ลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาบริเวณ อำเภอพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี

นายปฏิภาณ พจนารถ

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2559

HYDROGEOLOGICAL CHARACTERISTICS IN AMPHOE PHATTANA NIKOM, CHANGWAT LOPBURI

Mr. Patiparn Photchanart

A Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Bachelor of Science Program in Geology
Department of Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University
Academic Year 2016

หัวข้อโครงงาน	ลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาบริเวณ อำเภอพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี
โดย	นายปฏิภาณ พจนารถ
สาขาวิชา	ธรณีวิทยา
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานหลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.ศรีเลิศ โชติพันธรัตน์
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย จูฑะโกสิทธิ์กานนท์

วันที่ส่ง.....

วันที่อนุมัติ.....

.....

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศรีเลิศ โชติพันธรัตน์)

.....

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย จูฑะโกสิทธิ์กานนท์)

Project Title	HYDROGEOLOGICAL CHARACTERISTICS IN AMPHOE PHATTANA NIKOM, CHANGWAT LOPBURI
By	Mister Patiparn Photchanart
Field of Study	Geology
Project Advisor	Associate Professor Srilert Chotpantarat, Ph.D.
Project Co-advisor	Assistant Professor Vichai Chutakositkanon, Ph.D.

Submitted date.....

Approval date.....

.....

Project Advisor
(Associate Professor Srilert Chotpantarat)

.....

Project Co-advisor
(Assistant Professor Vichai Chutakositkanon)

ปฏิภาณ พจนารถ : ลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาบริเวณ อำเภอพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี. (HYDROGEOLOGICAL CHARACTERISTICS IN AMPHOE PHATTANA NIKOM, CHANGWAT LOPBURI) อ.ที่ปรึกษาโครงงานหลัก : รศ.ดร.ศรีเลิศ โชติพันธรัตน์, อ.ที่ปรึกษาโครงงานร่วม : ผศ.ดร.วิชัย จูฑะโกสิทธิ์กานนท์, 62 หน้า.

ในพื้นที่อำเภอพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี พบว่ามีการทำเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมกระจายตัวเกือบทั้งพื้นที่ซึ่งอาจจะทำให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนของแหล่งน้ำบาดาลในพื้นที่ในอนาคตได้จึงต้องมีการศึกษาชั้นน้ำเพื่อประโยชน์ในการวางแผนเฝ้าระวัง งานวิจัยนี้มุ่งทำการศึกษาคุณลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาและทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในชั้นน้ำภายในพื้นที่ศึกษาอำเภอพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี ด้วยการรวบรวมข้อมูลทางด้านภูมิศาสตร์ ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลธรณีวิทยาหลุมเจาะ ข้อมูลธรณีวิทยา ข้อมูลอุทกธรณีวิทยาและยังทำการสำรวจวัดค่าระดับน้ำบาดาลและการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก (Vertical Electrical Sounding, VES) ด้วยวิธีการวางขั้วแบบ Wenner-Schlumberger array

ทำให้ผู้วิจัยสามารถสร้างภาพตัดขวางทางด้านอุทกธรณีวิทยา, แผนที่แสดงระดับชั้นความสูงของระดับน้ำบาดาล, แผนที่แสดงทิศทางการไหลของน้ำบาดาล, แผนที่แสดงค่าปริมาณน้ำจำเพาะ (Specific capacity) และแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ทางอุทกธรณีวิทยาแบบสามมิติ ได้ข้อสรุปว่าในพื้นที่ศึกษาประกอบด้วยชั้นน้ำบาดาล 3 ชั้นได้แก่ ชั้นน้ำตะกอนน้ำพัดพา (Qfd), ชั้นน้ำหินคาร์บอเนตอายุเพอร์เมียน (Pcms), ชั้นน้ำหินภูเขาไฟ (Vc) และมีทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่ไหลจากฝั่งตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งเป็นแนวภูเขาหินปูนลงไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งเป็นที่ราบยกเว้นฝั่งตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ศึกษาซึ่งมีเนินเขากั้นระหว่าง 2 แอ่งน้ำบาดาลทำให้มีน้ำบาดาลบางส่วนในบริเวณนี้ไหลไปทางทิศตะวันตกและบางส่วนไหลไปทางทิศตะวันออกลงสู่แอ่งน้ำทั้งสองและมีค่าสภาพการนำชลศาสตร์ในชั้นน้ำหินคาร์บอเนตอายุเพอร์เมียนเป็น 0.226 เมตรต่อชั่วโมง และในชั้นน้ำหินภูเขาไฟ 5.78 เมตรต่อชั่วโมง และมีค่าปริมาณน้ำจำเพาะ (Specific capacity) มากบริเวณรอบภูเขากับเนินเขาคือ 14 ตารางเมตรต่อชั่วโมง

ภาควิชา ธรณีวิทยา ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา ธรณีวิทยา ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2559 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

5632725623 : MAJOR GEOLOGY
KEYWORDS : HYDROGEOLOGY / CROSS- SECTION / HYDROGEOLOGICAL MODEL / GROUNDWATER FLOW

PATIPARN PHOTCHANART : HYDROGEOLOGICAL CHARACTERISTICS IN AMPHOE PHATTANA NIKOM, CHANGWAT LOPBURI. ADVISOR : ASSOC. PROF. SRILERT CHOTPANTARAT, Ph.D., CO-ADVISOR : ASST. PROF. VICHAI CHUTAKOSITKANON, Ph.D., 62 pp.

An increase in various types of land uses, particularly agricultural and industrial areas in Amphoe Phattana Nikom, Changwat Lopburi may cause the groundwater contamination in the near future. It thus needs to characterize aquifer properties, which play an important role for protection the quality of groundwater resources. This research aimed to study hydrogeological characteristics and groundwater flow of aquifers in this area by collecting geographic data, land use data, lithological data, general geological data, general hydrogeological data as well as field investigation consisting of piezometric head measurement and a geophysical field survey, so-called Vertical Electrical Sounding (VES) by using Wenner-Schlumberger array.

After gathering such data and analyzing field investigation, the cross-section of hydrogeological layers and groundwater flow map, based on piezometric head, and finally the three-dimensional hydrogeological conceptual model was established. This study area consists of 3 aquifers as follows: 1) Quaternary floodplain aquifer (Qfd), 2) Permian carbonate meta-sediments aquifer (Pcms) and 3) Volcanic clastic aquifer (Vc). Groundwater-in the Permain carbonate meta-sediment aquifer mainly flows from the southwestern carbonate mountains to the northeastern floodplain. Except, the groundwater flows in a northeastern hill, which is separated into two local groundwater basins: western and eastern local groundwater basin. According to the pumping test data, the hydraulic conductivity of the Permian carbonate meta-sediments aquifer is approx. 0.226 m/hour and of the Volcanic clastic aquifer is approx. 5.78 m/hour. Lastly, the areas in the southwestern mountainous recharge areas has a highest specific capacity (14 m^2/hour).

Department : Geology Student's Signature .....
Field of Study : Geology Advisor's Signature .....
Academic Year : 2016 Co-advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

การทำโครงงานวิจัยในครั้งนี้ได้รับความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงจาก รองศาสตราจารย์ ดร. ศรีเลิศ โชติพันธรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิชัย จูฑะโกสิทธิ์กานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานร่วม ซึ่งเป็นอาจารย์ที่สอนเรื่องของการเรียนและการทำงานต่างๆ คอยให้คำแนะนำและเป็นที่ปรึกษาทางด้านวิชาการ ชี้แจงข้อบกพร่องรวมถึงการแก้ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในระหว่างที่จัดทำโครงงานวิจัยนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณผู้ร่วมออกภาคสนามด้วยกันทุกคนไม่ว่าจะเป็นรุ่นพี่ นายณรงค์ศักดิ์ ราชูการ(พี่ไผ่) นางสาววัลลภา วิศิษฏ์ธรรมศรี (พี่บี) เพื่อน GEO รุ่น 57 นายณัฐพัชร คารวะ(บุ้ง), นางสาวปัณชญา กรุดสาท(ปัท) รุ่นน้อง GEO รุ่น 58 นายกานต์กวี นิลสิทธิกุล(ตอง), นายคมกฤษ อ่อนแก้ว(กาย) ที่ร่วมกันเก็บข้อมูลเพื่อนำมาทำโครงงานวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) และสำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สบว.) สำหรับทุนอุดหนุนโปรแกรมวิจัย ที่สนับสนุนงานวิจัยนี้ และคณะอาจารย์และบุคลากรภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่คอยสอนให้ผมมีวิชาความรู้และให้การสนับสนุนในการทำโครงงานวิจัยนี้เสร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณทุกท่านมา ณ ที่นี้ด้วย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ จ

กิตติกรรมประกาศ ฉ

สารบัญรูปภาพ ฌ

บทที่1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ 1

1.3 พื้นที่ศึกษา 1

1.4 ขอบเขตการศึกษา 3

1.5 นิยามปัญหา 3

1.6 สมมุติฐาน 3

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.8 ธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษา 3

บทที่ 2 กรอบทฤษฎีวิเคราะห์และหลักการ 6

2.1 ลักษณะธรณีวิทยา 6

2.1.1 ลักษณะธรณีโครงสร้างของกลุ่มหินสระบุรีในจังหวัดสระบุรี 6

2.1.2 ระบบรอยแตกและรอยเลื่อนของหินหมวดหินเขาขาด กลุ่มหินสระบุรี 7

2.2 วิธีสำรวจความต้านทานไฟฟ้า 9

2.2.1 หลักการพื้นฐานและทฤษฎีด้านไฟฟ้า 9

2.2.2 วิธีการสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า 12

2.3 ด้านอุทกธรณีวิทยา 15

บทที่3 ระเบียบวิธีวิจัย 19

3.1 ศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา 20

3.2 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง 20
3.3 สร้างภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยาในพื้นที่ศึกษา 20
3.4 เก็บข้อมูลระดับน้ำบาดาล ณ ตำแหน่งที่กำหนด 21
3.5 ปรับปรุงและพัฒนาแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ของชั้นน้ำและทิศทางการไหลของน้ำบาดาล 24
บทที่4 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล 29
4.1 ภาพตัดขวางทางด้านอุทกธรณีวิทยา 29
4.2 ระดับน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาและทิศทางการไหลของน้ำบาดาล 32
4.3 ผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก 35
4.4 ค่าปริมาณน้ำจำเพาะ (Specific capacity) 41
4.5 ภาพตัดขวางแสดงการแบ่งชั้นอุทกธรณีวิทยาและทิศทางไหลของน้ำบาดาล 42
4.6 แบบจำลองเชิงมโนทัศน์ทางอุทกธรณีวิทยาแบบสามมิติ 44
บทที่5 สรุปผลการวิจัย 46
5.1 สรุปผลการวิจัย 46
5.2 ข้อเสนอแนะ 46
เอกสารอ้างอิง 48
ภาคผนวก 49
ภาคผนวก ก ข้อมูลธรณีหลุมเจาะ 49
ภาคผนวก ง ภาพการออกภาคสนามเพื่อเก็บค่าระดับน้ำบาดาล 52
ภาคผนวก ข ข้อมูลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ 59
ตารางภาคผนวก ข.1 ข้อมูลการสำรวจธรณีฟิสิกส์จุดที่ 1 อำเภอพัฒนานิคม ตำบลพัฒนานิคม 59
ตารางภาคผนวก ข.2 ข้อมูลการสำรวจธรณีฟิสิกส์จุดที่ 2 อำเภอพัฒนานิคม ตำบลพัฒนานิคม 60
ตารางภาคผนวก ข.3 ข้อมูลการสำรวจธรณีฟิสิกส์จุดที่ 3 อำเภอพัฒนานิคม ตำบลหนองบัว 61
ภาคผนวก ค ค่าปริมาณน้ำจำเพาะ 62

สารบัญรูปภาพ

		หน้า
รูปที่ 1.1	ภาพถ่ายดาวเทียม lANDSAT 8 (RGB: 453) บันทึกเมื่อวันที่ 24 มีนาคม 2016	2
รูปที่ 1.2	ภาพถ่ายดาวเทียมแสดงบริเวณพื้นที่ศึกษาใน อ.พัฒนานิคม จ.ลพบุรี	2
รูปที่ 1.3	แผนที่ธรณีวิทยาในพื้นที่ศึกษา (กรมทรัพยากรธรณีวิทยา, 2550)	4
รูปที่ 2.1	แผนที่ธรณีวิทยาโครงสร้างของพื้นที่ศึกษา (Ueno and Charaoentitirat, 2011)	6
รูปที่ 2.2	แผนภาพกุหลาบ(Rose diagram)แสดงการวางตัวของรอยแตกซึ่งวางตัวของหมวดหิน เขาขาดบริเวณตำบลหน้าพระลานอำเภอเฉลิมพระเกียรติจังหวัดสระบุรี (Phatong, 2014)	7
รูปที่ 2.3	แผนภาพกุหลาบ(Rose diagram) แสดงการวางตัวของรอยแตกซึ่งวางตัวของเขาวง จังหวัดสระบุรี (Tiraset, 2014)	8
รูปที่ 2.4	ทฤษฎีและหลักการเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจวัดความต้านทานไฟฟ้า (เพียงตา, 2550)	9
รูปที่ 2.5	การเคลื่อนของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าผ่านภาคตัดขวางของตัวกลาง (เพียงตา, 2550)	10
รูปที่ 2.6	การวัดหาค่าความต้านทานไฟฟ้าของวัตถุ ตามกฎของโอห์ม โดยมีแบตเตอรี่ สำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้า แอมมิเตอร์สำหรับวัดกระแสไฟฟ้าและโวลต์มิเตอร์สำหรับ วัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (เพียงตา, 2550)	11
รูปที่ 2.7	ความสัมพันธ์ของการหาสภาพต้านทานไฟฟ้าจริงและปรากฏ (เพียงตา, 2550)	12
รูปที่ 2.8	หลักการประยุกต์สำรวจวัดสภาพต้านทานไฟฟ้าโดยมีแบตเตอรี่สำหรับจ่าย กระแสไฟฟ้า แอมมิเตอร์สำหรับวัดกระแสไฟฟ้าและโวลต์มิเตอร์สำหรับวัดค่า ความต่างศักย์ไฟฟ้า (เพียงตา, 2550)	12
รูปที่ 2.9	รูปแบบของการจัดวางอิเล็กโตรด (เพียงตา, 2550)	13
รูปที่ 2.10	รูปแบบการจัดวางอิเล็กโตรดแบบชรัมเบอร์แจร์ (Schlumberger array) แสดงเส้นกระแสสมมติ (Line of electric flow field) ซึ่งเหนี่ยวนำให้เกิด เส้นศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน (Equipotential line) (www.biharaqua.org)	15

รูปที่ 2.11	ภาพแผนที่ธรณีวิทยาแสดงหมวดหินและธรณีโครงสร้าง (Noipow, 2013)	15
รูปที่ 2.12	ภาพตัดขวางแสดงชั้นอุทกธรณีวิทยา (Noipow, 2013)	16
รูปที่ 2.13	แสดงความหมายของความดันชลศาสตร์ (Fetter, 2001)	16
รูปที่ 2.14	น้ำบาดาลจะไหลจากบริเวณที่มี Hydraulic head (Total head) สูงไปสู่บริเวณที่มี Hydraulic head ต่ำเสมอโดยไม่ขึ้นอยู่กับ Elevation head หรือ Pressure head ซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงในแต่ละกรณี (Fetter, 2001)	17
รูปที่ 2.15	ลักษณะของกรวยน้ำลดในชั้นน้ำบาดาลประเภทชั้นน้ำไร้แรงดัน และชั้นน้ำมีแรงดัน (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2547)	18
รูปที่ 3.1	ขั้นตอนการศึกษา	19
รูปที่ 3.2	แผนที่แสดงแนวการวางตัวของภาพตัดขวาง	20
รูปที่ 3.3	แผนที่แสดงตำแหน่งบ่อน้ำบาดาลที่วัดระดับน้ำบาดาล	21
รูปที่ 3.4	ตารางเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดระดับน้ำบาดาล	22
รูปที่ 3.5	ภาพแสดงวิธีการนำเข้าข้อมูลจากตารางเข้าสู่โปรแกรม Surfer	22
รูปที่ 3.6	ภาพแสดงวิธีสร้างแผนที่ระดับชั้นความสูงของระดับน้ำบาดาล	23
รูปที่ 3.7	ภาพแสดงวิธีสร้างแผนที่แสดงทิศทางการไหลของน้ำบาดาล	23
รูปที่ 3.8	ภาพแสดงอุปกรณ์ในการสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีการหาค่าความต้านทานไฟฟ้า	24
รูปที่ 3.9	ภาพแสดงการวางตำแหน่งแท่งโลหะและแท่งทองแดง (กวางทอง, 2557)	25
รูปที่ 3.10	ภาพแสดงตารางการจดบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าและค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า	26
รูปที่ 3.11	แสดงขั้นตอนการประมวลผลข้อมูลความต้านทานไฟฟ้าโดยโปรแกรม IPI2WIN	27
รูปที่ 3.12	Resistivity chart (Palacky, 1987)	28
รูปที่ 4.1	ภาพแสดงแนวภาพตัดขวางในพื้นที่ศึกษา	29
รูปที่ 4.2	ภาพตัดขวางแสดงการแบ่งชั้นอุทกธรณีวิทยาในแนวตะวันตกเฉียงใต้-ตะวันออกเฉียงเหนือ	30
รูปที่ 4.3	ภาพตัดขวางแสดงการแบ่งชั้นอุทกธรณีวิทยาในแนวตะวันตก-ตะวันออก	31
รูปที่ 4.4	แผนที่แสดงตำแหน่งบ่อน้ำที่ทำการเก็บค่าระดับน้ำ	33

รูปที่ 4.5	แผนที่แสดงระดับชั้นความสูงของระดับน้ำบาดาล	34
รูปที่ 4.6	แผนที่แสดงทิศทางการไหลของน้ำบาดาล	34
รูปที่ 4.7	ภาพแสดงจุดสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า	35
รูปที่ 4.8	ภาพตัดขวางแสดงความสัมพันธ์กับจุดสำรวจธรณีฟิสิกส์	36
รูปที่ 4.9	ภาพการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าจุดที่1	36
รูปที่ 4.10	ผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าจุดที่1	37
รูปที่ 4.11	ภาพการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าจุดที่2	38
รูปที่ 4.12	ผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าจุดที่2	38
รูปที่ 4.13	ภาพการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าจุดที่3	39
รูปที่ 4.14	ผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าจุดที่3	40
รูปที่ 4.15	แผนที่แสดงค่าปริมาณน้ำจำเพาะ (Specific capacity)	41
รูปที่ 4.16	ภาพตัดขวางแสดงการแบ่งชั้นอุทกธรณีวิทยาและทิศทางไหลของน้ำบาดาล ในแนวตะวันตกเฉียงใต้-ตะวันออกเฉียงเหนือ	42
รูปที่ 4.17	ภาพตัดขวางแสดงการแบ่งชั้นอุทกธรณีวิทยาและทิศทางไหลของน้ำบาดาล ในแนวตะวันตก-ตะวันออก	43
รูปที่ 4.18	แบบจำลองเชิงมโนทัศน์ทางอุทกธรณีวิทยาแบบสามมิติ	44

