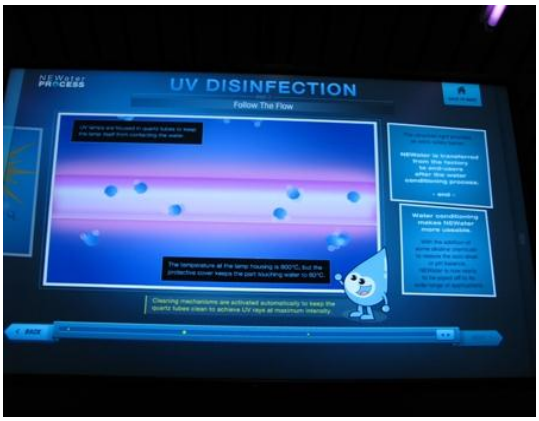
น้ำที่เข้าระบบผลิต NEWater นั้น เป็นน้ำทิ้งจากบ้านเรือน (Domestic wastewater) ที่ผ่านการบำบัดในเบื้องต้น ด้วยการตกตะกอน การบำบัดทางชีวภาพ จนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งของสิงคโปร์ สามารถปล่อยสู่ลำรางสาธารณะได้จากนั้นน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจะเข้าสู่กระบวนการปรับปรุงคุณภาพจนได้น้ำ NEWater ที่มีคุณภาพสูง สะอาด และปราศจากสิ่งปนเปื้อนใด



กระบวนการผลิตในโรงงาน NEWater เป็นเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าทันสมัย ซึ่งประกอบด้วยการใช้เทคโนโลยีเมมเบรน 2 ชนิด ทั้ง Microfiltration และ Reverse osmosis ร่วมกับการใช้รังสี Ultraviolet (UV)โดยเมมเบรนระดับ Microfiltration ที่มีรูพรุนประมาณ 0.1-1.0 ไมครอน จะทำหน้าที่กำจัดอนุภาคของแข็งแขวนลอยรวมถึงแบคทีเรียบางส่วน ในขณะที่เมมเบรนระดับ Reverse osmosis ที่มีรูพรุนขนาดเล็กต่ำกว่า 0.001 ไมครอน จะทำหน้าที่กำจัดแบคทีเรีย ไวรัส ตลอดจนสารเคมีปนเปื้อนต่าง ๆ จนหมดไป การใช้รังสีUV ในขั้นตอนสุดท้ายเป็นเพียงการสร้างความมั่นใจย้ำในคุณภาพน้ำที่ปราศจากเชื้อโรคใด ๆ จากนั้นจึงมีการเติมสารเคมีเพื่อปรับ pH ของน้ำให้เหมาะสมต่อการส่งจ่ายผ่านระบบเส้นท่อเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรมต่อไป

โดยเมื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำที่ผลิตจาก NEWater กับเกณฑ์มาตรฐานองค์การอนามัยโลก และคุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ ทั้ง น้ำฝน น้ำในอ่างเก็บน้ำ และน้ำประปา ในด้าน สี ความขุ่น ปริมาณสารอินทรีย์ตลอดจนปริมาณแบคทีเรีย พบว่าน้ำ NEWater มีคุณภาพดีที่สุด



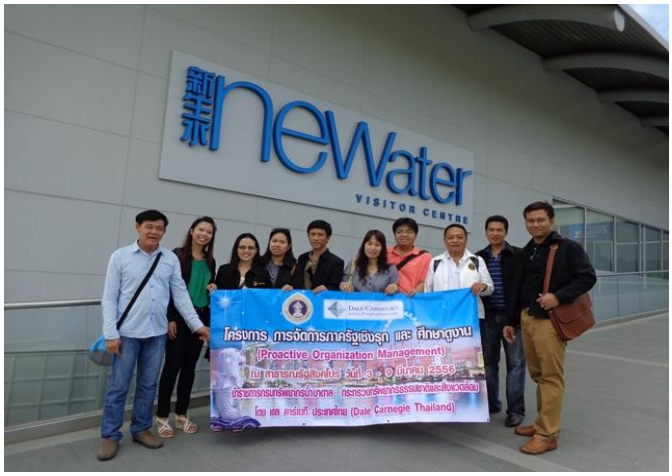


น้ำคุณภาพสูงจากระบบผลิต NEWater จะจ่ายเข้าระบบเส้นท่อที่แยกเฉพาะเจาะจงไม่ปนกับน้ำประปาจากโรงงานผลิตน้ำอื่น ๆ เพื่อส่งให้ใช้งานในภาคอุตสาหกรรมที่ต้องการน้ำคุณภาพดีพิเศษ เช่น อุตสาหกรรมสิ่งทอ ฟอกย้อม อิเลคทรอนิคส์ semi conductor electroplating หรือนำไปใช้ในระบบ Boiler และ Cooling system ในอุตสาหกรรมอื่น ๆ ตลอดจนตึกสูงและอาคารพาณิชย์ขนาดใหญ่ โดยรัฐบาลมีมาตรการส่งเสริมการใช้น้ำ NEWater ด้วยมาตรการทางภาษีที่ยกเว้นการคิดราคา WCT (Water Conservation Tax) ที่สูงถึง 30% รวมไปกับค่าน้ำ เนื่องจากการใช้น้ำ NEWater ถือเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำแล้วเช่นกัน

นอกจากนี้น้ำจากโรงงาน NEWater ยังถูกผลิตในรูปแบบของน้ำบรรจุขวด เพื่อใช้ในกิจกรรมเพื่อสังคมตลอดจนงานกีฬาและงานพิธีระดับชาติ เพื่อสร้างการยอมรับจากสาธารณชน โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มเยาวชนให้ภาคภูมิใจในผลลัพธ์ของการใช้เทคโนโลยีเพื่อแก้ไขปัญหาเรื่องน้ำของชาติอย่างยั่งยืน

น้ำจากระบบผลิต NEWater ที่เหลือภายหลังจากการจ่ายให้กับภาคอุตสาหกรรมและการทำน้ำบรรจุขวดแล้วจะถูกส่งกลับลงแหล่งน้ำดิบ เพื่อใช้เป็นแหล่งน้ำสำหรับการผลิตน้ำประปาตามวิธีการผลิตในขั้นตอนปกติต่อไป

การผลิตน้ำ NEWater จึงเป็นการนำเทคโนโลยีเมมเบรนมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เนื่องจากภาวะความจำเป็นในการจัดการแก้ไขปัญหาปริมาณน้ำในภาวะที่ไม่มีทางให้เลือก โดยมุ่งเน้นในการใช้งานเพื่อการอุปโภค และส่งเสริมการขยายตัวในภาคอุตสาหกรรม แม้น้ำที่ได้จะมีคุณภาพดีเยี่ยม ทั้งสะอาดและปราศจากสิ่งเจือปน แต่น้ำ NEWater ไม่ได้ถูกผลิตเพื่อนำมาใช้ในการบริโภคโดยตรง



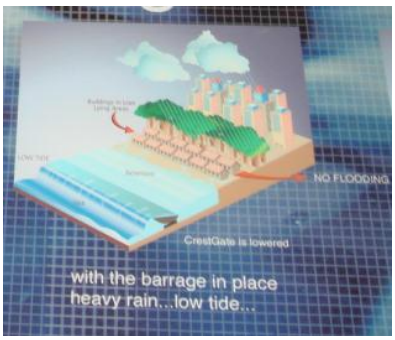
5.5ศึกษาดูงานเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำที่ โมเดลเขื่อนมารินาบาริจและนิทรรศการที่เกี่ยวข้องกับ “แกลอรี่สิงคโปร์อันยั่งยืน” (Sustainable Singapore Gallery)

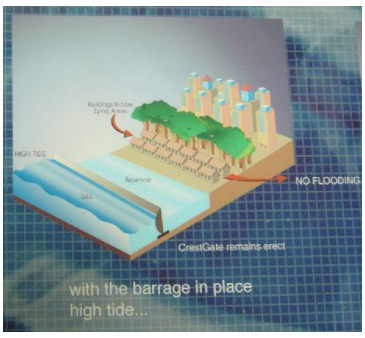
The Marina Barrage เป็นเขื่อนแห่งที่ 15 ถูกสร้างขึ้นปิดปากอ่าวมารีน่าในประเทศสิงคโปร์ เพื่อกั้นน้ำจืดจากแม่น้ำไม่ให้ไหลลงสู่ทะเล เขื่อนนี้เปิดใช้งานอย่างเป็นทางการเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2551 มีหน้าที่หลักคือ กักเก็บน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปา แต่เนื่องจากตอนแรกเริ่มน้ำในเขื่อนเป็นน้ำเค็ม ดังนั้น จึงต้องใช้เวลาในการถ่ายโอนน้ำเพื่อให้ความเค็มลดลงจนกลายเป็นน้ำจืดที่สามารถนำไปผลิตเป็นน้ำประปาได้ในอนาคต

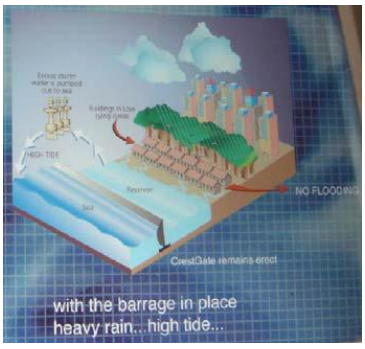
The Marina Barrage ใช้งบประมาณการก่อสร้างเป็นเงิน 226 ล้านดอลลาร์สิงคโปร์ หรือประมาณ 5,200 ล้านบาท โดยเขื่อนอเนกประสงค์นี้มีประโยชน์หลายด้านได้แก่ เป็นอ่างเก็บน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำประปาเป็นแหล่งคมนาคมทางน้ำสำหรับเมืองโดยรอบ เป็นด่านป้องกันน้ำท่วมเมื่อเกิดน้ำทะเลหนุน และเป็นแหล่งพักผ่อนสำหรับทำกิจกรรมทางน้ำประเภทต่าง ๆ เช่น การเล่น windsurf และการพายเรือ kayak เป็นต้น

หลักการปิด - เปิดประตูน้ำของ The Marina Barrage มี 3 กรณี ดังนี้

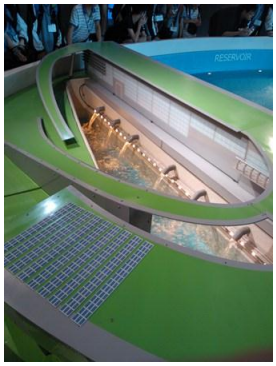
1. เมื่อมีฝนตกหนักและน้ำในเขื่อนมีมากจนเกินระดับที่รับได้ จะมีการเปิดประตูน้ำเพื่อปล่อยน้ำส่วนเกินออกสู่ทะเล แต่มีข้อแม้ว่าระดับน้ำนอกเขื่อน (ทะเล) จะต้องอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าน้ำในเขื่อน
2. เมื่อฝนตกน้อย ในขณะที่น้ำทะเลหนุนสูง ประตูน้ำจะถูกปิดเพื่อกั้นมิให้น้ำทะเลไหลเข้าท่วมชุมชนเมืองที่อยู่ริมแม่น้ำ วิธีนี้ป้องกันน้ำท่วมได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. เมื่อมีฝนตกหนักและน้ำในเขื่อนมีระดับสูงขึ้น ประกอบกับน้ำทะเลหนุนสูง ประตูน้ำจะถูกปิดเพื่อกั้นมิให้น้ำทะเลไหลเข้ามาในเขื่อน ในขณะเดียวกันจะมีการใช้ปั๊มสูบน้ำในเขื่อนออกสู่ทะเล เพื่อระบายน้ำไม่ให้ท่วมชุมชนเมือง







ภาพแสดงหลักการทำงานปิด - เปิดประตูน้ำของ The Marina Barrage ทั้ง 3 กรณี



การมีอยู่ของ The Marina Barrage ทำให้ชุมชนริมอ่าวและอยู่ในพื้นที่ต่ำทั้ง Chinatown Jalan Besar และ Geylang รอดพ้นจากการถูกน้ำท่วม นอกจากปัญหาน้ำท่วมแล้วเขื่อนยังช่วยในการบริหารจัดการเรื่องน้ำอุปโภค - บริโภคด้วย ทำให้เมืองไม่ประสบปัญหาเรื่องการขาดแคลนน้ำ ในปัจจุบัน The Marina Barrage ได้เปิดให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวมีตารางการเข้าเยี่ยมชมแบ่งเป็นวันธรรมดาและวันสุดสัปดาห์

The Marina Barrage เป็นสิ่งสะท้อนถึงความพยายามของมนุษย์ที่อยากรักษาทรัพยากรน้ำจืดไว้ ในช่วงเวลาที่โลกกำลังขาดแคลนน้ำจืดมากขึ้นทุกที โดยเฉพาะสิงคโปร์ที่เป็นประเทศเกาะขนาดเล็กมีแหล่งน้ำจืดเป็นของตัวเองน้อยมาก พวกเขาจึงพยายามทุกวิถีทางที่จะรักษาน้ำจืดไว้ถึงกับสิ้นเปลืองงบประมาณมหาศาลสร้างเขื่อนขนาดใหญ่ปิ ดปากอ่าว (ทะเล) ก้าวข้ามผ่านความลำบากทุกอย่าง เพื่อที่จะได้มีแหล่งน้ำจืดไว้ผลิตน้ำประปาเพื่อการอุปโภค - บริโภคอย่างเพียงพอในอนาคต ในทางกลับกันประเทศไทยซึ่งในอดีตมีความอุดมสมบูรณ์และแหล่งน้ำจืดมากกว่าประเทศสิงคโปร์อย่างเทียบไม่ได้ แต่ในปัจจุบันเนื่องจากมีการใช้น้ำอย่างฟุ่มเฟือยประกอบกับไม่มีการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำจืดที่ดี เป็นผลให้จำนวนและคุณภาพของแหล่งน้ำจืดในประเทศไทยลดลงในทุก ๆ ปี ซึ่งส่งผลกระทบอย่างมากต่อการเกษตรและการผลิตน้ำประปา ดังนั้น จึงควรมีการกำหนดวิธีการบริหารจัดการน้ำที่ถูกต้องอย่างรีบด่วน ทำในขณะที่สถานการณ์ยังไม่เลวร้ายจนเกินไป เพราะถ้าหากปล่อยให้ลุกลามถึงขั้นที่ไม่สามารถนำแหล่งน้ำจืดมาใช้ได้อีก เราอาจจำเป็นต้องสร้างเขื่อนกั้นอ่าวแบบที่สิงคโปร์ทำก็เป็นได้

6. ประโยชน์ที่ได้รับ

6.1 บุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลสามารถนำแนวทางการบริหารจัดการองค์กรภาครัฐมาปรับใช้ในองค์กรเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน ให้มีความโปร่งใส เป็นธรรม โดยมีการจัดทำคู่มือการเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการภาครัฐบริหาร เพื่อใช้แนวทางการจัดการภาครัฐเชิงรุกเผยแพร่ให้บุคลากรภายในกรมทรัพยากรน้ำบาดาลทราบและใช้ในการปฏิบัติงาน

6.2 บุคลากรกรมทรัพยากรน้ำบาดาลนำความรู้ที่ได้รับจากการศึกษาดูงานมาประยุกต์ใช้ในองค์กร โดยเฉพาะการแก้ไขปัญหาทุจริตคอรัปชั่น และแนวคิดในการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัด มาเป็นแนวความคิดในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล ให้เกิดประโยชน์สูงสุดและยั่งยืนตลอดไป

6.3 บุคลากรกรมทรัพยากรน้ำบาดาลพัฒนาศักยภาพและปรับกระบวนทัศน์การทำงานให้กับองค์กรสู่ความเป็นสากล

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 กรมทรัพยากรน้ำบาดาลควรส่งเสริม ให้หน่วยงานสนับสนุนของ ทบ. เข้าฝึกอบรมและศึกษาดูงานร่วมทั้งแลกเปลี่ยนเรียนรู้การปฏิบัติงานระหว่างประเทศอย่างต่อเนื่อง เพื่อนำข้อมูลที่ได้รับมาประยุกต์กับการปฏิบัติงาน

7.2 จากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวทางการป้องกันและปราบปรามการทุจริตของสาธารณรัฐสิงค์โป คือเมื่อหน่วยงานภาครัฐได้รับของขวัญต่างๆ ให้แจ้งประกาศให้บุคลากรในองค์กรทราบรวมทั้งนำสิ่งของมาเป็นรางวัลหรือจับฉลาก เพื่อป้องกันข้อกล่าวหารับสินบน

7.3 กรมทรัพยากรน้ำบาดลควรส่งเสริมด้านประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับการใช้ทรัพยากรน้ำบาดาลให้คุ้มค่าค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด

7.4 ผู้เข้าร่วมอบรมเห็นควรให้ กรมทรัพยากรน้ำบาดาลควรปรับเปลี่ยนวิสัยทัศน์ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ให้เป็นรูปธรรมที่เด่นชัด ผู้เข้าร่วมประชุมขอเสนอวิสัยทัศน์ใหม่ คือ **“บริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลเพื่อประโยชน์สุขของประชาชน”**

8. ผู้จัดทำรายงาน

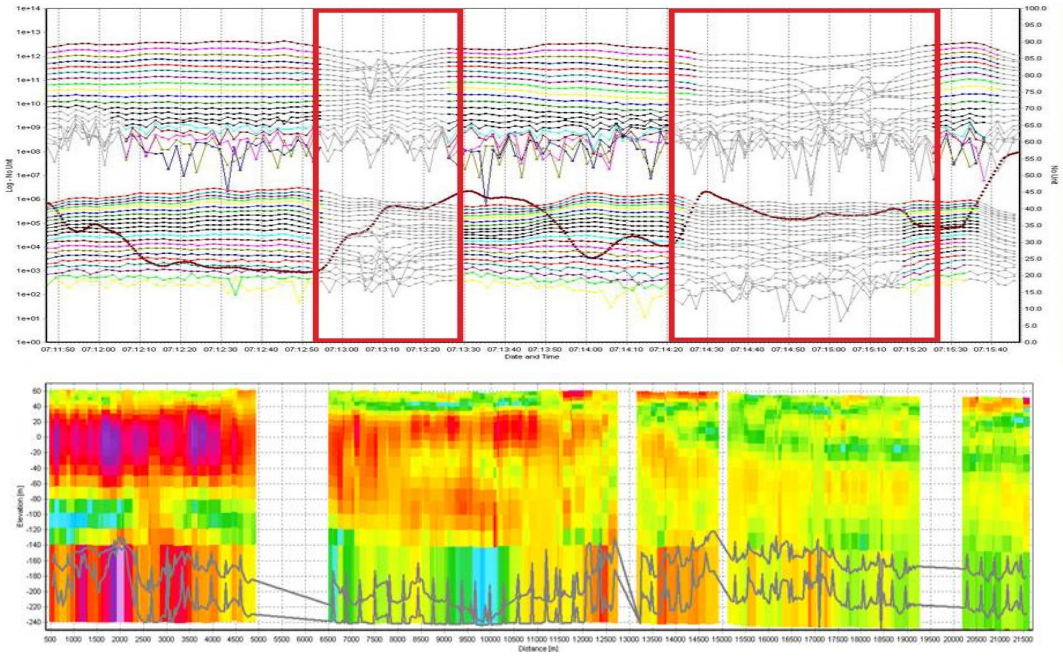
8.1 น.ส.ชรินทิพย์ กองศิลป์	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ
8.2 นายประโยชน์ กีรติศิริ	นักวิชาการเงินและบัญชีชำนาญการ
8.3 นายบุญเลิศ เลิศพฤกษ์สุกิจ	นายช่างเทคนิคชำนาญงาน
8.4 นายรักธรรม ขาวดี	นักทรัพยากรบุคคลชำนาญการ
8.5 นายนิรันดร ผดุงชม	นักทรัพยากรบุคคลชำนาญการ
8.6 นางสาวจารุณี จรรยาลักษณ์	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ
8.7 นายพิเชษฐ พลสา	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ
8.8 นายสุรัฐ ศิลากุล	นายช่างเทคนิคชำนาญงาน
8.9 น.ส.สุภมาศ เพ็งจันทร์	เจ้าพนักงานการเงินและบัญชีชำนาญงาน
8.10 นางสาวใบพร ปาวรีย์	นักวิชาการทรัพยากรธรณีปฏิบัติการ

รายงาน

การฝึกอบรมหลักสูตร การประมวลข้อมูลและแปลความหมายข้อมูลผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์สำหรับ การบริหารจัดการน้ำบาดาล (Processing Data and Interpretation Data of Geophysics for Groundwater Management)

ณ เมืองอาร์ฮูส (Aarhus) ราชอาณาจักรเดนมาร์กและกรีนแลนด์

ระหว่างวันที่ 20 มีนาคม – 20 พฤษภาคม 2556



กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

รายงานการฝึกอบรมหลักสูตรการประมวลข้อมูลและแปลความหมายข้อมูลผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์สำหรับการบริหารจัดการน้ำบาดาล (Processing Data and Interpretation Data of Geophysics for Groundwater Management)

ณ เมืองอาร์ฮูส (Aarhus) ราชอาณาจักรเดนมาร์กและกรีนแลนด์

สำนักสำรวจและประเมินศักยภาพน้ำบาดาล

ระหว่างวันที่ 20 มีนาคม – 20 พฤษภาคม 2556

---

1. หลักการและเหตุผล

การสำรวจธรณีฟิสิกส์ เพื่อศึกษาแหล่งน้ำบาดาลของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลนั้น ได้ดำเนินการกันอย่างแพร่หลาย ทั้งจากส่วนกลางและส่วนภูมิภาค เมื่อทำการสำรวจเรียบร้อยแล้ว ผู้ดำเนินการสำรวจจะจัดทำรายงานผลการสำรวจเฉพาะแห่ง หรือจัดทำรายงานผลการสำรวจเพื่อสนับสนุนโครงการต่างๆ ซึ่งจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจนั้น ยังไม่มีการจัดเก็บอย่างเป็นระบบ บางโครงการมีการดำเนินการประมวลผลข้อมูลและการแปลความหมายข้อมูลบ้างแล้ว แต่อย่างไรก็ตาม ผู้ประมวลผล ไม่ได้กำหนดค่าความไม่แน่นอน (Uncertainty) ซึ่งเป็นค่าความน่าเชื่อถือทางสถิติ ทำให้ผู้ใช้ข้อมูลอื่นๆ เกิดข้อสงสัย ไม่มีความเชื่อถือการประมวลผลและการแปลความหมายข้อมูล นอกจากนี้ ข้อมูลผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ยังไม่สามารถการแสดงผลในเชิงระบบฐานข้อมูลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ทำให้ผู้สำรวจอื่นๆ ไม่สามารถนำข้อมูลมาอ้างอิง ทำให้เกิดการทำงานที่ซ้ำซ้อน เสียงบประมาณในการดำเนินการเพิ่มมากขึ้นได้

ปีงบประมาณ 2554 กรมทรัพยากรน้ำบาดาลได้ดำเนินโครงการนำร่องการสำรวจแหล่งน้ำบาดาลด้วยการวิธีธรณีฟิสิกส์ขั้นสูง (Advance Airborne Time - Domain Electromagnetic Survey, ATDEM) เพื่อศึกษาการกระจายตัวและความหนาที่แน่นอนของชั้นน้ำบาดาลแต่ละชั้น เพื่อทราบศักยภาพน้ำบาดาลทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพทุกระดับน้ำบาดาล สำหรับจัดทำแผนดำเนินงานในการบริหารจัดการแหล่งน้ำบาดาลให้สมดุลและยั่งยืน นอกจากนี้ยังต้องจัดทำระบบฐานข้อมูลธรณีฟิสิกส์ ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล โดยได้ใช้โครงสร้างฐานข้อมูล GERDA จากราชอาณาจักรเดนมาร์ก อย่างไรก็ตาม ผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์เดิมโดยเฉพาะอย่างยิ่งการสำรวจธรณีฟิสิกส์ผิวดิน และสำรวจธรณีฟิสิกส์ใต้ผิวดิน (Surface and Subsurface Geophysical Surveys) จำเป็นต้องทำการรวบรวมข้อมูล ประมวลผล (Processing) และกำหนดค่าความไม่แน่นอน และแปลความหมายข้อมูล (Interpretation) ก่อนการนำเข้า GERDA เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานจัดทำแบบจำลองธรณีวิทยา และแบบจำลองอุทกธรณีวิทยา สำหรับการบริหารจัดการน้ำบาดาลอย่างเป็นระบบต่อไป

2. วัตถุประสงค์

2.1 ศึกษาการประมวลผลและการแปลความหมายข้อมูล จากการสำรวจธรณีฟิสิกส์

2.2 ศึกษาโครงสร้างฐานข้อมูล GERDA (Denmark and Thai version) เพื่อการนำเข้าฐานข้อมูลธรณีฟิสิกส์

2.3 ศึกษาการบริหารจัดการฐานข้อมูลธรณีฟิสิกส์เพื่อการประยุกต์ใช้กับงานแผนที่อุทกธรณีวิทยาและแผนที่น้ำบาดาล

3. กำหนดการและสถานที่ฝึกอบรม

ดำเนินการอบรมจำนวน 30 วัน (ระหว่างวันที่ 20 มีนาคม-20 เมษายน 2556) ณ เมืองอาร์ฮูส (Aarhus) ราชอาณาจักรเดนมาร์กและกรีนแลนด์ โดยเริ่มจากวันที่ 25 มีนาคม-19 เมษายน 2556 (รูปที่ 1 และ ภาคผนวก ก)

(ก) **(ข)**

รูปที่ 1. Hydrogeophysic group, Aarhus University, สถานที่ฝึกอบรม

4. รายชื่อผู้เข้าร่วมเดินทางฝึกอบรม

4.1 นายบุญชัย หาญมงคลพิพัฒน์ นักธรณีวิทยาชำนาญการ ศทศ.
4.2 น.ส. อัคปศร อัคราช นักธรณีวิทยาชำนาญ สสป.
4.3 น.ส. นาถชนก อุ่นปิง นักธรณีวิทยาปฏิบัติการ สสป.

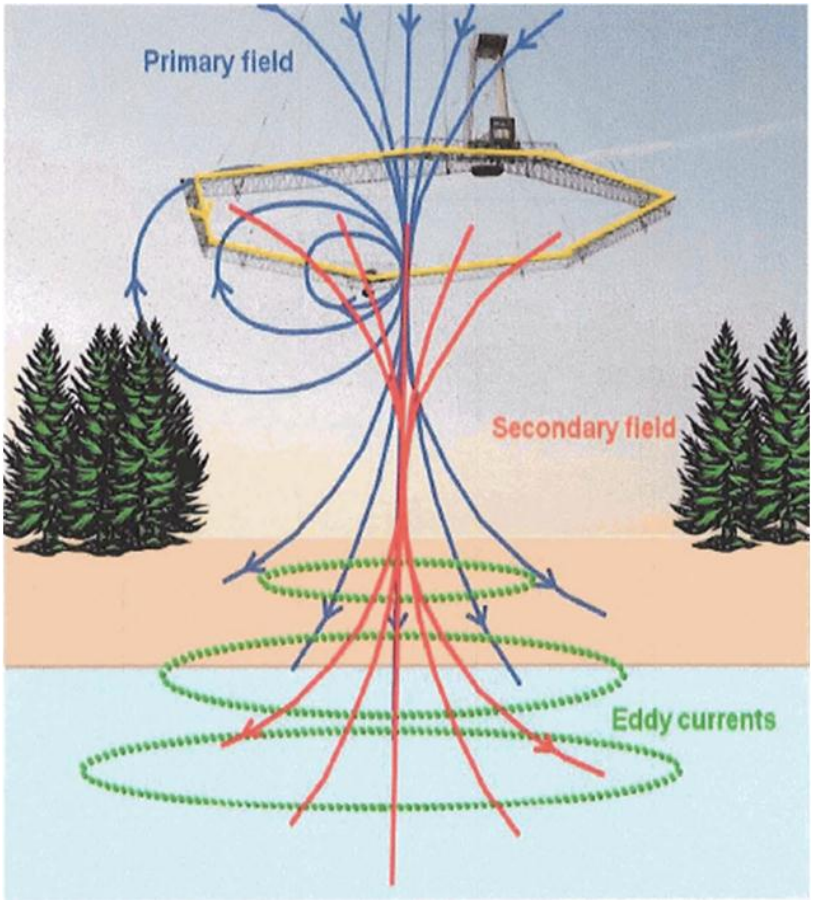
รูปที่ 2. ผู้ฝึกอบรมและผู้เข้าร่วมฝึกอบรม

5. รายละเอียดการฝึกอบรม

5.1 ความรู้ทั่วไปการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

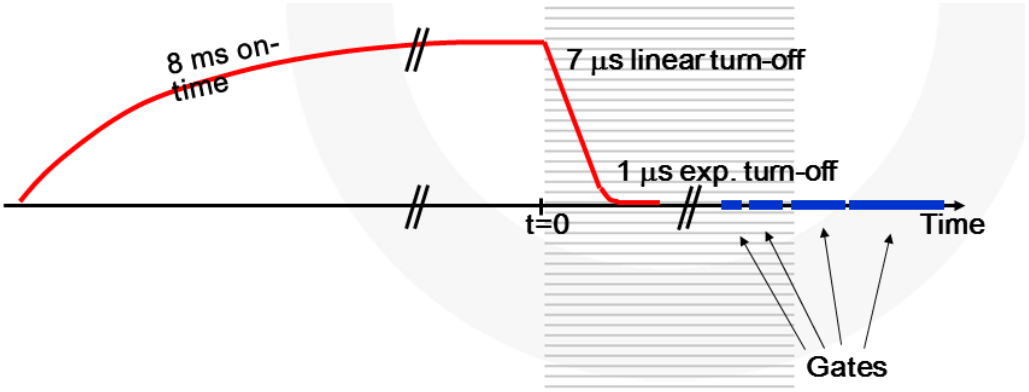
สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้า โดยการปล่อยกระแสไฟฟ้า (current) เคลื่อนที่ผ่านลวดตัวนำ (Transmitter coil) ซึ่งจะเกิดสนามแม่เหล็กปฐมภูมิ (primary magnetic field) รอบตัวนำ โดยสนามแม่เหล็กปฐมภูมิจะไปเหนี่ยวนำวัสดุใต้ผิวดิน ให้เกิด eddy current และเกิดสนามแม่เหล็กทุติยภูมิ (secondary magnetic field) โดยมีตัวรับสัญญาณที่เรียกว่า Receiver coil (รูปที่ 3) ค่าสนามแม่เหล็กทุติยภูมิจะมีค่าน้อยมากๆ มีค่าหนึ่งส่วนต่อล้านส่วน (ppm) เมื่อเทียบกับค่าสนามแม่เหล็กปฐมภูมิ

การวางตัวส่งสัญญาณ (Transmitter coil) มีทั้งแบบขนาน (Horizontal) กับพื้นผิว ซึ่งจะส่งค่าสนามแม่เหล็กปฐมภูมิตั้งฉาก (VMD: Vertical magnetic field) กับพื้นผิว หรือแบบตั้งฉาก (Verticalจะส่งค่าสนามแม่เหล็กปฐมภูมิขนาน (HMD: Horizontal magnetic field)) กับพื้นผิว ส่วนตัวรับสัญญาณ จะรับสัญญาณที่มีค่าสูงสุดได้นั้นขึ้นอยู่กับตำแหน่งของการวางตัวรับสัญญาณ แบ่งออกเป็น horizontal coplanar, vertical coplanar หรือ vertical coaxial coil เป็นต้น



รูปที่ 3. หลักการการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

Time – Domain Electromagnetic (TDEM) คือการวัด secondary magnetic field สัญญาณตามความกว้างของช่วงเวลา โดยจะทำการปิดกระแสไฟฟ้าอย่างรวดเร็ว (quickly current switches off) ที่ตัวส่งสัญญาณ เพื่อตัด primary magnetic field ออก หลังจากนั้นจะทำการวัดค่า secondary magnetic field ที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของวัสดุใต้ผิวดิน โดยใช้เวลาระหว่าง 0.000001-0.001 วินาที ซึ่งการวัดสัญญาณ secondary magnetic field ที่ช่วงเวลาสั้นๆ นั้น ค่าที่วัดได้จะได้ทั้งค่าคุณลักษณะทางกายภาพของชั้นดินชั้นหินและค่าความผิดปกติ (noise) ในเวลาเดียวกัน ในการประมวลผล จะต้องต้องตัดค่าความผิดปกติออก โดยขึ้นอยู่กับ average gate values (stacking) ที่ทำการวัดค่าที่เวลาต่างๆ (รูปที่ 4)



รูปที่ 4. การปิดกระแสไฟฟ้า เพื่อวัดค่า secondary magnetic field ที่ช่วงเวลาต่างๆ

5.2 วิธีการสำรวจ

5.2.1 การสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้าภาคพื้นดิน (Electromagnetic ground base survey) (รูปที่ 5-6)

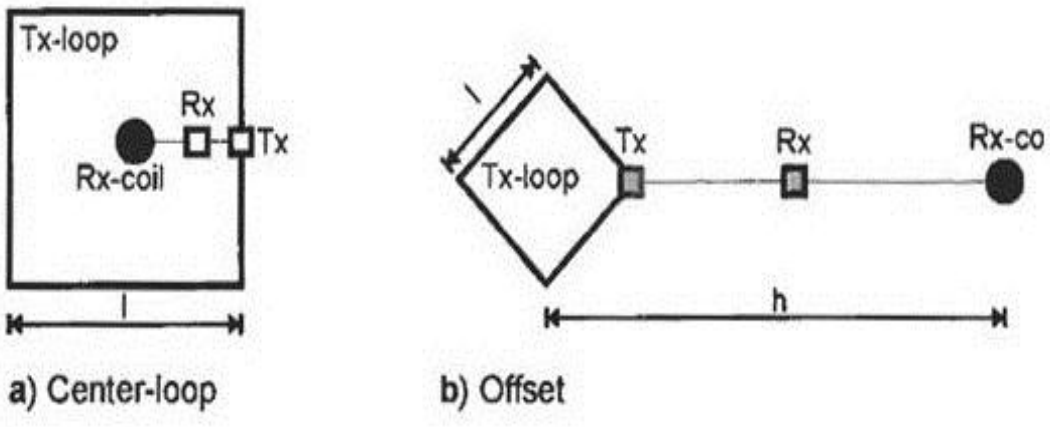
การสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้าภาคพื้นดิน จะใช้เครื่องมือสำรวจธรณีฟิสิกส์ที่เรียกว่า walkTEM ซึ่งดัดแปลงมาจาก skyTEM สามารถสำรวจได้ 2 แบบ คือ

- Center loop คือการวาง receiver coil อยู่กึ่งกลาง receiver loop และ Transmitter loop โดยขนาดของ Transmitter loop มีเนื้อที่ประมาณ 40x40 เมตร สามารถวัดความลึกตั้งแต่ 150-250 เมตร ขึ้นอยู่กับลักษณะธรณีวิทยาที่เป็นตัวนำไฟฟ้าหรือตัวต้านทานไฟฟ้า โดยบริเวณที่เป็นตัวนำไฟฟ้า เวลาในการเคลื่อนที่ของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจะช้ากว่าตัวต้านทานไฟฟ้า เนื่องจากกระแสไฟฟ้า (current flow) จะวิ่งได้ดีในชั้นที่เป็นตัวนำไฟฟ้า จึงใช้ในเวลาการเดินทางมากกว่าชั้นที่มีความต้านทานไฟฟ้าสูง ส่งผลต่อค่าความลึกที่วัดได้

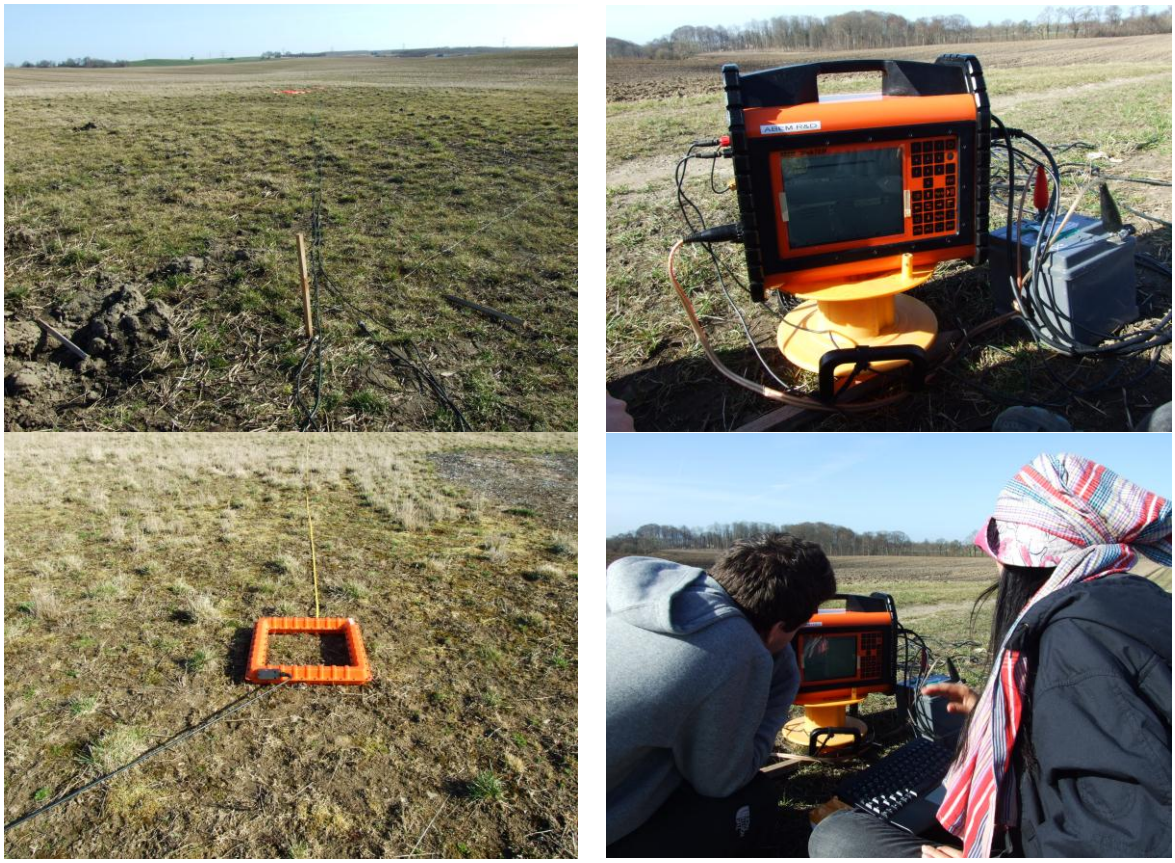
- Offset loop คือการวาง receiver coil ออกนอก Transmitter loop เนื่องจากมีการกำหนดขนาดของ Transmitter loop ขนาดเล็ก ประมาณ 20x20 เมตร และระยะห่างของ receiver coil ต้องมากกว่า 30 เมตร เพื่อป้องกัน phase ของ primary magnetic field และ secondary magnetic field ซ้อนทับกัน

ข้อดีของการสำรวจด้วย walkTEM คือ ใช้บุคคลกรในการสำรวจน้อย ประมาณ 1-2 คน สามารถวัดค่าได้ลึก 100-250 เมตร อ่านค่าได้ง่าย ไม่มีปัญหาในการอ่านค่าบริเวณที่เป็นที่แห้ง ดินหลวม เช่น บริเวณ ตะกอนตะพักระดับสูง (high terrace) เนื่องจากไม่ต้องตอก electrode ลงไปใต้ดิน มีความแม่นยำสูง ถ้าบริเวณพื้นที่สำรวจอยู่ห่างไกลแหล่งที่ทำให้เกิด coupling หรือ noise ได้แก่ สิ่งปลูกสร้าง ถนน เสาไฟฟ้า เป็นต้น

ข้อด้อยของการสำรวจ walkTEM คือ ไม่เหมาะสมในการสำรวจบริเวณชุมชน ใกล้ถนน แหล่งก่อสร้างต่างๆ เพราะค่าที่วัดได้จะเกิด noises สูง ส่วนเครื่องมือสำรวจมีลักษณะเหมือนคอมพิวเตอร์พกพา อาจจะไม่คงทนต่อสภาพอากาศร้อนจัดของประเทศไทย เมื่อเกิดความเสียหาย ต้องส่งซ่อมที่บริษัทต่างประเทศ ทำให้มีค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการสูง



รูปที่ 5. skyTEM field setup



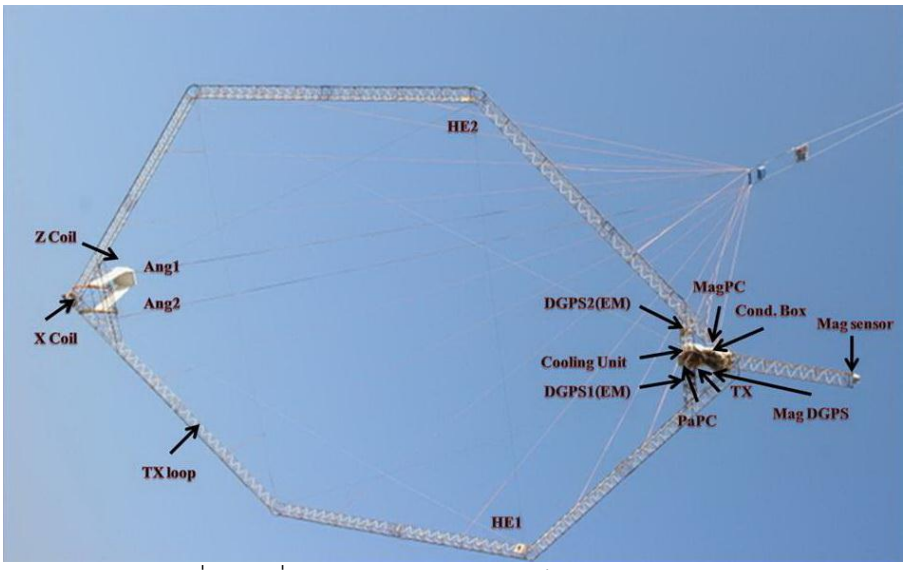
รูปที่ 6. การสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้าภาพพื้นดิน โดยใช้เครื่องมือสำรวจ walkTEM

5.2.2 การสำรวจทางอากาศ (Airborne Survey) (รูปที่ 7)

การสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้าด้วยการบินสำรวจ ด้วยวิธี Time – Domain Electromagnetic (TDEM) เป็นการใช้เครื่องเฮลิคอปเตอร์ยกเครื่องมือสำรวจ ประกอบด้วย farm ของ Transmitter loop, receiver loop, receiver coil, GIS, เครื่องวัดมุมเอียง และอื่นๆ โดยความสูงระหว่างเครื่องมือและพื้นดินต้องไม่เกิน 50 เมตร ความเร็วของการบินสำรวจ ระหว่าง 80-100 กิโลเมตร/ชั่วโมง (Guideline and standards for skytem measurements, processing and inversion, November 2011, version 2.5) เพื่อให้ได้ข้อมูลมีความถูกต้องสูงสุด

ข้อดีของการบินสำรวจ ในการอ่านค่าสำรวจ ข้อมูลที่ได้มีความละเอียดสูง เนื่องจากจุดสำรวจที่ทำการวัดค่าจะห่างกันประมาณ 20 เมตร ระยะห่างระหว่างแนวสำรวจประมาณ 150-250 เมตร ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขและงบประมาณการบินสำรวจ สามารถแสดงผลในรูปของภาพตัดขวางธรณีฟิสิกส์ และภาพสามมิติที่มีความต่อเนื่องของข้อมูล และแสดงผลในรูปแผนที่ที่ระดับความลึกต่างๆ นอกจากนี้บริเวณที่เข้าถึงพื้นที่ได้ยาก เช่น ป่าไม้ หรือแปลงเพาะปลูกของเกษตรกร ก็สามารถสำรวจได้โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อพืชผล

ข้อด้อยของการบินสำรวจ เนื่องจากข้อมูลที่ทำการวัดมีความละเอียดสูง ดังนั้นเครื่องมือที่จะใช้ในการประมวลผลจะต้องมีประสิทธิภาพสูงด้วย นอกจากนี้ software ที่ใช้ในการประมวลผลและแปลความหมาย ยังมีค่าลิขสิทธิ์และค่าบริหารจัดการสูง กรมทรัพยากรน้ำบาดาลมีลิขสิทธิ์ WorkBench จำนวน 1 license ส่วน Geoscenes 3D ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองธรณีวิทยา แบบจำลองอุทกธรณีวิทยา มีจำนวน 3 licenses ซึ่งขณะนี้บริษัทที่ปรึกษาเป็นผู้ใช้งาน ในโครงการสำรวจและจัดทำแผนที่น้ำบาดาล มาตราส่วน 1:50,000 พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน เนื่องจากยังไม่ถึงขั้นตอนการตรวจรับงานที่สามารถนำโปรแกรมมาใช้งานได้ จากปัญหาดังกล่าวจึงทำให้เจ้าหน้าที่กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ที่สามารถใช้โปรแกรมดังกล่าวมีจำนวนจำกัด ในการประมวลผลและแปลความหมาย จะต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ที่มีความชำนาญจึงจะทำให้ได้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือสูง



รูปที่ 6. เครื่องมือวัดค่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทางอากาศ

5.3 การประมวลผลข้อมูลและการแปลความหมายข้อมูล

การประมวลผลข้อมูล (processing data) คือการกรองข้อมูลที่เกิด coupling หรือ noise ออก และทำการสร้างแบบจำลองหรือเทียบเคียงแบบจำลองมาตรฐาน โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ Forward model คือการนำข้อมูลมาสร้างแบบจำลอง เพื่อใช้ในการอธิบายสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้น และ Invert model คือ การนำข้อมูลมาเทียบเคียงกับแบบจำลองที่มีการทดลองหลายๆ ครั้ง จนแน่ใจว่าแบบจำลองดังกล่าว สามารถเป็นตัวแทนได้ ซึ่งในการประมวลผล skyTEM นี้ จะใช้วิธี Inversion โดยแบ่งออกเป็น

- Few layer model คือ การ invert model โดยมีชั้นข้อมูลไม่เกิน 6 ชั้น
- Multiple layer model คือ การ invert model โดยมีชั้นข้อมูลไม่มากกว่า 6 ชั้น ในที่นี้อาจจะเป็น 20-25 ชั้น ขึ้นอยู่ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ผลที่ได้จะแสดงค่าเฉลี่ยของค่าความต้านทานไฟฟ้าและความหนาที่มีความต่อเนื่องกันในแต่ละชั้นข้อมูล ในการ run inversion จะสามารถแสดงในรูปภาพตัดขวางธรณีฟิสิกส์ เรียกว่า Laterally constrained inversion: LCI และ Spatial constrained inversion คือแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในเชิงพื้นที่

ขั้นตอนของการประมวลผลประกอบไปด้วย

1. การตรวจสอบข้อมูลการบินในแต่ละวัน

2. การนำเข้าข้อมูล ได้แก่ ข้อมูล skyTEM, GIS, pith and roll และ GPS เป็นต้น

3. การสร้าง Data set ของ skyTEM ใน WorkBench

4. การประมวลผลอัตโนมัติ เป็นการกรองข้อมูลเบื้องต้น

5. ตรวจสอบการประมวลผลอัตโนมัติ

6. การประมวลผลโดย Manual processing คือการกรองข้อมูลขั้นรายละเอียด โดยผู้ทำการประมวลผล จะตรวจสอบค่ามาตรฐานแต่ละค่า ถ้าค่าใดไม่ fit กับ model จะทำการปรับปรุงข้อมูลโดยการเพิ่มค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard division) หรือตัดข้อมูลดังกล่าวออก

7. การ run provisional LCI, smooth model

8. ตรวจสอบค่า parameter ต่างๆ ว่าอยู่ในค่ามาตรฐานหรือไม่

9. การ run SCI inversion

10. ตรวจสอบผล SCI ว่าอยู่ในค่ามาตรฐานหรือไม่

5.4 การจัดการฐานข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ประกอบการประมวลผลในโปรแกรม WorkBench ได้แก่ ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ข้อมูลแผนที่ต่างๆ แสดง ถนน ทางน้ำ สิ่งปลูกสร้าง และ สายไฟแรงสูง ซึ่งข้อมูลเหล่านี้มีความสำคัญต่อการประมวลผลและแปลความหมาย เนื่องจากจะทำให้เกิด coupling หรือ noise ได้ นอกจากนี้ข้อมูลบ่อเจาะ ที่แสดงข้อมูลชั้นดิน ชั้นหิน (borehole data) โดยต้องทำการตรวจสอบความลึกจากข้อมูลการหยั่งธรณีหลุมเจาะ (elog) ก่อน และข้อมูลผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์อื่นๆ เช่น การสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก (Vertical electrical sounding) ซึ่งจะใช้ในการตรวจสอบว่า model ที่ได้จากการประมวลผลมีความน่าเชื่อถือหรือไม่ นอกจากนี้ยังใช้ข้อมูลดังกล่าวช่วยในการสร้างแบบจำลองธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยา เป็นต้น

5.4.1 ฐานข้อมูลธรณีฟิสิกส์ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล (GERDA Thai version)

การดำเนินการศึกษาและจัดทำระบบฐานข้อมูลธรณีฟิสิกส์ ใช้ระบบฐานข้อมูลธรณีฟิสิกส์จากประเทศเดนมาร์ก ซึ่งเรียกว่า **GERDA (**GEophysical Relation DAtabase) คือ ระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ทางธรณีฟิสิกส์ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นโดย Geological Survey of Denmark and Greenland (GEUS) ประเทศเดนมาร์ก เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการจัดเก็บและควบคุมคุณภาพของข้อมูล โดยสามารถส่งหรือรับข้อมูลจากฐานข้อมูล GERDA ผ่านทางเว็บไซต์ได้ นอกจากนี้ GERDA ยังสามารถแสดงภาพรวมของข้อมูลธรณีฟิสิกส์หรือข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา อุทกธรณีวิทยาที่จัดเก็บอยู่ในระบบฐานข้อมูล รวมทั้งสามารถเรียกขึ้นมาใช้เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการสำรวจหรือการทำงานอื่นๆ ได้

ในเบื้องต้นของการเตรียมข้อมูล จะทำการจัดเก็บข้อมูลใน Access (*.mdb) โดยใช้โครงสร้างเดียวกันกับ GERDA หลังจากนั้นต้องให้โปรแกรมเมอร์ ทำการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูป *.fdbเนื่องจากสามารถบริหารจัดการฐานข้อมูลใหญ่ๆ ได้ดีกว่า Access file

โครงสร้างของระบบฐานข้อมูล GERDA

ระบบฐานข้อมูล GERDA ประกอบกลุ่มตาราง จำนวน 12 กลุ่ม มีตารางทั้งหมดจำนวน 126 ตาราง โดยมีตาราง Dataset เป็นตารางหลักที่เชื่อมโยงกับกลุ่มตารางต่างๆ จากการพิจารณาตารางต่างๆ มีข้อมูล 3 กลุ่ม จำนวน 9 ตาราง ที่กรมทรัพยากรน้ำบาดาลมีข้อมูลธรณีฟิสิกส์ที่สามารถจัดเก็บได้ ดังนี้

1. ฐานข้อมูลจากการบินสำรวจธรณีฟิสิกส์ SkyTEM เป็นฐานข้อมูลหลักของโครงการนี้ตามวัตถุประสงค์ของโครงการ เป็นฐานข้อมูลกลุ่มเดียวที่สามารถนำข้อมูลขึ้นไปเก็บไว้ในระบบ Web services ของโครงการได้ การจัดทำ/จัดเตรียมฐานข้อมูลที่ได้จากการบินสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธี SkyTEM ดำเนินการโดยบริษัท SkyTEM Surveys ApS ประเทศเดนมาร์ก โดยจัดเก็บอยู่ในรูปแบบของฐานข้อมูล Firebird database (*.fdb, *.gdb) ซึ่งเป็นรูปแบบของฐานข้อมูลที่เป็นมาตรฐานของระบบฐานข้อมูลธรณีฟิสิกส์ GERDA ประเทศเดนมาร์ก และระบบฐานข้อมูล GERDA Thai version ที่มีการติดตั้งไว้ที่กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ซึ่งรูปแบบของระบบฐานข้อมูลดังกล่าว สามารถนำเข้ามาใช้งานได้ทั้งในโปรแกรม Aarhus Workbench และ GeoScene3D ตารางข้อมูล SkyTEM จัดเก็บไว้ในกลุ่มตาราง SkyTEM Tables จำนวน 25 ตาราง

2. ฐานข้อมูลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีการวัดความต้านทานไฟฟ้าในแนวดิ่ง (Vertical Electrical Sounding; VES) ด้วยวิธีการจัดวางขั้วไฟฟ้าแบบชลัมเบอร์เจอร์ (Schlumberger configuration) มีโครงสร้างในระบบ GERDA สามารถแสดงรายละเอียดของตารางข้อมูลและโครงสร้างของข้อมูลดังนี้ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ตารางข้อมูลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธี Schumberger

Item	TableName	Description
1	SCHLUDAT	Information specific to one measurement of corresponding electrode configuration (LHalf) and apparent resistivity (Rhoa). Focus-depth can substitute LHalf
2	SCHLUHEA	Information specific to a Schlumberger-sounding
3	SCHLUSEG	Information specific to a Schlumberger-segment (all measurements with one specific value of potential electrode distance A)

2.1) SCHLUDAT

Field Name	Data Type	Size	Description
DATASET	Number	10	Internal Id (in GEUS' Gerda-database) of Dataset
SEGMENT	Number	10	Segment numbered 1, 2, 3, ... in order recorded
SEQUENCE	Number	10	Measurement numbered 1, 2, 3, ... for increasing LHalf.
LHALF	Number	10	L/2 in a convential Schlumberger configuration. Distance from center of the configuration to a current electrode. In

			metres
RHOA	Number	10	Apparent resistivity in Ohmm
STANDEVI	Number	10	Relative uncertainty (one standard deviation) on data given as a factor. The absolute uncertainty (length of error bar) on the datum is found by multiplying and dividing the datum by the factor, respectively
FOCUSDEPTH	Number	10	Pseudo focus depth in metres. Apparent resistivity is focused around this depth for a homogeneous halfspace.
TXCURRENT	Number	10	Transmitter current in A
SETTINGS	Text	254	Settings. Used to store information (specific to the measurement) which cannot be covered by the specific field in the table.
NOTE	Text	254	Notes (comments) about the data.

2.2) SCHLUHEA

Field Name	Data Type	Size	Description
DATASET	Number	10	Internal Id (in GEUS' Gerda-database) of Dataset
UTMZONE	Number	10	Utmzone number (e.g. 32)
DATUM	Text	16	Geographic datum (ed50, wgs84, etc.)
XUTM	Number	10	X-coordinate of arithmetic midpoint between the two potential electrodes. In metres
YUTM	Number	10	Y-coordinate of arithmetic midpoint between the two potential electrodes. In metres
ANGLE	Number	10	Angle 0. 180 degrees clockwise from true geographical north to line connecting the electrodes.
ELEVATION	Number	10	Elevation of arithmetic midpoint between the two potential electrodes. In metres.
XUTMMIN	Number	10	X-coordinate of south-western corner of circumscribing rectangle
YUTMMIN	Number	10	Y-coordinate of south-western corner of circumscribing rectangle
XUTMMAX	Number	10	X-coordinate of north-eastern corner of circumscribing rectangle
YUTMMAX	Number	10	Y-coordinate of north-eastern corner of circumscribing

Field Name	Data Type	Size	Description
			rectangle
NUMDATA	Number	10	Number of measurements in the sounding.
NUMSEGS	Number	10	Number of segments in the sounding.
MAXLHALF	Number	10	Maximum L-half distance used in the sounding.
MINFOCUSDE	Number	10	Minimum pseudo focus depth in metres.
MAXFOCUSDE	Number	10	Maximum pseudo focus depth in metres.
MINRHOA	Number	10	Minimum apparent resistivity (rhoa) in the sounding. In Ohmm.
MAXRHOA	Number	10	Maximum apparent resistivity (rhoa) in the sounding. In Ohmm.
HEIGHTSYS	Text	64	Flag indicating the height system used for the given elevations. The allowed flags are DVR90 for Dansk Vertikal Reference 1990 and DNN for Dansk Normal Nul
GERDAELEVATION	Number	10	Elevation calculated by GERDA from the elevation model specified in the elevation model field
GERDAELEVATION_MODEL	Text	64	The elevation model from which the value of GERDAELEVATION has been calculated
GERDAELEVATION_CALCDATE	Date/Time	25	The date GERDA calculated the elevation from the elevation model

2.3) SCHLUSEG

Field Name	Data Type	Size	Description
DATASET	Number	10	Internal Id (in GEUS' Gerda-database) of Dataset
SEGMENT	Number	10	Segment numbered 1, 2, 3, ... in order recorded
A	Number	10	Distance in metres between potential electrodes. If data are processed and the spacing between the potential electrodes is to be considered infinitesimal, a is set to 0.

