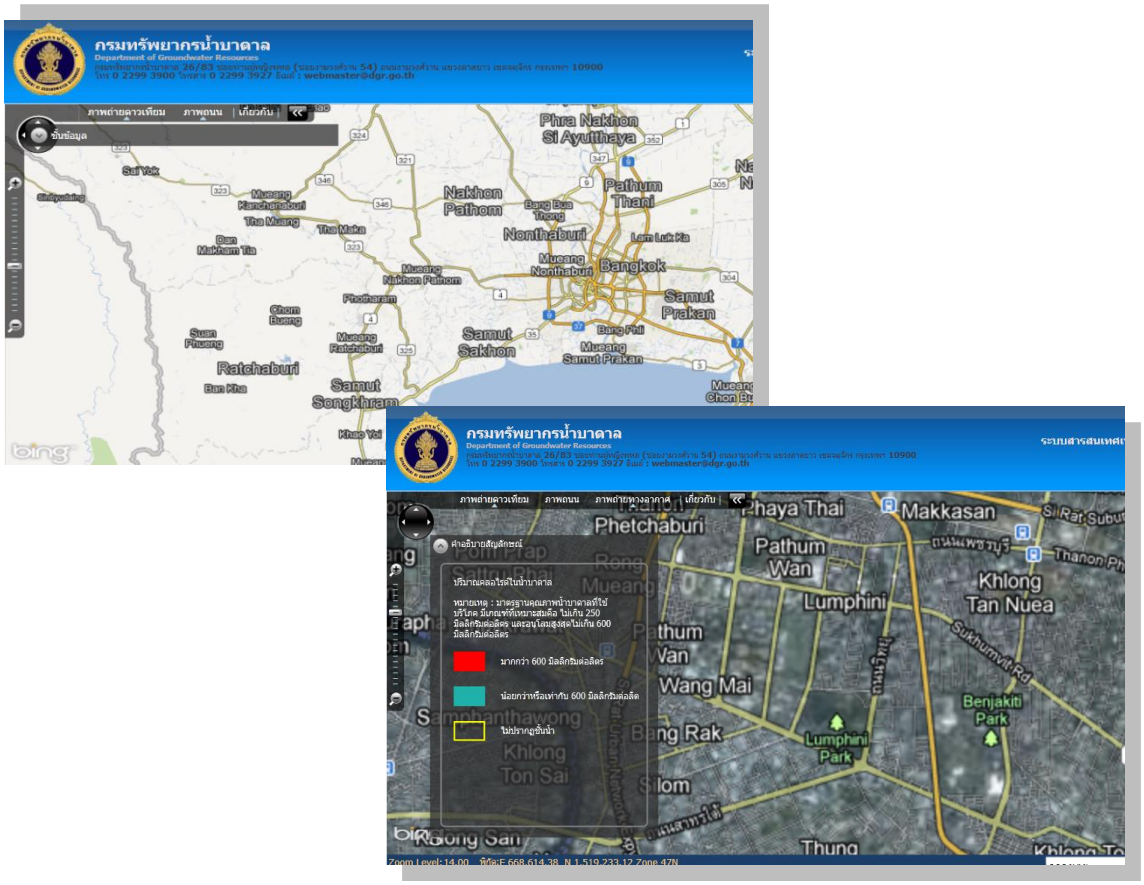
กรมทรัพยากรน้ำบาดาล
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

โครงการจัดทำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการบริหารจัดการน้ำบาดาล ในเขตพื้นที่วิกฤตการณ์น้ำบาดาล



รายงานด้านสรุปผู้บริหาร
(เล่มที่ 1/4)

METRIX associates

ดำเนินการศึกษาโดย
บริษัท เมทริกซ์ แอสโซซิเอทซ์ จำกัด

พฤษภาคม 2555

โครงการจัดทำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อการบริหารจัดการน้ำบาดาลในเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล

สารบัญ

หน้า

สารบัญ ก

สารบัญตาราง ข

สารบัญรูป ค

1. ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ 1

2. วัตถุประสงค์ของโครงการ 3

3. เป้าหมายการดำเนินโครงการ 3

4. ขอบเขตพื้นที่โครงการ 3

5. การสำรวจความคิดเห็นต่อเกณฑ์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล 4

6. การแบ่งชั้นน้ำบาดาล 11

7. การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 17

8. การคำนวณหาอัตราสูบน้ำปลอดภัย (Safe yield) 22

9. ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหาร (Management Information System) 23

10. ระบบสารสนเทศเพื่อควบคุมกิจการน้ำบาดาล 31

โครงการจัดทำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อการบริหารจัดการน้ำบาดาลในเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 การกำหนดความละเอียดของแบบจำลอง ---------- 20

โครงการจัดทำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อการบริหารจัดการน้ำบาดาลในเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 1	ขอบเขตและสภาพภูมิประเทศของพื้นที่โครงการฯ	4
รูปที่ 2	การสัมภาษณ์กลุ่มผู้ใช้น้ำบาดาลภาคอุตสาหกรรม	6
รูปที่ 3	การสัมภาษณ์กลุ่มผู้ใช้น้ำบาดาลภาคอุปโภคบริโภค	7
รูปที่ 4	แนวภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยา 8 แนว	12
รูปที่ 5	แนวภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยา แนวที่ 1	13
รูปที่ 6	แนวภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยา แนวที่ 2	13
รูปที่ 7	แนวภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยา แนวที่ 3	14
รูปที่ 8	แนวภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยา แนวที่ 4	14
รูปที่ 9	แนวภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยา แนวที่ 5	15
รูปที่ 10	แนวภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยา แนวที่ 6	15
รูปที่ 11	แนวภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยา แนวที่ 7	16
รูปที่ 12	แนวภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยา แนวที่ 8	16
รูปที่ 13	Fence diagram	17
รูปที่ 14	แบบจำลองเชิงมโนทัศน์ทางสภาพอุทกธรณีวิทยา (Conceptual Model)	19
รูปที่ 15	ตัวอย่างการเริ่มต้นใช้งานระบบโดยใช้ตัวเชื่อมโยงเว็บไซต์ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล	25
รูปที่ 16	ตัวอย่างการเข้าใช้งานระบบโดยการกำหนดตัวชี้แหล่งในอินเทอร์เน็ตของโครงการฯโดยตรง	25
รูปที่ 17	ปุ่มการเชื่อมโยงในการเข้าใช้งานระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารน้ำบาดาลฯ สำหรับบุคคลทั่วไป	26
รูปที่ 18	ปุ่มการเชื่อมโยงในการเข้าใช้งานระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารน้ำบาดาลฯ สำหรับเจ้าหน้าที่	26

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 19 ปุ่มการเชื่อมโยงเข้าสู่ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหาร ในส่วนระบบแสดงสถานการณ์ปัจจุบัน 27
รูปที่ 20 หน้าจอหลักของระบบสารสนเทศเพื่อการบริหาร สำหรับบุคคลทั่วไป 28
รูปที่ 21 หน้าจอหลักของระบบสารสนเทศเพื่อการบริหาร (DSS/Scenario) สำหรับเจ้าหน้าที่ 29
รูปที่ 22 หน้าจอหลักของระบบสารสนเทศเพื่อการบริหาร (MRS) สำหรับเจ้าหน้าที่ 29
รูปที่ 23 หน้าจอหลักของระบบสารสนเทศเพื่อการบริหาร (TM) สำหรับเจ้าหน้าที่ 30
รูปที่ 24 หน้าจอหลักของระบบสารสนเทศเพื่อการบริหาร ในส่วนของระบบแสดงสถานการณ์ปัจจุบัน 30

รายงานสรุปสำหรับผู้บริหาร

1. ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการฯ

พื้นที่บริเวณกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เป็นพื้นที่ที่มีการขยายตัวอย่างรวดเร็วของประชากร พื้นที่เขตเมือง และการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจและสังคม รวมทั้งมีการขยายตัวของอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว เป็นเหตุให้เกิดการใช้น้ำบาดาลอย่างเป็นกระจุก เนื่องจากอุตสาหกรรมบางประเภทต้องการใช้น้ำบาดาลเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต ซึ่งการใช้น้ำที่มีคลอรีนอาจทำให้เกิดปัญหาในกระบวนการผลิตและส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้นๆ เมื่อสังเกตจากปริมาณการใช้น้ำบาดาลในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ตามใบอนุญาตประกอบกิจการน้ำบาดาล จากสำนักควบคุมกิจการน้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521 จนถึงปัจจุบัน ช่วงปี พ.ศ. 2541-2544 มีการใช้น้ำบาดาลสูงที่สุด กล่าวคือ ปริมาณการใช้น้ำบาดาลมากกว่า 2.5 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน และมีแนวโน้มการใช้น้ำบาดาลลดลงช่วงปี พ.ศ. 2545 จนถึงปัจจุบัน เนื่องจากกรมทรัพยากรน้ำบาดาลได้ดำเนินมาตรการต่างๆ เพื่อแก้ไขและป้องกันการเกิดวิกฤตการณ์น้ำบาดาลและแผ่นดินทรุด ประกอบด้วยมาตรการกำหนดเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาลและแผ่นดินทรุดและมาตรการเก็บค่าใช้น้ำบาดาลและค่าอนุรักษ์น้ำบาดาล ในปลายปี พ.ศ. 2546

สภาวะความเป็นจริงในการรายงานปริมาณการใช้น้ำบาดาลของผู้ประกอบการที่ได้รับใบอนุญาตปัจจุบันไม่มีประสิทธิภาพและต่ำกว่าความเป็นจริง ส่งผลให้การควบคุมการใช้น้ำบาดาลไม่สามารถกระทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปัญหาด้านการบริหารจัดการข้อมูลอย่างเป็นระบบเพื่อการบริหารด้านการคำนวณการจัดเก็บค่าใช้น้ำบาดาลแบบบูรณาการ ยังเป็นปัญหาที่ยังไม่อาจแก้ได้ในปัจจุบัน รวมไปถึงปัญหาของแหล่งข้อมูล แนวคิดของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียไม่ครบทุกภาคส่วน ปัญหาการกำหนดค่าอัตราการสูบน้ำปลอดภัยไม่เป็นที่ยอมรับของทุกฝ่าย จึงทำให้ค่าอนุรักษ์ที่กำหนดขึ้นก็ไม่เป็นที่ยอมรับของทุกฝ่ายเช่นกัน

เพื่อบรรเทาปัญหาความเดือดร้อนของภาคเอกชนที่มีความจำเป็นที่ต้องใช้น้ำบาดาล และเพื่อความสามารถในการแข่งขันด้านต้นทุนการผลิตของภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมให้สามารถดำรงอยู่และแข่งขันกับต่างประเทศได้ คณะกรรมการ กรอ. จึงมีมติมอบหมายให้กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมพิจารณาดำเนินการร่วมกับสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงมหาดไทยโดยการประปานครหลวงและประปาส่วนภูมิภาค ทบทวนความเป็นไปได้ในการปรับปรุงอัตราค่าอนุรักษ์น้ำบาดาลในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยคำนึงถึงแนวโน้มปริมาณการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้นและความเสี่ยงของสถานการณ์ทรุดตัวของแผ่นดิน ทั้งนี้ให้มีการศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมในประเด็นเรื่องอัตราการสูบน้ำปลอดภัย (Safe yield) ที่เชื่อถือได้และมีผลวิจัยทางวิทยาศาสตร์รองรับ อัตราการทรุดตัวของแผ่นดินและปัญหาการปนเปื้อนของสารเคมีในน้ำบาดาล ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

จากการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น พบว่า การทบทวนค่าอนุรักษ์น้ำบาดาล ต้องดำเนินการควบคู่ไปกับการทบทวนอัตราการสูบน้ำปลอดภัย (Safe yield) ทั้งนี้ จากการศึกษาหลายสถาบันที่ผ่านมาก็ยังมีความแตกต่างกัน เนื่องจากมีสมมติฐานและเงื่อนไขที่แตกต่างกัน ซึ่งยังขาดการมีส่วนร่วมและยังขาด

การบูรณาการทั้งกระบวนการศึกษา แหล่งข้อมูลและแนวคิดของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียครบถ้วนทุกภาคส่วน จึงเป็นสาเหตุให้การประมาณการอัตราสูบน้ำปลอดภัยไม่เป็นที่ยอมรับร่วมกันของทุกฝ่าย

ปัจจุบันกรมทรัพยากรน้ำบาดาลคำนวณปริมาณน้ำบาดาลที่สามารถนำมาใช้ได้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์และมีเกณฑ์ในการควบคุมการจัดสรรน้ำบาดาล คือ ปริมาณ safe yield จำนวน 1.25 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งเป็นตัวเลขในภาพรวมสำหรับพื้นที่ในเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล โดยในปัจจุบันความต้องการของสาธารณะต้องการให้มีการจัดสรรน้ำบาดาลที่คำนึงถึงความละเอียดในเชิงพื้นที่มากกว่าเดิม คือ ลงรายละเอียดในระดับจังหวัดและระดับอำเภอ กอปรกับการใช้น้ำบาดาลในปัจจุบันได้มีการมุ่งพัฒนาน้ำบาดาลในระดับที่ลึกมากกว่าแต่ก่อน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีการปรับปรุง conceptual model ของแหล่งน้ำบาดาลและแบบจำลองคณิตศาสตร์ รวมทั้งปรับปรุงระบบสารสนเทศในการบริหารจัดการทางด้านฐานข้อมูล ระบบการแจ้งเตือนระดับน้ำและปริมาณการใช้น้ำที่ทันท่วงทีและเป็นปัจจุบัน (real-time) เพื่อให้สามารถตอบสนองการบริหารจัดการได้ถูกต้องแม่นยำและรวดเร็วทันต่อเหตุการณ์

ดังนั้น เพื่อให้การประมาณการอัตราสูบน้ำปลอดภัยในพื้นที่เขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล เป็นที่ยอมรับร่วมกันของทุกฝ่าย กรมทรัพยากรน้ำบาดาลจึงได้พัฒนาโครงการ **“โครงการจัดทำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการบริหารจัดการน้ำบาดาลในเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล ”** ขึ้น เพื่อให้เกิดการบูรณาการทั้งกระบวนการศึกษา แหล่งข้อมูลและแนวคิดของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเป็นที่ยอมรับร่วมกันของทุกฝ่าย รวมถึงการสร้างต้นแบบของระบบสารสนเทศเพื่อการบริหาร (Management Information System) ที่สามารถรองรับฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งฐานข้อมูลที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตให้เป็นฐานข้อมูลเดียวกัน

กรมทรัพยากรน้ำบาดาลได้พัฒนาระบบคอมพิวเตอร์สารสนเทศสนับสนุนการดำเนินงานในหลายกิจกรรม รวมทั้งการควบคุมการประกอบกิจการน้ำบาดาล ซึ่งเป็นระบบการให้บริการประชาชน (front office) และเป็นฐานข้อมูลในการบริหารจัดการด้านการประกอบกิจการน้ำบาดาลด้วย โดยที่ผ่านมาเป็นการดำเนินการเฉพาะในพื้นที่กรุงเทพมหานครเท่านั้น ยังไม่ได้มีการนำเอาระบบดังกล่าวขยายขอบเขตการปฏิบัติการไปสู่จังหวัดอื่นๆ โดยเฉพาะในเขตปริมณฑลที่เป็นพื้นที่วิกฤตการณ์น้ำบาดาลเช่นกัน อีกทั้งปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่ปรับเปลี่ยนที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น และระบบเดิมบางระบบไม่สามารถรองรับเทคโนโลยีปัจจุบันได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องดำเนินการพัฒนาปรับปรุงระบบการประกอบกิจการน้ำบาดาลเดิมและขยายขอบเขตการให้บริการแก่ประชาชนและเพื่อให้มีความสอดคล้องกับนโยบายการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลอีกประการหนึ่งด้วย