บทที่1 บทนำ
Introduction

1.1 ที่มาและความสำคัญ (Theme and Background)

ทรัพยากรน้ำคือแหล่งอุปโภคบริโภคที่สำคัญสำหรับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต โดยมนุษย์ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพหรือปริมาณของแหล่งน้ำอย่างมาก ซึ่งหนึ่งในแหล่งน้ำที่ประชากรในบริเวณอำเภอพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรีนำมาใช้กันในชีวิตประจำวันคือน้ำบาดาล ด้วยเหตุนี้หากแหล่งน้ำบาดาลในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากสารเคมีหรือสิ่งปฏิกูลจะส่งผลให้ประชากรที่พักอาศัยในบริเวณใกล้ได้รับความเสียหาย และจากการพัฒนาอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมในพื้นที่ทำให้มีความเสี่ยงที่จะเกิดผลกระทบต่อแหล่งน้ำบาดาลในบริเวณนี้มีมากขึ้นตามไปด้วย ด้วยเหตุนี้การศึกษาลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาของแหล่งน้ำบาดาลในพื้นที่จึงมีความสำคัญ

การวางแผนปรับปรุงและพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลสามารถพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชากรในพื้นที่ให้ดีขึ้นได้ เช่น การติดตั้งบ่อน้ำบาดาลเพิ่มเติม การจำกัดปริมาณการสูบน้ำบาดาล หรือการห้ามปล่อยของเสียลงสู่แหล่งน้ำ เป็นต้น และการศึกษาทิศทางการไหลของแหล่งน้ำบาดาลในพื้นที่นี้ทำให้สามารถคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพและปริมาณของน้ำบาดาลจะช่วยในการวางแผนปรับปรุงและพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลในพื้นที่อย่างมาก

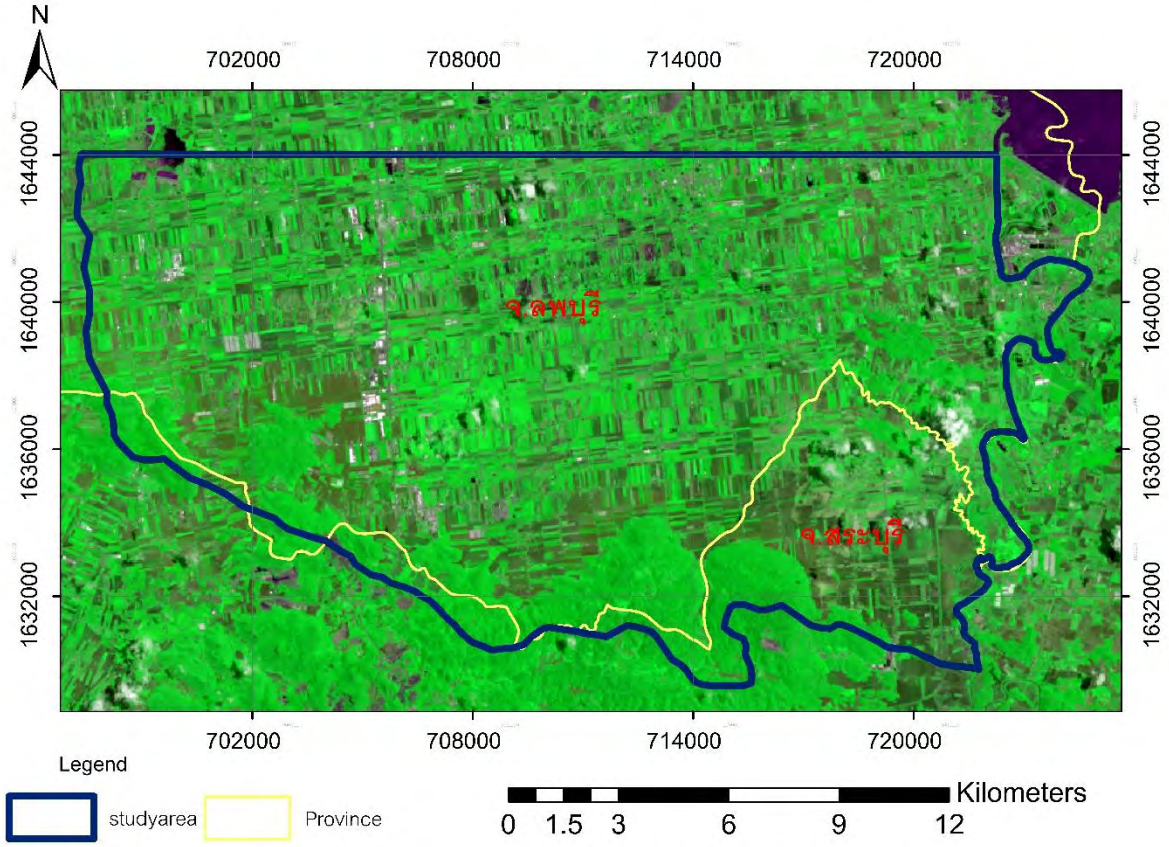
จากผลการศึกษาก่อนหน้านี้ของ Noipow (2015) พบว่าทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในหมวดหินเขาขาดอยู่ในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้โดยวิธีการติดตามไอโซโทปเสถียรซึ่งหมวดหินเขาขาดเป็นหมวดหินเดียวกับบริเวณทิศใต้ของพื้นที่ศึกษา อีกทั้งจากการศึกษาของ Tiraset (2014) พบว่าระบบรอยแตกของหินปูนในหมวดหินเขาขาดมีทิศทางใกล้เคียงกับทิศทางการไหลของน้ำบาดาล ดังนั้นการศึกษาลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาในพื้นที่นี้จึงมีความสำคัญต่อการวางแผนปรับและพัฒนาน้ำบาดาลในพื้นที่อย่างมาก

1.2 วัตถุประสงค์ (Objective)

เพื่อศึกษาลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาและทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในพื้นที่อำเภอพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี

1.3 พื้นที่ศึกษา (Study Area)

พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ที่ อำเภอพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี ซึ่งมีที่ตั้งอยู่บริเวณภาคกลางของ ประเทศไทย ตั้งอยู่ภายในแผนที่ภูมิประเทศ (Topographic Map) ระวางที่ 5138I (AMPHOE PHATTHANA NIKOM), 5238IV (AMPHOE WANG MUANG) พื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 298 ตารางกิโลเมตร บริเวณละติจูดที่ 14o 45' N ถึง 14o 52' N ลองจิจูดที่ 100o 45' E ถึง 101o 04' E (**รูปที่1.1**) ใน พื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ที่มีทั้งโรงงานอุตสาหกรรมและพื้นที่ทำการเกษตรเป็นจำนวนมาก ซึ่งทำการเกษตรกรรมตลอดปี เลยส่งผลทำให้ในพื้นที่ดังกล่าวมีความต้องการในการใช้น้ำเป็นในปริมาณมาก



รูปที่ 1.1 ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 8 (RGB: 453) บันทึกเมื่อวันที่ 24 มีนาคม 2016

รูปที่ 1.2 ภาพถ่ายดาวเทียมแสดงบริเวณพื้นที่ศึกษาใน อ.พัฒนานิคม จ.ลพบุรี

1.4 ขอบเขตการศึกษา

การวิจัยนี้เป็นการรวบรวมข้อมูลธรณีวิทยาภายในพื้นที่อำเภอพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรีมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีการวัดค่าความต้านท้านไฟฟ้าเพื่อสร้างแบบจำลองทางมโนทัศน์ทางอุทกธรณีวิทยาภายในพื้นที่ศึกษาโดยเสริมข้อมูลการสำรวจตรวจวัดระดับน้ำบาดาลจากบ่อน้ำบาดาลภายในพื้นที่ศึกษากับข้อมูลที่ได้จากการสูบทดสอบของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลเช่น สภาพการนำชลศาสตร์ (hydraulic conductivity); ค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บ (specific storage); ค่าสัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำ (transmissivity) เป็นต้น

1.5 นิยามปัญหา

แบบจำลองที่ได้จากการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการประเมินและวางแผนรับมือปัญหาการปนเปื้อนที่อาจจะเกิดขึ้นจากการทำการเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมในบริเวณพื้นที่ศึกษาและบริเวณใกล้เคียงได้

1.6 สมมุติฐาน

ข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองของลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาและทิศทางการไหลของน้ำบาดาลมีความสัมพันธ์กับลักษณะทางธรณีวิทยาภายในพื้นที่ศึกษาและบริเวณใกล้เคียงเช่น ลักษณะการวางตัวของระบบรอยแตกของหินปูน, ลักษณะการสะสมตัวของชั้นตะกอน, ลักษณะของธรณีสัณฐาน เป็นต้น

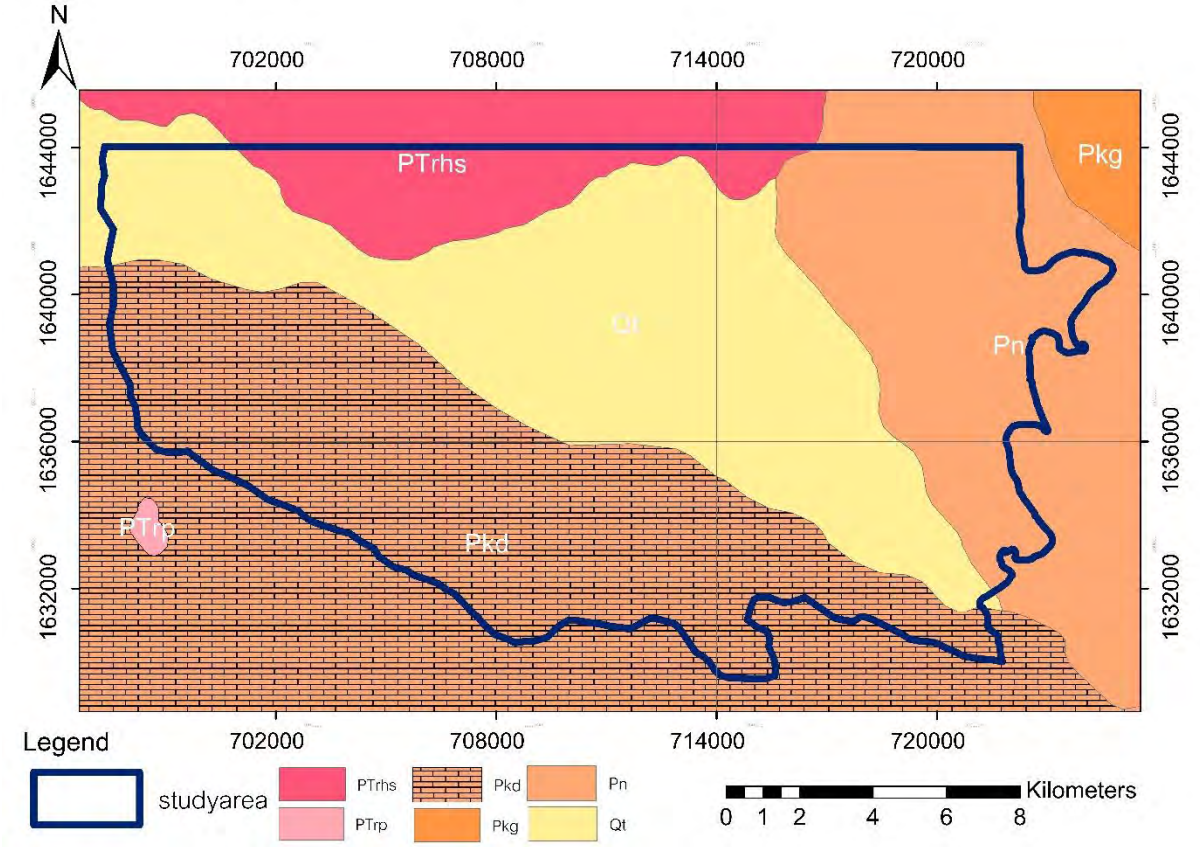
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.ทราบทิศทางการไหลของน้ำบาดาลภายในพื้นที่ศึกษาทำให้สามารถวางแผนระงับความเสียหายและฟื้นฟูชั้นน้ำบาดาลได้

2.เป็นข้อมูลพื้นฐานในการตัดสินใจในการเจาะน้ำบาดาล หรือวางแผนการบริหารจัดการน้ำบาดาลในอนาคต

1.8 ธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษา

ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษา ทางตอนใต้และตะวันตกเฉียงใต้เป็นภูเขาสูง พื้นที่จะค่อยๆลาดต่ำลงเป็นพื้นที่ราบทางตอนเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ มีแม่น้ำป่าสักไหลจากเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ผ่านทางขอบด้านตะวันออกของพื้นที่ศึกษาลงไปทางทิศใต้



รูปที่1.3 แผนที่ธรณีวิทยาในพื้นที่ศึกษา (ดัดแปลงจาก กรมทรัพยากรธรณีวิทยา, 2550)

1) หมวดหินเขาขวาง (Pkg) ประกอบด้วย หินปูน และหินโดโลไมต์แทรกสลับด้วย หินดินดาน หินทราย หินทรายปนทัฟฟ์และหินภูเขาไฟบ้าง หินปูนมีสีดำและสีเทา มีหินเชิร์ตแทรกเป็น กระเปาะ พบซากดึกดำบรรพ์จำพวกฟิวซูลินิด แบรคิโอพอด ปะการัง ไครนอยด์และสาหร่าย หินดินดาน หินทราย และหินทรายปนทัฟฟ์มีสีฟ้าตาลอ่อน และสีเทาแกมเขียว

2) หมวดหินหนองโป่ง (Pn) ประกอบด้วย หินปูน หินปูนเนื้อโดโลไมต์และหินโดโลไมต์ แทรกด้วยหินดินดานและหินทราย หินปูน หินปูนเนื้อโดโลไมต์และหินโดโลไมต์มีสีเทา แสดงลักษณะเป็น ชั้นดีชั้นบางถึงหนามาก มีหินเชิร์ตแทรกเป็นกระเปาะและเป็นชั้น พบซากดึกดำบรรพ์จำพวกฟิวซูลินิด แบรคิโอพอด ปะการัง ฟองฟ้า และสาหร่าย ในบางบริเวณมีการแปรสภาพไปเป็นหินอ่อนและหินแคลก์ซิลิเกต

4) หมวดหินเขาขาด (Pkd) ประกอบด้วย หินปูน หินปูนเนื้อโดโลไมต์และหินโดโลไมต์ แทรกด้วยหินดินดาน หินทราย และหินทรายแป้ง หินปูน หินปูนเนื้อโดโลไมต์และหินโดโลไมต์มีสีเทา แสดงลักษณะเป็นชั้นดีเป็นชั้นบางถึงหนามาก มักมีหินเชิร์ตแทรกอยู่เป็นกระเปาะและเป็นชั้น พบซาก ดึกดำบรรพ์จำพวกฟิวซูลินิด แบรคิโอพอด ปะการัง ฟองฟ้า และสาหร่าย ในบางบริเวณมีการ แปรสภาพไปเป็นหินอ่อนและหินแคลก์ซิลิเกต

5) หินภูเขาไฟแยกประเภทไม่ได้ยุคเพอร์เมียน - ไทรแอสซิก (PTrhs) ประกอบด้วย หินไรโอไลต์ หินแอนดีไซต์ หินเถ้าภูเขาไฟ และหินกรวดภูเขาไฟ หินยุคนี้ อายุประมาณ 260-220 ล้านปีพบกระจายตัวเป็นแนวจากด้านเหนือของอำเภอเมืองไปจนถึงอำเภอพัฒนา นิคม บริเวณเขาวงพระจันทร์เขาวง และด้านเหนือของอำเภอโคกเจริญ

6) หินอัคนีแทรกซอนชนิดหินแกรนิต ยุคไทรแอสซิก (TRrp) ประกอบดวย หินแกรนิต หินไบโอไทตแกรนิต หินไบโอไทต-มัสโคไวตแกรนิต หินแกรโน ไดโอไรตและหินลูโครแกรนิต หินแกรนิต หินไบโอไทตแกรนิต หินไบโอไทต-มัสโคไวตแกรนิต และ หินแกรโนไดโอไรตมีสีเทาจาง หินยุคนี้อายุประมาณ 245-210 ลานปพบกระจายตัวทางดานเหนือของ อำเภอเมือง บริเวณเขาพุคาและเขาพุโลน

บทที่ 2 กรอบทฤษฎีวิเคราะห์และหลักการ

2.1 ลักษณะธรณีวิทยา

2.1.1 ลักษณะธรณีโครงสร้างของกลุ่มหินสระบุรีในจังหวัดสระบุรี

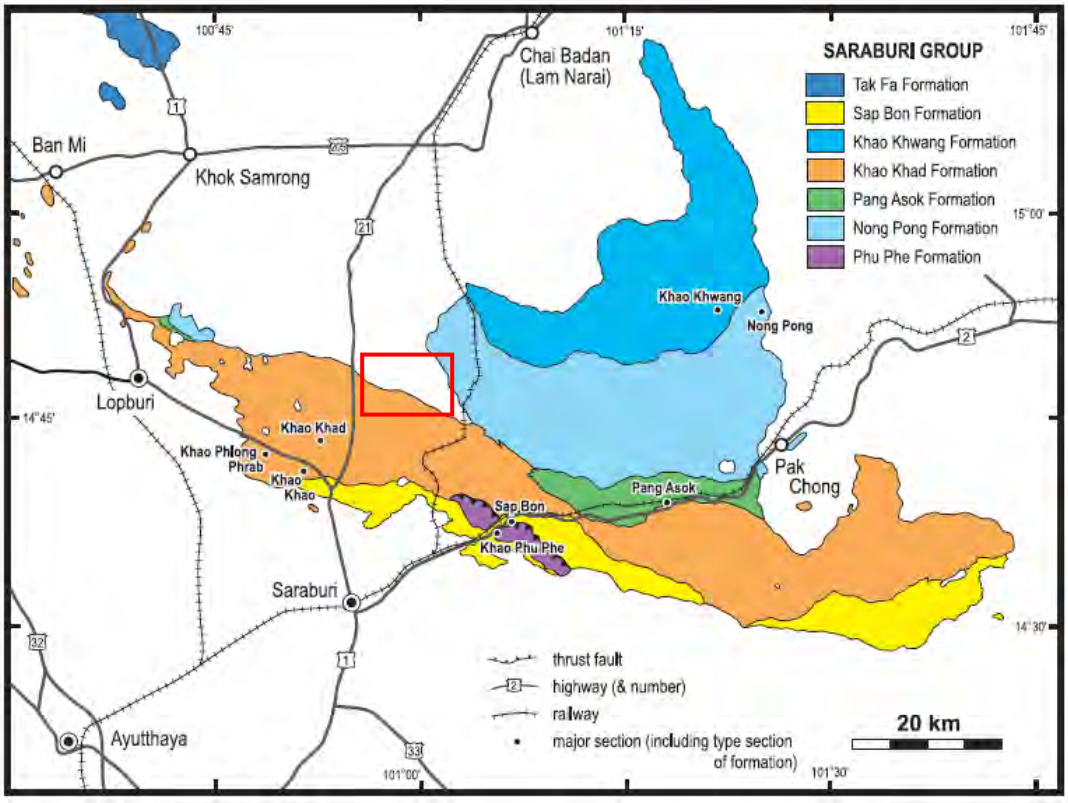
ลักษณะภูมิประเทศทั่วไปของพื้นที่ศึกษาเป็นภูเขาสูงทางด้านใต้และตะวันตกเฉียงใต้มีแม่น้ำที่ไหลจากเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ทางด้านตะวันออกและเป็นที่ราบทางด้านเหนือและตอนกลาง แนวภูเขาสูงของพื้นที่ศึกษา Bunopas (1985) ได้เสนอว่าจัดอยู่ในหินหมวดหินเขาขาด กลุ่มหินสระบุรี (**รูปที่ 1.3**)

