



Groundwater น้ำใต้ดิน

รศ.ดร. สุจริต คุณธนกุลวงศ์
ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ประกอบวิชา น้ำ และสังคม (Water and Society) 2112210

11 กันยายน 63

หัวข้อนำเสนอ

ส่วนที่ ก ความรู้ทั่วไป

- ๑ สถานภาพและปัญหาของน้ำใต้ดิน
- ๒ การสำรวจหาน้ำใต้ดิน
- ๓ การใช้น้ำบาดาลในปัจจุบัน และคุณภาพน้ำบาดาล แผนี่ต่าง ๆ

ส่วน ข การจัดการ

- ๔ แนวทางการจัดการ และกม
- ๕ แบบจำลอง และการควบคุมการสูบ และ โซนนิ่ง

ส่วน ค กรณีตัวอย่าง

- ๖ การแก้ไขปัญหาน้ำลจ (การเติม)
- ๗ การแก้ไขคุณภาพ (voc)
- ๘ การแก้ไขน้ำเค็มและแผ่นดินทรุด
- ๙ ประเด็นในอนาคต
- ๑๐ บทเรียน

1. สถานะภาพและปัญหา

- วัตถุประสงค์
- เข้าใจสภาพการใช้ การจัดการ น้ำบาดาลในไทย
- เข้าใจปัญหา และทางออกในการแก้ไขปัญหา
- บทเรียนจากการบริหารและแก้ไขปัญหาน้ำบาดาลของไทย
- คำถาม
 - น้ำใต้ดิน ต่างจากน้ำบาดาลอย่างไร
 - (ดูนิยามตามพรบ.น้ำบาดาล)

1. สภาพการใช้น้ำใต้ดิน (บาดาล)

THAILAND



Groundwater irrigation in Thailand is critical to ensuring year-round commercial rice production

LAOS



Garden-scale groundwater irrigation in Laos serves local food needs

3.10. Pump Selection

Brand: Grundfos

Type: Submersible Pump SP 9-5

Motor output: 1.24 kW

Pump Head: 24.04 m

Flow rate: $9.364 \text{ m}^3/\text{h}$

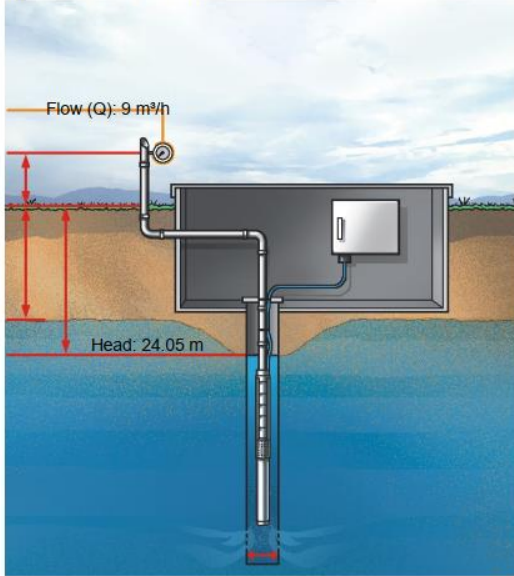


Company name:
Created by: Phanith Kruiy
Phone:
Email: phanith.kruiy@gmail.com
Date: 01/03/2020

Project:
Reference Number:

Client:
Client Number:
Contact:

Installation and Input



Sizing Results

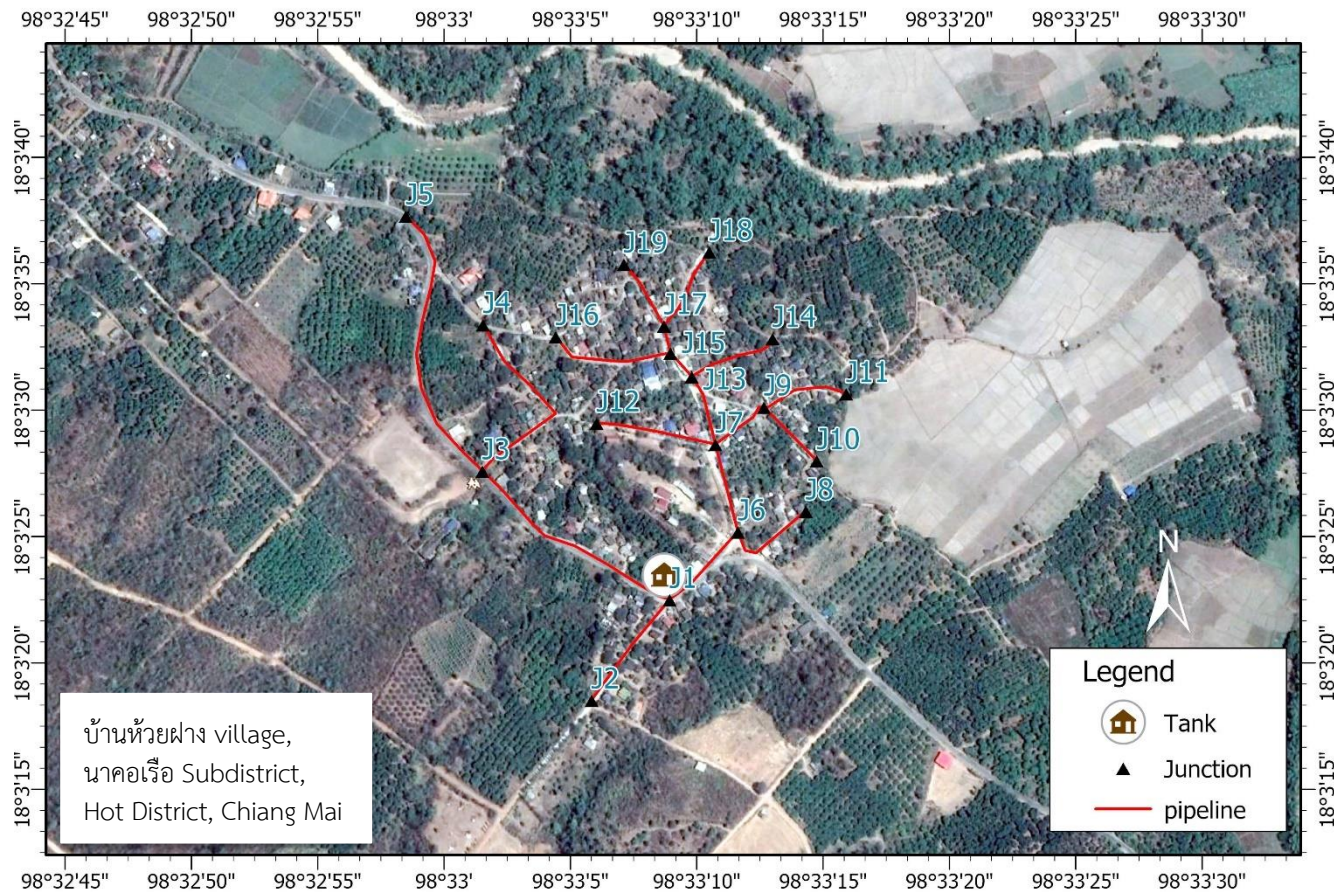
Product number:	98699053
Type:	SP 9-5
Flow:	9.364 m³/h (32850)
H total:	24.05 m
Power P1:	1.24 kW
Power P2 required in the duty point:	0.905 kW
Eta pump:	67.7 %
Eta motor:	73.0 %
Eta total:	49.4 %
Energy consumption:	4486 kWh/Year
Spec. energy consumption:	0.1366 kWh/m³ (5.68 Wh/m³/m)
Motor type:	MS402
Phase:	3
Voltage:	380-400-415
Frequency:	50 Hz
Current (rated):	3.3 A
Current (actual):	2.7 A
Cos phi (actual):	0.69
Liquid max. temperature:	40 °C

Load profile

	1	
Flow	100	%
Head	104	%
P1	1.229	kW
Eta total	49.8	%
Time	3650	h/a
Energy consumption	4486	kWh/Year
Quantity	1	

Online sizing by <http://product-selection.grundfos.com>

Water distribution Design for rural community

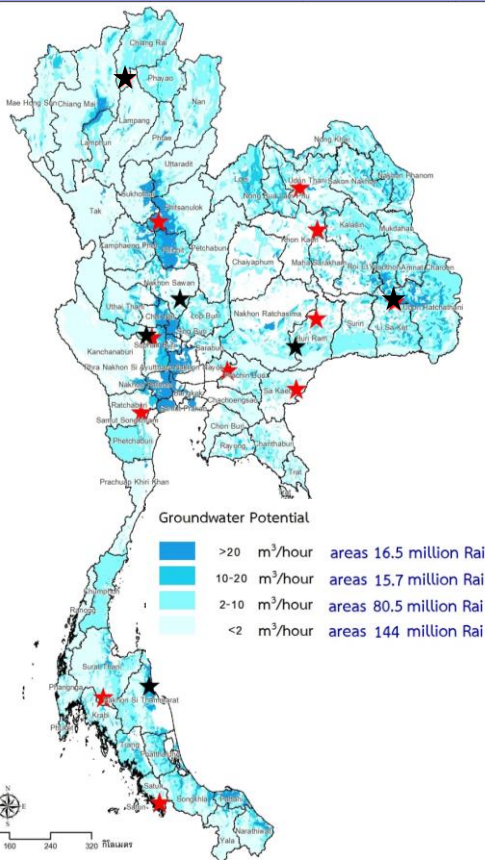


Pipeline Distribution Layout

DEVELOPMENT OF GROUNDWATER FOR AGRICULTURAL PURPOSE

การใช้น้ำเพื่อการเกษตรรายย่อย

➤ Examples of GW for agriculture



Example of GW utilization for agricultural purposes

Year	Name/Place	Type of cropping	Area (km2)	Aquifer type	Number of wells
1970	Pha Chi river basin/Kanchanaburi	Mainly sugar cane	~ 1,000	Shallow alluvial	~ 1,000
1974	Royal Project / scattered in N part	Valuable Fruit / vegetable	unknown	Various type	~ 500
1977	Yom & Nan river basins/ Upper Central Part	Mainly rice field	~ 7,000	Shallow alluvial	~ 10,000
1980	Sky Irrigation Project/ scattered in NE part	organic vegetable	unknown	Various type	~ 500



บทบาทน้ำใต้ดิน (Role of Groundwater)



Domestic supplies



Industry



Wetland & river baseflows



Agriculture

1. ปัญหาจากการใช้น้ำใต้ดิน

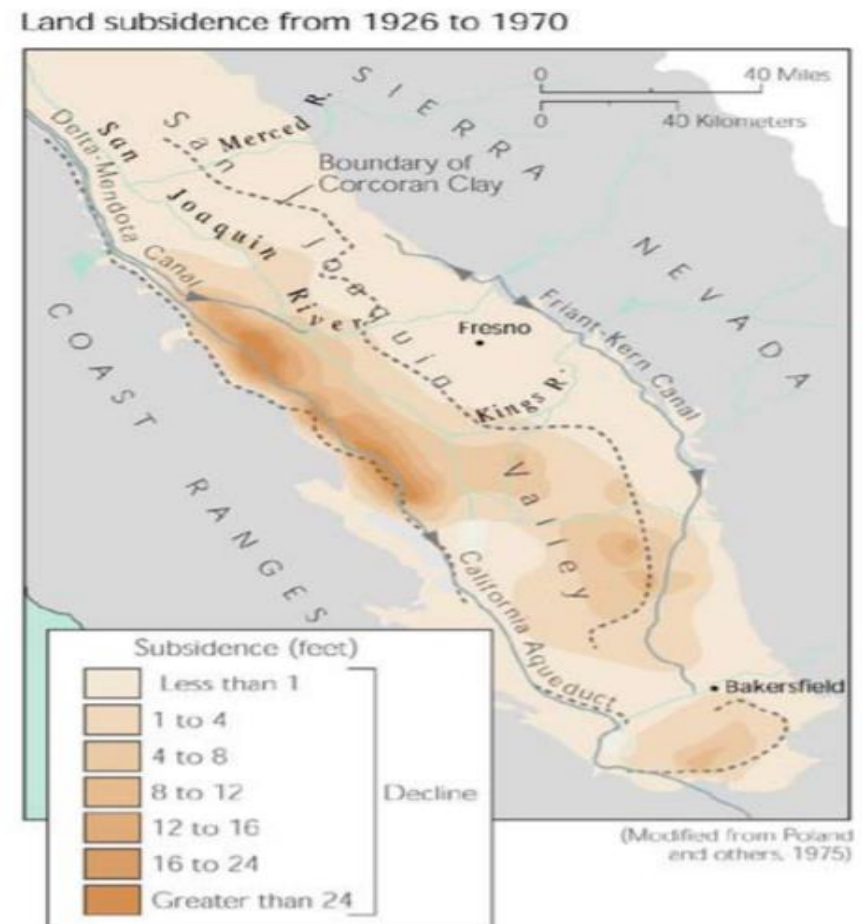
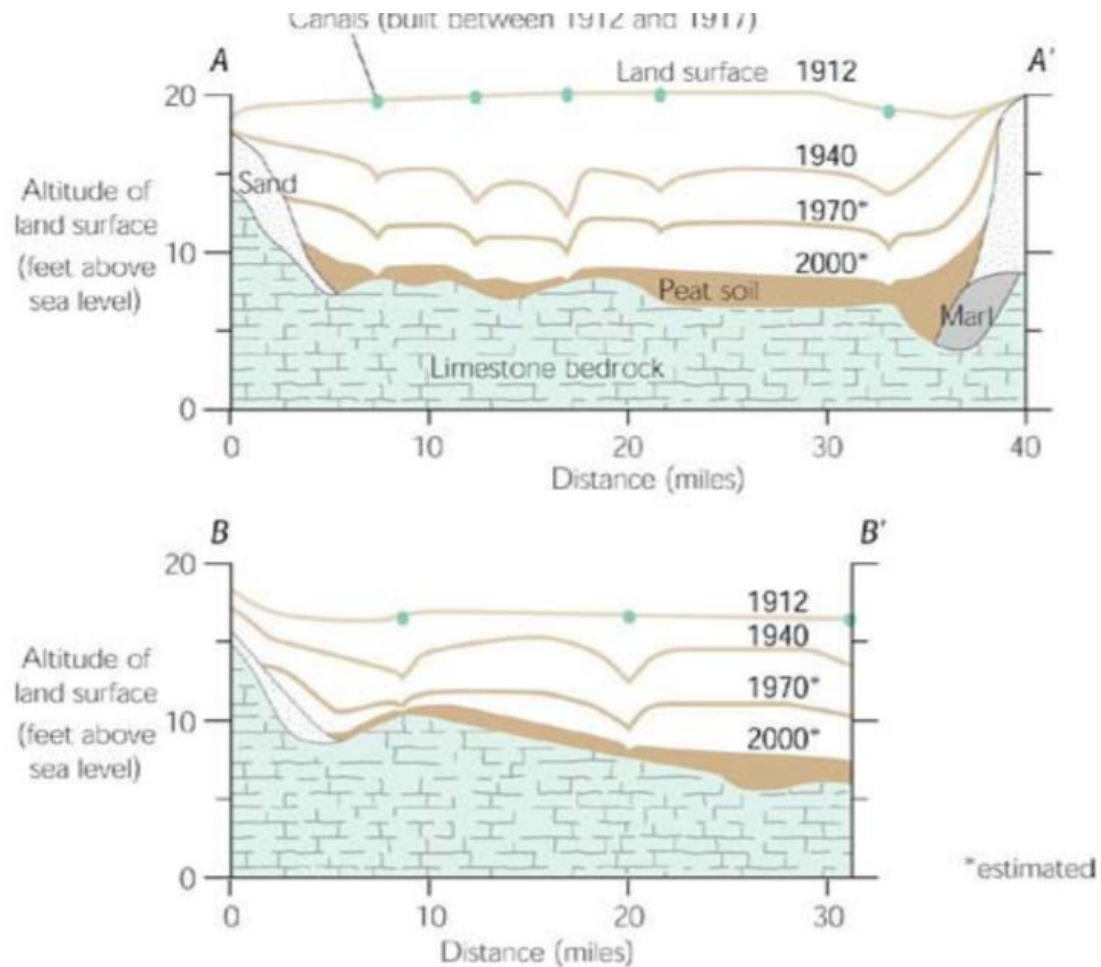


Figure 22. Land subsidence in the San Joaquin Valley, 1926-70 (modified from Poland and others 1975). The approximate location of maximum subsidence (28 feet) in the United States is Mendota, San Joaquin Valley, CA. Signs on the pole show approximate altitude of the land surface in 1925, 1955, and 1977 (Galloway and others 1999).