2. วัตถุประสงค์ของโครงการฯ

2.1 เพื่อกำหนดประเภทข้อมูลและเกณฑ์ต่างๆ ที่จำเป็นต่อการบริหารจัดการน้ำบาดาลในเขตวิกฤติการณ์น้ำบาดาล

2.2 เพื่อกำหนดอัตราสูบน้ำปลอดภัย (Safe yield) รายอำเภอแยกแต่ละชั้นน้ำ

2.3 เพื่อสร้างต้นแบบของระบบสารสนเทศเพื่อการบริหาร (Management Information System) ที่สามารถรองรับฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

2.4 เพื่อพัฒนาและปรับปรุงระบบสารสนเทศเพื่อควบคุมกิจการน้ำบาดาล โดยมีระบบกำกับดูแลและติดตามการประกอบกิจการน้ำบาดาลและผลกระทบต่างๆ ที่เกิดขึ้น และมีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่สามารถแสดงค่าดัชนีสำคัญที่เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจและอำนวยความสะดวกในการกำกับดูแลระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานง่ายและสามารถเชื่อมโยงกับระบบสารสนเทศเพื่อการบริหาร (Management Information System) ได้

3. เป้าหมายการดำเนินโครงการฯ

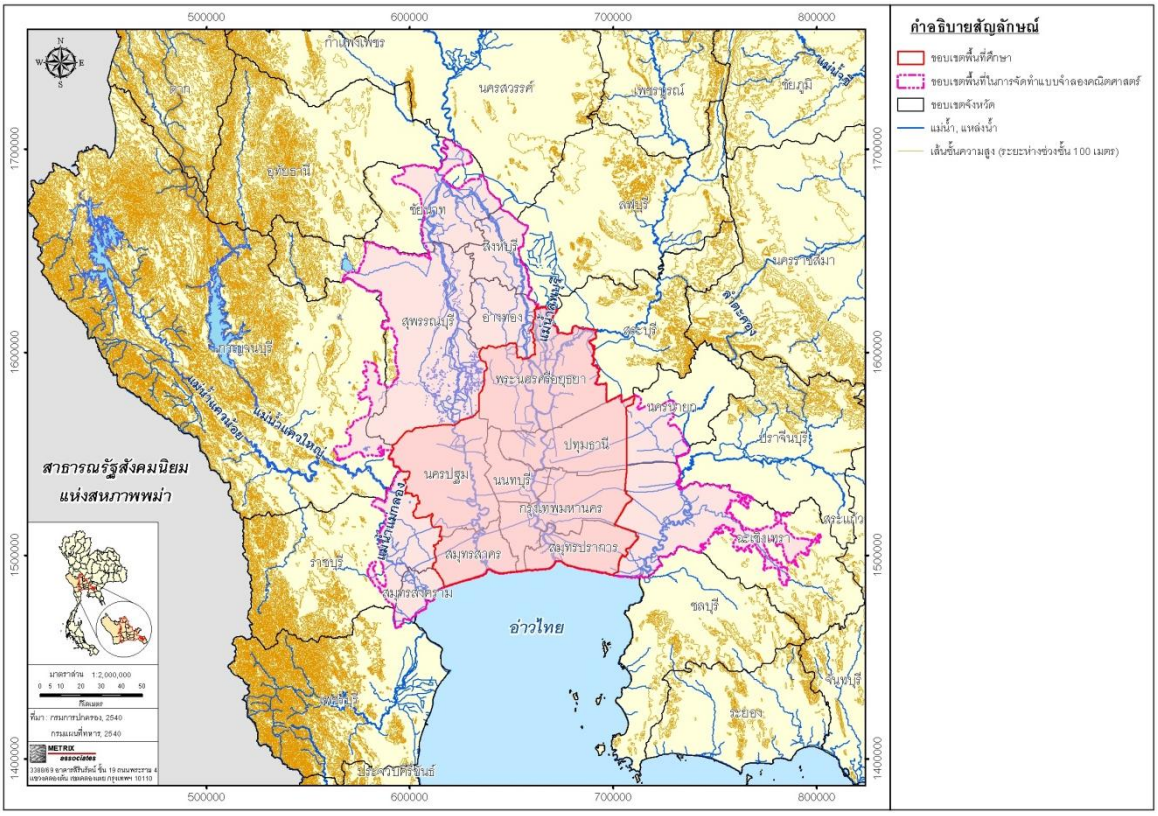
3.1 แก้ไขปัญหาความขัดแย้งเรื่องของข้อมูลและความไม่น่าเชื่อถือในข้อมูลที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน

3.2 มีการจัดสรรน้ำบาดาลที่มีความชัดเจนและเป็นธรรม

3.3 มีเครื่องมือที่ใช้ในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลที่มีประสิทธิภาพและทันท่วงที

4. ขอบเขตพื้นที่โครงการฯ

พื้นที่ครอบคลุม 7 จังหวัดในเขตพื้นที่วิกฤตการณ์น้ำบาดาล (กรุงเทพมหานคร ปทุมธานี นนทบุรี สมุทรปราการ สมุทรสาคร นครปฐม และพระนครศรีอยุธยา) **ดังรูปที่ 1**



รูปที่ 1 ขอบเขตและสภาพภูมิประเทศของพื้นที่โครงการฯ

5. การสำรวจความคิดเห็นต่อเกณฑ์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล

การศึกษาครั้งนี้ได้มีการดำเนินงานเพื่อกำหนดเกณฑ์การหาค่า อัตราสูบน้ำปลอดภัย (Safe yield) และผลกระทบจากการใช้น้ำบาดาล ภายใต้การมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากการใช้น้ำบาดาลทุกภาคส่วน อาทิเช่น กรมทรัพยากรน้ำบาดาล หน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง สภาอุตสาหกรรม ผู้ประกอบการภาคอุตสาหกรรม ผู้ใช้น้ำบาดาภาคอุปโภคบริโภคและเกษตรกรรม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกภาคส่วนร่วมกันแสดงความคิดเห็นในวิธีการและเกณฑ์ที่ใช้ในการกำหนดค่า Safe yield โดยได้จัดทำแบบสอบถามเพื่อสำรวจความคิดเห็นต่อเกณฑ์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลและเกณฑ์การหาค่า Safe yield ในการสำรวจความได้ใช้วิธีส่งแบบสอบถาม การเข้าทำการสัมภาษณ์กลุ่มผู้ใช้น้ำบาดาล ได้แก่ กลุ่มผู้ประกอบการโรงงานอุตสาหกรรม กลุ่มผู้ใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคและเกษตรกรรม การสัมภาษณ์ผู้ใช้น้ำบาดาลทางโทรศัพท์ รวมทั้งมีการจัดประชุมให้ความรู้ด้านเทคนิคและระดับของผลกระทบจากการใช้น้ำบาดาล รายละเอียดการสำรวจความคิดเห็น สรุปได้ดังนี้

5.1 การประชุมให้ความรู้ด้านเทคนิคและระดับของผลกระทบจากการใช้น้ำบาดาล

การประชุมให้ความรู้ด้านเทคนิคและระดับของผลกระทบจากการใช้น้ำบาดาล มีวัตถุประสงค์ดังนี้

- เพื่อให้ความรู้ด้านน้ำบาดาลและการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล
- เพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจและแนวคิดในมาตรการการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล
- เพื่อสำรวจความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่อวิธีการและเกณฑ์ที่ใช้ในการกำหนดค่า Safe yield
- เพื่อสำรวจความคิดเห็นต่อผลกระทบที่ยอมรับได้จากการใช้น้ำบาดาล

ได้จัดการประชุมทั้งหมด 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 จัดการประชุมที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยมีผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ปทุมธานีและนนทบุรีเข้าร่วมประชุม ครั้งที่ 2 จัดที่จังหวัดสมุทรปราการ โดยมีผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากจังหวัดสมุทรปราการและกรุงเทพมหานครเข้าร่วมประชุม และครั้งที่ 3 ที่จังหวัดนครปฐม โดยมีผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากจังหวัดนครปฐมและสมุทรสาครเข้าร่วมประชุม จากการประชุมทั้ง 3 ครั้งมีผู้เข้าร่วมประชุมรวมทั้งสิ้น 409 คน จำแนกได้ดังนี้

- ตัวแทนจากกรมทรัพยากรน้ำบาดาล
- ตัวแทนจากสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
- ตัวแทนจากกรมควบคุมมลพิษ
- ตัวแทนจากกรมชลประทาน
- ตัวแทนจากการประปาส่วนภูมิภาค
- ตัวแทนจากกลุ่มผู้ใช้น้ำภาคอุตสาหกรรม
- ตัวแทนจากกลุ่มผู้ใช้น้ำภาคอุปโภคบริโภค/เกษตรกรรม

5.2 การสำรวจความคิดเห็นโดยวิธีการสัมภาษณ์

ดำเนินการโดยสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์และการสำรวจ ภาคสนามในระหว่างวันที่ 7-14 กันยายน พ.ศ. 2553 ในพื้นที่จำนวน 7 จังหวัด เป็นการรวบรวมข้อมูลผลกระทบจากการใช้มาตรการการเก็บค่าใช้น้ำบาดาลและค่าอนุรักษ์น้ำบาดาล ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2547 ที่ผ่านมา เกณฑ์การหา Safe yield และผลกระทบจากการใช้น้ำบาดาล โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างในการสัมภาษณ์ออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มอุตสาหกรรม รวมจำนวนทั้งสิ้น 52 ราย โดยได้ทำการสัมภาษณ์ตัวแทนภาคอุตสาหกรรม 47 ราย อีก 5 รายใช้การสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์ กลุ่มอุปโภคบริโภคและกลุ่มเกษตรกรรม 50 ราย เข้าสัมภาษณ์ 25 ราย และสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์ 25 ราย มีภาพบรรยากาศในการสำรวจภาคสนามเพื่อสัมภาษณ์กลุ่มผู้ใช้น้ำ

5.3 การสำรวจความคิดเห็นโดยวิธีแบบสอบถาม

การสำรวจความคิดเห็นต่อเกณฑ์การหา Safe yield และผลกระทบจากการใช้น้ำบาดาลโดยวิธีแบบสอบถาม บริเวณกรุงเทพฯ และจังหวัดใกล้เคียง 6 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี นครปฐม สมุทรสาคร นนทบุรี และสมุทรปราการ ครอบคลุมกลุ่มตัวอย่างภาคอุตสาหกรรม 500 ตัวอย่างและกลุ่มตัวอย่างภาคอุปโภคบริโภคและเกษตรกรรม 500 ตัวอย่าง ได้ดำเนินการโดยมีการส่งแบบสอบถามไปยังกลุ่มผู้ใช้น้ำบาดาลและสอบถามจากการจัดการประชุมร่วมกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย โดยมีวัตถุประสงค์การสำรวจความคิดเห็น ดังนี้

- เพื่อสำรวจความคิดเห็นต่อผลกระทบจากการใช้มาตรการการเก็บค่าใช้น้ำบาดาลและค่าอนุรักษ์น้ำบาดาล
- เพื่อสำรวจความคิดเห็นต่อเกณฑ์การกำหนดค่า Safe yield
- เพื่อสำรวจความคิดเห็นต่อผลกระทบที่ยอมรับได้จากการใช้น้ำบาดาล

5.4 ผลการสำรวจความคิดเห็นต่อเกณฑ์การบริหารจัดการน้ำบาดาล เกณฑ์การหา Safe yield และผลกระทบที่ยอมรับได้จากการใช้น้ำบาดาล

สามารถสรุปผลการสำรวจความคิดเห็นตามประเภทของกลุ่มผู้ใช้น้ำและมีประเด็น ดังนี้

- **ความคิดเห็นต่อมาตรการเก็บค่าน้ำบาดาลและค่าอนุรักษ์น้ำบาดาล**

  <u>ภาคอุตสาหกรรม</u>

  พบว่า จากตัวแทนภาคอุตสาหกรรม 560 ตัวอย่าง ประมาณ ร้อยละ 54.10 เห็นด้วยกับการเก็บค่าใช้น้ำบาดาลตามปริมาณการใช้และเก็บค่าอนุรักษ์น้ำบาดาลตามระดับพื้นที่วิกฤต รองลงมาร้อยละ 35 เห็นด้วยว่าควรเก็บเฉพาะค่าใช้น้ำบาดาล ร้อยละ 6 เห็นด้วยว่าให้เก็บเฉพาะค่าอนุรักษ์น้ำบาดาล และอีกร้อยละ 5 มีข้อเสนอแนะอื่นๆ ได้แก่ ยกเลิกการเก็บค่าอนุรักษ์น้ำบาดาล ให้เก็บค่าอนุรักษ์น้ำบาดาลเป็นครึ่งหนึ่งของราคาค่าน้ำบาดาล

  <u>ภาคอุปโภคบริโภคและภาคเกษตรกรรม</u>

  พบว่า จากตัวแทนภาคอุปโภคบริโภคและเกษตรกรรมจำนวน 550 ตัวอย่าง ร้อยละ 62.57 เห็นด้วยกับการเก็บเฉพาะค่าใช้น้ำบาดาล ร้อยละ 22.71 เห็นด้วยว่าให้เก็บเฉพาะค่าอนุรักษ์น้ำบาดาล ร้อยละ 11.00 เห็นด้วยกับการ เก็บค่าใช้น้ำบาดาลตามปริมาณการใช้และเก็บค่าอนุรักษ์น้ำบาดาลตามระดับพื้นที่วิกฤต และร้อยละ 3.72 เป็นข้อเสนอแนะอื่นๆ ได้แก่ ควรยกเลิกการเก็บค่าอนุรักษ์สำหรับผู้ใช้น้ำบาดาลเพื่อการเกษตร ควรยกเลิกมาตรการเก็บค่าอนุรักษ์น้ำบาดาล ในกลุ่มผู้ใช้น้ำบาดาลเพื่ออุปโภคบริโภค เป็นต้น

- **ความคิดเห็นต่อ การกำหนดปริมาณการสูบน้ำบาดาล ให้ใช้ได้ต่างกัน (ระดับอำเภอ) ตามศักยภาพน้ำบาดาลและการศึกษาทางวิชาการ**

  <u>ภาคอุตสาหกรรม</u>

  พบว่า จากตัวแทนภาคอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่ ร้อยละ 65.10 เห็นด้วยว่าหากต่อไปกรมทรัพยากรน้ำบาดาลจะกำหนดให้แต่ละพื้นที่ในระดับรายอำเภอสามารถสูบใช้น้ำบาดาลได้ต่างกันตามศักยภาพน้ำบาดาลและการศึกษาทางวิชาการ ร้อยละ 34.90 ไม่เห็นด้วยเนื่องจากมีความเห็นว่า จะทำให้มีการสูบใช้น้ำบาดาลได้ในปริมาณที่น้อยลงและบางประเภทของอุตสาหกรรมในพื้นที่เดียวกันมีความต้องการใช้น้ำบาดาลต่างกัน