การวางตัวของชั้นหิน ชั้นหินปูนมีการวางตัวใน 2 ทิศทางหลัก คือ บริเวณด้านตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัดวางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ และบริเวณตอนกลางของจังหวัดจะวางตัวในแนวเกือบตะวันออก-ตะวันตก

รอยคดโค้ง หินปูนของกลุ่มหินสระบุรีมีการคดโค้งรูปประทุนมากมาย ส่วนใหญ่จะมีแนวแกนอยู่ในทิศทางเกือบตะวันออก-ตะวันตก

รอยเลื่อน พบรอยเลื่อนย้อนมุมต่ำบริเวณแนวสัมผัสระหว่างหมวดหินภูเพกับหมวดหินซับบอน

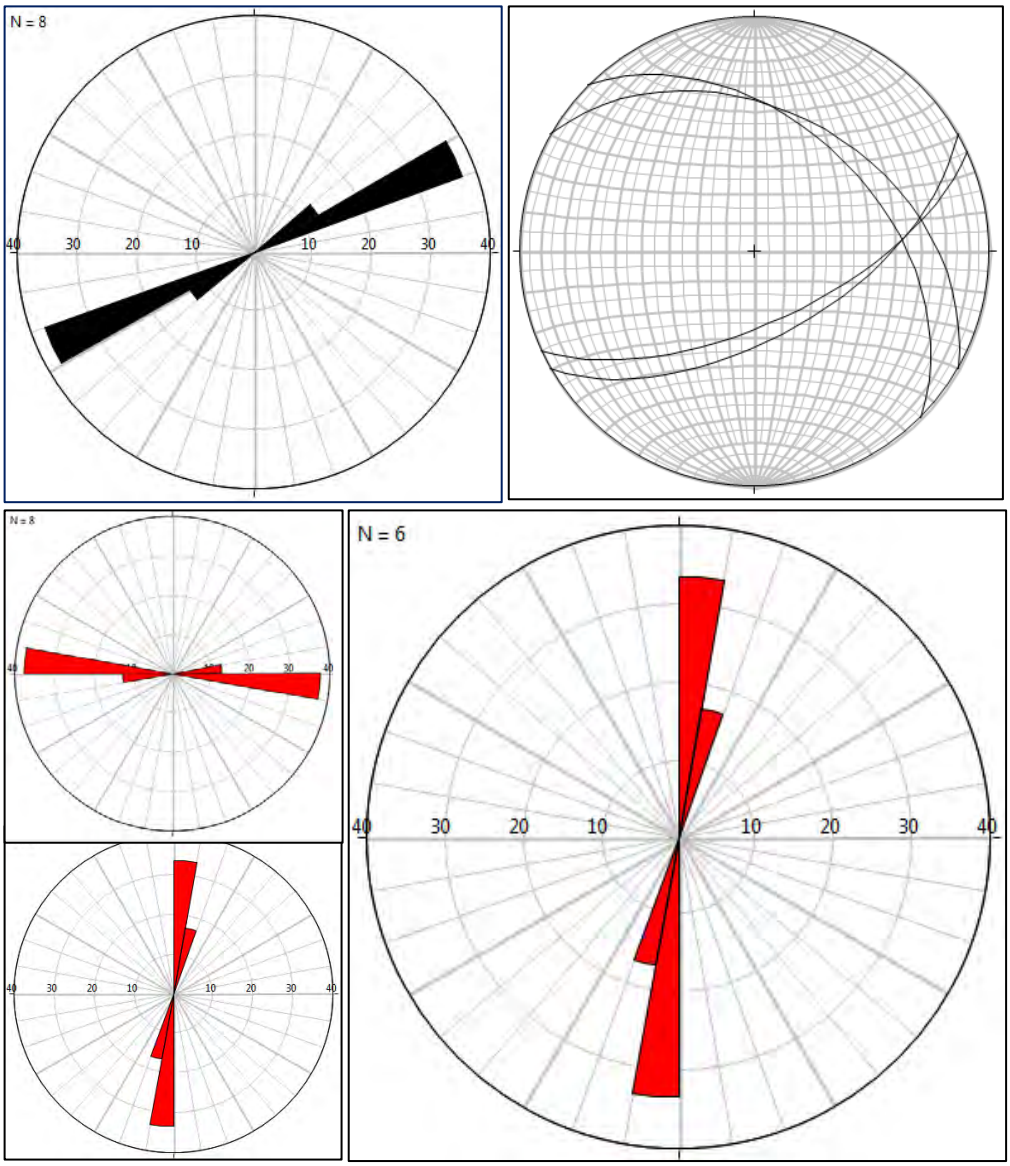
รอยแตก พบรอยแตกใน 2 แนวหลัก คือ แนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ และแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้



รูปที่2.1 แผนที่ธรณีวิทยาโครงสร้างของพื้นที่ศึกษา (กรอบสี่เหลี่ยมสีแดง) (ดัดแปลงจาก Ueno and Charaoentitirat, 2011)

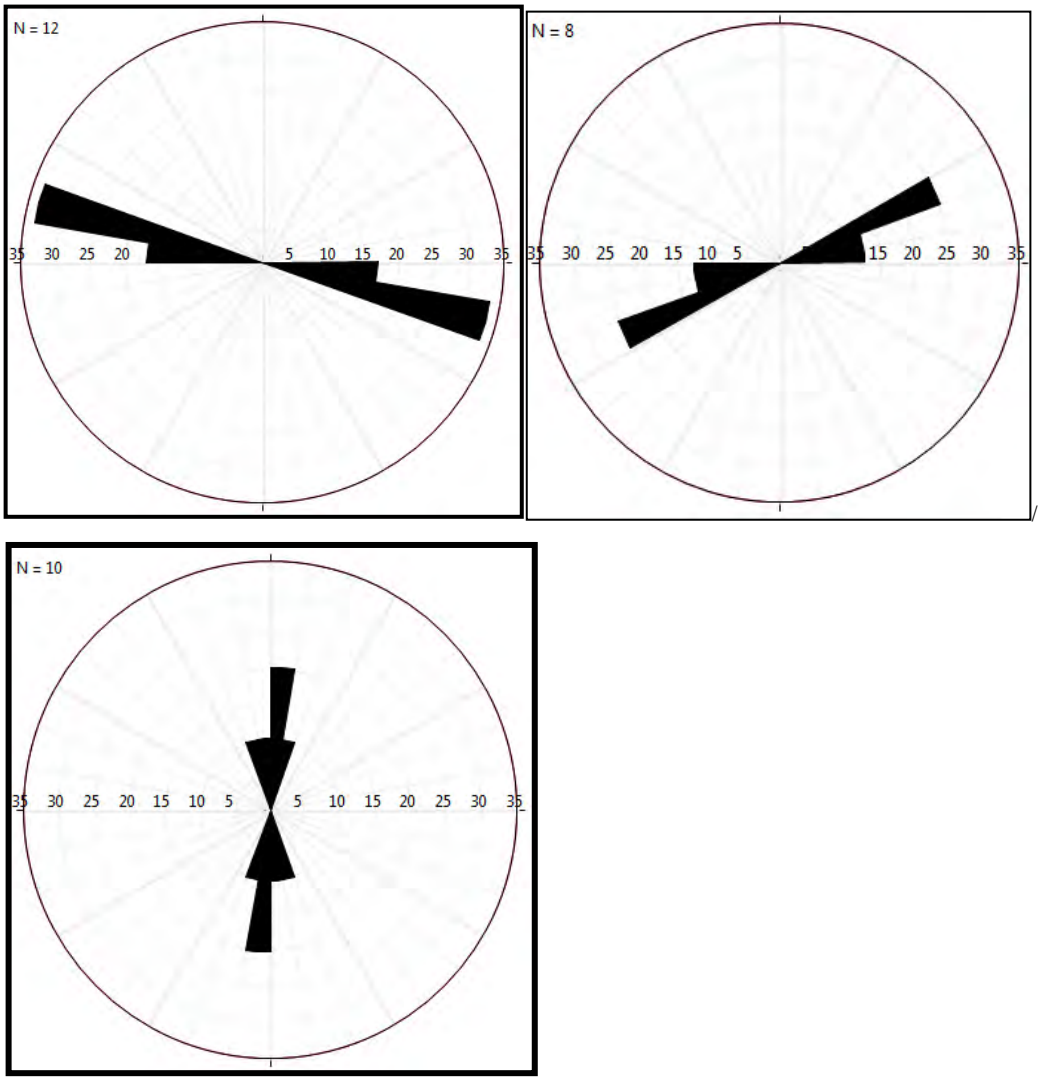
2.1.2 ระบบรอยแตกและรอยเลื่อนของหินหมวดหินเขาขาด กลุ่มหินสระบุรี

Phatong (2014) ได้เสนอว่ารอยแตกของหมวดหินเขาขาด บริเวณตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี มีทั้งหมด 4 ระบบ ได้แก่ 1. รอยแตกที่ขนานกับชั้นหิน (Bed-parallel fracture) 2. รอยแตกบริเวณเขตพับการคดโค้ง (Radial fracture) 3. รอยแตกในแนวดิ่ง (Vertical fracture) 4. รอยแตกในแนวระดับ (Sub-horizontal fracture) และรอยเลื่อนย้อนมุมต่ำ (Thrust fault) ที่มีระนาบรอยเลื่อนวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ และชั้นหินคดโค้งวางตัวในแนวตะวันออก-ตะวันตก ซึ่งเป็นแนวโครงสร้างหลักของพื้นที่บริเวณนี้ ส่วนธรณีวิทยาโครงสร้างระดับจุลภาคนั้น พบลักษณะของการตัดกันของรอยแตก (Cross-cutting relationship) ทั้ง 4 ระบบจากการแตกเปราะ (Brittle fracturing) ทำให้ทราบความสัมพันธ์ของรอยแตกแต่ละระบบ



รูปที่ 2.2 แผนภาพกุหลาบ(Rose diagram) แสดงการวางตัวของรอยแตกซึ่งวางตัวของหมวดหินเขาขาด บริเวณตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี

Tiraset (2014) ได้เสนอว่าระบบรอยแตกของเขาวง จังหวัดสระบุรี มีทั้งหมด 3 ระบบ ได้แก่ 1.รอยแตกที่ขนานกับชั้นหิน (Bed-parallel fracture) 2.รอยแตกที่เกิดบริเวณเขตการคดโค้ง (Radial fracture & Fold-axis perpendicular fracture) 3.รอยแตกในแนวระดับ (Sub-horizontal fracture) พบรอยเลื่อนย้อน(Reverse fault) และรอยเลื่อนย้อนมุมต่ำ(Thrust fault) ที่มีระนาบรอยเลื่อนวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ (NW-SE) ซึ่งเป็นแนวโครงสร้างหลักของพื้นที่บริเวณนี้ ส่วนธรณีวิทยาโครงสร้างระดับจุลภาคนั้น พบลักษณะของโครงสร้างเขตเงาความเค้น(Strain shadow) ที่บอกได้ว่ามีแรงบีบอัดเข้ามากระทำในทิศทางซ้าย-ขวา และโครงสร้างแนวฟันในหิน(Stylolite) ที่บอกได้ว่ามีแรงบีบอัดเข้ามากระทำในทิศทางซ้าย-ขวาเช่นกัน



รูปที่ 2.3 แผนภาพกุหลาบ(Rose diagram) แสดงการวางตัวของรอยแตกซึ่งวางตัวของเขาวง จังหวัดสระบุรี

จากการศึกษาของ Phatong (2014) กับ Tiraset (2014) จะพบว่าระบบรอยแตกและระนาบรอยเลื่อนจะมีลักษณะการวางตัวในแนวเกือบตะวันตก-ตะวันออกและแนวเหนือ-ใต้และมีบางส่วนวางตัวในแนวเหนือ-ใต้และแนวตะวันตก-ตะวันออก

2.2 วิธีสำรวจความต้านทานไฟฟ้า

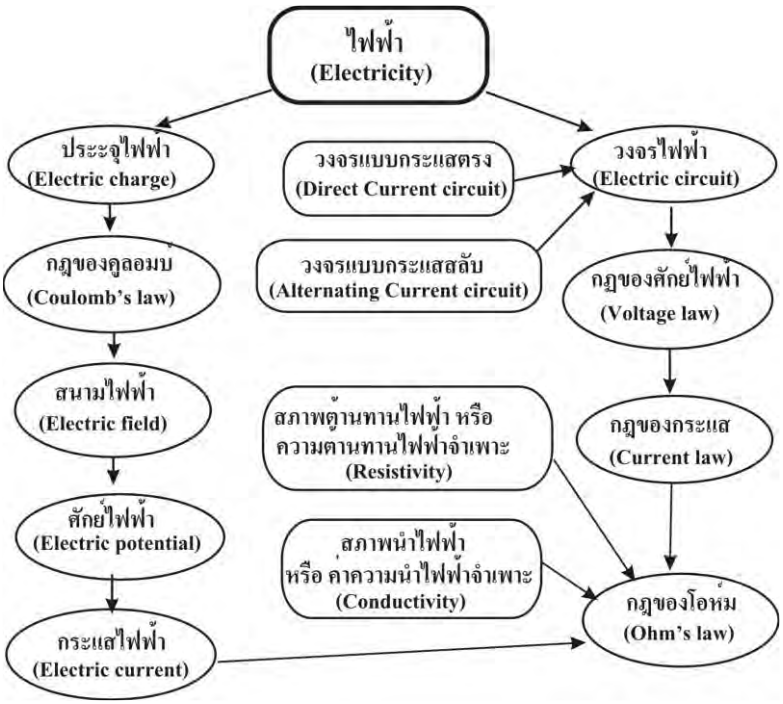
ปัจจุบันมีการสำรวจวัดสภาพต้านทานไฟฟ้า (resistivity survey) หรือการสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ ซึ่งส่วนใหญ่จะนำมาสำรวจแค่ระดับตื้นไม่เกิน 1 กิโลเมตร แต่ความจริงแล้วสามารถสำรวจได้ลึกมากสุดประมาณ 10-15 กิโลเมตรขึ้นอยู่กับลักษณะต่างๆของชั้นหิน

วิธีการสำรวจวัดสภาพต้านทานไฟฟ้ามีหลักการคือต้องมีตัวกำเนิดไฟฟ้าที่ผิวดินปล่อยกระแสไฟฟ้าลงสู่ดินก่อนแล้วทำการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าซึ่งจะนำมาคำนวณหาค่าความต้านทานไฟฟ้าได้

ในการปล่อยกระแสไฟฟ้าลงสู่ดินต้องใช้ตัวกำเนิดกระแสไฟฟ้าตรง (direct current, DC) หรือกระแสไฟฟ้าสลับที่มีความถี่ต่ำ

การประยุกต์ใช้การสำรวจวัดสภาพต้านทานไฟฟ้าสามารถนำมาหาสภาพธรณีวิทยาใต้ผิวดินได้โดยสภาพดิน-หินมีสภาพต้านทานไฟฟ้าเป็นคุณสมบัติเฉพาะตัวและยังใช้หาชั้นดิน-หินที่มีองค์ประกอบของแร่ รูพรุน และค่าการซึมผ่านที่แตกต่างกัน นั้นคือสามารถหาขอบเขตของชั้นน้ำหรือการรุกล้ำของน้ำเค็มหรือรอยเลื่อนและโพรงใต้ดิน

2.2.1 หลักการพื้นฐานและทฤษฎีด้านไฟฟ้า



รูปที่ 2.4 ทฤษฎีและหลักการเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจวัดความต้านทานไฟฟ้า
ที่มา: เพียงตา(2550)

ศักย์ไฟฟ้า (Electric Potential or Voltage)

วัตถุทางธรณีวิทยามีคุณสมบัติทางไฟฟ้าเหมือนกันซึ่งแต่ละวัตถุมีค่าแตกต่างกันไปโดยค่าที่บ่งบอกคุณสมบัตินั้นของวัตถุคือสนามไฟฟ้าที่ล้อมรอบวัตถุอยู่โดยลักษณะสนามไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับพลังงานศักย์ไฟฟ้า (Wp) ส่วนค่าศักย์ไฟฟ้า (V) คืออัตราส่วนพลังงานศักย์ไฟฟ้าต่อ 1 หน่วยประจุไฟฟ้า ซึ่งสามารถบ่งบอกทิศทางการเคลื่อนที่ของประจุบวกได้ว่าจะวิ่งจากศักย์ไฟฟ้าสูงไปต่ำ มีสมการดังนี้

$$V = \frac{W_p}{q} \qquad \frac{Joule}{Coulomb} \text{ หรือ } Volt$$

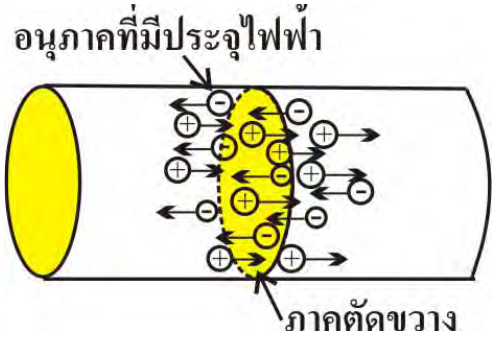
เมื่อ V คือ ศักย์ไฟฟ้า (Volt)
Wp คือ พลังงานศักย์ไฟฟ้า (Joule)
q คือ ประจุไฟฟ้า (Coulomb)

กระแสไฟฟ้า (Electric Current)

เมื่อประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในตัวนำใดๆ ดังแสดงใน**รูปที่ 2.5** กล่าวได้ว่า มีกระแสไฟฟ้าในตัวนำนั้น นิยามของกระแสไฟฟ้า กล่าวว่า “กระแสไฟฟ้าในตัวกลางใดๆ จะเท่ากับประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่าน
ภาคตัดขวางของตัวกลางนั้นๆ ในแนวตั้งฉากในหนึ่งหน่วยเวลา” จากรูปที่ 2.2 สมมุติในเวลา t ใดๆ มี
อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าจำนวน n เคลื่อนที่ผ่านภาคตัดขวางของตัวกลาง ถ้าอนุภาคมีประจุไฟฟ้า q เขียน
เป็นสมการ

$$I = \frac{nq}{t} \qquad \frac{Coulomb}{Second} \text{ หรือ } Ampere$$

เมื่อ I คือ กระแสไฟฟ้า
q คือ ประจุไฟฟ้าในแต่ละตัว
n คือ จำนวนประจุไฟฟ้า
t คือ เวลา