The map shows Lake Okeechobee in the upper left. To its right is an orange-shaded 'Agricultural area' separated by 'Levees'. A network of 'Canals' (light blue lines) and roads (black lines) is shown. Roads are labeled 'Main' and 'West Palm Beach'. Canals are labeled 'North New River' and 'Hillsboro'. Points A and B are on the left side of the agricultural area, while A' and B' are on the right side. A scale bar at the bottom indicates distances of 0 to 10 miles and 0 to 10 kilometers.



10

Impacts

- Groundwater Depletion
 - Water level drawdown
 - More difficulty in extracting water
- GW quality deterioration



Land Subsidence

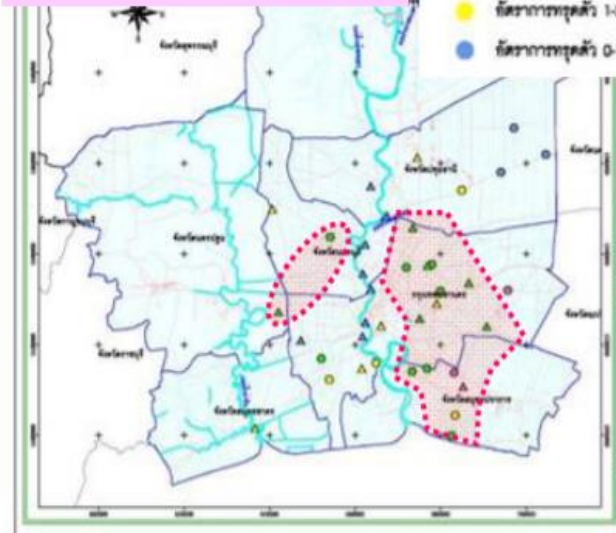
- Loading and settlement of upper clay layer
- Damage to infrastructure
- Flooding
- Disturb/deteriorate drainage systems



Areas close to the sea (such as here in Phra Pradaeng) can be subject to tidal floods during extreme high tide (spring tide).
Source: UNESCAP, 2002

อัตราการหลุดตัวของแผ่นดินที่ผ่านมา

พ.ศ. 2528-2541



- อัตราการหลุดตัว 5-10 เซนติเมตร/ปี
- อัตราการหลุดตัว 2-3 เซนติเมตร/ปี
- อัตราการหลุดตัว 1-2 เซนติเมตร/ปี
- อัตราการหลุดตัว 0-1 เซนติเมตร/ปี

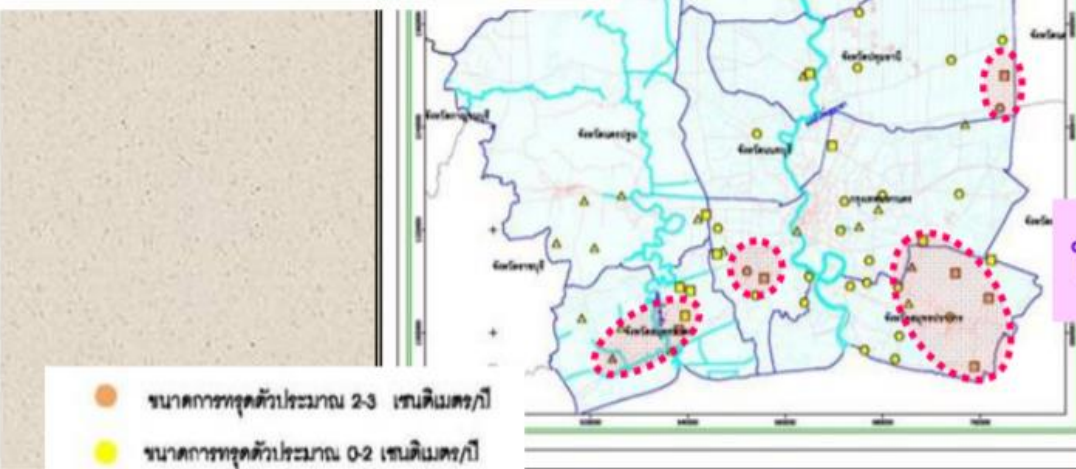
พ.ศ. 2541-2548

- อัตราการหลุดตัว 3-5 เซนติเมตร/ปี
- อัตราการหลุดตัว 2-3 เซนติเมตร/ปี
- อัตราการหลุดตัว 1-2 เซนติเมตร/ปี
- อัตราการหลุดตัว 0-1 เซนติเมตร/ปี



การหลุดตัวมากกว่า 2 ซม./ปี

พ.ศ. 2549-2550



- ขนาดการหลุดตัวประมาณ 2-3 เซนติเมตร/ปี
- ขนาดการหลุดตัวประมาณ 0-2 เซนติเมตร/ปี

Background (กรณีการทิ้งขยะเคมีที่ส่งผลต่อน้ำใต้ดิน)



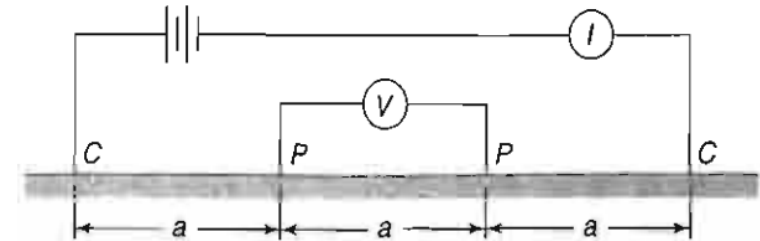
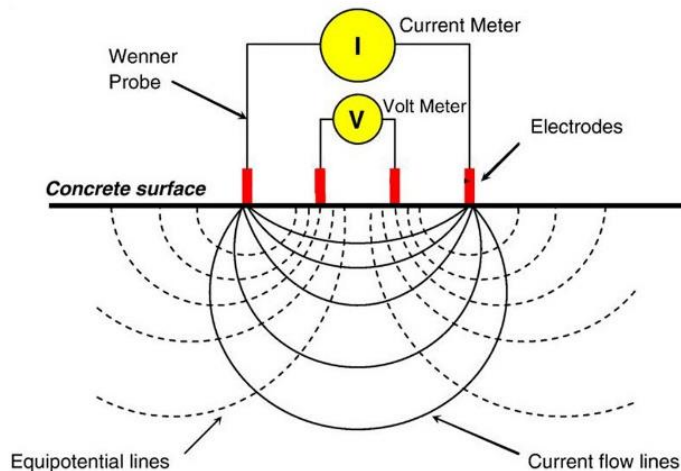
- ❑ Night dumping in Pakchong area, Nakornratchasima Province (2004)
- ❑ Soil removal for the 1 – 2 meter top soil with new soil substituted about 1 m based on contamination level

- ❑ PCD and DGR set monitoring wells and found TCE and Benzene exceeded than standards

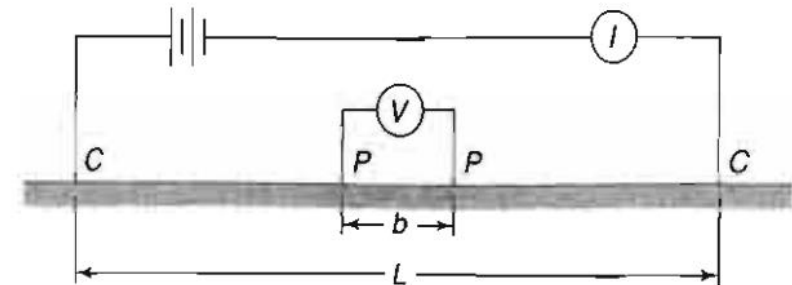


2. Surface Investigation (การสำรวจน้ำใต้ดิน)

Electrode resistivity determination



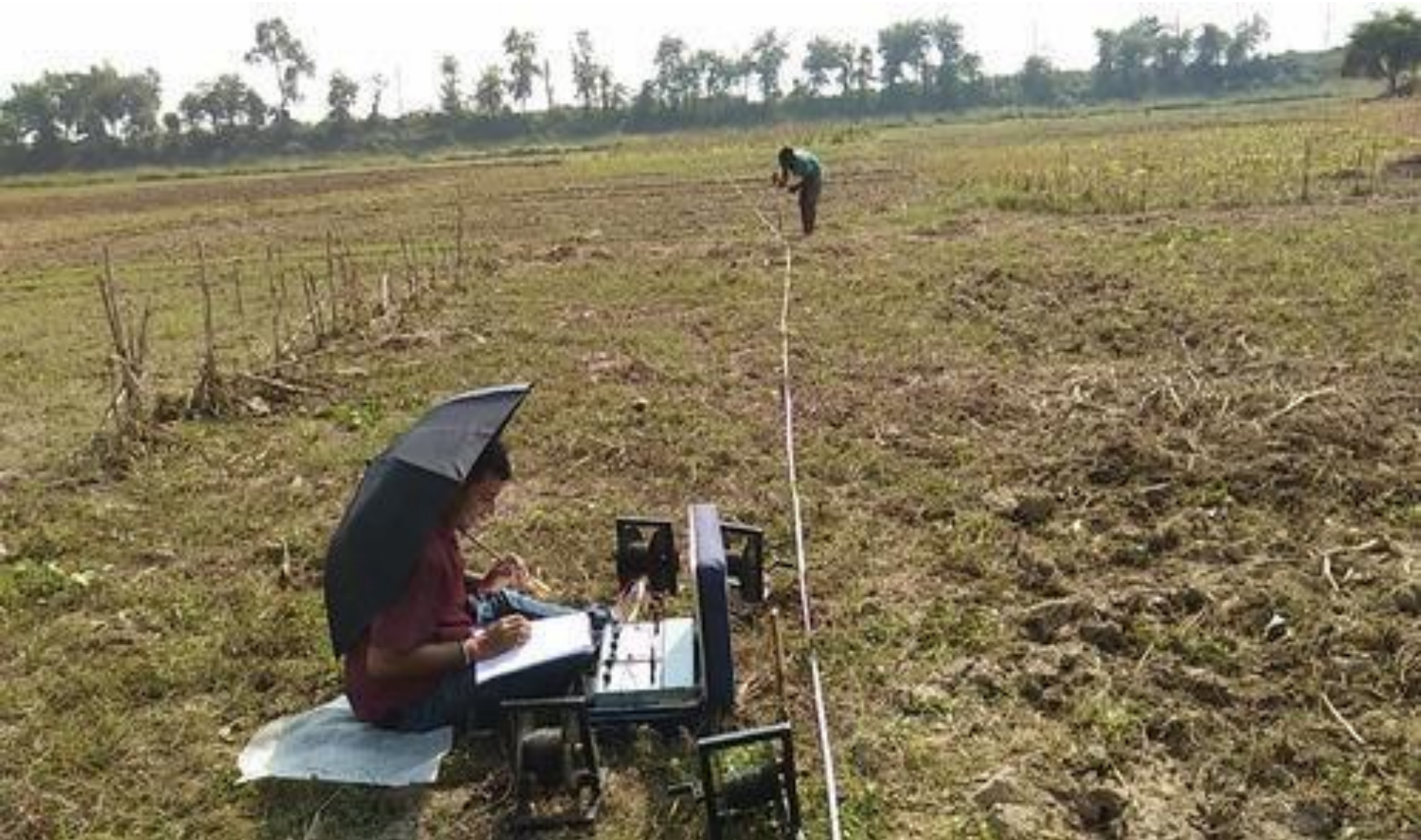
(a). Wenner



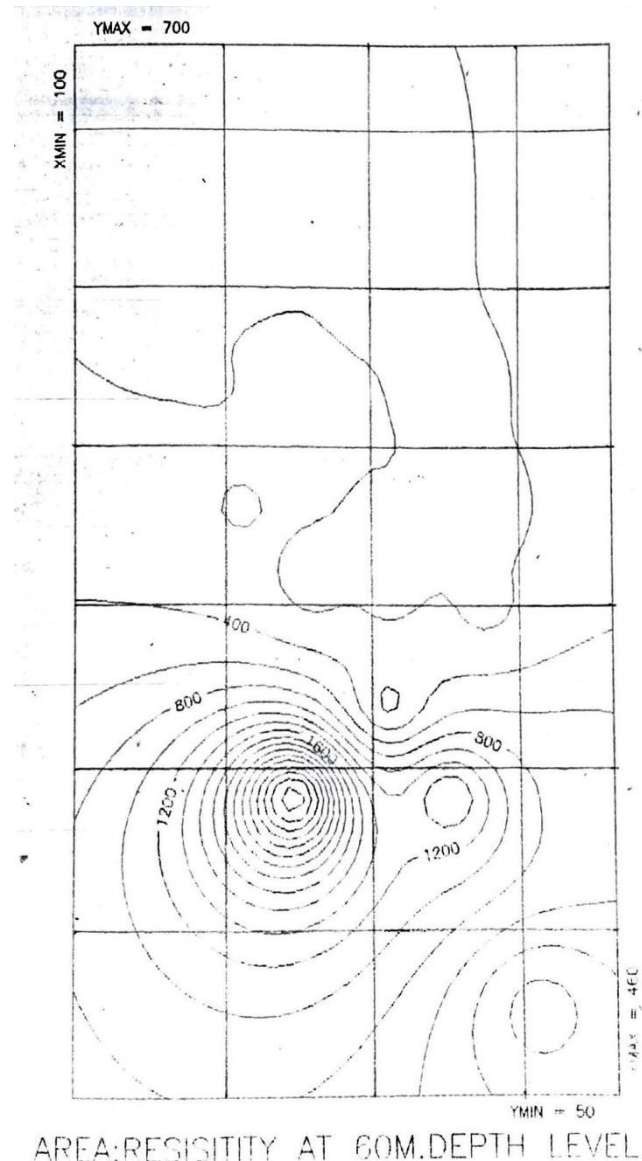
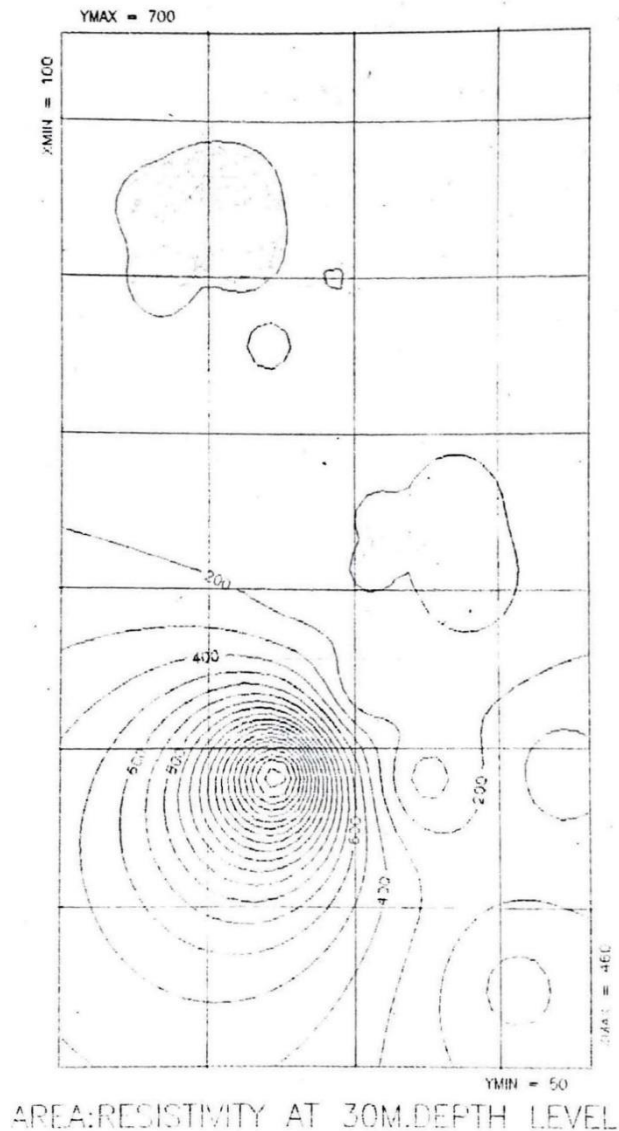
(b). Schlumberger

Since, in the Hot Subdistrict, there is no any borehole information. So, another well nearby the project area is assumed to be the real one.

การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์



2.2 Map from Surface Investigation (ผลการสำรวจ) 9/5/2020

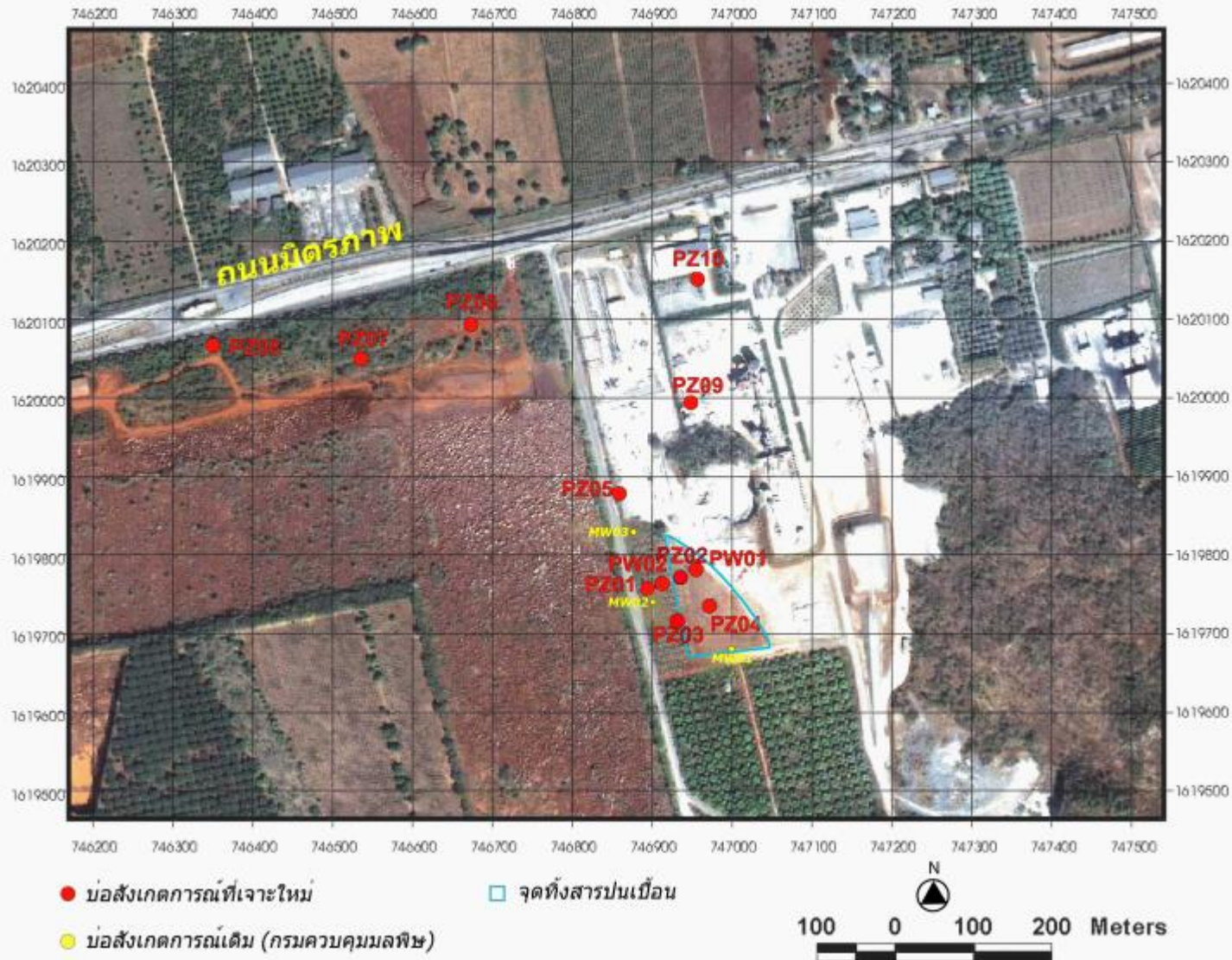


New Bore holes (การเจาะบ่อน้ำบาดาล)

□ geophysical investigation

□ Hydraulic properties (T, K)

□ Water level and quality investigations



Soil Samples (ตัวอย่างดินจากการเจาะสำรวจ)

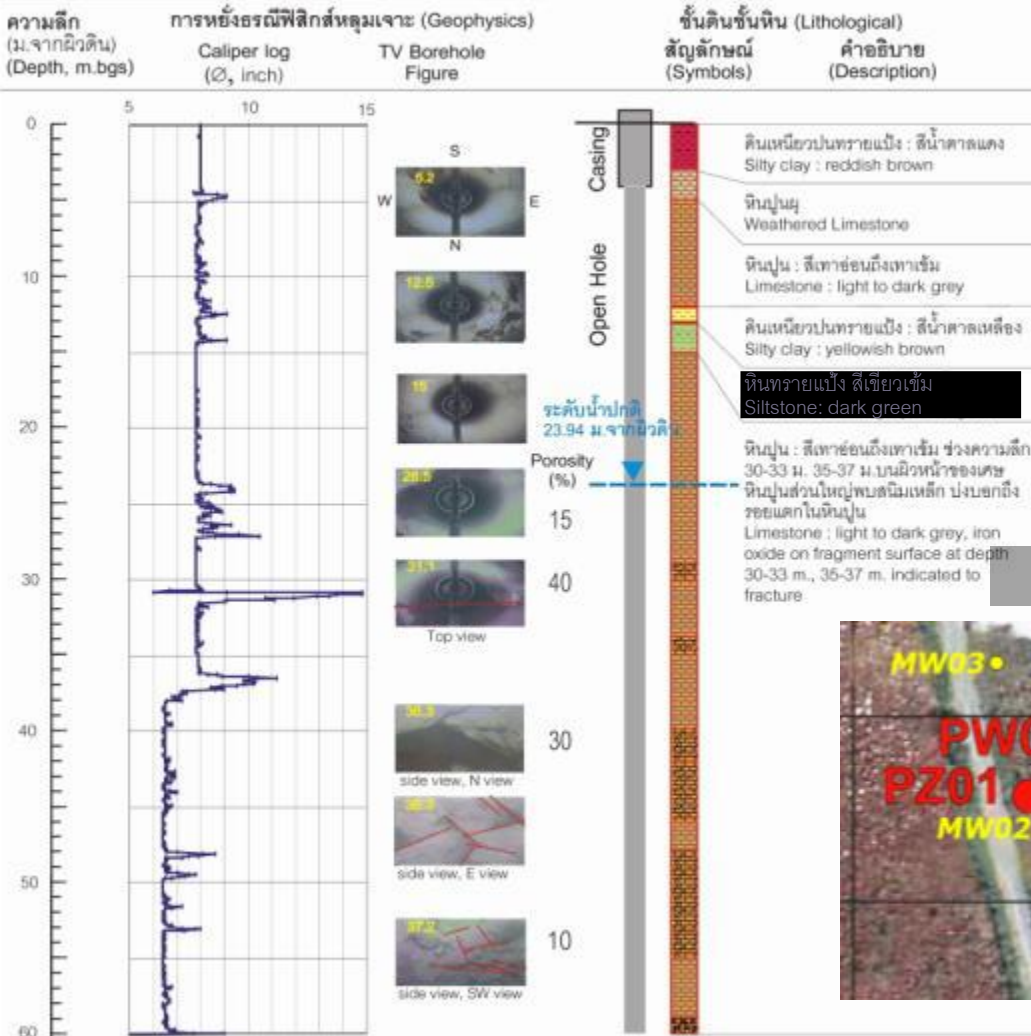


(หน้าตัดสภาพ) Cross sectional geophysical conditions of subsoil layer

PZ01

รายงานการเจาะบ่อสังเกตการณ์ ข้อมูลการธรณีฟิสิกส์ และชั้นดินชั้นหิน

หมายเลขบ่อ PZ01 วันที่เจาะเสร็จ 03/02/2550 ความลึกเจาะ 60 ม. ระดับความสูง 377.774 ม.ทก.
ท่อกันพัง Ø 8" ความลึก 6 ม. ระดับน้ำปกติ 23.94 ม.จากผิวดิน วันที่ตรวจวัด 05/02/2550



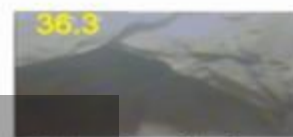
ระดับน้ำปกติ
23.94 ม.จากผิว



Porosity (%)



Top view



side view, N view

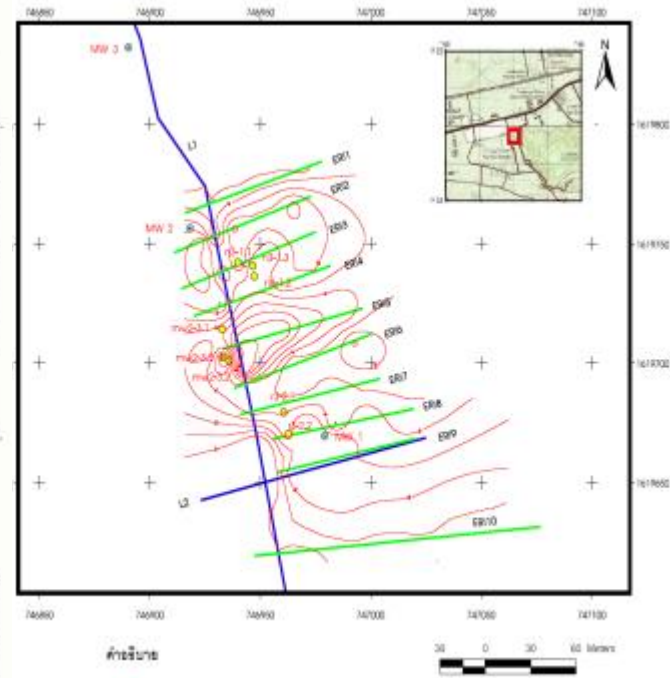
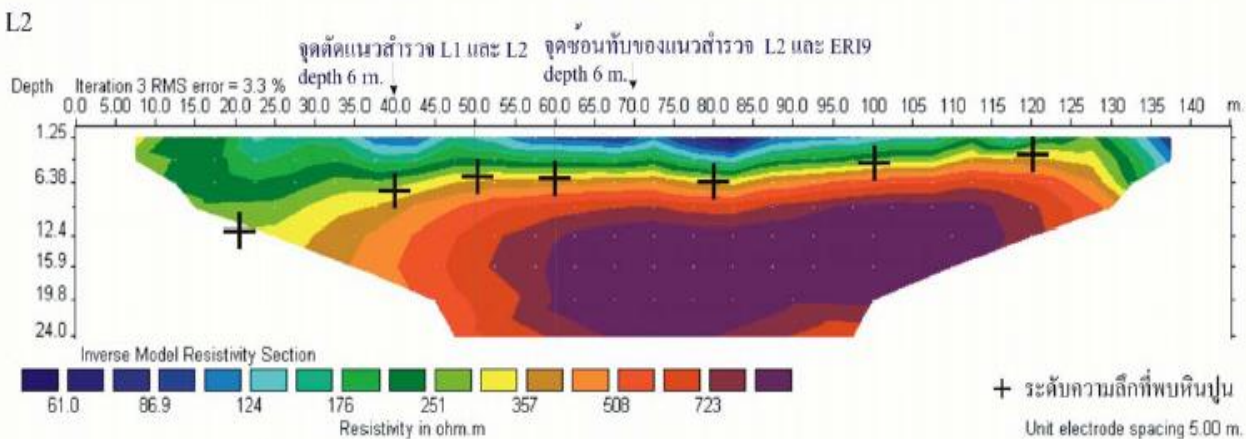
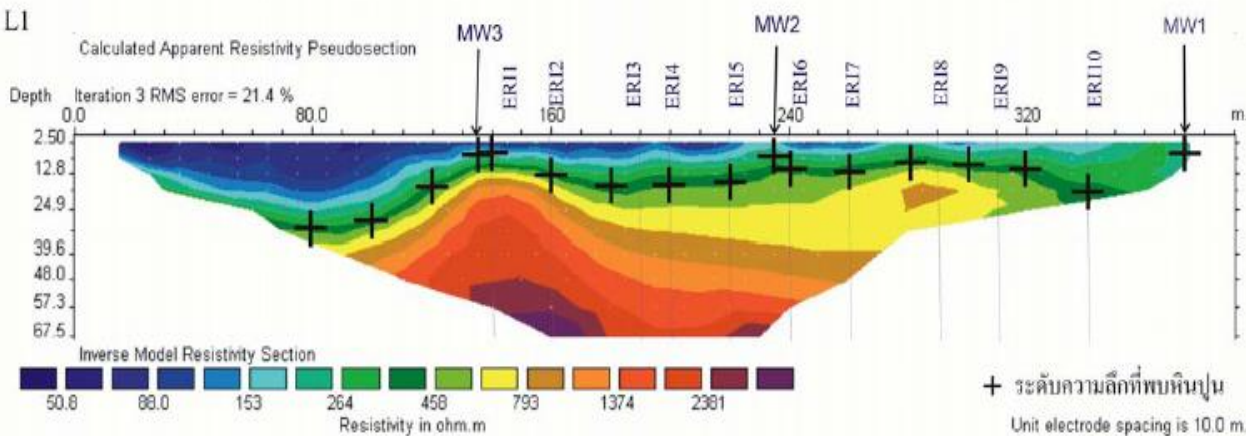