  <u>ภาคอุปโภคบริโภคและภาคเกษตรกรรม</u>

  พบว่า จากตัวแทนภาคอุปโภคบริโภค /ภาคเกษตรกรรม ส่วนใหญ่ ร้อยละ 67.13 เห็นด้วยว่าหากต่อไปกรมทรัพยากรน้ำบาดาลจะกำหนดให้แต่ละพื้นที่ในระดับรายอำเภอสามารถสูบใช้น้ำบาดาลได้ต่างกันตามศักยภาพน้ำบาดาลและการศึกษาทางวิชาการ ร้อยละ 33.87 ไม่เห็นด้วยเนื่องจากมีความเห็นว่า อาจจะทำให้ค่าอนุรักษ์น้ำบาดาลเพิ่มสูงขึ้น

- **ความคิดเห็น ต่อมาตรการเก็บค่าอนุรักษ์น้ำบาดาลแบบแยกรายอำเภอ และรายชั้นน้ำบาดาล**

  <u>ภาคอุตสาหกรรม</u>

  พบว่า จากตัวแทนภาคอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่ ร้อยละ 62.90 เห็นด้วยหากต่อไปในอนาคตกรมทรัพยากรน้ำบาดาลจะกำหนดให้ เก็บค่าอนุรักษ์น้ำบาดาลแบบแยกรายอำเภอและรายชั้นน้ำบาดาล ร้อยละ 37.10 ไม่เห็นด้วยเนื่องจากมีความเห็นว่า อาจจะทำให้ค่าอนุรักษ์น้ำบาดาลสูงขึ้น มีความซับซ้อนเกินไปยากต่อการบริหารจัดการ

  <u>ภาคอุปโภคบริโภคและภาคเกษตรกรรม</u>

  พบว่า จากตัวแทนภาคอุปโภคบริโภค /ภาคเกษตรกรรม ส่วนใหญ่ ร้อยละ 61.86 เห็นด้วยหากต่อไปในอนาคตกรมทรัพยากรน้ำบาดาลจะกำหนดให้ เก็บค่าอนุรักษ์น้ำบาดาลแบบแยกรายอำเภอและรายชั้นน้ำบาดาล และร้อยละ 38.14 ไม่เห็นด้วยเนื่องจากมีความเห็นว่า อาจจะทำให้ค่าอนุรักษ์น้ำบาดาลเพิ่มสูงขึ้น

- **ความคิดเห็นต่อการกำหนดความถี่ในการปรับปรุงค่าอนุรักษ์น้ำบาดาล**

ภาคอุตสาหกรรม

พบว่า ตัวแทนภาคอุตสาหกรรมส่วนใหญ่เห็นว่าควรมีการปรับปรุงค่าอนุรักษ์น้ำบาดาลในทุกๆ 3-5 ปี ร้อยละ 64.57 เห็นด้วยให้มีการปรับปรุงค่าอนุรักษ์น้ำบาดาลในทุกๆ 1-2 ปี ร้อยละ 31.00 และร้อยละ 4.43 เห็นด้วยให้มีการปรับปรุงค่าอนุรักษ์น้ำบาดาลทุกๆ 6-10 ปี

ภาคอุปโภคบริโภคและภาคเกษตรกรรม

พบว่าภาคอุปโภคบริโภคและเกษตรกรรมส่วนใหญ่เห็นว่าควรมีการปรับปรุงค่าอนุรักษ์น้ำบาดาลในทุกๆ 3-5 ปี ร้อยละ 62.28 ร้อยละ 31.71 เห็นด้วยให้มีการปรับปรุงค่าอนุรักษ์น้ำบาดาลในทุกๆ 1-2 ปี และร้อยละ 6.00 เห็นด้วยให้มีการปรับปรุงค่าอนุรักษ์น้ำบาดาลทุกๆ 6-10 ปี

- **ความคิดเห็นต่อเกณฑ์การกำหนดค่า Safe yield และผลกระทบที่ยอมรับได้จากการใช้น้ำบาดาล**

สามารถสรุปเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาได้ ดังนี้

ระดับน้ำบาดาลที่ยอมให้ลดลงได้สูงสุด

1) ควบคุมระดับน้ำบาดาลไม่ให้ต่ำกว่า 30 เมตร
2) ควบคุมระดับน้ำบาดาลไม่ให้ต่ำกว่าในระดับน้ำบาดาลปัจจุบัน (ปี พ.ศ. 2552)

ปริมาณคลอไรด์ที่ใช้ในการกำหนดค่าความเค็ม

1) ตามมาตรฐานน้ำที่ใช้บริโภคได้ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล มีเกณฑ์ที่เหมาะสม คือ ไม่เกิน 250 มิลลิกรัมต่อลิตร และอนุโลมสูงสุดไม่เกิน 600 มิลลิกรัมต่อลิตร
2) ตามมาตรฐานความเข้มข้นคลอไรด์ที่ส่งผลกระทบต่อพืช มีเกณฑ์ที่เหมาะสม คือ มีปริมาณคลอไรด์ได้ ไม่เกิน 1,200 มิลลิกรัมต่อลิตร

อัตราการทรุดตัวของแผ่นดิน

พิจารณาอัตราการทรุดตัวอ้างอิงจากการทรุดตัวในปัจจุบัน คือ ปี พ.ศ. 2550 มีอัตราการทรุดตัวไม่เกิน 1 เซนติเมตรต่อปี

6. การแบ่งชั้นน้ำบาดาล

การศึกษาเพื่อแบ่งแยกชั้นบาดาล หรือชั้นกรวดทรายที่ให้น้ำ (Productive Zone) มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงความลึก ความหนา และการแผ่ขยายของชั้นน้ำบาดาลแต่ละชั้น

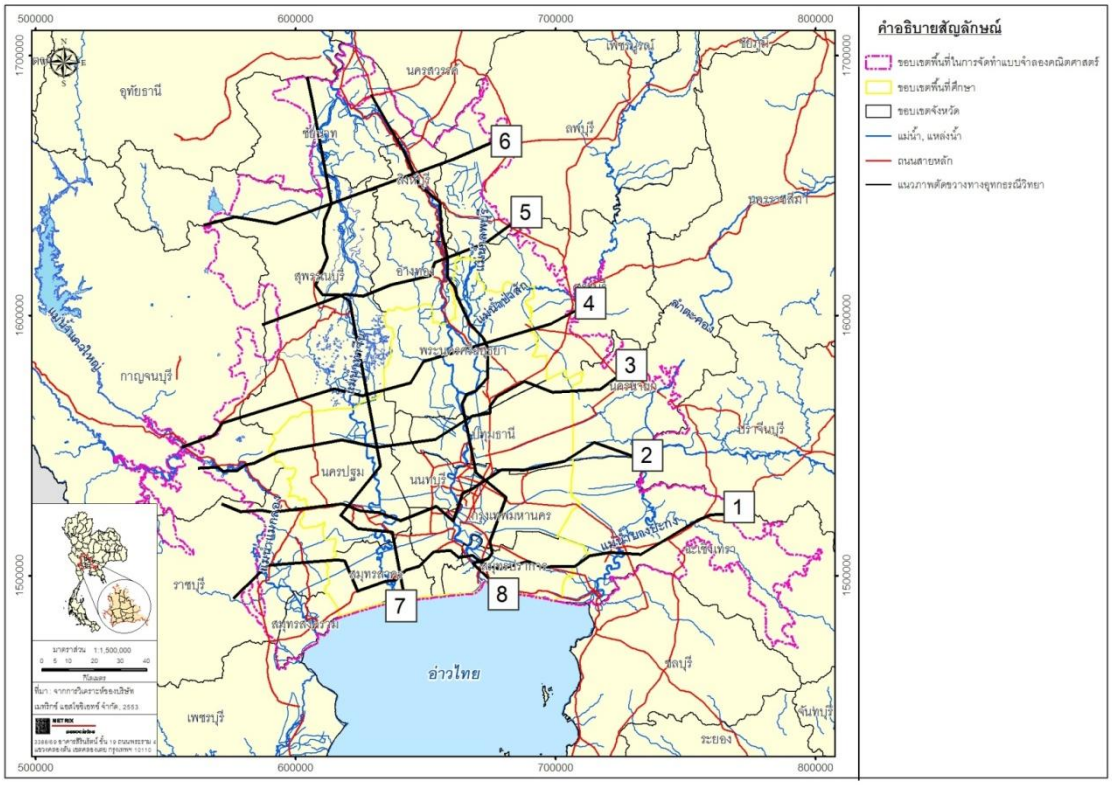
หลักการในการแบ่งชั้นน้ำบาดาล โดยทั่วไปพิจารณาแบ่งแยกชั้นกรวดทราย ที่มีความหนาเพียงพอ แผ่ขยายออกไปกว้างขวาง และมีชั้นหินกั้นน้ำ (Impermeable Layers) กั้นไว้ และสามารถแบ่งแยกออกจากชั้นน้ำอื่นๆ ได้อย่างชัดเจน การแบ่งแยกชั้นน้ำในพื้นที่ศึกษา นอกจากจะใช้ข้อมูลชั้นดินเหนียวกั้นน้ำ และลักษณะของชั้นตะกอนเป็นตัวแบ่งแยกแล้ว ยังสามารถพิจารณาคุณสมบัติในการให้น้ำ และคุณภาพน้ำบาดาลมาช่วยในการพิจารณา โดยข้อมูลที่ใช้ในการจัดแบ่งชั้นน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา มีดังนี้

- ข้อมูลสภาพธรณีวิทยา และสภาพอุทกธรณีวิทยา
- แผนที่ธรณีวิทยา และแผนที่อุทกธรณีวิทยา
- แผนที่น้ำบาดาลและคู่มือการใช้แผนที่รายจังหวัด
- แผนที่ภูมิประเทศ
- ข้อมูลรายละเอียดของดิน หิน ที่ได้จากการเจาะบ่อน้ำบาดาล จากกรมทรัพยากรน้ำบาดาล
- ข้อมูลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ในหลุมเจาะ (Electric logging) จากกรมทรัพยากรน้ำบาดาล และบริษัทขุดเจาะน้ำบาดาลเอกชน (การจัดแบ่งชั้นน้ำบาดาลนั้นจะเลือกใช้ข้อมูลที่มีการสำรวจธรณีฟิสิกส์ในหลุมเจาะเป็นหลัก เนื่องจากเป็นข้อมูลที่มีความถูกต้องแน่นอนในเรื่องของการแสดงความลึกของชั้นดิน และทำการคัดเลือก ข้อมูลบ่อ/หลุมเจาะที่มีเฉพาะข้อมูลดิน หิน มาช่วยเสริมในบริเวณที่ไม่มีข้อมูลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ โดยในการศึกษาครั้งนี้จะคัดเลือกข้อมูลบ่อ/หลุมเจาะ ในระดับลึกมากกว่า 300 เมตร ให้มากที่สุด เพื่อศึกษาชั้นดินหินในระดับลึกมากกว่า 300 เมตรของพื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนใต้)
- ข้อมูลคุณภาพน้ำบาดาล โดยการศึกษาครั้งนี้จะใช้ค่า Total Dissolved Solid (TDS) ที่ได้จากบ่อสังเกตการณ์ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล และบ่อบาดาลเอกชน

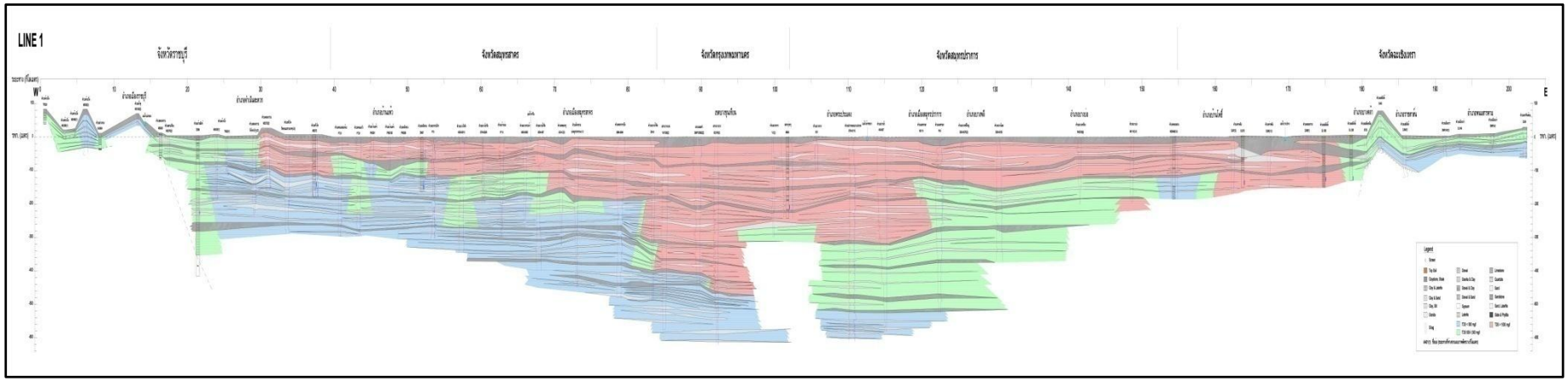
การแบ่งชั้นน้ำบาดาล หาความลึก ความหนา และการวางตัวของชั้นน้ำบาดาล ในพื้นที่ศึกษา ได้ดำเนินการโดยจัดทำเป็นภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยา (Hydrogeologic Cross-Section) ทั้งนี้ได้ทำภาพตัดขวางทั้งหมด 8 แนว แนวตะวันออก-ตะวันตก จำนวน 6 แนว และแนวเหนือ-ใต้ จำนวน 2 แนว ครอบคลุมพื้นที่ที่จัดทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ทั้งหมด 18 จังหวัด ประกอบด้วย 1-1', 2-2', 3-3', 4-4', 5-5', 6-6', 7-7' และ 8-8' ดังแสดงตำแหน่งแนวตัดขวางต่างๆ ใน**รูปที่ 2** ภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยา **ดังรูปที่ 3 ถึงรูปที่ 10** และ Fence Diagram ใน**รูปที่ 11**

ผลการจำแนกชั้นน้ำบาดาล ปรากฏว่าสามารถแบ่งชั้นน้ำบาดาลได้ 8 ชั้น คือ ชั้นที่ I, II, III, IV, V, VI, VII และ VIII ตามความลึกและความหนาของชั้นน้ำบาดาล ชั้นหินอุ้มน้ำบาดาลที่ I–VIII ที่กล่าวถึงและแสดงไว้ในภาพตัดขวางของแต่ละชั้นหินอุ้มน้ำตามสภาพทางอุทกธรณีวิทยาของพื้นที่นั้นๆ และได้นำไปเปรียบเทียบกับชั้นน้ำบาดาลที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันของพื้นที่ราบลุ่มเจ้าพระยา ที่แบ่งไว้โดยกรมทรัพยากรน้ำบาดาล สามารถสรุปได้ดังนี้