รูปที่ 2.5 การเคลื่อนของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าผ่านภาคตัดขวางของตัวกลาง (เพียงตา, 2550)

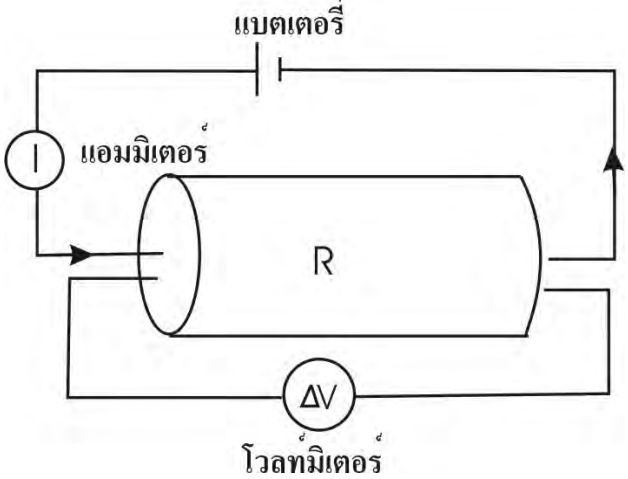
กฎของโอห์ม (Ohm's Law)

กฎของโอห์ม (Ohm's law) กล่าวว่า "กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวนำหนึ่งมีค่าแปรผันตรงกับความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างปลายทั้งสองของตัวนำนั้น" สรุปความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า (I) และ ความต่างศักย์ไฟฟ้า (V) ออกมาได้ว่า

$$\frac{V}{I} = R$$

เมื่อ V = ความต่างศักย์
I = กระแสไฟฟ้า
R = ความต้านทานไฟฟ้า

ซึ่งจากสูตรความสัมพันธ์ดังกล่าว เราจึงนำไปประยุกต์ในการหาค่าความต้านทานไฟฟ้าได้ดังนี้



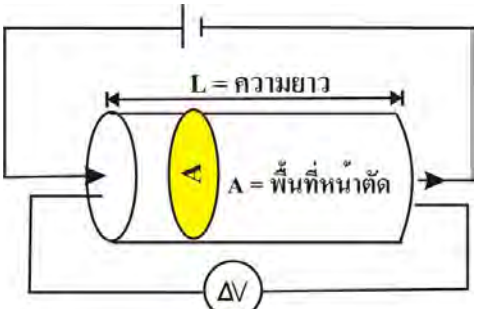
รูปที่ 2.6 การวัดหาค่าความต้านทานไฟฟ้าของวัตถุ ตามกฎของโอห์ม โดยมีแบตเตอรี่สำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้า แอมมิเตอร์สำหรับวัดกระแสไฟฟ้าและโวลต์มิเตอร์สำหรับวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า
ที่มา: เพียงตา(2550)

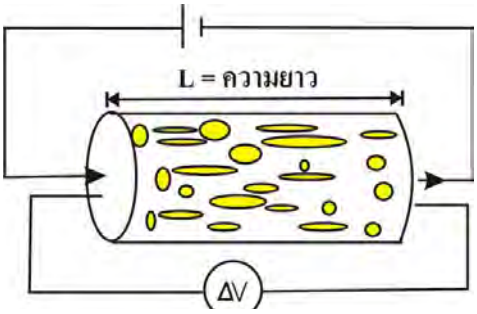
ซึ่งเมื่อพิจารณาทรงกระบอกใน**รูปที่ 2.6** แล้วจะพบว่าความต้านทานไฟฟ้า (R) นั้นเมื่อนำไปคิดความสัมพันธ์ร่วมกันกับความยาว (L) และ พื้นที่หน้าตัด (A) จะทำให้สามารถหาค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ(สภาพต้านทานไฟฟ้า)ได้จากสูตร

$$\rho = R\frac{A}{L}$$

เมื่อ ρ คือ สภาพต้านทานไฟฟ้า หรืออีกชื่อหนึ่งที่นิยมเรียกคือ ความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ มีหน่วยเป็น โอห์ม-เมตร (Ω-m)
R คือ ความต้านทาน มีหน่วยเป็น โวลต์
A คือ พื้นที่หน้าตัด มีหน่วยเป็น เมตร
L คือ ความยาว มีหน่วยเป็น เมตร

(ก) (ข)





จากกฎของโอห์ม $V = IR$ และ $R = \rho \frac{L}{A}$

ดังนั้น $\rho = \frac{\Delta VA}{IL}$

ρ = สภาพต้านทานไฟฟ้า

จากกฎของโอห์ม $V = IR$ และ $R = \rho_a \frac{L}{A}$

ดังนั้น $\rho_a = \frac{\Delta VA}{IL}$

ρ_a = สภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏ

รูปที่ 2.7 ความสัมพันธ์ของการหาสภาพต้านทานไฟฟ้าจริงและปรากฏ (เพียงตา, 2550)

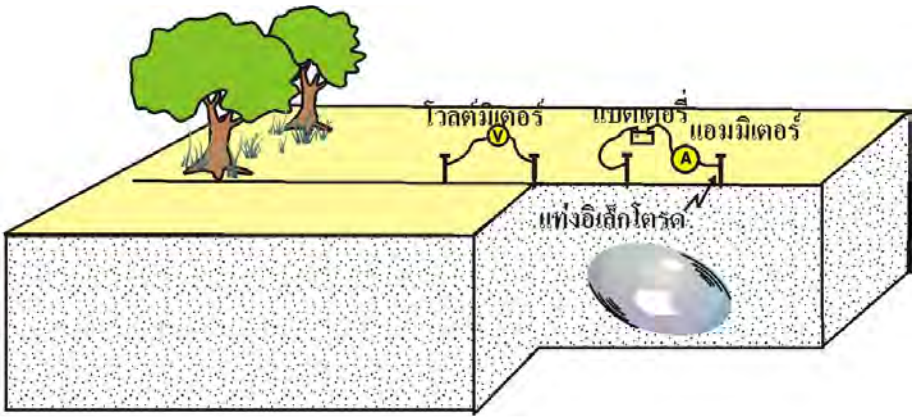
(ก) กรณีตัวกลางมีลักษณะเป็นเนื้อเดียว จะได้ค่าความต้านทานไฟฟ้าจริง (true resistivity) หรือเรียกสั้นๆว่า ความต้านทานไฟฟ้า

(ข) กรณีตัวกลางมีเนื้อผสม จะได้ค่าความต้านทานไฟฟ้าที่วัดได้จะเป็นค่าของความต้านทานไฟฟ้าปรากฏ (apparent resistivity)

สภาพต้านทานไฟฟ้า (Resistivity)

ค่าของสภาพต้านทานไฟฟ้า (resistivity, ρ) ของวัตถุ หรือความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะของวัตถุเป็นค่าที่แสดงคุณสมบัติอย่างหนึ่งของวัตถุ ที่บอกให้ทราบว่าวัตถุนั้นต้านทานไฟฟ้า หรือยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้มากน้อยเพียงใด ซึ่งค่าของสภาพต้านทานไฟฟ้าเป็นสัดส่วนกลับกับค่าของสภาพนำไฟฟ้า

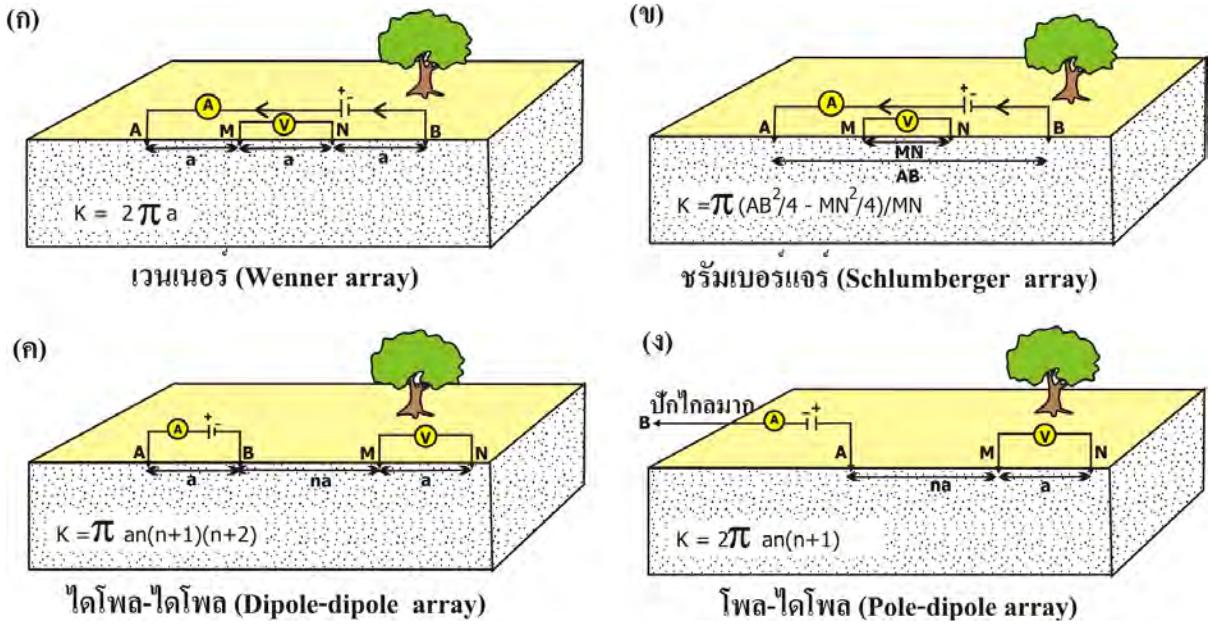
2.2.2 วิธีการสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า



รูปที่ 2.8 หลักการประยุกต์สำรวจวัดสภาพต้านทานไฟฟ้าโดยมีแบตเตอรี่สำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้า แอมมิเตอร์สำหรับวัดกระแสไฟฟ้าและโวลต์มิเตอร์สำหรับวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (เพียงตา, 2550)

ปัจจุบันเราสามารถทำการสำรวจวัดสภาพต้านทานไฟฟ้าได้หลายประเภทเช่นการสำรวจแบบ 1 มิติ ซึ่งสามารถบ่งบอกลักษณะทางธรณีวิทยาในแนวดิ่งได้ การสำรวจแบบ 2 มิติ เกิดจากการนำแบบ 1 มิติมาต่อเป็นแนวเส้นตรงให้เกิดเป็นภาพตัดขวางขึ้น การสำรวจแบบ 3 มิติ เกิดจากการนำแบบ 1 มิติมาเรียงเป็นหน้าตัดที่เราสนใจทำให้เห็นภาพชัดเจนขึ้นว่าลักษณะทางธรณีวิทยามีการวางตัวอย่างไร และการสำรวจแบบ 4 มิติ เกิดจากการเปรียบเทียบแบบ 3 มิติที่เวลาต่างๆกัน

การจัดวางขั้วอิเล็กโตรด (Electrode Array) มี 4 รูปแบบที่เป็นที่นิยม (**รูปที่ 2.9**)คือ (1) แบบเวนเนอร์ (Wenner array) (2) แบบ ชรัมเบอร์แจร์ (Schlumburger array) (3) แบบไดโพล-ไดโพล (Dipole-dipole array) และ (4) แบบโพล-ไดโพล (Pole-dipole array) จากรูปที่ 2.6 ใช้สัญลักษณ์ของขั้วที่ปล่อยกระแสเป็น AB แทน C1C2 หรือใช้ MN แทน P1P2 แตกต่างจากภาพที่ได้แสดงผ่านๆ มา ทั้งนี้เพราะ A, B, M, N เขียนได้ง่ายและเห็นชัดเจนกว่าการเขียนติดด้วยตัวห้อย C1, C2, P1, P2 (ซึ่ง C คือCurrent และ P คือ Potential) และเมื่อลงมือปฏิบัติ ส่วนใหญ่เรียกเป็น A, B, M, N กรณีของการสำรวจแบบ 1 มิติ หรือแบบหยั่งลึก รูปแบบของการจัดวางขั้วอิเล็กโตรดจะเป็นแบบเวนเนอร์ และชรัมเบอร์แจร์ โดยจุดกึ่งกลางระหว่าง AB และ MN ไม่มีการเคลื่อนย้าย การย้ายจะย้ายอิเล็กโตรดออกจากจุดกึ่งกลางขยายออกไป และหากขยายออกไปได้กว้างมากเท่าใด แสดงว่าได้ผลสำรวจที่ความลึกเพิ่มมากขึ้นเป็นสัดส่วนสัมพันธ์กับความกว้างของระยะขั้วอิเล็กโตรด ที่ใช้ปล่อยกระแสไฟฟ้าและวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า

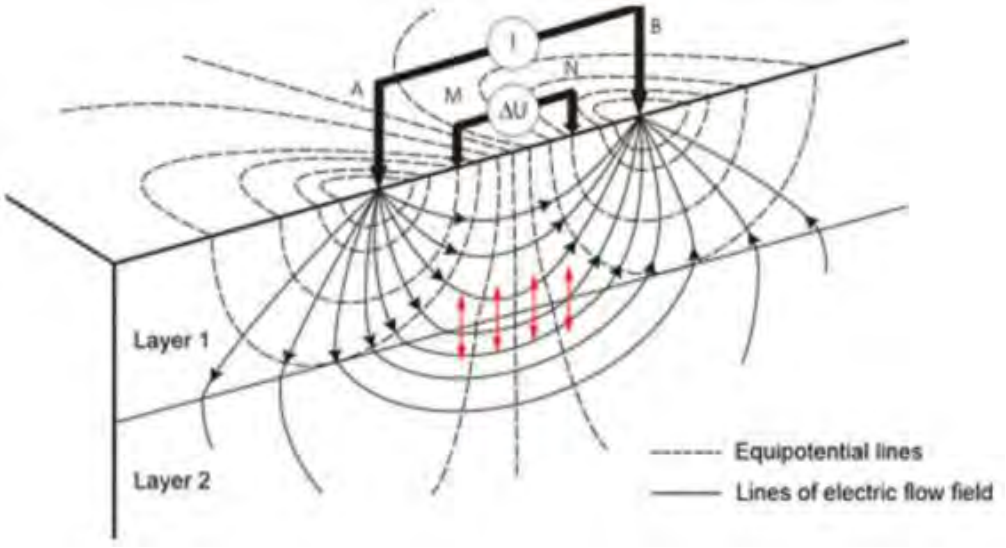


รูปที่ 2.9 รูปแบบของการจัดวางอิเล็กโตรด (ก) แบบเวนเนอร์ (Wenner array) (ข) แบบ ชรัมเบอร์แจร์(Schlumburger array) (ค) แบบไดโพล-ไดโพล (Dipole-dipole array)
(ง) แบบโพล-ไดโพล (Pole-dipole array)
ที่มา: เพียงตา (2550)

ข้อเด่นและข้อด้อยของการจัดวางอิเล็กโตรดดังรูปแบบที่แสดงในรูปที่ 2.9 จากผลการศึกษาเปรียบเทียบของ เอ็ม. เฮส. โลค (Loke, 1999) มีดังนี้

รูปแบบการจัดวางอิเล็กโตรด	จุดเด่น	จุดด้อย
1. เวนเนอร์ (Wenner Array)	-เหมาะแก่การสำรวจหาการวางตัวทางธรณีวิทยาในแนวราบเช่น การวางตัวของชั้นหิน -สัญญาณรบกวนน้อยที่สุด -ความลึกที่สำรวจได้ กรณีเนื้อดิน-หินเป็นเนื้อเดียวประมาณ 0.52 a	-ไม่เหมาะในการตรวจหาโครงสร้างทางธรณีวิทยาแนวดิ่ง เช่น โพรง พนัง (dike) หรือแหล่งสะสมตัวของแร่ (ore body)
2. ไดโพล-ไดโพล (Dipole-Dipole Array)	-เหมาะแก่การสำรวจหาโครงสร้างธรณีวิทยาในแนวดิ่งเช่น โพรง รอยเลื่อน -ความลึกที่สำรวจได้ กรณีเนื้อดิน-หินเป็นเนื้อเดียวประมาณ 0.22L เมื่อ L คือความยาวมากสุดของระยะห่างอิเล็กโตรด และในกรณีที่ค่า n มีค่าตั้งแต่ 4 ขึ้นไป	-ไม่เหมาะในการหาชั้นหินวางตัวแนวราบ -สัญญาณรบกวนมาก
3. ชรัมเบอร์แจร์ (Schlumberger Array)	-เหมาะแก่การสำรวจหาโครงสร้างธรณีวิทยาทั้งในแนวดิ่งและแนวราบ -ความลึกที่สำรวจได้ กรณีเนื้อดิน-หินเป็นเนื้อเดียวประมาณ 0.64 AB	-สัญญาณรบกวนมากกว่าแบบไดโพล-ไดโพลแต่น้อยกว่าแบบเวนเนอร์
4. โพล-ไดโพล (Pole-Dipole Array)	-เหมาะแก่การสำรวจหาโครงสร้างธรณีวิทยาในแนวดิ่งเช่น โพรง รอยเลื่อน -กระแสไหลได้ครอบคลุมพื้นที่ในแนวราบ (horizontal coverage) ได้กว้างมากกว่า การวางรูปแบบนี้เหมาะในการสำรวจแบบ 3 มิติ -ความลึกที่สำรวจได้ในกรณีเนื้อดิน-หินเป็นเนื้อเดียวประมาณ 2.1a และในกรณีที่ค่า n มีค่าตั้งแต่ 5 ขึ้นไป ในการสำรวจค่าของ n ไม่ควรเกิน 8-10 เพราะสัญญาณจะลดลงตามสัดส่วนของ $\sqrt{n}$	-สัญญาณรบกวนมากกว่าแบบไดโพล-ไดโพลแต่น้อยกว่าแบบเวนเนอร์และชรัมเบอร์แจร์ -การวางระยะห่างของขั้วที่ปล่อยกระแสที่ถือว่าเป็นระยะอนันต์ (ขั้ว B) แสดงว่ากระแสไหลลงในพื้นดินได้ระยะทางมากกว่าการสำรวจแบบอื่นๆ