- การกำหนดรหัสตัวเลขของฟิลด์ข้อมูล Dataset

ในระบบฐานข้อมูล GERDA ของประเทศเดนมาร์ก กลุ่มตาราง Schlumberger คอลัมน์ Dataset เป็นตัวเลขที่ GEUS เป็นผู้กำหนดขึ้น โดยมีเงื่อนไขของการกำหนดรหัสตัวเลข คือ กำหนดให้เป็นตัวเลขขนาดความกว้างไม่เกิน 10 ตัวเลข ดังนั้น สำหรับในโครงการนี้กลุ่มบริษัทที่ปรึกษาจึงได้จำลองการกำหนดรหัสตัวเลข Dataset กลุ่มตารางข้อมูลการสำรวจธรณีฟิสิกส์แบบ Schlumberger โดยมีตัวอย่าง ดังนี้

531310046 โดยมีความหมายดังนี้

ส่วนที่ 1 ตัวเลข **53** หมายถึง ปี พ.ศ. ที่ทำการสำรวจ VES เช่น *53* คือ สำรวจข้อมูลเมื่อปี พ.ศ. 2553

ส่วนที่ 2 ตัวเลข **13** หมายถึง หน่วยงานที่ดำเนินการสำรวจ VES เช่น

01-12 หมายถึง สำรวจ VES โดย สทบ. เขต 1-12

ในตัวอย่างนี้ *13* หมายถึง สำนักสำรวจและประเมินศักยภาพน้ำบาดาล

ส่วนที่ 3 หมายถึง ประเภทของข้อมูลที่นำเข้าในฐานข้อมูล GERDA Thai version มี 2 ประเภท คือ

ตัวเลข ***1*** เป็นข้อมูลดิบจากการสำรวจ และ ตัวเลข ***2*** เป็นข้อมูลการแปลความหมาย (model)

ส่วนที่ 4 หมายถึง ลำดับจุดสำรวจ เช่น ***0046*** คือ จุดสำรวจ VES ลำดับที่ 46

- ปัญหาในการนำเข้าข้อมูล

จากการนำเข้าข้อมูล VES ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลกลุ่มตาราง Schlumberger ทั้ง 3 ตาราง ของฐานข้อมูล GERDA นั้น พบว่ามีบางคอลัมน์ที่ไม่สามารถนำเข้าข้อมูลได้โดยตรงจากข้อมูลที่บันทึกจากการสำรวจภาคสนาม เนื่องจากยังไม่มีเก็บข้อมูลดังกล่าวในการทำงานสำรวจภาคสนาม ดังแสดงใน**ตารางที่ 3 และ 4** ตามลำดับ

ตารางที่ 3 แสดงตัวอย่างการนำเข้าข้อมูล VES ของพื้นที่โครงการ ของตาราง SCHLUDAT

DATASET	SEGMENT	SEQUENCE	LHALF	RHOA	STANDEVI	FOCUSDEPT	TXCURRENT	SETTINGS	NOTE
531310046	1	1	1	160		.7			V-0046
531310046	1	2	1.5	170		1.05			V-0046
531310046	1	3	2	187		1.4			V-0046
531310046	1	4	3	199		2.1			V-0046
531310046	1	5	3	206		2.1			V-0046
531310046	1	6	5	146		3.5			V-0046
531310046	1	7	7	87		4.9			V-0046
531310046	1	8	10	54		7			V-0046
531310046	1	9	10	57		7			V-0046
531310046	1	10	15	33		10.5			V-0046
531310046	1	11	20	28		14			V-0046
531310046	1	12	25	28		17.5			V-0046
531310046	1	13	30	30		21			V-0046
531310046	1	14	35	32		24.5			V-0046
531310046	1	15	40	35		28			V-0046
531310046	1	16	45	36		31.5			V-0046

จากการนำเข้าข้อมูล VES ของตาราง SCHLUDAT (ตารางที่ 3) พบว่ามี 2 คอลัมน์ที่ไม่สามารถนำเข้าข้อมูลได้โดยตรงจากข้อมูลที่มีอยู่ คือ

- คอลัมน์ STANDEVI เป็นเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดมาตรฐาน ซึ่งต้องนำข้อมูลจากสนามเข้าโปรแกรมสำเร็จรูป EMMA และ/หรือ SEMDI เพื่อวิเคราะห์ค่าจากสนาม
- คอลัมน์ TXCURRENT ค่ากระแสไฟฟ้า พบว่าจากข้อมูลที่บันทึกจากการสำรวจภาคสนามนั้นไม่มีการบันทึกค่ากระแสไฟฟ้า

จากการนำเข้าข้อมูล VES ของตาราง SCHLUHEA (ตารางที่ 4) พบว่ามีคอลัมน์ที่ไม่สามารถนำเข้าข้อมูลได้จากข้อมูลที่มีอยู่ คือ

- คอลัมน์ XUTMMIN, YUTMMIN, XUTMMAX, YUTMMAX เป็นค่าพิกัดของจุด MN ที่กางออกไปทั้งสองด้าน เนื่องจากการสำรวจธรณีฟิสิกส์ในภาคสนามที่ปฏิบัติอยู่นั้น ทีมงานสนามได้บันทึกพิกัดของจุดสำรวจเพียงพิกัดเดียวซึ่งเป็นจุด AB หรือจุดที่ตั้งเครื่องวัด ดังนั้นจึงไม่มีข้อมูลค่าพิกัดดังกล่าวจากบันทึกข้อมูลของสนาม
- GERDAELEVATION, GERDAELEVATION_MODEL, GERDAELEVATION_CALCDATE เป็นข้อมูลที่ได้มาจากการคำนวณค่าระดับตามเทคโนโลยีและวิธีการสำรวจรังวัดค่าระดับของประเทศเดนมาร์ก ซึ่งข้อมูล VES ที่กรมทรัพยากรน้ำบาดาลมีอยู่ ไม่มีข้อมูลดังกล่าว

ตารางที่ 4 แสดงตัวอย่างการนำเข้าข้อมูล VES ของพื้นที่โครงการ ของตาราง SCHLUHEA

ELEVATION	XUTMMIN	YUTMMIN	XUTMMAX	YUTMMAX	MINRHOA	MAXRHOA	GERDAELEVATIO	GERDAELEVATION_MODEL	GERDAELEVATION_CALCDATE
90.9632411363					23	842			
95.9086245693					13	286			
97.2711952773					58	419			
97.6321064318					29	242			
97.702699024					62	554			
97.6793334041					44	142			
97.8387078776					20	134			
97.2096218278					51	279			
96.2871442588					56	517			
95.3919939063					63	259			
94.2895084251					62	288			
93.1309041969					36	584			
91.8757866675					20	239			
90.9867365264					30	514			
90.2067707101					12	703			
89.8107745164					21	57			
89.7966987732					22	492			
89.8146903098					24	1289			
90.1008429599					13	182			
90.4604106694					10	413			
85.2997583954					28	206			

1

2

ฐานข้อมูลจากการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ (Geophysical borehole logs)

ข้อมูลจากการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษามี

- ฐานข้อมูลการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ

การจัดเก็บข้อมูลหยั่งธรณีหลุมเจาะของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ประกอบด้วย 5 พารามิเตอร์ คือ ค่ากำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ (Self Potential, SP) ค่าความเข้มรังสีแกมม่า (Gammar Ray) ค่าความต้านทานไฟฟ้าของชั้นหิน (Resistivity) แบบ Short normal ค่าความต้านทานไฟฟ้าของชั้นหิน (Resistivity) แบบ Long normal และ ค่าความต้านทานไฟฟ้าของชั้นดิน (Resistivity) แบบ Single point

กลุ่มตาราง Log Tables ซึ่งเก็บข้อมูลจากการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ ประกอบด้วยตารางจำนวน 5 ตาราง (ตารางที่ 5) ดังนี้

- LOGCURVE เก็บข้อมูลพื้นฐานของการหยั่งธรณีหลุมเจาะ โดยฟิลด์ที่สำคัญได้แก่ ความลึกของการหยั่งธรณีหลุมเจาะแต่ละชนิด (MIN-MAX DEPTH) ความเร็วในการหยั่งธรณีหลุมเจาะ (VELOCITY) อัตราการสูบ (DISCHARGE) ทิศทางการเจาะ (DIRECTION) ระดับน้ำขณะสูบ (PUMPDEPTH) และฟิลด์อื่นๆ
- LOGCURVEINSTRUMENT เก็บข้อมูลชนิดเครื่องมือที่ใช้ในการหยั่งธรณีหลุมเจาะ
- LOGDATA เก็บข้อมูลความลึกและค่าที่วัดได้จากการหยั่งธรณีหลุมเจาะ
- LOGHEA เก็บข้อมูลทั่วไปต่างๆ เช่น หมายเลขของหลุมเจาะ (รหัสหมายเลขจะได้มาจากหารที่นำหลุมเจาะลงทะเบียนในฐานข้อมูล Jupiter) สถานะของบ่อ (ในที่นี้จะมีให้ใส่ค่าเพื่อบอกสภาพขอบ่อ เช่น -1 เป็นลักษณะ openhole, -2 เป็นลักษณะtemporary-casing หรือ -2 คือไม่ทราบสถานะของบ่อ) (WELLCONDITION) ระดับความสูง (Elevation) โดยเทียบกับระดับอ้างอิงใน LogHea.DepthRef. ความลึกของการหยั่งธรณีหลุมเจาะทั้งหมดในชุดข้อมูล (MIN-MAX DEPTH) ชนิดและปริมาณของน้ำโคลน (BFLUIDADDED) และค่าอื่นๆ ซึ่งมีหลายฟิลด์ที่เป็นค่าที่อ้างอิงกับการสำรวจในประเทศเดนมาร์คและฐานข้อมูล JUPITER
- LOGPROPERTY เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับหลุมเจาะ (borehole) หรือบ่อพัฒนา (Developed well) โดยรองรับข้อมูล CADx (ความยาวของท่อ), CASx (ชนิดวัสดุที่ใช้ทำท่อเช่น เหล็ก ทองแดง แอสเบสตอสซีเมนต์ หรือPVC), CALx (เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ) และ BsX (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ bit (bit size diameter))

ตารางที่ 5 ประเภทของตาราง Log ของฐานข้อมูล GERDA

Item	Table Name	Description
1	LOGCURVE	Information specific for a log curve in the dataset.
2	LOGCURVEINSTRUMENT	Information about the logging tool(s) used for a given curve
3	LOGDATA	The specific log data values of a given log in the LogCurve-table.
4	LOGHEA	Information specific for borehole logging dataset, which is confined to one logging sequence reported in one LAS-file. If the logging have taken place in more than one string in a developed borehole logs from each string make up separate log datasets. If the development of the well change under the logging campaign logs from each step of the development form individual Log-dataset.
5	LOGPROPERTY	The LogProperty table contains information about the borehole or developed well. The information is stored in Key, Value pairs.

5.1) LOGCURVE

Field Name	Data Type	Size	Description
DATASET	Number	10	Internal Id (in GEUS' Gerda-database) of Dataset

CURVENO	Number	10	Log curve numbered as the log value columns in the LAS file.
LOGTYPE	Text	20	Log type given as unique GERDA logtype. The allowed log types are shown here.
LOGNAME	Text	64	Log type named as used by the logging company.
DESCRIPTION	Text	128	Short description of the log type.
UNIT	Text	64	Unit for the values in LogData.Value
MINDEPTH	Number	10	Minimum depth in m (or time in s in time mode) of the log curve.
MAXDEPTH	Number	10	Maximum depth in m (or time in s in time mode) of the log curve.
DISCHARGE	Number	10	Discharge of pump running during the logging operation. Unit in m^3/hr.
VELOCITY	Number	10	Logging velocity in m/min.
DIRECTION	Text	64	Flag indicating the logging direction. Allowed flags are Up, Down, TimeMode and Unknown.
NOTE	Text	254	Notes about if and how the log is filtrated and if other processing have been carried out.
DATAFILE	Text	254	Not used at present.
SAMPLEINTERVAL	Number	10	Sampling interval in m used collecting the log.
PUMPDEPTH	Number	10	Depth in m of pump given from the depth reference point.
BHFLUIDDEPTHPUMP	Number	10	Depth in m of groundwater table or borehole fluid if pumping carried out during the logging operation

5.2) LOGCURVEINSTRUMENT

Field Name	Data Type	Size	Description
DATASET	Number	10	Internal Id (in GEUS' Gerda-database) of Dataset
CURVENO	Number	10	Log curve numbered as the log value columns in the LAS file.
NSTRUMENT	Text	64	Identification of the logging tool used. E.g,..

5.3) LOGDATA

Field Name	Data Type	Size	Description
DATASET	Number	10	Internal Id (in GEUS' Gerda-database) of Dataset
CURVENO	Number	10	Log curve numbered as the log value columns in the LAS file.
DEPTH	Number	10	Depth in m (or time in s in time mode) of the log value.
VALUE	Number	10	The log value. The unit of the value is given in LogCurve.Unit.

5.4) LOGHEA

Field Name	Data Type	Size	Description
DATASET	Number	10	Internal Id (in GEUS' Gerda-database) of Dataset
BOREHOLENO	Text	10	DGU borehole no by which the borehole is registered in the Jupiter-database.
STRINGNO	Number	10	String no in a developed well. The string no should refer to an existing string registered to Jupiter.
BSYNO	Text	64	Alternative borehole name. E.g., borehole name used in the planing or locally in the well field.
WELLCONDITION	Text	64	Flag for the well condition. The value 0 indicate that the logging done in an open hole, value -1 indicates that the logging is done a temporary casing, the value -2 indicates that the state of the borehole is unknown and values >0 that the logging is done in a cased well.
DEPTHREF	Text	1	Flag for depth reference point. Allowed flags are Ground (ground surface), TopCasing (top of casing), TopString (top of string) TopKellyBushing (top of "bundklemme" on the drilling rig), BoreholeFixPoint (Jupiter borehole fix point), Sea Level (depth = negative height measured realative to mean sea level), Reference Point and Other.
REFPOELEVA	Number	10	Elevation in m of the depth reference point in LogHea.DepthRef.
REFPOSOURCE	Text	2	Flag that states the method used determining the elevation in LogHea.RefPoEleva. Allowed flags are Other(A), Echosouncer(E), MapField(F), GPS(G), DigitalTerrainModel(H), MapOffice(K), LevelledElevation(N), DGPS(P).
MINDEPTH	Number	10	Minimum depth in m (or time in s in time mode) of all logs

Field Name	Data Type	Size	Description
			in the dataset.
MAXDEPTH	Number	10	Maximum depth in m (or time in s in time mode) of all logs in the dataset.
DATASTEP	Number	10	Sampling interval (depth increment in m or time increment in s) of the log values in the LogData table.
NOTE	Text	254	Notes general for all logs in the dataset, which can be important in the interpretation of the logs.
DATAFILE	Text	254	Field reserved for data file with log curves that cannot be expressed in LAS format.
DURINGDRILLING	Text	4	Flag indicating whether the log is sampled during the drilling operation, as it is the case for e.g., Ellog or CPT. Allowed flags are Y and N
DRILLERSDEPTH	Number	10	Borehole depth in m given by the driller.
BHFLUID	Text	64	Flag indicating the type of borehole fluid. Allowed flag are: Water, Mud and Unknown.
BHFLUIDADDED	Text	254	List of type and amount of mud added to the borehole fluid.
BHFLUIDDEPTH	Number	10	Depth in m to groundwater table or borehole fluid during the logging period (without pumping).
HEIGHTSYS	Text	64	Flag indicating the height system used for the given elevations. The allowed flags are DVR90 for Dansk Vertikal Reference 1990 and DNN for Dansk Normal Nul.
NULLVAL	Text	12	The null value given by the Las file
PROBEDEPTH	Number	10	GEUS

5.5) LOGPROPERTY

Field Name	Data Type	Size	Description
DATASET	Number	10	Internal Id (in GEUS' Gerda-database) of Dataset
KEY	Text	16	Key contains the type of information that is stored about the borehole or developed well. Allowed Keys are: CADx, CASx, CALx, BSx (e.g., CAD1, CAD2). CADx is the depth to the bottom of casing x given from the reference point and counted from the top of the borehole.

			CASx is a flag indicating the material of casing x counted from the top of the borehole. CALx is the diameter of casing x counted from the top of the borehole. BSx is the bit size diameter of the x used bit size diameter counted from the top of the borehole.
VALUE	Text	64	The value of LogProperty.Key. Each Key has specific format or a list of codes. For Key CADx the value has to be a number (with dot as decimal operator) that gives the casing length in m. For Key CASx the value has to be a flag indicating the casing material. Allowed flags are Other (A),Asbestos cement (Eternit) (E), PEH (H), Iron/Stainless Steel (J), Copper (K), PVC (P), Driven screen (R), Uncased (U), Teflon (T), Porcelain (S), PEH (C), Unspecified porous clay cup (N), Well lining, cement rings (BC), Well lining, rock (BK), Well lining, brick (BM), Well lining, unspecified (BU). For Key CALx the value has to be a number (with dot as decimal operator) that gives the casing diameter in mm. For Key BSx the value has to be a number (with dot as decimal operator) that gives the bit size diameter in mm.

ปัญหาในการนำเข้าข้อมูล

เมื่อสังเกตลักษณะการเก็บข้อมูลการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะในปัจจุบันกับฐานข้อมูล GERDA พบว่ามีหลายฟิลด์ที่ไม่สามารถนำข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบันเติมลงไปได้ โดยเกิดจาก

- การเก็บข้อมูลหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลเป็นคนละระบบกับของทางประเทศเดนมาร์คซึ่งเป็นผู้พัฒนาระบบฐานข้อมูล GERDA เช่น การเก็บข้อมูลหยั่งธรณีหลุมเจาะในประเทศไทยไม่มีการเก็บทิศทางการเจาะ ลักษณะน้ำโคลนที่ใช้ ความเร็วที่ใช้ในการเจาะ ทำให้ขาดข้อมูลที่จะใส่ลงไปในฐานข้อมูล GERDA

- ข้อมูลในบางฟิลด์อ้างอิงระบบการจัดเรียงลำดับเลขจากฐานข้อมูล Jupiter ซึ่งเก็บข้อมูลหลุมเจาะที่สัมพันธ์กับข้อมูลการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ รวมทั้งเชื่อมโยงกับฟิลด์ Dataset อ้างอิงการกำหนดตัวเลขของ GEUS

- การเก็บข้อมูลจากการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะในรูปแบบของ LAS File หรือไฟล์ตัวเลขได้จากเครื่องหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะที่เป็นเครื่องรุ่นใหม่ ในส่วนที่เป็นเครื่องรุ่นเก่าซึ่งมีข้อมูลเป็นจำนวนมาก

ข้อมูลจัดเก็บในลักษณะกระดาษกราฟ ทำให้การนำเข้าข้อมูลการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ ต้องนำข้อมูลมาดิจิไตซ์ (Digitize) แปลงเป็นข้อมูลในรูปแบบดิจิตอล ซึ่งใช้เวลาการทำค่อนข้างนาน

5.4.2 การจัดเตรียม/จัดทำข้อมูลหลุมเจาะบ่อน้ำบาดาล (Borehole data)

ทั้งส่วนที่เป็นข้อมูลทุติยภูมิและข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนามใหม่ โดยใช้ข้อมูลร่วมกับผลจากการแปลความหมายข้อมูลจากการบินสำรวจ เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ ประมวลผล และแปลความหมายข้อมูล รวมทั้งการจัดทำแบบจำลองทางธรณีวิทยา (Geological modeling) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป GeoScene3D

การจัดเตรียมข้อมูลทุติยภูมิที่จะนำมาใช้ในการประมวลผลและแปลความหมายในขั้นตอนต่อไป ซึ่งได้แก่ ข้อมูลหลุมเจาะบ่อน้ำบาดาล (Borehole data) ประกอบด้วย

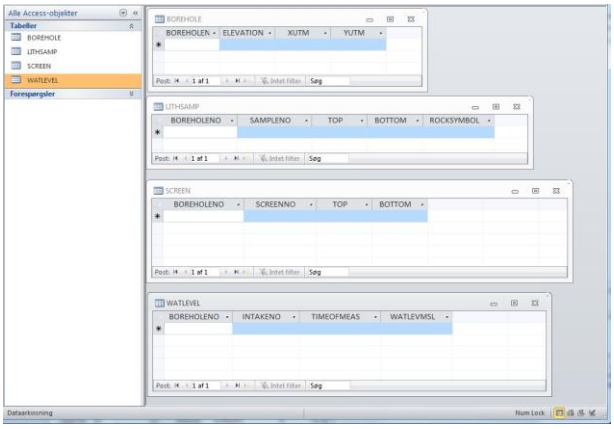
1) ข้อมูลบ่อน้ำบาดาลจากฐานข้อมูลพสุธารา ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล

2) ข้อมูลชั้นดิน-ชั้นหิน (Lithology) จากหลุมเจาะบ่อน้ำบาดาล ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล

3) ข้อมูลบ่อน้ำบาดาลจากโครงการสำรวจสถานภาพบ่อน้ำบาดาล ศึกษากำหนดเครือข่ายบ่อสังเกตการณ์ และประเมินการใช้น้ำบาดาล เพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลของประเทศ ปี พ.ศ. 2552 ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล

4) ข้อมูลการสำรวจสถานภาพบ่อน้ำบาดาล การสำรวจรังวัดระดับปากบ่อน้ำบาดาล และข้อมูลชั้นดิน-หิน จากการเจาะบ่อสำรวจ ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล

ในการจัดเตรียมข้อมูลหลุมเจาะบ่อน้ำบาดาล เพื่อเตรียมนำมาใช้ในการจัดทำแบบจำลองทางด้านธรณีวิทยา ข้อมูลที่มีความสำคัญประกอบด้วย ข้อมูลหลุมเจาะบ่อน้ำบาดาล (Borehole) ข้อมูลตัวอย่างชั้นดิน-ชั้นหิน จากหลุมเจาะบ่อน้ำบาดาล (Lithology) ข้อมูลระยะท่อเซาะร่อง (Screen) และข้อมูลระดับน้ำบาดาล (Water level) ซึ่งต้องดำเนินการจัดเตรียมในรูปแบบของฐานข้อมูล Microsoft access หรือ Microsoft Excel 4 ตาราง (รูปที่ 8) โดยที่จัดเตรียมข้อมูล การนำเข้าตารางข้อมูลต่างๆ ที่สำคัญจากฐานข้อมูลหลุมเจาะบ่อน้ำบาดาลของโครงการ โดยมีรายละเอียดของโครงสร้างตารางข้อมูล ดังต่อไปนี้



รูปที่ 8. ตารางฐานข้อมูล 4 ตาราง ของฐานข้อมูล ที่จำเป็นสำหรับนำมาใช้ในการจัดทำแบบจำลองทางด้านธรณีวิทยา

ตารางที่ 6. ข้อมูลหลุมเจาะบ่อน้ำบาดาล

Item	Table Name	Content	Description
1	BOREHOLE	Drilling	ตารางรายละเอียดตำแหน่งหลุมเจาะบ่อน้ำบาดาล
2	LITHSAMP	Lithology	ตารางรายละเอียดของชั้นดิน-ชั้นหิน ของหลุมเจาะบ่อน้ำบาดาล
3	SCREEN	Filter	ตารางรายละเอียดข้อมูลท่อเซาะร่อง
4	WATLEVEL	Bearing	ตารางรายละเอียดการตรวจวัดระดับน้ำบาดาล

6.1) BOREHOLE

Field Name	Data Type	Size	Description
BOREHOLENO	Text	10	หมายเลขหลุมเจาะบ่อน้ำบาดาล
ELEVATION	Number	8	ระดับความสูง (เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง)
XUTM	Number	8	พิกัดบ่อ ตะวันออก ในระบบ UTM
YUTM	Number	8	พิกัดบ่อ เหนือ ในระบบ UTM

6.2) LITHOLOGY

Field Name	Data Type	Size	Description
BOREHOLENO	Text	10	หมายเลขหลุมเจาะบ่อน้ำบาดาล
SAMPLENO	Number	8	หมายเลขตัวอย่างชั้นดิน-ชั้นหิน
TOP	Number	8	ระยะจากชั้นบนของตัวอย่างชั้นดิน-ชั้นหิน
BOTTOM	Number	8	ระยะถึงชั้นล่างของตัวอย่างชั้นดิน-ชั้นหิน
ROCKSYMBOL	Text	2	สัญลักษณ์ของชุดหิน

6.3) SCREEN

Field Name	Data Type	Size	Description
BOREHOLENO	Text	10	หมายเลขหลุมเจาะบ่อน้ำบาดาล
SCREENNO	Number	8	ลำดับท่อเซาะร่อง
TOP	Number	8	ระยะจากชั้นบนของท่อเซาะร่อง
BOTTOM	Number	8	ระยะถึงชั้นล่างของท่อเซาะร่อง

6.4) WATER LEVEL

Field Name	Data Type	Size	Description

BOREHOLENO	Text	10	หมายเลขหลุมเจาะบ่อน้ำบาดาล
INTAKENO	Number	8	
TIMEOFMEAS	Date/Time	25	ช่วงเวลาของการตรวจวัดระดับน้ำบาดาล
WATLEVMSL	Number	8	ระดับน้ำบาดาล (เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง)

ข้อดีของการจัดระบบฐานข้อมูลธรณีฟิสิกส์ เมื่อทำการจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล GERDA Thai version แล้ว เจ้าหน้าที่กรมทรัพยากร จะมีโอกาสในการพัฒนาความรู้ด้านธรณีฟิสิกส์ การสำรวจและการจัดการระบบฐานข้อมูล สำหรับการประมวลผลและการแปลความหมายเพิ่มมากขึ้น มีโอกาสได้ศึกษาข้อมูลเดิมที่มีอยู่ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ข้อมูลการสำรวจค่าความต้านทานไฟฟ้าในแนวดิ่ง และข้อมูลการหยั่งธรณีหลุมเจาะ สามารถนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการวางแผนบริหารจัดการน้ำบาดาลอย่างเป็นระบบ สามารถแสดงผลแผนที่ความต้านทานไฟฟ้า ในรูป 1D, 2D และ 3D และข้อมูลธรณีฟิสิกส์มีการกระจายตัวทั้งประเทศอย่างไรสำหรับการจัดทำแผนที่น้ำบาดาลและการบริการข้อมูลให้กับผู้สนใจได้ในอนาคต

ข้อจำกัดการจัดระบบฐานข้อมูลธรณีฟิสิกส์ เนื่องจาก GERDA Thai version เป็นฐานข้อมูลใหม่ที่นำมาใช้ในประเทศไทย ดังนั้นการ การเก็บข้อมูลภาคสนาม และการรวบรวมข้อมูล จะต้องทำการปรับปรุงให้มีการเก็บข้อมูลเพิ่มขึ้นเพื่อให้สัมพันธ์กับโครงการ GERDA ส่วน upload, download จำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่ทันสมัย มีบุคลากรที่มีความรู้ ความสนใจ ในด้านนี้ รวมทั้งเวลาและงบประมาณในการพัฒนาระบบ เมื่อระบบสามารถดำเนินการได้ จะถือว่าเป็นการวางรากฐานฐานข้อมูลที่มีความสำคัญกับกรมทรัพยากรน้ำบาดาลในรุ่นต่อไป

6. ประโยชน์ที่ได้รับ

6.1 ผู้จบหลักสูตร สามารถประมวลผลข้อมูลและแปลความหมายข้อมูลผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์สำหรับการบริหารจัดการน้ำบาดาลได้ มีความเข้าใจข้อจำกัดและตัวแปรที่มีผลต่อค่าความไม่แน่นอน (uncertainty) ของการแปลประมวลผลและการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ SkyTEM ซึ่งเป็นความรู้ที่ทันสมัยในปัจจุบัน

6.2 สามารถนำความรู้ที่ได้ ไปถ่ายทอดความรู้ด้านการสำรวจ ประมวลผลข้อมูล และแปลความหมายและนำเข้าข้อมูลธรณีฟิสิกส์ในฐานข้อมูล GERDA ให้กับบุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลได้ในอนาคต

6.3 มีความรู้ ความเข้าใจ สามารถดำเนินการประมวลผลข้อมูลและแปลความหมาย ตรวจสอบความไม่แน่นอนของข้อมูลธรณีฟิสิกส์ SkyTEM ในกรณีที่กรมทรัพยากรน้ำบาดาล จะดำเนินโครงการเองหรือจ้างบริษัทที่ปรึกษาดำเนินการในพื้นที่อื่นๆ ต่อไป

6.4 ผู้เข้าอบรมทราบความจำเป็นและความสำคัญในการจัดการฐานข้อมูลธรณีฟิสิกส์อย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการบริหารจัดการน้ำบาดาล

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 การประมวลผลข้อมูลและแปลความหมายข้อมูล SkyTEM จะต้องใช้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูง เนื่องจาก SkyTEM data มีการจัดเก็บด้วยข้อมูลตัวเลขมีความละเอียดสูง จากการไปอบรมที่

Hydrogeophysic group นั้น เจ้าหน้าที่จะเตรียมคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง 2 หน้าจอ สำหรับแสดงข้อมูล GIS และ run ข้อมูลใน WorkBench ได้ในเวลาเดียวกัน ส่วนจำนวน WorkBench License ยังมีจำนวนไม่เพียงพอ ซึ่งปัจจุบันมี 1 license และ Geoscenes 3D ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองธรณีวิทยาแบบจำลองอุทกธรณีวิทยา ยังไม่มีการรับมอบจากบริษัทที่ปรึกษา เนื่องจากในโครงการสำรวจและจัดทำแผนที่น้ำบาดาล มาตราส่วน 1:50,000 พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ยังไม่แล้วเสร็จ ทำให้ผู้ใช้โปรแกรมดังกล่าวยังอยู่ในวงจำกัด ถ้าจะพัฒนางานทางด้านนี้ กรมทรัพยากรน้ำบาดาลควรมีคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพสูง พร้อม WorkBench licenses และ Geoscenes 3D licenses อย่างน้อย 3 ชุด สำหรับการประมวลผลข้อมูลและแปลความหมายข้อมูลต่อไป

7.2 ผู้ทำการประมวลผลและแปลความหมายควรมีความรู้และความเข้าใจในด้าน electromagnetic method and Resistivity method ซึ่งต้องใช้เวลาศึกษาและดำเนินการให้ model มีความน่าเชื่อถือมากที่สุด โดย Hydrogeophysic group มหาวิทยาลัยอาร์ฮูส เสนอให้มีการตกลงความร่วมมือระยะยาว (permanent corroboration agreement) เพื่อการแลกเปลี่ยนบุคคลกร งานวิจัย หรือจัดส่งเจ้าหน้าที่กรมทรัพยากรน้ำบาดาลไปศึกษาต่อด้านธรณีฟิสิกส์และฐานข้อมูลธรณีฟิสิกส์ สนับสนุนความรู้ด้านเครื่องมือสำรวจน้ำบาดาลใหม่ๆ การวางแผนการสำรวจ การบริหารจัดการฐานข้อมูล การประมวลผลและแปลความหมายข้อมูล การปรับปรุง Workbench (licenses) การบริการข้อมูลธรณีฟิสิกส์ online และอื่นๆ อย่างไรก็ตาม กรมทรัพยากรน้ำบาดาลควรมีโครงการศึกษาวิจัยทางธรณีฟิสิกส์และอุทกธรณีฟิสิกส์เพื่อรองรับความร่วมมือดังกล่าว

7.3 กรมทรัพยากรน้ำบาดาลควรมีการจัดระบบฐานข้อมูลธรณีฟิสิกส์อย่างต่อเนื่องเพื่อวางรากฐานฐานข้อมูลธรณีฟิสิกส์ ซึ่งมีความสำคัญกับการพัฒนาของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล

7.4 เครื่องมือสำรวจธรณีฟิสิกส์ walkTEM ซึ่งดัดแปลงมาจาก skyTEM ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ง่ายเหมาะสำหรับนำมาใช้สำรวจด้านน้ำบาดาลสำหรับการจัดทำแผนที่น้ำบาดาล งานโครงการพระราชดำริ และพื้นที่เกาะ สามารถปิดข้อด้อยของการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี ถ้าใช้เครื่องมือทั้ง 2 ประเภทพร้อมๆ กัน

7.5 กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ควรมีการจัดตั้งกลุ่มอุทกธรณีฟิสิกส์ (Hydrogeophysic group) โดยอาจร่วมมือกับหน่วยงานราชการเพื่อการแลกเปลี่ยนข้อมูลธรณีฟิสิกส์ และมหาลัยต่างๆ เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ด้านข้อมูลธรณีฟิสิกส์ รวมทั้งผลิตบุคลากร เครื่องมือ และปรับปรุงโปรแกรมประมวลผลและแปลความหมายให้ทันสมัยและยั่งยืนต่อไปในอนาคต

8. ผู้เขียนรายงาน

8.1 นายบุญชัย หาญมงคลพิพัฒน์ นักธรณีวิทยาชำนาญการ ศทศ.

8.2 น.ส. อัคปศร อัคราช นักธรณีวิทยาชำนาญ สสป.

8.3 น.ส. นาถชนก อุ่นปิง นักธรณีวิทยาปฏิบัติการ สสป.

รายงานการฝึกอบรม
หลักสูตร “การรวบรวมและแปลความหมายข้อมูลน้ำบาดาล”
Groundwater Data Collection and Interpretation
ระหว่างวันที่ 31 มีนาคม -21 เมษายน 2556
ณ สถาบัน UNESCO-IHE เมืองเดลฟท์ (Delft) ราชอาณาจักรเนเธอร์แลนด์

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

รายงานการฝึกอบรม

หลักสูตร "การรวบรวมและแปลความหมายข้อมูลน้ำบาดาล"

Groundwater Data Collection and Interpretation

ระหว่างวันที่ 31 มีนาคม-21 เมษายน 2556

ณ สถาบัน UNESCO-IHE เมืองเดลฟท์ (Delft) ราชอาณาจักรเนเธอร์แลนด์

---

1. หลักการและเหตุผล

หลักสูตรการรวบรวมและแปลความหมายข้อมูลน้ำบาดาล (Groundwater Data Collection and Interpretation) เป็นหลักสูตรเกี่ยวกับการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลน้ำบาดาล เชื่อมโยงไปสู่การทำแผนที่อุทกธรณีวิทยา การสำรวจบ่อน้ำบาดาล การสำรวจธรณีฟิสิกส์ การเจาะสำรวจ การออกแบบก่อสร้างบ่อน้ำบาดาล การสูบทดสอบปริมาณน้ำ และการติดตามสถานการณ์น้ำบาดาล รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น GEWIN, AQUIFERTEST, FREQ และ NETGRAPH นับเป็นความรู้ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อกรมทรัพยากรน้ำบาดาล

2. วัตถุประสงค์

เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลการสำรวจบ่อน้ำบาดาล การสำรวจธรณีฟิสิกส์ การเจาะสำรวจ การออกแบบก่อสร้างบ่อน้ำบาดาล การสูบทดสอบปริมาณน้ำ แล้ววิเคราะห์ แปลความหมาย เชื่อมโยงไปสู่การทำแผนที่อุทกธรณีวิทยาได้อย่างเป็นระบบ สามารถเห็นภาพของการประยุกต์ข้อมูลน้ำบาดาลให้เกิดประโยชน์ และเทคนิคการติดตามสถานการณ์น้ำบาดาลในขอบข่ายการศึกษาด้านน้ำบาดาลที่กว้างขึ้น นำไปสู่การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. กำหนดการฝึกอบรม

(รวมวันเดินทาง) ระหว่างวันที่ 31 มีนาคม - 21 เมษายน 2556

(วันฝึกอบรม) ระหว่างวันที่ 2 เมษายน - 19 เมษายน 2556

ณ UNESCO-IHE, Institute for Water Education เมืองเดลฟท์ ราชอาณาจักรเนเธอร์แลนด์

4. รายชื่อผู้ร่วมฝึกอบรม

4.1 นายสุชัย สินพธลอนันต์	นักธรณีวิทยาชำนาญการ สสป.
4.2 นางพบพร เศรษฐพฤกษา	นักธรณีวิทยาชำนาญการ สทบ.เขต 2 สุพรรณบุรี
4.3 นางจิราภา หวิงปัด	นักธรณีวิทยาชำนาญการ สทบ.เขต 7 กำแพงเพชร
4.4 นางสาวพจมาน เชยเดช	นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ กวน.

5. รายละเอียดการฝึกอบรม

5.1 การรวบรวมและแปลความหมายข้อมูลน้ำบาดาล ประกอบด้วย

5.1.1 การสำรวจน้ำบาดาล (Groundwater Exploration)

วัตถุประสงค์การสำรวจน้ำบาดาล ดังนี้

1. เพื่อจำแนกชั้นน้ำบาดาล
2. ประเมินศักยภาพทั้งปริมาณและคุณภาพของแหล่งน้ำ
3. เลือกจุดเจาะน้ำบาดาลที่เหมาะสม
4. ใช้ประกอบกอบการตัดสินใจในการกำหนดความลึกของบ่อน้ำบาดาล ปริมาณน้ำบาดาลที่คาดว่าสามารถพัฒนาได้ และคุณภาพของน้ำบาดาล

5.1.2 วิธีการสำรวจน้ำบาดาล

การสำรวจน้ำบาดาลมีหลายวิธี สรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 วิธีการสำรวจน้ำบาดาล

วิธีการสำรวจน้ำบาดาล	สถานที่ดำเนินการ
การศึกษา รวบรวมข้อมูลที่มีอยู่เดิม	ปฏิบัติงานในสำนักงานเป็นหลัก
การสำรวจระยะไกล (Remote Sensing)	ปฏิบัติงานในสำนักงานเป็นหลัก
การทำแผนที่อุทกธรณีวิทยา	ภาคสนาม
การสำรวจธรณีฟิสิกส์บนผิวดิน	ภาคสนาม
การเจาะสำรวจ	ภาคสนาม
การสูบทดสอบปริมาณน้ำ	ภาคสนาม
การสังเกตการณ์น้ำบาดาล	ภาคสนาม
การรวบรวมข้อมูลสมดุลน้ำบาดาล	ภาคสนามและในสำนักงาน
การศึกษาปริมาณความต้องการน้ำ	ปฏิบัติงานในสำนักงานเป็นหลัก

วิธีการสำรวจน้ำบาดาลแต่ละวิธี อธิบายเพิ่มเติม ดังนี้

1.การศึกษา รวบรวมข้อมูลที่มีอยู่เดิม ประกอบด้วย

1.1 การศึกษา รวบรวมข้อมูลเบื้องต้น แผนที่ภูมิประเทศ และลักษณะทางธรณีวิทยา

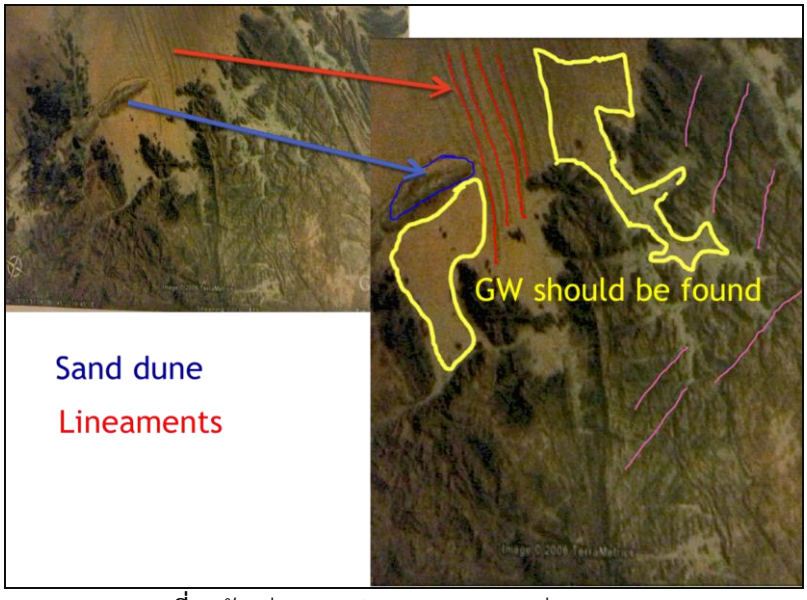
1.2 การศึกษาลักษณะทางอุทก-อุตุนิยมวิทยา

1.3 รวบรวมข้อมูลน้ำบาดาลทั้งหมดที่มีอยู่

2. การสำรวจระยะไกล (Remote Sensing)

2.1 การศึกษาและแปลความหมายภาพถ่ายดาวเทียม

2.2 การแปลความหมายภาพถ่ายทางอากาศ ดังตัวอย่างในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ตัวอย่างการแปลความหมายภาพถ่ายทางอากาศ

จากภาพที่ 1 บริเวณที่วงเส้นสีน้ำเงิน คือ ส่วนที่เป็นเนินทราย โดยมีลักษณะทางธรณีวิทยาที่เป็น lineaments ตามแนวเส้นสีชมพูและสีแดง ส่วนบริเวณขอบเขตที่เป็นสีเหลือง คือ บริเวณที่คาดว่าจะพบแหล่งน้ำบาดาล เนื่องจากมีลักษณะเป็นพื้นที่ที่เป็นหุบเขาซึ่งเป็นจุดรวมทิศทาง การไหลของน้ำ

3. การทำแผนที่อุทกธรณีวิทยาและการสำรวจข้อมูลบ่อน้ำบาดาล

3.1 ศึกษาชนิดของหินและรูปแบบทางน้ำในสนาม เพื่อตรวจสอบข้อมูลลักษณะทางอุทกธรณีวิทยา

3.2 การเตรียมข้อมูลสำรวจข้อมูลบ่อน้ำบาดาลที่มีอยู่เดิมในพื้นที่ เพื่อช่วยวิเคราะห์ลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาของพื้นที่

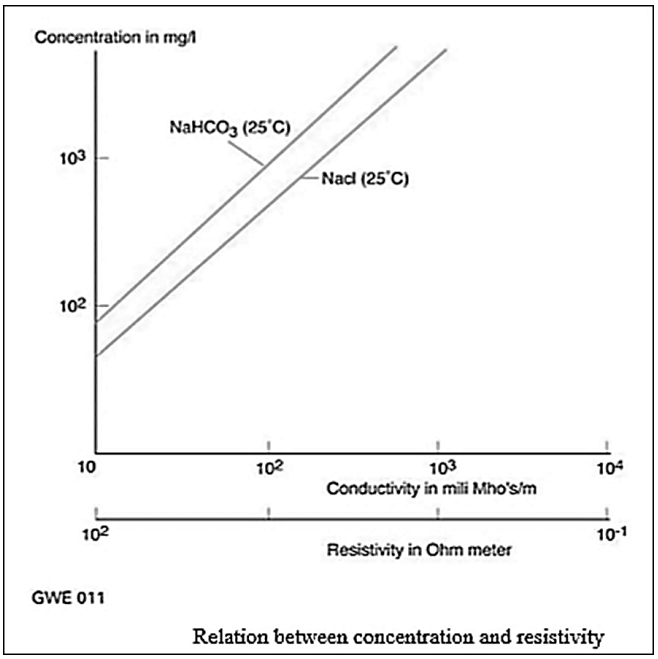
4. การสำรวจธรณีฟิสิกส์บนผิวดิน แบ่งเป็น

4.1 การสำรวจโดยใช้แม่เหล็กไฟฟ้า (electro-magnetic techniques)

4.2 การสำรวจโดยใช้กระแสไฟฟ้า (geo-electrical techniques) ซึ่งเป็นวิธีการที่กรมทรัพยากรน้ำบาดาลใช้อยู่ในปัจจุบัน คือ การสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยการวัดความต้านทานไฟฟ้า (resistivity surveys) ซึ่งความต้านไฟฟ้าของชั้นดินชั้นหิน จะมีค่าแตกต่างกันขึ้นอยู่กับ

- ความต้านทานของน้ำที่อยู่ในช่องว่างของหินหรือเม็ดตะกอน
- ความต้านทานของหิน
- ช่องว่างในเนื้อหิน หรือช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอน
- องค์ประกอบของน้ำในเนื้อหิน หรือในช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอน

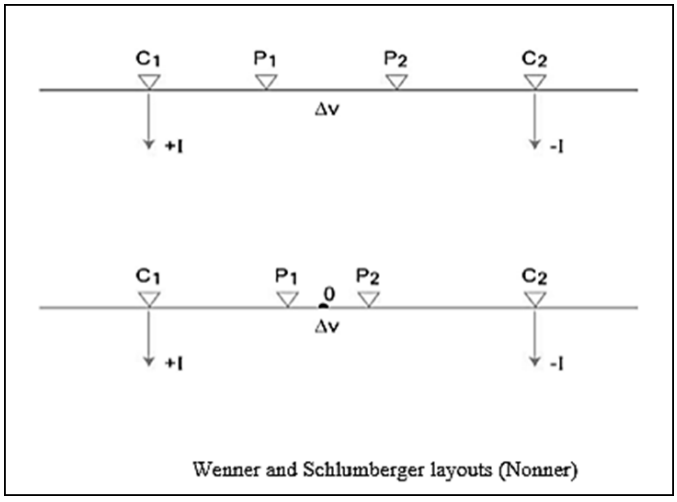
ตัวอย่างที่แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ขึ้นกับสมบัติของน้ำที่อยู่ในเนื้อหิน หรือช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอน ดังกราฟระหว่างความต้านทานไฟฟ้ากับความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) และโซเดียมไบคาร์บอเนต ($NaHCO_3$) ภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายกับค่าความต้านทานไฟฟ้า

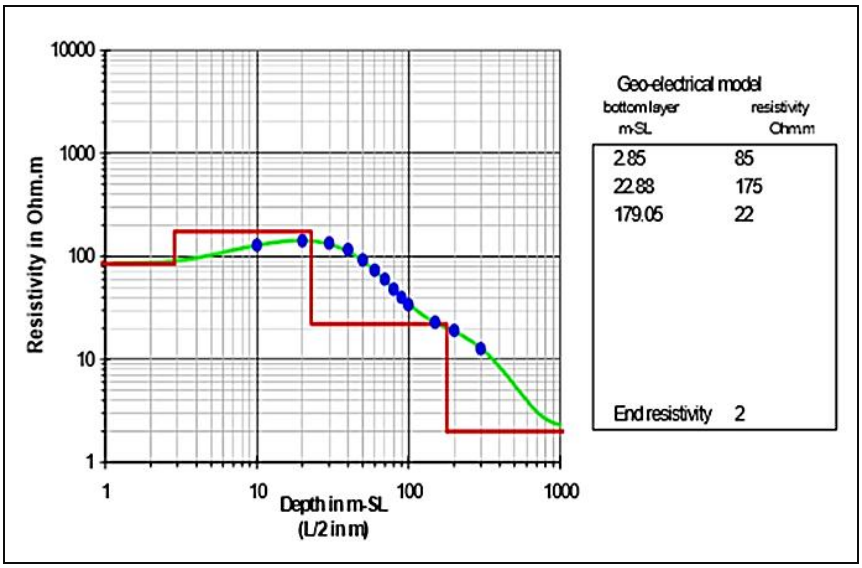
การสำรวจธรณีฟิสิกส์บนผิวดิน มีลักษณะของการจัดวางขั้วไฟฟ้า 2 ลักษณะ คือ

- การจัดวางขั้วแบบ Wenner ซึ่งมีระยะ $C_1P_1 = P_1P_2 = C_2P_2$
- การจัดวางขั้วแบบ Schlumberger ซึ่งมีระยะ $C_1P_1 = C_2P_2$ ลักษณะดังภาพที่ 3



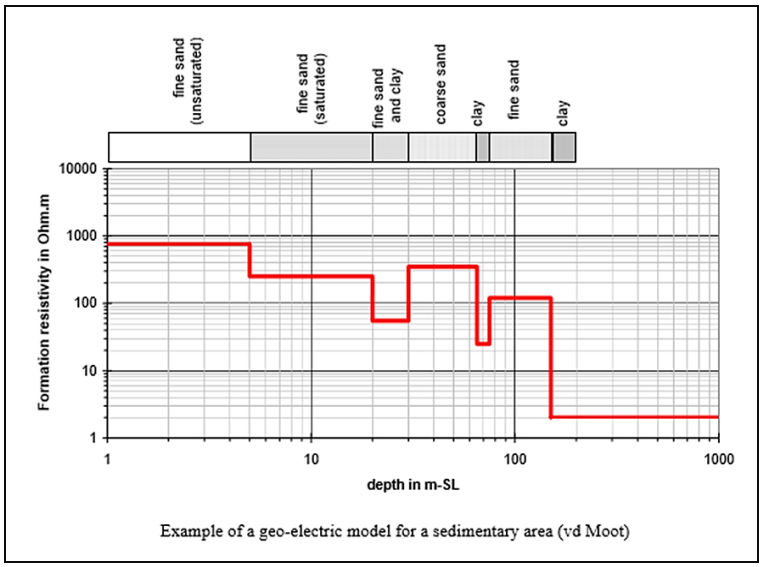
ภาพที่ 3 การจัดวางขั้วไฟฟ้าแบบ Wenner และ Schlumberger

การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ด้วยการวัดความต้านทานไฟฟ้า ใช้ GEWIN Excels ซึ่งเป็น adds-in ของโปรแกรม Excels เป็นเครื่องมือในการแปลผล ลักษณะดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การใช้ GEWIN Excels ในการแปลผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์

การแปลความหมายจากกราฟการสำรวจธรณีฟิสิกส์ ถ้ามีข้อมูลธรณีหลุมเจาะ (drilled log) ที่อยู่ใกล้เคียง ควรนำมาพิจารณาประกอบกันไปด้วย ดังตัวอย่างในภาพที่ 5

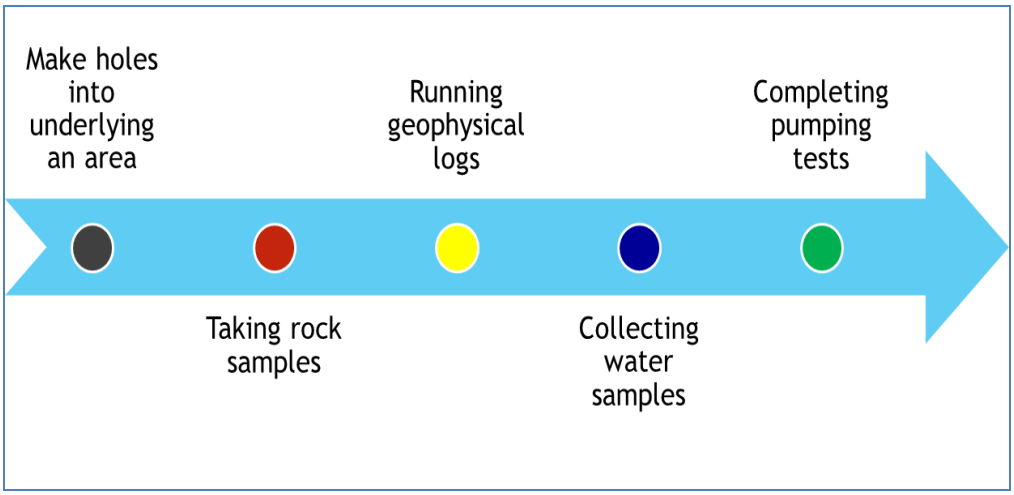


ภาพที่ 5 ตัวอย่างการแปลความหมายกราฟการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยการวัดความต้านทานไฟฟ้า

ทั้งนี้ การใช้ adds-in GEWIN Excels มีข้อจำกัด คือ ใช้ได้ดีกับ Microsoft Office 2003 และ 2007 แต่ไม่เสถียรกับ Microsoft Office 2010

1. การเจาะสำรวจ

คือ การหาแหล่งน้ำบาดาลและประเมินปริมาณที่สามารถพัฒนาขึ้นมาใช้ได้ โดยมีขั้นตอนคือ เจาะน้ำบาดาล (Make holes into underlying an area) เก็บตัวอย่างชั้นดิน ชั้นหินที่ได้จากการเจาะน้ำบาดาล (Taking rock samples) หยั่งธรณีหลุมเจาะ (Running geophysical logs) เก็บตัวอย่างน้ำ (Collecting water samples) แล้วสูบทดสอบปริมาณน้ำ (Completing pumping tests) ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ขั้นตอนการเจาะสำรวจน้ำบาดาล

2.การสูบทดสอบปริมาณน้ำ

มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินปริมาณน้ำบาดาลที่สามารถสูบขึ้นมาใช้ได้ และกำหนดขนาดของเครื่องสูบให้เหมาะสมต่อความต้องการใช้น้ำ

การสูบทดสอบปริมาณน้ำมี 2 แบบ คือ

- การสูบทดสอบประสิทธิภาพของบ่อน้ำบาดาล (Well test)
- การสูบทดสอบประสิทธิภาพของชั้นหินให้น้ำ (Aquifer test)

3. การสังเกตการณ์น้ำบาดาล เป็นการสังเกตการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำบาดาล และคุณภาพน้ำบาดาล

4. การรวบรวมข้อมูลสมดุลน้ำบาดาล คือ ศึกษาและรวบรวมข้อมูลปริมาณความต้องการน้ำ (demand side) เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำบาดาลที่สามารถพัฒนาขึ้นมาใช้ได้ (supply side)

5. การศึกษาปริมาณความต้องการน้ำทั้งเพื่อการอุปโภค บริโภค การเกษตร และอุตสาหกรรม

โดยสรุป การสำรวจแหล่งน้ำบาดาล ประกอบด้วยกิจกรรมหลัก คือ “PEPA”

P :Planning กำหนดแนวทาง วางแผนการสำรวจ กำหนดเนื้องานและวัตถุประสงค์

E:field Execution การสำรวจข้อมูลภาคสนามตามแผนงานที่กำหนด

P:data Preparation การรวบรวมข้อมูล เตรียมข้อมูลที่จำเป็นต่อการสำรวจ

A:data Analysis การวิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

การพิจารณาค่าใช้จ่าย

มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดแผนและแนวทางการสำรวจแหล่งน้ำบาดาลให้เกิดประโยชน์มากที่สุด และเหมาะสมกับงบประมาณที่มีอยู่

5.2 อุทกธรณีวิทยาสถิติ(Hydrogeostatistics)

การศึกษาด้านอุทกธรณีวิทยาสถิติ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการแปลความหมายข้อมูลน้ำบาดาลที่มีอยู่ในเชิงของการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการคาดการณ์สถานการณ์น้ำบาดาล โดยอาศัยข้อมูลน้ำบาดาลที่มีอยู่เดิมในการประเมินสถานการณ์และสร้างแบบจำลองน้ำบาดาล