TV log 10 holes

Caliper log 12 holes

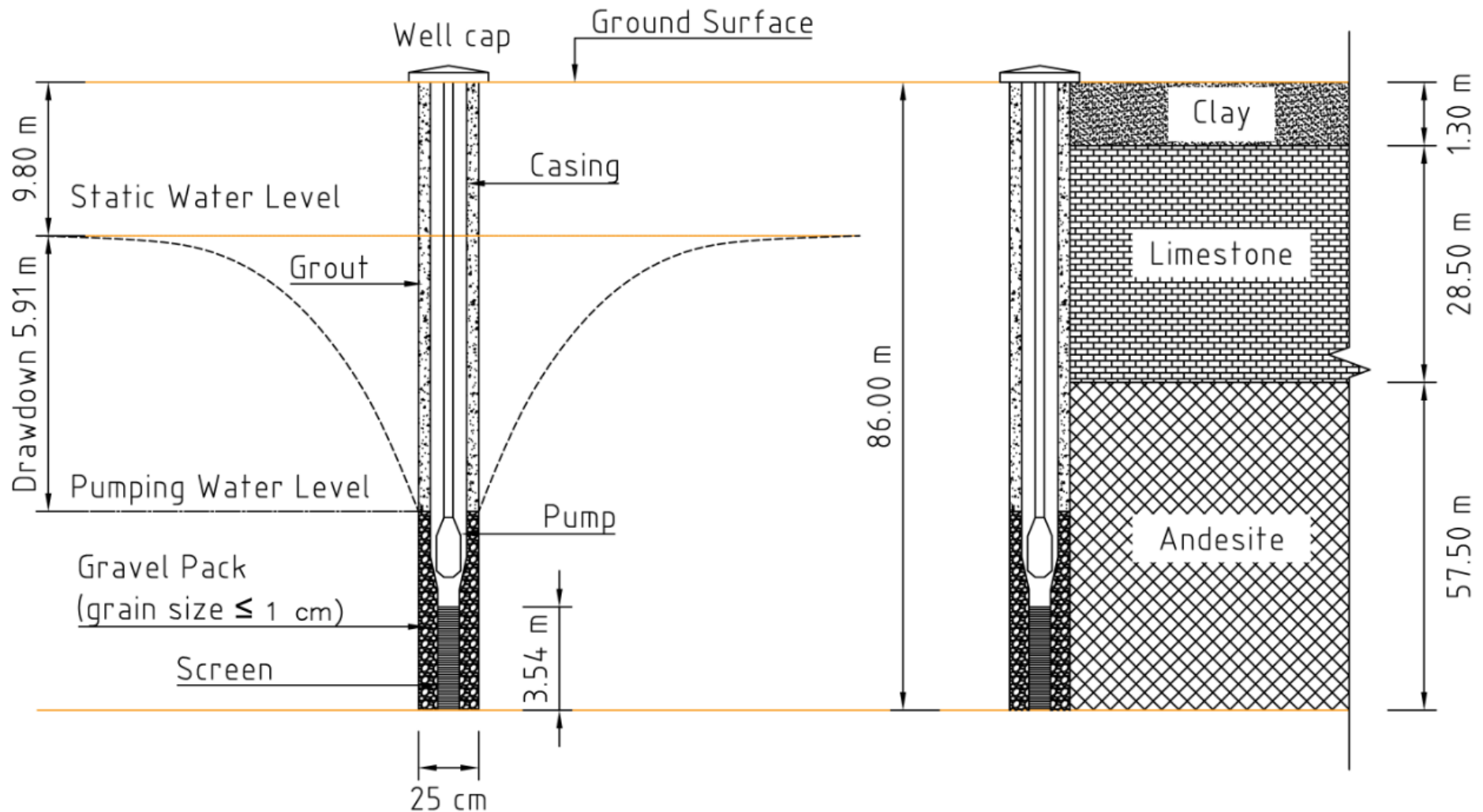


(หน้าตัดการสำรวจธรณีฟิสิกส์) Cross sectional Resistivity of Soil Surface



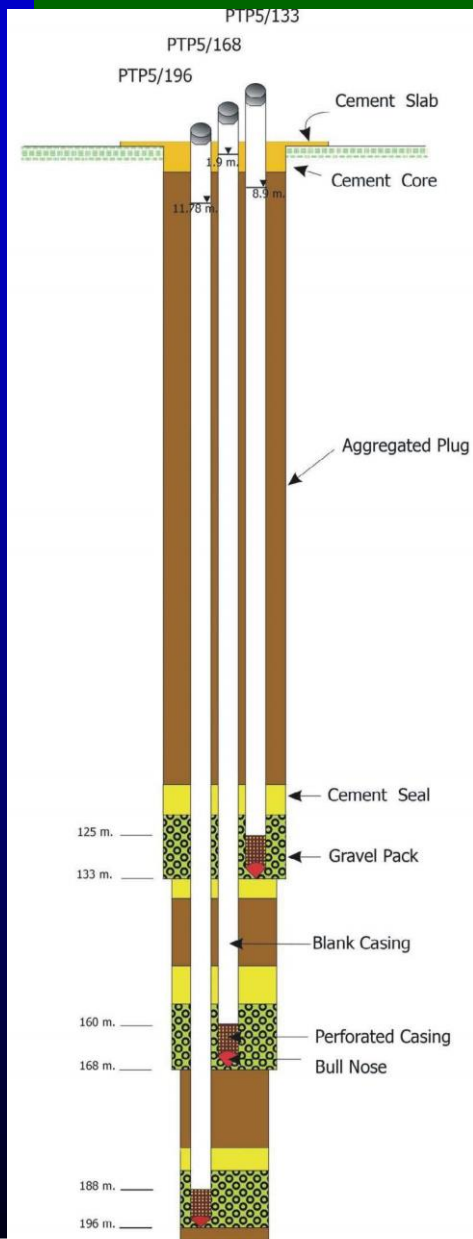
Cross sectional distribution from RES2DDINV program
(Wenner Pole Type)

Typical Drawing of well cross section (หน้าตัดของเครื่องสูบน้ำกับชั้นดิน)





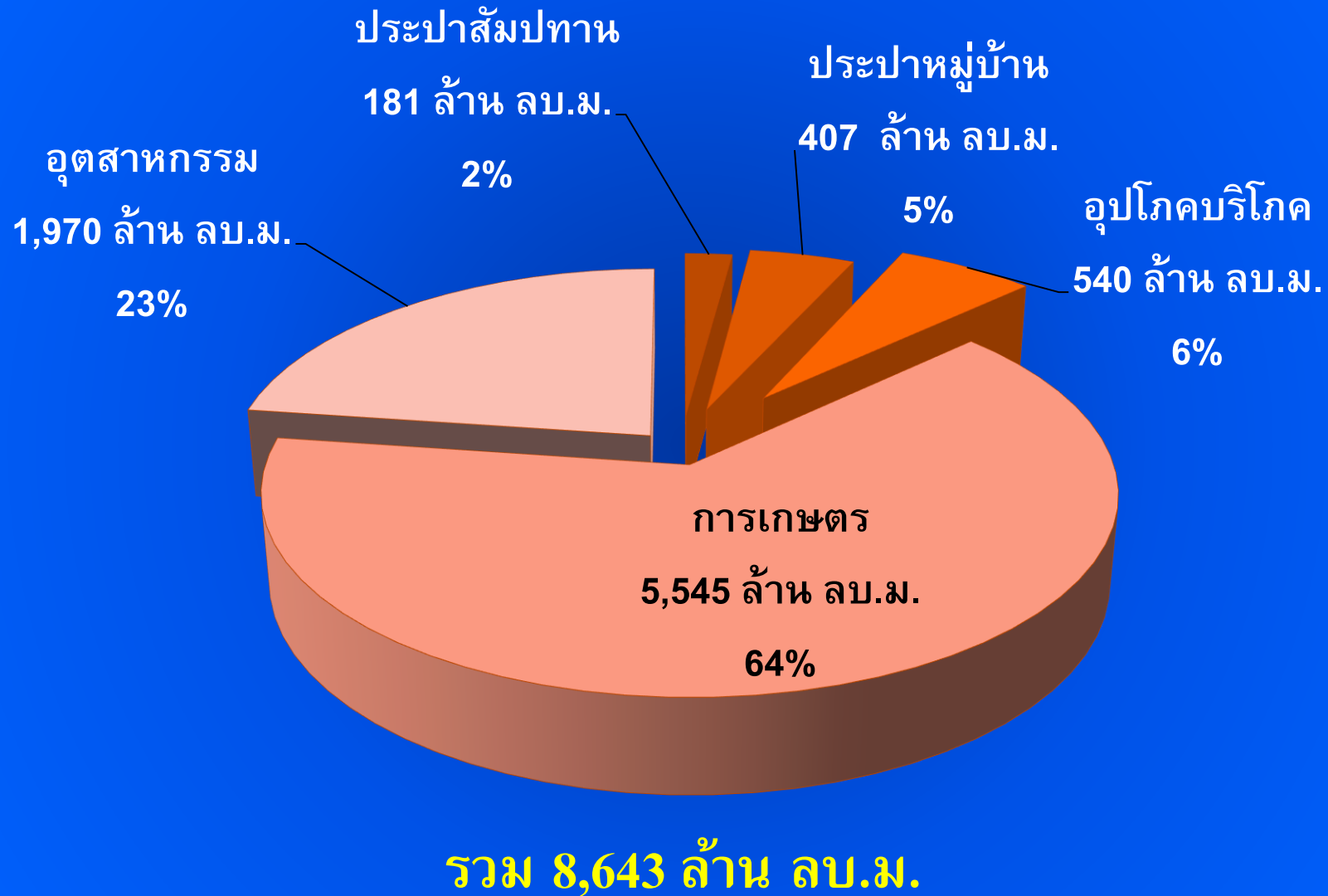
Piezometer



After Srisuk
(1994)

Tha

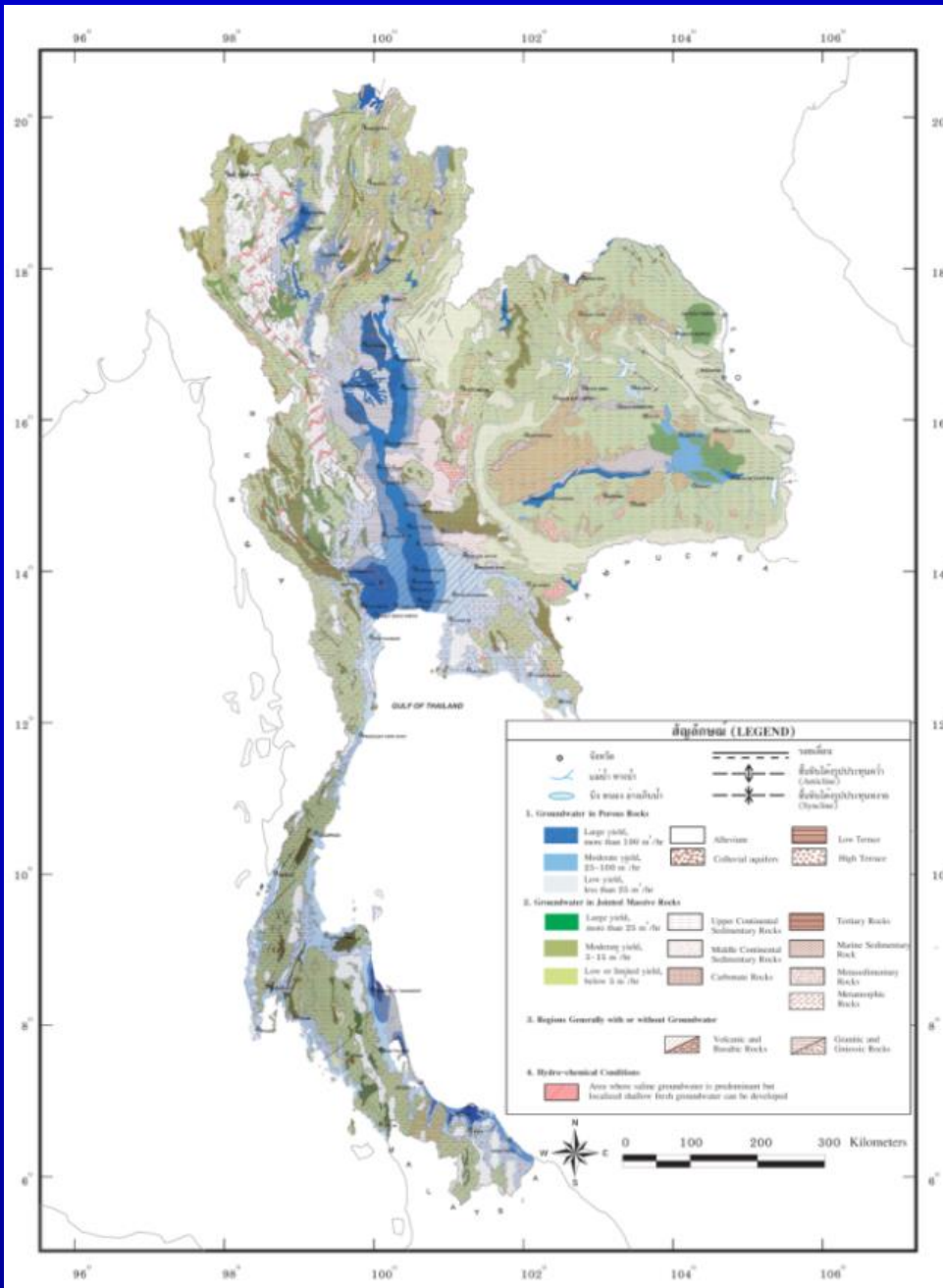
3. ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำบาดาล พ.ศ. 2544 (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2549)



หน่วยหินทาง อุทกธรณีวิทยา

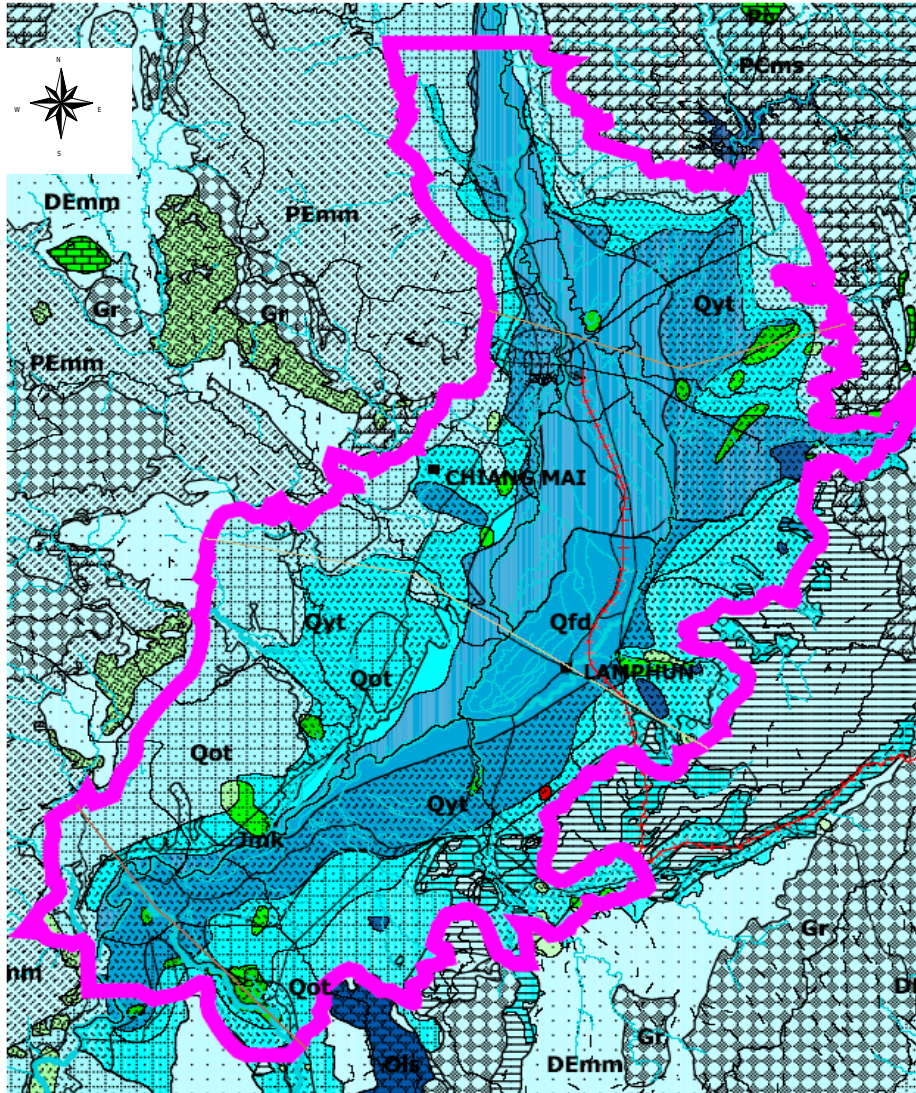
หน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยา
แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

- ❑ กลุ่มหินอุ้มน้ำประเภทหินร่วน
(unconsolidated
aquifers)
- ❑ กลุ่มหินอุ้มน้ำประเภทหินแข็ง
(consolidated aquifers)

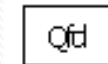


แผนที่อุทกธรณีวิทยาประเทศไทย (ดัดแปลงจาก กรมทรัพยากรธรณี, 2526)

Hydrogeology (แผนที่อุทกธรณีวิทยา)