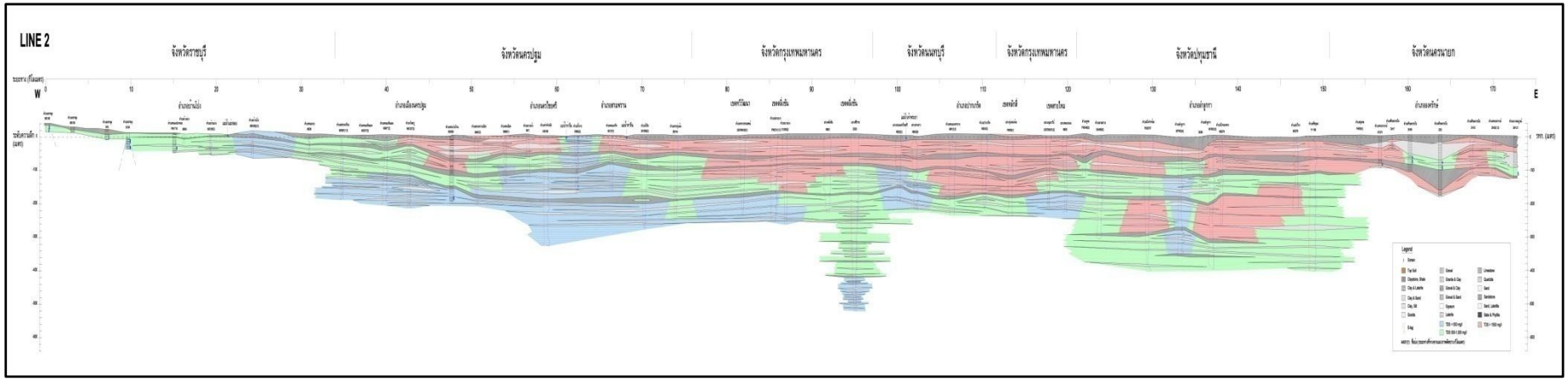
1. ชั้นน้ำบาดาลที่ I เทียบเคียงกับชั้นน้ำบาดาลกรุงเทพ (Bangkok Aquifer, BK)
2. ชั้นน้ำบาดาลที่ II เทียบเคียงชั้นน้ำบาดาลพระประแดง (Phra Pradaeng Aquifer, PD)
3. ชั้นน้ำบาดาลที่ III เทียบเคียงชั้นน้ำบาดาลนครหลวง (Nakhon Luang Aquifer, NL)
4. ชั้นน้ำบาดาลที่ IV เทียบเคียงชั้นน้ำบาดาลนนทบุรี (Nonthaburi Aquifer, NB)
5. ชั้นน้ำบาดาลที่ V เทียบเคียงชั้นน้ำบาดาลสามโคก (Samkok Aquifer, SK)
6. ชั้นน้ำบาดาลที่ VI เทียบเคียงชั้นน้ำบาดาลพญาไท (Phayathai Aquifer, PT)
7. ชั้นน้ำบาดาลที่ VII เทียบเคียงชั้นน้ำบาดาลธนบุรี (Thonburi Aquifer, TB)
8. ชั้นน้ำบาดาลที่ VIII เทียบเคียงชั้นน้ำบาดาลปากน้ำ (Paknam Aquifer, PN)



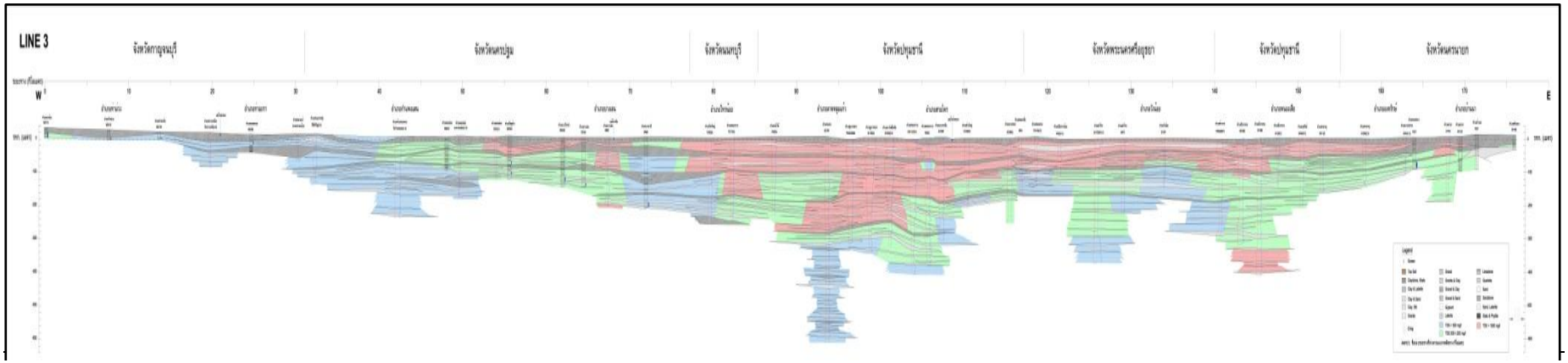
รูปที่ 2 แนวภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยา 8 แนว



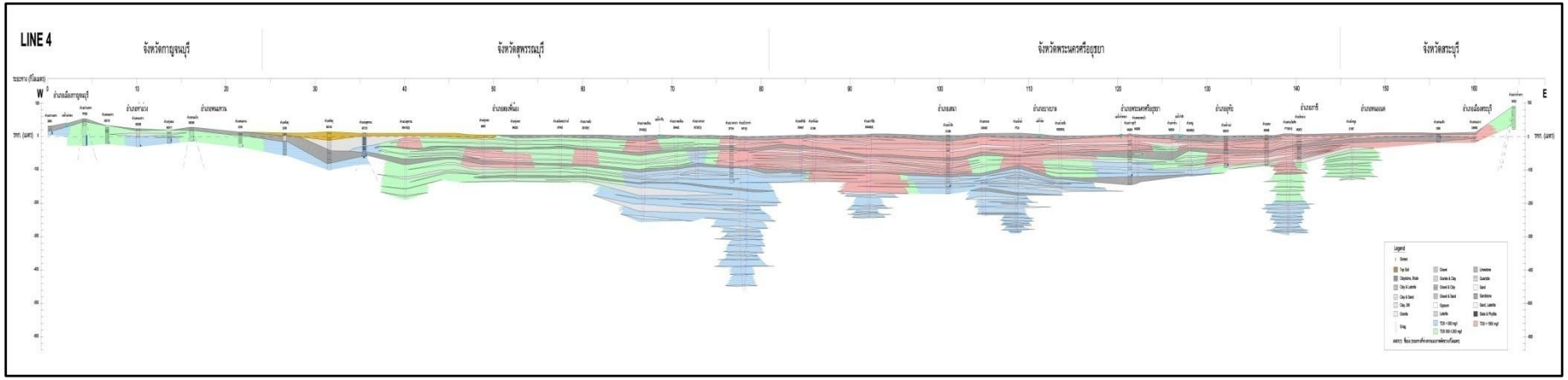
รูปที่ 3 แนวภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยา แนวที่ 1



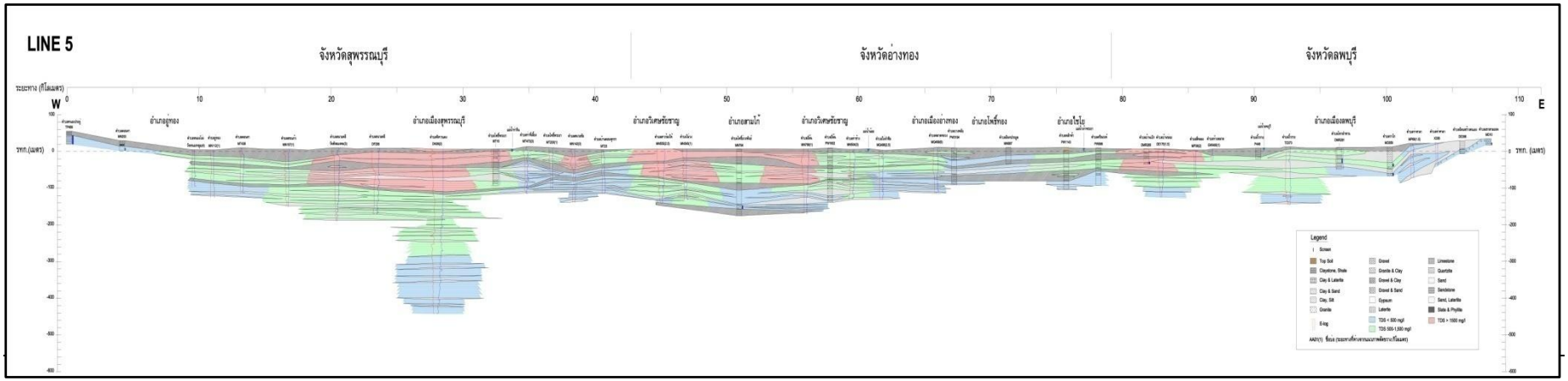
รูปที่ 4 แนวภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยา แนวที่ 2



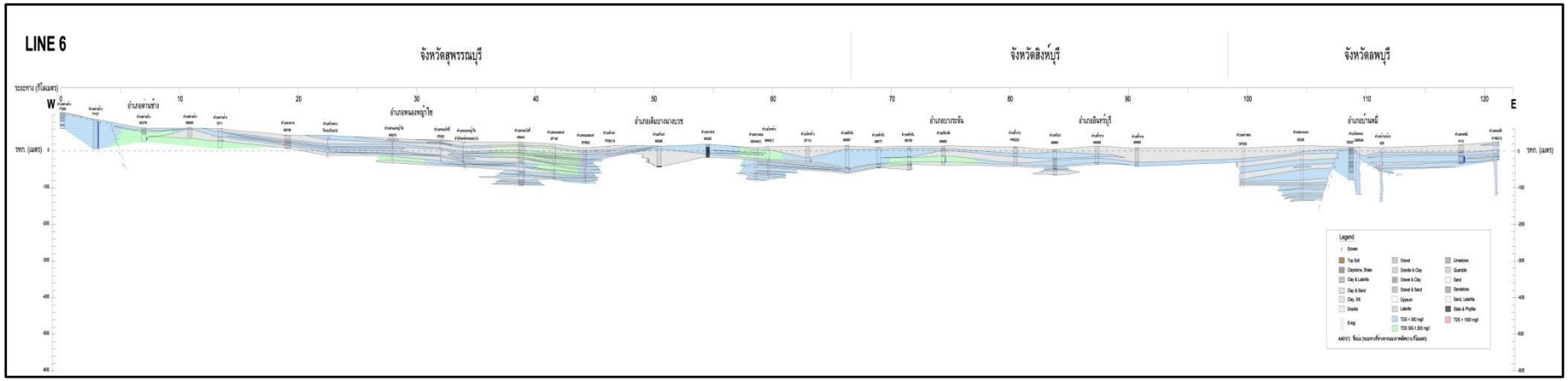
รูปที่ 5 แนวภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยา แนวที่ 3



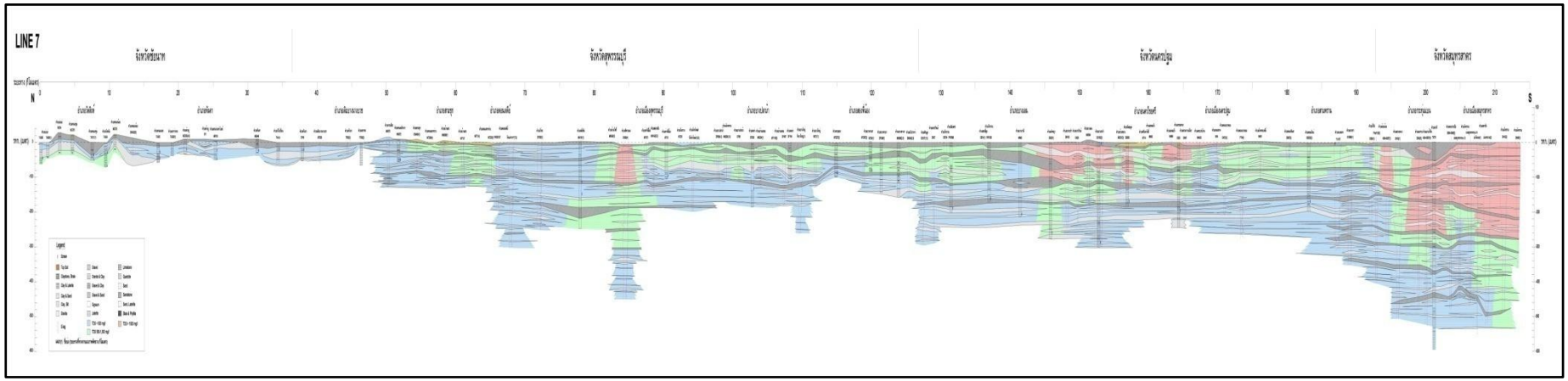
รูปที่ 6 แนวภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยา แนวที่ 4



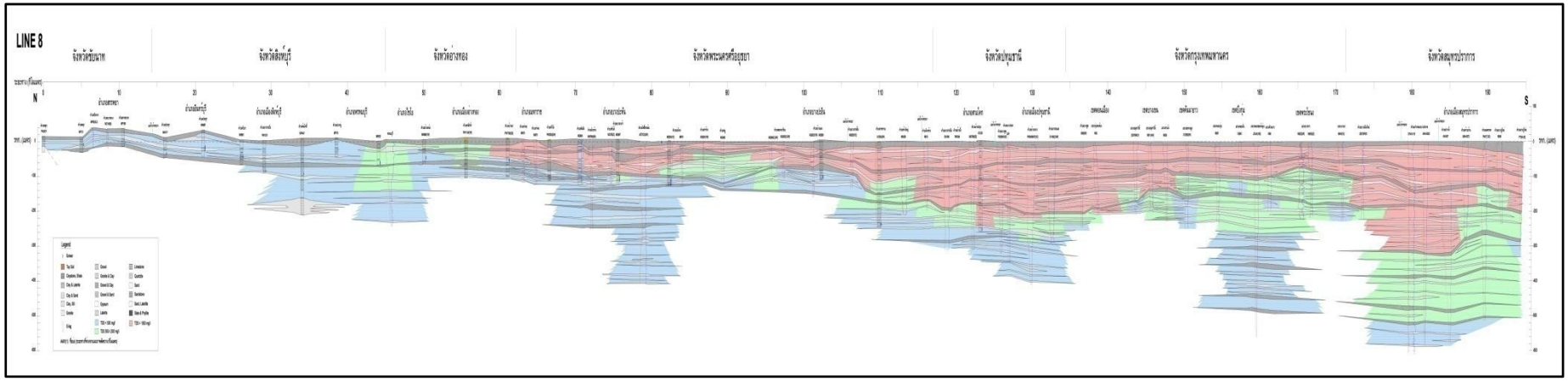
รูปที่ 7 แนวภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยา แนวที่ 5