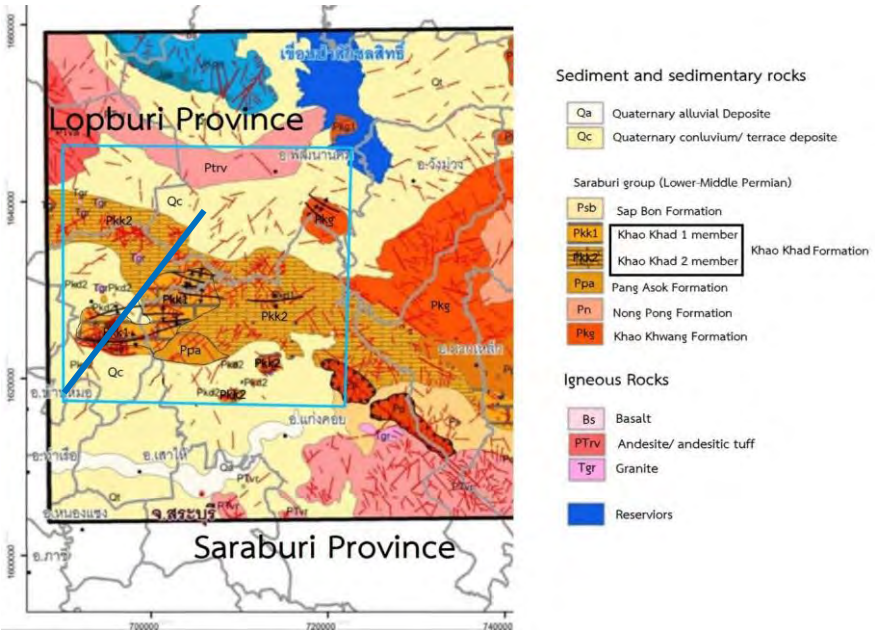
ดังนั้นการพิจารณาความเหมาะสมว่าจะเลือกจัดวางอิเล็กโตรดในรูปแบบใด หลักในการพิจารณาจึงต้องคำนึงโดยสรุป คือ (1) สภาพธรณีวิทยาของพื้นที่ (sensitivity of arrays to vertical or horizontal changes) (2) ความลึกที่ต้องการศึกษา (3) อัตราส่วนของสัญญาณต่อสิ่งรบกวน (S/N) ของรูปแบบการสำรวจ และ (4) ระยะเวลาที่ใช้ในการสำรวจ



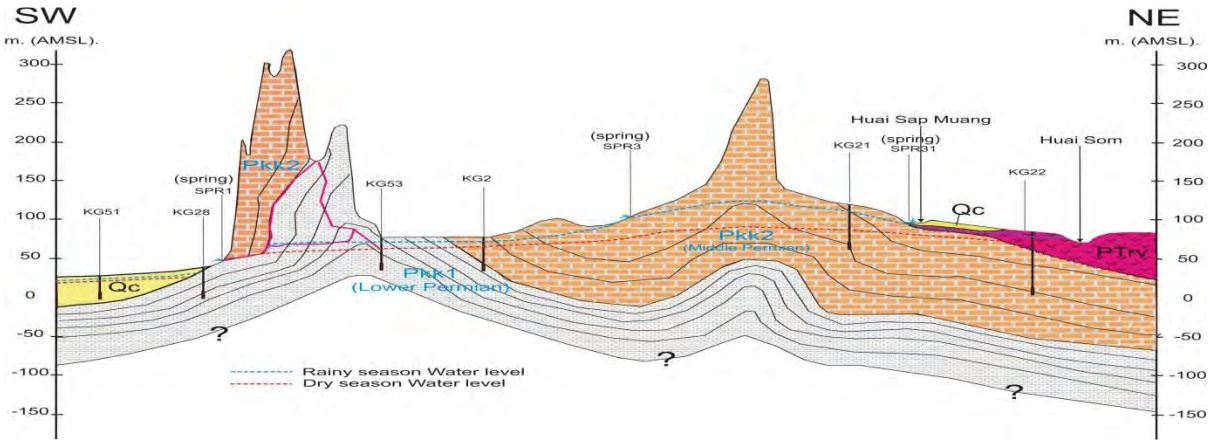
รูปที่ 2.10 รูปแบบการจัดวางอิเล็กโตรดแบบชรัมเบอร์แจร์ (Schlumberger array) แสดงเส้นกระแสสมมติ (Line of electric flow field) ซึ่งเหนี่ยวนำให้เกิดเส้นศักย์ไฟฟ้าเท่ากัน (Equipotential line) ที่มา: www.biharaqua.org

2.3 ด้านอุทกธรณีวิทยา

Noipow (2013) เสนอในแบ่งหินหมวดหินเขาขาด กลุ่มหินสระบุรี เป็นสองหมวดหินย่อยจากลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาโดยการศึกษาไอโซโทปเสถียรของน้ำบาดาลบริเวณอันใกล้กับเขาหินปูนดัง **รูปที่ 2.11 และ 2.12**



รูปที่2.11 ภาพแผนที่ธรณีวิทยาแสดงหมวดหินและธรณีโครงสร้าง (Noipow, 2013)



รูปที่2.12 ภาพตัดขวางแสดงชั้นอุทกธรณีวิทยา (Noipow, 2013)

จากการศึกษาของ Noipow (2013) ยังทราบอีกว่าพื้นที่ซับน้ำส่วนใหญ่อยู่บริเวณตอนกลางของกรอบสีฟ้าในรูป และน้ำบาดาลมีทิศทางการไหลไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือเป็นหลักโดยมีน้ำบาดาลบางส่วนที่มีทิศทางการไหลไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้แล้วไหลไปสู่พื้นที่รับน้ำตามภาพตัดขวาง

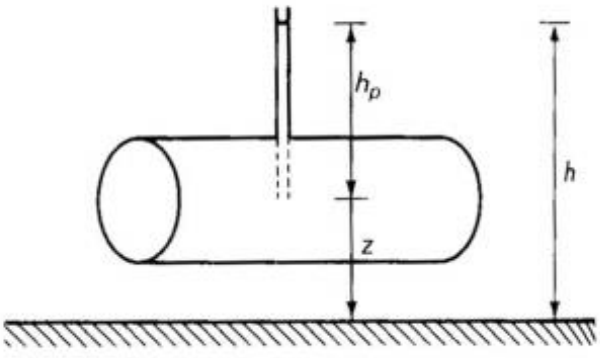
การสำรวจวัดค่าระดับน้ำบาดาล ซึ่งทำให้สามารถประเมินทิศทางการไหลของน้ำบาดาลได้จากสมการ

$$h = z + hp$$

โดย h = ค่าเฮดรวม (Total head, m)

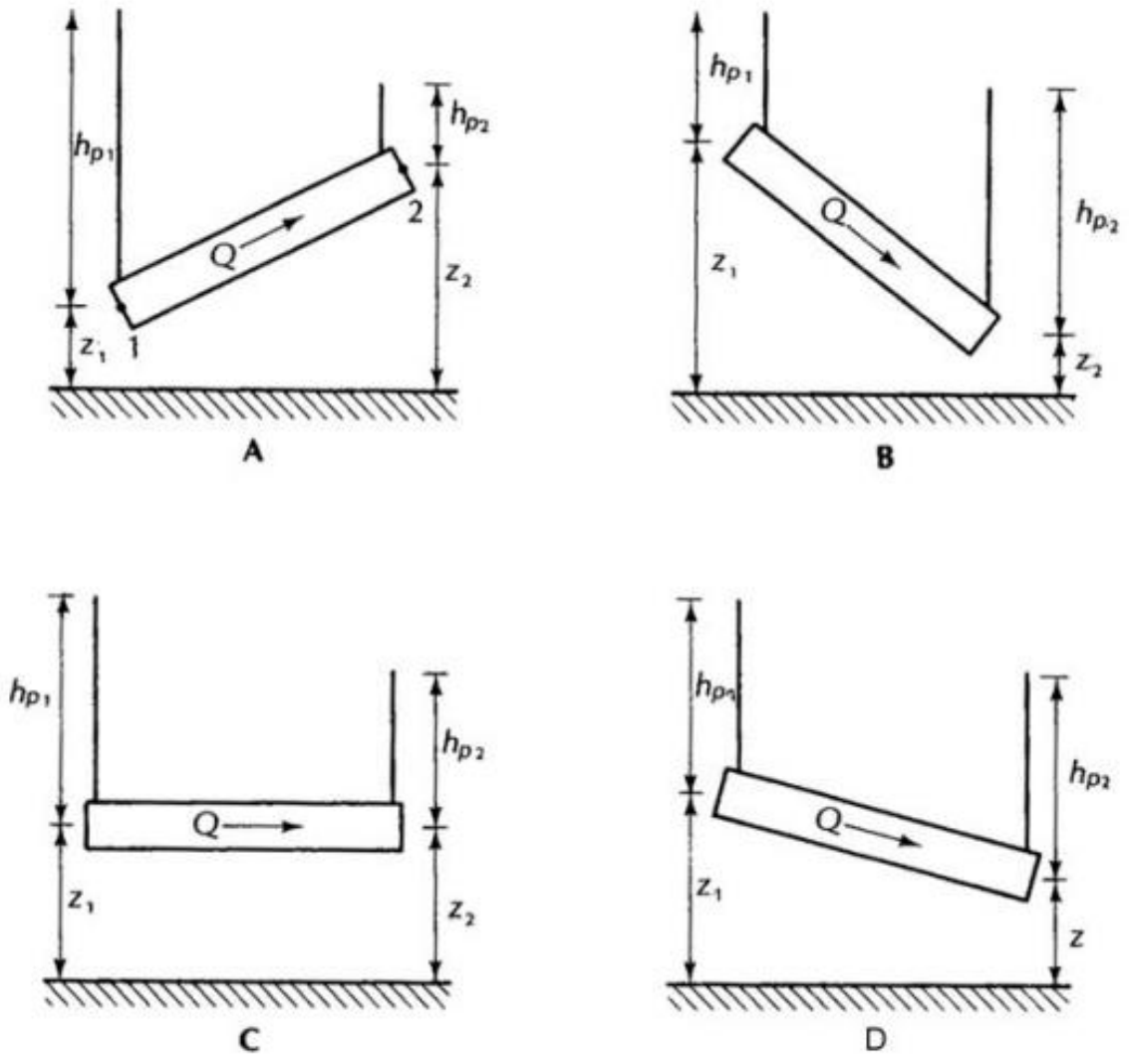
Z = ค่าเฮดระดับเทียบระดับน้ำทะเลปานกลาง (Elevation head, m)

hp = ค่าเฮดความดัน (Pressure head, m)



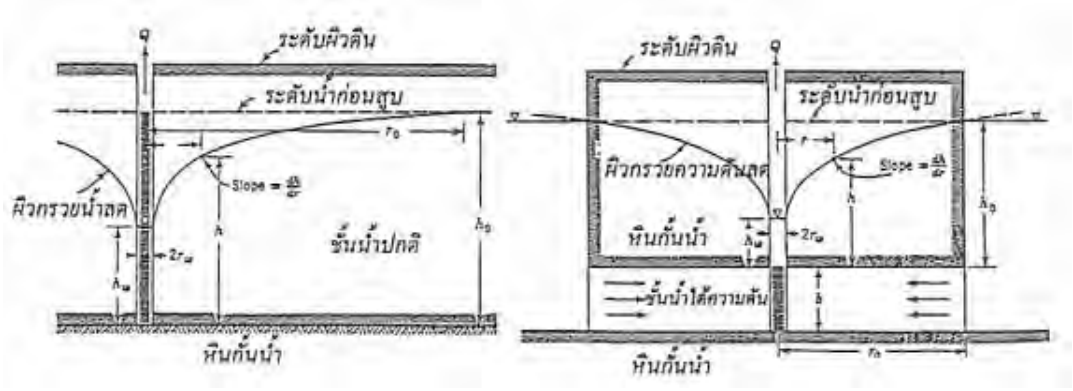
รูปที่2.13 ความหมายของเฮดชลศาสตร์ (hydraulic head) หรือเฮดรวมประกอบด้วยเฮดระดับ (elevation head) และเฮดความดัน (pressure head) (Fetter, 2001)

โดยความเฮดรวม (Total head) เป็นตัวการสำคัญในการควบคุมการไหล เคลื่อนที่ของน้ำบาดาล โดยจะไหลจากจุดที่มีเฮดรวมสูงไปสู่จุดที่มีเฮดรวมต่ำเสมอ และไม่ขึ้นอยู่กับเฮดระดับ (Elevation head) หรือเฮดความดัน (Pressure head) โดยตรง ในสภาพที่แตกต่างกัน เฮดระดับ (Elevation head) และเฮดความดัน (Pressure head) อาจจะมีค่าที่แตกต่างกัน แต่เฮดรวม (Total head) จะเป็นตัวควบคุมการ ไหลของน้ำบาดาลเสมอ พิจารณา**รูปที่ 2.14** ในกรณี A น้ำจะไหลจากจุดที่ 1 (z1) ไปหาจุดที่ 2 (z2) โดย z2 มีค่ามากกว่า z1 ในกรณี B น้ำไหลจากจุดที่1 (hp1) ไปหาจุดที่ 2 (hp2) โดย hp2 มีค่ามากกว่า hp1 ในกรณี C ค่า z1 เท่ากับ z2 ในขณะที่ hp1 มากกว่า hp2 และในกรณี D ค่า hp1 เท่ากับ hp2 ในขณะที่ z1 มากกว่า z2 จะเห็นได้ว่าน้ำบาดาลจะไหลจากจุดที่มี Total head มากไปสู่จุดที่มี Total head น้อยเสมอในขณะที่ Elevation head และ Pressure head อาจจะ มากหรือน้อยแตกต่างกันออกไปแล้วแต่ละกรณี



รูปที่ 2.14 น้ำบาดาลจะไหลจากบริเวณที่มีเฮดรวมสูงไปสู่บริเวณที่มีเฮดรวมต่ำเสมอโดยไม่ขึ้นอยู่กับ Elevation head หรือ Pressure head ซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงในแต่ละกรณี (Fetter, 2001)

อัตราส่วนระหว่างอัตราการสูบกับระยะน้ำลด เป็นคุณสมบัติประจำตัวของบ่อแต่ละบ่อ ซึ่งเรียกว่า ปริมาณน้ำจำเพาะ (Specific capacity, Sc) คำนวณได้โดยอัตราปริมาณน้ำที่สูบหารด้วยค่าระยะน้ำลด และมีหน่วยวัดคิดเป็นหน่วยของอัตราสูบต่อระยะน้ำลด 1 หน่วย ตัวอย่าง เช่น ถ้าสูบน้ำใน อัตรา 50 แกลลอนต่อนาทีมีระยะน้ำลด 5 ฟุต นั่นคือปริมาณน้ำจำเพาะ 10 แกลลอน ต่อนาทีต่อระยะน้ำาลด 1 ฟุต ซึ่งเมื่อตีความหมายคุณสมบัติของบ่อนี้จะได้ว่า ถ้าสูบน้ำในอัตรา 10 แกลลอนต่อนาทีบ่อนี้ จะมีระยะน้ำลด 1 ฟุต ค่าต่าง ๆ เหล่านี้เป็นหลักการขั้นต้นที่จะใช้ในการคำนวณ หรือเลือกใช้เครื่องสูบให้ถูกต้องกับคุณสมบัติของบ่อ



รูปที่2.15 ลักษณะของกรวยน้ำลดในชั้นน้ำบาดาลประเภทชั้นน้ำไร้แรงดัน และชั้นน้ำมีแรงดัน

(กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2547)

บทที่3 ระเบียบวิธีวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยประกอบด้วย 6 ขั้นตอนหลักดังต่อไปนี้ แสดงใน**รูปที่ 3.1**

1. ศึกษางานวิจัย และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์
2. รวบรวมข้อมูลทางด้านภูมิศาสตร์ ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลอุทกธรณีวิทยา ข้อมูลธรณีวิทยา และข้อมูลธรณีวิทยาหลุมเจาะ
3. สร้างภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยาในพื้นที่ศึกษา
4. เก็บข้อมูลระดับน้ำบาดาล ณ ตำแหน่งที่กำหนด
5. ปรับปรุงและพัฒนาแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ของชั้นน้ำและทิศทางการไหลของน้ำบาดาล
6. จัดทำรูปเล่มรายงาน

รูปที่3.1 ขั้นตอนการศึกษา

3.1 ศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา

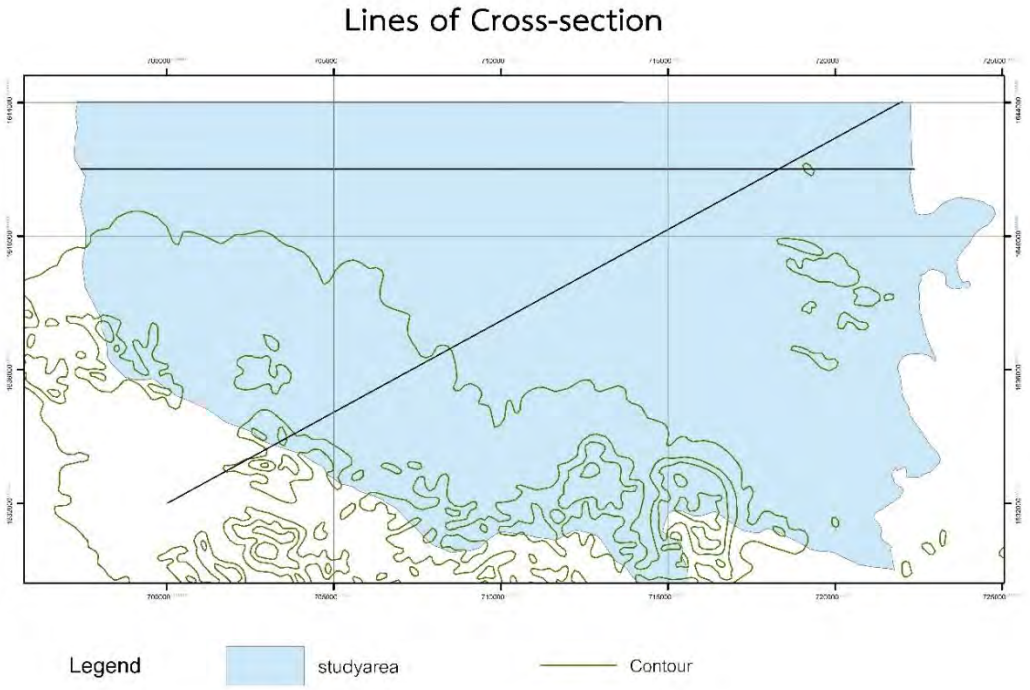
รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับธรณีวิทยาทั่วไปที่สามารถพบได้ในพื้นที่ศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับธรณีโครงสร้างเพื่อดูระนาบการวางตัวของชั้นหินหรือรอยแตกของชั้นหินหรือโครงสร้างที่อาจทำให้เกิดช่องว่างในชั้นหินได้ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบ 1มิติ และ 2 มิติในชั้นน้ำบาดาล ข้อมูลค่าความต้านทานไฟฟ้าของชั้นหินบริเวณพื้นที่ศึกษารวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอุทกธรณีวิทยาในชั้นหินที่ลักษณะเหมือนกับในพื้นที่ศึกษาเช่น การศึกษาอุทกธรณีวิทยาในหมวดหินเขาขาดโดยวิธีไอโซโทปเสถียร การศึกษาความสัมพันธ์ของระดับน้ำบาดาลกับทิศทางการไหลของน้ำบาดาล และการศึกษาปริมาณน้ำจำเพาะ