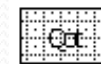
Unconsolidated Aquifers



Alluvial Aquifers:
Sand, silt and gravel ,
interbedded with clay



Low terrace Aquifer:
Silt, clay, sand, and gravel

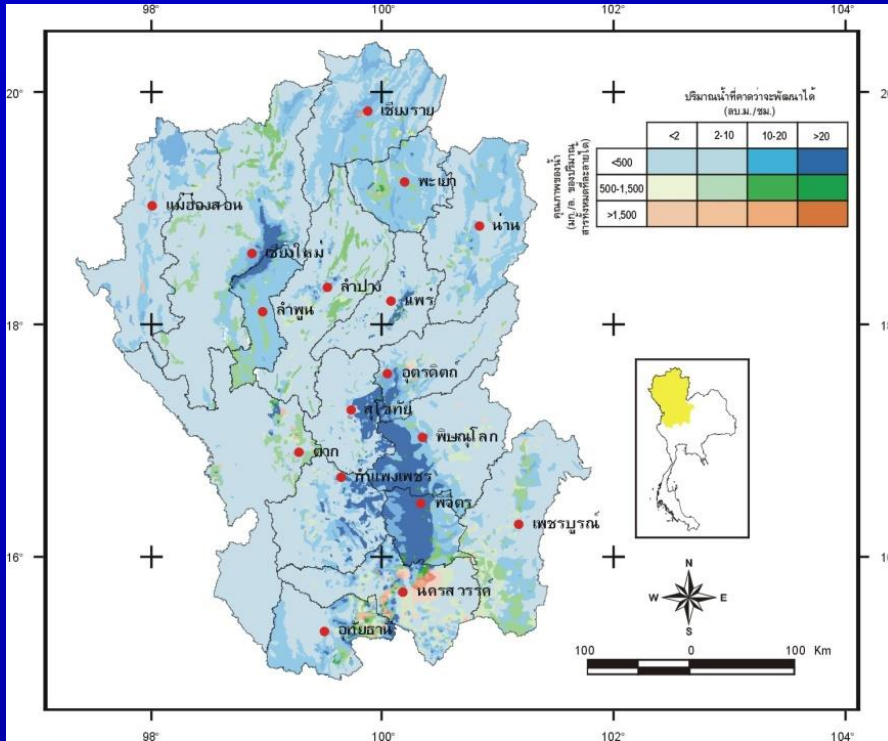


High terrace Aquifer:
Gravel, sand, silt and clay

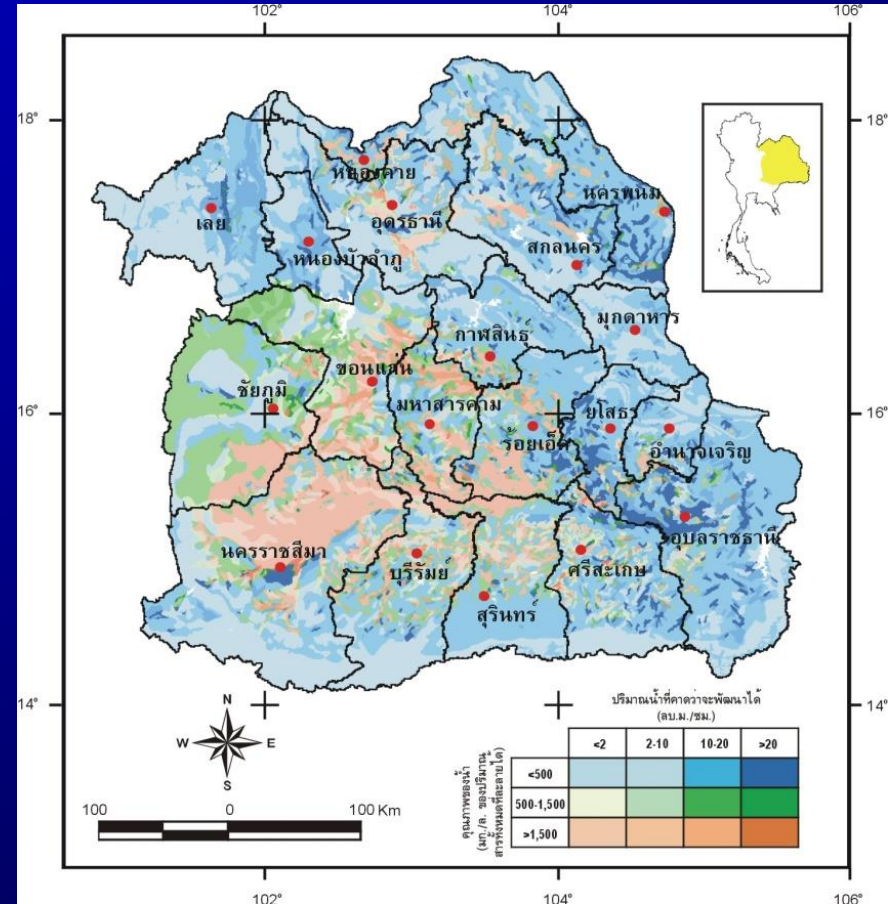
- ❑ All of these aquifers contain a fairly good to good quality of groundwater.
- ❑ High Fluoride content can be found in the south eastern part.



ศักยภาพน้ำบาดาลของประเทศไทย



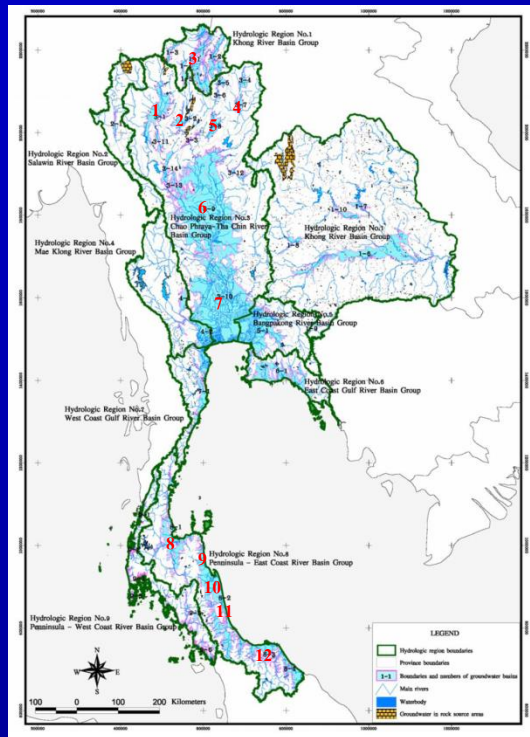
แผนที่ศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลในเชิงปริมาณและคุณภาพในพื้นที่ภาคเหนือ (กรมทรัพยากรธรณี, 2542)



แผนที่ศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลในเชิงปริมาณและคุณภาพในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กรมทรัพยากรธรณี, 2542)

ตัวอย่างการประเมินปริมาณน้ำบาดาล

□ การประเมินปริมาณน้ำบาดาลที่สามารถพัฒนาขึ้นมาใช้ได้ ซึ่งเป็นปริมาณที่ใช้ได้อย่างปลอดภัยของแอ่งน้ำบาดาลตะกอนหินร่วนจำนวน 12 แอ่ง โดยวี รามณรงค์และสมชัย วงศ์สวัสดิ์ (2541) โดยอาศัยแนวคิดการควบคุมระดับน้ำบาดาลให้อยู่ในระดับที่กำหนดไว้ หรือระดับวิกฤตที่ยอมให้ได้ ที่การลดลงของระดับน้ำเท่ากับ 5 เมตร



Map of groundwater basins and hydrologic regions of Thailand (DGR, 2006)

ลำดับ	แอ่งน้ำบาดาล	ภูมิภาค	ปริมาณน้ำที่กักเก็บ	ปริมาณน้ำที่พัฒนาได้ *
			(ล้าน ลบ.ม./ปี)	(ล้าน ลบ.ม./ปี)
1	แอ่งเชิงใหม่-ลำพูน	เหนือ	485	97
2	แอ่งลำปาง		295	59
3	แอ่งเชิงราย-พะเยา		212	42
4	แอ่งแพร่		160	32
5	แอ่งน่าน		200	40
6	แอ่งเจ้าพระยาตอนบน	กลาง	6,400	1,280
7	แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง		6,470	1,294
8	แอ่งสุราษฎร์ธานี-ท่าฉาง	ใต้	320	64
9	แอ่งนครศรีธรรมราช		420	84
10	แอ่งระโนด-สงขลา		400	80
11	แอ่งหาดใหญ่		175	35
12	แอ่งปัตตานี		340	68
รวม			15,877	3,175

หมายเหตุ * ปริมาณน้ำที่พัฒนาได้ในที่นี้ หมายถึง ปริมาณน้ำบาดาลที่ใช้ได้อย่างปลอดภัย (ร้อยละ 20 ของปริมาณน้ำที่กักเก็บ)
ที่มา : ดัดแปลงจาก วี รามณรงค์ □ และสมชัย วงศ์ □ สวัสดิ์ (2541)

4. Policies and Regulations Summary

- 1969: Land subsidence given public attention
- 1978: Enforced Groundwater Act, B.E. 2520 (1977)
- 1983: Cabinet Resolution on “Mitigation of Groundwater Crisis and Land Subsidence in Bangkok Metropolis”; Critical groundwater usage region in Bangkok, Nonthaburi, Pathumthani and Samut Prakan is announced
- 1984: Groundwater use fee of 1.0 Bt/m³ imposed (for 6 provinces)

4. Policies and Regulations Summary

- 1992: Groundwater Act, B.E. 2535 (1992), amending Groundwater Act, B.E. 2520 (1977)
- 1994: Groundwater use fee increased to 3.5 Bt/m³
- 1995: All provinces identified as groundwater-use regions (must pay groundwater use fee)

4. Policies and Regulations Summary

- 1995: Critical groundwater usage region extended (Total of 7 Provinces)
- 1997: Development of Groundwater Charging Scheme
- **2000-2003: Groundwater use fee increased from 3.5 to 8.5 Bt/m³ (50% go to GW Fund)**
- 2003: Groundwater Act, B.E. 2546 (2003), amending Groundwater Act, B.E. 2520 (1977); Cabinet Resolution on “The Problem of Groundwater Use”
- **2004: Groundwater Conservation Fee imposed for private groundwater users in 7 Provinces (100 % go to GW Fund)**

การแบ่งพื้นที่ระดับวิกฤต



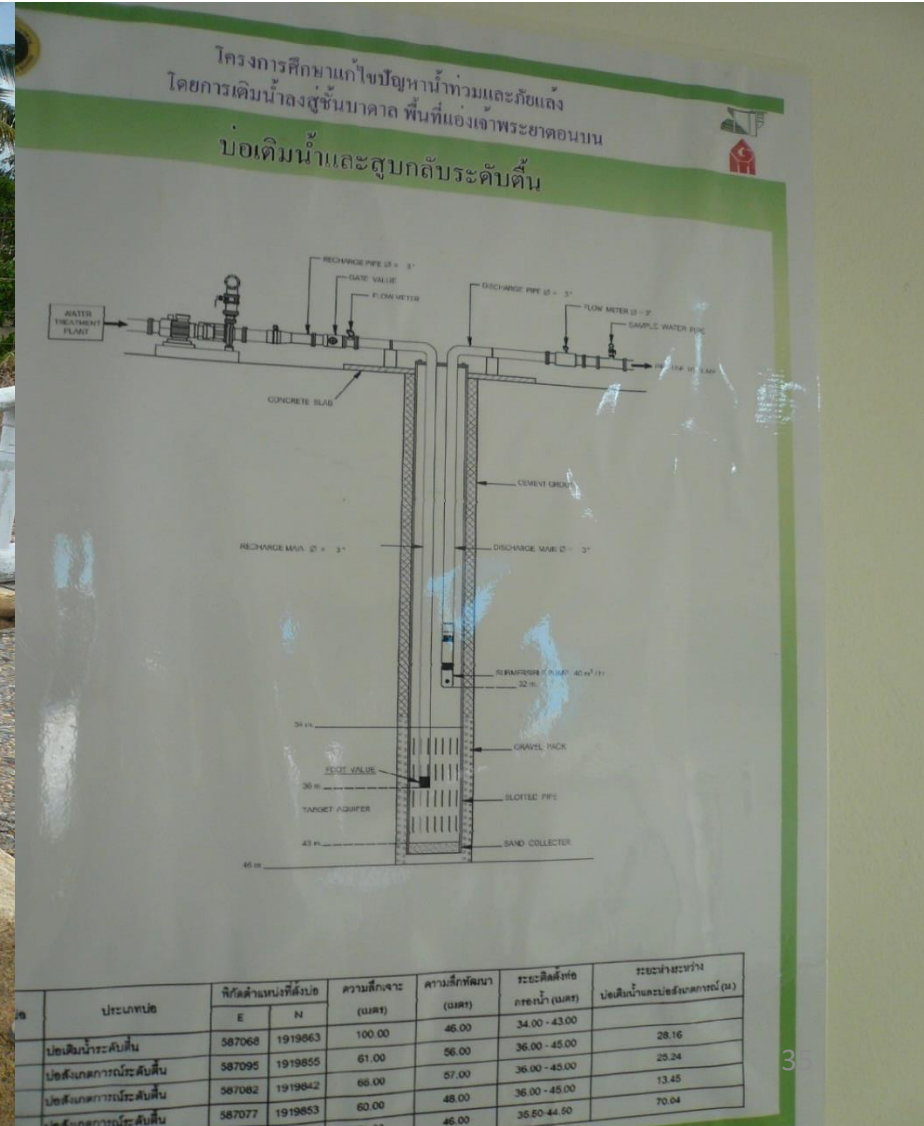
6. การศึกษาการเติมน้ำ



การเติมแบบสระ (ที่สุโขทัย)



การเติมแบบบ่อ



7. แนวทางการปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล

- Step 1
 - การสำรวจชั้นรายละเอียด (detailed site survey)
 - ประเมินแนวทางการฟื้นฟู (remediation assessment)
- Step 2
 - ดำเนินการฟื้นฟูขั้นนำร่อง (pilot remediation)
 - ดำเนินการฟื้นฟูเต็มรูปแบบ (full scheme restoration)
- Step 3
 - เฝ้าระวังและติดตาม (monitoring)
 - ปรับปรุงแผนฟื้นฟู (corrective remediation)

แผนการฟื้นฟูในระยะเวลา 10 ปี
(regular track) ตามแนวทางเลือกที่ 3

- Soil Vapor Extraction
- Pump & Treat
- Ground surface treatment unit
- Natural Attenuation
- Containment; concrete wall , grouting etc



7. การแก้ไขคุณภาพน้ำบาดาล (โดยใช้ต้นสบู่ดำ)