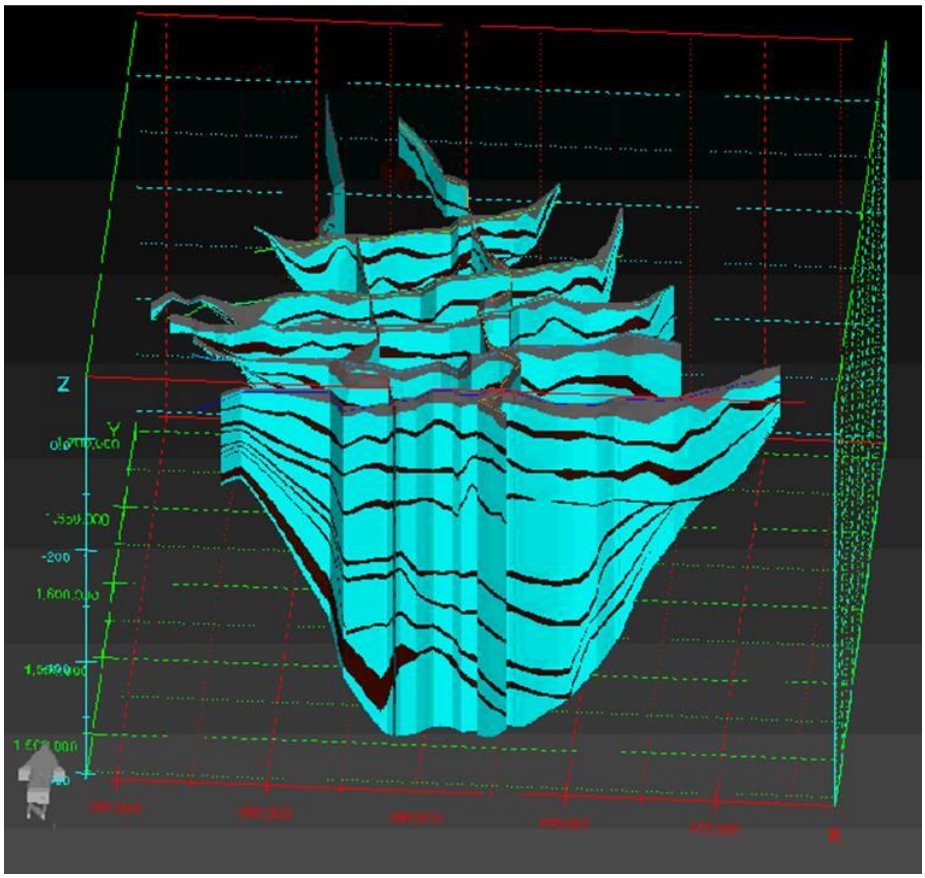
รูปที่ 8 แนวภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยา แนวที่ 6



รูปที่ 9 แนวภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยา แนวที่ 7



รูปที่ 10 แนวภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยา แนวที่ 8



รูปที่ 11 Fence diagram

7. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ น้ำบาดาลเป็นการ ใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการ จำลองสภาพระบบน้ำบาดาลหรือปรากฏการณ์ใดๆ เพื่อให้สามารถจำลองการเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันน้ำ ทิศทางการไหล การเคลื่อนตัวของมวลน้ำ และประเมินสมดุลน้ำบาดาลได้ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้สามารถเข้าใจในปรากฏการณ์หรือระบบนั้นๆ ได้ดียิ่งขึ้น และถูกนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาทางอุทกธรณีวิทยา และการคาดคะเนผลกระทบจากทางเลือกในการจัดการน้ำบาดาล เช่น การใช้น้ำบาดาล การเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล การเคลื่อนที่ของสารปนเปื้อนในน้ำบาดาล และการแทรกตัวของน้ำเค็ม เป็นต้น

โปรแกรมที่นำมาสร้างแบบจำลอง ทางคณิตศาสตร์ น้ำบาดาล ในการศึกษา ครั้งนี้ใช้โปรแกรม Visual MODFLOW Version 4.2 พัฒนาโดยบริษัท Waterloo Hydrogeologic, Inc. จากประเทศแคนาดา โปรแกรมนี้ประกอบด้วยโปรแกรม ย่อยต่างๆ ได้แก่ MODFLOW-2000, MODPATH, MT3DMS, RT3D, Stream Routing Package, WinPEST, SEAWAT และ VMOD 3D-Explerer ซึ่งมีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้ในการศึกษาตามวัตถุประสงค์ดังที่กล่าวมา

ส่วนโปรแกรมที่นำมาสร้างแบบจำลองแผ่นดินทรุดในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้โปรแกรม Groundwater Vistas Version 5 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อเป็น Pre- และ Post Processing สำหรับการคำนวณปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการไหลของน้ำบาดาล การนำพาของสารละลาย และแผ่นดินทรุด โดยบริษัท

Environmental Simulations Incorporated (ESI) ซึ่งโปรแกรมนี้เป็นโปรแกรมเชิงพาณิชย์โปรแกรมเดียวในปัจจุบันที่สามารถคำนวณการไหลของน้ำบาดาล การนำพาของสารละลาย และแผ่นดินทรุดที่ใช้ SUB Package ซึ่งสามารถคำนวณผลของแผ่นดินทรุดอันเนื่องมาจากผลของชั้นดินเหนียว (Interbeds) ที่แทรกในชั้นน้ำบาดาลได้ ซึ่งจะสอดคล้องกับสภาพจริงของระบบชั้นน้ำบาดาลกรุงเทพ ผลของเลนส์ของดินเหนียวที่แทรกตัวอยู่ในชั้นน้ำบาดาลนี้จะทำให้เกิดการปฏิกริยาที่ล่าช้า (Time Delays) ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำบาดาล หรือแรงดันน้ำบาดาลต่อการทรุดตัวของแผ่นดิน

7.1 กำหนดวัตถุประสงค์ (Defined Purpose)

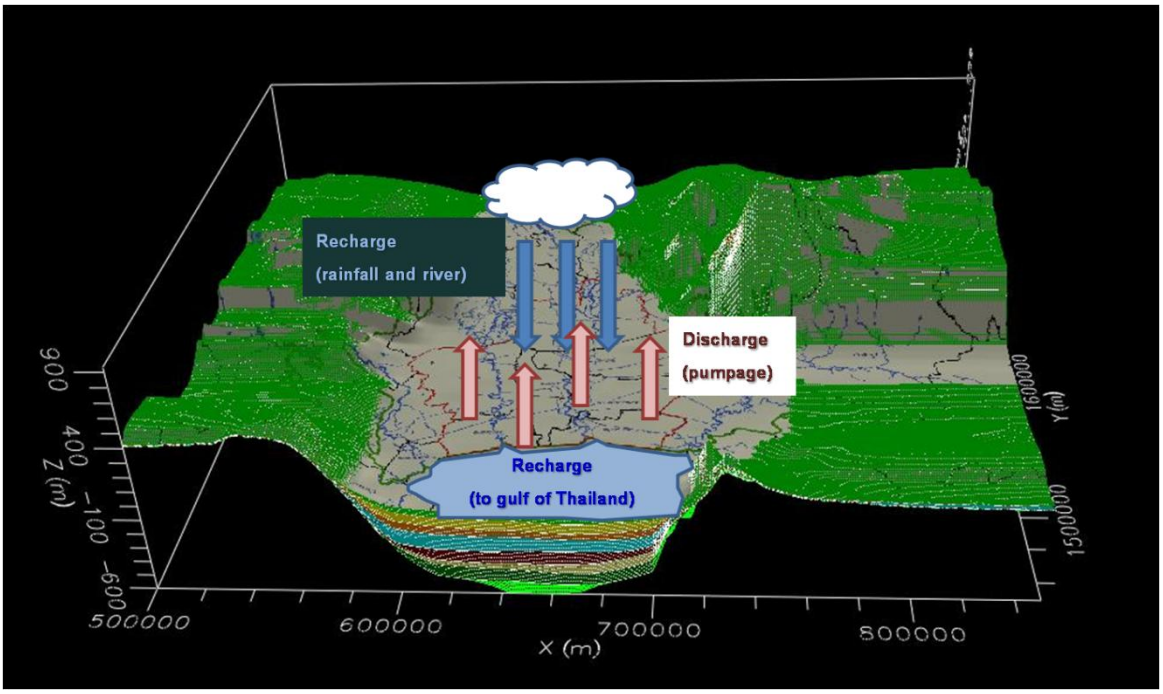
วัตถุประสงค์ของการจัดทำแบบจำลองน้ำบาดาลของแอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง ได้แก่

- เพื่อศึกษารูปแบบการไหลของน้ำบาดาล โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 3 มิติ รวมทั้งความสมดุลของระบบน้ำบาดาล เพื่อให้ทราบถึงปริมาณน้ำที่ไหลเข้าสู่ระบบ และไหลออกจากระบบตามธรรมชาติ รวมถึงความจุของแอ่งน้ำบาดาล
- เพื่อศึกษาการแพร่กระจายและการปนเปื้อนของเกลือโซเดียมคลอไรด์ จากการรุกล้ำน้ำเค็ม โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 3 มิติ
- เพื่อศึกษาการทรุดตัวของแผ่นดิน โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 3 มิติ
- ประเมินศักยภาพน้ำบาดาลทั้งเชิงปริมาณ และคุณภาพ เพื่อกำหนดปริมาณการสูบน้ำปลอดภัย (Safe Yield)

7.2 แบบจำลองเชิงมโนทัศน์ (Conceptual Model)

แบบจำลองเชิงมโนทัศน์ คือบทสรุปความเข้าใจของลักษณะทางกายภาพ และระบบการไหลของน้ำบาดาลของพื้นที่ศึกษา **ดังรูปที่ 12** จากการวิเคราะห์ข้อมูลของพื้นที่ศึกษาซึ่งประกอบด้วยข้อมูลธรณีวิทยา ธรณีสัณฐาน อุทกธรณีวิทยา อุทกวิทยา สภาพภูมิประเทศ สภาพดิน และการใช้ที่ดิน ผลที่ได้เป็นข้อมูลเชิงตัวเลข แผนที่ และภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยา ซึ่งจะนำไปใช้ในการกำหนดเงื่อนไขขอบเขตและตรวจสอบผลการคำนวณของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในพื้นที่ศึกษาได้

จากการศึกษาทางด้านอุทกธรณีวิทยาที่ผ่านมาของพื้นที่ศึกษาพบว่าชั้นน้ำบาดาลเกิดอยู่ในชั้นกรวดทรายที่วางเป็นชั้น ๆ ซึ่งแต่ละชั้นแบ่งแยกกันด้วยชั้นดินเหนียวที่คั่นกลาง และมีการแผ่ขยายไปทางทิศเหนือถึงจังหวัดชัยนาท ด้านทิศตะวันตกและตะวันออกของกรุงเทพฯ จากขอบแอ่งเจ้าพระยาและด้านทิศใต้จรดอ่าวไทย ซึ่งมีลักษณะของแอ่ง น้ำบาดาลแบบเปิด และมีทิศทางของน้ำไหลเข้าจากทิศตะวันตก และทิศตะวันออก เข้าสู่ตอนกลางแอ่ง และไหลจากทิศเหนือลงใต้สอดคล้องกับลักษณะความลาดเอียงของภูมิประเทศ พื้นที่ขอบเขตด้านทิศตะวันตกภูเขาสูง ซึ่งเป็นขอบเขตของแอ่ง ขอบเขตพื้นที่ศึกษาทั้งหมดเป็นพื้นที่เพิ่มเติมน้ำตามธรรมชาติ ยกเว้นบริเวณพื้นที่ที่ครอบคลุมด้วยชั้นดินเหนียวกรุงเทพจะไม่มีการเติมน้ำจากน้ำฝนในบริเวณนี้ และเป็นพื้นที่สูญเสียน้ำจากการเจาะบ่อน้ำบาดาลเพื่อนำน้ำบาดาลขึ้นมาใช้



รูปที่ 12 แบบจำลองเชิงมโนทัศน์ทางสภาพอุทกธรณีวิทยา (Conceptual Model)

7.3 การสร้างแบบจำลอง (Model Design)

แบบจำลองที่จัดทำครั้งนี้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา 7 จังหวัด (กรุงเทพมหานครและปริมณฑล) และนอกเหนือพื้นที่ศึกษารวม 18 จังหวัด มีพื้นที่ทั้งหมด 27,325 ตารางกิโลเมตร ระหว่างพิกัด UTM 557,000 ถึง 765,000 เมตร ตะวันออก (ระยะทาง 208 กิโลเมตร) และ พิกัด UTM 1,446,000 ถึง 1,702,000 เมตร เหนือ (ระยะทาง 256 กิโลเมตร) เป็นพื้นที่สี่เหลี่ยม ผืนผ้า และแบ่งพื้นที่เป็นตาราง โดยกำหนดให้ขนาดของตารางมีขนาดไม่คงที่ โดยมีขนาดคงที่ 500 เมตร X 500 เมตร ในพื้นที่ 7 จังหวัด ส่วนนอกเหนือพื้นที่ศึกษามีขนาดคงที่ 1 กิโลเมตร x 1 กิโลเมตร และได้ การกำหนดความละเอียดของแบบจำลอง **ดังตารางที่ 1**

ตารางที่ 1 การกำหนดความละเอียดของแบบจำลอง

รายการกำหนด	ค่ากำหนดในแบบจำลอง
1) ขนาดแบบจำลองในพื้นที่ศึกษา	
ความกว้างพิกัด UTM ตะวันออก	557,000 - 765,000 ม.
ความยาวพิกัด UTM เหนือ	1,446,000 - 1,702,000 ม.
ความหนาตามค่าระดับน้ำทะเลปานกลาง	-600 ม. ถึง +700 ม.
2) ขนาดความละเอียดของแบบจำลอง	
ขนาด grid cell ตามความกว้าง (ตะวันออก- ตะวันตก)	500 - 1,000 ม.
ขนาด grid cell ตามความกว้าง (เหนือ - ใต้)	500 - 1,000 ม.
จำนวนสดมภ์ (column)	343 ช่อง
จำนวนแถว (row)	401 ช่อง
3) การจัดแบ่งชั้นในแบบจำลอง	
ชั้นดินเหนียวกรุงเทพฯ เป็นชั้นน้ำไร้แรงดัน (unconfined aquifer)	ชั้นที่ 1
ชั้นน้ำกรุงเทพ ชั้นที่ I ชั้นน้ำมีแรงดัน (Confined Aquifer)	ชั้นที่ 2
ชั้นน้ำพระประแดง ชั้นที่ II ชั้นน้ำมีแรงดัน (Confined aquifer)	ชั้นที่ 4
ชั้นน้ำนครหลวง ชั้นที่ III ชั้นน้ำมีแรงดัน (Confined aquifer)	ชั้นที่ 6
ชั้นน้ำนนทบุรี ชั้นที่ IV ชั้นน้ำมีแรงดัน (Confined aquifer)	ชั้นที่ 8
ชั้นน้ำสามโคก ชั้นที่ V ชั้นน้ำมีแรงดัน (Confined aquifer)	ชั้นที่ 10
ชั้นน้ำพญาไท ชั้นที่ VI ชั้นน้ำมีแรงดัน (Confined aquifer)	ชั้นที่ 12
ชั้นน้ำธนบุรี ชั้นที่ VII ชั้นน้ำมีแรงดัน (Confined aquifer)	ชั้นที่ 14
ชั้นน้ำปากน้ำ ชั้นที่ VIII ชั้นน้ำมีแรงดัน (Confined aquifer)	ชั้นที่ 16
ชั้นดินกั้นน้ำ (aquitard)	ชั้นที่ 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15
4) จำนวนกริดเซลรวม	1,242,584 กริดเซล
5) หน่วยที่ใช้ในแบบจำลอง (ระบบเมตริก)	
ระยะทาง – length	เมตร - meters
เวลา – time	วัน - day
Conductivity	เมตร/วัน - m/day
Pumping rate	ลบ.ม./วัน – m^3/day
Recharge	มม./ปี – mm/y
น้ำหนักมวล – mass	กก. - kg
คุณภาพน้ำ - concentration	มก./ล. - mg/l
6) ค่ากำหนดวันในแบบจำลอง	
วันที่เริ่มต้นของแบบจำลอง	1 มกราคม 2544
วันที่เทียบเคียงในแบบจำลองเริ่มต้น (1 มกราคม 2544)	1
วันที่เทียบเคียงในแบบจำลองสิ้นสุด (31 ธันวาคม 2552)	3,285
7) จำนวนบ่อบาดาล	
บ่อบาดาลสูบน้ำ	15,587 บ่อ
บ่อบาดาลสังเกตการณ์ระดับน้ำ	233 บ่อ

7.4 การปรับเทียบแบบจำลอง (Model Calibration)