การศึกษาข้อมูลทางสถิติด้านอุทกธรณีวิทยา มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. ศึกษาประโยชน์ของข้อมูลทางสถิติด้านอุทกธรณีวิทยา
2.ศึกษาการบรรยายค่าทางสถิติเพื่อให้ทราบตัวแปรที่มีผลต่อลักษณะทางอุทกธรณีวิทยา
3. ศึกษาการใช้สมการความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางอุทกธรณีวิทยา
4. วิเคราะห์รูปแบบการเปลี่ยนแปลงทางอุทกธรณีวิทยาที่มีรูปแบบต่างกันในแต่ละช่วงเวลา
5.ศึกษาการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทางอุทกธรณีวิทยา

ลักษณะของตัวแปรทางอุทกธรณีวิทยา แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ลักษณะของตัวแปรทางอุทกธรณีวิทยา

Hydrogeological variables		Spatial	Temporal
Input	precipitation infiltration	variation	variation
	recharge from surface water	variation	variation
	artificial recharge	variation	variation
	pumping	variation	variation
	contaminants	variation	variation
Output	evapotranspiration	variation	variation
	spring discharges	variation	variation
	outflow	variation	variation
State	groundwater head	variation	variation
	temperature	variation	variation
	hydrochemical constitutes	variation	variation
System	layer elevations	variation	constant
	hydraulic conductivity	variation	constant
	porosity	variation	constant
	specific yield	variation	constant
	storage coefficient	variation	constant
	hydrodynamic dispersion	variation	constant

ค่าทางอุทกธรณีวิทยาสถิติและเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าทางอุทกธรณีวิทยาสถิติและเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

Statistical and geostatistical tools

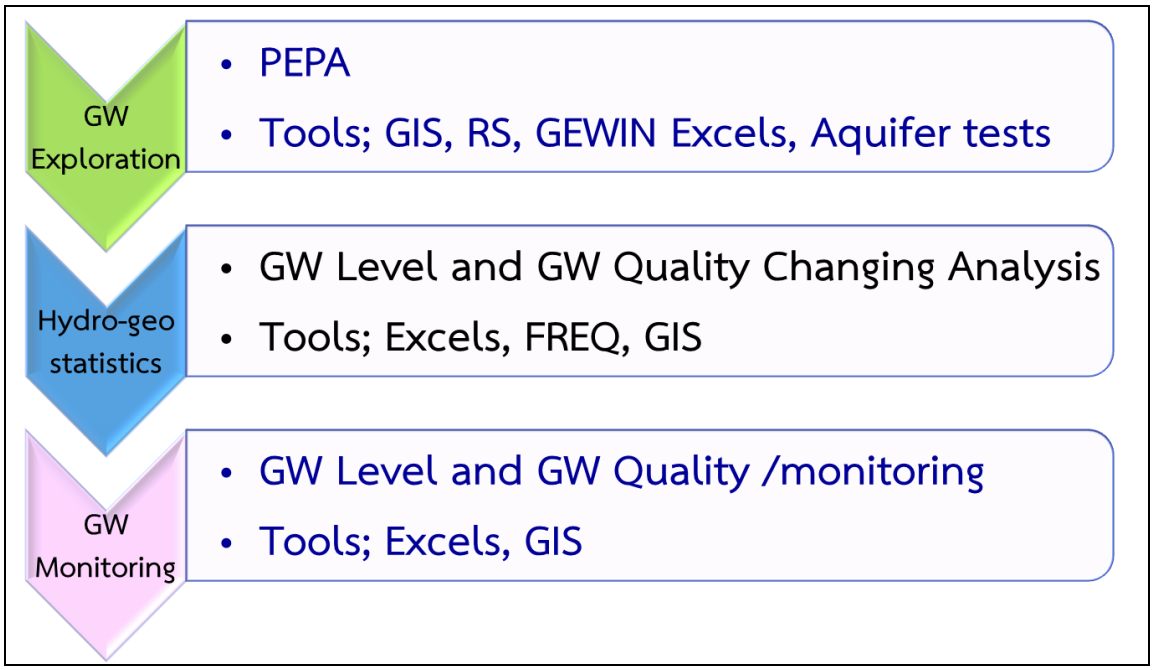
Hydrogeostatistical tools	Spatial	Temporal	Both
Description			
Histograms	✓	✓	✓
Summary statistics	✓	✓	✓
Hydrograph		✓	✓
Scatterplot	✓	✓	✓
Contour maps	✓		✓
Analysis			
Correlation	✓	✓	✓
Regression	✓	✓	✓
Time series analysis		✓	✓
Estimation			
Kriging	✓		✓
Kalman filtering			✓
Simulation			
Random field simulation	✓		
Monte-Carlo simulation	✓		✓

5.3 การติดตามสถานการณ์น้ำบาดาล

การติดตามสถานการณ์น้ำบาดาล เป็นการติดตามการเปลี่ยนแปลงของน้ำบาดาลทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ดังนี้

1. ติดตามการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำบาดาล
2. ติดตามการแพร่กระจายของมลพิษในน้ำบาดาล
3. ติดตามแหล่งแพร่กระจายมลพิษ
4. การตัดสินใจวางเครือข่ายบ่อสังเกตการณ์ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างโดยใช้ GIS kriging tool เป็นเครื่องมือในการพิจารณาความเหมาะสมของตำแหน่งและจำนวนบ่อสังเกตการณ์
5. การออกแบบเครือข่ายบ่อสังเกตการณ์โดยวิธี Kalman Filtering

บทสรุปของหลักสูตร สามารถอธิบายได้ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 บทสรุปของหลักสูตร “การรวบรวมและแปลความหมายข้อมูลน้ำบาดาล”

การนำไปใช้กับการปฏิบัติงานของสำนักทรัพยากรน้ำบาดาลเขต

1. การสำรวจแหล่งน้ำบาดาลที่เป็นระบบตามหลักการ PEPA ; Field sequence of activities
2. การวิเคราะห์ผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์อย่างเป็นระบบ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วน สมบูรณ์ มีความถูกต้อง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาน้ำบาดาลได้อย่างเหมาะสม
3. การวิเคราะห์ข้อมูลบ่อน้ำบาดาลโดยใช้ความรู้ในเชิงสถิติ เพื่อให้ทราบแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงสถานการณ์น้ำบาดาล
4. การสำรวจ รวบรวม จัดเก็บและการประยุกต์ข้อมูลด้านน้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพ

การนำไปใช้กับการปฏิบัติงานของกองวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาล

1. แนวทางในการรวบรวม ศึกษา วิเคราะห์ข้อมูลด้านคุณภาพน้ำบาดาล
2. การวิเคราะห์แหล่งที่มาของการปนเปื้อน
3. ลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาที่มีผลต่อคุณภาพน้ำบาดาล
4. การแพร่กระจายของมลพิษลงในชั้นน้ำบาดาล
5. ขอบเขตของพื้นที่ในการจัดการกับแหล่งกำเนิดมลพิษ

6. ประโยชน์ที่ได้รับ

6.1 บุคลากรกรมทรัพยากรน้ำบาดาลได้รับความรู้ด้านการรวบรวมและแปลความหมายข้อมูลน้ำบาดาล รวมทั้งการติดตามสถานการณ์ เพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล และสามารถถ่ายทอดองค์ความรู้ให้กับผู้ที่สนใจได้ต่อไป

6.2 บุคลากรได้รับองค์ความรู้เกี่ยวกับการรวบรวมข้อมูลอุทกธรณีวิทยาที่ครบถ้วน ถูกต้อง และสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

7. ข้อเสนอแนะ

หลักสูตรการรวบรวมและแปลความหมายข้อมูลน้ำบาดาล เป็นหลักสูตรที่มีประโยชน์ ควรส่งเจ้าหน้าที่ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลไปอบรมเพิ่มเติม โดยผู้เข้ารับการอบรมควรมีทั้งระดับปฏิบัติการและระดับชำนาญการ โดยระดับปฏิบัติการจะได้รับประโยชน์ในแง่ของแนวทางการปฏิบัติงานที่ชัดเจนมากขึ้น ส่วนระดับชำนาญการจะได้รับประโยชน์ในการปรับแนวทางการรวบรวมและแปลความหมายข้อมูลน้ำบาดาล สามารถถ่ายทอดความรู้สู่บุคลากรซึ่งปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องได้ ทั้งนี้ การคัดเลือกผู้เข้ารับการอบรมควรพิจารณาบุคคลที่มีความตั้งใจในการปฏิบัติงาน มีความรับผิดชอบสูง มีความรู้ความเข้าใจในงานที่ปฏิบัติ มีความใฝ่รู้ และกระตือรือล้นในการพัฒนาตนเองอยู่เสมอ หลักสูตรนี้ มีประโยชน์ทั้งต่อนักธรณีวิทยา และนักวิทยาศาสตร์ จากการเข้ารับการอบรมที่ผ่านมา นักวิทยาศาสตร์ที่เข้ารับการอบรม สามารถเข้าใจการปฏิบัติงานของนักธรณีวิทยามากขึ้น และเข้าใจความสำคัญของข้อมูลผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลที่มีต่อการปฏิบัติงานทางธรณีวิทยา ส่วนนักธรณีวิทยาที่มาจากสำนักทรัพยากรน้ำบาดาลเขต สามารถเข้าใจแนวทางการรวบรวมและแปลความหมายข้อมูลน้ำบาดาลได้ชัดเจนมากขึ้น มองเห็นจุดบกพร่องของงานที่เคยปฏิบัติ นำความรู้ที่ได้ไปแก้ไขข้อบกพร่องและถ่ายทอดให้กับนักธรณีวิทยาที่ปฏิบัติงานร่วมกันได้ต่อไป

8. ผู้จัดทำรายงาน

8.1 นางพบพร เศรษฐพฤกษา นักธรณีวิทยาชำนาญการ สทบ.เขต 2 สุพรรณบุรี

รายงานการฝึกอบรม
หลักสูตรการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลและระบบการกระจายน้ำ
(Groundwater management and distribution system)
ระหว่างวันที่ 30 มิถุนายน – 13 กรกฎาคม 2556
ณ กรุงโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

รายงานการฝึกอบรม
หลักสูตรการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลและระบบการกระจายน้ำ
(Groundwater management and distribution system)
ระหว่างวันที่ 30 มิถุนายน – 13 กรกฎาคม 2556
ณ กรุงโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น

---

1. หลักการและเหตุผล

การพัฒนาทางสังคมและเศรษฐกิจอย่างรวดเร็วของประเทศไทยส่งผลให้น้ำเป็นทรัพยากรยุทธศาสตร์ที่สำคัญของประเทศไทย นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ส่งผลให้สภาพแวดล้อมของโลกและของประเทศไทยได้รับผลกระทบ เช่น ปัญหาภัยแล้ง อุทกภัย การใช้น้ำอย่างไม่มีประสิทธิภาพ และคุณภาพน้ำ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ส่งผลกระทบไปถึงทรัพยากรน้ำบาดาลด้วย ในส่วนของประเทศญี่ปุ่นนั้น ทรัพยากรน้ำบาดาลมีบทบาทที่สำคัญ ทั้งในด้านเกษตรกรรม การอุปโภคบริโภค การชลประทาน การท่องเที่ยว และการอุตสาหกรรม นอกจากนี้ น้ำบาดาลยังเป็นส่วนที่สำคัญในการบำรุงรักษาความสมดุลของระบบนิเวศน์โดยรวม ซึ่งประเทศญี่ปุ่นมีการบริหารจัดการน้ำบาดาลที่ดีและมีระบบในด้านนวัตกรรมทางด้านการบริหารจัดการน้ำบาดาลแบบบูรณาการและระบบกระจายน้ำที่ทันสมัย

ในการนี้ กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ในฐานะที่เป็นองค์กรหลักในการบริหารจัดการน้ำบาดาลของประเทศไทย ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า โครงการฝึกอบรมและศึกษาดูงาน ด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลและระบบกระจายน้ำ ณ ประเทศญี่ปุ่น จะช่วยในการพัฒนาระบบการพัฒนาและการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลของประเทศไทย รวมทั้งเพิ่มพูนทักษะในการการบริหารจัดการน้ำบาดาลของประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุดอย่างยั่งยืน ตลอดจนช่วยส่งเสริมการเรียนรู้แบบแผนที่ดีจากต่างประเทศ (International Best Practice) ในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อให้บุคลากรกรมทรัพยากรน้ำบาดาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้เรียนรู้และศึกษานโยบาย รูปแบบ แนวทาง ระบบ และเทคโนโลยีการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลและระบบกระจายน้ำของประเทศญี่ปุ่น

2.2 เพื่อจัดทำคู่มือการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลและระบบกระจายน้ำของประเทศไทย

2.3 เพื่อสร้างความสัมพันธ์และเครือข่ายความรู้ด้านน้ำบาดาลกับหน่วยงานและผู้เชี่ยวชาญระหว่างประเทศ

3. **กำหนดการฝึกอบรม**

วันที่	เวลา	หัวข้อการบรรยาย/ศึกษาดูงาน	สถานที่
1 ก.ค. 56	09.00-12.00 น.	การแนะนำการฝึกอบรม	ศูนย์การฝึกอบรมระหว่างประเทศญี่ปุ่น (JICE)
	13.00-16.30 น.	- เข้าเยี่ยมคารวะอธิบดีกรมทรัพยากรน้ำ - การบรรยายเรื่อง ภาพรวมการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและน้ำบาดาลในประเทศญี่ปุ่น	Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT)
2 ก.ค. 56	09.00-12.00 น.	ความท้าทายเชิงเทคนิคในการก่อสร้างสิ่งก่อสร้างใต้ดินและผลกระทบของน้ำบาดาล	Shimizu Corporation
	13.00-16.00 น.	เยี่ยมชมเทคโนโลยีขั้นสูงในงานก่อสร้างใต้ดิน	Research Center of Shimizu Corporation
3 ก.ค. 56	09.00-16.00น.	ความจำเป็นและเงื่อนไขในการก่อสร้างเขื่อนใต้ดิน	Cabinet Office, Government of Japan
4 ก.ค. 56	09.00-16.00 น.	เยี่ยมชมโมเดลเขื่อนใต้ดิน	Cabinet Office, Government of Japan
5 ก.ค. 56	09.00-12.00 น.	การพัฒนาทรัพยากรน้ำแนวใหม่โดยการก่อสร้างเขื่อนใต้ดิน (เชิงธรณีวิทยา)	Prof. Dr. Tomio Kuroda
6 ก.ค. 56	09.00-12.00 น.	กิจกรรมประชาชนเพื่อการอนุรักษ์น้ำบาดาล	Citizen's Committee to Protect Kakita River and Groundwater of Higashi Fuji
7 ก.ค. 56		พัก	
8 ก.ค. 56	9.00-12.00 น.	การบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการ	Japan Water Agency
	14.00-16.30 น.	การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและทรัพยากรธรรมชาติ (Tone Oseki Dam และ Musashino Waterway)	
9 ก.ค. 56	09.00-12.00 น.	นโยบายอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาล	Hatano City in Kanagawa Prefecture
	13.00-16.30 น.	ศึกษาดูงานด้านการปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลและการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน)	

10 ก.ค.56	09.00-12.00 น.	วิธีการควบคุมปริมาณน้ำใต้ดิน	Construction Dep. East Japan Railway Company
	13.30-15.30 น.	ศึกษาดูงานอุโมงค์ใต้ดินป้องกันน้ำท่วม	Edogawa River Office
	16.00-17.00 น.	ระบบบ่อสังเกตการณ์ป้องกันแผ่นดินทรุด	Saitama Pref.
11 ก.ค. 56		พัก	
12 ก.ค. 56	09.00-12.00 น.	สรุปผลการฝึกอบรมและพิธีการปิดฝึกอบรม	ศูนย์การฝึกอบรมระหว่างประเทศ ญี่ปุ่น (JICE)

4. รายชื่อผู้เข้ารับการฝึกอบรม

4.1 นายมณเฑียร จงจินากูล	วิศวกรชำนาญการพิเศษ กองแผนงาน
4.2 นางดารา ชาติภูวภัทร	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ กองแผนงาน
4.3 นางสาวอริสรา เพียรมนกุล	นักทรัพยากรบุคคลชำนาญการ สำนักบริหารกลาง ศูนย์สื่อสารองค์กรและพัฒนาบุคลากรด้านต่างประเทศ
4.4 นายวีรวัฒน์ ยิ่งยง	วิศวกรปฏิบัติการ สำนักพัฒนาน้ำบาดาล
4.5 นายครรชิต ควรพิบูลย์	วิศวกรปฏิบัติการ สำนักพัฒนาน้ำบาดาล
4.6 นายอนิรุทธ์ ลดาวดี	นักธรณีวิทยาปฏิบัติการ สำนักอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล
4.7 นางดาวเรือง ศุกรวัติ	นักธรณีวิทยาปฏิบัติการ สำนักอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล
4.8 นางสาวธฤษวรรณ สุพิพัฒนโมลี	นักธรณีวิทยาปฏิบัติการ สำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 9

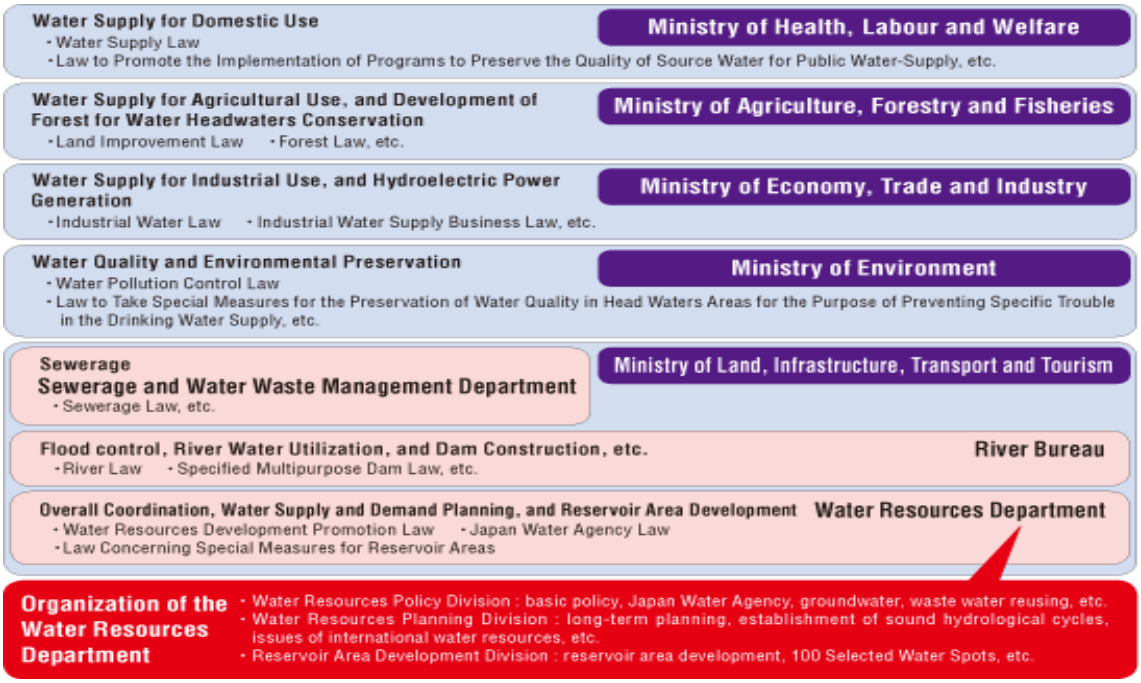
5. รายละเอียดการฝึกอบรม

ประเทศญี่ปุ่น เป็นประเทศหมู่เกาะในภูมิภาคเอเชียตะวันออก ตั้งอยู่ในมหาสมุทรแปซิฟิก ทางตะวันตกติดกับคาบสมุทรเกาหลี และสาธารณรัฐประชาชนจีน โดยมีทะเลญี่ปุ่นกั้น ส่วนทางทิศเหนือ ติดกับประเทศรัสเซีย มีทะเลโอค็อตสค์ เป็นเส้นแบ่งแดน ญี่ปุ่นมีพื้นที่ 377,950 ตารางกิโลเมตร นับเป็นอันดับที่ 61 ของโลก โดยหมู่เกาะญี่ปุ่นประกอบไปด้วยเกาะน้อยใหญ่กว่า 3,000 เกาะ จำนวนประชากรของญี่ปุ่นมีมาก เป็นอันดับที่ 10 ของโลก คือ ประมาณ 128 ล้านคน เมืองหลวงของญี่ปุ่นคือกรุงโตเกียว โดยในกรุงโตเกียวเองประชากรอยู่อาศัยมากกว่า 30 ล้านคน

ภาพรวมการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำประเทศญี่ปุ่น (Outline of the Water Resources Policy in Japan)

หน่วยงานของประเทศญี่ปุ่นที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำ ประกอบไปด้วย กระทรวงสิ่งแวดล้อม กระทรวงเศรษฐกิจ การค้าและอุตสาหกรรม กระทรวงเกษตร ป่าไม้และประมง และกระทรวงสาธารณสุข แรงงาน และสวัสดิการ เป็นต้น โดยมี กรมทรัพยากรน้ำ สังกัด กระทรวงที่ดิน สาธารณูปโภค การคมนาคม และการท่องเที่ยว (Water Resources Department of the Ministry of Land, Infrastructure,

Transport and Tourism: MLIT) ทำหน้าที่เป็นผู้ประสานงานในการปรับปรุงและออกมาตรการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำและความต้องการในการพัฒนาพื้นที่กักเก็บน้ำ (water supply and demand reservoir area development) ร่วมกับหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังรูปภาพด้านล่าง

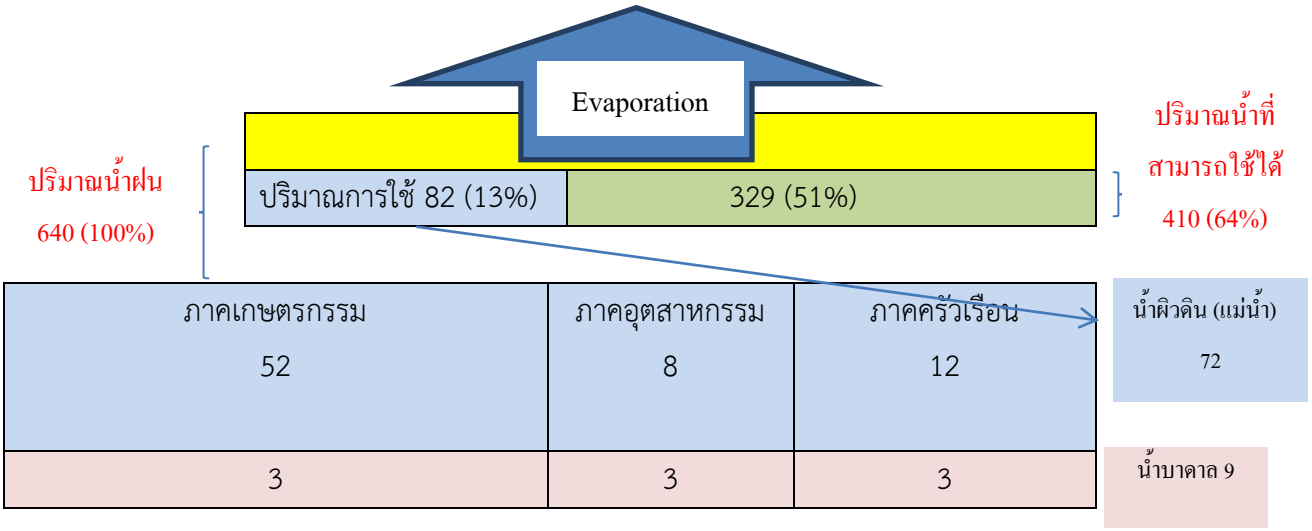


ความสมดุลของทรัพยากรน้ำในประเทศญี่ปุ่น

ในปัจจุบัน ประเทศญี่ปุ่นมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีประมาณ 1,700 มิลลิเมตร ซึ่งมากกว่าปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ยทั่วโลก ซึ่งมีประมาณ 800 มิลลิเมตรต่อปี อย่างไรก็ดี ในปัจจุบัน ประเทศญี่ปุ่นประสบปัญหา คือ ส่วนใหญ่ฝนจะตกอยู่ในระยะเวลา 2 ช่วงสั้นๆ ได้แก่ ฤดูฝน (Tsuyu rainy season) และฤดูไต้ฝุ่น (Typhoon season) ซึ่งรวมกันแล้วมีปริมาณเฉลี่ย 1,529 มิลลิเมตรต่อปี โดยปริมาณน้ำฝนที่ได้รับในแต่ละปีมีประมาณ 640,000 ล้าน ลบ.ม. แต่ปริมาณประมาณ 230,000 ล้านลบ.ม. หรือ 36 เปอร์เซ็นต์ สูญเสียไปจากการระเหยในอากาศ โดยมีปริมาณคงเหลือที่มนุษย์สามารถใช้ได้ประมาณ 410,000 ล้าน ลบ.ม. แต่ปกติญี่ปุ่นจะมีการใช้น้ำประมาณ 82,000 ล้าน ลบ.ม. ต่อปี ทั้งนี้ ปริมาณน้ำส่วนใหญ่จะถูกใช้ในภาคเกษตรกรรม ประมาณ 55,000 ล้าน ลบ.ม. ภาคอุตสาหกรรม ประมาณ 11 พันล้าน ลบ.ม. และภาคครัวเรือน ประมาณ 15,000 ล้าน ลบ.ม. โดยแบ่งเป็นน้ำที่ได้จากน้ำผิวดิน (แม่น้ำ) 72,000 ล้าน ลบ.ม. และมีการใช้น้ำบาดาลประมาณ 9,000 ล้าน ลบ.ม. ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ภาพรวมการใช้น้ำประเทศญี่ปุ่น

หน่วย : พันล้าน ลบ.ม. ต่อปี



กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำ

หลังจากสงครามโลกครั้งที่สองในปี 1945 และผลจากพายุไต้ฝุ่น Kathleen ในเดือนกันยายน 1947 ทำให้ประเทศญี่ปุ่นประสบปัญหาทั้งในเชิงเศรษฐกิจ การเมือง และสังคมอย่างรุนแรง โดยประเด็นสำคัญที่ต้องเร่งฟื้นฟูและพัฒนาประเทศ คือ การพัฒนาและบูรณะที่ดิน ตลอดจนสิ่งก่อสร้างที่เสียหายจากสงคราม การเพิ่มปริมาณการผลิตอาหาร การขยายตัวของการผลิตอุตสาหกรรม และการพัฒนาระบบพลังงานในประเทศ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการดังกล่าว ญี่ปุ่นได้ออกกฎหมาย กำหนดนโยบาย และมาตรการต่างๆ เพื่อบูรณะประเทศและพัฒนาเศรษฐกิจ

อย่างไรก็ดี หลังจากปี 1950 เป็นต้นมา พบว่าผลจากการพัฒนาอุตสาหกรรม การขยายตัวของเขตเมือง การเพิ่มจำนวนประชากร และการปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับการอุปโภคบริโภคของประชาชน ทำให้ปริมาณความต้องการใช้น้ำของประเทศเพิ่มสูงขึ้นและก่อให้เกิดปัญหาขาดแคลนน้ำ จึงมีความจำเป็นที่ญี่ปุ่นต้องแสวงหาความมั่นคงด้านน้ำ โดยทางญี่ปุ่นได้ออกกฎหมายเพื่อสนับสนุนการพัฒนาทรัพยากรน้ำ (Water Resources Development Promotion Law) ในปี 1961 ซึ่งกฎหมายดังกล่าวมีการกำหนดนโยบายพื้นฐานในการพัฒนาแบบบูรณาการและการใช้ทรัพยากรน้ำ เช่น การจัดทำแผนการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ (Basic Plan for Water Resources Development “Full Plan”) ใน 7 ลุ่มแม่น้ำหลัก ได้แก่ TONE and ARA River system, TOYO River system, YOSHINO River system, CHIKUGO River system, KISO River system และ YODO River system ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ 17 เปอร์เซ็นต์ของประเทศญี่ปุ่น แต่เป็นพื้นที่ที่มีประชากรอาศัยอยู่ 50 เปอร์เซ็นต์ของประเทศและเป็นเขตอุตสาหกรรมประมาณ 47 เปอร์เซ็นต์ของประเทศ

ผลกระทบจากการพัฒนาประเทศและมาตรการแก้ไขปัญหา

1. *ปัญหาแผ่นดินทรุด* พบว่าระดับน้ำบาดาลลดลงอย่างมากหลังจากการพัฒนาอุตสาหกรรมในประเทศ ทางการญี่ปุ่นจึงมาตรการแก้ไขโดยมีกฎหมายที่สำคัญได้แก่ 1) กฎหมายน้ำเพื่อการอุตสาหกรรม (Industrial Water Law) ในปี 1956 มีการจำกัดการสูบน้ำจากบ่อน้ำบาดาลเพื่อใช้ในภาคอุตสาหกรรมในบริเวณที่กำหนด โดยผู้ว่าราชการจังหวัดมีอำนาจในการออกคำสั่งนี้ และ 2) กฎหมาย Building Water Law ในปี 1962 เพื่อจำกัดการสูบน้ำบาดาลเพื่อใช้ในการก่อสร้าง โดยผู้ว่าราชการจังหวัดมีอำนาจในการออกคำสั่งนี้

2. *ปัญหามลพิษทางน้ำ* ญี่ปุ่นประสบกับปัญหาน้ำเสียมากในช่วงตั้งแต่ปี 1970 เป็นต้นมา โดยแม่น้ำทามะ (Tama River) มีโฟม จำนวนมากลอยเหนือแม่น้ำ และแม่น้ำซูมิดะ (Sumida River) ถูกเรียกว่าเป็นแม่น้ำแห่งความตาย ทำให้ทางการญี่ปุ่นได้ออกกฎหมายเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว เช่น กฎหมายรักษาคุณภาพน้ำ ปี 1958 กฎหมายควบคุมโรงงาน ปี 1958 กฎหมายน้ำเสีย ปี 1958 และกฎหมายควบคุมมลภาวะทางอากาศ ปี 1970 เป็นต้น

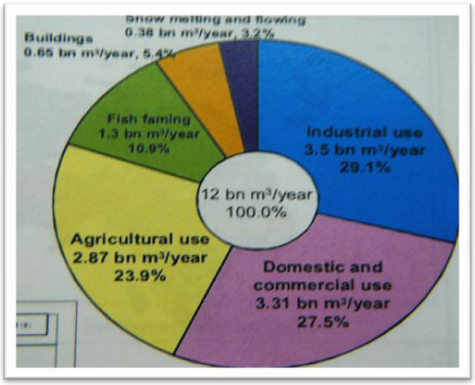
3. *ปัญหาภัยแล้ง* พบว่ามีหลายพื้นที่ในประเทศญี่ปุ่นประสบภัยแล้ง โดยล่าสุดในปี 1994 มีประชากรประมาณ 16 ล้านคนต้องประสบกับปัญหาภัยแล้งที่เกิดขึ้นทั่วประเทศญี่ปุ่น ทางการญี่ปุ่นจึงมีมาตรการในการแก้ไขปัญหา ได้แก่ 1) ในด้านอุปทาน ส่งเสริมให้มีการใช้น้ำในเขื่อนอย่างมีประสิทธิภาพ สนับสนุนการนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ และ 2) ในด้านอุปสงค์ รณรงค์ให้ประชาชนตระหนักถึงการใช้น้ำอย่างประหยัด

การใช้น้ำบาดาลในญี่ปุ่น (Groundwater Use in Japan)

ลักษณะที่ดินในประเทศญี่ปุ่น (National Land of Japan)

- 70% ของพื้นที่ของประเทศญี่ปุ่นล้วนเป็นภูเขา และเนินเขา
- เมื่อมีฝนตกลงมา น้ำฝนจึงไหลลงทะเลอย่างรวดเร็ว ทำให้มีปริมาณการกักเก็บค่อนข้างต่ำ
- 50% ของพื้นที่จะถูกใช้เป็นที่อยู่อาศัย
- 10% ของที่อยู่อาศัยมักเป็นพื้นที่ประสบปัญหาน้ำท่วม แต่ส่งผลกระทบต่อทรัพย์สินกว่า 75% เพราะเป็นพื้นที่ที่มีการอยู่อาศัย

ประเภทการใช้ทรัพยากรน้ำบาดาลของประเทศญี่ปุ่น (Groundwater Use in Japan)



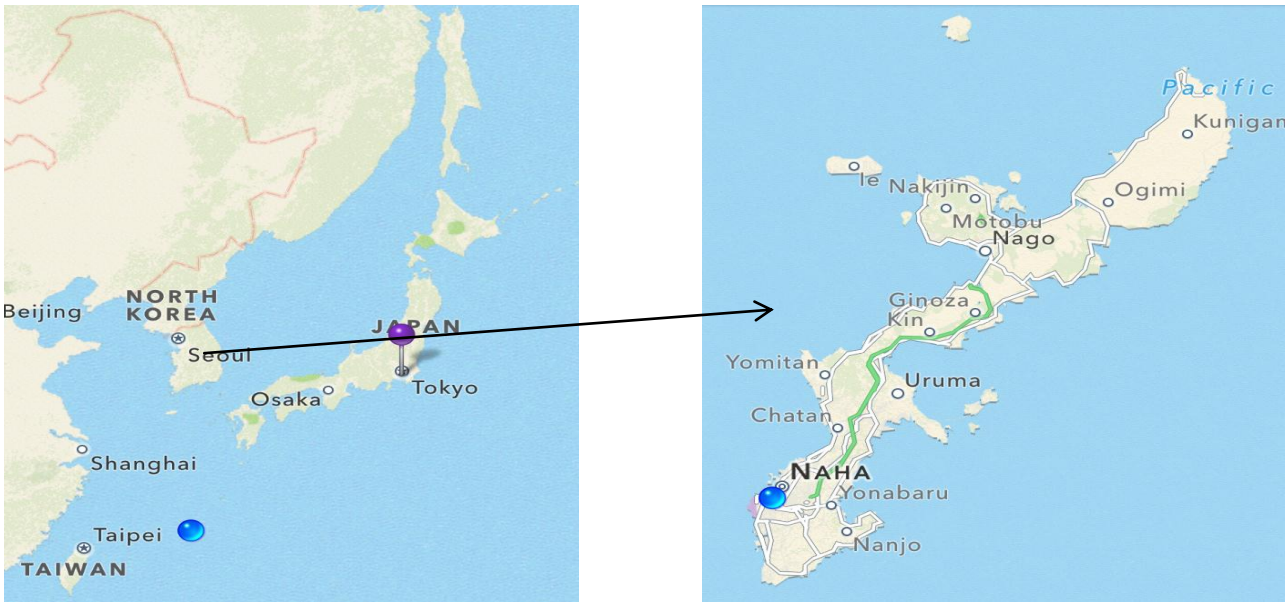
การออกกฎหมายและมาตรการต่างๆเพื่อควบคุมสถานการณ์แผ่นดินทรุด

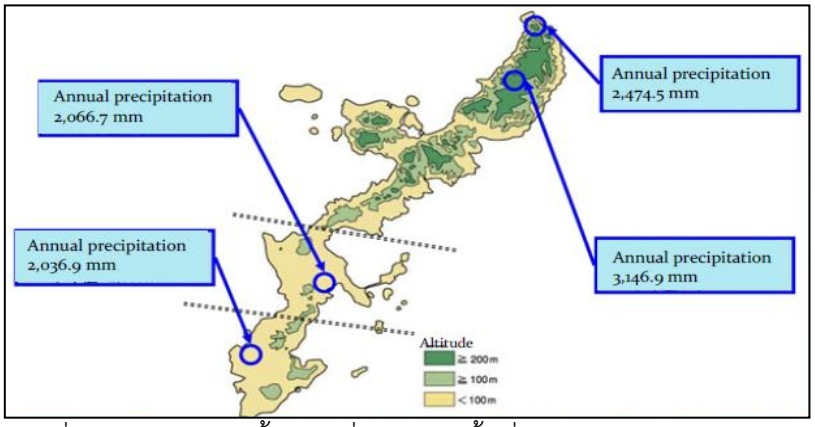
1. ห้ามเจาะใช้น้ำบาดาลที่ระดับตื้น เพื่อลดผลกระทบของการทรุดตัว เช่น
   1.1 การขออนุญาตใช้น้ำบาดาลสำหรับตึกสูง ต้องเจาะที่ความลึก มากกว่า 400 เมตร
   1.2 การขออนุญาตใช้น้ำบาดาลเพื่อการอุตสาหกรรม ต้องเจาะที่ความลึก มากกว่า 550 เมตร
2. การสร้างเขื่อนเพิ่มขึ้น เพื่อลดปริมาณการใช้น้ำบาดาล
3. การศึกษาสมดุลของแอ่งน้ำบาดาล และจัดทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของพื้นที่ไซตะมะ
4. การศึกษา ออกแบบ การใช้น้ำบาดาลร่วมกับน้ำผิวดิน โดยการสร้างโรงกรองน้ำ ตามแม่น้ำเพิ่มอีก 5 โรง ในพื้นที่ไซตะมะ
5. เฝ้าระวังติดตามระดับน้ำบาดาลตลอดปี (360 วัน) ของพื้นที่ไซตะมะ
6. การก่อสร้างเขื่อนใต้ดินเพื่อเพิ่มปริมาณน้ำใต้ดิน

รูปแบบระบบกักเก็บน้ำบาดาลและกระจายน้ำของประเทศญี่ปุ่น: กรณีศึกษาเกาะโอะกินาวา

สถานการณ์น้ำและการพัฒนาแหล่งน้ำโดยการสร้างเขื่อนใต้ดินในพื้นที่เกาะโอะกินาวา ประเทศญี่ปุ่น

เกาะโอกินาวา เป็นจังหวัดที่ตั้งอยู่ทางตอนใต้ของประเทศญี่ปุ่น มีพื้นที่ประมาณ 2,271.30 ตารางกิโลเมตร มีประชากรทั้งหมด 1,273,440 คน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี 2,000 มิลลิเมตร อุณหภูมิโดยเฉลี่ย 23 องศาเซลเซียล ปริมาณน้ำฝนมีมากในบริเวณทางตอนเหนือของเกาะ ซึ่งเป็นพื้นที่ป่าและภูเขา มีความสูงมากกว่า 200 เมตร ส่วนทางตอนกลางและใต้ของเกาะเป็นพื้นที่ราบมีความสูงเฉลี่ยน้อยกว่า 100 เมตร มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีน้อยกว่าทางตอนเหนือ เกาะโอะกินาวา เป็นพื้นที่มีแม่น้ำสั้นกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเกาะญี่ปุ่น เมื่อฝนตกลงมาจึงทำให้น้ำไหลลงสู่ทะเลอย่างรวดเร็ว จึงได้มีการพัฒนาแหล่งน้ำในพื้นที่โดยการสร้างเขื่อนผิวดินอยู่ทางตอนเหนือของเกาะ ทั้งหมด 9 แห่ง แต่ก็ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการการใช้น้ำของคนในพื้นที่ ประกอบกับลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาในพื้นที่ เป็นหินปูนที่มีความซึมได้สูง (Ryukyu Limestone) จึงได้มีการคิดว่าวิธีพัฒนาแหล่งน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้ คือ การสร้างเขื่อนใต้ดิน

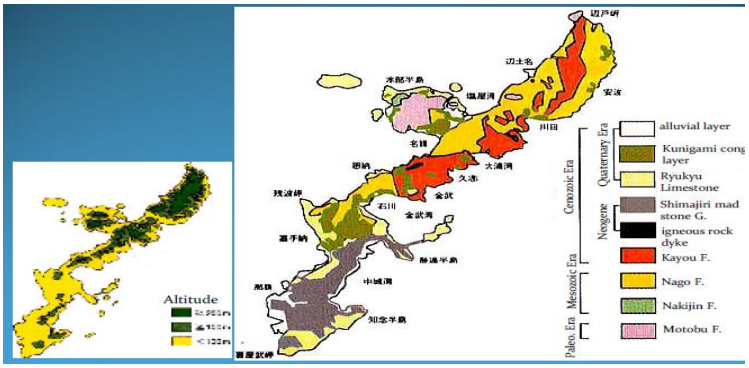




รูปที่ 1 แสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีในพื้นที่ เกาะโอะกินาวา

ลักษณะธรณีวิทยา

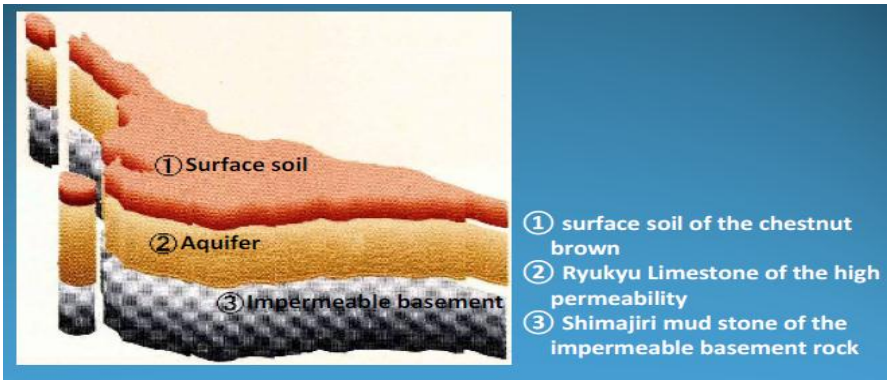
สภาพธรณีวิทยาในพื้นที่เกาะโอะกินาวา ประกอบด้วยหิน 3 มหายุค ได้แก่ มหายุคซีโนโซอิก (Cenozoic Era) มหายุคมีโซโซอิก (Mesozoic Era) และมหายุคพาลีโอโซอิก (Paleozoic Era)



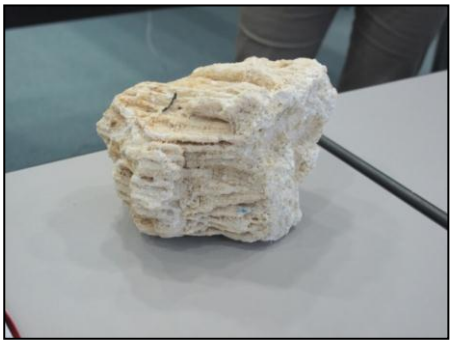
รูปที่ 2 แสดงลักษณะทางธรณีวิทยา

5.7 **ลักษณะทางอุกธรณีวิทยา**

สภาพอุทกธรณีวิทยาในพื้นที่เกะโอะกินาวา พบชั้นน้ำบาดาลในหินปูน ยุคควอเทอนารี ที่เรียกว่าหินปูนริวกิว (Ryukyu Limestone) มีคุณสมบัติ ความซึมผ่านและความพรุนสูง มีสีขาวเนื้อหินปูนประกอบด้วยปาการัง มีรูพรุนมาก มีศักยภาพในการกักเก็บน้ำบาดาลมาก ความหนาประมาณ 30-40 เมตร ข้างใต้หินปูนรองรับด้วยหินโคลนชิมาจิริ (Shimajiri Mudstone) ซึ่งเป็นชั้นหินทึบน้ำ (Impermeability basement rock) น้ำไม่สามารถซึมผ่าน ในเกาะโอะกินาวา น้ำฝนที่ตกลงมา 50% จะระเหยสู่บรรยากาศ ส่วนที่เหลือ 40 % ไหลซึมลงสู่ใต้ดินกักเก็บในช่องว่างของหินปูน อีก 10% เป็นน้ำผิวดิน เห็นได้ว่าในพื้นที่เหมาะกับการทำเขื่อนใต้ดินเป็นอย่างยิ่ง



รูปที่ 3 ภาคตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยา พื้นที่เกาะโอะกินาวา



รูปที่ 4 แสดงริวกิวหินปูน (Ryukyu Limestone)

แหล่งน้ำใช้ในพื้นที่เกาะโอะกินาวา

แหล่งน้ำในพื้นที่ประกอบด้วย น้ำจากเขื่อน 75.1% แม่น้ำ 16.8% น้ำบาดาล 7.2% และการนำน้ำทะเลกลั่นเป็นน้ำจืด 0.9% จากข้อมูลการใช้น้ำพบว่าปริมาณการใช้ในพื้นที่เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆตั้งแต่ปี ค.ศ. 1972 ถึง 2010 ทั้งด้านอุปโภคบริโภคและด้านอุตสาหกรรมทำให้ต้องมีการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ โดยการสร้างเขื่อน การนำน้ำทะเลกลั่นเป็นน้ำจืด ดังรูป การใช้น้ำในพื้นเฉลี่ยประมาณ 440,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน ให้กับ 30 เมืองในพื้นที่ และการใช้น้ำตลอดปีประมาณ 172,760,000 ลูกบาศก์เมตร/ปี

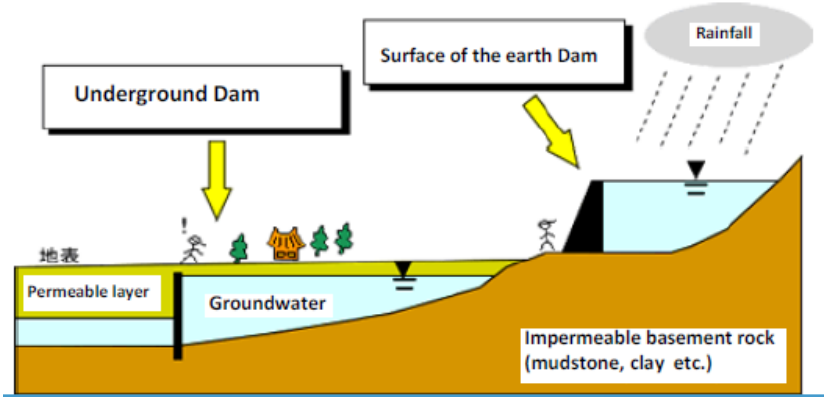
เขื่อนใต้ดิน (Subsurface Dam)

เขื่อนใต้ดินมีลักษณะเช่นเดียวกับเขื่อนบนดินเพียงแต่อยู่ใต้ดิน โดยการสร้างกำแพง (cut off wall) อยู่ใต้ดิน อยู่ใกล้กับทะเล เพื่อชะลอการไหลของน้ำใต้ดินไม่ให้ลงสู่ทะเลเป็นการเพิ่มระดับน้ำใต้ดิน และยังเป็นการป้องกันการลุกล้ำของน้ำเค็มอีกด้วย (รูปที่ 7) การสร้างเขื่อนใต้ดินบริเวณเกาะโอกินาวาที่ดำเนินการเสร็จแล้วมีจำนวน 8 แห่ง

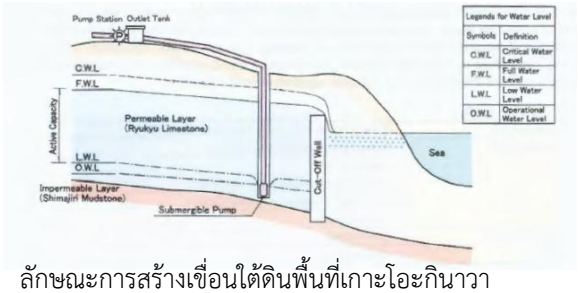
5 เขื่อนใต้ดินของเกาะโอะกินาวา

การสร้างเขื่อนใต้ดินในเกาะโอะกินาวามีวัตถุประสงค์ ในการป้องกันการรุกล้ำของน้ำเค็มและการชะลอการไหลของน้ำบาดาลเพื่อเพิ่มระดับน้ำบาดาล ชั้นน้ำบาดาลในพื้นที่จะเป็นชั้นน้ำบาดาลในหินปูน

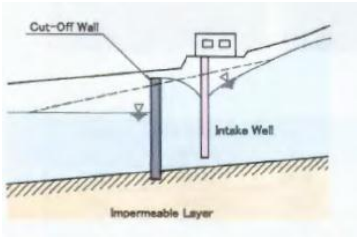
Ryukyu Limestone) ที่มีความพรุนและความซึมได้สูงเหมาะแก่การกักเก็บของน้ำบาดาลแรองรับด้วยหินโคลน (Shimajiri Mudstone) ที่เป็นชั้นหินทึบน้ำ (Impermeable Layer) รูปที่ 5 การสูบใช้น้ำบาดาลพื้นที่ส่วนใหญ่จะเป็นการใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรม มีการจัดระบบในการแจกจ่ายน้ำบาดาลให้กับชาวบ้าน มีการจัดตั้งกลุ่มของเกษตรกรในการใช้น้ำ พืชที่ทำการเพาะปลูก ได้แก่ อ้อย สับปะรด ผลไม้ต่างๆ ดอกไม้ ผักสวนครัว เช่น มะระ และมีบ่อสังเกตการณ์น้ำบาดาลในการติดตามระดับน้ำบาดาลในพื้นที่



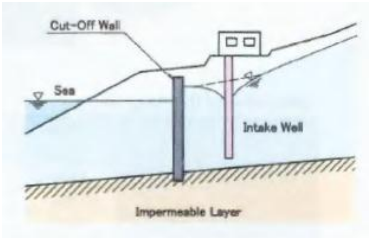
รูปที่ 5 แสดงลักษณะเขื่อนใต้ดิน



ลักษณะการสร้างเขื่อนใต้ดินพื้นที่เกาะโอะกินาวา



การสร้างเขื่อนใต้ดินเพื่อป้องกันการรุกล้ำของน้ำทะเล



การสร้างเขื่อนใต้ดินเพื่อเพิ่มระดับน้ำบาดาล

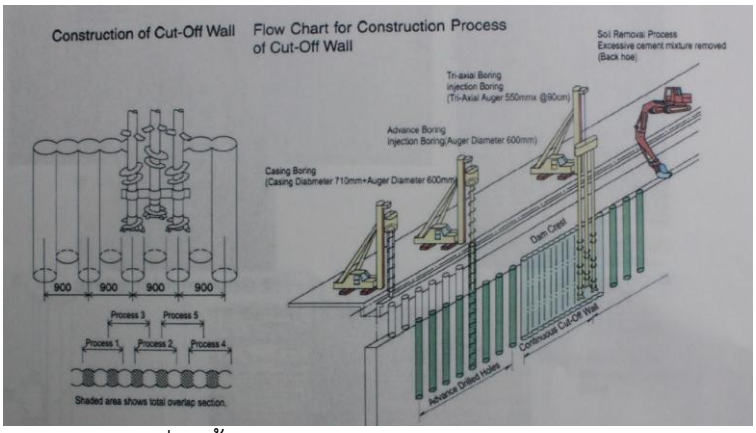
รูปที่ 6 ลักษณะการสร้างเขื่อนใต้ดิน พื้นที่เกาะโอะกินาวา

การก่อสร้างเขื่อนใต้ดิน (Subsurface Dam Construction)

การสร้างเขื่อนใต้ดิน เป็นการอนุรักษ์น้ำใต้ดินไว้ในชั้นดิน/ชั้นหินอุ้มน้ำตามธรรมชาติ หรือกักเก็บไว้ในชั้นดินทรายที่สะสมตัวตื้นเขินในเหมืองฝาย เพิ่มปริมาณน้ำใต้ดิน ควบคุมการไหลของน้ำบาดาล และเพื่อป้องกันการแทรกตัวของน้ำทะเล เขื่อนใต้ดินมีข้อดีหลายประการ เช่น ช่วยลดการสูญเสียน้ำเนื่องจากการระเหย ปลอดภัยจากการปนเปื้อนจากผิวดิน อนุรักษ์สภาพแวดล้อมและภูมิประเทศ ไม่เสี่ยงต่อการตื้นเขินและป้องกันการแทรกตัวของน้ำทะเล อย่างไรก็ดี การสร้างเขื่อนใต้ดินมีข้อจำกัด กล่าวคือ ต้องเสียเวลาในการสำรวจเพื่อออกแบบ และในบางพื้นที่อาจไม่มีชั้นดินชั้นหินอุ้มน้ำ

6.ขั้นตอนกระบวนการสร้าง Cut-Off Wall

1. Casing Boring
2. Advance Boring
3. Excavation Process
4. Tri-axial Process
5. Completion



รูปที่ 1 ขั้นตอนกระบวนการสร้าง Cut-Off Wall

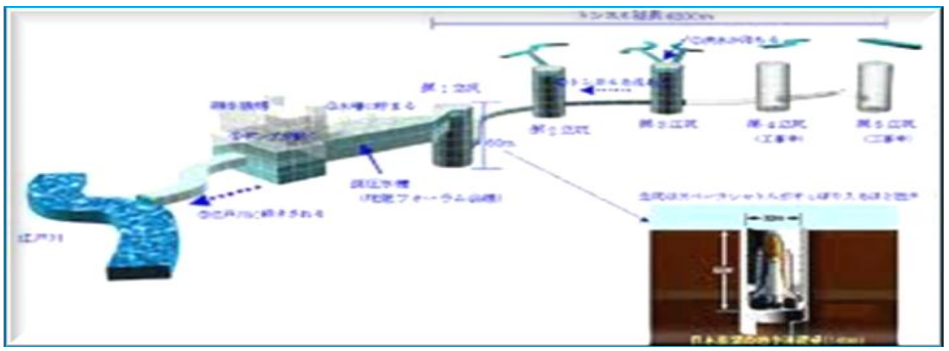
รูปที่ 2 หัวเจาะสามแฉก (Tri-Axial drill bit) ที่ใช้ในการสร้างเขื่อนใต้ดิน

การระบายน้ำโดยอุโมงค์ระบายน้ำใต้ดิน (Metropolitan Underground Discharge Channel)

การขยายตัวของเมืองและเศรษฐกิจในบริเวณพื้นที่แม่น้ำโทเนะ และแม่น้ำอะรากาวะ ซึ่งไหลผ่านตอนกลางพื้นที่จังหวัดไซตามะ ส่งผลทำให้น้ำท่วมบ่อย ซึ่งการเกิดปัญหาน้ำท่วมส่งผลกระทบถึงกรุงโตเกียวที่อยู่บริเวณใกล้กับจังหวัดไซตามะ เพื่อป้องกันการเกิดน้ำท่วม ทางกระทรวงที่ดิน สาธารณูปโภค คมนาคม และการท่องเที่ยว (MLIT) ได้จัดทำแผนบริหารจัดการแม่น้ำอย่างเป็นระบบและครอบคลุม โดยแผนความร่วมมือระหว่างรัฐบาลและท้องถิ่น ตลอดจนประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นด้วย เพื่อแก้ไขปัญหาการระบายน้ำออกของแม่น้ำทั้งสองสาย โดยรัฐบาลญี่ปุ่นจึงตัดสินใจสร้างอุโมงค์ระบายน้ำใต้ดินในบริเวณนี้ โดยภายในอุโมงค์มีการใช้ปั๊มช่วยในการระบายน้ำ อยู่ลึก 50 เมตร จากพื้นดินข้างบน โดยที่ข้างบนคือ ถนนหมายเลข 16 ซึ่งเจ้าของคือรัฐบาล เหตุที่สร้างใต้ดินเนื่องจากไม่สามารถซื้อที่ดินหรือเวนคืนที่ดินจากประชาชนได้ อุโมงค์นี้ ช่วยในการชะลอน้ำที่ไหลมาจากภูเขา

ขั้นตอนของการระบายน้ำลงอุโมงค์

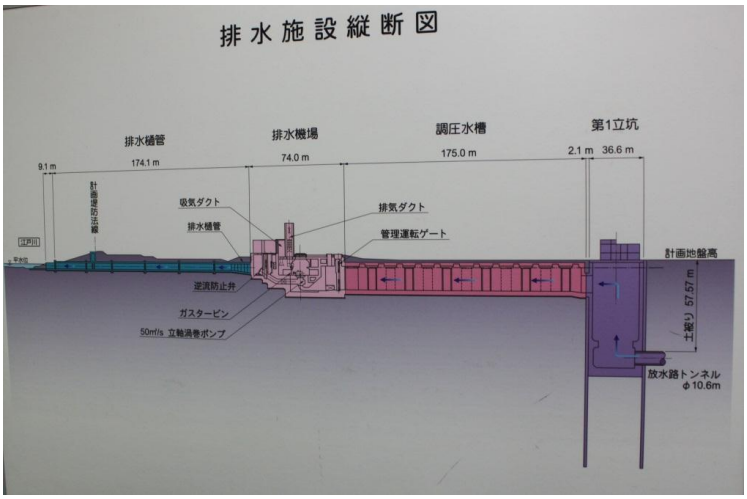
1. สถานที่รับน้ำ (Inflow facility) จากแม่น้ำ/ทางน้ำไหลเพื่อรับน้ำลงสู่ Shaft
2. Shaft จำนวน 5 ตัว ตามรูปที่ 1 มีรายละเอียด ดังนี้