3.2 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

รวบรวมข้อมูลทางด้านภูมิศาสตร์ เช่น แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ลำดับชุด L7018 ระวาง 5138I, 5138II, 5238III, 5238IV เพื่อศึกษาลักษณะภูมิประเทศทั่วไปในพื้นที่ศึกษา ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกำหนดขอบเขตแหล่งที่อาจปล่อยของเสียลงสู่น้ำบาดาล ข้อมูลธรณีวิทยาเพื่อแบ่งขอบเขตของชั้นน้ำในพื้นที่ศึกษา ข้อมูลธรณีวิทยาและข้อมูลอุทกธรณีวิทยาเพื่อแบ่งประเภทของชั้นน้ำในพื้นที่ศึกษา

3.3 สร้างภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยาในพื้นที่ศึกษา

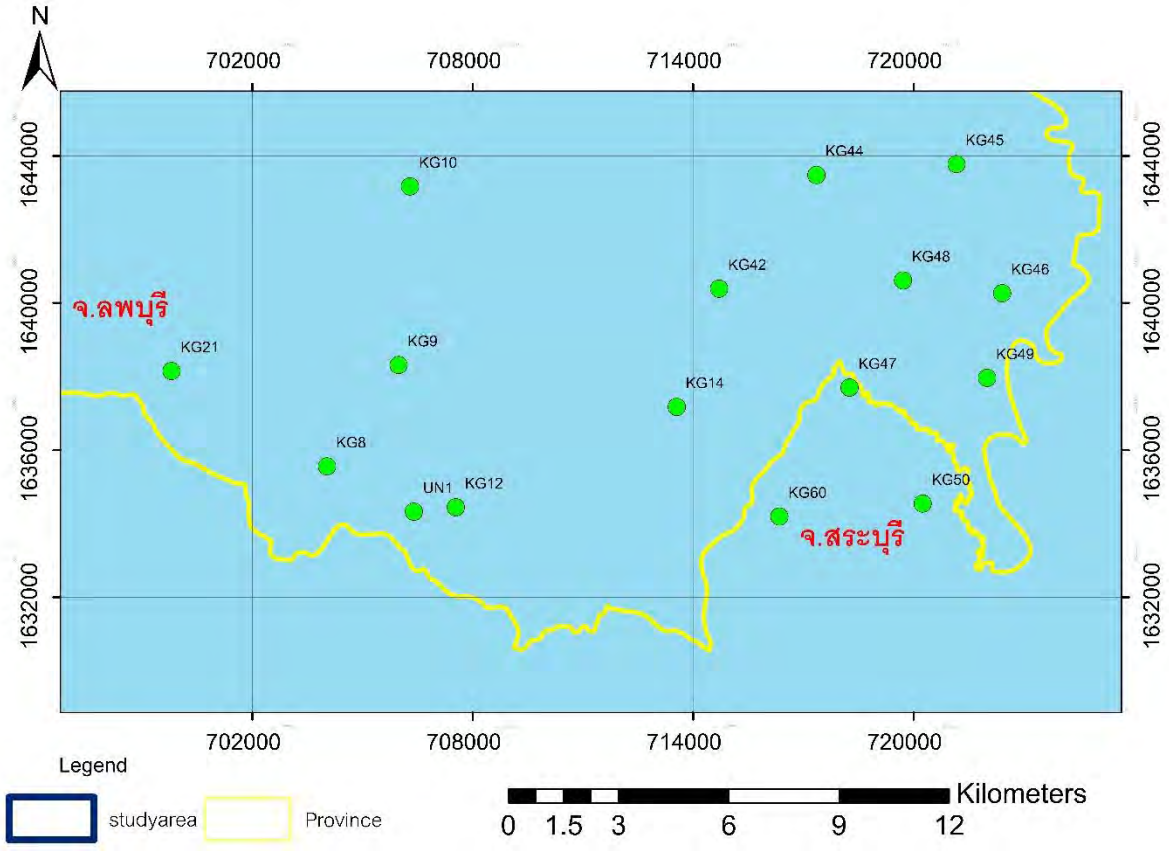
สร้างแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ของอุทกธรณีวิทยาโดยการสร้างภาพตัดขวาง 2 แนวคือแนวตะวันตกเฉียงใต้-ตะวันออกเฉียงเหนือ กับ แนวตะวันตก-ตะวันออกจากการจำแนกชนิดของตะกอนและหินจากการเจาะสำรวจเป็นหลักเพื่อให้มีประโยชน์ในการวางแผนการออกภาคสนามในขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 3.2 แผนที่แสดงแนวการวางตัวของภาพตัดขวาง

3.4 เก็บข้อมูลระดับน้ำบาดาล ณ ตำแหน่งที่กำหนด

ตำแหน่งในการเก็บข้อมูลจะทำการวางตำแหน่งในการเก็บข้อมูลกระจายไปตามลักษณะของแนวพื้นที่ราบของพื้นที่ศึกษาซึ่งเป็นพื้นที่ส่วนใหญ่และอยู่บริเวณด้านบน (**รูปที่ 3.2**) การกระจายจุดสำรวจที่มากพอและครอบคลุมจะทำให้ได้ข้อมูลที่ดีและมีความน่าเชื่อถือมากขึ้นด้วย



รูปที่ 3.3 แผนที่แสดงตำแหน่งบ่อน้ำบาดาลที่วัดระดับน้ำบาดาล

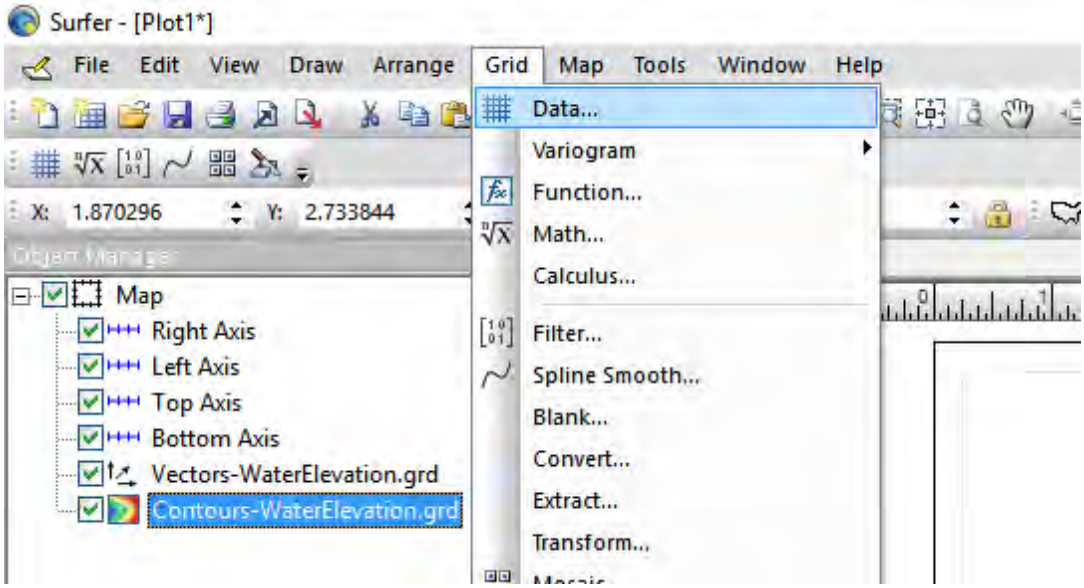
ซึ่งหากต้องการจะต้องทำแบบจำลองแสดงทิศทางการไหลของน้ำบาดาลจะต้องทำหลายจุดแล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ร่วมกัน เพื่อให้ได้แบบจำลองที่มีความถูกต้องของข้อมูลมากยิ่งขึ้น โดยใช้โปรแกรม Surfer 11 ในการประมวลผลข้อมูลเพื่อนำมาสร้างแบบจำลองต่อไปซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1.สร้างตารางในโปรแกรม Microsoft Excel

	A	B	C	D	E	F
1	well no	easting	northing	water	elevation	waterelev
2	KG8	704036	1635559	27.02	132	104.98
3	KG9	705981	1638315	11.5	105	93.5
4	KG21	699801	1638154	10.01	132	121.99
5	KG10	706292	1643173	1.63	64	62.37
6	KG42	714709	1640393	5.3	39	33.7
7	KG44	717358	1643486	21.2	67	45.8
8	KG45	721173	1643782	4.27	59	54.73
9	KG48	719714	1640616	15.03	70	54.97
10	KG46	722412	1640269	23.83	41	17.17
11	KG49	722003	1637964	25.54	50	24.46
12	KG47	718257	1637701	5	40	35
13	KG50	720250	1634547	8.2	44	35.8
14	KG60	716349	1634195	13.15	96	82.85
15	KG12	707541	1634446	10.29	107	96.71
16	UN1	706401	1634325	10.59	110	99.41
17	KG14	713556	1637176	7.07	68	60.93
18						

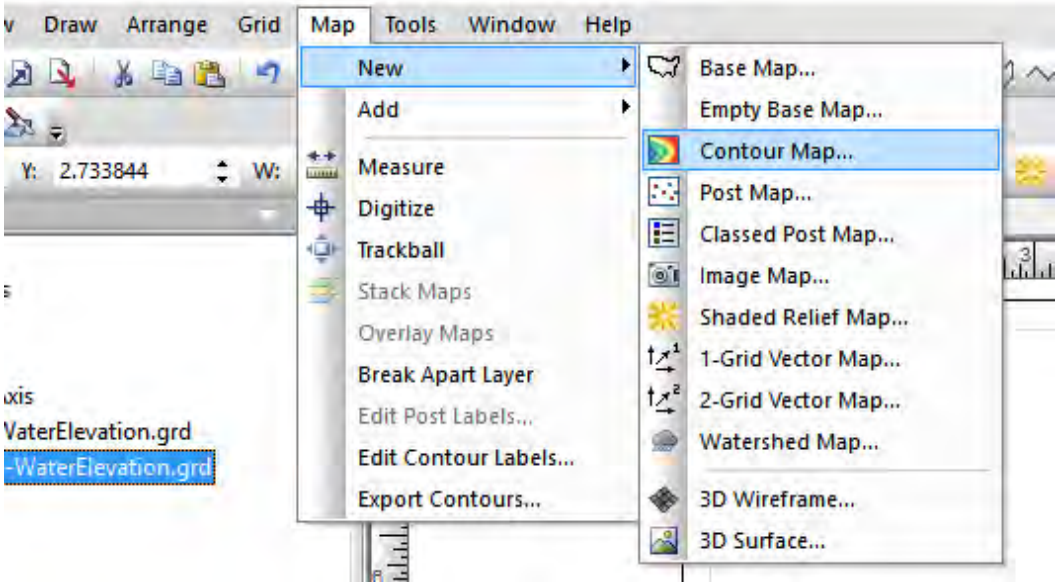
รูปที่ 3.4 ตารางเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดระดับน้ำบาดาล

2.เปิดโปรแกรม Surfer แล้วนำเข้าข้อมูลโดยเข้า Grid>Data>ที่อยู่ไฟล์ Excel



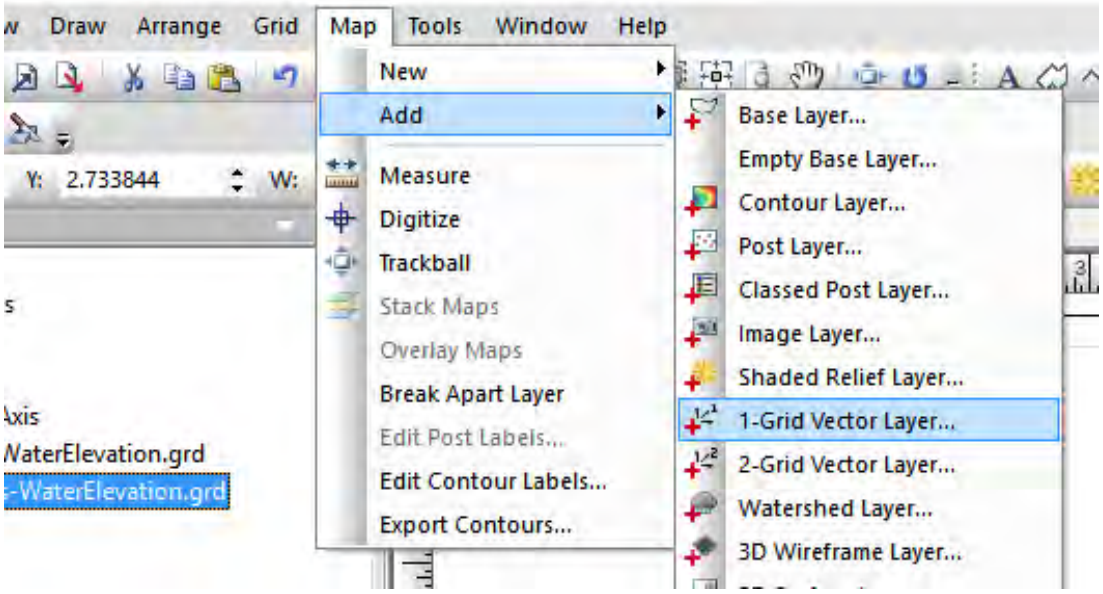
รูปที่ 3.5 ภาพแสดงวิธีการนำเข้าข้อมูลจากตารางเข้าสู่โปรแกรม Surfer

3.เปิดไฟล์ Grid โดยเข้า Map>New>Contour map>ที่อยู่ไฟล์ Grid



รูปที่ 3.6 ภาพแสดงวิธีสร้างแผนที่ระดับชั้นความสูงของระดับน้ำบาดาล

4.สร้างเส้นแสดงทิศทางการไหลโดยเข้า Map>New>1-Grid vector layer>ที่อยู่ไฟล์ Grid



รูปที่ 3.7 ภาพแสดงวิธีสร้างแผนที่แสดงทิศทางการไหลของน้ำบาดาล

3.5 ปรับปรุงและพัฒนาแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ของชั้นน้ำและทิศทางการไหลของน้ำบาดาล

การสร้างแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ของอุทกธรณีวิทยามีข้อบกพร่องเนื่องจากบางพื้นที่มีข้อมูลธรณีวิทยาหลุมเจาะน้อยเกินกว่าจะสามารถเทียบความสัมพันธ์กับชั้นน้ำในกระจายตัวทั่วบริเวณพื้นที่ศึกษาได้จึงทำการสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีการหาค่าความต้านทานไฟฟ้าเพื่อมาเทียบความสัมพันธ์ทางอุทกธรณีวิทยาร่วมกับข้อมูลธรณีวิทยาหลุมเจาะ โดยการสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีการหาค่าความต้านทานไฟฟ้ามีขั้นตอนดังนี้

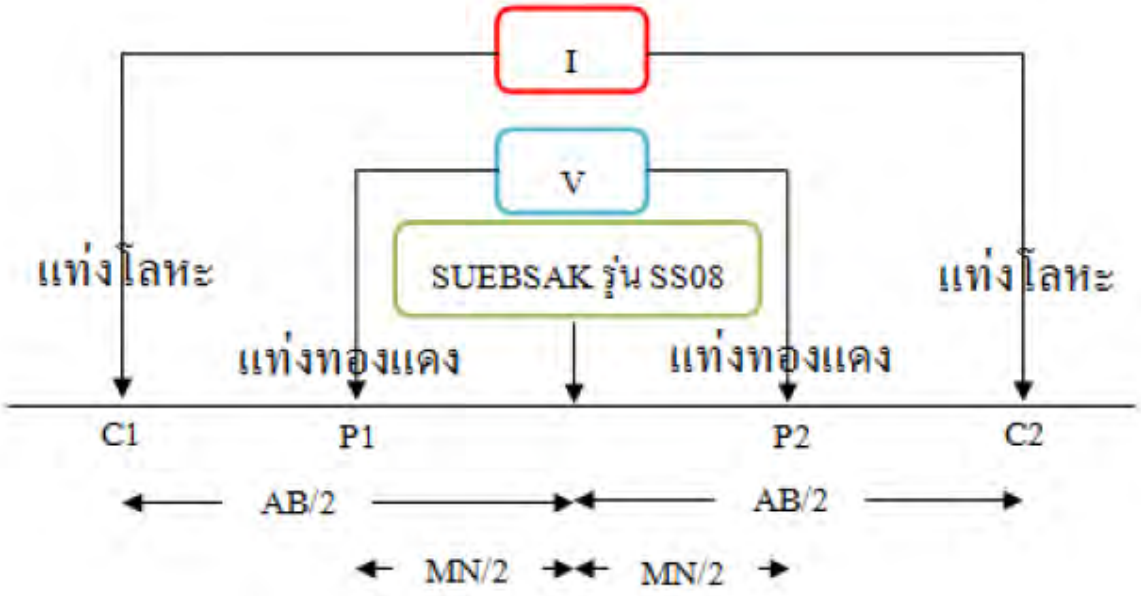
1.เตรียมอุปกรณ์ในการสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีการหาค่าความต้านทานไฟฟ้าได้แก่ เครื่องมือสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า SUEBSAK รุ่น SS08, แท่งโลหะสำหรับปล่อยกระแสไฟฟ้าจำนวน 2 แท่ง, แท่งทองแดงสำหรับวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าจำนวน 2 แท่ง, สายไฟฟ้าม้วนเก็บได้ยาว 200 เมตรจำนวน 2 ชุด, เทปวัดระยะยาว 50 เมตรจำนวน 4 อัน, เครื่อง GPS, เข็มทิศ, สายไฟคีบแบบสั้นยาว 1 เมตรจำนวน 2 เส้น, แบตเตอรี่ 12V, สายต่อแบตเตอรี่และค้อนจำนวน 4 อัน

รูปที่ 3.8 ภาพแสดงอุปกรณ์ในการสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวิธีการหาค่าความต้านทานไฟฟ้า

2.ทำการลากเทปวัดระยะยาว 50 เมตรไปทางฝั่งขวาและซ้ายฝั่งละ 2 อันโดยมีเครื่องมือสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า SUEBSAK รุ่น SS08อยู่ตรงกลาง

3.ใช้ค้อนตอกแท่งโลหะสำหรับปล่อยกระแสไฟฟ้าจำนวน 2 แท่งและแท่งทองแดงสำหรับวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าจำนวน 2 แท่งแล้วใช้

4.ใช้สายไฟฟ้าม้วนเก็บได้ยาว 200 เมตรจำนวน 2 ชุดและสายไฟคีบแบบสั้นยาว 1 เมตรจำนวน 2 เส้นและสายต่อแบตเตอรี่ต่อเข้ากับแบตเตอรี่ 12V และเครื่องมือสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า SUEBSAK รุ่น SS08ดัง **รูปที่ 3.9**



รูปที่ 3.9 ภาพแสดงการวางตำแหน่งแท่งโลหะและแท่งทองแดง (กวางทอง, 2557)

โดยระยะห่างระหว่างแท่งโลหะที่ปล่อยกระแสไฟฟ้าจะเท่ากับ AB และระยะระหว่างแท่งทองดองที่ใช้วัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าจะเท่ากับ MN และพื้นที่ตรงกลางระหว่างแท่งโละและแท่งทองแดงจะมีแบตเตอรี่ 12Vและเครื่องมือสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า SUEBSAK รุ่น SS08 ที่ต่อสายไฟฟ้าเข้ากับแท่งโลหะและแท่งทองแดงไว้แล้ว

5.วัดค่ากระแสไฟฟ้าและค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าแล้วจดบันทึกทั้งหมดสามครั้งโดยที่ต้องปรับค่า Range ของค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่วัดให้มีความเหมาะสมกับค่าที่ได้จากตำแหน่งนั้นๆด้วย

6.ทำการขยับแท่งโลหะและแท่งทองแดงให้มีระยะ MN และระยะ AB ตามรูปที่3.11แล้วทำตามข้อ5 จนครบทุกช่อง

UTM: E..... N..... Location.....