8. การแก้ไขน้ำเค็มและแผ่นดินทรุด

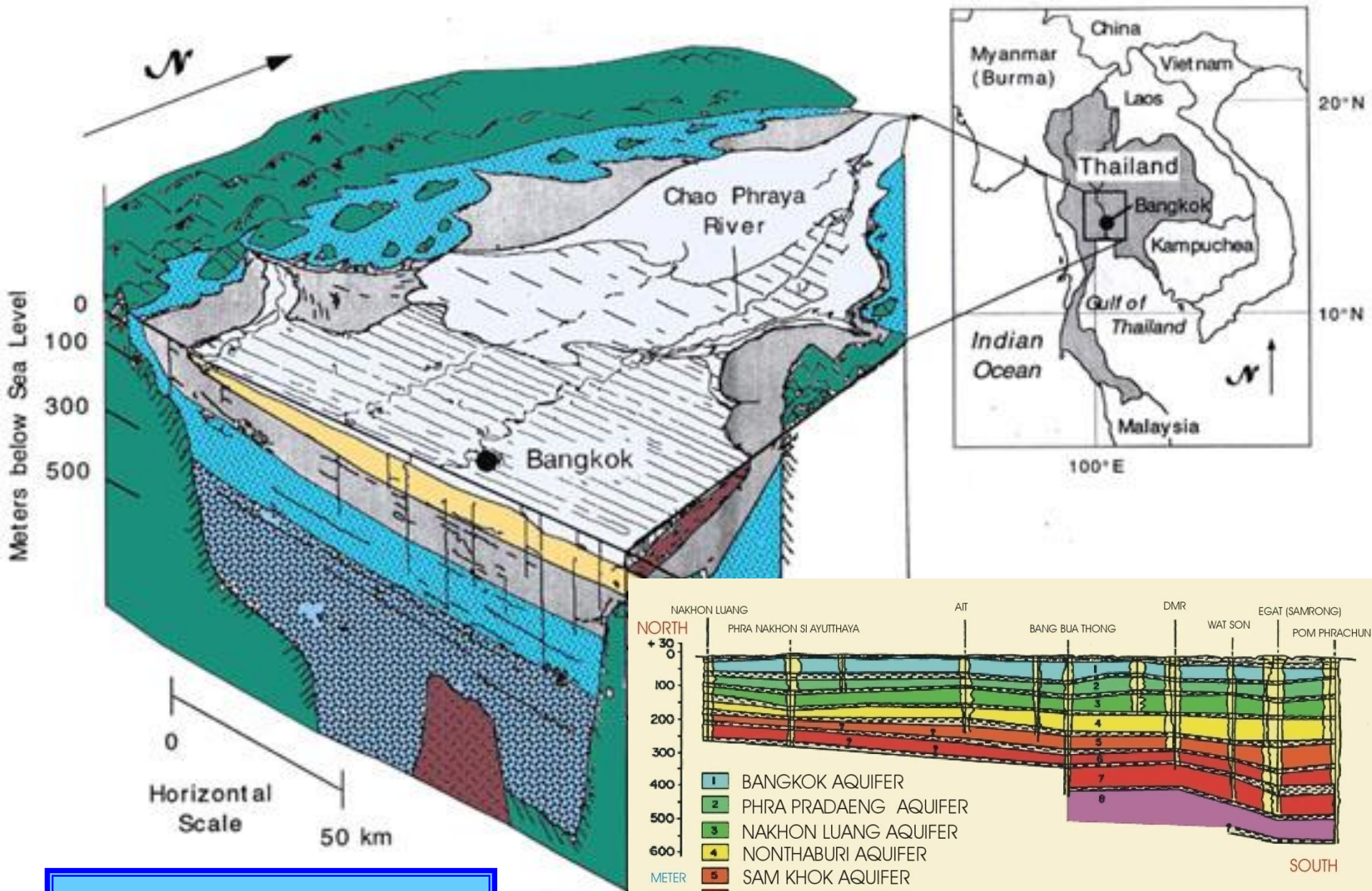


พื้นที่ศึกษา

แอ่งน้ำบาดาล
กรุงเทพและปริมณฑล

ประกอบด้วย 7 จังหวัดในพื้นที่
วิกฤตการณ์น้ำบาดาล ได้แก่

1. กรุงเทพมหานคร
2. พระนครศรีอยุธยา
3. ปทุมธานี
4. นครปฐม
5. สมุทรสาคร
6. นนทบุรี
7. สมุทรปราการ

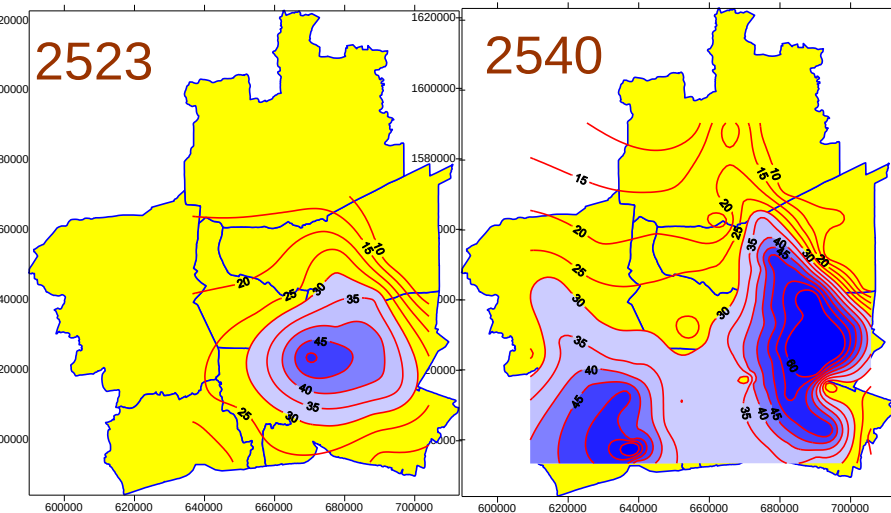


Hydrogeology

Groundwater Level

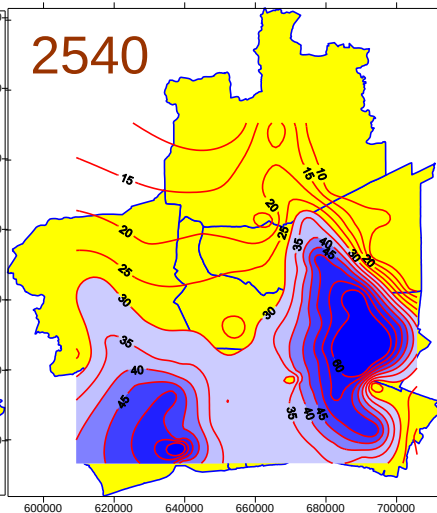
Period 1

1980



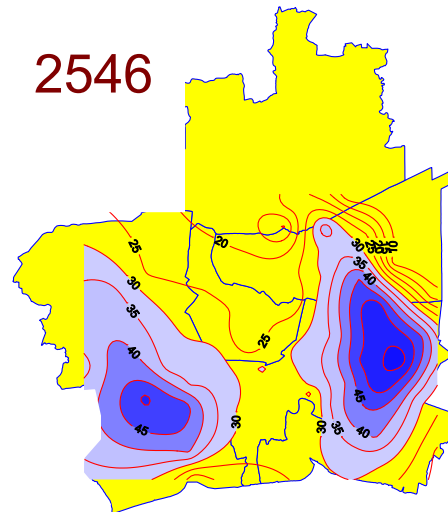
Period 2

1997



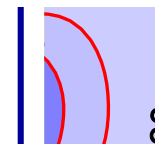
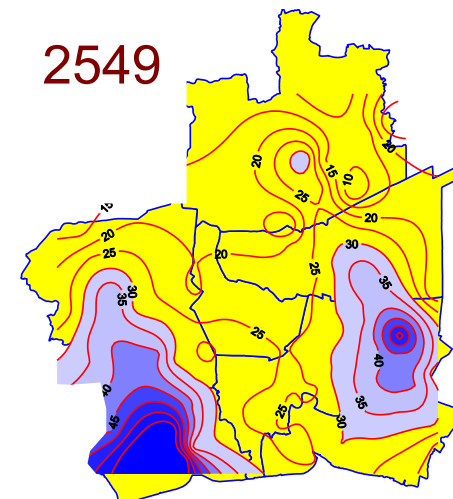
Period 3

2003



Period 4

2006

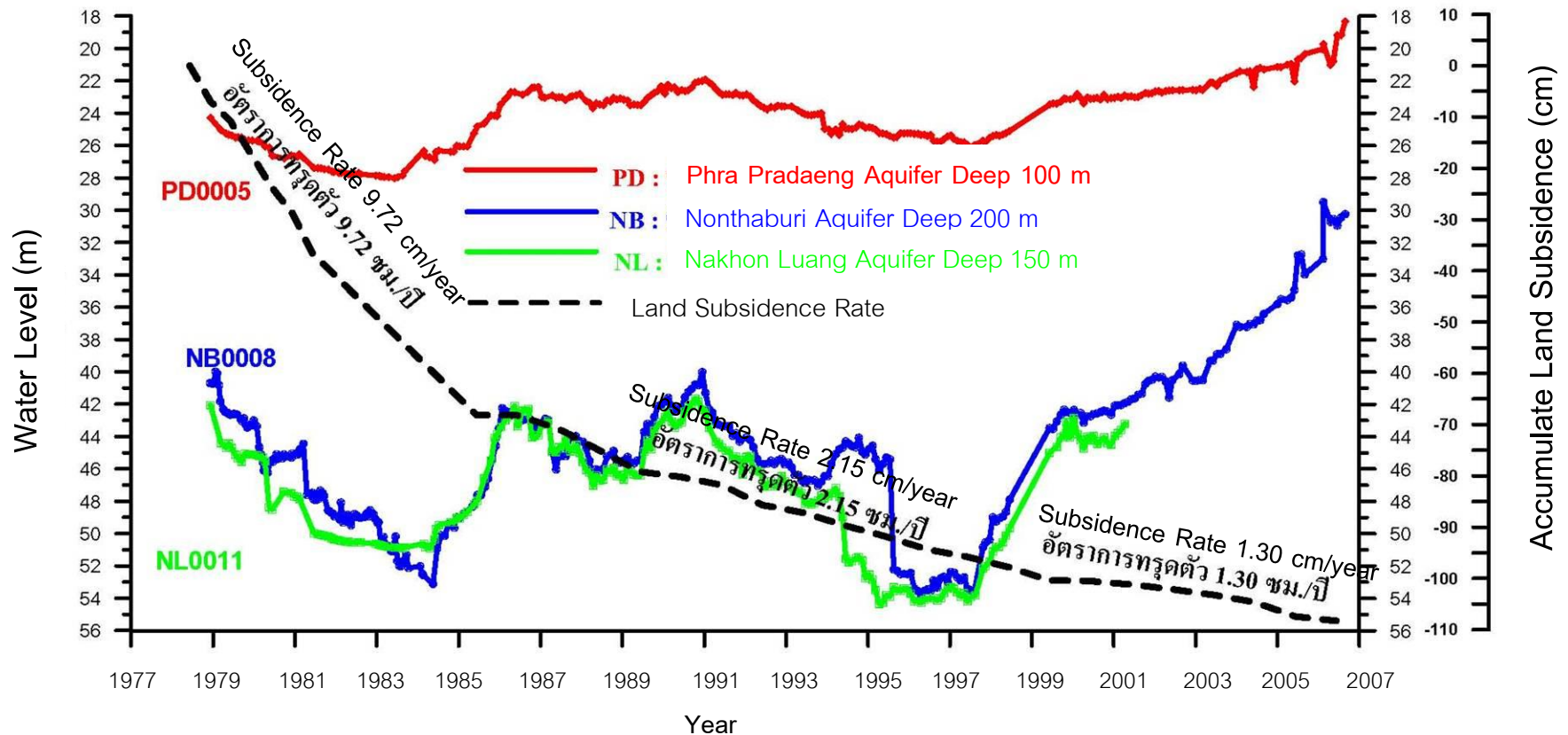


GW level is

lower than 30 m.MSL

NL aquifer

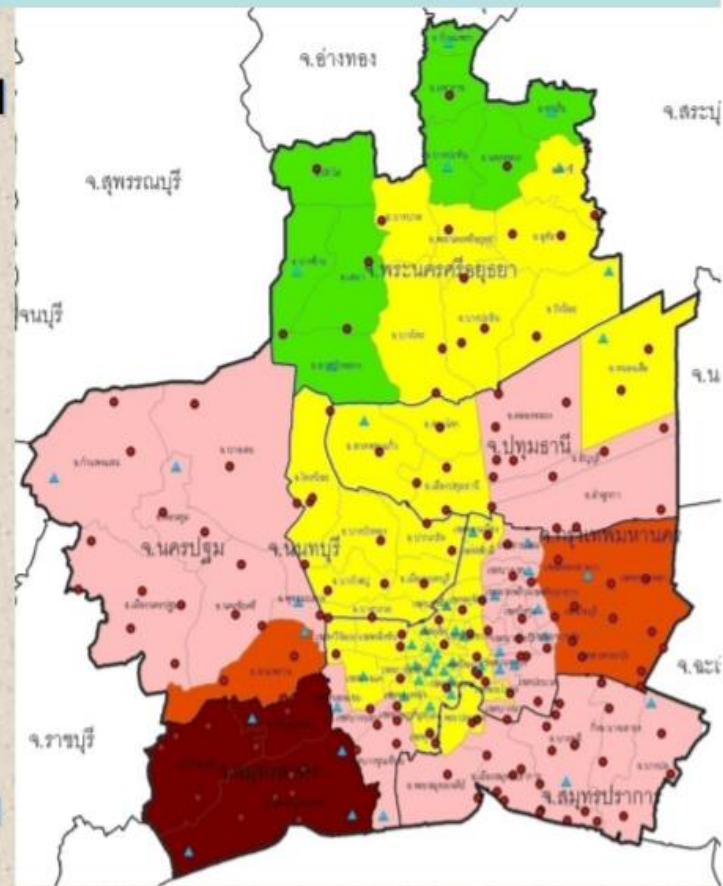
Land subsidence situation in Bangkok metropolitan area and its vicinity (Ramkhamhang University)



Source : Land subsidence situation in Bangkok metropolitan area and its vicinity , Bureau of Groundwater Conservation and Restoration (2006)

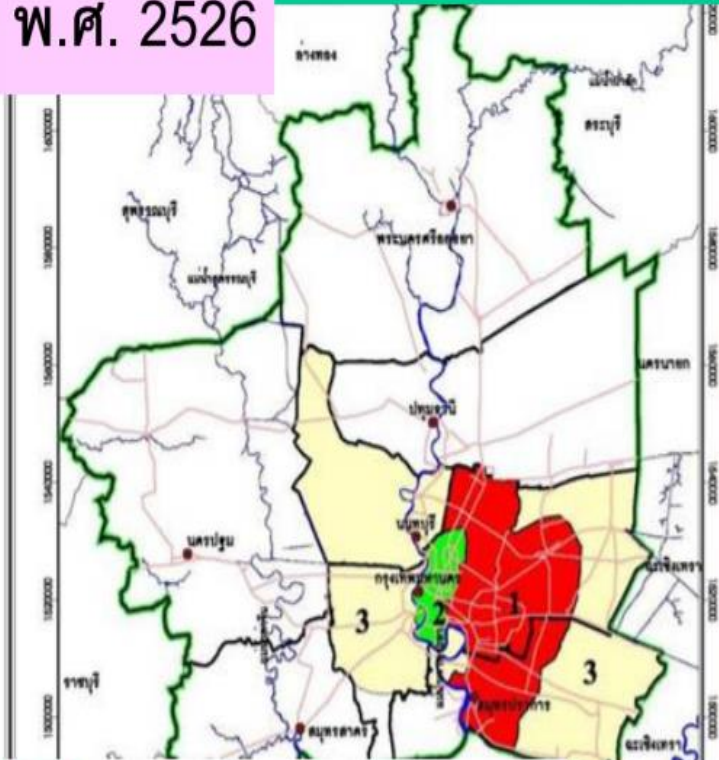
การจำลองสภาพน้ำบาดาลเพื่อหา safe yield

- หา Safe yield ของแอ่งน้ำบาดาลกรุงเทพฯ และปริมณฑล ด้วยข้อกำหนดระดับน้ำควบคุม 30 เมตรจากผิวดิน
 - ของแอ่งน้ำบาดาล
 - ของแต่ละเขตพื้นที่ (ระดับวิกฤต)
- การหา yield :
อัตราการสูบที่ทำให้ผลกระทบต่อระดับน้ำบาดาลอยู่ในระดับน้ำควบคุม



การประกาศเขตวิกฤตที่ผ่านมา

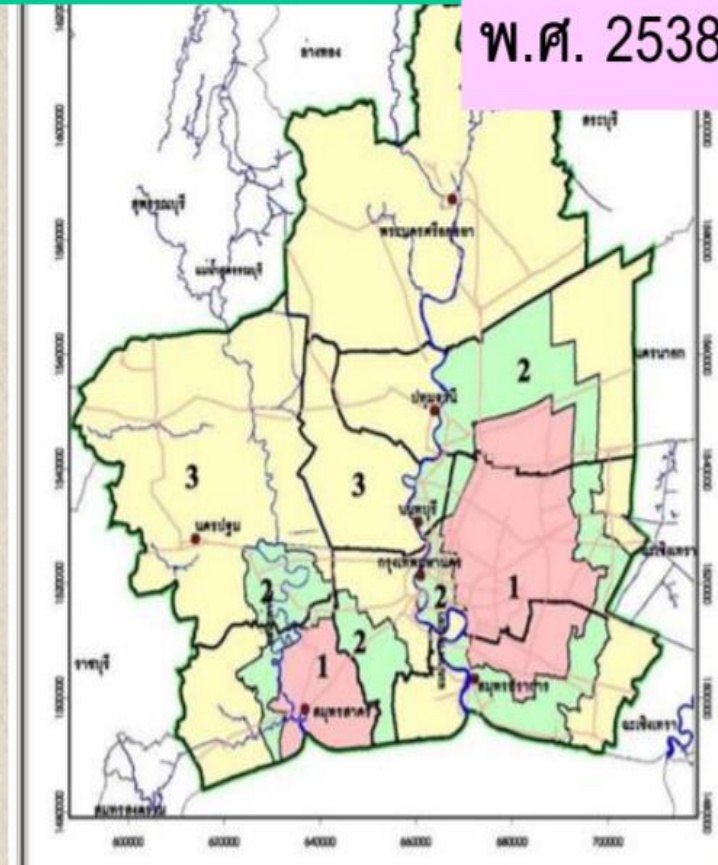
พ.ศ. 2526



- เขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาลอันดับ 1 (>10 ซม./ปี) หรือระดับน้ำบาดาลลดลงอย่างรวดเร็ว
- เขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาลอันดับ 2 (5-10 ซม./ปี) หรือระดับน้ำบาดาลลดลงมาก
- เขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาลอันดับ 3 (<5 ซม./ปี) หรือระดับน้ำบาดาลลดลงไม่มาก
- นอกเขตวิกฤตน้ำบาดาล