ได้ทำการปรับเทียบแบบจำลอง 2 ส่วน คือ การปรับเทียบในสภาวะ ไม่ผันแปรตามเวลา (Steady State) และการปรับเทียบในสภาวะ ผันแปรตามเวลา (Transient) มีเป้าหมายเพื่อตรวจสอบแบบจำลองและทำให้แบบจำลองมีความสามารถที่จะสังเคราะห์ข้อมูลใหม่

การปรับเทียบแบบจำลอง แบบไม่ผันแปรตามเวลา (Steady State Calibration) ได้ใช้ข้อมูลระดับน้ำที่วัดได้ในปี พ.ศ. 2544 เนื่องจากเป็นปีที่มีการเก็บข้อมูลระดับน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาและพบว่าระดับน้ำมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่อเทียบกับระดับน้ำในปีอื่นๆ จึงกำหนดให้ระดับน้ำในปี พ.ศ. 2544 เป็นปีที่ใช้ในการปรับเทียบ แบบไม่ผันแปรตามเวลา ในการปรับเทียบแบบจำลอง แบบไม่ผันแปรตามเวลาของแบบจำลองการไหลมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับเทียบพารามิเตอร์ที่ไม่ผันแปรตามเวลา คือ ค่า Hydraulic Conductivity และ การเติมน้ำจากน้ำผิวดินสู่ระบบน้ำบาดาล (Recharge) ส่วนแบบจำลองการรุกล้ำน้ำเค็มมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับเทียบพารามิเตอร์ที่ไม่ผันแปรตามเวลา คือ ค่าการแพร่กระจายของสารละลายคลอไรด์ (Dispersion) โดยผลการปรับเทียบยพบว่าระดับน้ำที่ปรับแก้มีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Residual mean) -1.34 เมตร มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสมบูรณ์ (Absolute residual mean) 4.25 เมตร และมีค่ารากกำลังสองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Root mean squared) 5.96 เมตร

การปรับเทียบแบบจำลองในสภาวะ ผันแปรตามเวลา (Transient Calibration) จะใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2544-2552 โดยใช้ระยะเวลาการจำลองทั้งหมด 9 ปี ใช้ระดับน้ำและปริมาณคลอไรด์ที่คำนวณได้จากการปรับเทียบแบบไม่ผันแปรตามเวลาเป็นระดับน้ำและปริมาณคลอไรด์เริ่มต้นในการปรับเทียบแบบจำลองในสภาวะผันแปรตามเวลา ในการปรับเทียบแบบจำลองการไหลในสภาวะผันแปรตามเวลานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับเทียบพารามิเตอร์ที่ผันแปรตามเวลา คือ ค่า Storage และการเติมน้ำจากน้ำผิวดินสู่ระบบน้ำบาดาล (Recharge) ส่วนแบบจำลองการรุกล้ำน้ำเค็มมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับเทียบพารามิเตอร์ที่ผันแปรตามเวลา คือ ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายของสารละลายคลอไรด์ทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง (Longitudinal and vertical dispersivity) โดยผลการปรับเทียบพบว่าระดับน้ำที่ปรับแก้มีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Residual mean) 0.39 เมตร มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสมบูรณ์ (Absolute residual mean) 5.42 เมตร มีค่ารากกำลังสองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Root mean squared) 7.22 เมตร ส่วนการจำลองการทรุดตัวของแผ่นดิน ในสภาวะผันแปรตามเวลา (พ.ศ. 2544-2549) พบว่าระดับการทรุดตัวของแผ่นดินที่ปรับแก้มีค่ารากกำลังสองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Root mean squared) เท่ากับ 0.06 เซนติเมตร

8. การคำนวณหาอัตราสูบน้ำปลอดภัย (Safe yield)

พื้นที่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลนั้นมี การใช้น้ำบาดาลในปริมาณมาก และได้ส่งผลกระทบอย่างมากต่อระบบน้ำบาดาล การกำหนดอัตราสูบน้ำปลอดภัย (Safe yield) ครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพน้ำบาดาลและคำนวณหาอัตราสูบน้ำปลอดภัย (Safe yield) ในระดับรายอำเภอ ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดสำหรับการบริหารจัดการ บริเวณพื้นที่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลรวมทั้งหมด 7 จังหวัด ในการกำหนดอัตราสูบน้ำปลอดภัย (Safe yield) ของการศึกษาครั้งนี้ได้พิจารณาถึงปริมาณและผลกระทบต่างที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1) การลดลงของระดับน้ำ บาดาลที่ยอมให้ลดลงได้สูงสุดคือ ไม่ให้ต่ำกว่า 30 เมตร และ/หรือ ควบคุมระดับน้ำบาดาลไม่ให้ต่ำกว่าในระดับปัจจุบัน (ปี พ.ศ. 2552)
2) ปริมาณคลอไรด์ที่ใช้ในการกำหนดค่าความเค็ม โดยใช้มาตรฐานน้ำที่ใช้บริโภคได้ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล มีเกณฑ์ที่เหมาะสม คือ ไม่เกิน 250 มิลลิกรัมต่อลิตร และอนุโลมสูงสุดไม่เกิน 600 มิลลิกรัมต่อลิตร
3) อัตรา การทรุดตัวของแผ่นดินยอมให้ทรุดตัวสูงสุดไม่เกิน 1 เซนติเมตรต่อปี

โดยผลการประเมินศักยภาพการใช้น้ำบาดาลของชั้นน้ำทั้ง 8 ชั้นจากแบบจำลองคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ปริมาณน้ำใช้ได้อย่างปลอดภัยของพื้นที่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีค่าเท่ากับ 687,675 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน และสามารถสรุปเป็นรายชั้นน้ำบาดาลได้ ดังนี้

ชั้นน้ำกรุงเทพ มีปริมาณการใช้น้ำปลอดภัยประมาณ 0 ลบ.เมตร/วัน ในปัจจุบันมีการใช้น้ำบาดาลประมาณ 6,150 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ดังนั้นชั้นน้ำนี้ต้องลดปริมาณการใช้น้ำบาดาลอีกประมาณ 6,150 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

ชั้นน้ำพระประแดง มีปริมาณการใช้น้ำปลอดภัยประมาณ 42,636 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ในปัจจุบันมีการใช้น้ำบาดาลประมาณ 200,323 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ดังนั้นชั้นน้ำนี้ต้องลดปริมาณการใช้น้ำบาดาลอีกประมาณ 157,687 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

ชั้นน้ำนครหลวง มีปริมาณการใช้น้ำปลอดภัยประมาณ 238,913 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ในปัจจุบันมีการใช้น้ำบาดาลประมาณ 377,096 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ดังนั้นชั้นน้ำนี้ต้องลดปริมาณการใช้น้ำบาดาลอีกประมาณ 138,182 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

ชั้นน้ำนนทบุรี มีปริมาณการใช้น้ำปลอดภัยประมาณ 331,089 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ในปัจจุบันมีการใช้น้ำบาดาลประมาณ 305,162 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ดังนั้นชั้นน้ำนี้สามารถพัฒนาเพิ่มขึ้นได้อีกประมาณ 25,928 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

ชั้นน้ำสามโคก มีปริมาณการใช้น้ำปลอดภัยประมาณ 29,799 ลบ.เมตร/วัน ในปัจจุบันมีการใช้น้ำบาดาลประมาณ 50,478 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ดังนั้นชั้นน้ำนี้ต้องลดปริมาณการใช้น้ำบาดาลอีกประมาณ 20,679 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

ชั้นน้ำพญาไท มีปริมาณการใช้น้ำปลอดภัยประมาณ 26,262 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ในปัจจุบันมีการใช้น้ำบาดาลประมาณ 64,895 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ดังนั้นชั้นน้ำนี้ต้องลดปริมาณการใช้น้ำบาดาลอีกประมาณ 38,633 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

ชั้นน้ำธนบุรี มีปริมาณการใช้น้ำปลอดภัยประมาณ 10,313 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ในปัจจุบันมีการใช้น้ำบาดาลประมาณ 1,836 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ดังนั้นชั้นน้ำนี้สามารถพัฒนาเพิ่มขึ้นได้อีกประมาณ 8,476 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

ชั้นน้ำปากน้ำ มีปริมาณการใช้น้ำปลอดภัยประมาณ 8,662 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ในปัจจุบันมีการใช้น้ำบาดาลประมาณ 10,553 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ดังนั้นชั้นน้ำนี้ต้องลดปริมาณการใช้น้ำบาดาลอีกประมาณ 1,891 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

9. ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหาร (Management Information System)

ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหาร ถูกพัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อการรวบรวมและกำหนดประเภทข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ รวมถึงแสดงผลข้อมูลหรือรายงานต่างๆ ที่มีความจำเป็นต่อการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล โดยการแสดงข้อมูลหรือรายงานดังกล่าวนั้น จะต้องสามารถรองรับต่อการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลตามสถานการณ์ในปัจจุบัน เพื่อให้ระบบฯ มีการแสดงผลข้อมูลที่ถูกต้องและมีความทันสมัยอยู่เสมอ

ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารแบ่งผู้ใช้งานระบบออกเป็น 2 กลุ่ม คือ บุคคลทั่วไป และเจ้าหน้าที่ โดยความสามารถหลักของการใช้งานสำหรับบุคคลทั่วไป คือ ความสามารถในการแสดงข้อมูลพื้นฐานเพื่อสนับสนุนการบริหาร และความสามารถในการรองรับระบบสนับสนุนการพิจารณาอนุญาตใช้น้ำบาดาล

ส่วนระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารน้ำบาดาลในเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล สำหรับเจ้าหน้าที่สามารถจำแนกความสามารถหลักของระบบฯ ได้ดังนี้

- ความสามารถในการแสดงข้อมูลพื้นฐานเพื่อสนับสนุนการบริหาร

มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ใช้งานระบบเข้าใจถึงภาพรวมของพื้นที่ศึกษา ซึ่งระบบจะใช้ภาพถ่ายดาวเทียมเป็นข้อมูลหลัก

- ความสามารถในการรองรับระบบสนับสนุนการพิจารณาอนุญาตใช้น้ำบาดาล

มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ใช้งานระบบมีเครื่องมือช่วยตัดสินใจในการพิจารณาอนุญาต กรณีที่มีการร้องขอการเจาะบ่อ น้ำบาดาลจาก หน่วยงาน เอกชนหรือ ผู้ประกอบการต่างๆ โดยอาศัยชุดข้อมูลและกฎเกณฑ์ต่างๆ ตามหลักเกณฑ์การพิจารณาอนุญาตขุดเจาะน้ำบาดาลของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล

- ความสามารถในการจำลองเหตุการณ์ในอนาคต

มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ใช้งานระบบสามารถวางแผนการทำงานได้จากเหตุการณ์จำลองในอนาคต ได้แก่ ระดับน้ำบาดาล คุณภาพน้ำบาดาล อัตราการทรุดตัวของแผ่นดิน อัตราการสูบน้ำปลอดภัย ปริมาณการใช้น้ำจริง และอัตราการสูบน้ำคงเหลือ

- ความสามารถในการรองรับการจัดทำรายงานสนับสนุนการบริหาร

มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ใช้งานระบบอ่านรายงานสนับสนุนการบริหารได้ โดยรายงานจะมีความทันสมัยของข้อมูลอย่างสม่ำเสมอ ตัวอย่างรายงานเช่น รายงานระดับน้ำของบ่อสังเกตการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลง รายงานสถิติการค้างชำระ เป็นต้น

- ความสามารถในการรองรับระบบรายงานผลระยะไกล (Tele-Metering) ในอนาคต

มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ใช้งานระบบสามารถติดตามข้อมูลระดับน้ำบาดาลระยะไกล จากบ่อสังเกตการณ์ที่มีอุปกรณ์การตรวจวัดระดับน้ำบาดาลติดตั้งอยู่ โดยอุปกรณ์ดังกล่าว สามารถกำหนดช่วงเวลาในการส่งข้อมูลมาที่ระบบฐานข้อมูลกลาง และหากข้อมูลมีค่าเกินกว่าที่กำหนดไว้ ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารน้ำบาดาลในเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาลจะแสดงสัญลักษณ์เพื่อแจ้งเตือนสถานการณ์ รวมถึงรายละเอียดของข้อมูล ณ ขณะนั้น ให้ผู้ใช้งานระบบทราบโดยอัตโนมัติ

- ความสามารถในการจัดเตรียมข้อมูลแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์

มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ใช้งานระบบสามารถจัดเตรียมข้อมูลจากระบบสารสนเทศให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมเพื่อการนำเข้าสู่แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์น้ำบาดาลได้ง่าย โดยอาศัยแบบจำลองระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS Model) และปฏิบัติงานโดยเจ้าหน้าที่ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล (Back Office)

- ความสามารถเชื่อมต่อระบบเพื่อรองรับการใช้งานโดยสำนักงานทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดภายในพื้นที่ศึกษา ผ่านระบบ Web Portal

มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ใช้งานระบบที่สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดภายในพื้นที่ศึกษา สามารถใช้งานระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารน้ำบาดาลในเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาลผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตในรูปแบบของเว็บไซต์ โดยเชื่อมต่อผ่านทางเว็บไซต์ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล (www.dgr.go.th)

- ความสามารถในการเผยแพร่ข้อมูลและประชาสัมพันธ์ผ่านทาง Website

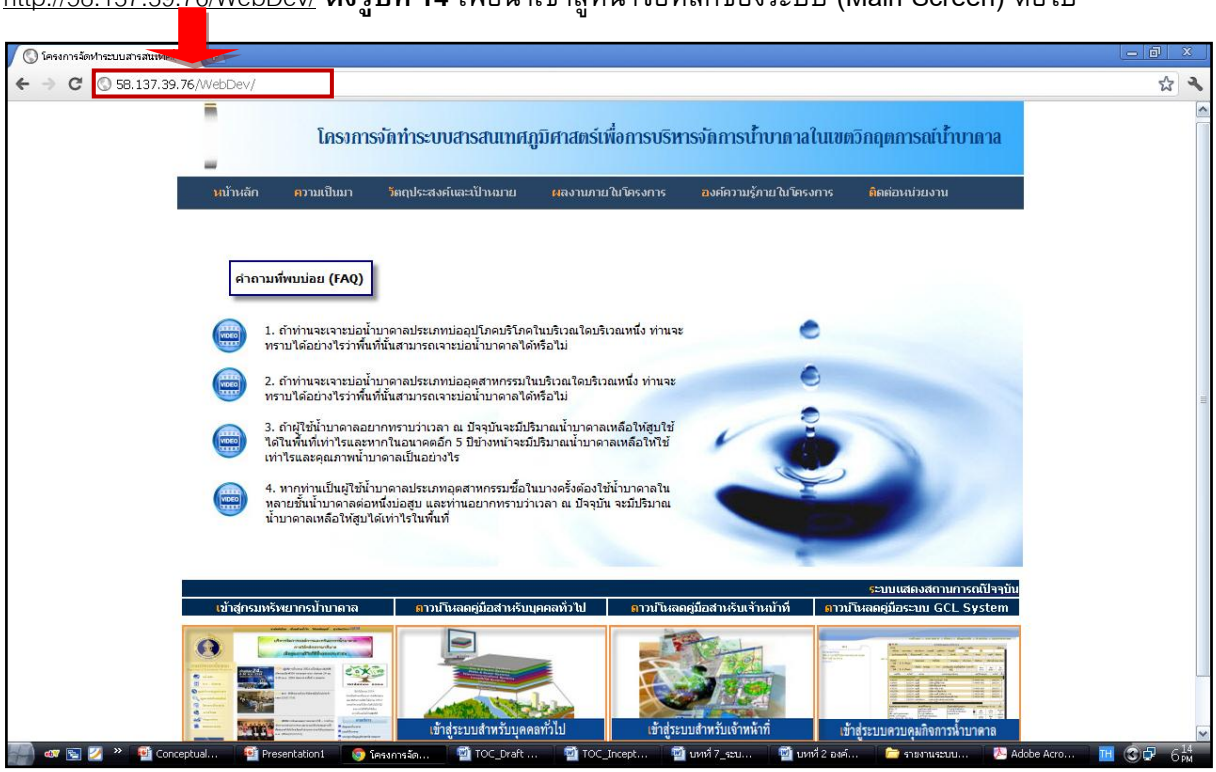
มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ใช้งานระบบรวมถึงบุคคลทั่วไปสามารถติดตามข้อมูลโครงการฯ และใช้งานระบบผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตได้ โดยระบบจะถูกเชื่อมโยงผ่านหน้าเว็บไซต์ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล (www.dgr.go.th)