รูปที่ 1 Shaft ที่รองรับน้ำจำนวน 5 ตัว

อุโมงค์แห่งนี้สร้างขึ้นในปี 1992 แล้วเสร็จปี 2006 ด้วยค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง 3 พันล้านเหรียญดอลลาร์ ตั้งลึกลงจากใต้ดินไป 50 เมตร ตัวอุโมงค์มีระยะทาง 6.4 กิโลเมตร ความสูง 65 เมตร ความกว้าง 32 เมตร พร้อมเสาขนาดมหึมาสำหรับรองรับน้ำหนักของอุโมงค์ทั้งหมด 59 ต้น เมื่อเชื่อมต่อ Shaft ทั้ง 5 ตัว เรียบร้อยแล้วด้วยอุโมงค์ ซึ่ง Shaft ตัวที่ 1 จะมี Surge tank (รูปที่ 6 ความจุรวมทั้งหมดประมาณ 670,000 ลูกบาศก์เมตร เฉพาะ Surge tank จะมีความจุ 130,000 ลูกบาศก์เมตร) เก็บน้ำเพื่อรองรับน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ผ่านแม่น้ำหรือช่องทางระบายน้ำ (จะถูกควบคุมโดย Showa discharge station) โดยลักษณะน้ำฝนที่ผ่านฝายน้ำล้น (Over flow) เท่านั้น ไม่ใช่เพื่อรองรับน้ำฝนโดยตรง เมื่อน้ำฝนถูกลำเลียงมาเก็บใน Shaft แต่ละตัวแล้วจะถูกส่งผ่านมาจนกระทั่งถึง Shaft ตัวที่ 1 เมื่อระดับน้ำ (ปริมาณน้ำมากกว่า 670,000 ลูกบาศก์เมตร) ถึงระดับที่เครื่องทำงานกระบวนการสูบน้ำ (Pumping equipment จำนวน 4 ตัว ประสิทธิภาพการระบายน้ำของปั๊ม 200 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที/ 4 ตัว หรือ 50 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ให้ลองเปรียบเทียบสระว่ายน้ำขนาด 25 เมตร จำนวน 6 ลู่ สามารถ Discharge ได้ภายใน 1 วินาที) ออกก็จะทำงานโดยเครื่องต้นกำลังคือ Gas turbine เป็นตัวผลักดันน้ำ (Drainage Sluiceway) (จะระบายออกเมื่อน้ำในแม่น้ำอยู่ต่ำกว่าที่กักเก็บหรือเมื่อน้ำยังท่วมอยู่ก็จะไม่

สามารถระบายออกได้) ออกสู่ (รูปที่ 7 Discharge sluiceway ซึ่งมีความยาว 174.1 เมตร และความกว้าง 37.4 เมตร) ออกไปสู่แม่น้ำ Edo River และออกไปสู่ Tokyo bay ต่อไป

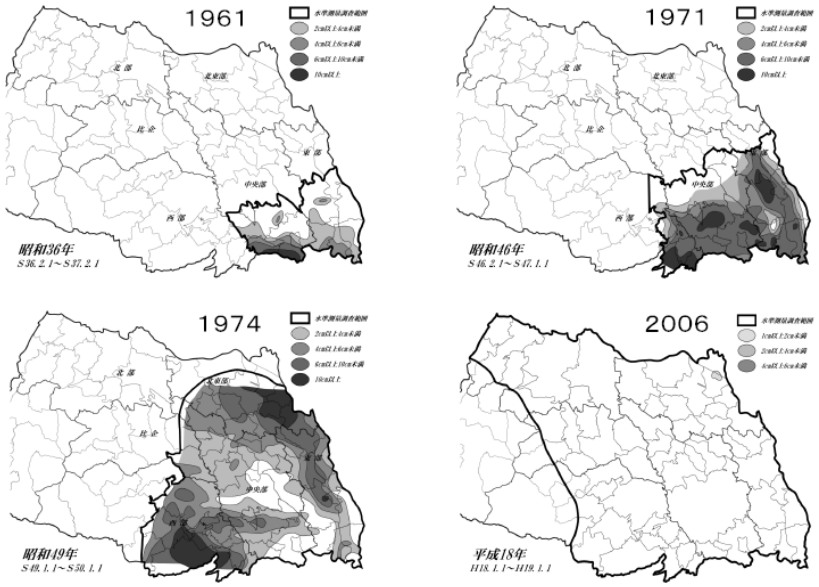


รูปที่ 2 ภาพแสดงกระบวนการระบายน้ำในอุโมงค์ใต้ดิน

การศึกษาดูงานการแก้ไขปัญหาแผ่นดินทรุด ณ Saitama water environment division

จังหวัดไซตะมะ(Saitama) ตั้งอยู่บนตะกอนหินร่วน ซึ่งประกอบไปด้วยกรวด ทราย ทรายแป้ง ดินเหนียว สะสมอยู่ในแอ่ง Kanto plain basin ตะกอนเหล่านี้เกิดจากการสะสมตัว การพัดพาของเถ้าภูเขาไฟและตะกอนที่ทับถมกันในสภาพแวดล้อมที่เป็นทั้งแม่น้ำ สันดอนปากแม่น้ำ โดยตะกอนกรวด ทราย ทรายแป้งและดินเหนียว ได้แยกกันอยู่เป็นชั้นๆ สลับกัน ซึ่งเป็นชั้นน้ำบาดาลแบบมีแรงดัน ปัญหาการทรุดตัวของแผ่นดินบริเวณตอนใต้จังหวัดไซตะมะ Saitama เกิดจากมีการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมมากขึ้นประกอบกับจำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีการใช้น้ำบาดาลเพิ่มมากขึ้นด้วย ในการนี้ ความหมายของการทรุดตัวของแผ่นดินที่จังหวัดไซตะมะนั้น การทรุดตัวต้องมีการทรุดตัวอย่างน้อย 2 ซม./ปี

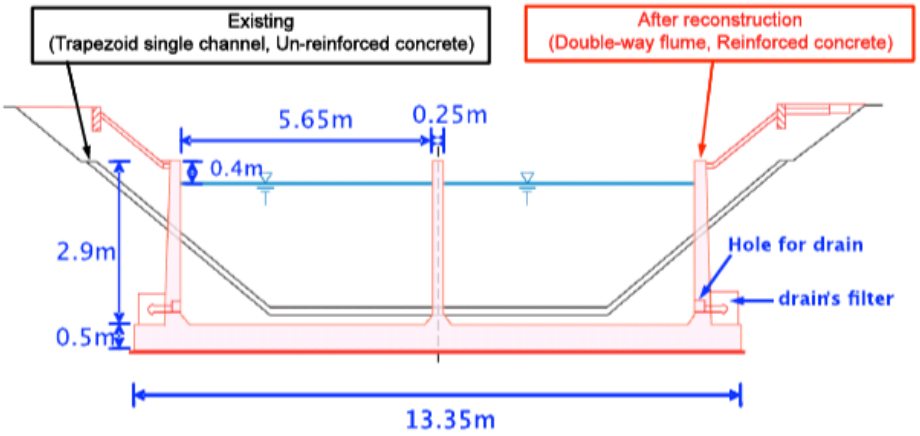
การติดตามเฝ้าระวังและตรวจสอบระดับน้ำบาดาลและการทรุดตัวของแผ่นดิน เพื่อควบคุมการใช้น้ำบาดาลนั้น การติดตามระดับน้ำจะมีบ่อสังเกตการณ์ ทั้งหมด 39 บ่อ เป็นบ่อโทรมาตร 3 บ่อ และการติดตามการทรุดตัวของแผ่นดินนั้นจะมีการสำรวจรังวัดระดับการทรุดตัวของพื้นดินในบริเวณพื้นที่ที่มีการใช้น้ำบาดาล และมีการติดตั้งสถานีวัดแผ่นดินทรุด 10 สถานี (รูปที่ 1) มีการควบคุมการใช้น้ำบาดาลโดยเริ่มให้มีการขออนุญาตการเจาะบ่อน้ำบาดาล กำหนดค่าปริมาณการสูบน้ำบาดาล และให้มีการใช้น้ำผิวดินทดแทนโดยมีการสร้างโรงกรองน้ำด้วยกัน 5 แห่ง



รูปที่ 1 แผนที่อัตราการทรุดตัวจังหวัดไซตะมะ(Saitama)ในปีต่างๆ

โครงการฟื้นฟูคลองมูซาชิ (Musachi Canal Rehabilitation Project)

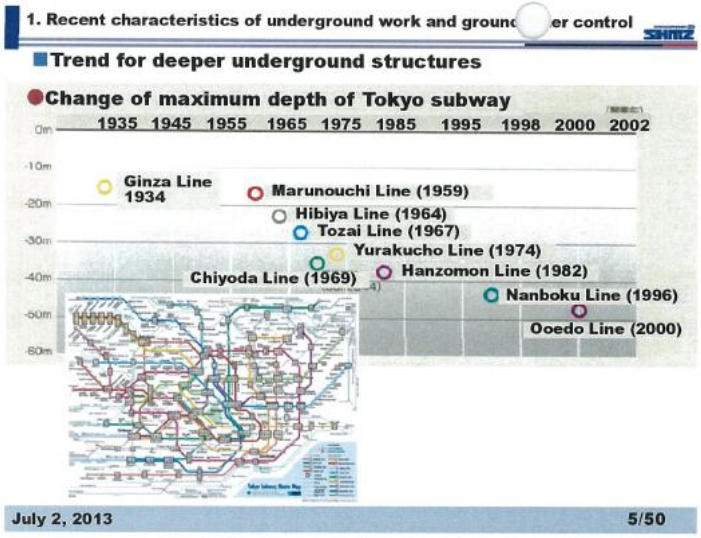
ประเทศญี่ปุ่นนับว่าเป็นประเทศที่เกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวบ่อยครั้ง โดยประเทศญี่ปุ่นมีลักษณะเป็นหมู่เกาะ จากเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่ส่งผลกระทบกับกำแพงคอนกรีตกันน้ำของคลองส่งน้ำมูซาชิ มีรอยแตกร้าว กำแพงคอนกรีตกั้นน้ำทรุดตัว สร้างปัญหาให้กับผู้ใช้น้ำและกำแพงคอนกรีตคลองส่งน้ำ ความรุนแรงของแผ่นดินไหวและร่องรอยความเสียหายที่เกิดกับคันคลองส่งน้ำ ทั้งนี้ เพื่อเป็นการป้องกันปัญหาแผ่นดินไหวที่ส่งผลกระทบต่อตัวคลองส่งน้ำได้ออกแบบและก่อสร้างตลองส่งน้ำรูปแบบใหม่ถูกออกแบบให้สามารถทนต่อแรงสั่นสะเทือนอันเนื่องมาจากแผ่นดินไหว



ภาพที่ 1 แสดงแบบคลองส่งน้ำแบบเดิมและคลองส่งน้ำแบบใหม่ที่ออกแบบให้ทนต่อแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว

ผลกระทบน้ำบาดาลต่อการก่อสร้างใต้ดิน และการก่อสร้างใต้ดินมีผลกระทบกับน้ำบาดาลและสิ่งแวดล้อม
คุณลักษณะของชั้นดินชั้นหินโครงสร้างใต้ดินในโตเกียว (Shimizu Corporation)

กรุงโตเกียวตั้งอยู่บนตะกอนหินร่วน ซึ่งประกอบไปด้วยกรวด ทราย ทรายแป้ง ดินเหนียว สะสมอยู่ในแอ่ง Kanto plain basin ซึ่งมีความหนามากกว่า 600 เมตรในส่วนที่ลึกสุด ส่วนชั้นโครงสร้างที่ก่อสร้างใต้ดินของรถไฟฟ้าใต้ดิน จะวางอยู่ในชั้นตะกอนที่ลึกประมาณ 10 - 50 เมตร (ดังรูปที่ 1) ซึ่งอยู่ในชั้นน้ำบาดาล 2 ชั้นบนสุด ตะกอนเหล่านี้เกิดจากการสะสมตัว การพัดพาของเถ้าภูเขาไฟ และตะกอนที่ทับถมกันในสภาพแวดล้อมที่เป็นทั้งแม่น้ำ สันดอนปากแม่น้ำ และทะเล โดยตะกอนกรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว ได้แยกกันอยู่เป็นชั้นๆ สลับกัน :ซึ่งเป็นชั้นน้ำบาดาลแบบมีแรงดัน

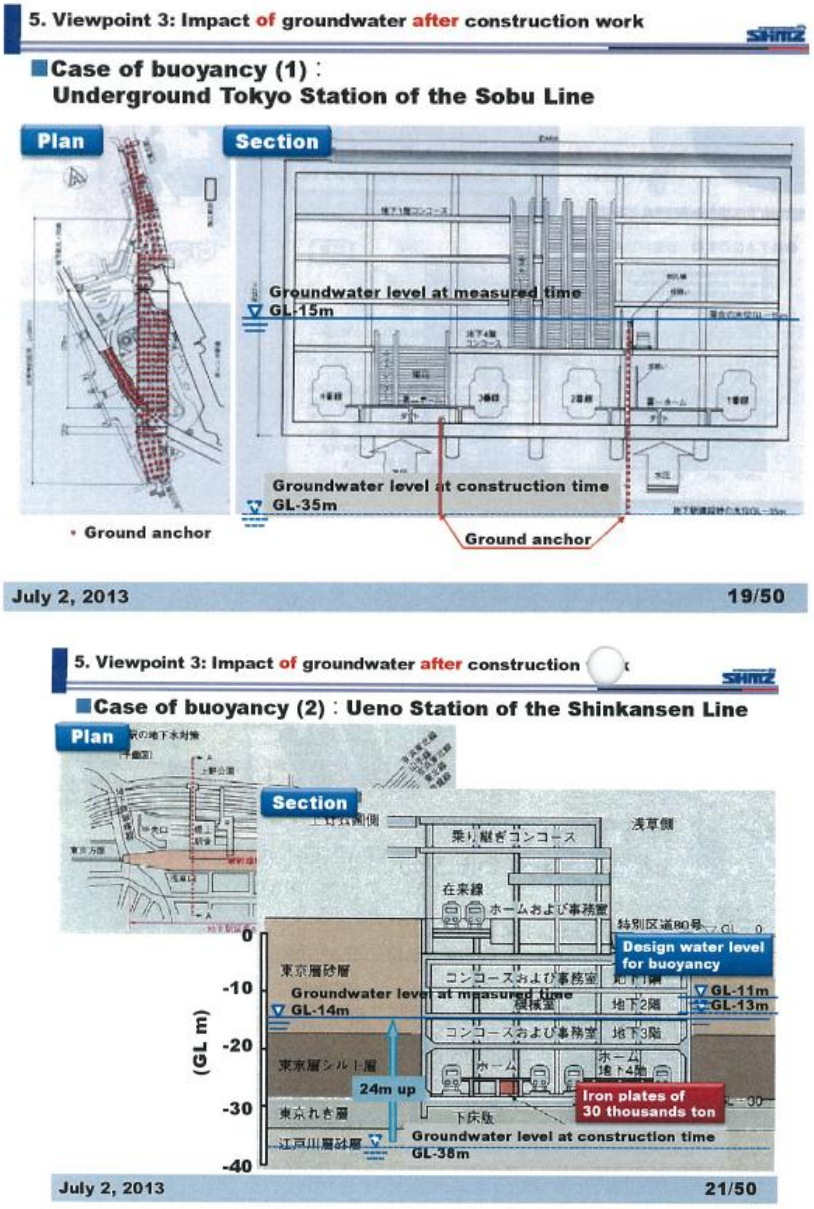


รูปที่ 1 ความลึกของรถไฟฟ้าใต้ดินในสายต่างๆ ที่วางตัวอยู่ใต้ดิน

7. การเปลี่ยนแปลงแรงดันน้ำใต้ดิน

ผลของการเปลี่ยนแปลงแรงดันน้ำในชั้นน้ำบาดาลที่มีผลกระทบต่อดินและโครงสร้างใต้ดิน

เมื่อแรงดันน้ำในชั้นน้ำบาดาลหนึ่งๆ เกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น มีแรงดันน้ำลดลง ถ้าหากชั้นดินที่อยู่เหนือชั้นน้ำนั้นมีแรงดันน้ำสูงกว่า น้ำย่อม Drain จากชั้นดินนั้นลงไปสู่ชั้นน้ำดังกล่าวดังรูปที่ 2 มีผลทำให้แรงดันน้ำในชั้นดินที่อยู่เหนือกว่านั้นลดลง ในกรณีตรงกันข้าม ถ้าหากแรงดันน้ำในชั้นน้ำบาดาลเกิดการฟื้นคืนตัวเพิ่มสูงขึ้นแรงดันน้ำในชั้นดินที่อยู่เหนือกว่าย่อมฟื้นคืนเพิ่มสูงขึ้นด้วย เนื่องจากระดับน้ำบาดาลลดน้อยลง ทำให้เกิดปัญหาแผ่นดินทรุดตามมาในกรุงโตเกียว ขณะนั้นการก่อสร้างรถไฟฟ้าใต้ดิน ระดับน้ำบาดาลอยู่ในระดับแรงดันน้ำต่ำกว่าโครงสร้างใต้ดิน ในปี ค.ศ.1972 และเนื่องจากมีมาตรการต่างๆมาแก้ไขปัญหาการทรุดตัวของแผ่นดิน ทำให้ระดับแรงดันน้ำบาดาลยกตัวสูงขึ้น ซึ่งตอนนั้นโครงสร้างรถไฟฟ้าใต้ดินไม่ได้ออกแบบโครงสร้างใต้ดิน ในเงื่อนไขการฟื้นคืน Piezometric Pressure ในชั้นดินกลับสู่สภาวะ Hydrostatic อย่างเต็มที่ ทำให้เกิดปัญหาระบบราง และตัวสถานียกตัวสูงขึ้น และมีน้ำรั่วซึมเข้ามาในโครงสร้างใต้ดิน



รูปที่ 2 ผลกระทบเนื่องจากแรงดันน้ำยกตัวสูงขึ้นทำให้เกิดการลอยตัวของสถานีรถไฟฟ้า

การแก้ปัญหาเนื่องมาจากการยกตัวสูงขึ้นของรถไฟฟ้าใต้ดิน

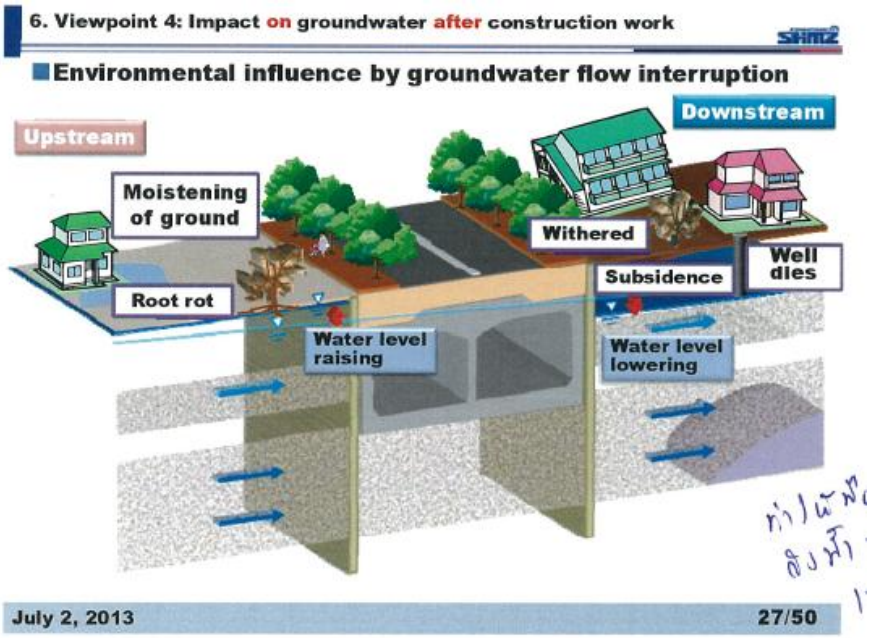
การแก้ปัญหารถไฟฟ้าลอยตัวขึ้นอันเนื่องมาจากแรงดันน้ำคืนตัวหรือยกตัวสูงขึ้น มีด้วยกันอยู่สองวิธี

1. **การใช้วิธีเพิ่มน้ำหนักกดทับ** เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการกดทับให้เกิดสมดุล เพราะเมื่อแรงดันน้ำใต้ดินลดต่ำลงเนื่องจากการสูบน้ำบาดาล แรงกดประสิทธิผลในชั้นดินย่อมจะเพิ่มสูงขึ้น และเมื่อแรงดันน้ำคืนตัวหรือสูงขึ้น แรงกดทับประสิทธิผลในชั้นดินก็จะลดต่ำลง ทำให้ต้องมีการเพิ่มน้ำหนักกดทับเพื่อให้เกิดสมดุล
2. **การใช้วิธีใช้สมอยึดกับตัวชั้นดินชั้นหิน** เป็นการเพิ่มแรงยึดเพื่อที่จะไม่ให้เกิดการลอยตัว

8. รถไฟฟ้าใต้ดินส่งผลกระทบกับน้ำบาดาลและสิ่งแวดล้อม

การไหลและการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำบาดาลของระบบ เมื่อมีการก่อสร้างรถไฟฟ้าใต้ดินขึ้น ทำให้ระดับน้ำที่เป็นต้นน้ำสูงขึ้น และท้ายน้ำระดับน้ำลดต่ำลง ส่งผลให้เกิดปัญหาต่างๆในสิ่งแวดล้อมดังนี้ ระดับน้ำต้นน้ำเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ระดับน้ำชั้นบนสูงขึ้นมีความชื้นมากเกินไป ทำให้ต้นไม้บางต้นเกิดการเน่าของรากเกิดการซึมของน้ำขึ้นมาที่พื้นดินทำให้พื้นมีน้ำขัง

1. ระดับน้ำปลายน้ำลดต่ำลง ส่งผลปัญหาการทรุดตัวของแผ่นดิน เกิดการเอียงตัวของอาคาร ต้นไม้ตายแห้งเหี่ยว เพราะความชื้นของน้ำลดลงรากไม่สามารถนำน้ำมาใช้ได้ และบ่อน้ำบาดาลในระดับตื้นแห้งขอด



รูปที่ 3 ผลกระทบเนื่องจากการก่อสร้างโครงสร้างใต้ดิน

การแก้ปัญหา

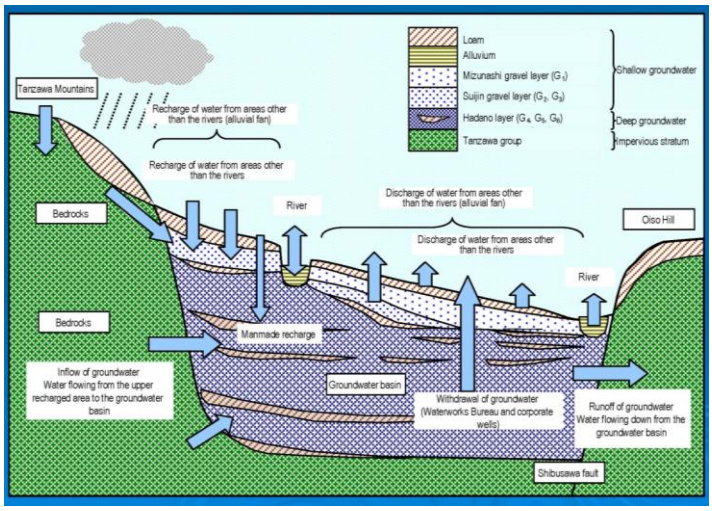
การแก้ปัญหาการที่ระดับน้ำเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการสร้างรถไฟฟ้าใต้ดินจะมีด้วยกันอยู่ 2 วิธี ได้แก่

1. In Wall well Method จะเป็นการทำท่อให้น้ำไหลผ่านที่เป็นส่วนใต้ของอุโมงค์ของรถไฟฟ้าใต้ดินไหลผ่านท่อจากฝั่งต้นน้ำไปยังอีกฝั่งของท้ายน้ำเพื่อรักษาสมดุลของการไหลและระดับแรงดันน้ำทั้งฝั่งต้นน้ำและท้ายน้ำ

2. Abrasive Wall Cutting Method จะเป็นการเจาะฐานรากที่เป็นเป็นการทำให้มีการไหลของน้ำผ่านจากต้นน้ำไปยังท้ายน้ำโดยจะอยู่ข้างใต้อุโมงค์จะมีขั้นตอนในการตัดและเจาะผนังที่เป็นฐานรากของโครงสร้างใต้ดิน ในส่วนที่อยู่ใต้อุโมงค์เพื่อให้น้ำชั้นน้ำชั้นนั้นไหลผ่านได้ภายใต้แรงดันน้ำ จะใช้วัสดุเป็นตัวกรองติดกับฐานรากเสาเข็ม การไหลของน้ำก็จะไหลผ่านเหมือนไม่มีสิ่งก่อสร้าง จากต้นน้ำไปท้ายน้ำโดยที่ระดับแรงดันน้ำจะไม่เปลี่ยนแปลงไป

การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของเมืองฮาดาโนะ (Water Resource Management in Hadano)

ลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาของเมืองฮาดาโนะ



เมืองฮาดาโนะ ลักษณะโครงสร้างทางธรณีคล้ายแอ่งขนาดใหญ่ ความหนาของชั้นตะกอนจนถึงชั้นหินแข็ง ประมาณ 150 – 200 เมตร เป็นพื้นที่ที่มีน้ำพุมาก และเป็นแหล่งน้ำบาดาลคุณภาพดีของญี่ปุ่นเป็นเมืองที่อยู่ไม่ไกลจากโตเกียว จึงเป็นพื้นที่เป้าหมายของโรงงานอุตสาหกรรม จากที่มีสูบใช้น้ำบาดาลเป็นจำนวนมากทำให้ในปี 1955 – 1960 ได้เกิดภาวะแผ่นดินทรุดในเมืองฮาดาโนะขึ้น ทั้งนี้ ภาครัฐได้ดำเนินการแก้ไขปัญหาประกอบด้วย

1. การจัดทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อศึกษาสมดุลของน้ำบาดาล
2. การเติมน้ำลงใต้ดิน (Groundwater Recharge) เช่น การเติมน้ำในพื้นที่นา (Paddy field recharge project, 1975) การเติมน้ำโดยการอัดน้ำลงสู่ชั้นใต้ดิน (Groundwater injection project, 1976) การสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกทำให้น้ำฝนแทรกซึมลงใต้ดิน และการขุดบ่อเพื่อเติมน้ำภายในบ้าน (Subsidization project for the provision of domestic rainwater pits, 2002)

การบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการ (Outline of Integrated Water Resources Management: IWRM)

Global Water Partnership ได้ให้คำนิยามของการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการ (IWRM) หมายถึง “กระบวนการที่สนับสนุนการพัฒนาและการบริหารจัดการน้ำ ที่ดิน และทรัพยากรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง อย่างมีส่วนร่วม เพื่อก่อให้เกิดผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจและส่งเสริมสวัสดิการทางสังคมอย่างเป็นธรรม โดยไม่ทำลายความยั่งยืนของระบบนิเวศน์วิทยาที่สำคัญ” เพื่อให้การบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการมีประสิทธิภาพและบรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้ UNESCO-International Hydrological Programme (IHP), World Water Assessment Programme (WWAP) และ Network of Asian River Basin Organizations (NARBO) ได้ร่วมกันจัดทำคู่มือการบริหารจัดการน้ำในระดับลุ่มน้ำ (IWRM Guidelines at River Basin Level) ขึ้นใน

เดือนพฤศจิกายน 2550 โดยมีพื้นฐานจากการยอมรับร่วมกันว่า จำเป็นต้องมีกลไกในการนำแนวคิดการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการมาประยุกต์ใช้ในภาคปฏิบัติ ทั้งนี้ คู่มือการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการในระดับลุ่มน้ำ ประกอบไปด้วย 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 หลักการทั่วไปในบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการในระดับลุ่มน้ำ

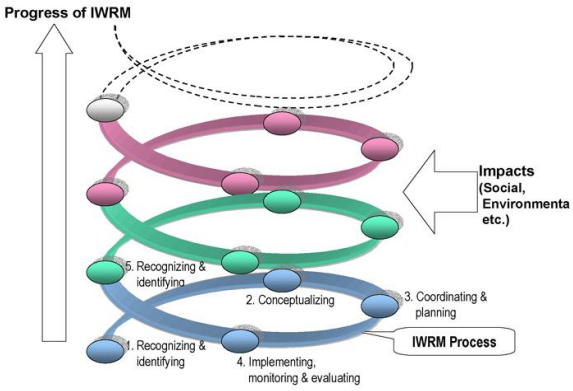
ในส่วนนี้ เน้นกลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้กำหนดนโยบาย (policy-makers) โดยกล่าวถึงหลักการพื้นฐานของแนวคิดการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการ รวมทั้งข้อดีและความจำเป็น ว่าเหตุใดควรมีการนำแนวคิดนี้ไปประยุกต์ใช้ในระดับนโยบาย ซึ่งมีการนำเสนอ Spiral Model of IWRM ที่แสดงให้เห็นถึงพลวัตรและความสลับซับซ้อนในกระบวนการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนที่สำคัญ ได้แก่

1. การยอมรับและการระบุถึงปัญหาที่มีอยู่ (Recognizing and Identifying)
2. การสร้างกรอบความคิด (Conceptualizing)
3. การสร้างความร่วมมือและวางแผน (Coordinating and Planning)
4. การนำแผนไปปฏิบัติ พร้อมทั้งตรวจสอบและประเมินผล (Implementing, Monitoring & Evaluating)
5. การยอมรับและการระบุถึงปัญหาที่ยังคงมีอยู่จากการดำเนินงาน (Recognizing and Identifying)

ทั้งนี้ แบบจำลองดังกล่าวมีข้อดี คือ สามารถทำความเข้าใจการเปลี่ยนแปลงของระบบ รวมทั้งเป็นกรอบในการดำเนินงานการบริหารจัดการแบบบูรณาการในทีละขั้นตอน มีความยืดหยุ่น และพร้อมรับกับปัญหาใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นตลอดจนสามารถช่วยในการจัดเรียงความสำคัญ (Problem/ policy Prioritization) ของปัญหาและนโยบายได้

ส่วนที่ 2 แนวทางปฏิบัติที่ดีจากการดำเนินการในแนวคิดการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการ ประกอบไปด้วย

1. คู่มือเพื่อสร้างความร่วมมือในการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการ (The Guidelines for IWRM Coordination)
2. คู่มือสำหรับการบริหารจัดการน้ำท่วม (The Guidelines for Flood Management)
3. การบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการสำหรับผู้ปฏิบัติงานด้านชลประทาน (Invitation to IWRM for Irrigation Practitioners)



กรอบแนวคิด Spiral Model of IWRM

การร่วมมือกันของภาคประชาชนในการอนุรักษ์น้ำบาดาล กรณีศึกษา แม่น้ำกากิตะ (Kakita)
(Groundwater Protection Activity : Kakita River, East Fuji Mountain)

การร่วมมือกันของภาคประชาชน เกิดขึ้นโดยกลุ่มคนที่ต้องการปกป้องรักษาสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ชุมชนของตนเอง เริ่มต้นด้วยกิจกรรมการปลูกป่าในพื้นที่ฝั่งตะวันออกของภูเขาไฟฟูจิ ซึ่งการปลูกป่าดังกล่าวเป็นการอนุรักษ์แม่น้ำกากิตะ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความสมดุลและทำให้ระดับน้ำบาดาลเพิ่มขึ้น เพื่ออนุรักษ์น้ำบาดาลพุ บริเวณรอบๆ ภูเขาไฟฟูจิ โดยกิจกรรมดังกล่าว มีนายโนบูกิ อุรุชิบาตะ (Mr. Nobuaki Urushibata) เป็นประธานกรรมการของภาคประชาชนดังกล่าว โดยกลุ่มได้เริ่มเรียกร้องให้ทางหน่วยงานภาครัฐท้องถิ่นเข้ามาดำเนินการรักษาสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ดังกล่าว ตั้งแต่ปี 2513 ซึ่งในขณะนั้น พื้นที่นี้เป็นพื้นที่เป้าหมายในการพัฒนาภาคอุตสาหกรรมจากจุดเริ่มของภาคประชาชนดังกล่าว ก่อให้เกิดการร่วมมือของหน่วยงานท้องถิ่นและส่วนกลาง ซึ่งได้ตระหนักถึงความสำคัญในการรักษาสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ดังกล่าว ปัจจุบัน พวกเขาได้ระดมทุนสนับสนุนมากกว่า 100 ล้านเยนจากกองทุนระดับชาติ (Trust Fund) เพื่อทำกิจกรรมสงวนและดูแลปกป้องสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ 2,100 ตารางกิโลเมตร ซึ่งอยู่ในอาณาเขตด้านล่างของเทือกเขา โดยกิจกรรมประกอบไปด้วย การปลูกป่า จัดกิจกรรมเดินป่าให้เยาวชนเห็นความสำคัญของการอนุรักษ์ป่าต้นน้ำ รวมทั้งการใช้เงินทุนดังกล่าวเพื่อจัดซื้อที่ดินรอบๆ แม่น้ำกากิตะ เพื่อป้องกันมิให้ภาคเอกชนหรืออุตสาหกรรมเข้ามาประกอบกิจการที่ทำลายป่าและแหล่งน้ำบาดาล ซึ่งจากการอนุรักษ์พื้นที่ป่าไม้ ก่อให้เกิดน้ำบาดาลพุที่ผุดขึ้นมาและเป็นน้ำบาดาลที่มีคุณภาพดี รสชาติอร่อย มีชื่อเสียงแห่งหนึ่งของญี่ปุ่น และได้มีการพัฒนาวิสาหกิจชุมชนในการจำหน่ายน้ำดื่มสะอาด และน้ำดื่มดังกล่าวได้รับเลือกจากคนญี่ปุ่นทั่วประเทศให้เป็นน้ำดื่มที่อร่อยที่สุดของญี่ปุ่น

รูปที่ 1 นาย โนบูกิ อุรุชิบาตะ (Mr.Nobuaki Urushibata) พาเยี่ยมชมกิจกรรมภาคประชาชน

รูปที่ 2 น้ำบาดาลพุ

6. ประโยชน์ที่ได้รับจากการ

6.1 บุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่เข้ารับการฝึกอบรมได้รับความรู้และประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำบาดาลและระบบกระจายน้ำ

6.2 บุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่เข้ารับการฝึกอบรมมีแนวทางในการจัดทำคู่มือการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลและระบบกระจายน้ำ

6.3 บุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่เข้ารับการฝึกอบรมมีแนวทางการในการบริหารจัดการและอนุรักษ์น้ำบาดาลตามแนวทางการมีส่วนร่วมและบูรณาการ

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 การสร้างเขื่อนใต้ดิน เป็นทางเลือกหนึ่งในการบริหารจัดการน้ำและระบบกระจายน้ำของประเทศ เนื่องจาก เป็นรูปแบบที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมน้อย ไม่ต้องเวนคืนที่ดินประชาชนเป็นจำนวนมาก และจากข้อมูลที่ได้รับจากการอบรมแสดงให้เห็นว่าโครงการก่อสร้างเขื่อนในประเทศญี่ปุ่นสามารถแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำ ทั้งในช่วงฤดูแล้งและภาวะปกติได้ รวมทั้งป้องกันปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็มได้ ดังนั้น การสร้างเขื่อนใต้ดินเพื่อกักเก็บน้ำใต้ดิน จึงเป็นเทคนิคที่จะช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำและการรุกล้ำของน้ำเค็มเข้าสู่ชั้นน้ำบาดาลได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ดี กรมทรัพยากรน้ำบาดาลควรมีการจัดทำโครงการศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างเขื่อนใต้ดินในพื้นที่กรณีศึกษาที่เหมาะสม เพื่อเป็นการต่อยอดจากศึกษาโครงการทำเขื่อนใต้ดินที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎ์ธานี โดยเลือกพื้นที่ที่มีความเป็นไปได้ทางอุทกธรณีวิทยาและคุ้มค่าแก่การลงทุน เช่น เกาะ หรือพื้นที่ขาดแคลนน้ำและเป็นสถานที่ท่องเที่ยวในประเทศไทย เป็นต้น

7.2 ควรมีการศึกษาผลกระทบของการก่อสร้างสิ่งก่อสร้างใต้ดินต่อน้ำบาดาล รวมทั้งผลกระทบของน้ำบาดาลที่มีต่อสิ่งก่อสร้างใต้ดินอย่างเป็นระบบ ทั้งก่อนและหลังการก่อสร้างสิ่งก่อสร้างใต้ดิน โดยมีการจัดทำแบบจำลองและแนวทางแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้ เนื่องจาก บริเวณพื้นที่เมืองในอนาคตอาจจะมีโครงการก่อสร้างสิ่งก่อสร้างใต้ดินเป็นจำนวนมาก เช่น รถไฟฟ้าใต้ดิน ถนนหรืออุโมงค์ลอดใต้ดิน เป็นต้น

7.3 การเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล เป็นแนวทางหนึ่งในการรักษาสมดุลน้ำบาดาลและบรรเทาความเดือดร้อนของประชาชน ในช่วงฤดูแล้งและน้ำท่วมได้ โดยแสวงหาความร่วมมือกับประชาชนในการจัดทำโครงการได้ เช่น การเติมน้ำจากน้ำฝนที่เก็บจากหลังคาบ้านเรือนประชาชน และการเช่าที่นาเพื่อเป็นพื้นที่เติมน้ำในช่วงเวลาที่ประชาชนว่างเว้นจากการเพาะปลูก นอกจากนี้ ควรมีการออกมาตรการแรงจูงใจ (Incentive)

ให้ประชาชนหรือเอกชนได้เข้ามามีส่วนร่วมในโครงการดังกล่าว เช่น การมอบรางวัลในฐานะที่สนับสนุนโครงการรักษาสมดุลน้ำบาดาล หรือใช้น้ำบาดาลอย่างรู้คุณค่า เป็นต้น

7.4 ปัญหาแผ่นดินทรุดสามารถแก้ไขได้โดยการจัดทำแผนและออกกฎหมายควบคุมอย่างเป็นระบบทั้งจากส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ในขณะเดียวกัน เนื่องจากในบางบริเวณที่มีการใช้น้ำบาดาลเป็นจำนวนมากและการเจาะพัฒนาน้ำบาดาลต้องเจาะด้วยความลึกที่มากขึ้นเรื่อยๆ ควรมีการพัฒนาให้มีบ่อสังเกตการณ์ในระดับที่ลึกและครอบคลุมพื้นที่วิกฤติ การจัดตั้งระบบเฝ้าระวังสถานการณ์น้ำบาดาลออนไลน์ รวมทั้ง มีการจัดเก็บข้อมูลให้ทันสมัย

7.5 การอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาลและสิ่งแวดล้อม ควรเน้นกิจกรรมการมีส่วนร่วมของภาคประชาชนเพื่อเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาล ทั้งจากบริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ซึ่งจะส่งผลให้น้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน มีปริมาณและคุณภาพที่ดีขึ้น นอกจากนี้ บริเวณพื้นที่การอนุรักษ์ต้นน้ำจะกลายเป็นแหล่งเรียนรู้และสถานที่ท่องเที่ยว ก่อให้เกิดการสร้างอาชีพ และชื่อเสียงแก่ประชาชนในพื้นที่โดยรอบ ทำให้ชุมชนเข้มแข็งและประชาชนมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ทั้งนี้ สามารถจัดทำโครงการเพื่อสร้างความตระหนัก (Awareness) และการสร้างเครือข่ายในเรื่องการอนุรักษ์น้ำบาดาลให้กับประชาชน โดยแบ่งเป็นตาม 27 แอ่งน้ำบาดาล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่ข้อมูลและเป็นเครือข่ายในการเฝ้าระวังสถานการณ์น้ำบาดาลให้กับกรมทรัพยากรน้ำบาดาล

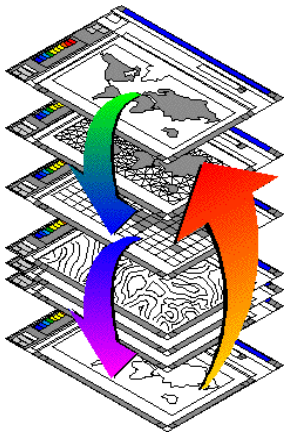
7.6 ควรมีการจัดทำโครงการเพิ่มประสิทธิภาพบุคลากรในด้านที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา สำรวจ อนุรักษ์ การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล และสาขาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนพัฒนาเทคโนโลยีการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลขั้นสูง เพื่อสนับสนุนการดำเนินงานของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลที่การดำเนินโครงการวิชาการต่างๆ จำเป็นต้องใช้องค์ความรู้ในสหสาขาวิทยากร เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ประชาชน

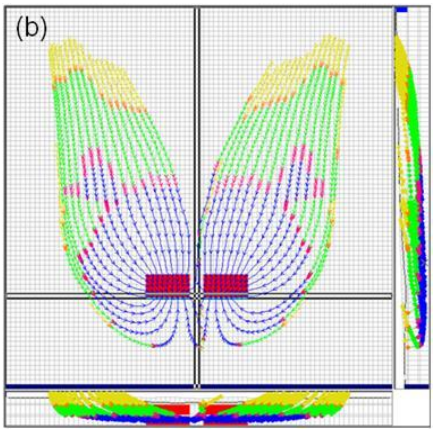
7.7การจัดทำระบบกระจายน้ำ สามารถใช้รูปแบบคลองส่งน้ำรูปแบบใหม่ที่สามารถทนต่อแรงสั่นสะเทือนอันเนื่องมาจากแผ่นดินไหว โดยการออกแบบคลองส่งน้ำ แบ่งออกเป็นสองส่วนทำให้สามารถซ่อมแนวคันคลองคอนกรีตได้โดยไม่ส่งผลต่อการส่งน้ำ

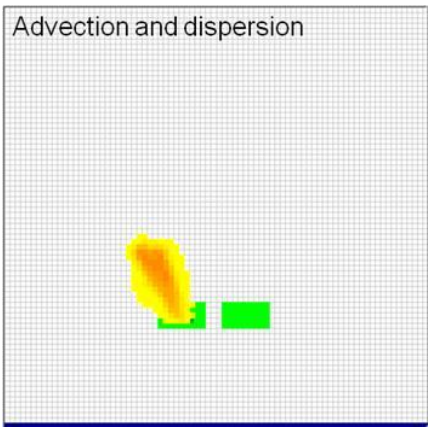
8. **ผู้จัดทำรายงาน**

8.1 นายมณเฑียร จงจินากูล	วิศวกรชำนาญการ กองแผนงาน
8.2 นางดารา ชาติภูวภัทร	นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ กองแผนงาน
8.3 นางสาวอริสรา เพียรมนกุล	นักทรัพยากรบุคคลชำนาญการ สำนักบริหารกลาง ศูนย์สื่อสารองค์กรและพัฒนาบุคลากรด้านต่างประเท
8.4 นายวีรวัฒน์ ยิ่งยง	วิศวกรปฏิบัติการ สำนักพัฒนาน้ำบาดาล
8.5 นายครรชิต ควรพิบูลย์	วิศวกรปฏิบัติการ สำนักพัฒนาน้ำบาดาล
8.6 นายอนิรุทธ์ ลดาวดี	นักธรณีวิทยาปฏิบัติการ สำนักอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล
8.7 นางดาวเรือง ศุกรวัติ	นักธรณีวิทยาปฏิบัติการ สำนักอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาด
8.8 นางสาวธฤษวรรณ สุพิพัฒนโมลี	นักธรณีวิทยาปฏิบัติการ สำนักทรัพยากรน้ำบาดาล

รายงานการฝึกอบรม
หลักสูตรการประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์น้ำบาดาล
(Applied Groundwater Modeling)
ระหว่างวันที่ 8-30 มิถุนายน 2556
ณ สถาบันการศึกษาทรัพยากรน้ำ องค์กรยูเนสโก ไอเฮ็ช อี (UNESCO - IHE)
เมืองเดลฟท์ (Delft) ราชอาณาจักรเนเธอแลนด์







กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

รายการฝึกอบรมหลักสูตรการประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับน้ำบาดาล

(Applied Groundwater Modeling)

ณ เมืองเดลฟท์ (Delft) ราชอาณาจักรเนเธอร์แลนด์

ระหว่างวันที่ 8-30 มิถุนายน 2556

---

1. หลักการและเหตุผล

หลักสูตรนี้เป็นการฝึกอบรมระยะสั้น ซึ่งจะใช้เวลาในการฝึกอบรมประมาณ 3 สัปดาห์ ซึ่งจะมีเนื้อหาที่เข้มข้น เหมาะสมหรับผู้ที่สนใจเข้าร่วมอบรมที่ต้องการยกระดับและฟื้นฟูความรู้และทักษะของตนเอง เนื้อหาของหลักสูตรจะมีทั้งปัญหาเทคนิคเฉพาะเพื่อความท้าทาย การจัดการและวิธีการประยุกต์ที่จะนำมาใช้ของผู้เข้ารับการฝึกอบรมเอง โดยผู้เข้ารับการฝึกอบรมจะได้รับการฝึกอบรมในส่วนของเนื้อหาหลักสูตร สามารถตอบโต้ เพื่อแลกเปลี่ยนประสบการณ์ในด้านพื้นฐานความเข้าใจระบบแอ่งน้ำบาดาลทั้งภายในห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ เพื่อที่จะช่วยให้ผู้เข้ารับการอบรมได้เกิดความรู้ความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

โดยการฝึกอบรมในหัวข้อหลักสูตรนี้ เพื่อให้ผู้เข้าร่วมอบรมได้รับความรู้และความเข้าใจในการนำแบบจำลองคณิตศาสตร์น้ำบาดาลมาประยุกต์ใช้ในงานน้ำบาดาล และสามารถที่จะออกแบบเพื่อจะจำลองสภาพระบบน้ำบาดาลเพื่อจำลองสภาพชั้นน้ำบาดาลให้มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ เพื่อนำไปใช้ในการบริหารจัดการและป้องกันทรัพยากรน้ำบาดาล ทั้งนี้ประสบการณ์ที่จะได้รับคือ การออกแบบแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ของระบบน้ำบาดาล ตั้งแต่เชิงปฏิบัติการจนถึงการนำเสนอในรูปแบบวิชาการ สุดท้ายผู้เข้าร่วมรับการอบรมจะสามารถออกแบบแบบจำลองชั้นน้ำบาดาล และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านการเข้าใจพฤติกรรมของระบบของแอ่งน้ำบาดาล ระบบและรูปแบบการไหลของน้ำบาดาล เพื่อการติดตามการไหลของน้ำบาดาล และการเคลื่อนที่ของสารปนเปื้อนในน้ำบาดาล ตลอดจนการแทรกตัวของชั้นน้ำบาดาลเค็มเข้าสู่ระบบน้ำบาดาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้เจ้าหน้าที่หรือนักวิชาการของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลได้มีการแลกเปลี่ยนความรู้ ศึกษาแนวทางการวิจัย ของนานาประเทศ ในการจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล โดยเฉพาะชั้นน้ำบาดาลบริเวณที่อยู่ในพื้นที่อ่อนไหวต่อการถูกปนเปื้อน หรือบริเวณชายฝั่งทะเล เพื่อจะได้นำแนวทางหรือวิธีคิด และผลการศึกษาที่ได้มีการศึกษาในต่างประเทศ มาประยุกต์หรือพัฒนาการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลในประเทศไทย ให้เกิดความยั่งยืนต่อไปในอนาคต

2. วัตถุประสงค์

1. มีความรู้ความเข้าใจในการคิดออกแบบแบบจำลองคณิตศาสตร์น้ำบาดาลตามกระบวนการของการออกแบบจำลองชั้นน้ำบาดาลให้สอดคล้องไปตามหลักการอุทกธรณีวิทยา สามารถเตรียมข้อมูลและนำเข้าของชั้นข้อมูลได้อย่างถูกต้อง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์

2. ได้รู้จักกับโปรแกรมด้านการจำลองทางคณิตศาสตร์ระบบน้ำบาดาล ได้แก่ MODFLOW, PMPATH, MT3D, MOC3D และรูปแบบกราฟิก โดยใช้โปรแกรม Processing MODFLOW (PMWIN)

ตลอดจนฟังก์ชั่นและโมดูลต่างๆ ของโปรแกรม เพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสมและเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลได้ดียิ่งขึ้น

3. สามารถนำแบบจำลองน้ำบาดาลไปประยุกต์ใช้ในการประเมินสถานการณ์ของน้ำบาดาล ตลอดจนสามารถกำหนดและวางขอบเขตเพื่อคาดการณ์การกระจายตัวและการขอบเขตของสารปนเปื้อนในชั้นน้ำบาดาลได้ เพื่อที่จะสามารถกำหนดแนวทางในการบำบัดฟื้นฟูได้อย่างถูกต้อง

4. เพื่อให้เกิดแนวคิดในการนำแบบจำลองคณิตศาสตร์น้ำบาดาลมาใช้ เพื่อให้เข้าใจถึงพฤติกรรมของระบบน้ำบาดาลในการวางแผนและออกแบบระบบติดตามเพื่อการเฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาลได้ดียิ่งขึ้น ทั้งด้านการลดความเสี่ยงของโอกาสเกิดการปนเปื้อน โดยเฉพาะในเขตพื้นที่อุสาหกรรม และการรุกล้ำของน้ำเค็มหรือน้ำทะเลสู่ชั้นน้ำบาดาลเนื่องจากการพัฒนานำทรัพยากรน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ประโยชน์ต่อไป ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. กำหนดการและสถานที่เข้ารับการฝึกอบรม

3.1 สถานที่เข้ารับการฝึกอบรม

สถานที่ฝึกอบรมในครั้งนี้จัดโดยสถาบันการศึกษาทรัพยากรน้ำ องค์กรยูเนสโก ไอเฮชอี (Institute of Water Education: UNESCO-IHE) ซึ่งมีสถานที่ตั้งอยู่ ณ เมืองเดลฟท์ (Delft) ราชอาณาจักรเนเธอร์แลนด์

(ก) **(ข)**

<u>รูปที่ 1</u> สถานที่ฝึกอบรมและบรรยากาศการลงทะเบียนเข้าอบรมในวันแรก

3.2 กำหนดการฝึกอบรม

การฝึกอบรมในหัวข้อ “Applied Groundwater Modeling” ในครั้งนี้มีระยะเวลาการฝึกอบรมฯ ทั้งสิ้นรวม 21 วัน โดยในเนื้อหาของหลักสูตรนี้ ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน ซึ่งในแต่ละส่วนมีรายละเอียดกำหนดการและรายละเอียดของโปรแกรมด้านเนื้อหาดังนี้ (รูปที่ 2และตารางที่ 1)

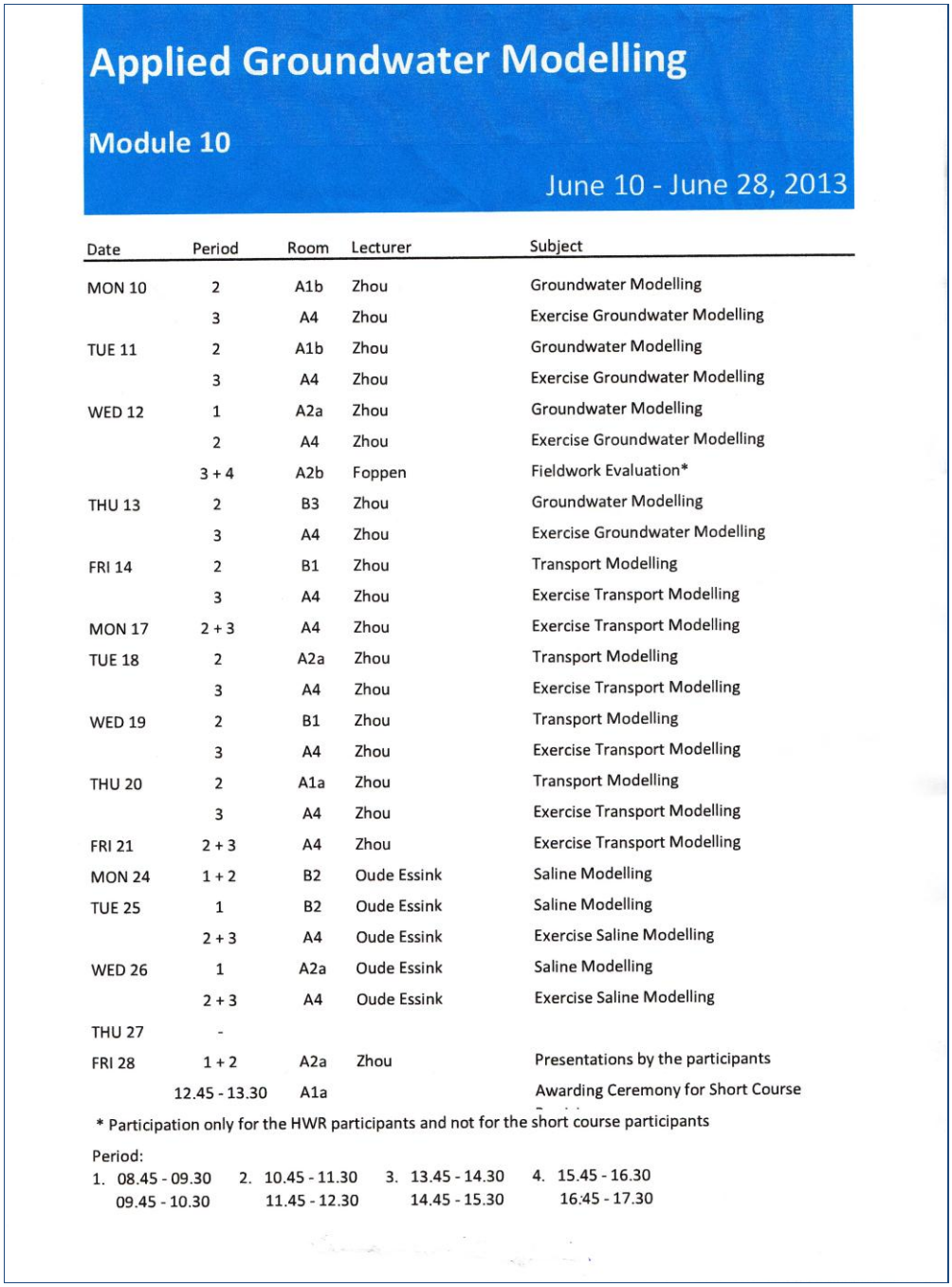
- สัปดาห์ที่ 1 จะเป็นการอบรมเชิงปฏิบัติการ “แบบจำลองการไหลของน้ำบาดาล”
- สัปดาห์ที่ 2 การอบรมเชิงปฏิบัติการ “แบบจำลองการเคลื่อนที่ของมวลสาร”

● สัปดาห์ที่ 3 จะเป็นการอบรมเชิงปฏิบัติการ“แบบจำลองกรณีมีการรุกล้ำของน้ำเค็ม

ช่วงเวลา (Time)	**กิจกรรม (Activities)**		
	สัปดาห์ที่ 1 (10-16 มิ.ย. 2556)	**สัปดาห์ที่ 2 (17-23 มิ.ย. 2556)**	**สัปดาห์ที่ 3 (24-28 มิ.ย. 2556)**
ช่วงเช้า	- ลงทะเบียนพร้อมรับเอกสารและแนะนำสถาบันไอเฮชอี - หลักการและทฤษฎีการไหลของน้ำบาดาล 3 มิติ เบื้องต้น	หลักการและทฤษฎีกระบวนการและกลไกของการแพร่กระจายของสารปนเปื้อน เบื้องต้น ได้แก่ การเคลื่อนที่ การแพร่กระจาย การดูดซับ เป็นต้น	-หลักการและทฤษฎีการรุกล้ำของน้ำเค็มเข้าสู่ชั้นน้ำบาดาล - นำเสนอผลงานกรณีศึกษาของแบบจำลองการไหลและการเคลื่อนที่มวลสาร (งานกลุ่ม) -งานเลี้ยงส่งผู้เข้าร่วมอบรมและรับประกาศนียบัตร
ช่วงบ่าย	การปฏิบัติการเพื่อเรียนรู้การใช้โปรแกรม PMWIN, MODFLOW, PMPATH	การปฏิบัติการเพื่อเรียนรู้การใช้โปรแกรม PMWIN, MODFLOW, MT3D	การอบปฏิบัติการเพื่อเรียนรู้การใช้โปรแกรม PMWIN, MODFLOW, MOC3D
ช่วงเย็น/ค่ำ	เขียนรายงาน/งานกลุ่ม	เขียนรายงาน/งานกลุ่ม	เขียนรายงาน/งานกลุ่ม

ตารางที่ 1 สรุปรายละเอียดกำหนดการอบรมหลักสูตร Applied Groundwater Modeling

ในวันสุดท้ายของการอบรมจะเป็นการนำเสนอผลงาน และแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างผู้เข้าร่วมรับการฝึกอบรมหลักสูตรดังกล่าว โดยในการฝึกอบรมฯครั้งนี้มีผู้เข้าร่วมการฝึกอบรมฯทั้งสิ้นรวม 23 คน



Applied Groundwater Modelling

Module 10

June 10 - June 28, 2013

Date	Period	Room	Lecturer	Subject
MON 10	2	A1b	Zhou	Groundwater Modelling
	3	A4	Zhou	Exercise Groundwater Modelling
TUE 11	2	A1b	Zhou	Groundwater Modelling
	3	A4	Zhou	Exercise Groundwater Modelling
WED 12	1	A2a	Zhou	Groundwater Modelling
	2	A4	Zhou	Exercise Groundwater Modelling
	3 + 4	A2b	Foppen	Fieldwork Evaluation*
THU 13	2	B3	Zhou	Groundwater Modelling
	3	A4	Zhou	Exercise Groundwater Modelling
FRI 14	2	B1	Zhou	Transport Modelling
	3	A4	Zhou	Exercise Transport Modelling
MON 17	2 + 3	A4	Zhou	Exercise Transport Modelling
TUE 18	2	A2a	Zhou	Transport Modelling
	3	A4	Zhou	Exercise Transport Modelling
WED 19	2	B1	Zhou	Transport Modelling
	3	A4	Zhou	Exercise Transport Modelling
THU 20	2	A1a	Zhou	Transport Modelling
	3	A4	Zhou	Exercise Transport Modelling
FRI 21	2 + 3	A4	Zhou	Exercise Transport Modelling
MON 24	1 + 2	B2	Oude Essink	Saline Modelling
TUE 25	1	B2	Oude Essink	Saline Modelling
	2 + 3	A4	Oude Essink	Exercise Saline Modelling
WED 26	1	A2a	Oude Essink	Saline Modelling
	2 + 3	A4	Oude Essink	Exercise Saline Modelling
THU 27	-			
FRI 28	1 + 2	A2a	Zhou	Presentations by the participants
	12.45 - 13.30	A1a		Awarding Ceremony for Short Course

* Participation only for the HWR participants and not for the short course participants

Period:

1. 08.45 - 09.30 / 09.45 - 10.30
2. 10.45 - 11.30 / 11.45 - 12.30
3. 13.45 - 14.30 / 14.45 - 15.30
4. 15.45 - 16.30 / 16:45 - 17.30

<u>รูปที่ 2</u> กำหนดการอบรมหลักสูตร Applied Groundwater Modeling

หลักสูตรที่เข้ารับการฝึกอบรมในครั้งนี้ มี Dr. Yangxiao Zhou อาจารย์จากสถาบันการศึกษาทรัพยากรน้ำ องค์กรยูเนสโก ไอเฮชอี เป็นผู้จัดการหลักสูตรรวมทั้งเป็นวิทยากรหลักในการบรรยายการฝึกอบรมฯด้วย พร้อมด้วย Dr. Gualbert Oude Essink (อาจารย์พิเศษ) จากหน่วยงานด้านการศึกษาเกี่ยวกับพื้นที่ดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ ของราชอาณาจักรเนเธอร์แลนด์ (http://freshsalt.Deltares.nl) เป็นวิทยากรบรรยายการฝึกอบรมฯอีกคนหนึ่ง นอกจากนี้ยังคณะเจ้าหน้าที่ (Staff) ซึ่งประกอบด้วยบุคลากรและนักศึกษาระดับปริญญาโท-เอก ทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยวิทยากร

4. ผู้เข้ารับการฝึกอบรม

ผู้เข้ารับการฝึกอบรมฯเป็นข้าราชการกรมทรัพยากรน้ำบาดาล จำนวน 4 ราย ประกอบด้วย

1. นายไฉน รินแก้ว นักธรณีวิทยาชำนาญการ สังกัด สอฟ.
2. นางสาวพรอุษา อุดมศิลป์ นักธรณีวิทยาชำนาญการ สังกัด สสป.
3. นางสาวนงนุช ดวงอาภัย นักธรณีวิทยาปฏิบัติการ สังกัด สอฟ.
4. นายรุ่งโรจน์ เบญจกุล นักธรณีวิทยาปฏิบัติการ สังกัด สอฟ.