(ที่มา: สำนักอนุรักษ์ฯ, 2550)

พ.ศ. 2538

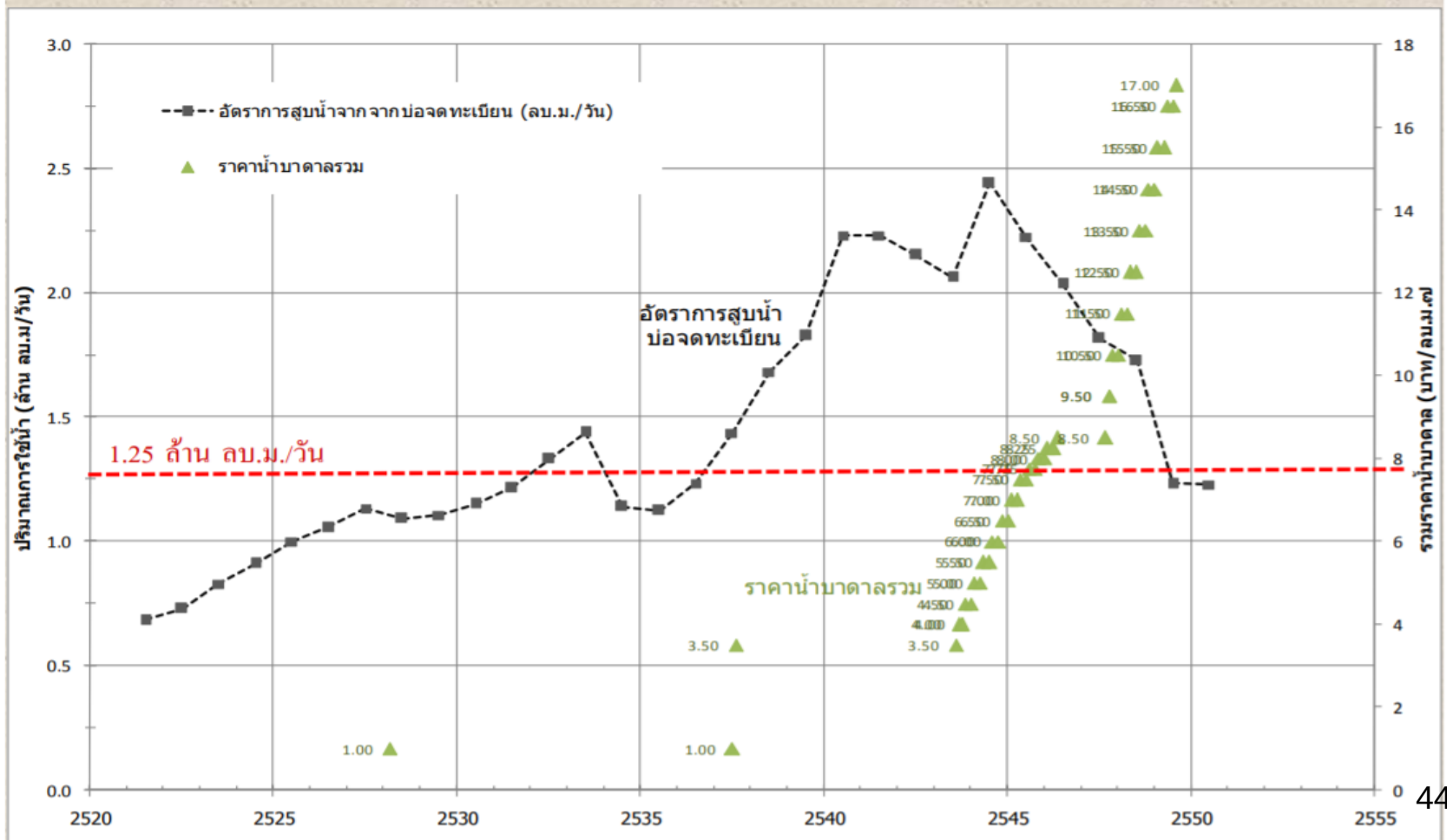


- เขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาลอันดับ 1 (>3 ซม./ปี) และระดับน้ำบาดาลลดลงมากกว่า 3 ม. ปี
- เขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาลอันดับ 2 (1-3 ซม./ปี) และระดับน้ำลดลงระหว่าง 2-3 ม. ปี
- เขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาลอันดับ 3 (<1 ซม./ปี) และระดับน้ำบาดาลลดลงน้อยกว่า 2 ม. ปี

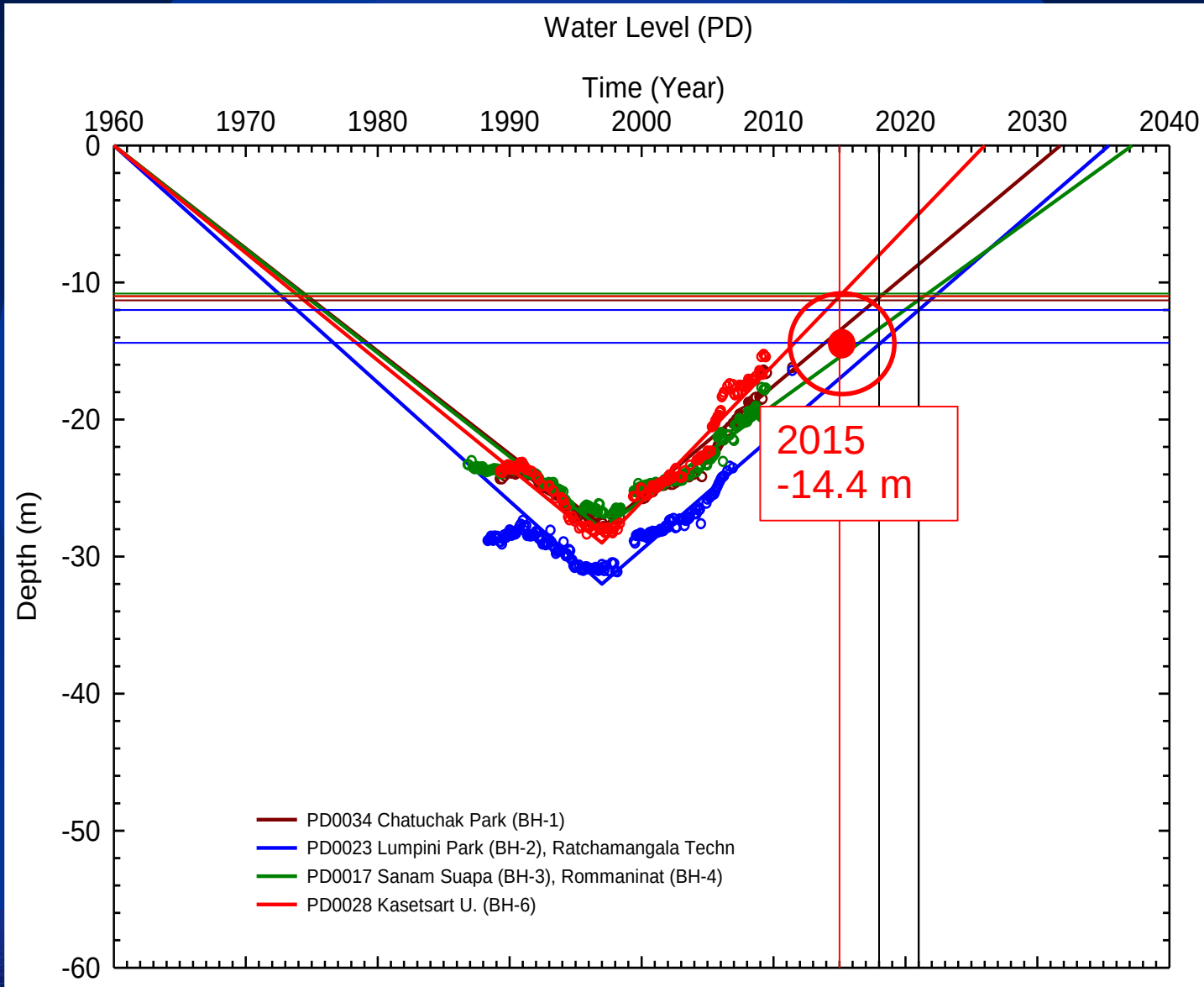
พ.ศ. 2546 ประกาศเขตวิกฤตน้ำบาดาลทั้ง 7 จังหวัด

การประเมินผลการคิดค่าน้ำบาดาล

ราคาน้ำบาดาลและอัตราการสูบน้ำบาดาลในอดีต



Recovery of Groundwater Level



Today

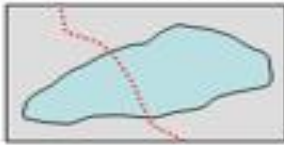
- Over 4,000 licenses around 3,000 owners
- Abstracting about 300,000 m³/d
- 58 % of licensed by industrial (textile and food & beverage industries),
- Many of the largest industrial water-users have moved out of Greater Bangkok
- Conflict in some district where PWA supply with high charge (Bht 21/m³ or US\$ 0.6/m³)
- In 2011, because of the land subsidence improvement, the conservation fee was dropped for 50%

9. ประเด็นในอนาคต

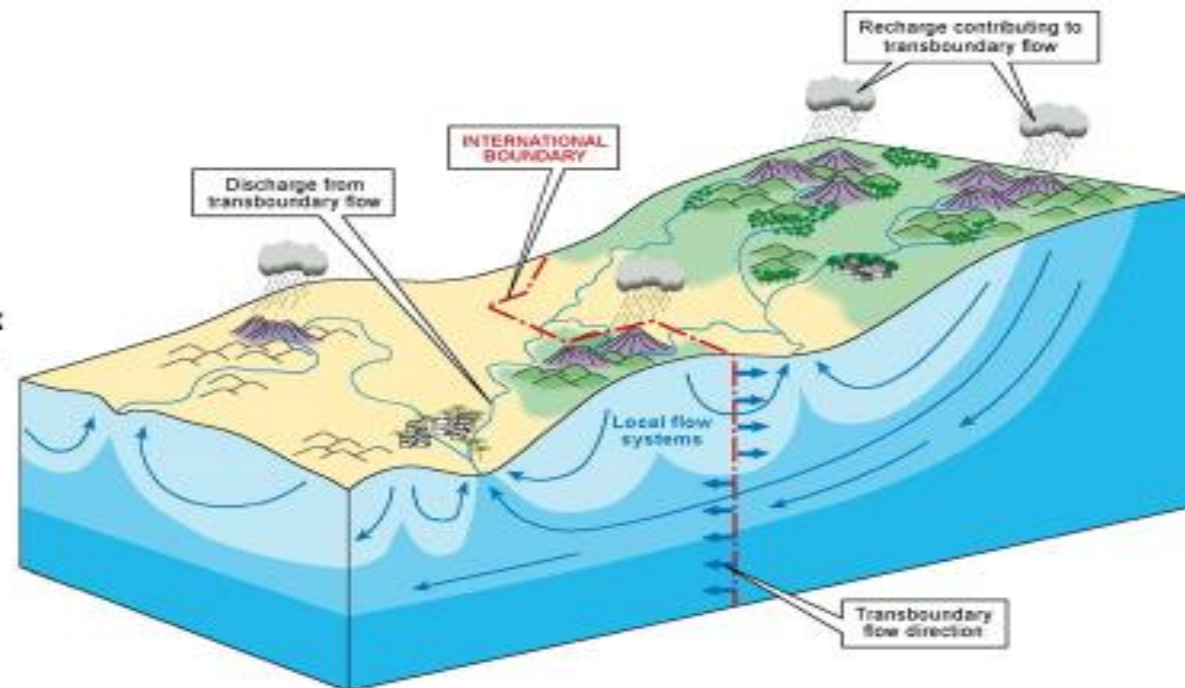
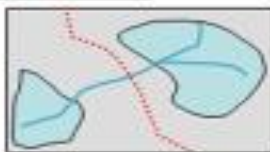
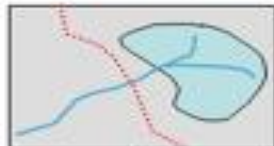
Internationally shared groundwater

Transboundary aquifer means an aquifer, which parts are situated in different states

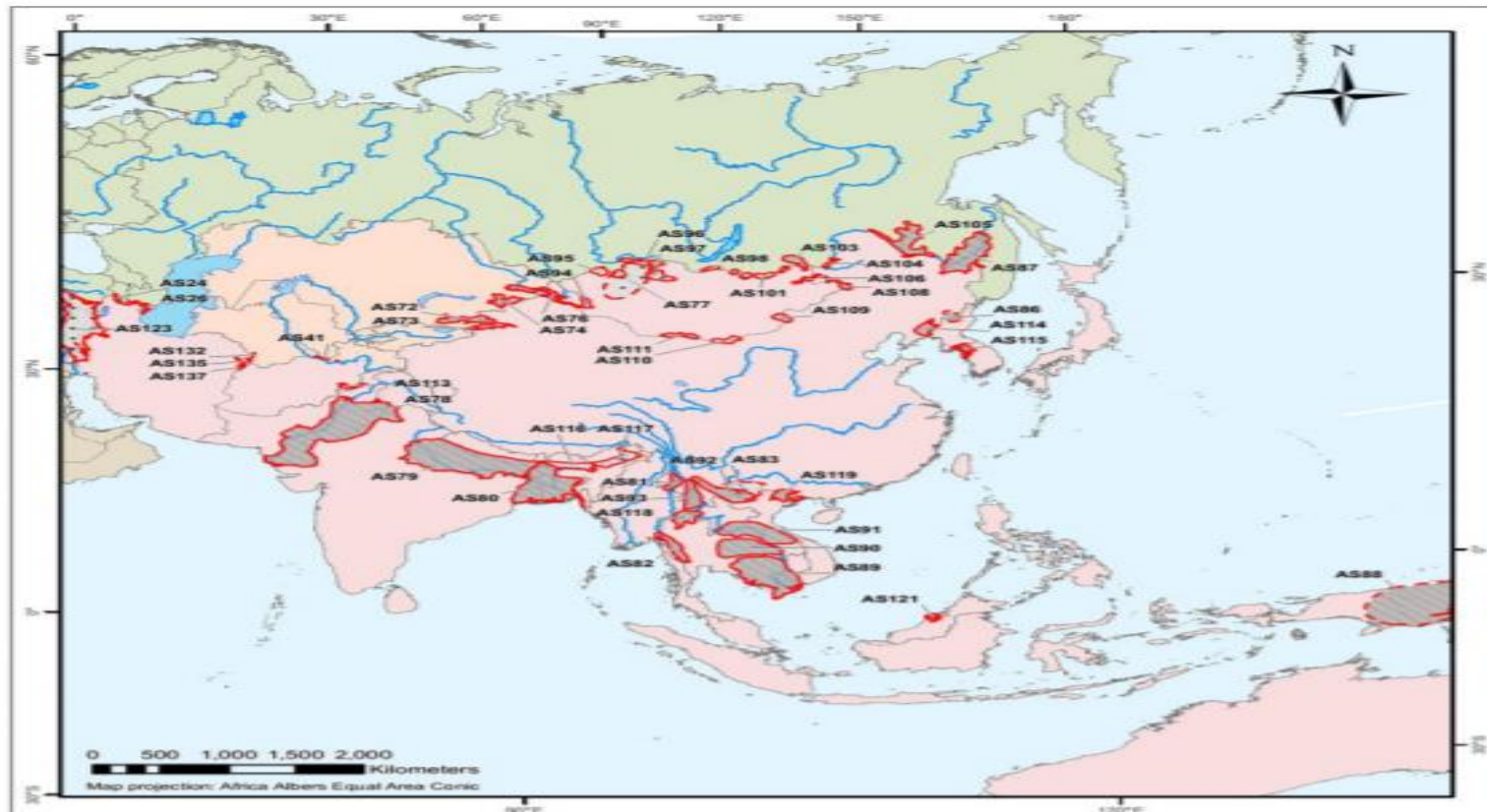
Transboundary aquifer:



Domestic aquifers with complex transboundary GW-SW system:



พื้นที่น้ำบาดาลข้ามดินแดนในเอเชีย



Overview of TWAP TBAs in South-Eastern Asia & Pacific

Legend

- TWAP TBA
- non TWAP TBA
- confirmed boundary
- approximate boundary
- rivers
- lakes
- country borders
- world grid

Regions TWAP TBA

- Americas
- Europe
- North Africa & Western Asia
- Africa (Central-Western Africa)
- Africa (Southern-Eastern Africa)
- Asia (Central Asia)
- Asia (South-Eastern Asia & Pacific)

* Aquifer number taken from IGRAC's TBAs of the World Map - Updated 2012

TWAP Regions

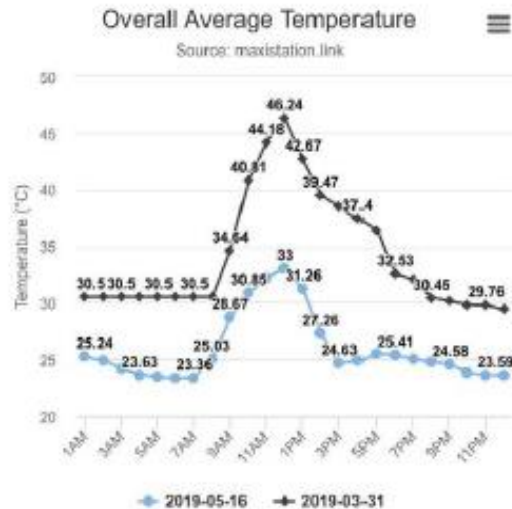


ผลิตภาพและนวัตกรรม

ดร. วิโรจน์ สันติประภาพร ผู้ว่าการธนาคารแห่งประเทศไทย ได้กล่าวในงานสัมมนาวิชาการธนาคารแห่งประเทศไทยประจำปี 2560 เรื่อง “เศรษฐกิจ คิดใหม่” โดยสามารถสรุปประเด็นได้ดังนี้

“ระบบเศรษฐกิจการเงินไทยได้มีวิวัฒนาการก้าวหน้าในหลายมิติ โดยพัฒนาการทั้งหมดนี้สะท้อนอยู่ในระดับรายได้ต่อหัวที่แท้จริงของคนไทยที่เพิ่มขึ้นเกือบ 15 เท่า จากเมื่อ 75 ปีก่อน คำถามที่สำคัญคือ **การขยายตัวของเศรษฐกิจอย่างก้าวกระโดดนี้เกิดขึ้นได้อย่างไร ปัจจัยที่สำคัญที่สุดคือ ผลิตภาพ** เพราะผลิตภาพสะท้อนถึงความสามารถในการจัดการและพัฒนาระบบเศรษฐกิจให้สามารถก้าวข้ามข้อจำกัดทางทรัพยากรในด้านต่างๆ ได้ (เช่น กรณีศึกษาของ **ประเทศเนเธอร์แลนด์** ซึ่งเป็นผู้ส่งออกมะเขือเทศรายใหญ่ที่สุดของยุโรป มะเขือเทศต้องการแสงแดดมาก เนเธอร์แลนด์มีสภาพอากาศที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการปลูกเพราะหนาวและไม่ค่อยมีแดด แต่เนเธอร์แลนด์กลับสามารถปลูกมะเขือเทศได้ถึงปีละ 70 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ด้วยการพัฒนาเทคโนโลยีการปลูกพืชในห้องควบคุมอุณหภูมิแบบเรือนกระจก) ในขณะที่ **กรีซ** ซึ่งมีอากาศอบอุ่นและแดดดีสามารถผลิตได้เพียงปีละ 7 กิโลกรัมต่อตารางเมตรด้วยวิธีการเกษตรแบบดั้งเดิม ยิ่งไปกว่านั้นในช่วงฤดูร้อน กรีซกลับต้องนำเข้ามะเขือเทศจากเนเธอร์แลนด์ เนื่องจากไม่สามารถสร้างผลผลิตได้เพียงพอในช่วงที่อุณหภูมิสูงมาก พัฒนาการนี้เป็นตัวอย่างของความแตกต่างที่เกิดขึ้นจากการเพิ่มผลิตภาพ และแสดงให้เห็นว่าธุรกิจหรือระบบเศรษฐกิจใดที่ไม่สามารถพัฒนาผลิตภาพได้เท่าทันกับคนอื่นจะไม่สามารถอยู่ได้อย่างยั่งยืนในระยะยาว” สำคัญของ **ผลิตภาพ คือ นวัตกรรม** เพราะนวัตกรรมคือการขยายขอบเขตของสิ่งที่เป็นไปได้

ตัวอย่างเกษตรสมัยใหม่

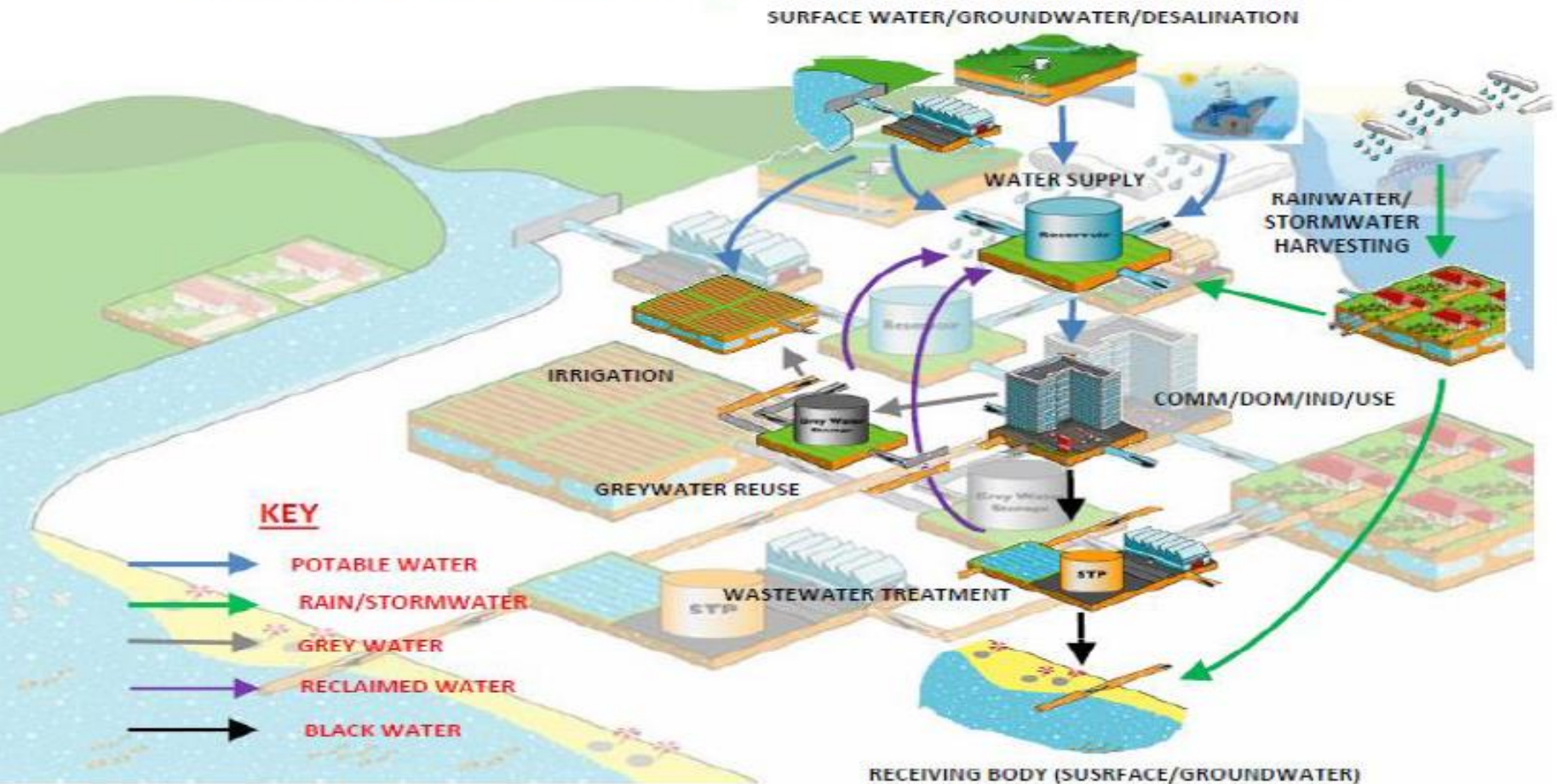


Concept for mixed development model



ข้อเสนอการออกแบบระบบน้ำครบวงจร

Modelling allows us to connect all flows with productive uses



10. Lesson learnt from experience

■ Principal achievements

- Land subsidence in flood prone area, served as political focus
 -
- Ability to reverse the trends of GW decline and land subsidence through the consistent and persistent application of regulatory measure (Regularly update the regulatory and economic measure. no matter how hard they are, economic measures always work best)
- Management in priority area rather than universally apply the measures (Focus on the small scale problem/area..fix it... expand the experience to the larger area or whole country)

Lesson learnt from experience

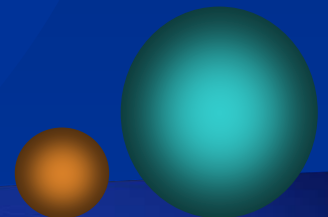
- Capacity of working with central office and provincial office to manage groundwater resource
- **Long-term investment in groundwater and related environmental monitoring** (Invest in monitoring system and people since the scientific evidences are needed to proof the situation and to move on or set up the regulatory measures.)
- **Recycling both GW use fee and conservation fee into a 'groundwater fund' for which to finance related monitoring and research activities.**

Implication for Asia Pacific

- **Do not need the complicate instrument for monitoring at the first place**
- **The monitoring is the long term job which need commitment from the leader (provide budget)**
- **Improvement of regulatory measure grows along with the state of society development. It is like a tree which needs pruning.**

Implication for Asia Pacific

- **Find good reputation research institute/university to handle the scientific study for groundwater related issue. It needs third party to convince the public**



Quiz-1

1. น้ำใต้ดินใช้ประโยชน์ด้านไหนบ้าง
ก) อุปโภคบริโภค ข) เกษตร ค) อุตสาหกรรม ง) ทั้งหมด
2. การใช้ น้ำใต้ดินของไทย ส่วนใหญ่ใช้ในภาคไหนมาก
ก) อุปโภคบริโภค ข) เกษตร ค) อุตสาหกรรม ง) บริการ
3. การสำรวจหาแหล่งน้ำใต้ดิน ใช้วิธีอะไรบ้าง
ก) สำรวจธรณีฟิสิกส์ ข) เดินสำรวจ ค) ใ้ถามข้อมูล ง) ทั้งหมด
4. แนวทางการจัดการน้ำบาดาลของไทย
ก) ควบคุมการก่อสร้าง ข) ประชาสัมพันธ์ ค) คิดค่าน้ำบาดาล ง) ทั้งหมด
5. การควบคุมปริมาณการสูบน้ำค้ำนึ่งถึงอะไรบ้าง
ก) อัตราการสูบปลอดภัย ข) ขนาดบ่อ ค) ตำแหน่งบ่อ ง) ทั้งหมด

Quiz-2

6. การเติมน้ำกลับสู่แอ่งน้ำบาดาลทำได้ด้วยวิธีไหนบ้าง

ก) สระน้ำ ข) บ่อน้ำตาล ค) หลังกา ง) ทั้งหมด

7. การปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลที่ปนเปื้อนแล้วทำได้อย่างไร

ก) ล้างบ่อใหม่ ข) ขุดใหม่ทดแทน ค) ทางชีวภาพ ง) ทั้งหมด

8. การแก้ไขแผ่นดินทรุดของไทยที่ผ่านมา ทำอย่างไร

ก) หยุดสูบน้ำบาดาล ข) ควบคุมอัตราการสูบ ค) ปิดบ่อน้ำบาดาล ง) ทั้งหมด

9. ประเด็นอนาคตของน้ำบาดาลมีอะไรบ้าง

ก) น้ำบาดาลข้ามพรมแดน ข) น้ำบาดาลเสื่อมคุณภาพ ค) การเติมน้ำบาดาล ง) ทั้งหมด

10. บทเรียนที่ช่วยในการบริหารจัดการน้ำบาดาลของไทยได้ดี

ก) มีกฎหมาย ข) คิดค่าน้ำบาดาล

ค) การติดตามการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ ง) ทั้งหมด

(ส่งคำตอบทางอีเมลที่ sucharit.k@gmail.com พร้อมชื่อและid no. ภายใน ๑ อาทิตย์)

เอกสารอ้างอิง-1

- รศ.ดร.เกรียงศักดิ์ ศรีสุข, อุทกธรณีวิทยาประเทศไทย, ศูนย์วิจัยน้ำบาดาล คณะเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยขอนแก่น
- Sucharit Koontanakulvong and team, Technical Investigation in GW Contamination Assessment (Pak Chong Case Study), presented at International Workshop on Safe Soil and Groundwater Resources in Asia, Sep 2008.
- USDA Technical Guide to Managing Ground Water Resources, May 2007
- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย การประเมินผลกระทบการกำหนดค่าอนุรักษ์น้ำบาดาลในเขตวิกฤติ กทม และ ปริมณฑล เมย 51

เอกสารอ้างอิง-2

- Nienke Ansems, Internationally shared groundwater management and its implications in Asia, 2nd Asia - Pacific Water Summit, Chiangmai, May 2013.
- Withit Siriphocagit, IWRM FOR AGRICULTURE IN THAILAND, A CASE STUDY, 2nd Asia - Pacific Water Summit, Chiangmai, May 2013.
- Pavelic GWI, Groundwater for Sustainable Development: Exploring Opportunities for Small-holder Groundwater Irrigation in Lao PDR, 2nd Asia - Pacific Water Summit, Chiangmai, May 2013.
- Oranuj Lorphesri, GW Control in Thailand, 2nd Asia - Pacific Water Summit, Chiangmai, May 2013.
- อ่านเพิ่มเติมได้จาก เอกสารวิชา groundwater hydrology (2112-641)
http://projectwre.eng.chula.ac.th/watercu_th/?q=node/3

Youtube Channel

- GW-1 <https://www.youtube.com/watch?v=bElN-cSxXjk&feature=youtu.be>
- GW-2 <https://www.youtube.com/watch?v=uOBMyC9Fxt8&feature=youtu.be>
- GW-3 <https://www.youtube.com/watch?v=iKFHCAHzinA&feature=youtu.be>
- GW-4 <https://www.youtube.com/watch?v=psCEgznaV78&feature=youtu.be>
- GW-5 <https://www.youtube.com/watch?v=eTGihUSZROY&feature=youtu.be>
- GW-6 <https://www.youtube.com/watch?v=yXwP4bKiLrA&feature=youtu.be>
- GW-7 <https://www.youtube.com/watch?v=loVQNpz3OXY&feature=youtu.be>
- GW-8 <https://www.youtube.com/watch?v=Uk2JrNgar2k&feature=youtu.be>
- GW-9 https://www.youtube.com/watch?v=QW6GE0_Yje4&feature=youtu.be