<u>การเข้าใช้งานระบบ</u>

1. ผู้ใช้งานระบบสามารถเรียกใช้ตัวเชื่อมโยง (Link) ของโครงการฯ ผ่านหน้าเว็บไซต์ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล (www.dgr.go.th) **ดังรูปที่ 13** เพื่อนำเข้าสู่หน้าจอหลักของระบบ (Main Screen) ต่อไป

รูปที่ 13 ตัวอย่างการเริ่มต้นใช้งานระบบโดยใช้ตัวเชื่อมโยงเว็บไซต์ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล

2. ผู้ใช้งานระบบกำหนด ตัวชี้แหล่งในอินเทอร์เน็ต (URL) ของโครงการฯโดยตรง ได้แก่ http://58.137.39.76/WebDev/ **ดังรูปที่ 14** เพื่อนำเข้าสู่หน้าจอหลักของระบบ (Main Screen) ต่อไป



รูปที่ 14 ตัวอย่างการเข้าใช้งานระบบโดยการกำหนดตัวชี้แหล่งในอินเทอร์เน็ตของโครงการฯโดยตรง

สำหรับบุคคลทั่วไปสามารถเข้าถึงระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารน้ำบาดาลในเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาลได้จากปุ่มเชื่อมโยง **ดังรูปที่ 15** และสำหรับเจ้าหน้าที่ **ดังรูปที่ 16**

รูปที่ 15 ปุ่มการเชื่อมโยงในการเข้าใช้งานระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารน้ำบาดาลฯ สำหรับบุคคลทั่วไป

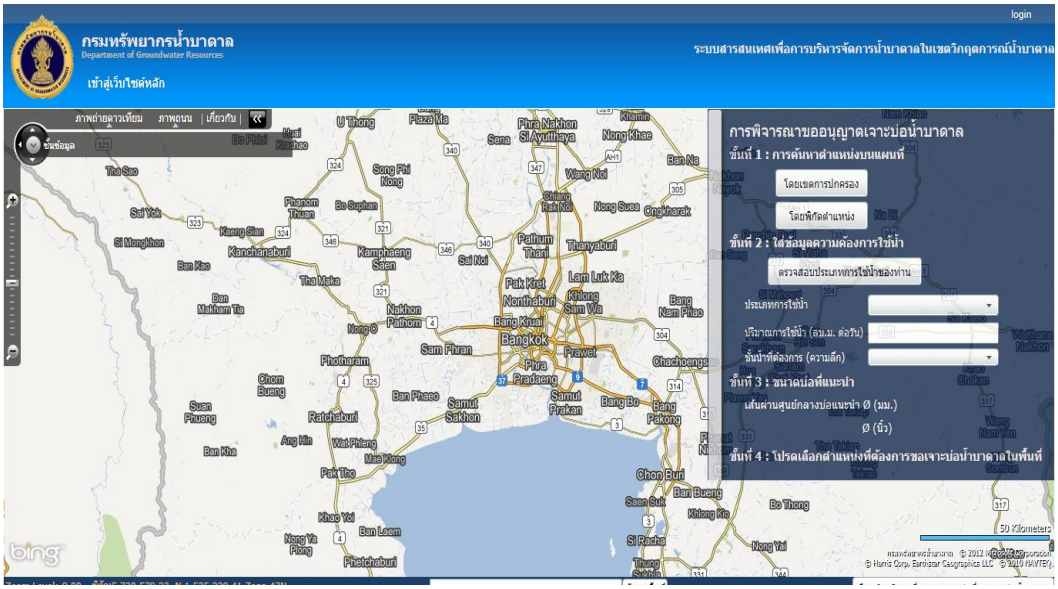
รูปที่ 16 ปุ่มการเชื่อมโยงในการเข้าใช้งานระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารน้ำบาดาลฯ สำหรับเจ้าหน้าที่

นอกจากนั้น ยังสามารถลิงค์เข้าระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารน้ำบาดาลฯ ในส่วนระบบแสดงสถานการณ์ปัจจุบัน ได้จากปุ่มเชื่อมโยง **ดังรูปที่ 17**

รูปที่ 17 ปุ่มการเชื่อมโยงเข้าสู่ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหาร ในส่วนระบบแสดงสถานการณ์ปัจจุบัน

<u>หน้าจอหลักของระบบสารสนเทศเพื่อการบริหาร</u>

สำหรับบุคคลทั่วไปจะแสดงผลในส่วนของหน้าจอหลักของระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการน้ำบาดาลในเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล **ดังรูปที่ 18** จะเห็นว่าระบบฯ จะแสดงข้อมูลพื้นฐานเบื้องต้น โดยมีแผนที่พื้นหลังเป็นภาพถนนและระบบจะแสดงส่วนประกอบต่าง ๆ



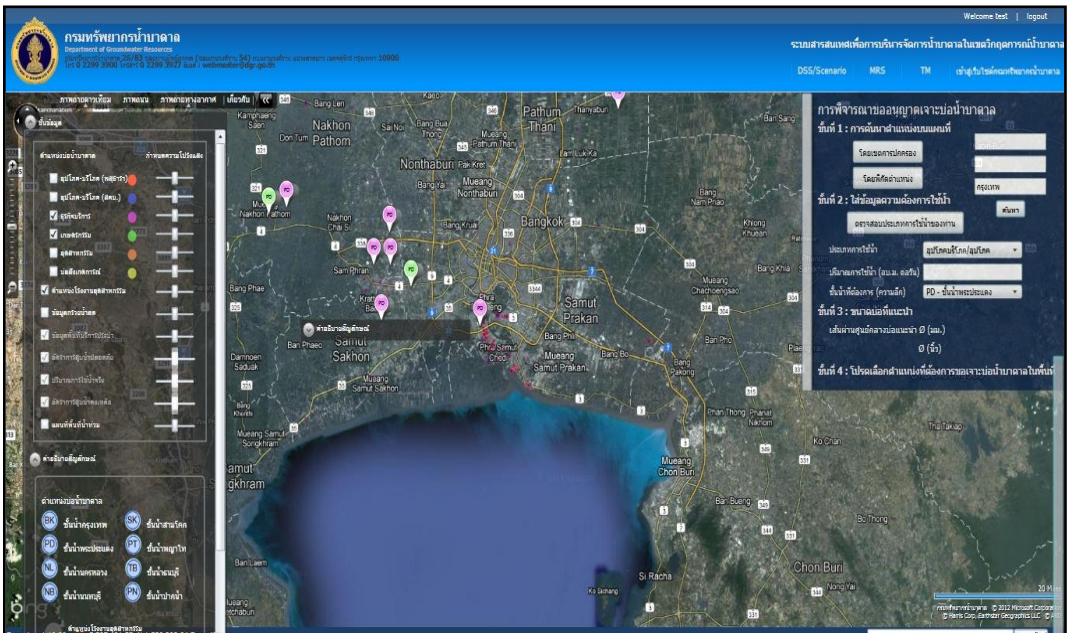
รูปที่ 18 หน้าจอหลักของระบบสารสนเทศเพื่อการบริหาร สำหรับบุคคลทั่วไป

สำหรับเจ้าหน้าที่ ระบบประกอบด้วยกลุ่มหน้าที่ 3 กลุ่ม ได้แก่

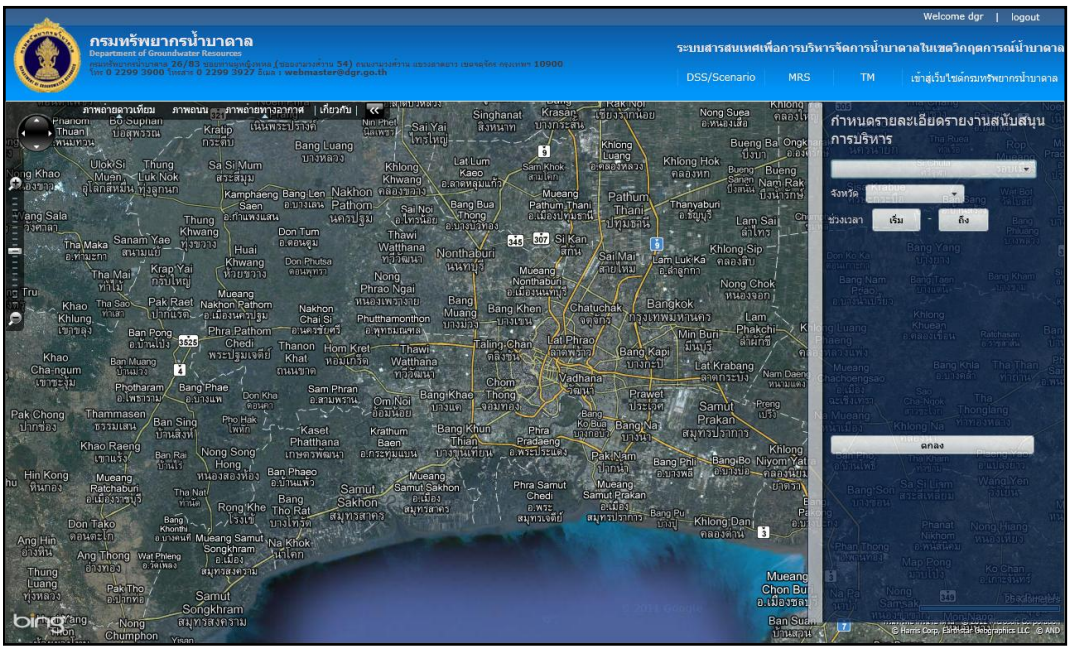
1) กลุ่มหน้าที่ระบบวิเคราะห์และแสดงผลเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System; DSS) และเหตุการณ์จำลองในอนาคต (Scenario) จะแสดงผลในส่วนของหน้าจอหลัก **ดังรูปที่ 19**

2) กลุ่มหน้าที่การจัดทำรายงานสนับสนุนการบริหาร (Management Reporting System; MRS) จะแสดงผลในส่วนของหน้าจอหลัก **ดังรูปที่ 20**

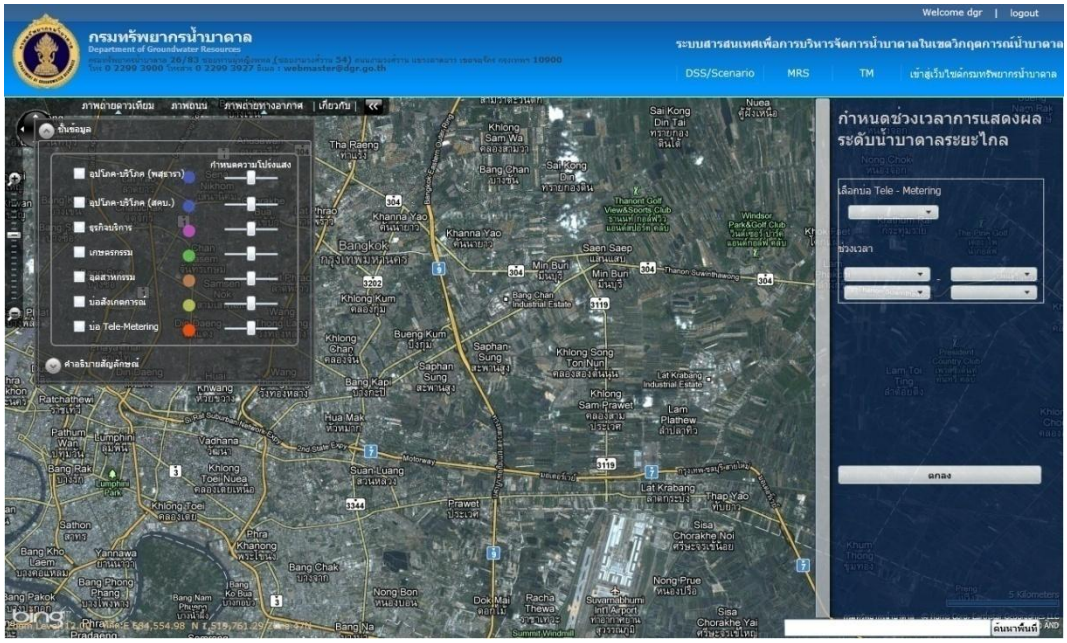
3) กลุ่มหน้าที่ระบบการรายงานผลระดับน้ำบาดาลระยะไกล (Tele – Metering System; TM) จะแสดงผลในส่วนของหน้าจอหลัก **ดังรูปที่ 21**



รูปที่ 19 หน้าจอหลักของระบบสารสนเทศเพื่อการบริหาร (DSS/Scenario) สำหรับเจ้าหน้าที่

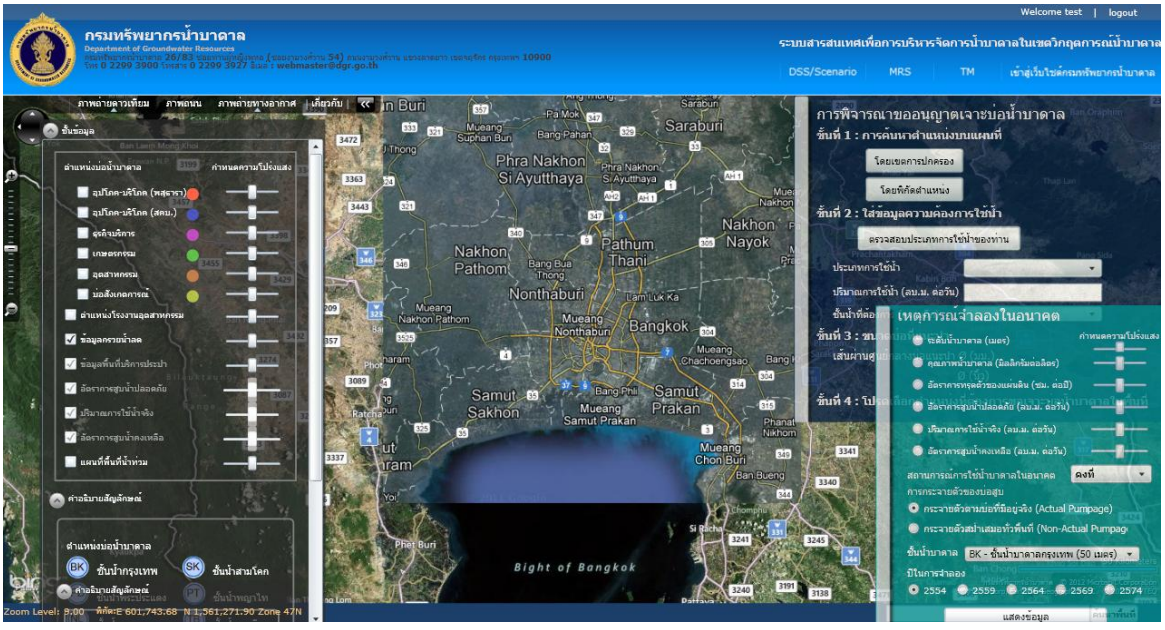


รูปที่ 20 หน้าจอหลักของระบบสารสนเทศเพื่อการบริหาร (MRS) สำหรับเจ้าหน้าที่



รูปที่ 21 หน้าจอหลักของระบบสารสนเทศเพื่อการบริหาร (TM) สำหรับเจ้าหน้าที่

ส่วนระบบสารสนเทศเพื่อการบริหาร ในส่วนระบบแสดงสถานการณ์ปัจจุบัน แสดงผลในส่วนของหน้าจอหลัก **ดังรูปที่22**