คณะเจ้าหน้าที่จากกรมทรัพยากรน้ำบาดาลทั้ง 4 ราย เดินทางถึงสถานที่จัดการฝึกอบรมฯ ในเช้าวันจันทร์ที่ 10 มิถุนายน 2556 โดยในช่วงเช้าจะเป็นการลงทะเบียนเพื่อรับเอกสารต่างๆ ได้แก่เอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรและกำหนดการฝึกอบรมฯ เป็นต้น หลังจากนั้นจะเป็นพิธีต้อนรับผู้เข้าร่วมฝึกอบรมฯและแนะนำสถาบันฯ ซึ่งจะมีผู้เข้ารับฝึกอบรมฯในหลายๆหลักสูตรที่เข้าร่วมในพิธีฯพร้อมกัน ดังรูปที่ 1

5. รายละเอียดการฝึกอบรม

การอบรมเชิงปฏิบัติการในครั้งนี้แบ่งออกเป็น 3 หัวข้อหลักๆ ซึ่งในการฝึกอบรมจะมีทั้งภาคทฤษฎีที่เป็นการบรรยายในห้องเรียนและภาคปฏิบัติในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบจำลองน้ำบาดาลในห้องปฏิบัติการ โดยมีรายละเอียดของแต่ละส่วนดังนี้

5.1 แบบจำลองการไหลของน้ำบาดาล (Groundwater Flow Modeling) ใช้เวลาฝึกอบรม 9 วัน โดยมี Dr. Yangxiao Zhou เป็นผู้บรรยายการอบรม ซึ่งเนื้อหาการบรรยายและกิจกรรมประกอบด้วย

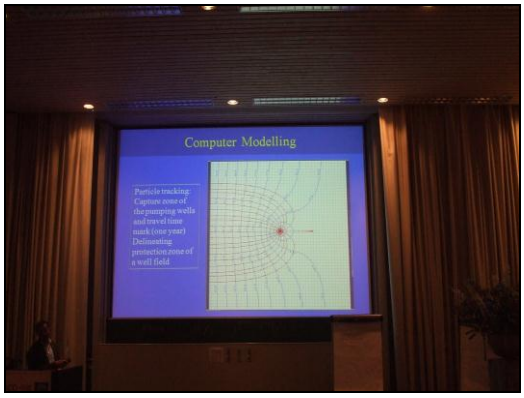
- หลักการและทฤษฎีการไหลของน้ำบาดาล 3 มิติ เบื้องต้น
- การแนะนำโปรแกรม PMWIN, MODFLOW, PMPATH
- การทดลองใช้โปรแกรมในเชิงปฏิบัติการ โดยกำหนดกรณีศึกษาออกเป็น 4 กรณี
- การนำเสนอผลการทดลองใช้โปรแกรมเชิงปฏิบัติการ ในรูปรายงานส่วนบุคคล (Individual Report)
- การนำเสนอผลการทดลองใช้โปรแกรมเชิงปฏิบัติการ ในรูปการนำเสนอผลงานกลุ่ม

สำหรับเนื้อหาขั้นตอนการฝึกอบรมแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนภาคทฤษฎี และส่วนภาคปฏิบัติการใช้โปรแกรมในห้องปฏิบัติการ

ภาคทฤษฎี : ผู้อบรมได้บรรยายถึงหลักการและทฤษฎีการไหลของน้ำบาดาล 3 มิติ เบื้องต้นโดยมีรายละเอียดของการบรรยายครอบคลุมเนื้อหาหลัก 5 เรื่อง ได้แก่ Introduction, Mathematical Groundwater Flow Model, Finite-Difference Method, Groundwater Modeling Procedures, และ Introduction to MODFLOW พร้อมทั้งบรรยายถึงประวัติความเป็นมาและการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software) ที่ใช้ในการศึกษาการระบบการไหลและจำลองระบบของชั้นน้ำบาดาล ซึ่งในการอบรมครั้งนี้ใช้โปรแกรม PMWIN เป็นโปรแกรมในการศึกษาแบบจำลอง ซึ่ง PMWIN นี้เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นภายใต้พื้นฐานของ MODFLOW โดยจะมีโมดูลของโปรแกรม MODFLOW อยู่ในตัวโปรแกรมด้วย ซึ่งได้แก่ MT3D, MT3DMS, MOC3D, PMPATH เป็นต้น บรรยากาศภายในห้องอบรมแสดงดังรูปที่ 3 สำหรับรายละเอียดของเนื้อหาและหัวข้อการบรรยายอยู่ในภาคผนวก ก

(ก)

(ข)



(ค)

(ง)

<u>รูปที่ 3</u> บรรยากาศในห้องอบรม บรรยายหลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับแบบจำลองการไหลของน้ำบาดาล

ภาคปฏิบัติการ: สาธิตใช้โปแกรม PMWIN เพื่อจำลองพฤติกรรมและระบบการไหลของระบบน้ำบาดาล ทั้งในแบบจำลองสภาวะคงที่หรือการไหลแบบไม่ขึ้นกับเวลา (steady-state) และ การจำลองสภาวะการไหลที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา (transient-state) เพื่อให้เข้าใจพฤติกรรมของระบบของแอ่งน้ำบาดาล ระบบและรูปแบบการไหลของน้ำบาดาล โดยให้ทำการสร้างแบบจำลองตัวอย่างกรณีศึกษาในสภาวะการไหลแบบต่างๆ 4 กรณีศึกษา คือ

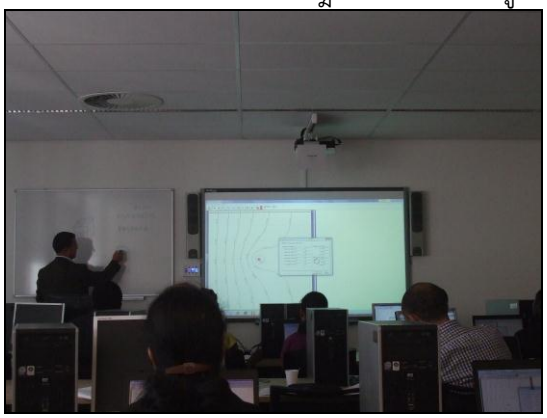
กรณีศึกษาที่ 1: Construction of a steady natural model

กรณีศึกษาที่ 2: Construction of a steady development model

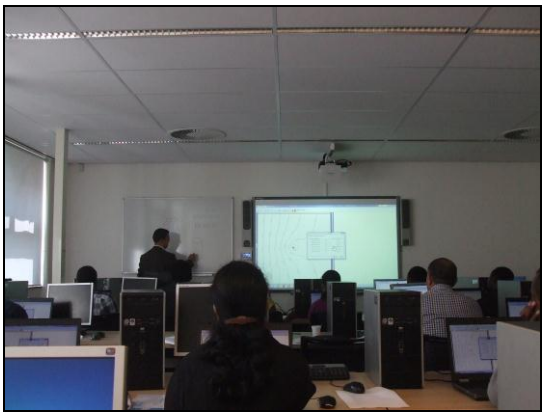
กรณีศึกษาที่ 3: Construction of a transient natural model

กรณีศึกษาที่ 4: Construction of a transient development model

รายละเอียดของการฝึกปฏิบัติการสร้างแบบจำลองการไหลของน้ำบาดาล แสดงไว้ในภาคผนวก-ข และบรรยากาศภายในห้องปฏิบัติการแสดงดังรูปที่ 4



(ก)



(ข)

<u>รูปที่ 4</u> บรรยากาศในห้องอบรมปฏิบัติการเพื่อทดลองใช้โปรแกรม PMWIN และ PMPATH

5.2 แบบจำลองการเคลื่อนที่ของมวลสาร (Contaminant Transport Modeling) ใช้เวลาฝึกอบรมรวม 9 วัน โดยมี Dr. Yangxiao Zhou เป็นผู้บรรยายการอบรม เนื้อหาประกอบด้วย

- หลักการและทฤษฎีกระบวนการและกลไกของการแพร่กระจายของสารปนเปื้อนเบื้องต้น ได้แก่ การเคลื่อนที่ การแพร่กระจาย และการดูดซับ เป็นต้น
- การแนะนำโปรแกรมโมดูล MT3D
- การทดลองใช้โปรแกรมในการปฏิบัติการสร้างแบบจำลอง โดยกำหนดกรณีศึกษาออกเป็น 2 กรณี
- การนำเสนอผลการทดลองใช้โปรแกรมเชิงปฏิบัติการ ในรูปรายงานส่วนบุคคล (Individual Report)
- การนำเสนอผลการทดลองใช้โปรแกรมเชิงปฏิบัติการ ในรูปการนำเสนอผลงานกลุ่ม

การบรรยายฝึกอบรมในส่วนนี้ได้แบ่งออกเป็น 2 หัวข้อ หลักๆ ได้แก่ ภาคทฤษฎี และ ภาคปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการ โดยมีรายละเอียดหัวข้อการบรรยายดังนี้

ภาคทฤษฎี : วิทยากรได้บรรยายถึงหลักการและทฤษฎีของการแพร่กระจายของมวลสารแบบต่างๆ ในระบบของน้ำบาดาลซึ่งจะแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะคือ การเคลื่อนที่ของมวลสารที่เคลื่อนที่ไปพร้อมกับตัวกลาง (Advection transport) และการเคลื่อนที่ของมวลสารแบบการแพร่กระจาย (Dispersion transport)

โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อศึกษาการปนเปื้อนนั้นมีจุดประสงค์สำหรับการที่จะนำไปใช้งานอยู่ 3 ประการ ได้แก่

- เพื่อทำนายรูปร่างของมลสาร (Contaminant plume)
- เพื่อกำหนดรูปแบบต่างๆ (Scenarios) ของการฟื้นฟู
- เพื่อออกแบบระบบการติดตามการปนเปื้อน (Monitoring programs)

นอกจากนี้ยังได้บรรยายถึงการประยุกต์ใช้โปรแกรมการใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์น้ำบาดาล โดยในการอบรมครั้งนี้ใช้โปรแกรมแบบจำลองน้ำบาดาล PMWIN ซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นภายใต้พื้นฐานของ โปรแกรมMODFLOW โดยจะใช้โมดูล MT3D มาใช้ในการจำลองสภาวะการเคลื่อนที่ของมวลสาร บรรยากาศการบรรยายในอบรมแสดงในรูปที่ 5 สำหรับรายละเอียดของเนื้อหาและหัวข้อการบรรยายแสดงอยู่ในภาคผนวก- ก

(ก)

(ข)

<u>รูปที่ 5</u> บรรยากาศในห้องอบรมบรรยายหลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับแบบจำลองการเคลื่อนที่ของมวลสาร

ภาคปฏิบัติการ : วิทยากรสาธิตและให้ผู้เข้าอบรมปฏิบัติการใช้โปแกรม PMWIN โดยใช้โมดูล MT3D เพื่อจำลองพฤติกรรมและระบบการเคลื่อนที่ของมวลสาร โดยการจำลองตัวอย่างกรณีศึกษาในสภาวะการเคลื่อนที่มวลสารแบบต่างๆ ทั้งสิ้น 2 กรณี คือ

<u>กรณีศึกษาที่ 1</u>: Construction of a pollutant transport model

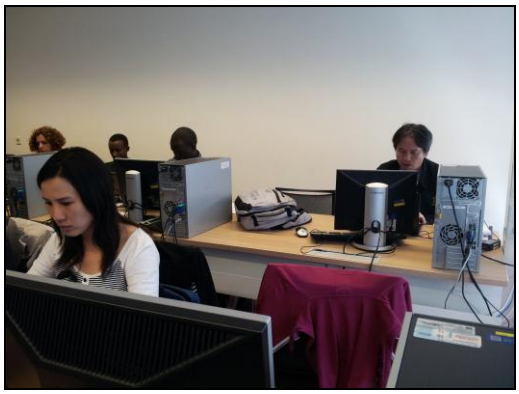
จำลองสถานการณ์ว่าถ้ามีการรั่วซึมของมลพิษคือคือ [Cl] ออกจากแหล่งฝั่งกลบขยะ โดยมีกระบวนการและกลไกของการแพร่กระจายของสารปนเปื้อนแบบต่างๆ ทั้งในกรณีพิจารณากลไกการเคลื่อนที่ของมวลสารแบบมีกลไกลการเคลื่อนที่เฉพาะ Advection เพียงอย่างเดียว, กรณีมีการเคลื่อนที่ของมวลสารแบบมีกลไกลการเคลื่อนที่เฉพาะ Dispersion เพียงอย่างเดียว และกรณีที่มีทั้งสองกระบวนการในเวลาเดียวกัน จะมีลักษณะในการนำพามวลสารเคลื่อนที่ไปในระบบการไหลของน้ำบาดาลอย่างไร เป็นต้น

กรณีศึกษาที่ 2 : Construction of a pollutant transport model

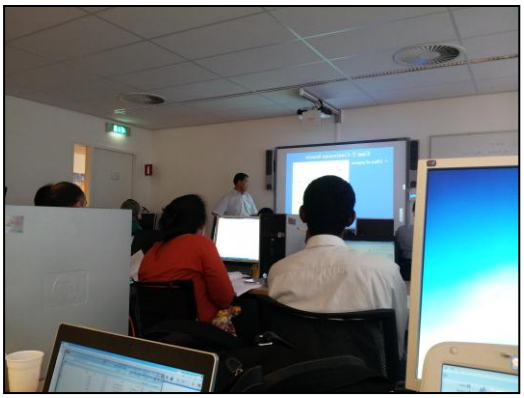
จำลองสถานการณ์ว่าถ้ามีการรั่วซึมของมลพิษคือที่เป็นคลอไรด์ [Cl] ออกจากแหล่งฝังกลบขยะ จะต้องออกแบบเพื่อทำการบำบัดและฟื้นฟูโดยการออกแบบตำแหน่งบ่อสูบบำบัด (Interception wells) เพื่อสูบนำน้ำที่มีมลพิษปนเปื้อนออกจากระบบน้ำบาดาล ภายในเวลา 100 ปี โดยให้กำหนดว่าควรวางตำแหน่งบ่อสูบบำบัดไว้ตำแหน่งใด และทำการสูบบำบัดด้วยอัตราการสูบน้ำเท่าใด จึงมีประสิทธิภาพสูงสุด

MT3D เป็นโปรแกรมโมดูล 3 มิติที่ใช้วิเคราะห์การเคลื่อนที่ของมวลสารทั้งแบบ Advection transport, Dispersion transport และวิเคราะห์ปฏิกิริยาเคมีของสารปนเปื้อนในระบบน้ำบาดาล :โดย MT3D จะ Interface โดยตรงกับ โปรแกรม MODFLOW ซึ่งใช้กันแพร่หลายในทวีปอเมริกาและทั่วโลก ซึ่ง MT3D จะเป็นการรวบรวมเอาหลายๆ Solution มาไว้ในโปรแกรมเดียวกัน ซึ่ง Solution ต่างๆนั้นได้แก่ The Methods of Characteristics (MOC), The modified methods of characteristics (MMOC), Hybrid of both MOC and MMOC (HMOC) และ The upstream finite-difference method (FDM)

รายละเอียดของการฝึกปฏิบัติการสร้างแบบจำลองการปนเปื้อนและการเคลื่อนที่ของมลสารแสดงไว้ในภาคผนวก-ข และบรรยากาศภายในห้องปฏิบัติการแสดงดังรูปที่ 6



(ก)



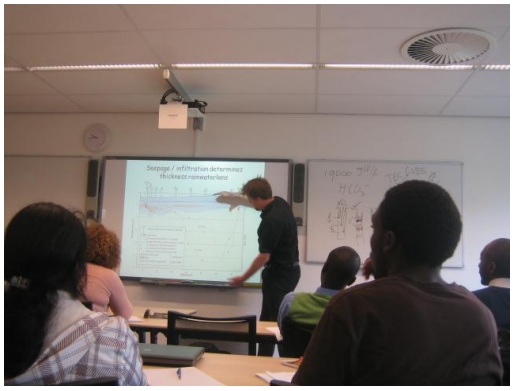
(ข)

รูปที่ 6 บรรยากาศในห้องปฏิบัติการ ศึกษาแบบจำลองการเคลื่อนที่ของมลสาร

5.3 แบบจำลองกรณีการรุกล้ำของน้ำเค็ม (Saline Modeling) ใช้เวลาในการฝึกอบรมรวม 3 วัน โดยมี Dr. Gualbert Oude Essink เป็นผู้บรรยายการอบรม ซึ่งมีเนื้อหาประกอบด้วย

- หลักการและทฤษฎีการรุกล้ำของน้ำเค็มเข้าสู่ชั้นน้ำบาดาล เบื้องต้น
- การแนะนำโปรแกรม MOC3D
- การทดลองใช้โปรแกรมเชิงปฏิบัติการในการจำลองการรุกล้ำของน้ำเค็ม

การบรรยายฝึกอบรมในส่วนนี้ได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ ภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการ โดยมีรายละเอียดหัวข้อการบรรยายดังนี้



<u>รูปที่ 7</u> บรรยากาศการบรรยายฝึกอบรมเรื่องแบบจำลองกรณีมีการรุกล้ำของน้ำเค็ม

ภาคทฤษฎี : วิทยากรได้บรรยายถึงทฤษฎีและสาเหตุของปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็มเข้าสู่ชั้นน้ำบาดาลชายฝั่ง (Saltwater Intrusion in coastal aquifer) ซึ่งมีสาเหตุมาจากหลายๆปัจจัย เช่น การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเล การกัดเซาะชายฝั่ง การรั่วซึมของน้ำเค็มจากแหล่งน้ำผิวดิน การสูบน้ำบาดาลเกินสมดุล เป็นต้น บรรยากาศการฝึกอบรม ดังแสดงในรูปที่7 สำหรับหัวข้อต่างๆที่วิทยากรได้ทำการบรรยายในห้องอบรม ได้แก่

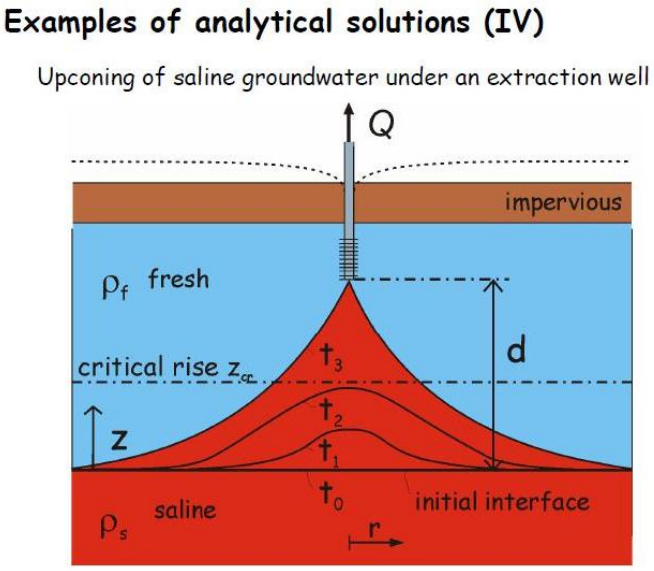
1) <u>ประเภทของน้ำ</u> :

ในการบรรยายกล่าวถึงการแยกแยะชนิดของน้ำตามสัดส่วนหรือองค์ประกอบทางเคมี เช่นน้ำจืด น้ำเค็ม หรือน้ำกร่อย โดยใช้ลักษณะส่วนประกอบทางเคมีของน้ำเช่นความหนาแน่น (Density) ซึ่งจะขึ้นกับตัวประกอบต่างๆ ได้แก่อุณหภูมิ ความดัน และปริมาณสารละลายมวลรวม (TDS) ของน้ำนั้นๆ โดยเฉพาะปริมาณของคลอไรด์ (Chloride concentration) จะเป็นองค์ประกอบหลักในการจำแนก ทั้งนี้ โดยทั่วไปในระบบน้ำบาดาลชายฝั่งจะมีความแตกต่างในด้านความหนาแน่นของน้ำจืดกับน้ำเค็มดังต่อไปนี้ คือ ในน้ำบาดาลจืดจะมีความหนาแน่น(Pf) = 1,000 kg./m^3 ในขณะที่น้ำเค็มจะมีความหนาแน่น(Ps) = 1,025 kg./m^3 หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ สัดส่วนผลต่างความหนาแน่นของน้ำเค็มต่อน้ำจืด ((Ps -Pf)/ pf)= 1/4 หรือ = 0.025 นั่นเอง

2) <u>ระบบแนวสัมผัสของชั้นน้ำจืด-ชั้นน้ำเค็ม</u> :

ผู้บรรยายได้อธิบายทฤษฎีของลักษณะการเกิดแนวสัมผัสรอยต่อระหว่างชั้นน้ำจืดกับชั้นน้ำเค็ม (Fresh-saline interface) แบบต่างๆ ในลักษณะของความแตกต่างของระดับแรงดันน้ำ (Head) ที่เกิดขึ้นอันเป็นผลมาจากความแตกต่างของความหนาแน่นของน้ำนอกจากนี้ผู้บรรยายยังได้ยกตัวอย่างกรณีศึกษาถึงชนิดชั้นรอยต่อในลักษณะต่างๆ เช่น

- ชั้นน้ำไร้แรงดัน (Unconfined aquifer) อธิบายถึงการเพิ่มเติมของน้ำ (Natural Groundwater Recharge) มาเกี่ยวข้องด้วยทำให้เกิดเป็นเลนส์น้ำจืด (Fresh water lens) ขึ้นในส่วนบน



<u>รูปที่ 8</u> ลักษณะการยกตัวของกรวยน้ำเค็มขณะมีการสูบบ่อบาดาล

- ชั้นน้ำมีแรงดัน (Confined aquifer) เป็นการอธิบายการเกิดแนวสัมผัสฯในชั้นน้ำแบบที่มีชั้นทึบน้ำ (Aquicludes) มาปิดกั้น ในชั้นน้ำบาดาลชายฝั่ง

- ชั้นน้ำกึ่งมีแรงดัน (Semi-confined aquifer) อธิบายถึงแนวรอยต่อของชั้นน้ำบาดาลชายฝั่งที่กึ่งมีแรงดัน ซึ่งเป็นลักษณะชั้นน้ำที่ปิดกั้นด้วนชั้นกั้นน้ำ (Aquitards) ซึ่งสามารถยอมให้เกิดการไหลผ่านในแนวดิ่งได้บ้าง

3) <u>การยกตัวสูงขึ้นชั้นน้ำเค็ม</u> (Upconing of saline groundwater) :
เป็นการอธิบายถึงการยกตัวสูงขึ้นของกรวยน้ำเค็ม ในบริเวณบ่อที่มีการสูบน้ำบาดาล กล่าวคือเมื่อเกิดการสูบน้ำบาดาลจากบ่อสูบ ทำให้ระดับแรงดันน้ำในบ่อ (Piezometric heads) ลดลง และส่งผลให้รอยต่อของชั้นน้ำจืดกับชั้นน้ำเค็มยกตัวสูงขึ้นเป็นรูปกรวย และเมื่อมีการสูบอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน ก็จะทำให้มีผลต่อคุณภาพน้ำที่สูบจากบ่อ ทั้งนี้จะต้องมีการควบคุมการสูบให้อยู่ระดับที่เหมาะสม ไม่ให้กรวยน้ำเค็มขึ้นมาถึงระดับบ่อได้ ลักษณะการเกิดกรวยน้ำเค็มดังแสดงในรูปที่ 8

4) <u>ผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล</u> :

เป็นการบรรยายถึงผลกระทบจากปรากฏการณ์ที่รับดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้นทั่วโลก ซึ่งจะส่งผลต่อระบบน้ำบาดาลชายฝั่งในลักษณะต่อไปนี้คือ

(I) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง มีการรุกล้ำเข้ามาของน้ำทะเลสู่แผ่นดินเกิด การกัดชายฝั่ง ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อระบบชั้นน้ำบาดาลชายฝั่งอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

(II) เกิดการรุกเข้ามาของน้ำเค็มสู่ปากแม่น้ำ ทำให้มีโอกาสปนเปื้อนสู่ชั้นน้ำจืดชายฝั่ง ถ้าหากระบบท้องน้ำถูกทำลายจนก่อให้เกิดการปนเปื้อนได้

(III) ระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อชั้นน้ำบาดาลชายฝั่งอาจเกิดการรั่วซึมของชั้นน้ำเค็มเข้ามาในชั้นน้ำจืด เมื่อเกิดการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ ส่งผลให้แนวรอยต่อของชั้นน้ำขยับเข้าไปในแผ่นดินเรื่อย

โดยผลกระทบที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์จะเป็นตัวเร่งให้เกิดการรุกล้ำของชั้นน้ำเค็มเกิดได้เร็วขึ้น

5) <u>การป้องกันการรุกล้ำของชั้นน้ำเค็ม</u> :

ผู้บรรยายอธิบายถึงเทคนิควิธีการต่างๆในการควบคุมและป้องกันการรุกล้ำของชั้นน้ำเค็ม เข้าสู่ชั้นน้ำบาดาลชายฝั่ง เช่น

(I) การสร้างชั้นกั้นขวางชั้นน้ำจืด (Freshwater injection barriers) โดยการอัดน้ำจืดลงไปตรงชั้นรอยต่อชั้นน้ำ หรือบริเวณพื้นที่ใกล้ๆชายฝั่ง

(II) การสูบเอาน้ำเค็มและน้ำกร่อยออก ซึ่งต้องควบคุมระดับแรงดันน้ำ (Head) ไม่ให้ลดมากเกินไป

(III) การปรับปรุงอัตราการสูบน้ำให้หลากหลาย โดยอาจมีการลดอัตราการสูบลงเป็นช่วงๆ หรือย้ายจุดบ่อสูบน้ำ ทั้งนี้ในกรณีที่ต้องมีกิจกรรมที่ต้องสูบน้ำอย่างต่อเนื่อง เช่น การประปา การทำเกษตร หรือการอุตสาหกรรม เทคนิคนี้อาจไม่ค่อยได้ผลเท่าที่ควร

(IV) การถมทะเล

(V) เพิ่มการเติมน้ำ (Artificial recharge) ในพื้นที่ชายฝั่ง เพื่อให้เกิดการเติมน้ำจืดเข้าไปลดการเกิดลิ่มน้ำเค็มชายฝั่ง

(VI) สร้างสิ่งกีดขวางใต้ดิน เช่นกำแพงกั้นน้ำเค็ม กำแพงดินเหนียว เป็นต้น

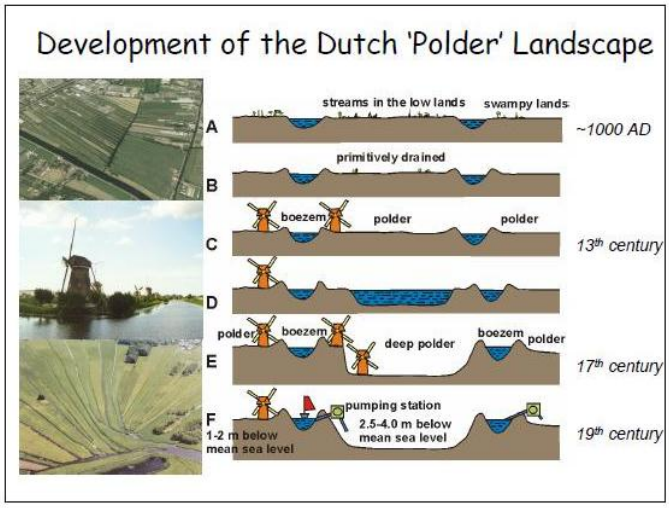
อย่างไรก็ตามเทคนิคต่างๆเหล่านี้จะต้องใช้ผสมผสานกับกระบวนการอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ด้วย เช่นข้อกำหนด หรือกฎหมายที่เกี่ยวกับการอนุญาตให้สูบน้ำ หรือการกำหนดพืชที่ใช้ปลูกในบริเวณที่เกิดปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็ม เพื่อลดการสูบน้ำลง เป็นต้น

6) <u>ปัญหาการรุกล้ำของชั้นน้ำเค็มในประเทศเนเธอร์แลนด์</u> :

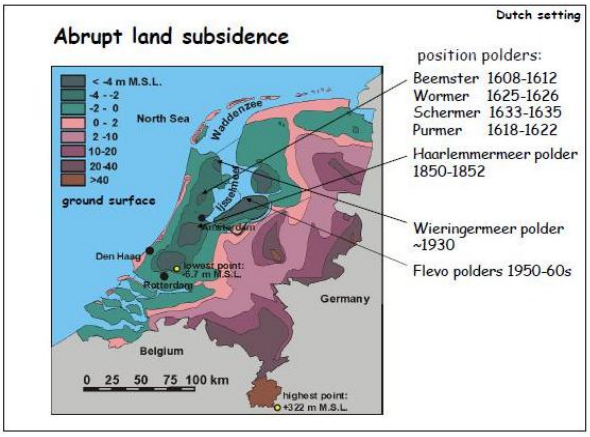
วิทยากรได้บรรยายถึงลักษณะพื้นที่ของประเทศเนเธอร์แลนด์ที่มีลักษณะเฉพาะพิเศษและวิวัฒนาการของปัญหาที่เกิดขึ้นตลอดจนการแก้ไขปัญหา

(I) วิวัฒนาการของปัญหา

ประชากรของประเทศเนเธอร์แลนด์ปัจจุบันมีทั้งสิ้นประมาณ 16 ล้านคน โดยกว่า8 ล้านคนอาศัยอยู่ในบริเวณพื้นที่ที่อยู่ใกล้กับชายฝั่งทะเล ทั้งนี้พื้นที่ดังกล่าวมีสภาพที่เป็นทะเลสาบและดินดอนปากแม่น้ำมาก่อน (Lagoon and deltaic area) จึงมีการถ่ายเทของน้ำทะเลและน้ำจืดอยู่ตลอดเวลา ต่อมาเมื่อมีผู้คนเข้ามาอาศัยอยู่มากขึ้นก็พยายามเอาชนะธรรมชาติเพื่อเหตุผลเพื่อความอยู่รอดในการดำรงอาชีพทางกสิกรรม จึงมีการสูบน้ำออกจากทะเลสาบและแหล่งน้ำ เพื่อที่จะให้มีที่ดินทำกินมากขึ้น ประกอบกับพื้นที่บริเวณดังกล่าวมีสภาพเป็นพรุ จึงมีการสะสมของชั้นพีท (Peat) เป็นจำนวนมาก โดยต่อมาได้มีการขุดถ่านพีท (Peat) ไปใช้ทำเชื้อเพลิงอย่างมากมาย ในรูปที่ 9 จะแสดงวิวัฒนาการของการเกิดปัญหาในช่วงเวลาต่างๆที่เกิดขึ้นอดีต



รูปที่ 9 แสดงวิวัฒนาการของการเกิดพื้นที่ลุ่มต่ำ(Polder) ในแถบชายฝั่งของประเทศเนเธอร์แลนด์

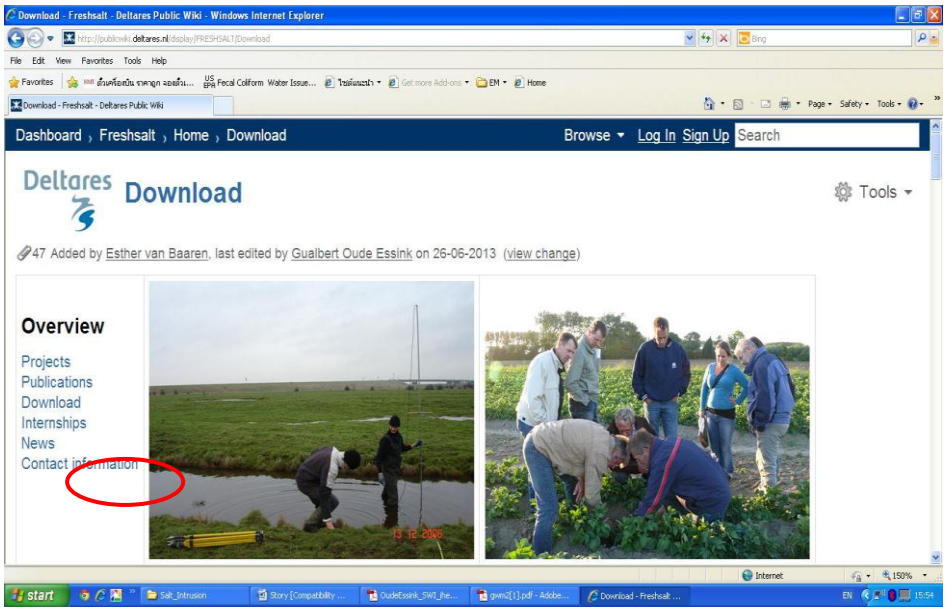


<u>รูปที่ 10</u> แสดงพื้นที่ที่เกิดการทรุดตัวของแผ่นดินและระดับความสูงของที่ราบชายฝั่งของประเทศเนเธอร์แลนด์

การสูบน้ำออกจากพื้นที่ และการขุดเอาชั้นพีทออกไปใช้มากๆเข้าจึงส่งผลให้เกิดปัญหาการทรุดตัวของแผ่นดิน (Land subsidence) และการรุกล้ำเข้ามาของน้ำทะเลอย่างกว้างขวางในเวลาต่อมา และกระทบต่อระบบน้ำบาดาลชายฝั่งของประเทศเนเธอร์แลนด์ ในที่สุด โดยในปัจจุบันระดับความสูงของพื้นที่ลุ่มต่ำชายฝั่งของประเทศเนเธอร์แลนด์อยู่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 2– 4 เมตร (ดังแสดงในรูปที่ 10)

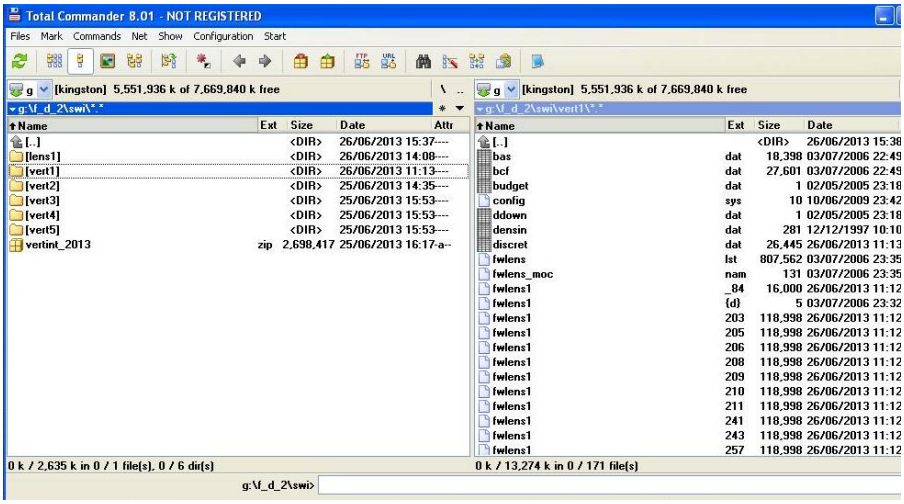
ภาคปฏิบัติการ : วิทยากรได้ให้ผู้เข้าอบรมฝึกปฏิบัติการการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ (ดังแสดงในรูปที่ 13) โดยกำหนดโจทย์และข้อมูลที่ต้องนำเข้าซึ่งต้องทำการดาวน์โหลดข้อมูลจากเวบเพจที่เก็บข้อมูลไว้

(I) ทำการดาวน์โหลดข้อมูลที่จะใช้ฝึกปฏิบัติการจากเวบเพจ http://publicwiki.deltares.nl/display/FRESHSALT/Home โดยมีหน้าจอของเวบเพจดังกล่าวดังรูปที่ 11



<u>รูปที่ 11</u> แสดงหน้าเวบเพจสำหรับดาวน์โหลดข้อมูล เพื่อนำมาใช้ในการฝึกปฏิบัติการศึกษาแบบจำลองการรุกล้ำของชั้นน้ำเค็ม

(II)ดาวน์โหลดโปรแกรม ชื่อ Total Commander เพื่อนำมาใช้งานในการบริหารจัดการไฟล์ข้อมูลที่จะใช้ในการนำเข้าสู่แบบจำลองฯ โดยหน้าตาของหน้าต่างโปรแกรมเป็นดังรูปที่ 12



<u>รูปที่ 12</u> หน้าต่างของโปรแกรม Total Commander ที่ใช้สำหรับการจัดการไฟล์ข้อมูล

(III) ใช้โปรแกรม PMWIN ในการวิเคราะห์และแสดงผลแบบจำลองการรุกล้ำของน้ำเค็ม ในโปรแกรมโมดูล MOC3D

<u>รูปที่ 13</u> บรรยากาศในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของการฝึกอบรมแบบจำลองกรณีมีการรุกล้ำของน้ำเค็ม

5.4 การนำเสนอผลงานกลุ่ม (Group works Presentations)

ในการฝึกอบรมปฏิบัติการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์น้ำบาดาลในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ผู้จัดอบรมได้จัดแบ่งผู้เข้าอบรมออกเป็น 5 กลุ่มโดยแต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยผู้เข้าอบรมจากประเทศต่างๆ คละกันเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนประสบการณ์และความรู้ระหว่างสมาชิกในกลุ่มที่มาจากต่างประเทศกัน โดยในวันสุดท้ายของการอบรม ผู้เข้าอบรมทุกคนจะต้องจัดทำรูปเล่มรายงานส่วนบุคคลผลการปฏิบัติการแบบจำลองการไหลและแบบจำลองการปนเปื้อนในน้ำบาดาลตาม Case Study ที่ดังที่กล่าวมาแล้ว และมีการนำเสนอผลงานกลุ่มหน้าห้องเพื่อวิเคราะห์ปัญหาและเสนอข้อคิดเห็นต่อผลการดำเนินงาน โดยไฟล์ข้อมูลเล่มรายงานและข้อมูลการนำเสนอผลงานกลุ่ม แสดงไว้ในภาคผนวก-ข และภาคผนวก-ค ตามลำดับ บรรยากาศในการรวมกลุ่มเพื่อปฏิบัติงาน และการนำเสนอผลงานกลุ่มของผู้ร่วมสัมมนา แสดงในรูปที่ 14 ต่อจากนั้นจะเป็นพิธีมอบวุฒิบัตรแก่ผู้เข้าอบรม (ดังรูปที่15) เป็นการเสร็จสิ้นการฝึกอบรมฯในครั้งนี้

(ก)

(ข)

(ค) **(ง)**

<u>รูปที่ 14</u> บรรยากาศการปฏิบัติงานและการนำเสนอผลงานกลุ่ม

<u>รูปที่ 15</u> พิธีมอบวุฒิบัตรแก่ผู้เข้าอบรมสัมมนาและการมอบของที่ระลึกให้แก่วิทยากรผู้อบรม

6. ประโยชน์ที่ได้รับ

จากการเข้าร่วมการอบรมเชิงปฏิบัติการหลักสูตร “การประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์น้ำบาดาล”ครั้งนี้ ทำให้ทราบ และเข้าใจถึงความก้าวหน้าทางด้านวิชาการของงานด้านการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล การปนเปื้อนในชั้นน้ำบาดาล และโดยเฉพาะทรัพยากรน้ำบาดาลบริเวณชายฝั่งทะเล ไม่ว่าจะเป็นงานวิจัยด้านการลุกล้ำของน้ำทะเลในพื้นที่ติดชายฝั่งทะเลของแต่ละภูมิภาค การบริหารจัดการและการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาลในใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนและมีประสิทธิภาพ รวมทั้งผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการบริหารจัดการชั้นน้ำบาดาลชายฝั่งทะเล เช่น การพัดผ่านของพายุที่มากขึ้น ระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้น การผันแปรของอุณหภูมิน้ำทะเล และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป็นต้นนอกจากนี้ คณะเข้าร่วมการอบรมเชิงปฏิบัติการ ยังได้รับประโยชน์จากการฝึกอบรมโปรแกรมต่างๆ ได้แก่ PMWIN, MT3D และ MOC3D เพื่อทำให้เข้าใจถึงพฤติกรรมการไหลของระบบน้ำบาดาล การปนเปื้อนของสารมลพิษ การวางระบบเพื่อออกแบบการฟื้นฟู และเฝ้าระวังการปนเปื้อนของมลพิษเข้าสู่ชั้นน้ำบาดาล การรุกล้ำของน้ำเค็มเข้าสู่ชั้นน้ำบาดาล โดยการนำแบบจำลองคณิตศาสตร์น้ำบาดาลมา

ประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ต่าง เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการบริหารทรัพยากรน้ำบาดาลให้สามารถใช้ได้อย่างยั่งยืนในอนาคตต่อไป

ในการนี้คณะผู้เข้าร่วมการประชุม จะนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้จากการประชุมและดูงานดังกล่าว นำมาใช้ปรับปรุงและพัฒนาในหลายด้านที่เกี่ยวข้องกับน้ำบาดาลของประเทศไทยต่อไป ดังเช่น การพัฒนาด้านวิชาการของชั้นน้ำบาดาลชายฝั่งทะเล นอกจากนั้น ยังได้แนวคิดในการนำกลไกเศรษฐศาสตร์และกฎหมายมาใช้เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น จากกรณีศึกษาต่างๆ เพื่อให้การบริหารจัดการน้ำบาดาลมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและเป็นไปอย่างยั่งยืนและไม่เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ เทคโนโลยีและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ด้านน้ำบาดาล เพื่อพัฒนาขีดความสามารถของบุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังนี้

1. สามารถนำวามรู้ที่ได้เกี่ยวกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล การเฝ้าระวังการปนเปื้อนของสารมลพิษเข้าสู่ชั้นน้ำบาดาล โดยนำเทคโนโลยีสมัยใหม่และเทคโนโลยีที่เหมาะสม ได้แก่ แบบจำลองคณิตศาสตร์น้ำบาดาล เพื่อใช้ในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลโดยเฉพาะบริเวณพื้นที่มีความอ่อนไหวและง่ายต่อการถูกปนเปื้อน เช่น เขตอุตสาหกรรมและชายฝั่ง เพื่อไปปรับใช้กับการดำเนินงานของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. ได้มีโอกาสในการแลกเปลี่ยนความรู้และข้อมูล ระหว่างนักวิชาการระดับนานาชาติ เพื่อการสร้างเครือข่ายความร่วมมือในอนาคตในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลต่อไป

3. ได้ฝึกปฏิบัติจริงทำให้เกิดการต่อยอดทักษะและเพิ่มพูนความรู้และยกระดับและฟื้นฟูความรู้และทักษะของบุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล รวมถึงได้มีโอกาสนำความรู้ที่ได้มาถ่ายทอด และอบรมสัมมนาเชิงปฏิบัติการให้แก่เจ้าหน้าที่ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลที่ทำงานเกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้มีความถูกต้องตามหลักวิชาการมากยิ่งขึ้น ถือเป็นการพัฒนาขีดความสามารถของบุคลากรของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

4. ได้รับความรู้ความเข้าใจในการคิดออกแบบแบบจำลองคณิตศาสตร์น้ำบาดาลตามกระบวนการของการออกแบบจำลองชั้นน้ำบาดาลให้สอดคล้องไปตามหลักการอุทกธรณีวิทยา สามารถเตรียมข้อมูลและนำเข้าของชั้นข้อมูลได้อย่างถูกต้อง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 หลักสูตรการอบรมในครั้งนี้เน้นในเรื่องการฝึกการประยุกต์ใช้โปรแกรมการสร้างแบบจำลองน้ำบาดาลจริงในห้องปฏิบัติการ แต่ด้วยระยะเวลาการฝึกอบรมเพียงช่วงเวลาสั้นๆ อาจเป็นข้อจำกัด จึงควรที่จะได้มีโอกาสเพิ่มเติมประสบการณ์ต่อเนื่องหลังจากผ่านการฝึกอบรมไปแล้ว โดยนำมาประยุกต์หรือปฏิบัติงานจริงในโครงการต่างๆที่เกี่ยวข้อง ที่ดำเนินการโดยกรมทรัพยากรน้ำบาดาลต่อไป

7.2 เนื่องจากการฝึกอบรมเป็นการใช้ข้อมูลที่มีอยู่แล้ว แต่ไม่ได้พูดถึงขั้นตอนกระบวนเกี่ยวกับการจัดเก็บจัดเตรียมและวิเคราะห์ข้อมูล ดังนั้นควรให้ความสำคัญกับหลักสูตรอื่นๆที่เป็นการฝึกอบรมเกี่ยวกับขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูลด้วยก็จะเป็นสิ่งที่ดี

7.3 การฝึกอบรมในหลักสูตรนี้จะเป็นพื้นฐานที่ดีสำหรับการฝึกอบรมในหลักสูตรอื่นๆที่เกี่ยวข้องและต่อเนื่องสำหรับผู้เข้าอบรมในโอกาสต่อไป

8. ผู้จัดทำรายงาน

8.1 นายไฉน	รินแก้ว	นักธรณีวิทยาชำนาญการ	สังกัด	สอฟ.
8.2 นางสาวพรอุษา	อุดมศิลป์	นักธรณีวิทยาชำนาญการ	สังกัด	สสป.
8.3 นางสาวนงนุช	ดวงอภัย	นักธรณีวิทยาปฏิบัติการ	สังกัด	สอฟ.
8.4 นายรุ่งโรจน์	เบญจกุล	นักธรณีวิทยาปฏิบัติการ	สังกัด	สอฟ.