จุดสำรวจที่.....วันที่.....

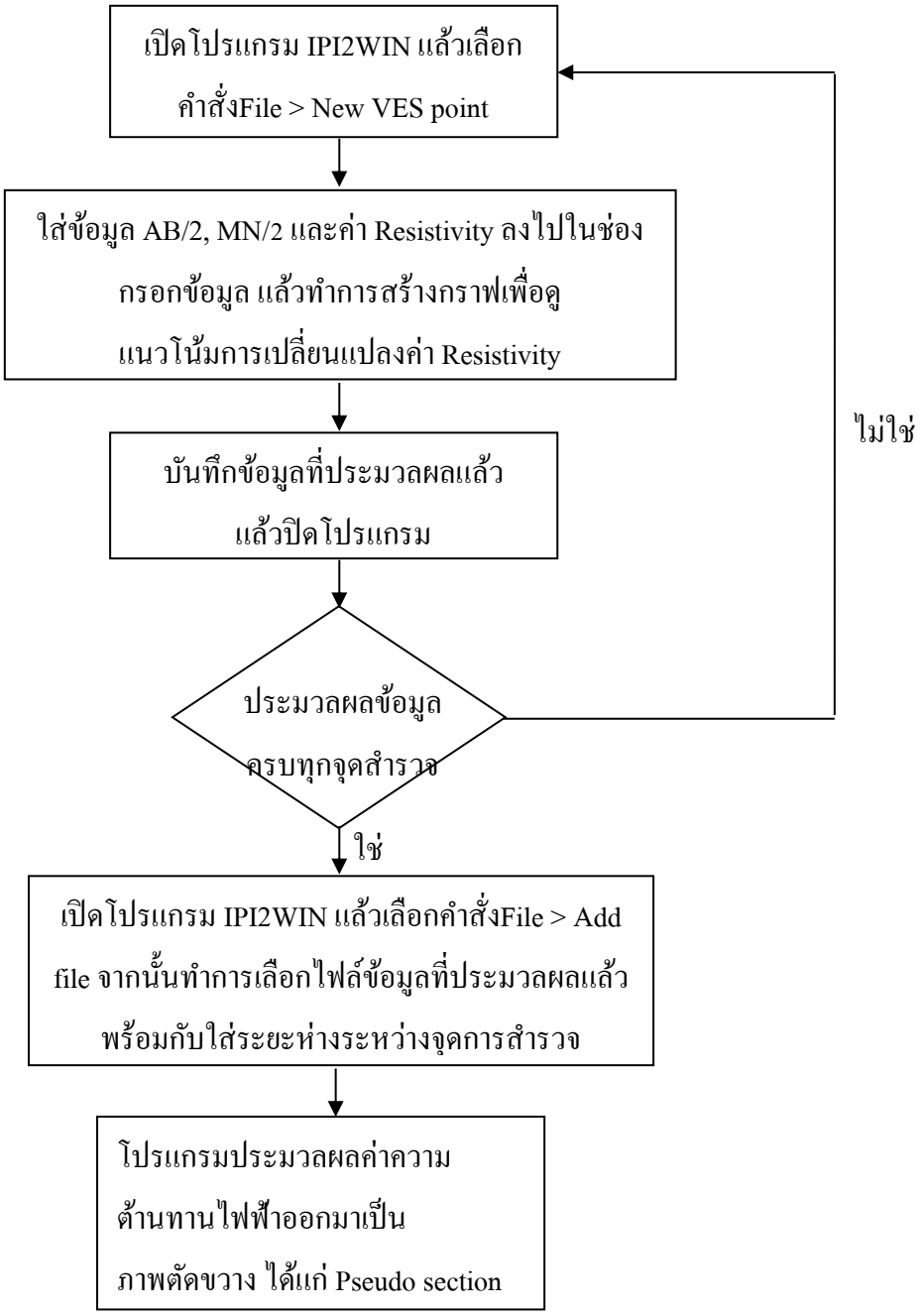
AB/2	MN/2	k	Range	I1	I2	I3	V1	V2	V3	Res
1	0.5	2.36								
1.5	0.5	6.29								
2	0.5	11.79								
3	0.5	27.50								
3	2.0	3.93								
5	2.0	16.50								
7	2.0	35.36								
10	2.0	75.43								
10	5.0	23.57								
15	5.0	62.86								
20	5.0	117.86								
25	5.0	188.57								
30	5.0	275.00								
35	5.0	377.14								
40	5.0	495.00								
45	5.0	628.57								
50	5.0	777.86								
50	20.0	165.00								
60	20.0	251.43								
70	20.0	353.57								
80	20.0	471.43								
90	20.0	605.00								
100	20.0	754.29								
110	20.0	919.29								

รูปที่ 3.10 ภาพแสดงตารางการจดบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าและค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า

7.หาค่าเฉลี่ยของค่ากระแสไฟฟ้ากับค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า

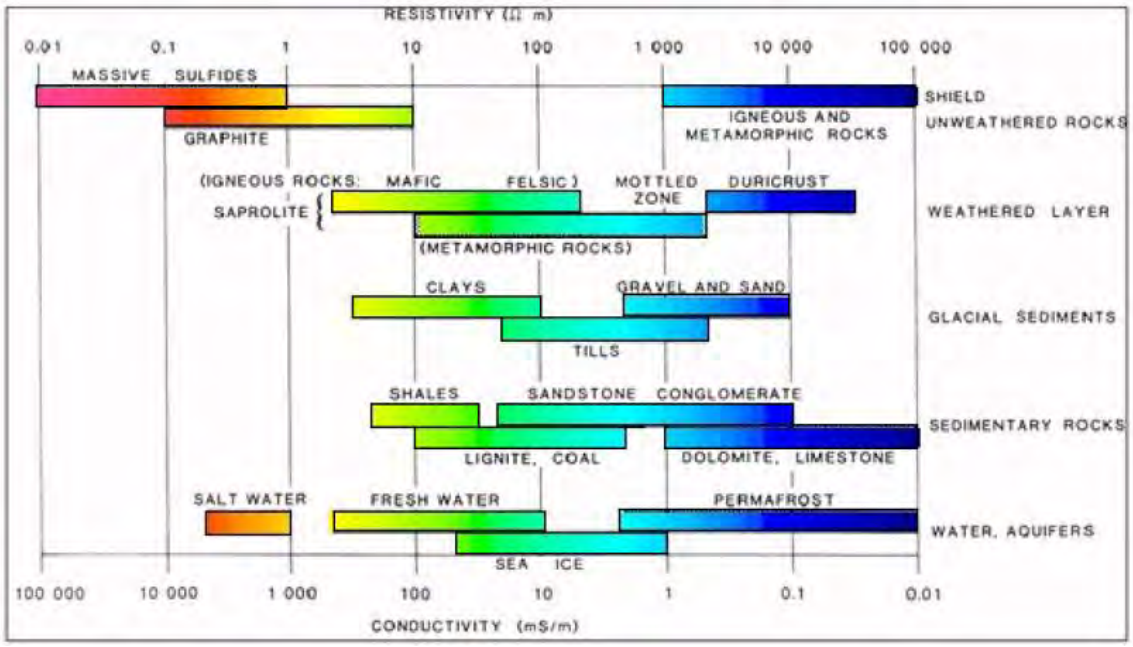
8.หาค่าRESโดยนำค่าเฉลี่ยความต่างศักย์ไฟฟ้ามาคูณกับค่าkและrangeแล้วหารด้วยค่าเฉลี่ยกระแสไฟฟ้า

9.ใช้โปรแกรม IPI2WIN มาวิเคราะห์ข้อมูลต่อไปดัง**รูปที่** 3.11



รูปที่ 3.11 แสดงขั้นตอนการประมวลผลข้อมูลความต้านทานไฟฟ้าโดยโปรแกรม IPI2WIN

10.เทียบผลที่ได้กับ Resistivity chart เพื่อแบ่งประเภทของหินและตะกอน

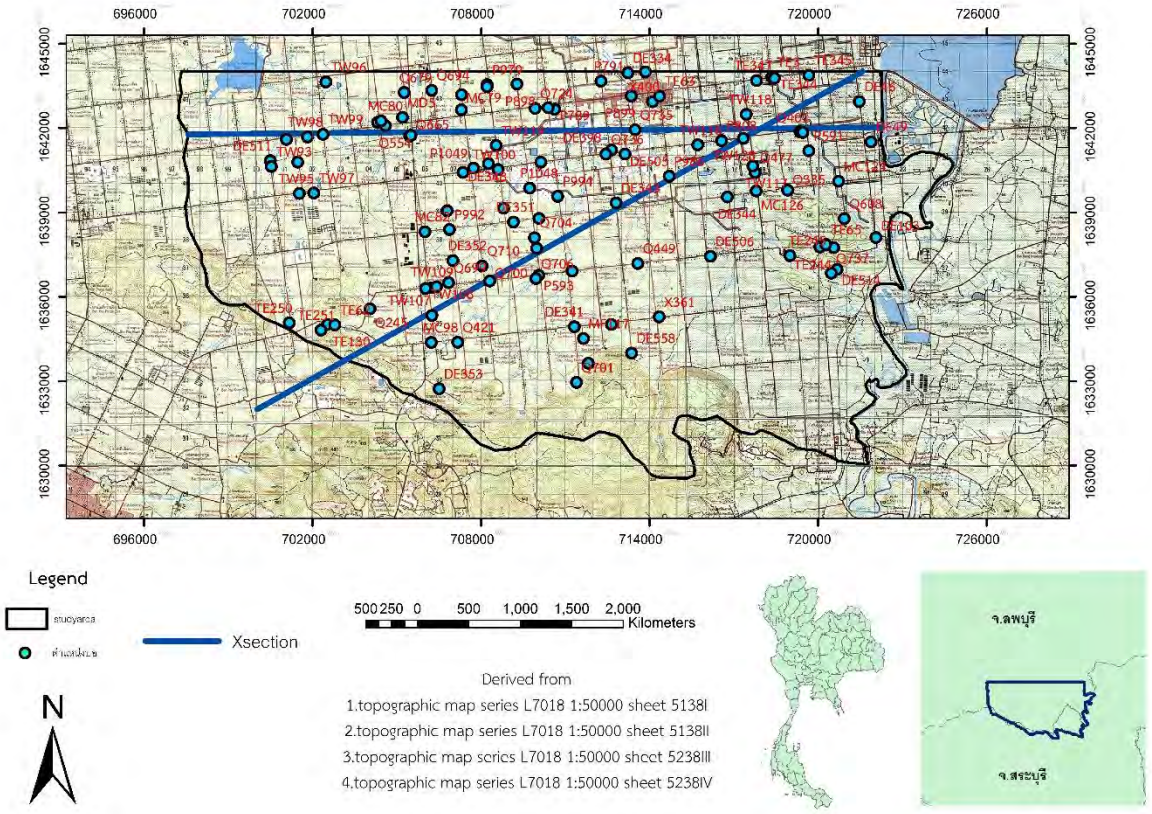


รูปที่ 3.12 Resistivity chart (Palacky, 1987)

บทที่4 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล

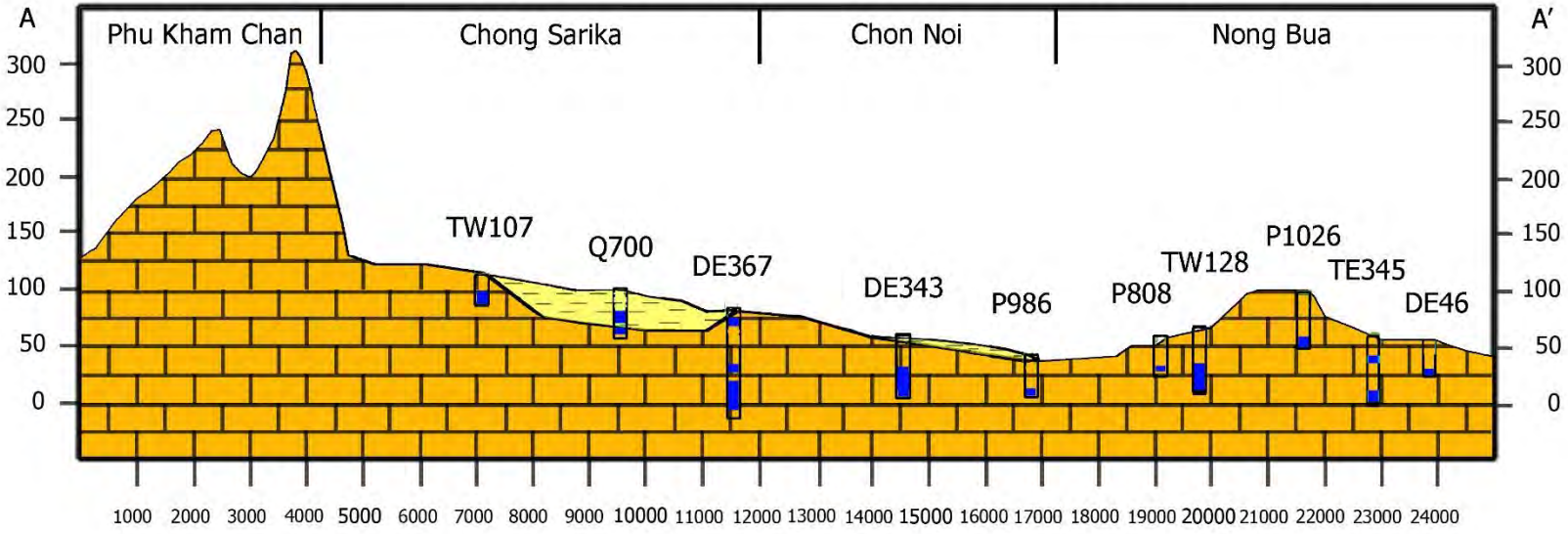
จากการศึกษางานวิจัยในพื้นที่ศึกษาที่เกี่ยวกับธรณีวิทยาทั่วไป ธรณีโครงสร้าง การสำวจทางธรณีฟิสิกส์ และการรวบรวมข้อมูลทางด้านภูมิศาสตร์ ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลอุทกธรณีวิทยา ข้อมูลคุณภาพน้ำบาดาลของพื้นที่ศึกษา ข้อมูลการสูบทดสอบ ข้อมูลการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์และข้อมูลธรณีหลุมเจาะสามารถนำมาวิเคราะห์และแปลผลข้อมูลได้ดังนี้

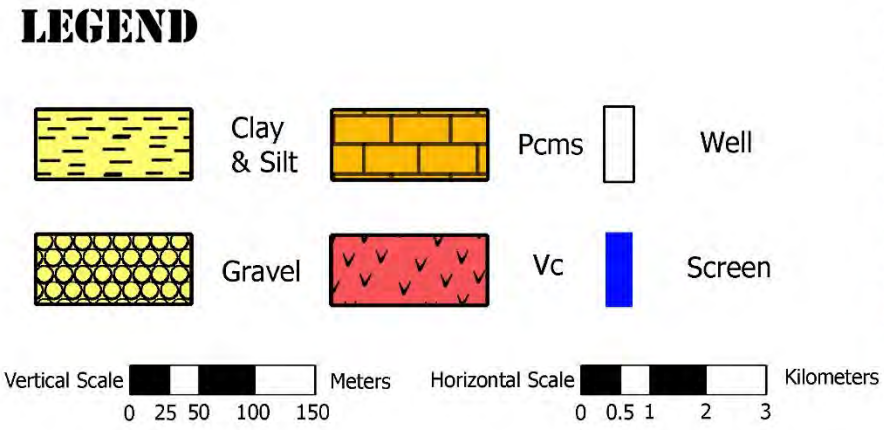
1. **ภาพตัดขวางทางด้านอุทกธรณีวิทยา**จากการแปลผลข้อมูลทางด้านภูมิศาสตร์ ข้อมูลอุทกธรณีวิทยา ข้อมูลธรณีวิทยาทั่วไป ข้อมูลธรณีโครงสร้างและข้อมูลธรณีหลุมเจาะในพื้นที่ศึกษาทำให้ได้ผลลัพธ์เป็นภาพตัดขวางทางด้านอุทกธรณีวิทยาโดยใช้หลักการของการลำดับชั้นหินในการเทียบความสัมพันธ์เป็นหลักซึ่งมีทั้งหมด 2 แนวคือแนวตะวันตกเฉียงใต้-ตะวันออกเฉียงเหนือ และแนวตะวันตก-ตะวันออก