รูปที่ 22 หน้าจอหลักของระบบสารสนเทศเพื่อการบริหาร ในส่วนของระบบเหตุการณ์จำลองในอนาคต

10. ระบบสารสนเทศเพื่อควบคุมกิจการน้ำบาดาล

ในการออกแบบและพัฒนาระบบระบบสารสนเทศเพื่อการควบคุมกิจการน้ำบาดาล ภายใต้โครงการจัดทำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการบริหารจัดการน้ำบาดาลในเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาล ในครั้งนี้ มีการดำเนินงานเพื่อพัฒนาและปรับปรุงระบบฐานข้อมูลให้ระบบมีความสามารถรองรับการทำงานได้ ดังนี้

1) ระบบสามารถคำนวณคิดเงินค่าใช้น้ำบาดาลของแต่ละไตรมาส รวมทั้งค่าปรับและค่าธรรมเนียมต่างๆ

2) ระบบสามารถรองรับสำหรับผู้ประกอบกิจการน้ำบาดาลสามารถชำระเงินค่าใช้น้ำบาดาลและค่าอนุรักษ์น้ำบาดาล รวมทั้งค่าปรับ (ถ้ามี)และค่าธรรมเนียม ซึ่งทำงานบนระบบเครือข่ายอินเตอร์เนต โดยมีการพัฒนาให้สามารถชำระเงินค่าใช้น้ำบาดาลและค่าอนุรักษ์น้ำบาดาลผ่านทางเคาเตอร์เซอร์วิสของธนาคารกรุงไทย ในรูปแบบเวลาจริงในฐานข้อมูลการประกอบกิจการน้ำบาดาลของสำนักควบคุมกิจการน้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

3) ระบบสามารถออกพิมพ์ใบเสร็จ ออกใบเสร็จให้แก่ผู้ประกอบกิจการน้ำบาดาลเมื่อได้ชำระเงินค่าใช้น้ำบาดาลแล้ว

นอกจากนี้ในการดำเนินงาน คณะทำงานได้ออกแบบและพัฒนาระบบฯ โดยมีหลักการว่า ระบบฯ ต้องมีความสอดคล้องกับลักษณะการปฏิบัติงานจริงของผู้ใช้งานระบบเป็นสำคัญ รวมถึงฟังก์ชั่นการทำงานต่างๆ ผู้ใช้งานระบบจะต้องมีส่วนร่วมในการออกแบบเพื่อให้ได้ระบบฯที่มีความเหมาะสมและตรงตามจุดประสงค์มากที่สุด ดังนั้นจึงจัด ให้มีกิจกรรม รวบรวมความต้องการของผู้ใช้งานระบบ (User Requirement) โดยใช้วิธีการจัดประชุมรวบรวมและสรุปความต้องการของผู้ใช้งานระบบ รวมถึงการออกภาคสนาม ลงพื้นที่จริงเพื่อเก็บข้อมูลเชิงลึกจากเจ้าหน้าที่ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลซึ่งปฏิบัติงานในสำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัด จนสามารถสรุปความต้องการของผู้ใช้ระบบได้

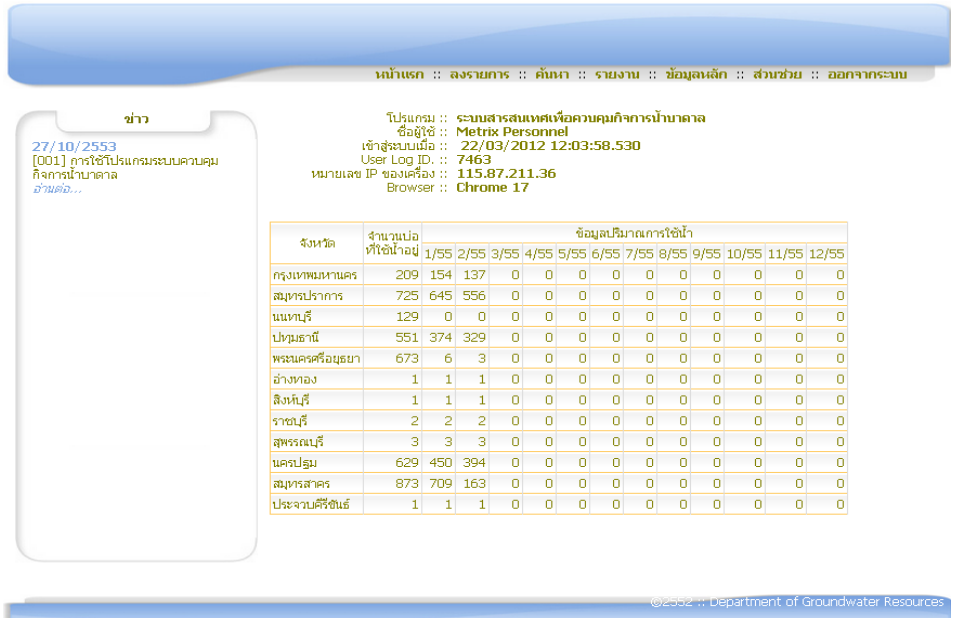
หน้าจอหลักของระบบสารสนเทศเพื่อการควบคุมกิจการน้ำบาดาล ได้ทำการออกแบบหน้าจอของระบบประกอบด้วย 6 ส่วน

1) หน้าจอหลัก
2) หน้าจอเมนูลงรายการ
3) หน้าจอค้นหา
4) หน้าจอรายงาน
5) หน้าจอเมนูข้อมูลหลัก
6) หน้าจอส่วนช่วย

สามารถลิงค์เข้าระบบสารสนเทศเพื่อการควบคุมกิจการน้ำบาดาล ได้จากปุ่มเชื่อมโยง **ดังรูปที่ 23**

รูปที่ 23 หน้าจอก่อนเข้าสู่ระบบของระบบสารสนเทศเพื่อการควบคุมกิจการน้ำบาดาล

จากนั้นจะปรากฏหน้าแรก แสดงดัง **รูปที่ 24** ในหน้าแรกของระบบ ประกอบด้วยแถบเมนูการงานด้านบน และมีรายละเอียดให้ผู้ใช้งานทราบเกี่ยวกับ ชื่อโปรแกรม ชื่อผู้ใช้ เวลาที่เข้าสู่ระบบ User Log ID หมายเลข IP ของเครื่อง และมีการสรุปตารางข้อมูลปริมาณการใช้น้ำบาดาลและจำนวนบ่อน้ำบาดาลในแต่ละจังหวัด



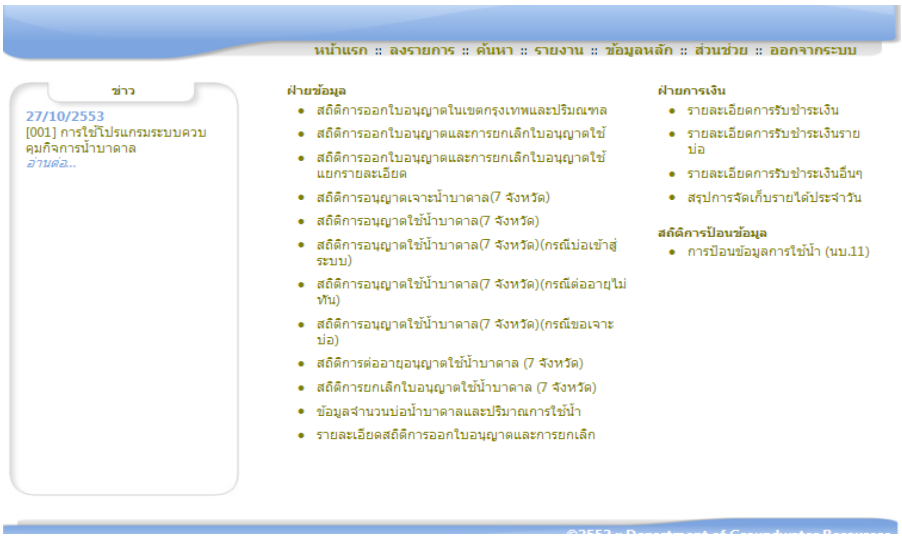
จังหวัด	จำนวนบ่อที่ใช้น้ำอยู่	ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำ											
		1/55	2/55	3/55	4/55	5/55	6/55	7/55	8/55	9/55	10/55	11/55	12/55
กรุงเทพมหานคร	209	154	137	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
สมุทรปราการ	725	645	556	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
นนทบุรี	129	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ปทุมธานี	551	374	329	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
พระนครศรีอยุธยา	673	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
อ่างทอง	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
สิงห์บุรี	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ราชบุรี	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
สุพรรณบุรี	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
นครปฐม	629	450	394	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
สมุทรสาคร	873	709	163	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ประจวบคีรีขันธ์	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

รูปที่ 24 หน้าจอหลักของระบบสารสนเทศเพื่อควบคุมกิจการน้ำบาดาล

หน้าจอเมนูลงรายการของระบบสารสนเทศเพื่อการควบคุมกิจการน้ำบาดาล ได้ทำการออกแบบหน้าจอของระบบ โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ เมนูคำขอ เมนูใบอนุญาต เมนูข้อมูลการใช้น้ำ ดัง**รูปที่ 25**

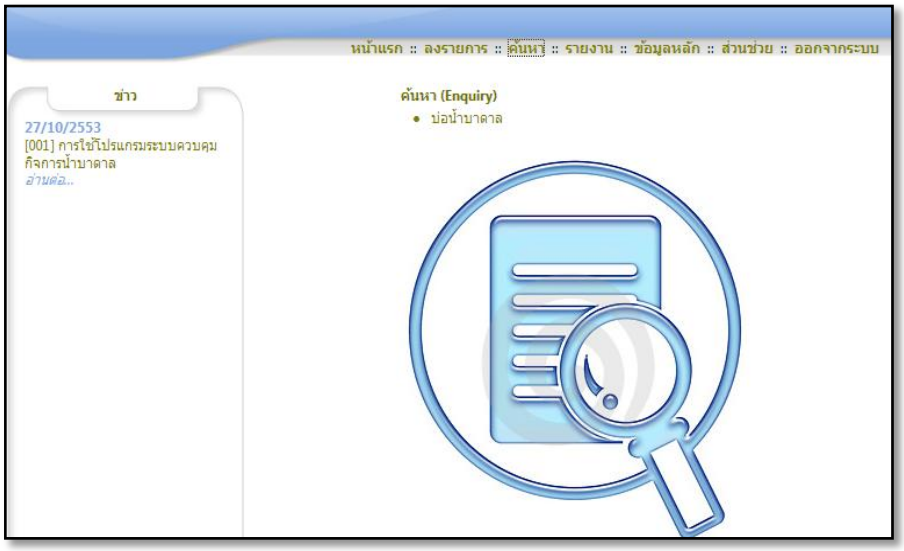
รูปที่ 25 หน้าจอเมนูลงรายการของระบบสารสนเทศเพื่อการควบคุมกิจการน้ำบาดาล

รายงานจากระบบสารสนเทศเพื่อควบคุมกิจการน้ำบาดาล ซึ่งในส่วนของหน้าจอรายงานจากระบบสารสนเทศเพื่อควบคุมกิจการน้ำบาดาล ผู้ใช้งานสามารถเข้าระบบและเลือกเมนูรายงาน แสดงดัง **รูปที่ 26** รายละเอียดของรายงานจากระบบสารสนเทศเพื่อควบคุมกิจการน้ำบาดาลทั้งหมด



รูปที่ 26 หน้าจอรายงานจากระบบสารสนเทศเพื่อควบคุมกิจการน้ำบาดาล

หน้าจอเมนูค้นหาของระบบสารสนเทศเพื่อการควบคุมกิจการน้ำบาดาล ได้ทำการออกแบบหน้าจอของระบบ โดยแสดงเมนูการค้นหาบ่อน้ำบาดาล แสดงดัง**รูปที่ 27**

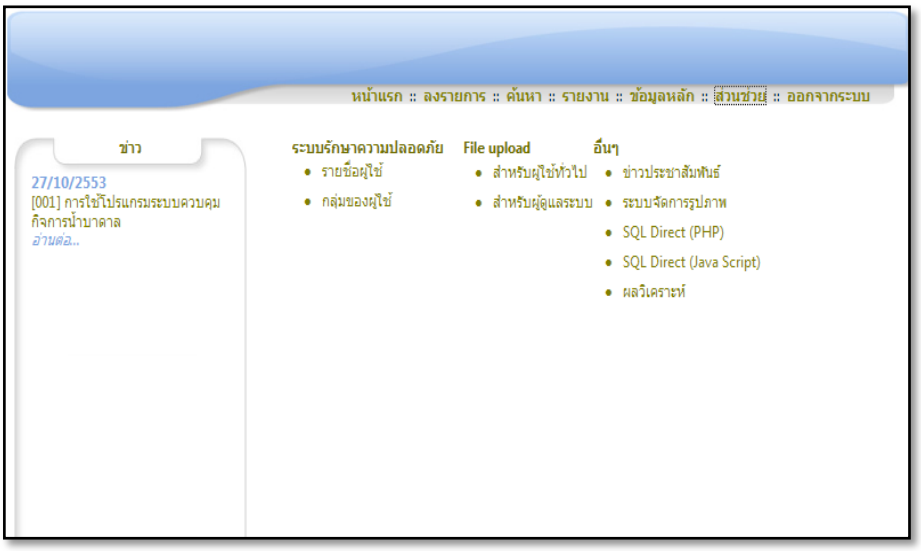


รูปที่ 27 หน้าจอเมนูค้นหาของระบบสารสนเทศเพื่อการควบคุมกิจการน้ำบาดาล

หน้าจอเมนูข้อมูลหลักของระบบสารสนเทศเพื่อการควบคุมกิจการน้ำบาดาล ได้ทำการออกแบบหน้าจอของระบบ โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนหลักๆ ได้แก่ ข้อมูลทั่วไป ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดเก็บ แสดงดัง**รูปที่ 28**

รูปที่ 28 หน้าจอเมนูข้อมูลหลักของระบบสารสนเทศเพื่อการควบคุมกิจการน้ำบาดาล

หน้าจอเมนูส่วนช่วยของระบบสารสนเทศเพื่อการควบคุมกิจการน้ำบาดาล ได้ทำการออกแบบหน้าจอของระบบ โดยแบ่งเป็น 3 ส่วนหลักๆ ได้แก่ ระบบรักษาความปลอดภัย File upload และอื่นๆ ดัง**รูปที่ 29**



รูปที่ 29 หน้าจอเมนูส่วนช่วยของระบบสารสนเทศเพื่อการควบคุมกิจการน้ำบาดาล