รายงานการศึกษาดูงาน
ด้านเทคนิคจัดฝึกอบรมช่างเจาะน้ำบาดาล
ระหว่างวันที่ 20 – 29 มีนาคม 2556
ณ รัฐควีนสแลนด์ เครือรัฐออสเตรเลีย

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

รายงานการศึกษาดูงาน
ด้านเทคนิคจัดฝึกอบรมช่างเจาะน้ำบาดาล
ระหว่างวันที่ 20 – 29 มีนาคม 2556
ณ รัฐควีนสแลนด์ เครือรัฐออสเตรเลีย

---

1. หลักการและเหตุผล

ทรัพยากรน้ำบาดาลจัดเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง สำหรับเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคเป็นสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐานของประชาชน เพื่อใช้กระบวนการการผลิตในภาคธุรกิจ ภาคการเกษตรและภาคอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาคการเกษตรและภาคอุตสาหกรรมนั้นมีความต้องการใช้น้ำปริมาณมาก เพื่อการดำเนินกิจกรรมต่อเนื่องภายในองค์กร รวมทั้งการใช้น้ำบาดาลเพื่อเป็นแหล่งสำรองน้ำสำคัญที่สามารถใช้ได้ในสภาวะขาดแคลนหรือสถานการณ์ฉุกเฉิน รัฐบาลจึงควรให้ความสำคัญอย่างยิ่งในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล เพื่อการจัดสรรทรัพยากรน้ำบาดาลที่มีคุณภาพรองรับคุณภาพชีวิตขั้นพื้นฐานของจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นและการเจริญเติบโตทั้งเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของประเทศ รวมทั้งการใช้ประโยชน์ทรัพยากรน้ำบาดาลอย่างยั่งยืน โดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบร้ายแรงต่อสิ่งแวดล้อม

ทั้งนี้ รัฐควีนสแลนด์ เครือรัฐออสเตรเลีย เป็นประเทศที่มีทรัพยากรน้ำบาดาลที่มีอยู่อย่างจำกัดมาก จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้น้ำบาดาลให้เกิดความคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อประชาชนและการพัฒนาความเจริญก้าวหน้าของประเทศ ทั้งความก้าวหน้าทางนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีน้ำบาดาลและองค์ความรู้ด้านน้ำบาดาลขั้นสูง อันเป็นที่ยอมรับในระดับนานาชาติ และการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลที่มีประสิทธิภาพยิ่ง ดังนั้น จึงเป็นโอกาสที่ดีที่จะให้ข้าราชการ ทบ. และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ศึกษาดูงาน ณ ประเทศดังกล่าว เพื่อรับทราบและเรียนรู้เทคนิค และการแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับหลักสูตรฝึกอบรมของช่างเจาะน้ำบาดาล รวมทั้งการถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านน้ำบาดาลที่เกี่ยวข้องกับการเจาะน้ำบาดาล เพื่อพัฒนาขีดความสามารถของบุคลากรช่างเจาะน้ำบาดาลให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาดูงานด้านเทคนิคการฝึกอบรมและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการเจาะน้ำบาดาล ที่ทันสมัย

2.2 ศึกษาและดูงานการบริหารจัดการน้ำบาดาลร่วมกับน้ำผิวดินด้วยเทคโนโลยีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

2.3 เพื่อให้ข้าราชการ ทบ. และผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานด้านการฝึกอบรมด้านการเจาะน้ำบาดาลได้เรียนรู้ เข้าใจ และสามารถนำประสบการณ์ที่ได้รับมาประยุกต์ใช้ในงานที่รับผิดชอบ เพื่อประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศไทยอย่างต่อเนื่อง

2.4 เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ สำหรับการวางแนวทาง การกำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการ ในด้านการฝึกอบรมด้านการเจาะน้ำบาดาล เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพหลักสูตรที่มีอยู่ในประเทศไทยให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล

3. <u>กำหนดการและสถานที่ดูงาน</u>

วันที่ 22 มีนาคม 2556	ศึกษาดูงานสถาบันเอกชนด้านการฝึกอบรมช่างเจาะน้ำบาดาลออสเตรเลีย (Australasian Drilling Institute) ซึ่งเป็นสถาบันเอกชนที่มุ่งเน้นในการพัฒนาขีดความสามารถของช่างเจาะน้ำบาดาลของออสเตรเลีย ให้มีความทักษะและความรู้ในการขุดเจาะบ่อน้ำบาดาลอย่างถูกต้อง รัฐควีนสแลนด์ เครือรัฐออสเตรเลีย
วันที่ 23 มีนาคม 2556	ศึกษาดูงานศูนย์เพาะพันธุ์พฤษศาสตร์ของบริสเบน (Brisbane Botanic Garden)ซึ่งมีการบริหารจัดการน้ำภายในศูนย์อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อการจัดสรรน้ำให้เพียงพอและเหมาะสมต่อพันธุ์พืช
วันที่ 24 มีนาคม 2556	ศึกษาดูงานภาคสนามของสถาบันเอกชนด้านการฝึกอบรมช่างเจาะน้ำบาดาลออสเตรเลียร่วมกับเหมืองแร่โบรมินตัน (Bromelton Quarry) เพื่อให้ช่างเจาะน้ำบาดาลได้มีประสบการณ์ ขุดเจาะบ่อน้ำบาดาลจริง มีทักษะในการอุปกรณ์ขุดเจาะได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม
วันที่ 25 มีนาคม 2556	สำรวจและศึกษาด้านการบริหารจัดการแหล่งน้ำของเมืองบริสเบน (Brisbane) รัฐควีนสแลนด์ โดยมุ่งเน้นการใช้ประโยชน์แหล่งน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัด ให้ใช้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด มีแหล่งน้ำสำรองที่ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน และไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
วันที่ 26 มีนาคม 2556	ศูนย์การจัดการน้ำระหว่างประเทศ (International Water Centre) โดยมีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาองค์ความรู้และบุคลากรด้านการบริหารจัดการน้ำทั้งในการด้านนโยบาย กลยุทธ์และแผนปฏิบัติการของภายในประเทศและต่างประเทศ
วันที่ 27 มีนาคม 2556	ศึกษาดูงานกรมทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและเหมืองแร่แห่งรัฐควีนสแลนด์ (Department of Natural Resources and Mines, Queensland) ซึ่งเป็นหน่วยงาน ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการออกใบอนุญาตช่างเจาะน้ำบาดาล กำกับและควบคุมการเจาะน้ำบาดาลให้เป็นไปตามกฎหมาย
วันที่ 28 มีนาคม 2556	ศึกษาดูงานโรงงานผลิตเบียร์ XXXX ซึ่งเป็นโรงงานผลิตเบียร์ยอดนิยมประจำท้องถิ่นของรัฐควีนสแลนด์ เครือรัฐออสเตรเลีย โดยมีการแสดงรายละเอียดของการปรับปรุงคุณภาพน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตเบียร์

4. รายชื่อผู้ศึกษาดูงาน

4.1	นายสัมฤทธิ์	ชุษณะทัศน์	รองอธิบดีกรมทรัพยากรน้ำบาดาล
4.2	นายสวัสดิ์	กิจจามัย	ผู้อำนวยการสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จังหวัดสมุทรสาคร
4.3	นายสุรพล	ธรรมสาร	ที่ปรึกษาพิเศษด้านการประกอบกิจการน้ำบาดาล
4.4	นายบุญยิ่ง	กู้สวัสดิ์	รองประธานสถาบันน้ำเพื่อความยั่งยืน สภาอุตสาหกรรม
4.5	นายทนงศักดิ์	ล้อชูสกุล	ผู้อำนวยการสำนักทรัพยากรน้ำบาดาลเขต 9 ระยอง
4.6	นายกุศล	โชติรัตน์	ผู้อำนวยการสำนักทรัพยากรน้ำบาดาลเขต 12 สงขลา
4.7	นางสาวกัญญา	เดือนนวล	ผู้อำนวยการส่วนกองทุนพัฒนาน้ำบาดาล
4.8	นายสมนึก	จิรัฐจินดางกูร	นายช่างเครื่องกลชำนาญงาน
4.9	นายวชรเมธา	จันทพิมพะ	นายช่างเครื่องกลชำนาญงาน
4.10	นายคณุตม์	พลดุล	นักวิชาการทรัพยากรธรณีปฏิบัติการ

5. <u>รายละเอียดการศึกษาดูงาน</u>

5.1 ศึกษาดูงานสถาบันเอกชนด้านการฝึกอบรมช่างเจาะน้ำบาดาลออสเตรเลีย (Australasian Drilling Institute) ซึ่งเป็นสถาบันเอกชนที่มุ่งเน้นในการพัฒนาขีดความสามารถของช่างเจาะน้ำบาดาลของออสเตรเลีย ให้มีทักษะและความรู้ในการขุดเจาะบ่อน้ำบาดาลอย่างถูกต้อง รัฐควีนสแลนด์ เครือรัฐออสเตรเลีย

คณะศึกษาดูงานเดินทางจากโรงแรมที่พักในเมืองบริสเบน มาที่สถาบันเอกชนด้านการฝึกอบรมช่างเจาะน้ำบาดาลออสเตรเลีย(Australasian Drilling Institute) ที่ตั้งอยู่เลขที่ 3/423 Bradman Street, Acacia Ridge, เมืองบริสเบน รัฐควีนสแลนด์ เวลา 9.30 น. เพื่อเข้ารับฟังการบรรยายโดยเจ้าหน้าที่สถาบันฯ คุณลิลี่ คาวา (Mr. Lili Cava) ผู้อำนวยการด้านการจัดการสถาบันแห่งนี้ (Managing Director) โดยรายละเอียดการศึกษาดูงานมีดังนี้

รูปที่ 1 สถาบันเอกชนด้านการฝึกอบรมช่างเจาะน้ำบาดาลออสเตรเลีย ณ เมืองบริสเบน รัฐควีนสแลนด์ เครือรัฐออสเตรเลีย (ภาพโดย: นายคณุตม์ พลดุล)

ความเป็นมาของสถาบันเอกชนนี้ เริ่มก่อตั้งขึ้น ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2005 โดยมีภารกิจหลักในการพัฒนาวิชาชีพของช่างเจาะของเอกชนให้ปฏิบัติงานได้อย่างเป็นมืออาชีพ ถูกต้องตามหลักวิชาการช่างเจาะมีการฝึกอบรมและให้ใบรับรองวิชาชีพช่างเจาะ

ทั้งนี้ ได้ออกแบบหลักสูตรให้ครอบคลุมและเหมาะสม ในระดับผู้เริ่มต้นการเป็นช่างเจาะ ระดับผู้ที่เป็นช่างเจาะต้องการพัฒนาวิชาชีพ และผู้ที่ต้องการข้ามสายอาชีพเฉพาะ ดังเช่น ช่างเจาะน้ำมันเป็นช่างเจาะน้ำบาดาล เป็นต้น จึงทำให้สถาบันดังกล่าวมีความเกี่ยวข้องกับหลายอุตสาหกรรมในรัฐควีนสแลนด์ ในฐานะองค์กรที่ผลิตบุคลากรด้านวิชาชีพช่างเจาะ เช่น อุตสาหกรรมน้ำมัน อุตสาหกรรมด้านน้ำบาดาล อุตสากรรมเหมืองแร่ เป็นต้น ซึ่งมีบริษัทสาขาและให้บริการ 2 แห่ง คือ เมืองบริสเบน (Brisbane) และเมืองแ คนส์ (Cairns) รัฐควีนสแลนด์ เครือรัฐออสเตรเลีย โดยได้ผลิตบุคลากรช่างเจาะที่มีคุณภาพประมาณปีละ 600 คนต่อปี

สถาบันเอกชนด้านการฝึกอบรมช่างเจาะน้ำบาดาลออสเตรเลีย ซึ่งประกอบด้วยหลักสูตรฝึกอบรมช่างเจาะ 4 หลักสูตร โดยแบ่งตามประเภทของอุตสาหกรรมช่างเจาะมีดังนี้ 1) ช่างเจาะสำรวจเหมืองแร่ 2) ช่างเจาะน้ำมันและแก๊ส 3) ช่างเจาะบ่อน้ำบาดาล และ 4) ช่างขุดเจาะและการระเบิด พร้อมทั้งมีเจ้าหน้าที่มีความเชี่ยวชาญและประสบการณ์การเจาะเฉพาะด้านมากมาย

ในกรณีของช่างเจาะน้ำบาดาล สถาบันนี้ให้การรับรองใบประกาศนียบัตรรับรองวิชาชีพช่างเจาะน้ำบาดาล ซึ่งประกาศนียบัตรดังกล่าวนี้เป็นหลักฐานสำคัญขั้นต้นที่ใช้อ้างอิงในการมีคุณสมบัติประกอบวิชาชีพเป็นช่างเจาะน้ำบาดาล ใบประกาศนียบัตรของช่างเจาะน้ำบาดาลแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1) ประกาศนียบัตรช่างเจาะระดับหนึ่ง (Certificate I) เป็นหลักสูตรขั้นพื้นฐานในการเป็นผู้ช่วยช่างเจาะ โดยฝึกอบรมภาคทฤษฎีและความปลอดภัยของการเจาะขั้นพื้นฐาน

2) ประกาศนียบัตรช่างเจาะระดับสอง (Certificate II) เป็นหลักสูตรขั้นกลางของการเป็นผู้ช่วยช่างเจาะ โดยเป็นหลักสูตรด้านการเจาะที่เข้มข้นทางวิชาการและการปฏิบัติงานในภาคสนามยิ่งขึ้น

3) ประกาศนียบัตรช่างเจาะน้ำบาดาลระดับสาม (Certificate III) เป็นหลักสูตรขั้นสูงของการเป็นช่างเจาะ โดยจะมีการแยกเฉพาะทางด้านการเจาะต่างๆ ยกตัวอย่างเช่น ช่างเจาะน้ำมัน ช่างเจาะเหมืองแร่ ช่างเจาะบ่อน้ำบาดาล เป็นต้น ซึ่งประกาศนียบัตรดังที่กล่าวนี้ เป็นหลักฐานสำคัญขั้นต้นที่ใช้อ้างอิงในการมีคุณสมบัติประกอบวิชาชีพเป็นช่างเจาะน้ำบาดาล

4) ประกาศนียบัตรช่างเจาะน้ำบาดาลระดับสี่ (Certificate IV) เป็นหลักสูตรขั้นสูงสุดของการเป็นช่างเจาะเฉพาะด้าน โดยมีคุณสมบัติในการเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการขุดเจาะน้ำบาดาล สามารถทำงานเป็นที่ปรึกษาการเจาะน้ำบาดาล หรือปรับปรุงพัฒนาเทคนิคการเจาะน้ำบาดาลให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

เมื่อช่างเจาะน้ำบาดาลได้ผ่านการฝึกอบรมทางภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติในการขุดเจาะบ่อน้ำบาดาลจากสถาบัน จนกระทั่งได้อย่างน้อยในระดับขั้นสูง คือ ประกาศนียบัตรช่างเจาะน้ำบาดาลระดับสาม (Certificate III) หลังจากนั้น ช่างเจาะน้ำบาดาลจะต้องผ่านการสอบและการทดสอบภาคสนามในการเจาะบ่อ น้ำบาดาลตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดของกรมทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของรัฐควีนสแลนด์อีกที (ทดสอบเจาะบ่อน้ำบาดาลจริงอย่างน้อย 6 บ่อ ให้ผ่านตามหลักเกณฑ์ที่หน่วยงานรัฐกำหนดมาตรฐานไว้) เพื่อจะได้ใบอนุญาตช่างเจาะน้ำบาดาล โดยใบอนุญาตช่างเจาะน้ำบาดาลจะให้การอนุญาตเป็นช่วงระยะเวลา 10 ปี ร่วมทั้งการต่ออายุใบอนุญาตช่างเจาะบ่อน้ำบาดาลด้วย

สำหรับระบบฝึกอบรมของสถาบันนี้ มุ่งเน้นด้านระบบสื่อการเรียนการสอนและฝึกอบรมหลายด้าน (Multimedia) ทั้งระบบวิทิทัศน์ที่มีภาพและเสียงประกอบ เนื่องจากประสบปัญหาเช่นเดียวกับประเทศไทย คือ ช่างเจาะบางท่านไม่สามารถอ่านออกเขียนได้ มีระบบออนไลน์รองรับการเรียนการสอนในระยะไกลสำหรับนักศึกษาที่อยู่ไกลหรือนักศึกษาต่างชาติ มีการทดสอบวัดระดับความรู้ของช่างเจาะ ทั้งก่อนฝึกอบรมแลภายหลังผึกอบรม และการจัดตั้งหลักสูตรสำหรับช่างเจาะน้ำบาดาลต่างชาติ รวมทั้งการออกแบบและพัฒนาหลักสูตรช่างเจาะให้ตรงตามความต้องการของแต่ละหน่วยงาน (Tailor-Made Program)

สำหรับบรรยากาศในสอนจริงของสถาบันนี้ จะมุ่งเน้นการจัดสรรจำนวนผู้เรียนและผู้สอนให้เหมาะสม โดยจำกัดจำนวนผู้สอน 1 ท่าน ต่อผู้เรียนจำนวน 6 คน เพื่อให้ผู้สอนได้เข้าถึงและมีปฏิสัมพันธ์แก่ผู้เรียนทุกคน ทั้งนี้ ผู้เรียนจำนวน 6 คน จะประกอบด้วย ผู้ที่ปฏิบัติงานจริงในอุตสาหกรรมช่างเจาะอย่างน้อยจำนวน 2 - 3 ท่าน ส่วนที่เหลือจะเป็นผู้เริ่มต้นและผู้ที่เปลี่ยนสายงานเฉพาะ เพื่อให้มีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์จริงจากที่ทำงานมาสู่ห้องเรียน มีการถกอภิปรายถึงปัญหา และหาแนวทางวิธีการแก้ไขปัญหาที่สามารถปฏิบัติได้จริงในขั้นท้ายที่สุด นอกจากนี้ คณะศึกษาดูงานยังได้มีโอกาสดูสถานที่เก็บอุปกรณ์เครื่องเจาะที่อยู่บริเวณใกล้เคียงกับสถาบัน เพื่อให้ผู้ฝึกอบรมช่างเจาะมีความคุ้นเคยและเคยชินต่อการใช้งานอุปกรณ์เครื่องเจาะ ก่อนที่จะไปปฏิบัติงานในภาคสนามจริงๆ

รูปที่ 2 คณะศึกษาดูงานเข้าเยี่ยมสถานที่ฝึกอบรมช่างเจาะจริงของสถาบัน
(ภาพโดย: นายสมนึก)

5.2 ศึกษาดูงานศูนย์พฤษศาสตร์เมืองบริสเบน (Brisbane Botanic Garden) ซึ่งมีการบริหารจัดการน้ำภายในศูนย์อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อการจัดสรรน้ำให้เพียงพอและเหมาะสมต่อพันธุ์พืช

คณะศึกษาดูงานเดินทางจากโรงแรมที่พักในเมืองบริสเบน มาที่ศูนย์พฤษศาสตร์เมืองบริสเบน (Brisbane Botanic Garden) รัฐควีนสแลนด์ สถานที่ตั้งอยู่ทูวอง (Toowong) ห่างจากเมืองบริสเบนประมาณ 7 กิโลเมตร บริเวณใกล้เคียงกับภูเขาคอตตา (Coot-tha Mountain) เพื่อเข้าเยี่ยมชมและศึกษาดูงานด้านการบริหารจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อการจัดสรรน้ำให้เพียงพอต่อความต้องการของพันธุ์พืชที่ครอบคลุมพื้นที่ 52 เฮกเตอร์ (ประมาณ 130 ไร่) จัดตั้งโดยสภาเมืองบริสเบนในปี 1976

รูปที่ 3 ศูนย์เพาะพันธุ์พืชเซอร์โธมัส (Sir Thomas Brisbane Planetarium)
(ที่มา: เว็บไซต์ของศูนย์พฤษศาสตร์)

สำหรับด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของพื้นที่ศูนย์พฤษศาสตร์ เป็นการจัดการน้ำแบบบูรณาการร่วมกันทั้งน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน ซึ่งจัดสรรปริมาณน้ำให้เพียงพอและเหมาะสมกับความต้องการของสวนแต่ละประเภทและชนิดพันธุ์พืชต่างๆ ภายใต้แนวคิดที่ว่าการจัดสภาวะที่เหมาะสมกับระบบนิเวศวิทยาที่แตกต่างของสวนแต่ละประเภทภายในศูนย์แห่งนี้

ถึงแม้ว่าจะเกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำมาใช้ภายในสวนบ้าง ในช่วงฤดูแล้งของพื้นที่ดังกล่าว แต่ทางสภาเมืองก็ได้มีการนำเทคโนโลยีมาใช้ประโยชน์ในการสำรองปริมาณน้ำไว้ใช้ คือ ผนังกั้นน้ำของชั้น น้ำบาดาล (Diaphragm Wall) ซึ่งติดตั้งไว้ในชั้นให้น้ำในชั้นน้ำดินตะกอน (Alluvium) และรอยแยกแตกของชั้นหินแข็ง (Fractured Rock Aquifer) บริเวณทิศตะวันตกเฉียงเหนือของแม่น้ำบริสเบน (Brisbane River) โดยมีลักษณะการทำงานเป็นผนังกั้นน้ำที่ป้องกันการไหลของน้ำตามความชัน (Down Water Gradient) เพื่อเพิ่มระดับชั้นน้ำบาดาลในฤดูแล้ง รวมทั้งการก่อสร้างเขื่อนกักเก็บน้ำผิวดินในบริเวณตอนเหนือของภูเขาคอตตา เพื่อสกัดกั้นการเกิดน้ำหลากไหลไปสู่แหล่งพื้นที่ชุ่มน้ำอื่น และการสำรองน้ำไว้ใช้ประโยชน์ในพื้นที่เมื่อเกิดสภาวะแห้งแล้ง

5.3 ศึกษาดูงานภาคสนามของสถาบันเอกชนด้านการฝึกอบรมช่างเจาะน้ำบาดาลออสเตรเลียร่วมกับเหมืองแร่โบรมินตัน (Bromelton Quarry) เพื่อให้ช่างเจาะน้ำบาดาลได้มีประสบการณ์ ขุดเจาะบ่อน้ำบาดาลจริง มีทักษะในการอุปกรณ์ขุดเจาะได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

คณะศึกษาดูงานได้ออกเดินทางจากโรงแรมเมืองบริสเบนในเวลา 9.30 น. ไปยังเหมืองแร่โบรมินตัน (Bromelton Quarry) ตามคำเชิญชวนของคุณลิลี่ คาวา (Mr. Lili Cava) ผู้อำนวยการด้านการจัดการสถาบันแห่งนี้ (Managing Director) สถาบันเอกชนด้านการฝึกอบรมช่างเจาะน้ำบาดาลออสเตรเลีย เพื่อเยี่ยมชมสถานที่ฝึกอบรมภาคสนามของผู้ที่ได้รับการฝึกอบรมของสถาบันดังกล่าว ให้ผู้ฝึกอบรมมีประสบการณ์จริงในการขุดเจาะ เกิดความคุ้นเคยกับอุปกรณ์ขุดเจาะ และสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการทำงานจริงได้

ความเป็นมาของเหมืองแร่โบรมินตัน เริ่มต้นขึ้นจากการขุดเจาะแร่หินบะซอลท์ (Basalt) เป็นระยะเวลาเก้าสิบปีที่ผ่านมา ในพื้นที่โบรมินตัน นำแร่หินมาใช้ประโยชน์สำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างและสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐาน ในการนี้ สถาบันเอกชนด้านการฝึกอบรมช่างเจาะน้ำบาดาลออสเตรเลีย ได้มีข้อตกลงในความร่วมมือกันกับเหมืองโบรมินตัน ในการขอใช้เป็นสถานที่ฝึกอบรมช่างเจาะน้ำบาดาลในภาคปฏิบัติจริง เนื่องจากสะดวกในการเดินทางระหว่างเหมืองกับสถาบัน ความสามารถในการฝึกช่างเจาะที่หลากหลายทั้งช่างเจาะเหมืองแร่และช่างเจาะน้ำบาดาล รวมทั้งการที่เหมืองได้รับใบอนุญาตเจาะอยู่แล้ว จึงสามารถให้ช่างเจาะขุดเจาะได้เลยโดยไม่ต้องขอใบอนุญาตใหม่อีก

สำหรับการฝึกสอนช่างเจาะ ประกอบด้วย ครูช่างเจาะที่มากด้วยประสบการณ์ 1 ท่าน เป็นผู้แนะนำการใช้งานของอุปกรณ์เครื่องเจาะ การสอนการใช้อุปกรณ์เครื่องเจาะ แนะนำข้อพึงระวังและความปลอดภัยในการปฏิบัติงานเจาะ ผู้ช่วยครูช่างเจาะ 1 – 2 ท่าน และผู้เรียนจำนวนไม่เกิน 6 ท่าน เพื่อให้ผู้อบรมได้เข้าใจและมองเห็นการทำงานของอุปกรณ์เครื่องเจาะได้อย่างชัดเจน

รูปที่ 4 แสดงแท่นเจาะบ่อน้ำบาดาลและก้าน

(ภาพโดย: นายวชรเมธา จันทพิมพะ และนายคณุตม์ พลดุล)

5.4 สำรวจและศึกษาด้านการบริหารจัดการแหล่งน้ำของเมืองบริสเบน (Brisbane) รัฐควีนสแลนด์ โดยมุ่งเน้นการใช้ประโยชน์แหล่งน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัด ให้ใช้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด มีแหล่งน้ำสำรองที่ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน และไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

คณะศึกษาดูงานเดินทางออกจากโรงแรมที่พักในเมืองบริสเบน เพื่อเข้าร่วมการดูงานด้านการบริหารจัดการน้ำของเมืองแหล่งน้ำของเมืองบริสเบน ประกอบด้วย แม่น้ำบริสเบน (Brisbane) ซึ่งเป็นแม่น้ำสายหลักขนาดใหญ่ไหลผ่านเมืองบริสเบน การจัดการน้ำฝน (Rain Bank System) และการบริการน้ำเพื่อการใช้ประโยชน์สำหรับการอุปโภคบริโภคของประชาชน ซึ่งเป็นการบริหารจัดการแหล่งต้นน้ำของแม่น้ำบริสเบน เป็นต้น

<u>แม่น้ำบริสเบน (Brisbane)</u>

คณะศึกษาดูงานสำรวจแม่น้ำบริสเบน ซึ่งเป็นแม่น้ำสายสำคัญที่หล่อเลี้ยงเมืองบริสเบนและชุมชนสำคัญตลอดสายน้ำในพื้นที่ตะวันออกเฉียงใต้ของรัฐควีนสแลนด์ เครือรัฐออสเตรเลีย ซึ่งได้ใช้ประโยชน์จาก

แม่น้ำสายนี้ ทั้งการใช้ประโยชน์จากการอุปโภคบริโภค การประกอบกิจการโรงงานอุตสาหกรรม และการขนส่งสินค้าพานิชย์และแร่ที่ถลุงได้ในบริเวณพื้นที่นี้การสำรวจในครั้งนี้ ได้เดินทางด้วยเรือ City Cat ซึ่งเป็นเรือที่ขนาดใหญ่ที่ใช้เดินทางตลอดแม่น้ำ

ในการนี้ สำหรับความเป็นมาและลักษณะทางภูมิศาสตร์ของแม่น้ำบริสเบน เริ่มที่ต้นน้ำจากทะเลสาบวิเวนโฮ (Lake Wivenhoe) ไหลผ่านลงมายังอ่าวมอเรตัน (Moreton Bay) มีความยาวทั้งสิ้นเป็นระยะทาง 344 กิโลเมตร ในช่วงต้นของศตวรรษที่ 20 พบว่าได้เกิดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่เลวร้ายลงต่อคุณภาพน้ำของแม่น้ำสายนี้ ทั้งปัญหาการปนเปื้อนของสารมลพิษ ดังเช่น ปัญหาการปนเปื้อนของยาฆ่าแมลงและสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ปัญหาการตะกอนท้องน้ำที่มีมากมาย และปัญหาความสวยงามและทัศนียภาพอันสวยงามของแม่น้ำบริสเบน ในภายหลังคณะกรรมการจัดการน้ำและสภาเมืองบริสเบน ได้เข้ามาจัดการปัญหานี้อย่างจริงจัง ทั้งการตรวจสอบควบคุมคุณภาพน้ำและ การบริหารจัดการน้ำในเพียงพอในภาวะแห้งแล้งและสภาวะฉุกเฉิน

ระบบการจัดการน้ำฝน (Rain Bank System)

การจัดตั้งระบบการจัดการน้ำฝนภายในชุมชนเมืองบริสเบนนั้น วัตถุประสงค์เพื่อการจัดการปัญหาน้ำท่วม และการป้องกันคุณภาพน้ำที่จะไหลลงสู่แม่น้ำบริสเบน รวมทั้งการสำรองปริมาณน้ำไว้ใช้ในภาวะแล้งด้วย แต่สำหรับระบบการจัดการน้ำฝนไหลของเมืองบริสเบนนี้ ยังต้องคำนึงถึงการออกแบบและใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน โดยพิจารณาการสร้างความตระหนักรับรู้ถึงความสำคัญของระบบแก่ประชาชนในชุมชน การเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ถึงประสิทธิภาพของระบบ การให้การศึกษาและความรู้ด้านระบบการบำรุงและดูแลรักษาระบบ และท้ายที่สุดคือการพัฒนานโยบายและกฎหมายเพื่อรองรับการทำงานของระบบดังกล่าวให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

สำหรับระบบจัดการน้ำฝนนี้จัดตั้งขึ้นในปี 2011 ซึ่งสามารถบำบัดและปรับปรุงคุณภาพน้ำฝนชะที่มาจากถนน ท่อน้ำและบ้านเรือนของผู้คนประมาณปีละ 77 ล้านลิตร โดยสามารถนำน้ำกลับมาใช้ประโยชน์อีกครั้งและตอบสนองต่อความต้องการที่ใช้น้ำของสวนสาธารณะขนาดใหญ่รอบเมืองถึง 85 % โดยกระบวนการระบบจัดการน้ำฝนนี้ จะเริ่มต้นจากการรวบรวมน้ำฝนชะมาไว้ในแท้งค์ใต้ดินขนาดใหญ่ จากนั้นก็จะปรับปรุงคุณภาพน้ำทางกายภาพด้วยการคัดแยกตกตะกอนขนาดใหญ่ ต่อมาคัดแยกตะกอนขนาดกลาง และสุดท้ายก็ปรับปรุงคุณภาพด้วยการกำจัดไวรัสและแบคทีเรีย

รูปที่ 5 แสดงระบบการจัดการน้ำฝน **(Rain Bank System)**
(ภาพโดย: ผอ.กัญญา เดือนนวล)

การบริการน้ำเพื่อการใช้ประโยชน์สำหรับการอุปโภคบริโภคของประชาชน

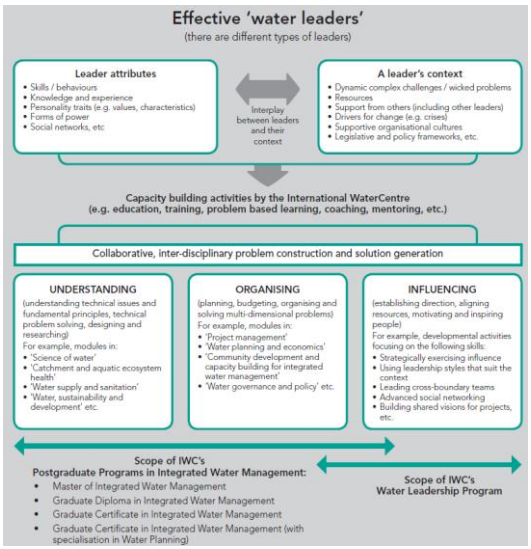
น้ำถือได้ว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญในการดำรงชีวิตของประชาชน เป็นการรับรองสิทธิขั้นพื้นฐานของประชาชน และความพึงพอใจที่สามารถใช้ทรัพยากรน้ำอย่างเต็มที่ ซึ่งสภาเมืองบริสเบนได้ตระหนักถึงความสำคัญในสิ่งเหล่านี้ จึงพยายามออกแบบระบบน้ำ และให้บริการน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคแก่ประชาชนอย่างสะดวกและทั่วถึง

5.5 ศูนย์การจัดการน้ำน้ำระหว่างประเทศ (International Water Centre) โดยมีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาองค์ความรู้และบุคลากรด้านการบริหารจัดการน้ำ ทั้งในการด้านนโยบาย กลยุทธ์และแผนปฏิบัติการของภายในประเทศและต่างประเทศ

คณะศึกษาดูงานเดินทางออกจากโรงแรมที่พักในเมืองบริสเบน เพื่อเข้าร่วมการดูงาน ณ ศูนย์การจัดการน้ำระหว่างประเทศ (International Water Centre) โดยมีหน้าที่มุ่งเน้นในการพัฒนาองค์ความรู้ด้านการบริหารจัดการน้ำ และการผลิตบุคลากรที่มีความสามารถด้านการบริหารจัดการน้ำ ซึ่งเป็นศูนย์ที่เกิดจากการก่อตั้งของ 4 มหาวิทยาลัยชั้นนำด้านการบริหารจัดการน้ำของรัฐควีนสแลนด์ เครือรัฐออสเตรเลีย ประกอบด้วย มหาวิทยาลัยควีนสแลนด์ (University of Queensland) มหาวิทยาลัย กริฟฟรีท (Griffith University) มหาวิทยาลัยโมนาช (Monash University) และมหาวิทยาลัยเวิร์สเทิร์นออสเตรเลีย (The University of Western University) ร่วมกับรัฐบาลแห่งรัฐควีนสแลนด์

ลักษณะของหลักสูตรที่เปิดสอนจะเป็นแบบการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blend Learning) ประกอบด้วย หลักสูตรระยะสั้นและระยะยาว การเรียนรู้ที่เน้นทั้งภาคทฤษฎีและภาคสนาม และการศึกษากรณีตัวอย่างที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่เรียนมากับปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงได้ อย่างไรก็ตามหลักสูตรดังกล่าว น่าจะมีความเหมาะสมกับผู้บริหารระดับต้น ซึ่งมีความรู้และประสบการณ์ด้านการบริหารจัดการน้ำพอสมควร เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างลึกซึ้ง รวมทั้งสามารถแก้ไขปัญหาในท้องที่ตัวเองได้อย่างครอบคลุมและชัดเจน

นอกจากนี้ ศูนย์ได้ออกแบบหลักสูตรการบริหารจัดการน้ำที่มีความหลากหลาย อาทิการออกแบบหลักสูตรให้ตรงต่อความต้องการของหน่วยงาน (Custom-designed Training Programs) การบริหารจัดการน้ำทั้งระบบ และหลักสูตรผู้นำด้านการบริหารจัดการน้ำ (Water Leadership Program) เป็นต้น โดยเฉพาะหลักสูตรผู้นำด้านการบริหารจัดการน้ำ มุ่งเน้นด้านการสร้างวิสัยทัศน์ร่วมกันด้านการบริหารจัดการน้ำ การพัฒนาทักษะความร่วมมือกันและการทำงานเป็นทีม การสร้างแรงจูงใจในการทำงานในองค์กร กรอบดำเนินงานด้านนโยบายและกฎหมายน้ำ



รูปที่ 6 แสดงกรอบการพัฒนาผู้นำด้านการบริหารจัดการน้ำ
(ที่มา: เว็บไซต์ของศูนย์การจัดการน้ำระหว่างประเทศ)

ศูนย์การจัดการระหว่างประเทศ ยังเปิดสอนหลักสูตรด้านการบริหารจัดการน้ำระหว่างประเทศในระดับปริญญาโท โดยมุ่งเน้นด้านการจัดการองค์ความรู้ร่วมกันระหว่างการพัฒนากลยุทธ์ การบริหารจัดการและเทคนิควิชาการด้านน้ำ เพื่อผลิตบุคลากรที่มีศักยภาพสูงในการเป็นผู้นำการแก้ไขปัญหาด้านน้ำในแต่ละพื้นที่ของโลก ซึ่งหลักสูตรจะมีแนวคิดหลักในการสอนในรูปแบบที่เรียกว่า T-shape โดยยึดหลักการที่ว่าการเรียนสมัยก่อนจะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาของความรู้และเทคนิคด้านวิชาการที่เรียนเท่านั้น แต่การเรียนของศูนย์ดังกล่าวจะต้องมีการเพิ่มประเด็นด้านนำเสนอเพื่อมีศักยภาพในการจัดการ จากนั้นจึงนำไปส่ภาวะความเข้าใจในเนื้อหาของความรู้และเทคนิคด้านวิชาการ ท้ายที่สุดจะเข้าไปสู่การพัฒนาศักยภาพในการเป็นผู้นำในการบริหารจัดการด้านน้ำ สามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงได้

รูปที่ 7 แสดงการเข้าร่วมฟังบรรยายด้านการบริหารจัดการน้ำบาดาลของศูนย์
(ภาพโดย: ผอ.กัญญา เดือนนวล)

5.6 ศึกษาดูงานกรมทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและเหมืองแร่แห่งรัฐควีนสแลนด์ (Department of Natural Resources and Mines (DNRM), Queensland) ซึ่งเป็นหน่วยงาน ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการออกใบอนุญาตช่างเจาะน้ำบาดาล กำกับและควบคุมการเจาะน้ำบาดาลให้เป็นไปตามกฎหมาย

คณะศึกษาดูงานเดินทางออกจากโรงแรมที่พักในเมืองบริสเบน เพื่อเข้าร่วมการดูงาน ณ กรมทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและเหมืองแร่แห่งรัฐควีนสแลนด์ (Department of Natural Resources and Mines (DNRM), Queensland) ซึ่งเป็นหน่วยงาน ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการออกใบอนุญาตช่างเจาะน้ำบาดาล กำกับและควบคุมการเจาะน้ำบาดาล การออกใบอนุญาตใช้น้ำบาดาล ระบบฐานข้อมูลบ่อน้ำบาดาลที่ตั้งอยู่ในรัฐควีนสแลนด์ การจัดสรรทรัพยากรน้ำบาดาลให้เหมาะสม และการบริหารจัดการทรัพยากรในพื้นที่เสี่ยงและอ่อนไหวต่อแหล่งน้ำบาดาลที่ดี เป็นต้น

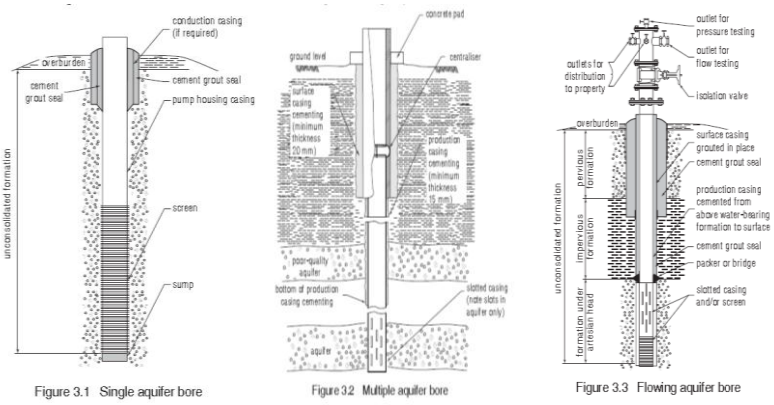
สำหรับการออกใบอนุญาตเจาะบ่อน้ำบาดาลนั้น ช่างเจาะน้ำบาดาลจะต้องผ่านการเรียนรู้และฝึกฝนอบรมทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติจากศูนย์ฝึกอบรมช่างเจาะเอกชน อาทิ สถาบันเอกชนด้านการฝึกอบรมช่างเจาะน้ำบาดาลออสเตรเลีย (Australasian Drilling Institute) หรือศูนย์การเรียนรู้ทางด้านวิชาชีพของควีนสแลนด์ (Technical and Further Education (TAFE), Queensland) เป็นต้น โดยจะอบรมฝึกฝนและการทดสอบช่างเจาะน้ำบาดาลจนกระทั่งได้ใบประกาศนียบัตรช่างเจาะ น้ำบาดาลระดับสาม (Certificate III) เป็นอย่างน้อย จากนั้นจะนำใบประกาศนียบัตรดังกล่าว ไปใช้เป็นหลักฐานที่ใช้อ้างอิงในการเป็นผู้มีคุณสมบัติในการประกอบวิชาชีพเป็นช่างเจาะน้ำบาดาล

ทั้งนี้ หลังจากได้ประกาศนียบัตรช่างเจาะน้ำบาดาลระดับสามแล้ว ช่างเจาะจะต้องผ่านประกอบการณ์เจาะบ่อน้ำบาดาลและการสอบของกรมทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและเหมืองแร่แห่งรัฐควีนสแลนด์อีกที เพื่อจะได้ใบอนุญาตช่างเจาะน้ำบาดาลซึ่งมีอายุการให้อนุญาตถึง 10 ปีต่อไป ซึ่งใบอนุญาตช่างเจาะน้ำบาดาลจะแบ่ง 3 ระดับ ตามศักยภาพของช่างเจาะน้ำบาดาล คือ

1) class I เป็นช่างเจาะที่สามารถเจาะได้เพียงหนึ่งชั้นน้ำบาดาล (Single aquifer, sub-artesian bores) โดยช่างเจาะจะต้องมีทักษะในการป้องกันการปนเปื้อนของน้ำผิวดินเข้าลงไปสู่ชั้นน้ำบาดาล

2) class II เป็นช่างเจาะที่สามารถเจาะได้มากกว่าหนึ่งชั้นน้ำบาดาลขึ้นไป (Multiple aquifer bores) โดยช่างเจาะจะต้องมีทักษะในการป้องกันการปนเปื้อนระหว่างชั้นน้ำบาดาลด้วยกัน

3) class III เป็นช่างเจาะที่สามารถเจาะได้มากกว่าหนึ่งชั้นน้ำบาดาลขึ้นไป รวมทั้งการเจาะที่ต้องมีการควบคุมแรงดันของบ่อน้ำบาดาลอีกด้วย (Flowing aquifer bores) โดยช่างเจาะจะต้องมีทักษะในการควบคุมแรงดันของบ่อน้ำบาดาล



รูปที่ 8 แสดงประเภทของใบอนุญาตช่างเจาะน้ำบาดาลของรัฐควีนสแลนด์ เครือรัฐออสเตรเลีย (ที่มา: เอกสารประกอบของ DNRM)

กรมทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและเหมืองแร่ของรัฐควีนสแลนด์มีอำนาจและหน้าที่ที่สามารถเพิกถอนหรือเปลี่ยนแปลงใบอนุญาตของช่างเจาะน้ำบาดาลได้ หากพบว่าช่างเจาะได้ทำการละเมิดหรือไม่ปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ ข้อกำหนด หรือระเบียบที่ระบุไว้ตามกฎหมายน้ำปี 2000 (Water Act 2000) และกฎหมายว่าด้วยการวางแผนเมืองไปสู่ความยั่งยืนปี 2009 (Sustainable Planning Act 2009) นอกจากนี้ยังมีอำนาจในการติดตามและตรวจสอบการทำงานของช่างเจาะให้ปฏิบัติตามมาตรฐานที่กำหนดด้วย

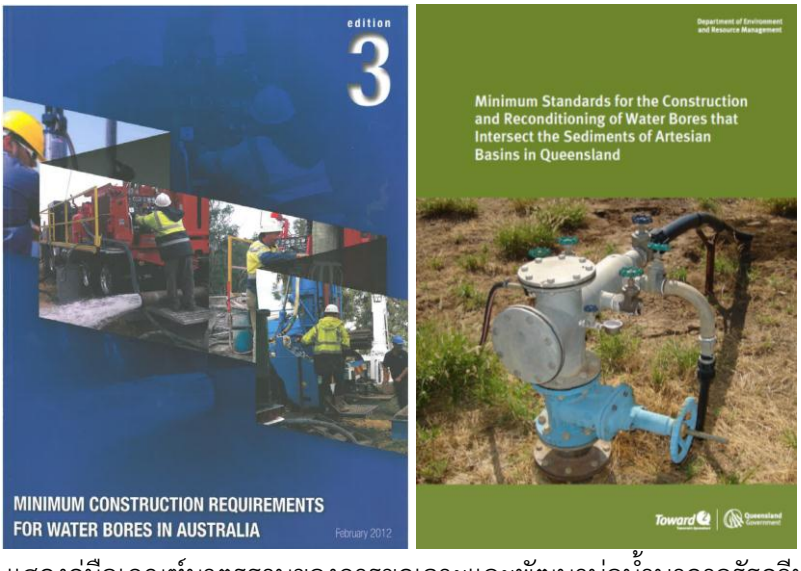
ส่วนประเด็นที่เกี่ยวข้องกับใครจำเป็นที่จะต้องขอใบอนุญาตช่างเจาะน้ำบาดาล รัฐได้กำหนดไว้ดังนี้ 1) ผู้ที่ดำเนินการขุดเจาะบ่อน้ำบาดาล (รวมทั้งบ่อสังเกตการณ์) มีความลึกตั้งแต่ 6 เมตรขึ้นไป ช่างเจาะจะต้องถือใบอนุญาตเจาะที่ถูกต้องและสามารถแสดงได้ในทุกเวลาปฏิบัติงานเจาะ 2) กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการขุดเจาะ ตั้งแต่การขุดเจาะ การขุดบ่อให้ลึกขึ้น การขยายปากบ่อ การลงท่อกรุบ่อ การเคลื่อนย้าย เปลี่ยนแปลงและซ่อมแซมท่อกรุ การลงท่อเซาะร่อง และการอุดกลบบ่อ ผู้ดำเนินการจะต้องมีใบอนุญาตช่างเจาะบ่อน้ำบาดาล และ 3) บ่อสำหรับกิจกรรมอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการแจกจ่าย สำรอง และตรวจสอบน้ำบาดาล อาทิ บ่อสำหรับ ปิโตรเลียม ก๊าซ ความร้อนทางธรณี การสำรวจเหมืองแร่ ธรณีเทคนิค ในอ้างอิงข้อปฏิบัติจากกฎหมายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

DATE: 10/10/2012 GROUNDWATER DATABASE PAGE: 1 of 20

Licensed Drillers Summary Report

Name	Address	Licence Number	Expiry Date	Class	Rig	Licence Status	Restrictions
Adams, David	22 Trentwood Road, NARRE WARREN, VIC 3805 Ph:0418 111 530	3315	30/06/2021	Class 2	RA RM	Issued	
Adams, Marc	1 Beckerton Street, WANGARATTA, VIC 3677 Ph:0407 352 011	3293	31/08/2020	Class 3	CT RA RM	Issued	
Adams, Peter	1 Bickerton Street, WANGARATTA, VIC 3677 Ph:0428 573 032	3196	30/06/2021	Class 3	CT AU RA RM	Issued	
Adzraku, James	46/48 Lemke Road, TAIGUM, QLD 4018 Ph:0488 799 847	3325	28/02/2022	Class 1	RA	Issued	Geotechnical Investigations & Monitoring Bores Only Maximum Depth 20 Metres
Allen, Kier	8 Brampton Close, CRAIGIEBURN, VIC 3064 Ph:0437 133 830	3332	31/07/2022	Class 1	AU RA RM	Issued	Excludes Screen & Gravel Pack Bores
Almond, Michael	18 Butland Street, BRINSMEAD, QLD 4870 Ph:0439 854 393	3341	31/08/2022	Class 2	RA RM	Issued	
Anderson, Wayne	PO Box 1170, BUNDOORA, VIC 3083 Ph:0428 850 974	3334	31/07/2022	Class 1	AU RA RM	Issued	
Augustine, Mervyn Clive	PMB 2, MUNDUBBERA, QLD 4626 Ph:(07) 4165 6186	3110	31/05/2013	Class 2	RA	Issued	
Bacon, Michael James	2-4 Nicholas Street, CLIFTON BEACH, QLD 4879 Ph:(07) 4059 0133	2827	31/07/2013	Class 2	AU RA RM	Issued	
Baker, Graeme Dudley	75 Palm Drive, The Palms, GYMPIE, QLD 4570 Ph:(07) 5482 7969	3109	31/05/2013	Class 1	RA RM	Issued	

รูปที่ 9 แสดงระบบฐานข้อมูลของช่างเจาะน้ำบาดาลที่ลงทะเบียนแล้ว ของรัฐควีนสแลนด์ เครือรัฐออสเตรเลีย (ที่มา: เอกสารประกอบของ DNRM)



รูปที่ 10 แสดงคู่มือเกณฑ์มาตรฐานของการขุดเจาะและพัฒนาบ่อน้ำบาดาลรัฐควีนสแลนด์ (ที่มา: เอกสารประกอบของ DNRM)

ข้อกำหนดและเงื่อนไขของผู้มีใบอนุญาตช่างเจาะน้ำบาดาลต้องปฏิบัติ ตามหลักเกณฑ์ ของ DNRM เพิ่มเติม มีดังนี้ 1) ช่างเจาะบ่อน้ำบาดาลจะต้องส่งผลข้อมูลการหยั่งธรณีฟิสิกส์ให้กับ DNRM ภายในระยะเวลา 30 วันทำการ ภายหลังที่เสร็จสิ้นการขุดเจาะบ่อน้ำบาดาล 2) ใบอนุญาตบางประเภทจะมีการระบุถึงเงื่อนไขจำกัดในการดำเนินการขุดเจาะบ่อน้ำบาดาล ดังเช่น พื้นที่ขุดเจาะ และประเภทของบ่อน้ำบาดาล 3) ใบอนุญาตช่างเจาะน้ำบาดาลมีอายุ 10 ปี และ 4) หากมีการแก้ไขข้อมูลหรือต่ออายุใบอนุญาตช่างเจาะน้ำบาดาลใหม่ ช่างเจาะจะต้องมีการจ่ายค่าธรรมเนียมในการดำเนินการ

นอกจากนี้ เจ้าหน้าที่ของ DNRM ได้เสนอการบริหารจัดการน้ำบาดาลในเขตพื้นที่รัฐควีน สแลนด์ที่คำนึงถึงยุทธศาสตร์ที่สำคัญ มีรายละเอียดดังนี้

1) การควบคุมการใช้ทรัพยากรน้ำบาดาลไม่ให้เกินศักยภาพของแหล่งน้ำบาดาล (Overallocation) โดยพิจารณาถึงข้อมูลช่วงเวลาที่มีการใช้น้ำมากที่สุดในระยะเวลา 13 ปีที่ผ่านมานี้ (ค่าเฉลี่ยการใช้น้ำมากสุด 5 อันดับ) รวมกับปริมาณน้ำสำรองอีก 4,000 ล้านลิตร รวมทั้งการแบ่งพื้นที่ตามลักษณะพื้นที่ จำนวนประชากร และกิจกรรมที่ดำเนินอยู่ในแต่ละพื้นที่ ความต้องการและการตอบสนองในการจัดสรรน้ำบาดาลในแต่พื้นที่ และกลไกทางการตลาดของน้ำบาดาล

2) การฟื้นฟูระดับชั้นน้ำบาดาลจากการเติมน้ำในพื้นที่เก็บกักน้ำบาดาลในธรรมชาติ ได้ดำเนินการในเขตพื้นที่สำคัญของแหล่งเก็บกักน้ำบาดาลที่สำคัญและใหญ่ที่สุดในรัฐควีนสแลนด์ เรียกว่า แหล่งกักเก็บน้ำบาดาลขนาดใหญ่ คอนดาไมด์ (Condamine Catchment) ตั้งอยู่บริเวณเมืองทูวอมบา (Toowoomba) รัฐควีนสแลนด์ ซึ่งได้ปรับเปลี่ยนกลไกตลาดด้านน้ำเพื่อการอนุรักษ์แหล่งน้ำบาดาล ที่ใช้ถูกสูบขึ้นมาใช้ประโยชน์มากเกินไปตั้งแต่ปี 1960 ซึ่งมี 3 วิธี คือ การจำกัดการใช้น้ำให้น้อยที่สุดในบริเวณพื้นที่ดังกล่าว การพิจารณาดูความจำเป็นในการอนุญาตใช้น้ำของผู้ขออนุญาตให้มีความเหมาะสมและตรงต่อความต้องการจริง และการยับยั้งการให้ซื้อขายน้ำในพื้นที่ต่างเขตแดน

3) การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลในพื้นที่ลุกล้ำของน้ำทะเล(Seawater Instrusion) หลายวิธี คือ การเพิ่มแรงดันน้ำจืดที่สามารถดันการลุกล้ำของน้ำทะเล โดยประกาศพื้นที่หวงห้ามระยะทาง 15 กิโลเมตรจากชายฝั่งไม่ให้มีบ่อน้ำบาดาล การประกาศเขตห้ามขุดเจาะบ่อน้ำบาดาล ในกรณีที่ตรวจสอบแล้วมีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 1500μS/cm จากบ่อสังเกตการณ์ในบริเวณนั้น การใช้กลไกหรือแรงจูงใจจากกลไกทางตลาดน้ำ ให้โรงงานหรือเจ้าของบ่อย้ายที่ไปขุดเจาะบ่อน้ำบาดาลห่างไกลจากพื้นที่ชายฝั่งทะเล

5.7 ศึกษาดูงานโรงงานผลิตเบียร์ ซึ่งเป็นโรงงานผลิตเบียร์ยอดนิยมประจำท้องถิ่นของรัฐควีนสแลนด์ เครือรัฐออสเตรเลีย โดยมีการแสดงรายละเอียดของการปรับปรุงคุณภาพน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตเบียร์

คณะศึกษาดูงานเดินทางออกจากโรงแรมที่พักในเมืองบริสเบน เพื่อเข้าร่วมการศึกษาดูงานโรงงานผลิตเบียร์ ซึ่งเป็นโรงงานผลิตเบียร์ยอดนิยมประจำท้องถิ่นของรัฐควีนสแลนด์ เครือรัฐออสเตรเลีย โดยมีการแสดงรายละเอียดของการปรับปรุงคุณภาพน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตเบียร์ คณะศึกษาดูงานได้เข้าชมกระบวนการผลิตเบียร์ซึ่งมีทั้งหมด 9 ขั้นตอนดังนี้ ประกอบด้วย การบดผสม คลุกเคล้ามอลต์ การต้มส่วนประกอบของเบียร์ การเติมฮอพ การผสมเบียร์ การลดอุณหภูมิ การหมัก การให้เบียร์ตกกะกอน และการกรองเอาตะกอนและของเหลือออกจากเบียร์ ระบบการนำน้ำมาเป็นวัตถุดิบของโรงงานนำน้ำจากแม่น้ำบริสเบน มากรองตะกอนของแข็งทางกายภาพออกก่อน จากนั้นก็มากรองละเอียดโดยระบบไอออนเอ็กเซ้นจ์ (Ion Exchange)

กระบวนการการบำบัดน้ำเสีย (Water Treatment Process)

1) การใช้น้ำและการอนุรักษ์น้ำ จะใช้โปรแกรมควบคุมการประหยัดน้ำ ปลูกฝังและสร้างจิตสำนึกให้คนงานตระหนักถึงการใช้น้ำในโรงงานอย่างประหยัด รวมทั้งการแผนและการปฏิบัติการลดการใช้น้ำที่ดีที่สุดและค่าเกณฑ์มาตรฐานของการใช้น้ำเพื่อการอนุรักษ์น้ำและพลังงานในโรงงาน

2) การบำบัดน้ำเสียที่ปลายท่อน้ำทิ้ง มีการใช้นวัตกรรมที่หลากหลายในการบำบัดน้ำเสีการบริหารจัดการน้ำเสียให้เหมาะสม โดยคำนึงถึงความผิดชอบด้านสิ่งแวดล้อม การลดค่าต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการบำบัดน้ำเสียของโรงงาน

3) ระบบการนำน้ำกลับใช้อีกครั้งและรีไซเคิล กระบวนาการนี้จำเป็นต้องใช้ความรู้ขั้นสูงและเทคโนโลยีในการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั้งความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ ในการหาสภาวะและปริมาณน้ำที่เหมาะสมในการนำน้ำกลับมาใช้ในโรงงานเบียร์อีกครั้ง

6. ประโยชน์ที่ ทบ. จะได้รับ

6.1 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคนิคการฝึกอบรมช่างเจาะน้ำบาดาลของต่างประเทศ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาการฝึกอบรมช่างเจาะน้ำบาดาลของประเทศไทย

6.2 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลและเรียนรู้การใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยจากประเทศที่มีประสบการณ์ด้านน้ำบาดาล และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

6.3 มีความรู้เกี่ยวกับการบริหารจัดการระบบฐานข้อมูลของบ่อน้ำบาดาลของต่างประเทศ

6.4 ได้แลกเปลี่ยนความรู้ทางวิชาการจากประเทศต้นแบบที่ได้มีการศึกษาและพัฒนาด้านการใช้น้ำบาดาลร่วมกับน้ำผิวดิน

6.5 ได้แลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ด้านการบริหารจัดการน้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อแก้ไขปัญหาในพื้นที่ที่มีผลกระทบอ่อนไหวต่อแหล่งน้ำบาดาล

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ควรปรับปรุงและพัฒนากระบวนการฝึกอบรมช่างเจาะน้ำบาดาล ทั้งในด้านเนื้อหาของหลักสูตร ระยะเวลาการฝึกอบรม ความพร้อมในการอำนวยการด้านสถานที่และอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกอบรม และการตรวจสอบประเมินผลของช่างเจาะให้มีความรู้และศักยภาพในการปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบร้ายแรงต่อแหล่งทรัพยากร น้ำบาดาลและสิ่งแวดล้อม

7.2 กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ควรผลักดันนโยบายที่เกี่ยวข้องกับน้ำบาดาล ให้สามารถใช้ประโยชน์ร่วมกับน้ำผิวดินอย่างมีประสิทธิภาพ มีกลไกการจัดสรรน้ำบาดาลประเภทต่างๆ ในเชิงเศรษฐศาสตร์น้ำบาดาลเพื่อนำมาใช้ในการบริหารจัดการ ยังไม่สามารถนำมาใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7.3 กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ควรปรับปรุงและพัฒนาระบบฐานข้อมูลและองค์ความรู้ที่มีอยู่ ให้ทันสมัย มีรายละเอียดของข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็น และมีรูปแบบที่เหมาะสมแก่ผู้ใช้งานที่หลากหลาย รวมทั้งควรจัดตั้งศูนย์ข้อมูลที่สามารถให้ข้อมูลต่อประชาชนทั่วไปได้

7.4 กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ควรให้ความสำคัญต่อระบบประเมินและติดตามสถานการณ์การใช้น้ำบาดาล ซึ่งสามารถวัดระดับน้ำบาดาลและคุณภาพน้ำบาดาล เพื่อนำไปใช้ในการกำกับและควบคุมการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรน้ำบาดาลให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

7.5 กรมทรัพยากรน้ำบาดาลควรปรับปรุงและพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ให้มีความทันสมัย ให้มีความรวดเร็ว สะดวก และง่ายต่อการใช้งานยิ่งขึ้นโดยเฉพาะประชาชน อีกทั้งยังมีความสำคัญสำหรับประกอบการตัดสินใจของคณะผู้บริหารทั้งส่วนกลางและท้องถิ่น เพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อความเจริญของประเทศและประชาชน

8. <u>ผู้เขียนรายงาน</u>

8.1 นายคณุตม์ พลดุล นักวิชาการทรัพยากรธรณีปฏิบัติการ สำนักควบคุมกิจการน้ำบาดาล
กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

รายงานการศึกษาดูงาน
เรื่อง ด้านการพัฒนาน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรและส่งเสริมผลิตภัณฑ์ต่อยอดจากทรัพยากรน้ำบาดาล
ระหว่างวันที่ 19-26 เมษายน 2556
ณ เมืองฟูกูโอกะและเมืองคุมะโมะโตะ ประเทศญี่ปุ่น

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

รายการศึกษาดูงาน
เรื่อง ด้านการพัฒนาน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรและส่งเสริมผลิตภัณฑ์ต่อยอดจากทรัพยากรน้ำบาดาล
ณ เมืองฟูกูโอกะและเมืองคุมะโมะโตะ ประเทศญี่ปุ่น
ระหว่างวันที่ 19-26 เมษายน 2556

1. หลักการและเหตุผล

เนื่องจากประชาคมเศรษฐกิจโลกในปัจจุบันได้มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมาก ทุกประเทศจำเป็นจะต้องมีการแข็งขันกันอย่างเต็มที่ในการที่จะหารายได้เข้าประเทศ ประกอบกับ พื้นที่ในภูมิประเทศแถบนี้เน้นในเรื่องของพืชผลผลิตทางเกษตรกรรมเป็นหลัก หากประเทศไทยยังคงดำเนินการอย่างเช่นที่ผ่านมาแล้ว คงจะไม่สามารถที่จะไปแข่งขันกับประเทศเพื่อนบ้านได้ เนื่องจากค่าครองชีพและแรงงานสูงกว่า ดังนั้น ประเทศไทยจำเป็นจะต้องอาศัยเทคโนโลยีสมัยใหม่ผสมผสานกับศักยภาพน้ำบาดาลที่มีอยู่ และการตลาดที่เป็นเลิศ จึงจะสามารถฝ่าฝันสถานการณ์นี้ได้อย่างภาคภูมิ ดังนั้น จึงจำเป็นจะต้องมีการศึกษาและเรียนรู้ประสบการณ์กับประเทศที่ประสบความสำเร็จ ประเทศญี่ปุ่นถือได้ว่าเป็นประเทศหนึ่งที่ได้มีการดำเนินการเรื่องนี้เป็นระยะเวลาที่ยาวนาน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในเรื่องของการจัดทำผลิตภัณฑ์สินค้าต่อยอดจากทรัพยากรน้ำบาดาล สินค้าโอทอป และการเกษตรสมัยใหม่ หากได้มีการศึกษาดูงานและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ซึ่งกันและกันแล้ว จะก่อให้เกิดผลประโยชน์แก่ประเทศเป็นอันมาก

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษารูปแบบการพัฒนาและบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรอย่างยั่งยืน พร้อมส่งเสริมให้เป็นผลิตภัณฑ์สินค้าจากทรัพยากรน้ำบาดาลเป็นสินค้าโอทอปประจำท้องถิ่น

2.2 เพื่อศึกษาการใช้ทรัพยากรจากพลังงานความร้อนใต้พิภพ

3. กำหนดการและสถานที่ศึกษาดูงาน

ในการศึกษาดูงานครั้งนี้นอกจากจะดูงานด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรและการต่อยอดผลผลิตสินค้าแล้ว ยังได้แวะเยี่ยมชมการดำเนินงานด้านอื่นๆอีกด้วย ซึ่งเป็นเรื่องที่กำลังดำเนินงานของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในขณะนี้ ดังตารางการศึกษาดูงาน

ตารางที่ 1 ตารางการศึกษาดูงาน

วันที่	การศึกษาดูงาน	สถานที่
วันที่ 20เมษายน 2556	ศึกษาดูงานด้านการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานความร้อนใต้พิภพที่ Hatchobaru Geothermal Power Plant	สถานีไฟฟ้าฮัทชูบารุ จังหวัดโออิตะ
วันที่ 21 เมษายน 2556	ศึกษาดูงานการพัฒนาผลิตภัณฑ์OVOP	จังหวัดโออิตะ
วันที่ 22 เมษายน 2556	ศึกษาดูงานด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลอย่างยั่งยืน	มหาวิทยาลัยคุมาโมะโตะ จังหวัดคุมาโมะโตะ
วันที่ 23 เมษายน 2556	ศึกษาดูงานด้านการสำรวจและอุปกรณ์เครื่องมือทางธรณีฟิสิกส์	มหาวิทยาลัยคิวชู จังหวัดฟุกุโอกะ

4. รายชื่อผู้ร่วมศึกษาดูงาน

4.1 นายอดิสัย จารุรัตน์	ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านวิจัยและพัฒนาทรัพยากรน้ำบาดาล
4.2 นายรังสรรค์ วงษ์ประยูร	ผู้อำนวยการกลุ่มนิติการ
4.3 นางสาวอัญชลี จั่นพลอย	ผู้อำนวยการส่วนบริหารทรัพยากรบุคคล
4.4 นางสาวดวงมณี จั่นเพิ่ม	ผู้อำนวยการส่วนการคลัง
4.5 นางสาวทัศนีย์ เนตรทัศน์	นักธรณีวิทยาชำนาญการ
4.6 นางสาวปารณีย์บัวระพา	นักธรณีวิทยาชำนาญการ
4.7 นางณัฐิยา ลาภเลิศสุข	นักสิ่งแวดล้อมชำนาญการพิเศษ

5. รายละเอียดของการศึกษาดูงาน

5.1 ด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลอย่างยั่งยืน

ในการศึกษาดูงานครั้งนี้ได้รับการต้อนรับจาก Prof. Jun Shimada และ Assistant Prof. Makoto KAGABU จากมหาวิทยาลัยคุมาโมโตะ โดยมีการบรรยายให้ความรู้ในเรื่องการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลแบบ Trans-boundary (รูปที่ 1) และลงพื้นที่ภาคสนามเพื่อดูการวางแผนจัดการน้ำบาดาลในพื้นที่คุมาโมโตะ (รูปที่ 2)

รูปที่ 1 บรรยากาศการศึกษาดูงานด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลอย่างยั่งยืน การฟังบรรยาย (ช่วงเช้า) ณ มหาวิทยาลัยคุมาโมโตะ

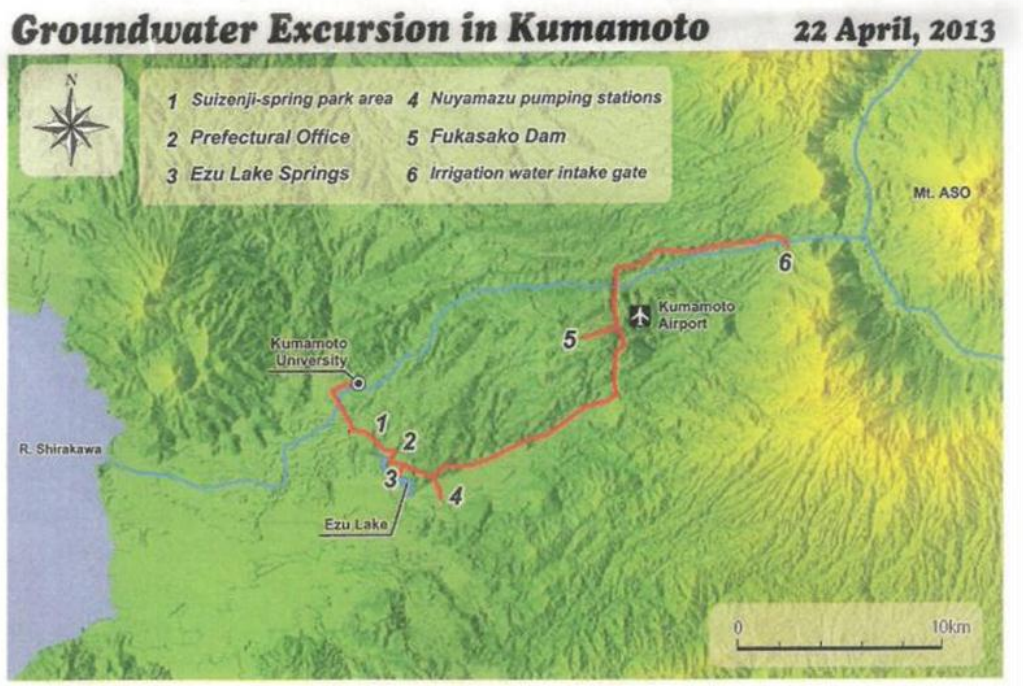
Groundwater Excurtion in Kumamoto

22 April, 2013

Guide : Prof. Jun SHIMADA (Kumamoto University)
Assistant Prof. Makoto KAGABU (Kumamoto University)

【*Schedule*】

13:30		Start from Kumamoto University
14:00	*1*	*Suizenji*-spring park area（Spring discharge along the river）
14:30	*2*	Kumamoto prefectural Office（Permeable pavement and Groundwater panel）
15:00	*3*	Artesian bore at *Shimoezu* lake side and *Kengun* pumping station
15:30	*4*	*Nuyamazu* pumping stations in the paddy area (through bus window)
16:00	*5*	*Fukasako* dam and airport flooding water storage
16:30	*6*	Irrigation water intake gate (*Shimoide*) and paddy area around mid stream area of Shira river
17:30		Back to Kumamoto University



แผนการดูงานภาคสนาม (ช่วงบ่าย)

จุดที่ 1 Suizenji – spring park area (Spring discharge along the river)

จุดที่ 2 Kumamoto prefectural Office (Permeable pavement and Groundwater panel)

จุดที่ 2 Kumamoto prefectural Office

จุดที่ 3 Artesian bore at Station Shimoezu lake side and Kengun pumping station

จุดที่ 4 Nuyamazu pumping station**s** in paddy area

จุดที่ 5 Fukasako dam and airport flooding water storage

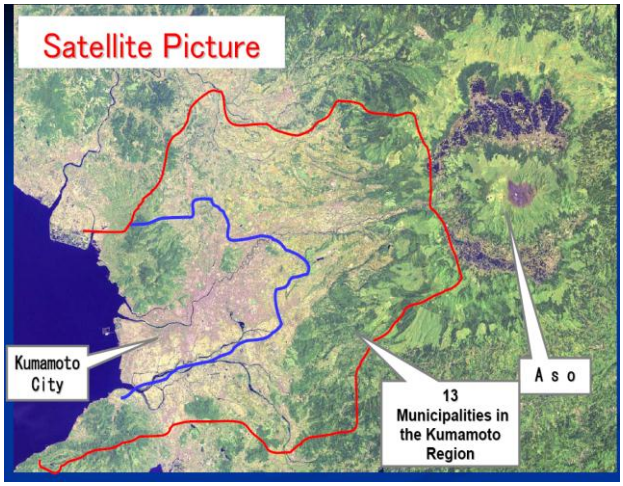
จุดที่ 6 Irrigation water intake gate (Shimoide) and paddy area aroundmid stream area of Shira river

จุดที่ 6 Irrigation water intake gate (Shimoide) and paddy area aroundmid stream area of Shira river

รูปที่ 2 บรรยากาศการศึกษาดูงานด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลอย่างยั่งยืน
ดูงานภาคสนาม (ช่วงบ่าย) เมืองคุมาโมโตะ

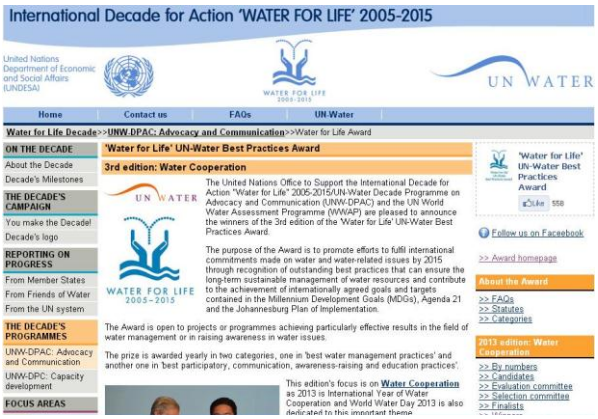
(1) การใช้น้ำบาดาลในจังหวัดคุมาโมโตะ

คุมาโมโตะเป็นจังหวัดที่มีการใช้น้ำบาดาลเพื่อการอุปโภคและบริโภคครบร้อยเปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับเมืองใหญ่อื่นๆ ในประเทศญี่ปุ่นซึ่งใช้น้ำผิวดิน เมื่อปริมาณการใช้มากจึงนำไปสู่การมีระบบติดตามน้ำบาดาลมากกว่า 30 ปี รวมไปถึงการติดตามระบบพื้นที่เติมน้ำ-พื้นที่รับน้ำบาดาลภาพกว้างในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา ดังรูปที่ 3 แสดงที่ตั้งเมืองคุมาโมโตะ ซึ่งตั้งอยู่ทางด้านตะวันตกของเชิงเขาภูเขาไฟอะโสะ ตอนกลางของเกาะคิวชู ประเทศญี่ปุ่น



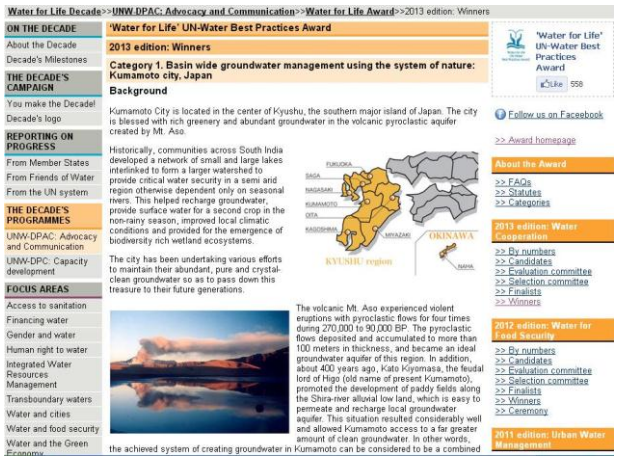
รูปที่ 3 แสดงที่ตั้งเมืองคุมาโมโต

จึงจำเป็นอย่างยิ่งจะต้องมีการบริหารทรัพยากรน้ำบาดาลตั้งแต่ต้นทางจนถึงปลายทางให้ได้มีประสิทธิภาพและยั่งยืน จนกระทั่ง ในปีพ.ศ. 2556 ได้รับรางวัลชนะเลิศ‘Water for Life’ UN-Water Best Practices Award ในด้านการบริหารแอ่งน้ำบาดาลอย่างยั่งยืนจาก UN แสดงดังรูปที่ 4 และ 5



รูปที่ 4 เมืองคุมาโมโตะได้รับรางวัลชนะเลิศ‘Water for Life’ UN-Water Best Practices Award ในด้านการบริหารแอ่งน้ำบาดาลอย่างยั่งยืนจาก UN

ที่มา : http://www.un.org/waterforlifedecade/waterforlifeaward.shtml

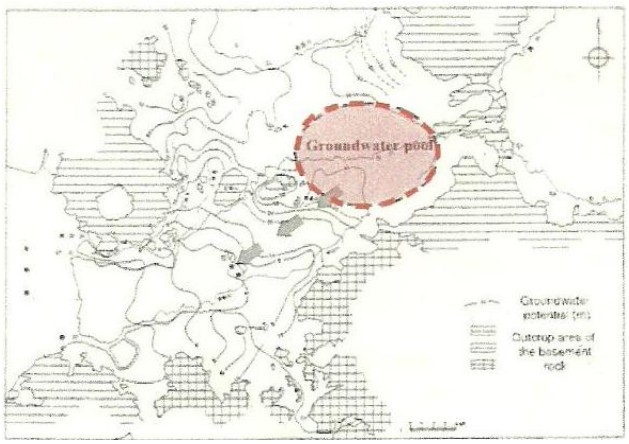


รูปที่ 5 รางวัลชนะเลิศ‘Water for Life’ UN-Water Best Practices Award ในด้านการบริหารแอ่งน้ำบาดาลอย่างยั่งยืนจาก UN
ที่มา : http://www.un.org/waterforlifedecade/winners2013.shtml#Kumamoto

(2) สภาพแอ่งน้ำบาดาลในจังหวัดคุมะโมะโตะ

พื้นที่ส่วนใหญ่ถูกปกคลุมด้วยตะกอนที่สะสมจากการระเบิดของภูเขาไฟ ซึ่งเกิดจากการระเบิดของภูเขาไฟอะโสะครั้งใหญ่อยู่ 4 ครั้ง ในช่วง 260,000-90,000 ปีที่ผ่านมา ทำให้เกิดชั้นน้ำบาดาลหลักๆ ด้วยกัน 2 ระบบ คือ ชั้นน้ำบาดาลแบบ Unconfined (กลุ่มที่ 1) และชั้นน้ำบาดาลแบบ Confined (กลุ่มที่ 2) ในชั้นน้ำบาดาลกลุ่มที่ 2 นี้เป็นชั้นแหล่งน้ำบาดาลหลักของพื้นที่คุมาโมโตะ แอ่งน้ำบาดาลขนาดใหญ่ในพื้นที่นี้มีลักษณะที่สัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ (2,200 มม./ปี) และความสามารถในการยอมให้น้ำซึมผ่านของชั้นตะกอน

รูปที่ 6 แสดงการกระจายตัวของศักยภาพน้ำบาดาลในชั้นน้ำบาดาลกลุ่มที่ 2 ในช่วงที่ปริมาณน้ำมาก ในพื้นที่เส้นประไข่ปลา มีระดับน้ำบาดาลเปลี่ยนแปลงขึ้นลงมากกว่า 10 เมตร เป็นพื้นที่เติมน้ำบาดาลหลักเข้าสู่ ชั้นน้ำบาดาลกลุ่มที่ 2 และการเติมน้ำหลักๆ จะเกิดในช่วงเดือนมิถุนายนถึงกันยายน เมื่อมีปริมาณฝนตกมาก พื้นที่ตอนกลางของแม่น้ำ Shira ที่แสดงในรูปที่ 3 อยู่บริเวณตอนกลางของพื้นที่แอ่งน้ำบาดาล เป็นพื้นที่ที่ไม่มีสะสมตัวของตะกอนดินเหนียวมากั้นระหว่างชั้นน้ำบาดาลกลุ่มที่ 1 และชั้นน้ำบาดาลกลุ่มที่ 2 จึงทำให้น้ำฝนและน้ำจากการชลประทานไหลลงโดยตรงสู่ชั้นน้ำบาดาลกลุ่มที่ 2 น้ำบาดาลที่ไหลเติมลงในพื้นที่นี้มีทิศทางการไหลทางตะวันตกเฉียงใต้ตามลูกศรในรูปที่ 6 เกิดเป็นน้ำพุไหลเติมลงสู่ทะเลสาบ Ezuในสวนซุยเซนจิ (Suizenji Park) และปรากฏเป็นน้ำพุขึ้นตามจุดต่างๆ ภายในเมือง ดังรูปที่ 7, 8 และ 9



รูปที่ 6 แสดงการกระจายตัวของศักยภาพน้ำบาดาลในชั้นน้ำบาดาลกลุ่มที่ 2

รูปที่ 7 น้ำพุปรากฏขึ้นตามลำน้ำในเมือง และสวนซุยเซนจิ (Suizenji Park)

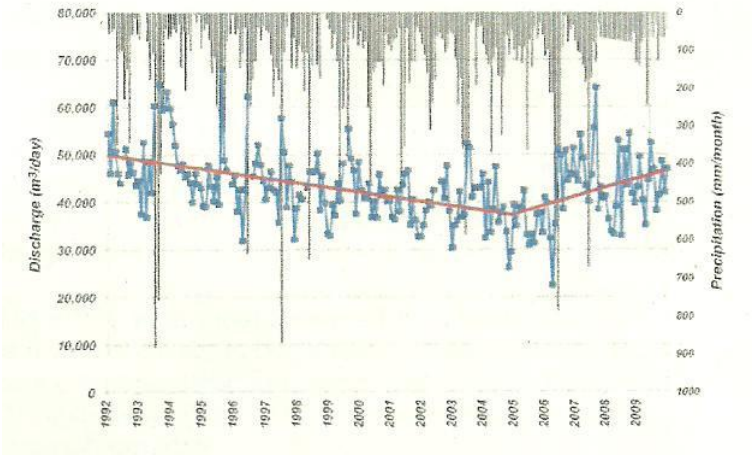
รูปที่ 8 สวนซุยเซนจิ (Suizenji Park)

รูปที่ 9 ทะเลสาบ Ezu

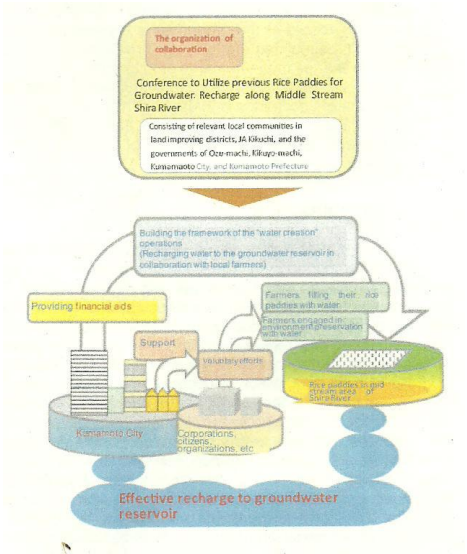
(3) การเปลี่ยนแปลงของอัตราการรับน้ำบาดาลบริเวณทะเลสาบ Ezu

ในรูปที่ 10 แสดงแนวโน้มของอัตราการรับน้ำบริเวณทะเลสาบ Ezu ในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา ซึ่งทะเลสาบ Ezu เป็นทะเลสาบที่ใหญ่ที่สุดที่รับน้ำจากชั้นน้ำบาดาลกลุ่มที่ 1 และชั้นน้ำบาดาลกลุ่มที่ 2 และมีที่ตั้งอยู่บริเวณตอนกลางของเมืองคุมาโมโตะและเป็นสวนสาธารณะของเมืองด้วย จนกระทั่งถึงปี 2005 ปริมาณน้ำบาดาลยังคงมีแนวโน้มลดลงตลอด ซึ่งไม่ได้มีสาเหตุมาจากการใช้น้ำบาดาลที่มากเกินไป แต่เป็นเพราะการลดลงของพื้นที่เติมน้ำบาดาล เกิดจากการขยายตัวของชุมชนและการลดพื้นที่ปลูกข้าวตามนโยบายทางการเกษตรของญี่ปุ่น (Shimada, 2012)

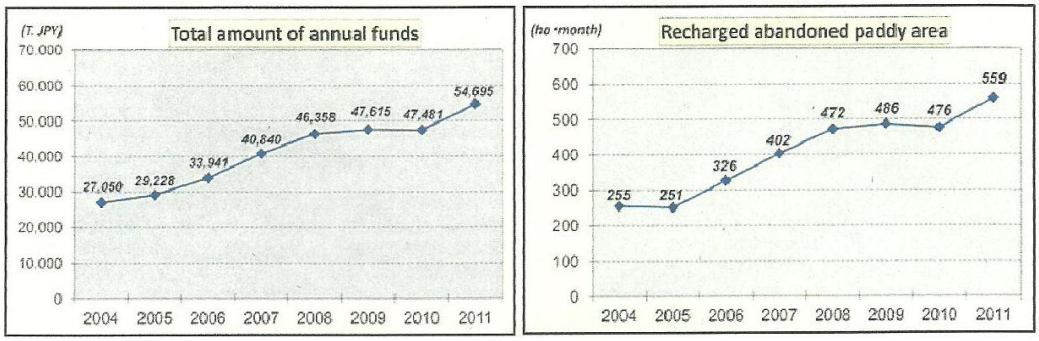
ภายหลังปี 2005 มีการเปลี่ยนแปลงของอัตราการรับน้ำบาดาลบริเวณทะเลสาบ Ezu ในแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นตามรูปที่ 10 เนื่องจากในปี 2004 หน่วยงานภาครัฐของเมืองคุมาโมโตะได้จัดระบบการเติมน้ำบาดาลโดยใช้นาข้าวที่ไม่ได้ใช้บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำตอนกลางแม่น้ำ Shira ที่ซึ่งน้ำจะไหลซึมจากนาข้าวเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลกลุ่มที่ 2 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เนื่องจากสภาพอุทกธรณีวิทยาในพื้นที่ (ดูรูปที่ 3) ระบบนี้ถูกนำมาสนับสนุนผู้ใช้น้ำบาดาลรายใหญ่ของเมืองคุมาโมโต เช่น สำนักงานประปาคุมาโมโตะ หรือบริษัทผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด เป็นต้น และยังรวมถึงเกษตรกรเจ้าของนาข้าวที่อยู่ตามเขตชานเมืองคุมาโมโตะด้วย ดังนั้น จึงเรียกการบริหารจัดการน้ำบาดาลประเภทนี้ว่า Trans-boundary แบบจ่ายเงินชดเชยให้การเติมน้ำ แสดงดังรูปที่ 11 ผลของการบริหารจัดการรูปแบบนี้ในช่วง 8 ปีที่ผ่านมา แสดงให้เห็นว่าไม่ใช่แค่อัตราการรับน้ำบาดาลบริเวณทะเลสาบ Ezu เท่านั้นที่เปลี่ยนแปลง เงินที่สนับสนุนระบบนี้ก็เพิ่มขึ้น รวมไปถึงพื้นที่นาข้าวที่เข้ามามีส่วนร่วม แสดงดังรูปที่ 12



รูปที่ 10 การเปลี่ยนแปลงของอัตราการรับน้ำบาดาลบริเวณทะเลสาบ Ezu



รูปที่ 11 แผนผังระบบการบริหารจัดการน้ำบาดาลแบบ trans-boundary ผ่านนาข้าวที่ไม่ได้ใช้



รูปที่ 12 จำนวนเงินใช้ในสนับสนุนระบบบริหารจัดการน้ำบาดาลแบบ trans-boundary และจำนวนพื้นที่นาข้าวที่ไม่ได้ใช้เข้าร่วมการเติมน้ำ

(4) แบบจำลองน้ำบาดาลเพื่อประเมินผลกระทบจากการเติมน้ำในนาข้าว

พื้นที่ปลูกข้าวบริเวณตอนกลางของลุ่มน้ำแม่น้ำ Shira เริ่มมาตั้งแต่สมัย Kiyomasa Kato ผู้เป็นขุนนางคนสำคัญของพื้นที่คุมาโมโตะในช่วงปี 1600 เขาเริ่มปรับที่ดินตามที่ราบน้ำท่วมถึงตามลำน้ำ Shira เป็นพื้นที่ปลูกข้าว โดยนำน้ำจากแม่น้ำ Shira ชลประทานเข้าพื้นที่นา บริเวณนี้มีอัตราการไหลซึมประมาณ 100-200 มม./วัน ซึ่งมากกว่าค่าเฉลี่ยโดยทั่วไปของญี่ปุ่น (10-15 มม./วัน) ถึง 10 เท่า และสร้างความลำบากให้กับเกษตรกรในการรักษาระดับน้ำให้คงไว้ในนาข้าว นั่นหมายถึงความต้องการน้ำในการชลประทานที่มากขึ้น มีเอกสารทางประวัติศาสตร์มากมายเกี่ยวกับความขัดแย้งระหว่างพื้นที่ตอนบนและตอนล่างของแม่น้ำ Shiraในการแบ่งน้ำเพื่อส่งเข้าชลประทานนาข้าว

อย่างไรก็ตาม น้ำที่ไหลซึมจากนาข้าวเหล่านี้มีผลต่อการเติมน้ำให้กับชั้นน้ำบาดาลกลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญเนื่องจากไม่มีการสะสมของตะกอนดินเหนียวที่จะทำหน้าที่เป็นชั้นกั้นน้ำระหว่างชั้นน้ำบาดาล Unconfined กลุ่มที่ 1 และชั้นน้ำบาดาล Confined กลุ่มที่ 2 แม้ว่าขุนนาง Kiyomasa Kato และเกษตรกรจะไม่ทราบถึงข้อเท็จจริงนี้ว่าการปลูกข้าวในพื้นที่ตอนกลางของลุ่มน้ำ Shira จะกระจายน้ำเข้าระบบน้ำบาดาล สิ่งเหล่านี้สามารถพิสูจน์ได้ ถ้าเปรียบเทียบการกระจายตัวของอัตราการเติมน้ำบาดาลก่อนและหลังการปลูกข้าวในพื้นที่

แบบจำลองการไหลของน้ำบาดาลแบบ 3 มิติ (60 กม.x 70กม.x ความลึก 2000 ม. โดยมีจำนวนกริด 1,404,000 กริด ความละเอียดเชิงพื้นที่ 100-500 ม.) ถูกนำมาใช้ศึกษาในพื้นที่นี้โดยกระทรวงที่ดินและขนส่ง สาขาคุมาโมโตะประยุกต์ใช้โดยโปรแกรม GETFLOWS ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย Dr.H.Tosaka (Tosaka et al.2000) ซึ่งสามารถแก้ไขปัญหาการไหลของน้ำผิวดินและน้ำบาดาลได้พร้อมกัน ขอบเขตของแบบจำลองนี้ (9 หน่วยหินทางธรณีวิทยาแสดงความแตกต่างของความสามารถในการยอมให้น้ำซึมผ่านได้และความพรุน) ถูกกำหนดให้คงที่เพื่อปรับข้อมูลระดับน้ำจากบ่อสังเกตการณ์และข้อมูลการรับน้ำของแม่น้ำที่ 2 สถานีตามแม่น้ำ Shira

(5) แนวทางการบริหารจัดการน้ำบาดาลของญี่ปุ่น

ตั้งแต่ปี พ.ศ.2525-2550 บนพื้นฐานของความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ จำนวนประชาชน และการใช้พื้นที่ทำกิน ทำให้ระดับน้ำบาดาลลดลงจากเดิม 5 เมตรโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตเมืองคุมะโมะโตะ ซึ่งระดับน้ำบาดาลจะพุสูงเหนือพื้นดินหลายเมตร จากปรากฏการณ์ดังกล่าว ทำให้ภาครัฐและเอกชนมีความกังวลอย่างมากต่อผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น จึงได้มีการศึกษาและรวบรวมข้อมูลในอดีตทางอุทกธรณีวิทยา รวมถึงการใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า “GETFLOW” ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ผลิตในญี่ปุ่น และพบว่าปริมาณไหลเติมของน้ำฝนในบริเวณต้นทางของแอ่งน้ำบาดาลมีจำนวนน้อยลง ซึ่งเป็นผลจากนโยบายการลดพื้นที่ปลูกข้าวเพื่อรักษาราคาข้าวไม่ให้ต่ำลงจนส่งผลกระทบต่อชาวนาในการดำรงชีพ โดยรณรงค์ให้เกษตรกรบางส่วนหันไปปลูกพืชไร่อย่างอื่นทดแทนได้แก่ ข้าวสาลี แครอท ข้าวฟ่าง ถั่ว พืชผัก เป็นต้น

แนวทางการบริหารจัดการน้ำเริ่มขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ.2549 เกิดแรงจูงใจที่ต้องการพิทักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาลได้จุดประกายขึ้นจากภาคเอกชน และภาครัฐทั้งส่วนกลางและท้องถิ่น โดยประชาชนมีส่วนร่วมและกำหนดแผนการบริหารจัดการอย่างเป็นระบบตั้งแต่ต้นทางจนถึงปลายทางน้ำบาดาล ในบริเวณต้นทาง เดิมทีเดียวนั้น การปลูกข้าวในอดีตคือการเติมน้ำอย่างธรรมชาติ แต่เมื่อมีการลดพื้นที่การปลูกข้าว ทำให้ปริมาณการไหลซึมลดน้อยลง ดังนั้น ภาครัฐจึงได้กำหนดแผนการเติมน้ำในแปลงเกษตรกรที่อาสาจะเข้าร่วมโครงการให้เป็นสระเติมน้ำในช่วงฤดูฝนโดยได้รับค่าชดเชยแทน ในขณะเดียวกัน ได้มีการจัดทำระบบการติดตามการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทั่วทั้งแอ่งในระบบอย่างต่อเนื่อง และประชาชนสามารถเข้าถึงข้อมูลนี้ได้ตามจุดที่กำหนดไว้พร้อมกันนั้น พื้นที่จอดรถหรือถนนยังได้ปูพื้นด้วยวัสดุที่น้ำฝนสามารถซึมผ่านได้เพื่อเพิ่มปริมาณการไหลเติมสู่ชั้นน้ำบาดาลอีกทางหนึ่งด้วย นอกจากนั้น ภาครัฐยังได้จัดทำแผ่นโฆษณาในพื้นที่แปลงเกษตรกรถึงการดำเนินของโครงการ เพื่อจูงใจให้ประชาชนเห็นความสำคัญ และมีส่วนช่วยสนับสนุนซื้อสินค้าผลิตผลทางเกษตร แม้ว่าจะมีราคาแพงกว่าราคาปกติในตลาด การดำเนินการของโครงการประสบความสำเร็จด้วยดีจนกระทั่งปัจจุบันนี้ ทิศทางการฟื้นคืนตัวของระดับน้ำบาดาลดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง

5.2 ดูงานการพัฒนาผลิตภัณฑ์ OVOP

(1) ที่มาของ OVOP

ต้นแบบของโครงการนี้ มีที่มาจากจังหวัดโออิตะ ซึ่งเป็นจังหวัดเล็กๆ ทางตอนใต้ บนเกาะคิวชูดั้งเดิมเป็นจังหวัดด้านเกษตรกรรม ไม่มีโรงงานอุตสาหกรรม ประชาชนส่วนใหญ่มีอาชีพเกษตรกรรม แม้ต่อมาจะมีการพัฒนาและมีโรงงานอุตสาหกรรมเกิดขึ้น แต่เกษตรกรก็ยังยึดอาชีพเกษตรกรรมเช่นเดิม แต่ได้เริ่มพัฒนาสินค้าด้านเกษตรกรรมให้มีคุณค่าและราคาเพิ่มมากขึ้น **เนื่องจากต้องการให้ประชาชนพัฒนาบ้านเกิด ไม่ต้องเดินทางหรือห่างไกลครอบครัว ซึ่งจุดนี้เป็นจุดสำคัญมากกว่าการมีรายได้หรือเงินเป็นจำนวนมาก**

ในปี 2504 ชาวบ้านในหมู่บ้านได้รวมตัวกันริเริ่มโครงการบ๊วยใหม่และเกาลัด เป็นโครงการส่งเสริมการเพาะปลูกบ๊วยและเกาลัดในรูปแบบการเกษตรผสมผสาน สำหรับหมู่บ้านโอยามาที่เป็นต้นแบบของโออิตะมีผลิตภัณฑ์กว่า 100 ชนิด จนได้ชื่อว่า One Village Hundred Products ซึ่งประกอบด้วยสินค้าเกษตรขั้นพื้นฐาน เช่น เห็ด ผัก ต่างๆ จนกระทั่งถึงผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป เช่น ขนมปัง ไส้กรอก สมุนไพรแปรรูป นอกจากนี้ยังมีร้านค้าริมทาง Kanohana Garden ซึ่งขายสินค้าชุมชนให้กับผู้บริโภค โดยเฉพาะนักท่องเที่ยว

และรับซื้อสินค้าชุมชนจากคนในชุมชนและชุมชนอื่นๆ ร้านค้าริมทางเป็นจุดที่ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้ซื้อและผู้ขายด้วย ดังรูปที่ 13

รูปที่ 13 ผลิตภัณฑ์ OVOP ที่มีการออกแบบอย่างสวยงามและจัดวางอย่างน่าชม

(2) ความสำเร็จของ OVOP

- OVOP ของญี่ปุ่นนั้นกว่าจะประสบความสำเร็จมาถึงขั้นนี้ได้ นอกจากในเรื่องของระยะเวลาที่บ่มเพาะมายาวนาน

- ความร่วมมือร่วมใจของคนในท้องถิ่นที่ถูกปลูกจิตสำนึกรักบ้านเกิด

- ความมีวิสัยทัศน์ของผู้นำและอาศัยทำทันที โดยกลยุทธ์ที่นำมาใช้นั้นคือต้องสร้างโอกาสสร้างอาชีพให้แก่ท้องถิ่น เพื่อที่จะให้คนในท้องถิ่นตระหนักถึงคุณค่าของบ้านเกิด และสิ่งที่เกิดขึ้นเป็นเงาตามตัวนั้นก็คือ ค่านิยมเรื่องชาตินิยม

(3) ความแตกต่างระหว่าง OTOP กับ OVOP

OTOP ของประเทศไทยนั้น รัฐจัดนโยบายสนับสนุนการจัดทำสินค้า OTOP

OVOP ของญี่ปุ่น เป็นการรวมตัวกันเองในหมู่บ้าน มีการจัดการทำการตลาดเอง ผลิตภัณฑ์ของเกษตร สิ่งที่น่าสนใจจะเป็นกล่องบรรจุภัณฑ์ที่ออกแบบสวยงาม สะดุดตาผู้ซื้อเป็นอย่างมาก

(4) จุดอ่อนของ OTOP

- การพัฒนาOTOP ไม่สอดคล้องกับปรัชญาของ OVOP ของประเทศญี่ปุ่น เพราะสินค้า OTOP เป็นการพัฒนาจากภายนอก ไม่ได้เกิดจากการคิดหรือริเริ่มของคนในชุมชน ทำให้การพัฒนาไปผูกติดกับการสนับสนุนของภาครัฐเป็นหลักมากกว่าการพึ่งพาของคนในชุมชน

- สินค้าOTOP ที่เป็นการนำภูมิปัญญาจากท้องถิ่นสู่ตลาดสากลยังไม่เพียงพอ คือ ผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างและขาดเอกลักษณ์เฉพาะถิ่นขาดความคิดริเริ่มใช้วัตถุดิบท้องถิ่นน้อยหรือไม่ใช้เลยผลิตภัณฑ์ขาดเรื่องราวเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ขาดการตีความหมายที่ถูกต้องของคำว่าภูมิปัญญษท้องถิ่น

- ไม่มีวิทยาการด้านเทคโนโลยีมาช่วยในการสร้างผลิตภัณฑ์การพัฒนาด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ยังมีน้อย และภูมิปัญญาในด้าน ขการผลิตจำเป็นต้องได้รับการต่อยอดทางด้านความรู้และเทคโนโลยีและผลิตภัณฑ์ ต้องการการพัฒนารูปแบบให้เข้ากับสมัยนิยม

- การพึ่งพาตนเองและความ ริเริ่มยังมีน้อยมาก ส่วนใหญ่จะรอคอยการชี้นำและสนับสนุนของภาครัฐคือ มีการจัดตั้งกลุ่มในชุมชนเพียงร้อยละ 60 และเกิดจากการริเริ่มของภาครัฐจำนวนร้อยละ 40

- ขาดการพัฒนาด้านคนและนโยบายของสินค้าโอทอป ยังเน้นการผลิตเป็นสำคัญ

- ผลิตภัณฑ์ขาดการควบคุมมาตรฐาน

- ผลประโยชน์ของสินค้าOTOP ยังกระจุกตัวอยู่ในกลุ่มชุมชนที่ก้าวหน้า

- ขาดแรงผลักดันในเรื่องของค่านิยมเรื่องชาตินิยม

(5) แนวทางการผลิตสินค้าโอทอปที่เป็นการต่อยอดจากการใช้ทรัพยากรน้ำบาดาลและการตลาดที่ประสบความสำเร็จ

- ผลผลิตด้านการเกษตรจะต้องเน้นเรื่องของคุณภาพและปลอดสารพิษ

- การแปรรูปผลิตผลิตภัณฑ์สินค้าทั้งบริโภคและอุปโภค จำเป็นจะต่อยอดให้มีความหลากหลาย พร้อมทั้งการบรรจุผลิตภัณฑ์ที่สะอาดและสวยงาม ซึ่งสามารถพบเห็นได้ทั่วไปในสถานที่ท่องเที่ยวและชุมชนท้องถิ่น

- การพัฒนาผลิตภัณฑ์ของชุมชน ต้องคำนึงถึงมาตรฐานในระดับประเทศหรือสากล โดยยึดมั่นบนพื้นฐานของทรัพยากรท้องถิ่น

- ต้องพยายามที่ดึงความโดดเด่นหรือเอกลักษณ์เฉพาะท้องถิ่น มาผูกกับตัวผลิตภัณฑ์สินค้าโอทอป ซึ่งคนในท้องถิ่นจะต้องค้นหาสิ่งที่มีคุณค่าของท้องถิ่น และนำวัฒนธรรมมาใช้เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงเพื่อไม่ให้เกิดการผลิตที่ซ้ำซ้อนกัน

- การสนับสนุนของภาครัฐ ควรปรับเปลี่ยนบทบาทที่เน้นเทคโนโลยีและการตลาดมากกว่าสนับสนุนด้านเงินทุน

- ปรับกระบวนทัศน์ของวิสาหกิจชุมชน ที่นำไปสู่การพึ่งพาของคนในชุมชนด้วยการบ่มเพาะเพื่อสร้างจิตสำนึกและกระตุ้นให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนตระหนักว่าตนเองสามารถ คิดได้และทำได้ และสร้างความเชื่อมั่นในตนเอง และเกิดความกล้าคิดริเริ่ม ความอุตสาหะ และยืนหยัดได้ด้วยตนเองในที่สุด

- ควรมีการจัดฝึกอบรม สัมมนา จากผู้เชี่ยวชาญสาขาต่างๆ เพื่อให้คนในชุมชนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปต่อยอดและพัฒนารูปแบบการพัฒนาของชุมชนแต่ละแห่งได้

- ควรมีการประดิษฐ์คิดค้น เครื่องมือ/เครื่องจักรขนาดเล็ก สำหรับใช้งานของกลุ่มต่างๆ ให้มากขึ้น เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

- การพัฒนาผลิตภัณฑ์ของชุมชนควรมุ่งไปทิศทางที่สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์และเน้นการพัฒนากึ่งกลางระหว่างภาคเกษตรกรรมและภาคอุตสาหกรรม หรือมุ่งไปสู่อุตสาหกรรมการแปรรูปผลผลิตเกษตรให้มากขึ้น

- การพัฒนาและขยายแหล่งจำหน่ายสินค้าท้องถิ่นเพิ่มขึ้น เช่น ร้านอาหาร ภัตตาคาร ฯลฯ เพื่อเพิ่มรายได้ให้กับคนในชุมชน

8.1 **ศึกษาดูงานด้านการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานความร้อนใต้พิภพที่ Hatchobaru Geothermal Power Plant**

ในการศึกษาดูงานด้านการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานความร้อนใต้พิภพได้รับการต้อนรับจาก Prof. Ryuichi Itoi และ Prof. Yasuhiro Fujimitsu จากมหาวิทยาลัยคิวชู โดยแบ่งการศึกษาดูงานออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

5.3.1 ศึกษาดูงานด้านการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานความร้อนใต้พิภพที่ Hatchobaru Geothermal Power Plant โดย Prof. Ryuichi Itoi (รูปที่ 14)

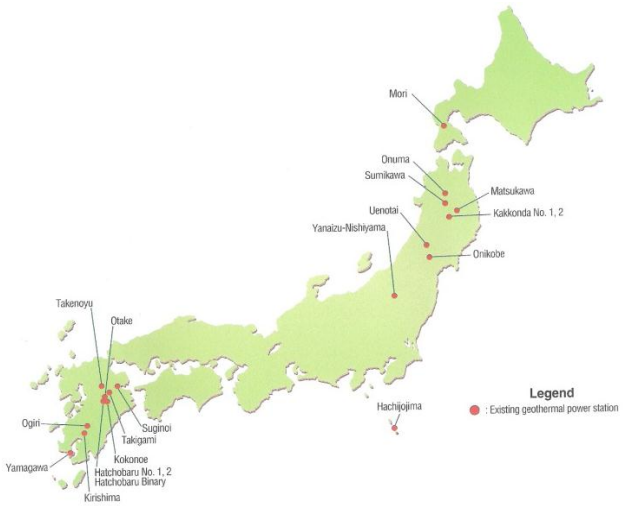
5.3.2 การติดตามการเปลี่ยนแปลงพลังงานและสำรวจแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพ พร้อมเครื่องมือและอุปกรณ์ของมหาวิทยาลัยคิวชู โดย Prof.Yasuhiro Fujimitsu (รูปที่ 15)

รูปที่ 14 บรรยากาศการศึกษาดูงาน Hatchobaru Power Plant

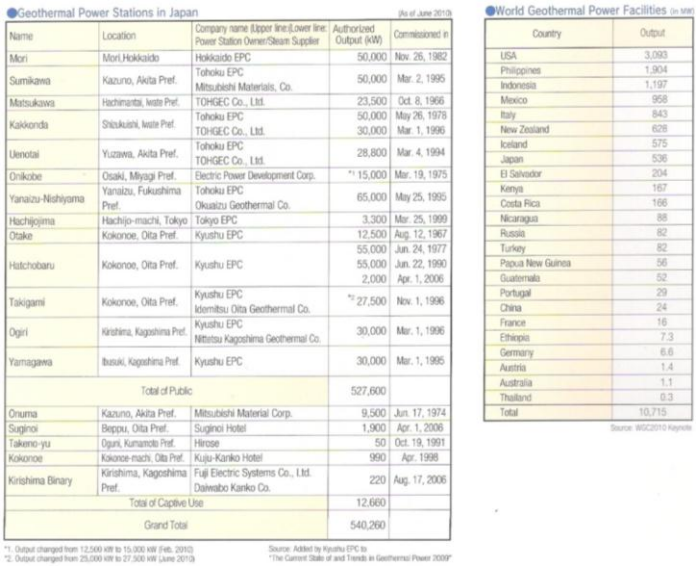
รูปที่ 15 บรรยากาศการศึกษาดูงานด้านติดตามการเปลี่ยนแปลงและสำรวจแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพ ณ มหาวิทยาลัยคิวชู

5.3.1 การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานความร้อนใต้พิภพที่ Hatchobaru Geothermal Power Plant

จุดสีแดงในแผนที่ (รูปที่ 16) คือตำแหน่งโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนใต้พิภพที่มีอยู่ในประเทศญี่ปุ่น จำนวน 18 สถานี และส่วนมากตั้งอยู่พื้นที่เกาะคิวชู รวมถึงโรงไฟฟ้า Hatchobaru ด้วย ญี่ปุ่นสามารถไฟฟ้าจากพลังงานความร้อนใต้พิภพ เป็นลำดับที่ 8 ของโลก ในปริมาณ 540MW โดยเฉพาะที่โรงไฟฟ้า Hatchobaru เพียงแห่งเดียวก็สามารถผลิตไฟฟ้าได้ถึง 110 MW (รูปที่ 17)



รูปที่ 16 แสดงตำแหน่งโรงไฟฟ้าในประเทศญี่ปุ่น



●Geothermal Power Stations in Japan

Name	Location	Company name (Upper line:Lower line: Power Station Owner/Steam Supplier	Authorized Output (kW)	Commissioned in
Mori	Mori,Hokkaido	Hokkaido EPC	50,000	Nov. 26, 1982
Sumikawa	Kazuno, Akita Pref.	Tohoku EPC Mitsubishi Materials, Co.	50,000	Mar. 2, 1995
Matsukawa	Hachimantai, Iwate Pref.	TOHGEC Co., Ltd.	23,500	Oct. 8, 1966
Kakkonda	Shizukuishi, Iwate Pref.	Tohoku EPC TOHGEC Co., Ltd.	50,000 30,000	May 26, 1978 Mar. 1, 1996
Uenotai	Yuzawa, Akita Pref.	Tohoku EPC TOHGEC Co., Ltd.	28,800	Mar. 4, 1994
Onikobe	Osaki, Miyagi Pref.	Electric Power Development Corp.	*1 15,000	Mar. 19, 1975
Yanaizu-Nishiyama	Yanaizu, Fukushima Pref.	Tohoku EPC Okuaizu Geothermal Co.	65,000	May 25, 1995
Hachijojima	Hachijo-machi, Tokyo	Tokyo EPC	3,300	Mar. 25, 1999
Otake	Kokonoe, Oita Pref.	Kyushu EPC	12,500	Aug. 12, 1967
Hatchobaru	Kokonoe, Oita Pref.	Kyushu EPC	55,000 55,000 2,000	Jun. 24, 1977 Jun. 22, 1990 Apr. 1, 2006
Takigami	Kokonoe, Oita Pref.	Kyushu EPC Idemitsu Oita Geothermal Co.	*2 27,500	Nov. 1, 1996
Ogiri	Kirishima, Kagoshima Pref.	Kyushu EPC Nittetsu Kagoshima Geothermal Co.	30,000	Mar. 1, 1996
Yamagawa	Ibusuki, Kagoshima Pref.	Kyushu EPC	30,000	Mar. 1, 1995
Total of Public			527,600	
Onuma	Kazuno, Akita Pref.	Mitsubishi Material Corp.	9,500	Jun. 17, 1974
Suginoi	Beppu, Oita Pref.	Suginoi Hotel	1,900	Apr. 1, 2006
Takeno-yu	Oguni, Kumamoto Pref.	Hirose	50	Oct. 19, 1991
Kokonoe	Kokonoe-machi, Oita Pref.	Kuju-Kanko Hotel	990	Apr. 1998
Kirishima Binary	Kirishima, Kagoshima Pref.	Fuji Electric Systems Co., Ltd. Daiwabo Kanko Co.	220	Aug. 17, 2006
Total of Captive Use			12,660	
Grand Total			540,260	

*1. Output changed from 12,500 kW to 15,000 kW (Feb. 2010)
*2. Output changed from 25,000 kW to 27,500 kW (June 2013)

Source: Added by Kyushu EPC to "The Current State of and Trends in Geothermal Power 2009"

●World Geothermal Power Facilities

Country	Output
USA	3,093
Philippines	1,904
Indonesia	1,197
Mexico	958
Italy	843
New Zealand	628
Iceland	575
Japan	536
El Salvador	204
Kenya	167
Costa Rica	166
Nicaragua	88
Russia	82
Turkey	82
Papua New Guinea	56
Guatemala	52
Portugal	29
China	24
France	16
Ethiopia	7.3
Germany	6.6
Austria	1.4
Australia	1.1
Thailand	0.3
Total	10,715

Source: WGC2010 Keynote

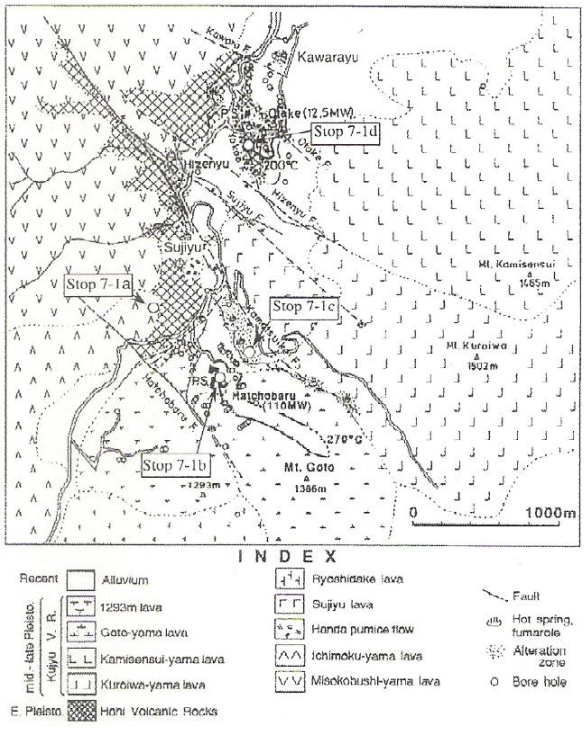
รูปที่ 17 แสดงตำแหน่งโรงไฟฟ้าในประเทศญี่ปุ่น

ลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่

หินฐานที่รองรับพื้นที่ตั้งของ Hatchobaru Geothermal Power Plant เป็นหินชีสต์แบบผลึกซึ่งถูกแปรโดยแกรนิตยุคครีเตเชียส (87,000 ปีที่ผ่านมา)

ในพื้นที่มีรอยเลื่อนวางตัวในแนว NW-SE (รูปที่ 18) รอยเลื่อนที่สำคัญที่สุดคือรอยเลื่อน Komatsuike ซึ่งมีลักษณะปรากฏของพลังงานความร้อนใต้พิภพระดับตื้นเกิดขึ้นมากมาย เช่น น้ำพุร้อน กลุ่มไอร้อน และดินชั้นบนที่ถูกแปรสภาพ เป็นลักษณะปรากฏของพลังงานความร้อนใต้พิภพระดับตื้น (รูปที่ 19) เชื่อว่าแนวรอยเลื่อนเหล่านี้เป็นแนวรอยเลื่อนหลักในการส่งผ่านพลังงานความร้อนใต้พิภพ (Yamasaki et al.0 1970, Hayashi et al., 1985)

สภาพพื้นที่ที่พัฒนาโรงไฟฟ้า Hatchobaru ถูกจำกัดขอบเขตโดยแนวรอยเลื่อน Komatsuike และ Hatchobaru จากข้อมูลการศึกษาโดยประมาณอุณหภูมิสูงกว่า 270 องศาเซลเซียส ที่ระดับการผลิตประมาณ 1,000 เมตร ใต้ผิวดิน (100 เมตรจากระดับน้ำทะเล) มีรูปแบบการวางตัวในแนวยาว (900x100 เมตร) ซึ่งสัมพันธ์กับการวางตัวของแนวรอยเลื่อน Komatsuike



รูปที่ 18 แผนที่ธรณีวิทยาของพื้นที่ Hatchobaru Geothermal Power Plant

รูปที่ 19 ลักษณะปรากฏของพลังงานความร้อนใต้พิภพระดับตื้น

ลักษณะเฉพาะของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานความร้อนใต้พิภพ

ข้อดี

- ใช้แหล่งพลังงานในพื้นที่ให้เกิดประสิทธิภาพ
- ไม่ต้องใช้น้ำมัน
- เป็นพลังงานที่ค่อนข้าวถาวร เสถียรภาพ และใช้เป็นพลังงานทดแทนได้
- เป็นพลังงานสะอาด ควบคุมการปล่อยก๊าซ CO_2ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- สามารถผลิตไฟฟ้าได้ตลอดเวลา โดยไม่ต้องคำนึงสภาพอากาศ ช่วงเวลากลางวัน หรือกลางคืน

ข้อเสีย

- การก่อสร้างโรงไฟฟ้าให้มีกำลังผลิตขนาดใหญ่ ทำได้ยาก
- ต้องให้ความใส่ใจกับสิ่งแวดล้อมโดยรอบ เพราะพื้นที่โรงฟ้าจากพลังงานความร้อนใต้พิภพมักอยู่ในพื้นที่ธรรมชาติสวยงาม

Hatchobaru Geothermal Power Plant มีความเป็นมาดังนี้

ย้อนกลับไปในปี 1949 เริ่มมีการศึกษาและพัฒนาพลังงานความร้อนใต้พิภพในพื้นที่ Otake และ Hatchobaru เดือนสิงหาคม 1967 สามารถสร้างสถานีไฟฟ้า Otake เสร็จสมบูรณ์ ช่วงแรกใช้น้ำร้อนเป็นหลักในรูปแบบ single-flash การพัฒนาและก่อสร้างสถานีไฟฟ้า Hatchobaru หมายเลข 1 สำเร็จลงด้วยกำลังผลิต 55,000 kWและเป็นครั้งแรกของโลกที่มีการส่งกระแสไฟฟ้าผ่านสายส่ง 2 เฟส ในระบบไฟฟ้า double-flash ในเดือนมิถุนายน 1977 จากนั้นก็มีการก่อสร้าง Hatchobaru หมายเลข 2 สำเร็จด้วยกำลังผลิต 55,000 kW เช่นเดิม ในเดือนกรกฎาคม 1990 เป็นโรงไฟฟ้าที่มีกำลังผลิตถึง 110,000kWเป็นหนึ่งในโรงไฟฟ้าจากพลังงานความร้อนใต้พิภพที่มีชื่อเสียงระดับโลก รูปที่ 20 และในช่วงปี 2003-2005 ระบบ Binary ถูกนำมาใช้ทดสอบที่สถานีไฟฟ้า Hatchobaruและในเดือนเมษายน 2006 ภายหลังการติดตั้งทดสอบระบบ สถานีไฟฟ้า Hatchobaruก็เปลี่ยนมาใช้ระบบ Binary

รูปที่ 20 Hatchobaru Geothermal Power Plant

กระบวนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานความร้อนใต้พิภพของพื้นที่ Hatchobaru Geothermal Power Plant

การสร้างพลังงานความร้อนใต้พิภพ คือ การผลิตกระแสไฟฟ้า ทำโดยนำเอาไอน้ำร้อนจากใต้ดินระดับลึกขึ้นมาหมุนเทอร์ไบน์โดยตรง ในขณะที่การผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังน้ำต้องใช้เชื้อเพลิง เช่น ถ่านหิน น้ำมัน หรือก๊าซธรรมชาติ กล่าวได้ว่าพลังงานความร้อนใต้พิภพนี้ โลกทำตัวเป็นหม้อต้ม ซึ่งโดยทั่วไปแล้วยิ่งลึกลงไปใต้ผิวดิน อุณหภูมิจะสูงขึ้นเรื่อยๆ คาดว่าอุณหภูมิจะสูงถึง 1000 C ที่ความลึก 30-50 กิโลเมตร ที่ซึ่งคาดว่าจะเป็นแหล่งกักเก็บของเหลวขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นไปไม่ได้ที่จะใช้แหล่งความร้อนนี้ด้วยเทคโนโลยีในปัจจุบัน เพราะมันลึกมากนั่นเอง แล้วเกิดอะไรขึ้นกับส่วนที่เราเรียกว่าบริเวณที่มีศักยภาพของความร้อนใต้พิภพ ที่ซึ่งมีภูเขาไฟตั้งอยู่ มีน้ำพุร้อน บ่อโคลนเดือด หรือหินที่ถูกแปรสภาพ แมกม่าที่อุณหภูมิ 1000 C มีความสัมพันธ์กับลักษณะปรากฏระดับตื้นเหล่านี้อย่างไร เมื่ออยู่ลึกหลายกิโลเมตร แมกม่าอาจให้ความร้อนกับน้ำฝนที่ซึมลงมาใต้ผิวดินและสะสมตัวอยู่เป็นแหล่งกักเก็บของเหลว วิธีการนำความร้อนเหล่านี้มาใช้ก็โดยการ

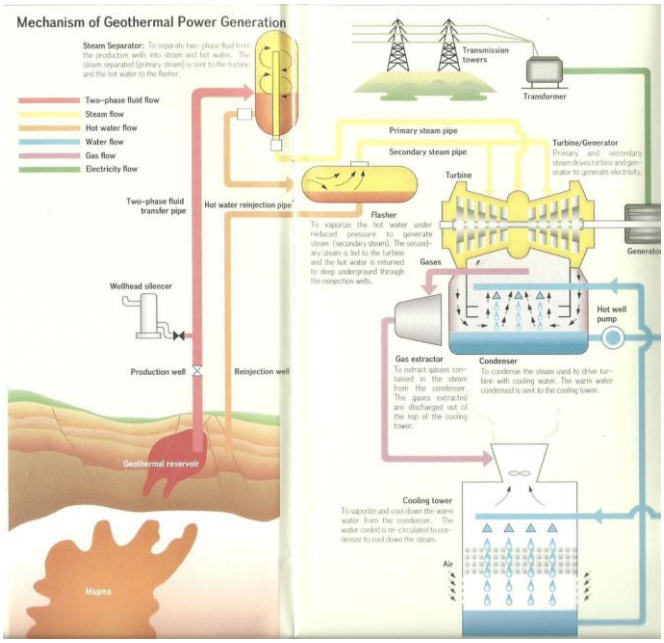
วิธีการที่จะใช้ความร้อนจากที่แห่งนี้เป็นแหล่งพลังงานโดยตรง เรียกว่า กระบวนการสร้างพลังงานความร้อนใต้พิภพ รูปที่ 21 โดยมีรายละเอียดตามขั้นตอน ดังนี้

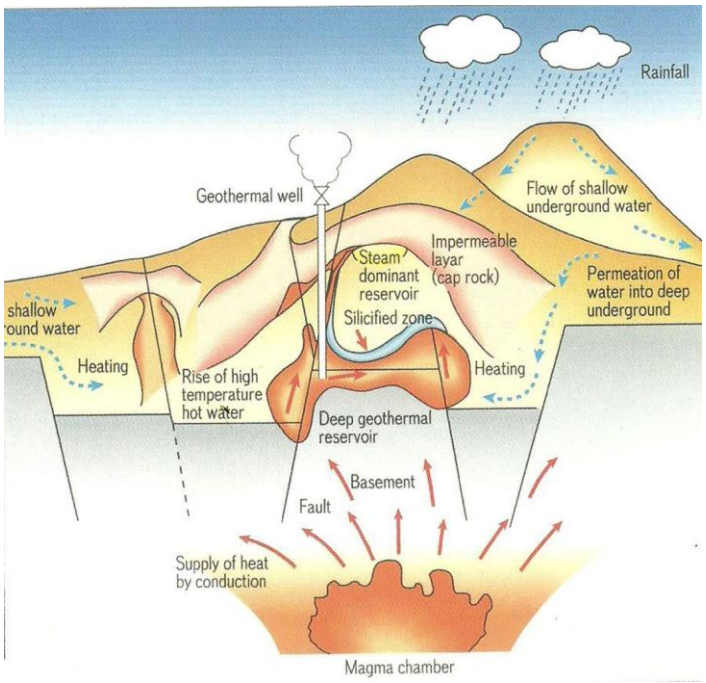
(1) เจาะบ่อผลิตและลงท่อ เพื่อให้ถึงชั้นหินที่เป็นแหล่งกักเก็บน้ำร้อนและไอน้ำ ลึกลงไปใต้ดินประมาณ 2 กิโลเมตร รูปที่ 22

(2) ของเหลวสองสถานะจากบ่อผลิตจะถูกส่งผ่านท่อเข้าสู่ถังแยก เพื่อแยกไอน้ำร้อนออกจากน้ำร้อน ไอน้ำร้อนที่ถูกแยกออกมา (ไอน้ำร้อนแรก) จะถูกส่งไปปั่นเทอร์ไบน์ และน้ำร้อนจะถูกส่งเข้าถังเก็บน้ำร้อน (flasher)

(3) น้ำร้อนในถังเก็บน้ำร้อน จะถูกทำให้เกิดเป็นไอน้ำโดยการลดความดัน เกิดเป็นไอน้ำร้อน (ไอน้ำร้อนที่สอง) และถูกส่งไปปั่นเทอร์ไบน์ ส่วนน้ำร้อนที่เหลือจะถูกอัดกลับลงใน Injection wells โดยระบบนี้เรียกว่า Binary system ซึ่งนวัตกรรมนี้เป็นที่สร้างชื่อเสียงและรางวัลให้แก่บริษัท Kyushu Electric Power จำกัด

(4) ไอน้ำร้อนแรก และไอน้ำร้อนที่สอง ถูกนำไปขับเคลื่อนเทอร์ไบน์ และ Generator เพื่อสร้างกระแสไฟฟ้า





รูปที่ 21 ขบวนการสร้างพลังงานความร้อนใต้พิภพ

รูปที่ 22 การเจาะ Production wells ของ Hatchobaru power plant

(5) กระแสไฟฟ้าจะถูกส่งเข้าหม้อแปลง และเข้าสู่สายส่งไฟฟ้าต่อไป

(6) ไอน้ำที่ถูกนำไปขับเคลื่อนเทอร์ไบน์จะถูกควบแน่นให้กลายเป็นหยดน้ำในถังควบแน่น (Condenser) ด้วยน้ำเย็น โดยน้ำอุ่นที่ได้จากการควบแน่นจะถูกส่งไปยัง Cooling tower เพื่อระบายความร้อน

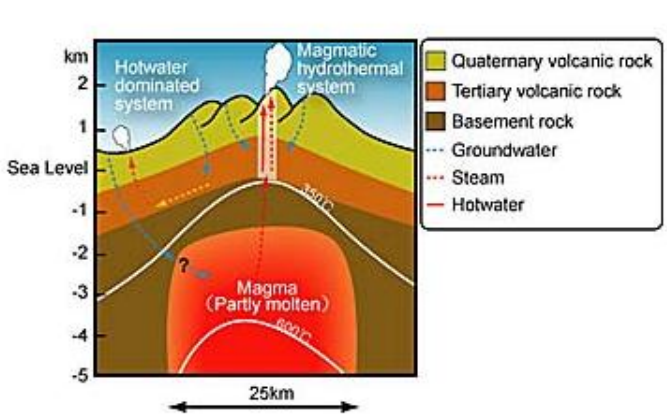
(7) ก๊าซที่ผสมอยู่กับไอน้ำในถังควบแน่นจะถูกแยกออกมาด้วยเครื่องแยกก๊าซ (Gas extractor) และถูกปล่อยออกที่ปล่องด้านบนของ Cooling tower

5.3.2 การติดตามการเปลี่ยนแปลงพลังงานและสำรวจแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพ พร้อมเครื่องมือและอุปกรณ์ของมหาวิทยาลัยคิวชู โดยเฉพาะการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ ถือเป็นวิธีการที่สำคัญของการสำรวจทั้งแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพและน้ำบาดาล และมหาวิทยาลัยคิวชู เป็นมหาวิทยาลัยหนึ่งที่ได้รับผิดชอบในการสำรวจแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพ นอกจากนี้ ยังทำการติดตามกำกับดูแลในการนำพลังงานความร้อนใต้พิภพขึ้นมาใช้ โดยเฉพาะโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนใต้พิภพในพื้นที่เกาะคิวชู

ภาควิชาวิศวกรรมด้านทรัพยากรโลกคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยคิวชู นอกจากจะมีอุปกรณ์เครื่องมือทางธรณีฟิสิกส์หลายประเภท เพื่อการสำรวจทั้งระดับตื้นและลึกแล้ว ยังมีห้องทดลองและการแปลผลทางคอมพิวเตอร์อยู่ภายในห้องใต้ดินของมหาวิทยาลัยด้วย

ภาควิชาวิศวกรรมด้านทรัพยากรโลก คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยคิวชู มีการศึกษาเกี่ยวกับพลังงานความร้อนใต้พิภพ รูปที่ 23-26 ดังนี้

- การใช้พลังงานความร้อนจากภูเขาไฟเป็นแหล่งพลังงานความร้อนในอนาคต ศึกษาโครงสร้างการระบายความร้อนของภูเขาไฟและวิธีการนำเอาความร้อนมาใช้งาน (ความลึก : 3,000-5,000 เมตรใต้ผิวดิน)

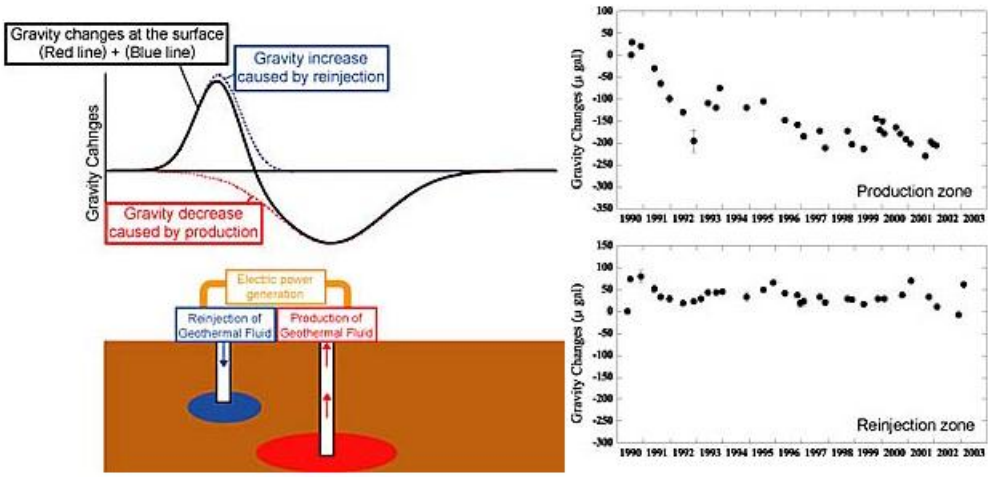


Underground structure of Kuju volcano

A plan of volcanic heat energy extraction

รูปที่ 23 การศึกษาการใช้พลังงานความร้อนจากภูเขาไฟ

- การติดตามการเปลี่ยนแปลงของแหล่งกักเก็บพลังงานความร้อน โดยทำการติดตามจากพื้นที่โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนใต้พิภพ โดยตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของมวลพลังงานภายในแหล่งกักเก็บพลังงานความร้อน ด้วยการวัด microgravity (ความลึก : 1,000-3,000 เมตรใต้ผิวดิน)

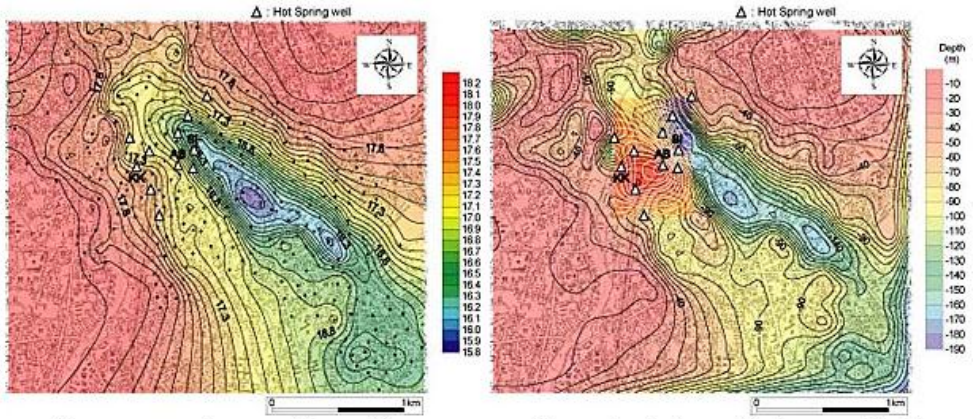


Concept of gravity change monitoring

A result at Hatchobaru Geothermal Power Plant in Oita Prefecture

รูปที่ 24 การศึกษาติดตามการเปลี่ยนแปลงของแหล่งกักเก็บพลังงานความร้อน

- การศึกษาอุณหภูมิระดับต่ำถึงปานกลางของระบบพลังงานความร้อนใต้พิภพบริเวณพื้นที่ชานเมือง เป็นการศึกษาโครงสร้างใต้ผิวดิน และขบวนการไหลขึ้นมาของน้ำร้อน (ความลึก : หลายร้อย-1,500 เมตรใต้ผิวดิน)

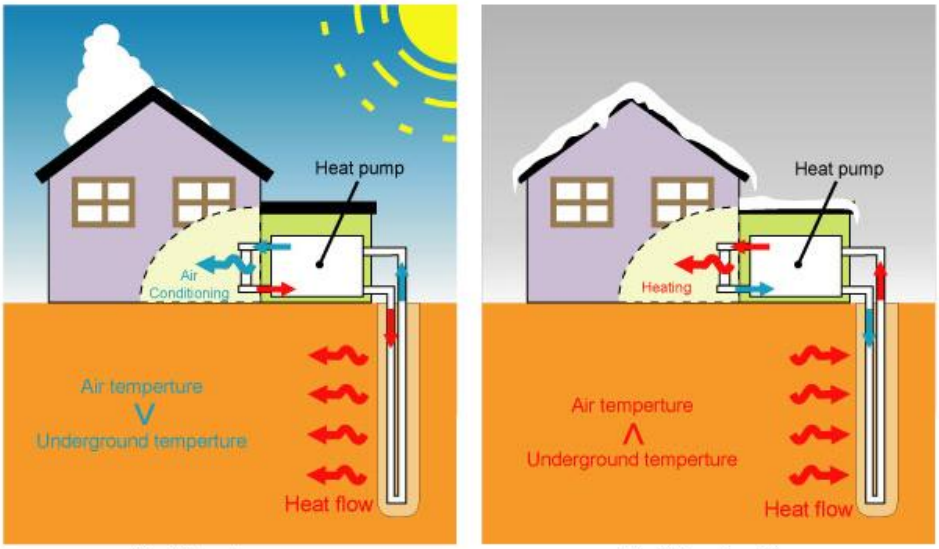


Bouguer anomaly map of the southern part of Fukuoka city

Comparison between the basement depth estimated by the bouguer anomaly and the hot springs temperature disturibution.

รูปที่ 25 การศึกษาอุณหภูมิระดับต่ำถึงปานกลางของระบบพลังงานความร้อนใต้พิภพ

- การนำความร้อนระดับตื้นมาใช้ เป็นการประยุกต์นำความร้อนมาใช้สำหรับเครื่องปรับอากาศตามที่พักอาศัย (ความลึก : หลายสิบ-หลายร้อยเมตรใต้ผิวดิน)



รูปที่ 26 นำความร้อนระดับตื้นมาประยุกต์ใช้ตามที่พักอาศัย

6. ประโยชน์ที่ได้รับ

6.1 ได้ศึกษาแนวทางการวางแผนและพัฒนาน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรในรูปแบบที่ประชาชนมีส่วนร่วม และสามารถบริหารจัดการเองได้เมื่อสิ้นโครงการ

6.2 ได้ศึกษาแนวทางการผลิตสินค้าโอทอปที่เป็นการต่อยอดจากการใช้ทรัพยากรน้ำบาดาลและการตลาดที่ประสบความสำเร็จ

6.3 ส่งเสริมแนวทางการพัฒนาทรัพยากรน้ำบาดาลอย่างเต็มศักยภาพเพื่อเสริมสร้างรายได้ให้แก่ชุมชน

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลในรูปของแอ่งน้ำบาดาลเพื่อความยั่งยืนนั้น จะต้องอาศัยความร่วมมือเป็นอย่างดีทั้งภาครัฐ เอกชนและประชาชน ทั้งในแง่ของหลักการและการปฏิบัติที่จริงจัง

7.2 ภาครัฐและเอกชน จะต้องมีส่วนร่วมในบทบาทของการกระตุ้นถึงผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อมให้ประชาชนรับทราบและหาแนวทางร่วมกันในการแก้ไขปัญหา

7.3 การเก็บข้อมูลพื้นฐานทางวิชาการจะต้องมีการกระทำอย่างต่อเนื่องและเป็นระยะเวลาที่ยาวนาน หากมีผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมเกิดขึ้น จะได้สามารถสืบหาสาเหตุได้อย่างชัดเจน

7.4 การดำเนินการโครงการใดๆ ในพื้นที่ควรที่จะมีแผ่นป้ายโฆษณาเชิงรูปภาพที่ประชาชนสามารถเข้าใจได้ง่าย แม้ว่าเรื่องนั้นจะเป็นในรูปเชิงวิชาการ ซึ่งเมื่อประชาชนเข้าใจแล้วก็สามารถให้ความร่วมมือได้อย่างเต็มที่เช่น โครงการน้ำบาดาลเพื่อการเกษตร เป็นต้น

7.5 การศึกษาวิชาการในรูปของคำว่า “Trans-boundary groundwater management”นั้น สามารถใช้ได้ทั้งพื้นที่ในรูปแบบของชั้นน้ำบาดาลข้ามเขตการปกครอง ไม่จำเป็นจะต้องเป็นพื้นที่ข้ามพรมแดนของประเทศอย่างเดียว

7.6 การสนับสนุนให้ชุมชนได้มีการปรับรูปแบบความหลากหลายการแปรรูปผลิตภัณฑ์สินค้าทางเกษตรและรูปแบบการบรรจุผลิตภัณฑ์ให้มีสีสัน สะดุดตาและสวยงาม ก็อาจจะเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะเพิ่มการขาย ทั้งนี้ทั้งนั้น จะต้องคำนึงถึงคุณภาพและความสะอาดเป็นสำคัญ

7.7 ชุมชนควรที่จะรวมตัวกันจัดรูปแบบการจำหน่ายสินค้าให้เป็นสัดส่วนและสวยงาม โดยเฉพาะอย่างยิ่งชุมชนที่จะส่งเสริมสินค้าโอทอป

7.8 การศึกษาเรื่องพลังงานความร้อนใต้พิภพเพื่อส่งเสริมพลังงานทดแทนนั้น จำเป็นจะต้องได้รับการสนับสนุนจัดหาเครื่องมือทางธรณีฟิสิกส์ที่เหมาะสมและมีองค์ความรู้ในศาสตร์นั้นเป็นอย่างดีทั้งทางทฤษฎีและปฏิบัติ สามารถตรวจสอบคุณภาพความถูกต้องของเครื่องมือได้ตลอดเวลาในห้องทดลอง

8.ผู้จัดทำรายงาน

8.1 นายอดิสัย จารุรัตน์	ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านวิจัยและพัฒนาทรัพยากรน้ำบาดาล
8.2 นายรังสรรค์ วงษ์ประยูร	ผู้อำนวยการกลุ่มนิติการ
8.3 นางสาวอัญชลี จั่นพลอย	ผู้อำนวยการส่วนบริหารทรัพยากรบุคคล
8.4 นางสาวดวงมณี จั่นเพิ่ม	ผู้อำนวยการส่วนการคลัง
8.5 นางสาวทัศนีย์ เนตรทัศน์	นักธรณีวิทยาชำนาญการ
8.6 นางสาวปารณีย์บัวระพา	นักธรณีวิทยาชำนาญการ
8.7 นางณัฐิยา ลาภเลิศสุข	นักสิ่งแวดล้อมชำนาญการพิเศษ

รายการการศึกษาดูงาน

เรื่อง การประกอบกิจการน้ำบาดาล

ระหว่างวันที่ 1-10 สิงหาคม 2556

ณ. เมืองโคเปนเฮเกน และ เมืองอาฮุส ราชอาณาจักรเดนมาร์ก

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

รายการการศึกษาดูงาน
เรื่อง การประกอบกิจการน้ำบาดาล
ระหว่างวันที่ 1-10 สิงหาคม 2556
ณ. เมืองโคเปนเฮเกน และ เมืองอาฮุส ราชอาณาจักรเดนมาร์ก

---

1. หลักการและเหตุผล

ราชอาณาจักรเดนมาร์ก เป็นประเทศที่มีความเจริญทางเศรษฐกิจ ผ่านประสบการณ์ด้านการบริหารจัดการน้ำมาอย่างมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ประโยชน์ทรัพยากรน้ำบาดาลอย่างเต็มศักยภาพ เพื่อการรองรับด้านอุปโภคบริโภคและการเจริญเติบโตด้านอุตสาหกรรม จึงส่งผลให้มีนวัตกรรมการใช้เทคโนโลยีในการบริหารจัดการน้ำบาดาลให้เพียงพอต่อความต้องการของประชาชน การส่งจ่าย น้ำบาดาล การปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล การกำจัดน้ำเสีย จนได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในระดับโลก อีกทั้งกรมทรัพยากรน้ำบาดาลและสำนักสำรวจทางธรณีแห่งราชอาณาจักรเดนมาร์ก (Geological survey of Denmark and Greenland) ได้ลงนามในบันทึกความเข้าใจร่วมกัน (Memorandum of Understanding) เพื่อสนับสนุนการแลกเปลี่ยนข้อมูลทางด้านวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านน้ำบาดาลระหว่างกัน ความร่วมมือกันในด้านการพัฒนาเทคนิคน้ำบาดาล รวมทั้งพัฒนาขีดความสามารถของบุคคลากรด้านน้ำบาดาลของทั้งสองประเทศ ดังนั้น จึงเป็นโอกาสที่ดีที่จะให้ข้าราชการ ทบ. และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ศึกษาดูงาน ณ ประเทศดังกล่าว เพื่อรับทราบและเรียนรู้เทคนิคการบริหารจัดการน้ำบาดาล และนำมาเป็นแนวทางในการประยุกต์ให้เหมาะสมกับสถานการณ์น้ำปัจจุบันและอนาคตของประเทศไทย

2. วัตถุประสงค์

2.1เพื่อศึกษาดูงานและรับทราบนโยบาย รูปแบบ การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล กระบวนการออกใบอนุญาตของการประกอบกิจการน้ำบาดาล ตลอดจนเทคโนโลยีและเทคนิคที่ทันสมัย

2.2 ศึกษาและดูงานการบริหารจัดการน้ำบาดาลร่วมกับน้ำผิวดินด้วยเทคโนโลยีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

2.3 เพื่อให้ข้าราชการ ทบ. และผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานด้านน้ำบาดาลได้เรียนรู้ เข้าใจ และสามารถนำประสบการณ์ที่ได้รับมาประยุกต์ใช้ในงานที่รับผิดชอบ เพื่อประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศไทยอย่างต่อเนื่อง

2.4 เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ สำหรับการวางแนวทางบริหารจัดการน้ำบาดาลด้านสิ่งแวดล้อมในระดับสากล

3. กำหนดการและสถานที่ดูงาน

(รวมวันเดินทาง) ระหว่างวันที่ 1-10 สิงหาคม 2556

ณ. เมืองโคเปนเฮเกน และ เมืองอาฮุส ราชอาณาจักรเดนมาร์ก

4. รายชื่อผู้เข้าร่วมศึกษาดูงาน

4.1 ดร. อรัญญา เฟื่องสวัสดิ์	สำนักสำรวจและประเมินศักยภาพน้ำบาดาล
4.2 นายทวีศักดิ์ ชพานนท์	สำนักงบประมาณ
4.3 นายปรีดา อัตวินิจตระการ	สำนักงานเศรษฐกิจการคลัง
4.4 นางอรนุช หล่อเพ็ญศรี	สำนักควบคุมกิจการน้ำบาดาล
4.5 นางสาววิลาวัลย์ ไทยสงคราม	สำนักบริหารกลาง
4.6 นายเทิดศักดิ์ ทรัพย์ทวีวัง	ศูนย์สารสนเทศ
4.7 นายอดิศักดิ์ อุ่นปิติพงษา	สำนักทรัพยากรน้ำบาดาลเขต
4.8 นายรังสรรค์ วงษ์ประยูร	กลุ่มนิติการ
4.9 นายอภิชาติ จันทร์เทียน	สำนักควบคุมกิจการน้ำบาดาล
1.40 นางสาวภิรมย์ จันทร์วงษ์	กรมบัญชีกลาง

5. รายละเอียดการศึกษาดูงาน

5.1 การดูงานที่กรุงโคเปนฮาเกน ประกอบไปด้วย 2 หน่วยงานหลักในระดับประเทศ ได้แก่ Danish Nature Agency (สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติแห่งประเทศเดนมาร์ก) สังกัดกระทรวงสิ่งแวดล้อม ได้รับการต้อนรับจากเจ้าหน้าที่ คือ มีการบรรยายสรุปกิจกรรมของกระทรวงและสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติ

โครงสร้างของการบริหารจัดการน้ำบาดาลในประเทศเดนมาร์ก แบ่งออกเป็น 4 หน่วยได้แก่ กระทรวงสิ่งแวดล้อม (Ministry of Environment) เป็นหน่วยงานรับผิดชอบทั้งหมด ในการจัดทำแผนที่และการติดตามตรวจสอบพารามิเตอร์ต่างๆ สำหรับหน่วยงานระดับท้องถิ่น (Municipality) จะรับผิดชอบในการจัดหาแหล่งน้ำและการกำจัดน้ำเสีย สำนักงานสำรวจธรณีวิทยา (Geological Survey of Denmark: GEUS) จะมีภารกิจด้านการวิจัยและพัฒนาระบบฐานข้อมูล การประปาเทศบาลและการประปาเอกชนจะรับผิดชอบในการจัดหาแหล่งน้ำเพื่อทำการประปา กระทรวงสิ่งแวดล้อมจะทำงานร่วมกับบริษัทที่ปรึกษาในการจัดทำแผนที่น้ำบาดาล าดาลระดับประเทศ (National Groundwater Assessment Program)

โครงการจัดทำแผนที่น้ำบาดาลระดับประเทศ เริ่มในปี 1998 ซึ่งรัฐสภาประเทศเดนมาร์กได้อนุมัติให้มีการจัดทำแผนที่น้ำบาดาลทั่วประเทศ สำหรับการใช้ในการจัดหาแหล่งน้ำสะอาดเพื่อชุมชน และเพื่อใช้วางแผนคุ้มครองคุณภาพน้ำสำหรับประชาชนในอนาคต โดยมีกำหนดการดำเนินการ 15 ปี (1999-2015) การดำเนินงานของโครงการมีหลักการให้ยึดถือ ซึ่งบัญญัติไว้ในกฎหมายคุ้มครองสิ่งแวดล้อม (Environment Protection Law) ซึ่งกำหนดไว้ว่าการจัดทำแผนที่นั้นจะเป็นการกำหนดเฉพาะ เพื่อการป้องกันและรักษาแหล่งน้ำบาดาล เพื่อให้มั่นใจได้ว่าประชาชนของเดนมาร์ก จะมีน้ำดื่มที่สะอาด และได้มาจากการบำบัด หรือปรับปรุงขั้นพื้นฐานเป็นหลัก และจากกฎหายนี้เทศบาลต่างๆจะต้องจัดทำ แผนปฏิบัติการด้านน้ำบาดาล ซึ่งจะระบุเฉพาะอย่างชัดเจน ถึงวิธีการที่จะป้องกันรักษาแหล่งน้ำบาดาล

การดำเนินการของโครงการจัดทำแผนที่นั้นจะทำในระดับสำนักงานในภูมิภาคทั้ง 4 แห่ง ซึ่งมีเจ้าหน้าที่ 50 คน ใช้งบประมาณปีละประมาณ 30 ล้าน ดอลลาร์สหรัฐต่อปี โดยความร่วมมือกับ GEUS และมหาวิทยาลัยหลายแห่ง โดยผู้ปฏิบัติคือ บริษัทที่ปรึกษาจะเป็นผู้ที่ทำการสำรวจ พื้นที่ที่จะต้องศึกษาจะมีพื้นที่ประมาณ 40% ของพื้นที่ประเทศ (17,000 ตารางกิโลเมตร) การจัดทำโครงการมี 5 ขั้นตอน 1) การวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ 2) ทำแผนที่ขั้นรายละเอียดด้าน อุทกธรณีวิทยา และด้านคุณภาพน้ำ 3) ทำแผนที่ขั้นรายละเอียดด้านการใช้ที่ดินและแหล่งมลพิษ เช่นไนเตรด 4) กำหนดพื้นที่คุ้มครองน้ำบาดาล (Groundwater Protection Areas) 5) การออกข้อกำหนด แผนปฏิบัติในการป้องกัน (Groundwater Protection Plan) และการจัดทำรายงานขั้นสมบูรณ์ ซึ่งแต่ละเทศบาลจะต้องนำไปใช้

รูปที่ 1. Geological Survey of Denmark (GEUS)

รูปที่ 2. คณะดูงานถ่ายรูปพร้อมกันที่ห้องโถงของอาคาร GEUS

5.2 การศึกษาดูงาน ณ เมืองAarhus

การศึกษาดูงานที่เมืองนี้ ได้เข้าเยี่ยมชมและรับฟังการบรรยาย การควบคุมการประกอบกิจการน้ำบาดาลของเทศบาลเมือง รับฟังการบรรยายและเยี่ยมชมกิจกรรมของสำนักงานสำรวจธรณีวิทยาในระดับภูมิภาค การดำเนินงานของโรงประปา Aarhus

ทรัพยากรน้ำบาดาลของเดนมาร์กส่วนใหญ่อยู่ในตะกอน ทุกภูมิภาครวมกันมีพื้นที่ 43,216 ตารางกิโลเมตร คือ 99% ของพื้นที่ในประเทศ แหล่งน้ำบาดาลในตะกอน สามารถแบ่งออกเป็น ตะกอน กรวด ยุค Quaternary และตะกอนกรวดทรายในยุค Miocene และในชอร์ก แหล่งน้ำที่สำคัญที่สุด คือ น้ำฝน (30,500 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี) การคายน้ำมีประมาณ 18,000 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี การใช้น้ำบาดาลในภาคครัวเรือนประเทศเดนมาร์ก 420 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี โดย ภาคอุตสาหกรรม 225 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี และโดยภาคเกษตรกรรม 400 ลูกบาศก์เมตร/ปี ทั้งนี้ 99% ของน้ำดื่มผลิตจากน้ำบาดาลที่ได้มาจากตะกอนกรวดทราย

เดนมาร์กมีการวางเครือข่ายเฝ้าระวังคุณภาพน้ำบาดาล โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือ สำหรับเครือข่ายคือการตรวจสอบคุณภาพน้ำบาดาล เพื่อตรวจดูความเกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดินและแหล่งปนเปื้อน นอกจากนี้ยังได้รับข้อมูลที่มีคุณภาพ เพื่อการวิจัยสำหรับนักวิทยาศาสตร์ และสำหรับข้อมูลให้กับประชาชนทั่วไป โครงสร้างสูงสุดสำหรับการเฝ้าระวังในทุกๆด้านจะอยู่ที่รัฐสภาเดนมาร์ก Folketing ซึ่งทำหน้าที่ออกกฎหมาย และระเบียบข้อบังคับตามกฎหมาย และมีศูนย์ข้อมูลแห่งชาติ Fagdatacentre ประกอบด้วยต่างๆ เช่น GEUS (Geological Survey of Denmark and Greenland) GEUS เป็นศูนย์ข้อมูลแห่งชาติด้าน การตรวจสอบด้านปริมาณและคุณภาพน้ำบาดาล รับผิดชอบงานด้านต่างๆในเชิงศึกษาวิจัยสำหรับน้ำบาดาล และการประเมินผลข้อมูลและจัดทำรายงานสถานการณ์ EPA เป็นหน่วยงานบริการ ภายใต้กระทรวงสิ่งแวดล้อม ในฐานะที่เป็นผู้บริหาร และประสานหน่วยงานต่างๆ ทั้งด้านน้ำบาดาลและแหล่งน้ำผิวดินทั่วประเทศ

ประเทศเดนมาร์กแบ่งออกเป็น 14 มณฑล (county) มีหน้าที่รับผิดชอบด้าน การเก็บรวบรวมข้อมูล การประเมินผล ข้อมูลและการรายงานระดับภูมิภาคส่งข้อมูล ทั้งหมดและรายงานไปยัง Fagdatacentre ข้อมูลน้ำบาดาลส่งให้กับ GEUS ข้อมูลน้ำผิวดินส่งให้กับหน่วยงาน DMU (National Environmental Research Institute)

เครือข่ายเฝ้าระวังคุณภาพน้ำบาดาล (VAMP) ครอบคลุมทั่วประเทศ ข้อมูลคุณภาพน้ำบาดาลและครอบคลุมลักษณะ มีการวัดเก็บถึง 1,100 จุด มีการกระจายภายใต้ประเด็นต่างๆที่ต้องคำนึงถึงทางธรณีทั้งหมดในประเทศเดนมาร์กประมาณครึ่งหนึ่งของสถานีตรวจสอบนี้เป็นบ่อที่มีหน้าที่เฉพาะในการสังเกตการณ์ประมาณ 1,090 สถานี เป็นสถานีที่จะรายงานค่าเฉลี่ย (สถานการณ์) ซึ่งเป็นตัวแทนในพื้นที่นั้นๆ ความถี่ในการจัดเก็บอยู่ระหว่าง 2-4 ครั้งต่อปี โดยจำนวนของพารามิเตอร์ ที่อธิบาย ทางกายภาพ (pH ความกระด้าง, อุณหภูมิ....), โลหะหนัก (สังกะสี ตะกั่ว แคดเมียม ...) หรือ สารกำจัดศัตรูพืช Hydro-chlorinated คาร์บอน และ สารกำจัดศัตรูพืช จะเก็บตัวอย่างปีเว้นปี การวิเคราะห์จะทำโดย 15 ห้องปฏิบัติการเอกชนแตกต่างกันซึ่งมีหน้าที่ในการปฏิบัติตามมาตรฐานของประเทศ มีระบบการตรวจสอบห้องปฏิบัติการและการประกันคุณภาพข้อมูลถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล โดยใช้ VAX (VMS) และคอมพิวเตอร์ (Windows). ข้อมูลจะเผยแพร่โดยไม่มีข้อจำกัด แต่ต้องเสียค่าใช้จ่าย รายงานข้อมูลจะใช้ได้โดยไม่มีข้อจำกัด แต่ไม่เสียค่าใช้จ่าย ที่ สำรวจทางธรณีวิทยาของเดนมาร์ก GEUS ยังเป็นผู้รับผิดชอบ สำหรับการเผยแพร่ รายงานประจำปีเกี่ยวกับข้อมูลที่มีคุณภาพน้ำใต้ดิน กลุ่มเป้าหมายคือรัฐสภาเดนมาร์กและประชาชนทั่วไป

ข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณน้ำบาดาล (อัตราการสูบน้ำ) จะถูกเก็บรวบรวมโดยการและเทศบาล ข้อมูลจะได้รับการประเมินและจัดเก็บโดยเทศบาลใน 14 มณฑลเดนมาร์ก . ข้อมูลโดยสรุปจะถูกส่งไป GEUS เพื่อผลิตรายงานประจำปีเกี่ยวกับการใช้น้ำบาดาล มีท้องถิ่น เครือข่ายระดับภูมิภาค (ดำเนินการโดยมณฑล) และเครือข่ายระดับชาติ (ดำเนินการโดย GEUS) สำหรับการตรวจสอบระดับน้ำใต้ดิน มณฑลยังวางแผนการใช้งาน ระดับภูมิภาคของ น้ำบาดาล ในภาคส่วนต่างๆกันเช่น ผู้ประกอบ อุตสาหกรรม หรือ การชลประทาน มณฑลออกใบอนุญาตให้ผู้ใช้น้ำขนาดใหญ่ และเทศบาลให้ผู้ใช้น้ำขนาดเล็กกว่า เครือข่ายการตรวจวัดระดับน้ำใน 3 ระดับ คือ ระดับท้องถิ่น (กำกับโดยการประปา),ระดับภูมิภาค (กำกับโดยมณฑล),ระดับชาติ (กำกับโดย GEUS) เครือข่ายสังเกตการณ์กระจายไปทั่วทั้งประเทศมี ความหนาแน่นประมาณ 0.5/100 กิโลเมตร^2 บ่อสังเกตการณ์จะมีพิกัดตำแหน่งและพิกัดความสูง มีความถี่ในการจัดเก็บทุกเดือน ตั้งแต่ 1950 ข้อมูลที่เก็บไว้ได้แก่ ระดับน้ำ ระดับพื้นดิน พิกัด และวันที่ ของการบันทึกข้อมูลจะถูกเก็บ RDBMS หรือ MS- ACCESS GEUS เป็นผู้รับผิดชอบในการจัดการข้อมูล การเผยแพร่ทำได้โดยไม่มีข้อจำกัดแต่มีการคิดค่าใช้จ่าย

การควบคุมและกำกับดูแลการประกอบกิจการน้ำบาดาล เทศบาลเมือง Aarhus น้ำประปาที่ผลิตในเมือง Aarhus นั้นมาจาก และได้มีการควบคุม ให้มีการใช้ระบบปรับปรุงคุณภาพที่น้อยที่สุด ดังนั้นระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำจะเป็นแบบ conventional บ้านทุกหลังจะสามารถต่อกับระบบประปาได้ ในเทศบาล Aarhus นั้นมีการประปาของรัฐมีผู้ใช้น้ำอยู่ 250,000 คน และมีประปาเอกชนอีก 25 แห่งให้บริการ ประชาชน 50,000 คน มีการสูบน้ำจากบ่อน้ำบาดาลทั้งหมด 180 บ่อ และมีอัตราการสูบ 20 ล้าน ลบ.ม./ปี มีกฎหมายที่ใช้ในการควบคุมการสูบน้ำมาใช้ คือ Water Supply Act 1978 และมีการปรับปรุงแก้ไข อีกหลายครั้ง การสูบน้ำไม่ว่าจะเป็นน้ำบาดาลหรือน้ำผิวดินต้องมีใบอนุญาต การใช้น้ำใน Aarhus มี 4 ประเภท การประปาของรัฐ

การประปาของเอกชน การเกษตร และ การอุตสาหกรรม การประกอบกิจการน้ำบาดาลต้องมีใบอนุญาต ซึ่งมีขบวนการดังนี้

1.) ยื่นคำขอใบอนุญาตเบื้องต้น (Preliminary Application) (ใช้เวลา6เดือน) ได้รับประเภท

2.) Preliminary License ภายใน 2 เดือน ต้องทำการเจาะและสูบทดสอบและมีการติดตามตรวจสอบ อีก 1-2 ปี จึงจะสามารถขอ

3.) Final license (ใช้เวลา 6 เดือน) จึงสามารถสูบใช้ได้ โดยมีอายุใบอนุญาต 30 ปี

ขั้นตอนการขอใบอนุญาตเบื้องต้น เป็นการแจ้งวัตถุประสงค์ จำนวน ลักษณะของผู้ใช้น้ำ ตำแหน่งของบ่อน้ำบาดาลที่จะใช้ ตำแหน่งของโรงประปา คาดการณ์ว่าจะสูบน้ำเท่าไหร่ ตำแหน่งของแหล่งมลพิษในที่ใกล้เคียง โดยเฉพาะเส้นที่ต้นน้ำของบ่อที่จะทำการสูบ รายชื่อของ ที่ที่อยู่รอบๆบ่อนั้น

การออกใบอนุญาตการใช้น้ำบาดาลต้องสอดคล้องกับแผนงานหลายแผนเช่น ผังเมือง แผนการผลิตน้ำของเทศบาล แผนปฏิบัติการด้านการป้องกันน้ำบาดาล (Aarhus มี 17 แผนปฏิบัติการตามพื้นที่ต่างๆ) แผนระดับภูมิภาค และต้องดูแผนของเทศบาลอื่นๆด้วย นอกจากนั้นยังต้องตรวจดูความสอดคล้องกับ กฎบัญญัติของสหภาพยุโรป ด้วยเช่น แผนจัดการลุ่มน้ำ การคุ้มครองที่อาศัยของสัตว์ (Habitat Directive) และตรวจสอบผลกระทบต่อโครงการรัฐและเอกชนด้านสิ่งแวดล้อม

การจัดลำดับความสำคัญของผู้ใช้น้ำในกรณีที่มีความขาดแคลน การประปาจะได้รับความสำคัญเป็นอันดับแรก ต่อมาคือธรรมชาติ และสุดท้ายคือ การเกษตรและอุตสาหกรรม

ในขั้นตอนของ Preliminary Appilcation_ ต้องมีการประกาศให้สาธารณะรับทราบโครงการ ถึง 3 สัปดาห์ โดยแจ้งเวียนให้หน่วยงานการประปาใกล้เคียง หน่วยงานรัฐที่เกี่ยวข้อง เพื่อนบ้าน และผู้สนใจจะใช้น้ำบาดาล มีองค์ประกอบของ Preliminary licence ดังนี้

1.วัตถุประสงค์

2.ปริมาณน้ำที่จะสูบใช้

3.ข้อมูลที่ยังขาดอยู่ อละจะต้องทำการจัดเก็บ

4. จำนวนและตำแหน่งของบ่อ การสูบทดลองที่จะดำเนินการ

5. ติดตั้งประตูวัดระดับน้ำใน สาธารณะที่อยู่โดยรอบ

6. Preliminary licence มีอายุ 2 ปี

แบบ Preliminary licence เมื่อได้รับใบอนุญาต สามารถดำเนินการต่อไปนี้

1. เจาะบ่อน้ำบาดาล
2. สูบทดสอบ
3. ตรวจสอบผลกระทบต่อแหล่งน้ำบาดาลและสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง
4. วิเคราะห์คุณภาพน้ำ ประเมินปริมาณน้ำที่สามารถนำขึ้นมาใช้ได้

การยื่นขออนุญาตระยะยาว ต้องยื่นขอพร้อมข้อมูลประกอบต่อไปนี้

1.) รายงานการเจาะบ่อน้ำบาดาล

2.) ผลวิเคราะห์น้ำบาดาล (ไนเตรท, ฟอสฟอรัส,สารหนู, ยาฆ่าแมลง, สารประกอบที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบ,น้ำมัน)

3.) ลักษณะองค์ประกอบของโรงประปา,ระบบการทำงานต่างๆ,การปรับปรุงคุณภาพน้ำ,พร้อมผังประกอบ

4.) ตำแหน่งของระบบท่อที่เชื่อมต่อกับระบบประปา

5.) แผนที่ผู้ใช้น้ำ

ข้อมูลทั้งหมดจะถูกส่งไปให้ผู้เกี่ยวข้อง เพื่อให้ข้อคิดเห็นใช้เวลา 14 วัน

องค์ประกอบของใบอนุญาตการสูบน้ำต้องมีรายละเอียดต่อไปนี้

1.) วัตถุประสงค์

2.) ตำแหน่งบ่อน้ำบาดาลและโรงประปา

3.) ปริมาณน้ำที่จะสูบสูงสุดต่อชั่วโมง

4.) ระยะน้ำที่จะลดลงสูงสุดในบ่อสูบ

5.) ผลกระทบของการสูบต่อแหล่งน้ำโดยรอบ และหากพบว่ามีผลกระทบเกินกว่าที่คาดไว้ จะต้องกำหนดลดการสูบน้ำ

6.) รายละเอียดแบบแปลนของโรงประปาและระบบท่อระบบการผลิต

7.) เขตป้องกันน้ำบาดาล (Groundwater protection zone) รอบๆบ่อผลิต แบ่งออกเป็น 4 ระยะ คือป้องกัน ได้แก่ 10 เมตร (ห้ามกิจการทุกอย่าง) 25 เมตร (ห้ามใช้ยาฆ่าแมลง,ปุ๋ย) 30-150 เมตร (well health protection zone) แล้วแต่จะกำหนด 300 เมตร ต้องไม่มีการปล่อยให้มีการไหลซึมของน้ำเสีย

9.) การทิ้งของเสียจากการทำประปา ซึ่งมีองค์ประกอบของ แมงกานีส เหล็ก และสารหนู

10.) .ในภาวะฉุกเฉิน การประปาจะทำอย่างไร

11.) ใบอนุญาตมีอายุ 30 ปี เนื่องจากมีการลงทุนเป็นจำนวนมากในการเจาะและทำประปา

ค่าใช้จ่ายการวิเคราะห์คุณภาพน้ำรับผิดชอบโดยการประปาการเก็บตัวอย่างจะต้องทำโดยบุคคลที่มีอำนาจหน้าที่โดยเฉพาะ การวิเคราะห์ต้องทำในห้องปฏิบัติการที่ผ่านการการรับรองหน่วยงานระดับชาติ พารามิเตอร์ที่ตรวจวัดได้แก่ สารอินทรีย์ 30 ค่า ยาฆ่าแมลง 23 ค่า trace element 9-18 ค่า สารอินทรีย์ระเหย 4 ค่า chlorinated compound 6 ค่า และอื่นๆหากจำเป็นในบางครั้งพบปัญหาแบคทีเรีย มีการแนะนำให้ต้มน้ำก่อนบริโภค เมื่อพบว่าอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ปกติจะพบได้ 1-2 ครั้งในรอบปี และต้องมีการปรึกษากับคณะกรรมการทางการแพทย์เพื่อขอคำแนะนำ ในกรณีพบปัญหาการปนเปื้อนโดยส่วนใหญ่ จะพบปัญหาปนเปื้อนโคลิฟอร์ม แบคทีเรีย (น้ำผิวดิน) และปนเปื้อนยาฆ่าแมลง (ในน้ำบาดาล)

ผู้ใช้น้ำทุกรายต้องรายงานการใช้น้ำรายปีต่อเทศบาล และต้องมีการวัดระดับน้ำ ในบ่อผลิตเมื่อมีการหยุดสูบอย่างน้อย 4 ครั้งต่อปี และรายงานไปยังเทศบาล

ราคาน้ำประปาและค่าบำบัดน้ำเสียที่ประชาชนจ่ายโดยทั่วไป คือ 4.5-11.5 Euro/m^3 - (median คือ 6 Euro/m^3) ดังนั้นองค์ประกอบของค่าน้ำประกอบด้วย 22% ค่าน้ำ 47% ค่าบำบัดน้ำเสีย 31% เป็นภาษี ประเด็นความท้าทายที่เกิดขึ้น ได้แก่การใช้ไนโตรเจนและยาฆ่าแมลงในการเกษตร สารพิษจากของเสียอุตสาหกรรม จากการทำอุตสาหกรรมที่ผ่านมา การเกิดสารหนูในดินโดยธรรมชาติ การใช้น้ำที่มีปริมาณสูงในเขตเมืองใหญ่

ยุทธศาสตร์ของประเทศเดนมาร์ก ใช้หลักการป้องกันโดยมีรายละเอียดคือการเฝ้าระวังและติดตามด้านคุณภาพด้านแบคทีเรียและพารามิเตอร์อื่นๆ บ่อน้ำบาดาลที่มีคุณภาพไม่ดีจะถูกปิด การเจาะทดแทนจะ

ทำได้ในพื้นที่ที่มีน้ำบาดาลสะอาด มีการระมัดระวังในการสร้างสิ่งก่อสร้างหรือชุมชนในพื้นที่ที่เป็นเขตป้องกันน้ำบาดาล ทำการทำความสะอาดน้ำบาดาล บำบัดพื้นที่ปนเปื้อนซึ่งมีถึง 30,000 แห่งจากอุตสาหกรรม มีการควบคุมและยกเลิกยาฆ่าแมลง (control and sanction)

เครื่องมือที่ใช้ในการกำกับดูแล คือการเก็บภาษีเฉพาะสำหรับยาฆ่าแมลงบางตัวมีการกำหนดพื้นที่ป้องกันน้ำบาดาล รอบๆ บ่อน้ำบาดาลมีการจดทะเบียนผู้ใช้ยาฆ่าแมลง และยังมีเครื่องมือเฉพาะอีก ได้แก่ การกำหนดราคาค่าน้ำเพื่อกระตุ้นให้มีการเปรียบเทียบและมีการวางแผนการลงทุน มีการกำหนดพื้นที่เฉพาะในการป้องกันการปนเปื้อนของไนโตรเจน

โรงประปาของ Aarhus ได้เปลี่ยนสถานะจากโรงประปาของเทศบาลเป็นของเอกชนตั้งแต่ มกราคม 2010 เพื่อประโยชน์ของการบริหารงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ คณะกรรมการบริหารประกอบด้วย นักการเมือง 2 คน ตัวแทนบริษัท 2 คน ตัวแทนจากพนักงาน 2 คน มีพันธกิจในการผลิตน้ำประปาและบำบัดน้ำเสีย โดยมีคุณภาพสูงและมีความโปร่งใสในการบริหารจัดการ

การบริการของโรงประปาจะให้บริการประชาชน 290,000 คน จ่ายน้ำ 17,500,000 ลบ.ม./ปี .ใช้บ่อน้ำบาดาลผลิตน้ำถึง 89 บ่อ มีโรงประปา 9 โรง มีหอถังสำหรับจ่ายน้ำมีความยาวท่อส่งน้ำ 1,500 กิโลเมตร สำหรับการบำบัดน้ำเสียบริการ 320,000 คน ปริมาณน้ำเสีย 30,000,000 ลบ.ม/ปี มีโรงบำบัดน้ำเสียถึง 16 โรง มีสถานีสูบน้ำเสีย 103 สถานี 8 ความยาวท่อรับน้ำเสีย 2,200 กิโลเมตร โรงประปาได้รับการประกันคุณภาพถึง 5 ด้าน ได้แก่ คุณภาพน้ำดื่ม(ISO 22000) การบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม (ISO 14001) สิ่งแวดล้อมในที่ทำงาน(DS/DHSAS 18001) การบริหารจัดการพลังงาน(DS 2403) และ CSR (DS 49001) ราคาค่าน้ำประปาที่ผู้บริโภคต้องจ่าย ประกอบไปด้วยค่าน้ำประปา ค่าบำบัดน้ำเสีย ค่าภาษีป้องกันน้ำบาดาล ค่าภาษีน้ำสะอาด ค่าภาษีบำบัดน้ำเสีย ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม เป็นราคาทั้งสิ้น 8.64 เหรียญสหรัฐต่อ ลบ.ม.

ตาราง 1. แสดงองค์ประกอบของราคาค่าน้ำ

Elements of the costs	USD
Drinking water	1,90
Waste water	4,06
Tax: Ground water protection	0,02
Tax: State drinking water tax	0,88
Tax: State waste water tax	0,02
VAT	1,76
Total	8.64

รูปที่ 5. โรงประปาแห่งหนึ่งของเมือง Aarhus

รูปที่ 6. แสดง Housing ของบ่อผลิตน้ำบาดาล

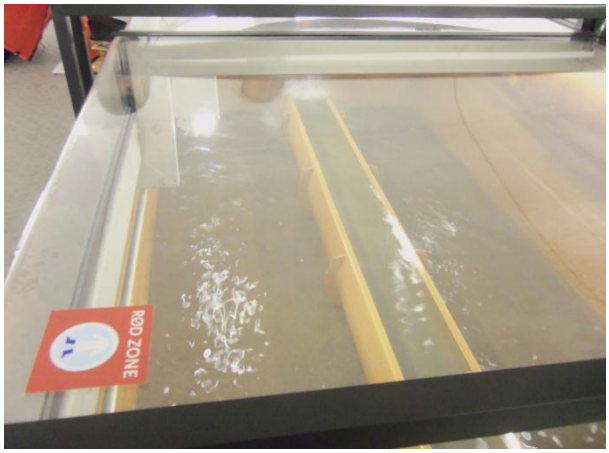
รูปที่ 7. คณะดูงานรับฟังการบรรยาย การป้องกันรักษาแหล่งน้ำบาดาล โดยมีแนวกันชนเป็นการปลูกป่ารอบพื้นที่ต้นน้ำ

รูปที่ 8. ลักษณะบ่อผลิต มีจุดเก็บตัวอย่างน้ำก่อนเข้าสู่ระบบผลิตประปา

รูปที่ 9. บริเวณโดยรอบที่โรงประปา ขอซื้อจากเกษตรกรเพื่อทำการปลูกป่ากันชน

รูปที่ 10. ภายในโรงประปา มีการควบคุมคุณภาพ ใช้ฝาปิด เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากการผลิต การบำบัดใช้ Slow Sand Filter

รูปที่ 11. การเติมอากาศเพื่อเร่งการตกตะกอนเหล็กและมังกานีส



รูปที่ 12. การกรองตะกอนต่างๆ รวมทั้งตะกอนเหล็กโดยใช้วิธี slow sand filter

รูปที่ 13. ตู้เก็บสายที่ต่อออกมากจากจุดเก็บตัวอย่างน้ำบาดาล จากความลึกหลายตำแหน่ง ในบ่อเดียวกัน multi-depth sampling

รูปที่ 14. สายต่อจากความลึกเก็บตัวอย่าง แบบ multi-depth sampling สามารถต่อเครื่องสูบน้ำจากท่อที่ปรากฏอยู่

6.ประโยชน์ที่ได้รับ

รูปที่ 15. การวัดระดับน้ำจากจุดวัดหลายระดับในบ่อสังเกตการณ์แบบ multi-depth sampling

6.1 ได้รับความรู้และประสบการณ์จากการศึกษาดูงาน และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปรับปรุง กระบวนการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล อาทิ การออกใบอนุญาต และการจัดสรรการใช้ประโยชน์น้ำบาดาลอย่างเท่าเทียมกันให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม

6.2 มีการแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ด้านการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล เพื่อสนับสนุนกำกับ ควบคุม ดูแลทรัพยากรน้ำบาดาล ให้ใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืนและไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

6.3 การสร้างเครือข่ายและพัฒนาความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างกรมทรัพยากรน้ำบาดาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลในระดับสากล เพื่อประโยชน์ต่อการแลกเปลี่ยนข้อมูล และปรับปรุงการดำเนินงานด้านน้ำบาดาลของประเทศในอนาคต

6.4 มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำบาดาลเป็นอย่างดี

7.ข้อเสนอแนะ

7.1 กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ควรจัดเตรียมแผนพัฒนาบุคลากร โดยการส่งเจ้าหน้านี้ไปทำการศึกษาต่อในระดับปริญญาโท และปริญญาเอก กับมหาวิทยาลัยที่มีการวิจัยร่วมกับ GEUS

7.2 ควรมีการสนับสนุนให้มหาวิทยาลัยไทย มีความร่วมมือในการทำวิจัย โดยกรมทรัพยากรน้ำบาดาลเป็นผู้เชื่อมโยง

7.3 ควรมีการปรับปรุงขั้นตอนการออกใบอนุญาตน้ำบาดาลในผู้ประกอบการที่ใช้น้ำบาดาลมาก และมีรายละเอียดในการตรวจสอบด้านผลกระทบ

7.4 ควรมีการจัดทำแผนที่น้ำบาดาล ที่อำนวยความสะดวกให้แก่ท้องถิ่นในการออกใบอนุญาต เมื่อมีการกระจายอำนาจ

8.ผู้เขียนรายงาน

นางอรนุช หล่อเพ็ญศรี ผู้อำนวยการสำนักควบคุมกิจการน้ำบาดาล