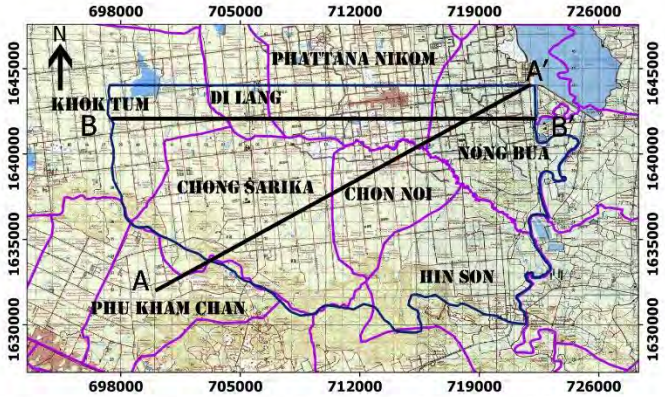


รูปที่4.1 ภาพแสดงแนวภาพตัดขวางในพื้นที่ศึกษา

ภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยาแนว A-A′

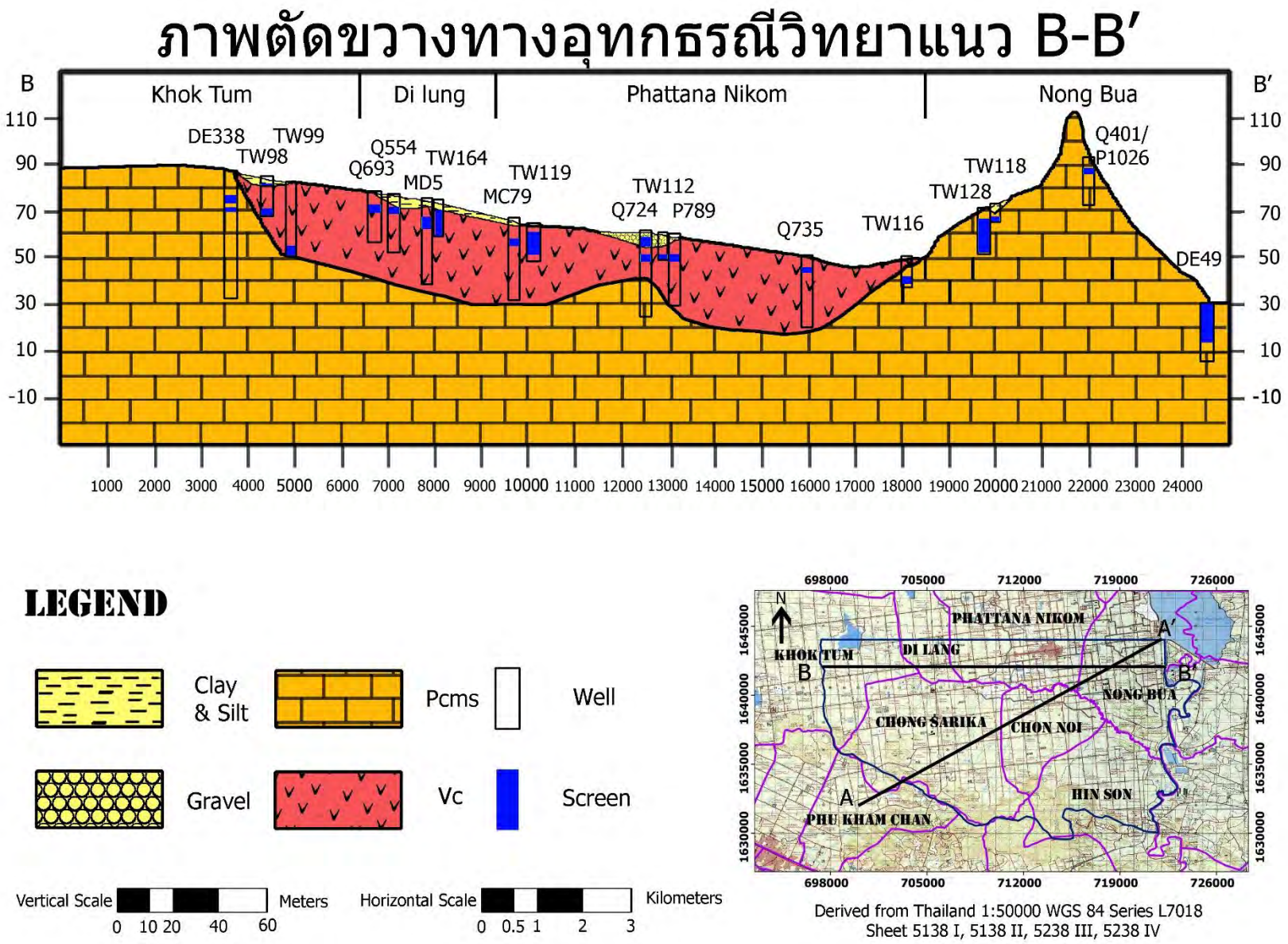






Derived from Thailand 1:50000 WGS 84 Series L7018
Sheet 5138 I, 5138 II, 5238 III, 5238 IV

รูปที่ 4.2 ภาพตัดขวางแสดงการแบ่งชั้นอุทกธรณีวิทยาในแนวตะวันตกเฉียงใต้-ตะวันออกเฉียงเหนือ



รูปที่ 4.3 ภาพตัดขวางแสดงการแบ่งชั้นอุทกธรณีวิทยาในแนวตะวันตก-ตะวันออก

ผลลัพธ์ที่ได้จากภาพตัดขวางทางคือชั้นน้ำในบริเวณพื้นที่ศึกษานี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชั้นน้ำตรงตามแผนที่อุทกธรณีวิทยาของจังหวัดลพบุรีและสระบุรีของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล (2550) ดังนี้

1.ชั้นน้ำตะกอนน้ำพัดพา (Qfd)

2.ชั้นน้ำหินคาร์บอเนตอายุเพอร์เมียน (Pcms)

3.ชั้นน้ำหินภูเขาไฟ (Vc)

ชั้นน้ำตะกอนน้ำพัดพาสะสมตัวในยุคควอเทอร์นารีเป็นชั้นน้ำที่มีความหนาน้อยมากกระจายตัวตามทางน้ำวางตัวอยู่ชั้นบนสุดปิดทับชั้นน้ำหินภูเขาไฟสะสมตัวในยุคเพอร์โม-ไทรแอสซิกกระจายตัวบริเวณตอนบนของพื้นที่ในแนวตะวันตก-ตะวันออกและชั้นน้ำหินคาร์บอเนตอายุเพอร์เมียนวางตัวอยู่ล่างสุดโดยกระจายตัวเป็นส่วนมากของพื้นที่ซึ่งชั้นน้ำนี้มีลักษณะพิเศษคือมีโพรงให้น้ำบาดาลและตะกอนขนาดเล็กตั้งแต่ทรายแป้งถึงโคลนอยู่กระจายตัวทั่วชั้นน้ำ

2. ระดับน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาและทิศทางการไหลของน้ำบาดาล

การวัดระดับน้ำบาดาลในวันที่ 23-24 มกราคม 2560 ได้จำนวนข้อมูลมาทั้งหมด 16 จุดข้อมูล ดังแสดงในตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 รายละเอียดชื่อบ่อ ตำแหน่ง และระดับน้ำบาดาลของบ่อที่ทำการสำรวจ ระหว่างวันที่ 23-24 มกราคม

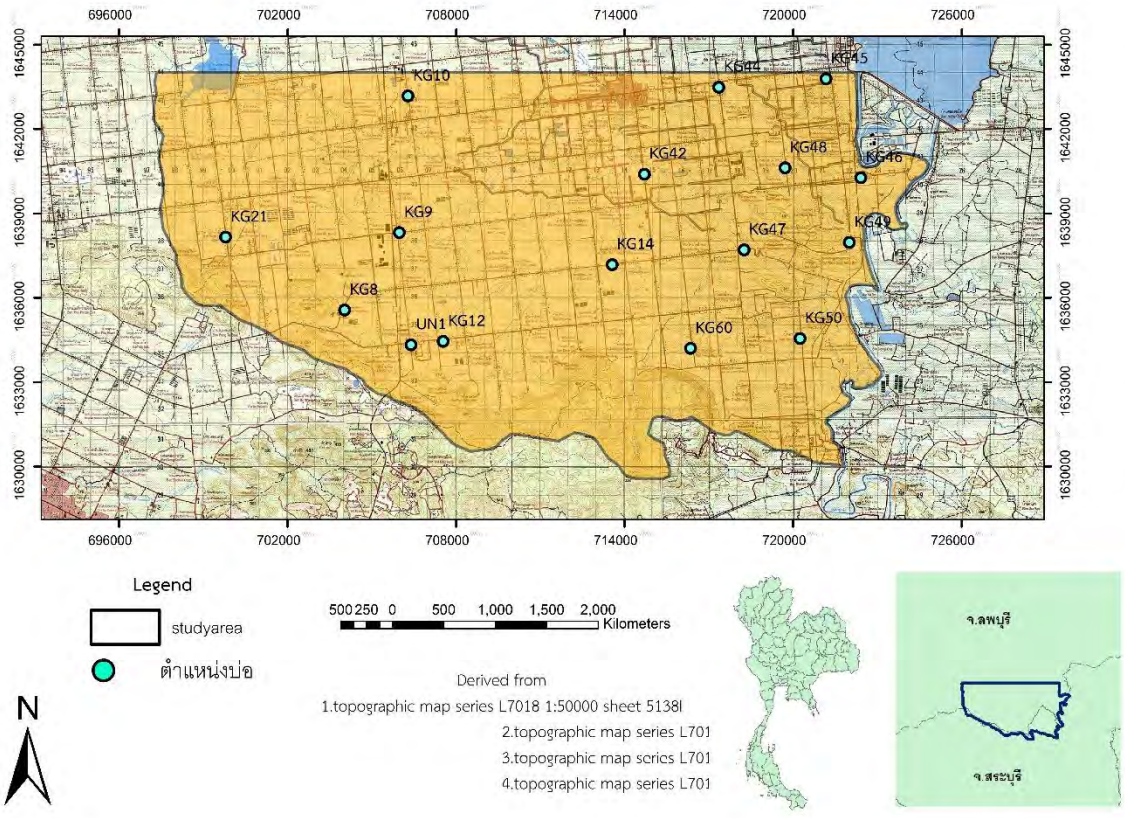
ชื่อบ่อ	พิกัดตะวันออก	พิกัดเหนือ	อำเภอ	ตำบล	ระดับน้ำจากปากบ่อ (m.)	ความสูงของพื้นที่ (m, msl.)	ระดับน้ำบาดาล (m, msl.)
KG8	704036	1635559	พัฒนานิคม	ช่องสาริกา	27.02	132	104.98
KG9	705981	1638315	พัฒนานิคม	ช่องสาริกา	11.5	105	93.5
KG21	699801	1638154	เมืองลพบุรี	โคกตูม	10.01	132	121.99
KG10	706292	1643173	พัฒนานิคม	ดีลัง	1.63	64	62.37
KG42	714709	1640393	พัฒนานิคม	ชอนน้อย	5.3	39	33.7
KG44	717358	1643486	พัฒนานิคม	หนองบัว	21.2	67	45.8
KG45	721173	1643782	พัฒนานิคม	หนองบัว	4.27	59	54.73
KG48	719714	1640616	พัฒนานิคม	หนองบัว	15.03	70	54.97
KG46	722412	1640269	พัฒนานิคม	หนองบัว	23.83	41	17.17
KG49	722003	1637964	พัฒนานิคม	หนองบัว	25.54	50	24.46
KG47	718257	1637701	แก่งค่อย	หินซ้อน	5	40	35
KG50	720250	1634547	แก่งค่อย	หินซ้อน	8.2	44	35.8
KG60	716349	1634195	แก่งค่อย	หินซ้อน	13.15	96	82.85
KG12	707541	1634446	พัฒนานิคม	ช่องสาริกา	10.29	107	96.71
UN1	706401	1634325	พัฒนานิคม	ช่องสาริกา	10.59	110	99.41
KG14	713556	1637176	พัฒนานิคม	ชอนน้อย	7.07	68	60.93

จากเลือกบ่อน้ำที่จะทำการวัดระดับน้ำบาดาลจะเลือกให้กระจายตัวเต็มพื้นที่ศึกษาสังเกตุได้ในรูป4.4 ค่าที่เก็บมาจากแต่ละบ่อน้ำคือค่าระดับน้ำจากปากบ่อซึ่งใช้อุปกรณ์เครื่องระดับน้ำซึ่งจะเป็นสายไฟยาวๆ ที่มีตัวตรวจจับน้ำบาดาลที่ปลายสายไฟซึ่งจะส่งสัญญาณเสียงเมื่อตัวตรวจจับถึงพื้นผิวน้ำบาดาลแล้วทำให้ได้ระยะความยาวที่วัดจากปากบ่อลงไปถึงน้ำบาดาลในแต่ละบ่อน้ำและค่าความสูงของพื้นที่ซึ่งใช้อุปกรณ์เครื่องวัดพื้นที่ระบบจีพีเอสทำให้ได้ค่าความสูงของปากบ่อน้ำเทียบกับระดับน้ำทะเลปานกลาง

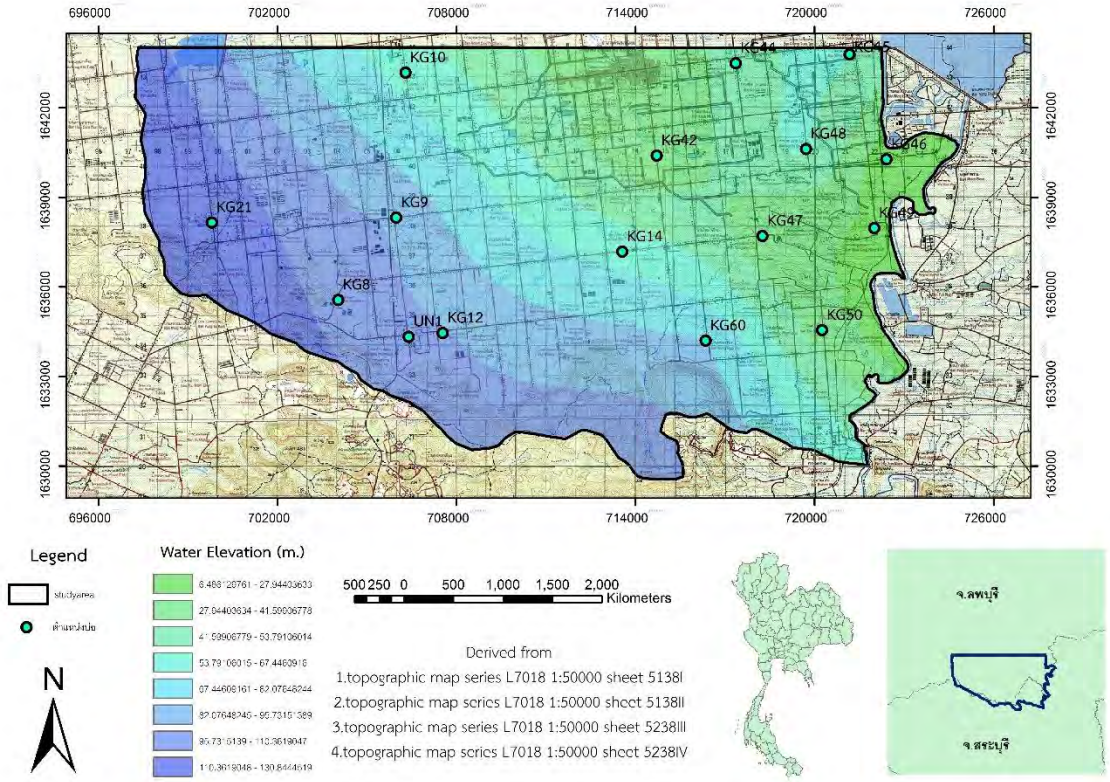
เมื่อได้สองค่าที่เก็บมาจากบ่อน้ำแล้วให้นำค่าระดับน้ำจากปากบ่อลบกับค่าความสูงของพื้นที่ได้ผลลัพธ์เป็นค่าระดับน้ำบาดาลเทียบกับระดับน้ำทะเลปานกลางแล้วนำมาวิเคราะห์ผลเป็นแผนที่แสดงระดับน้ำบาดาลและแผนที่แสดงทิศทางการไหลของน้ำบาดาล

เนื่องจากชั้นน้ำตะกอนพัดพามีบ่อน้ำที่สูบน้ำขึ้นมาอุปโภค-บริโภคน้อยมากและเป็นชั้นน้ำที่บางมาก ทำให้ไม่สามารถหาทิศทางการไหลของน้ำบาดาลของเฉพาะชั้นน้ำนี้ได้ส่วนชั้นน้ำหินทรายเนื้อเถ้าภูเขาไฟมีการวางตัวในพื้นที่ศึกษาไม่กระจายตัวแต่ผลจากการวิเคราห์ข้อมูลระดับน้ำบาดาลพบว่ามีทิศทางการไหลสอดคล้องกันกับชั้นน้ำหินคาร์บอเนตอายุเพอร์เมียนซึ่งกระจายตัวครอบคลุมทั้งพื้นที่ศึกษาและมีการสูบน้ำขึ้นมาใช้เป็นส่วนใหญ่ของชาวบ้านในบริเวณนี้

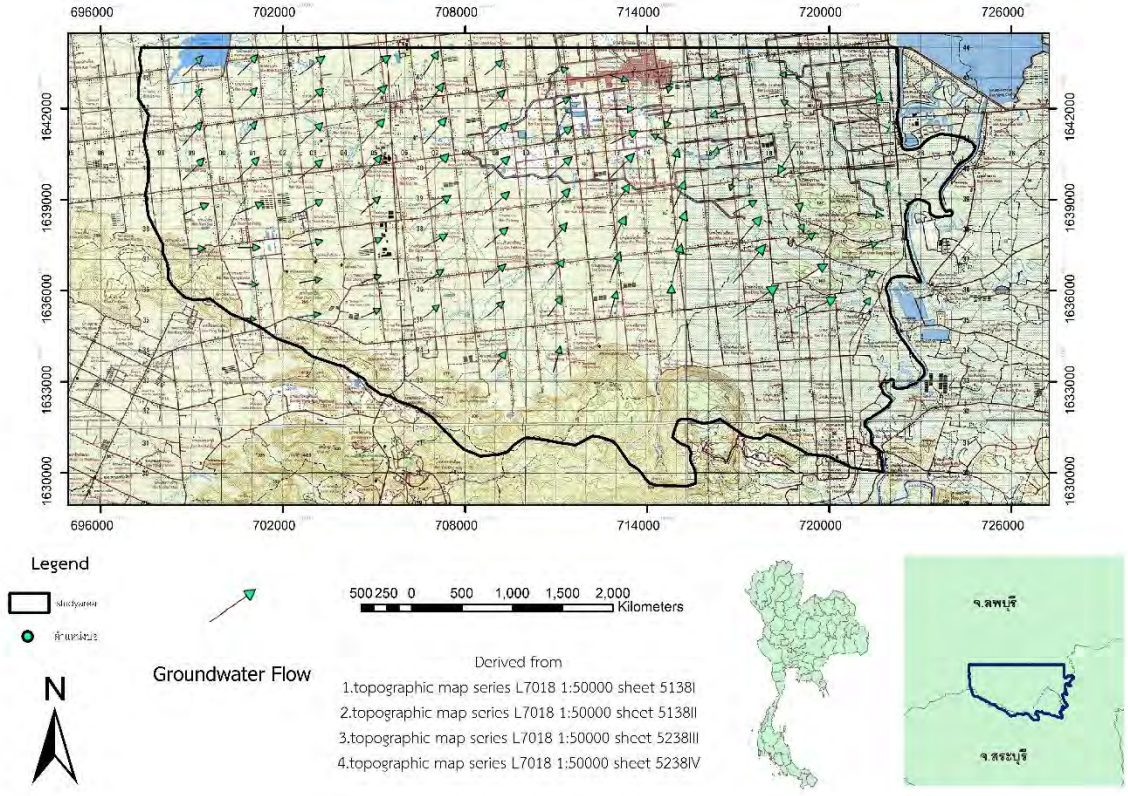
จากข้อมูลระดับน้ำบาดาลจะเห็นได้ว่าทิศทางการไหลของน้ำบาดาลไหลจากตะวันตกฉียงใต้ไปสู่ตะวันออกเฉียงเหนือโดยจะมีการไหลในทิศทางอื่นบริเวณฝั่งตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ซึ่งเป็นบริเวณรอยต่อของชั้นน้ำหินภูเขาไฟกับชั้นน้ำหินคาร์บอเนตอายุเพอร์เมียน



รูปที่ 4.4 แผนที่แสดงตำแหน่งบ่อน้ำที่ทำการเก็บค่าระดับน้ำ



รูปที่ 4.5 แผนที่แสดงระดับชั้นความสูงของระดับน้ำบาดาล



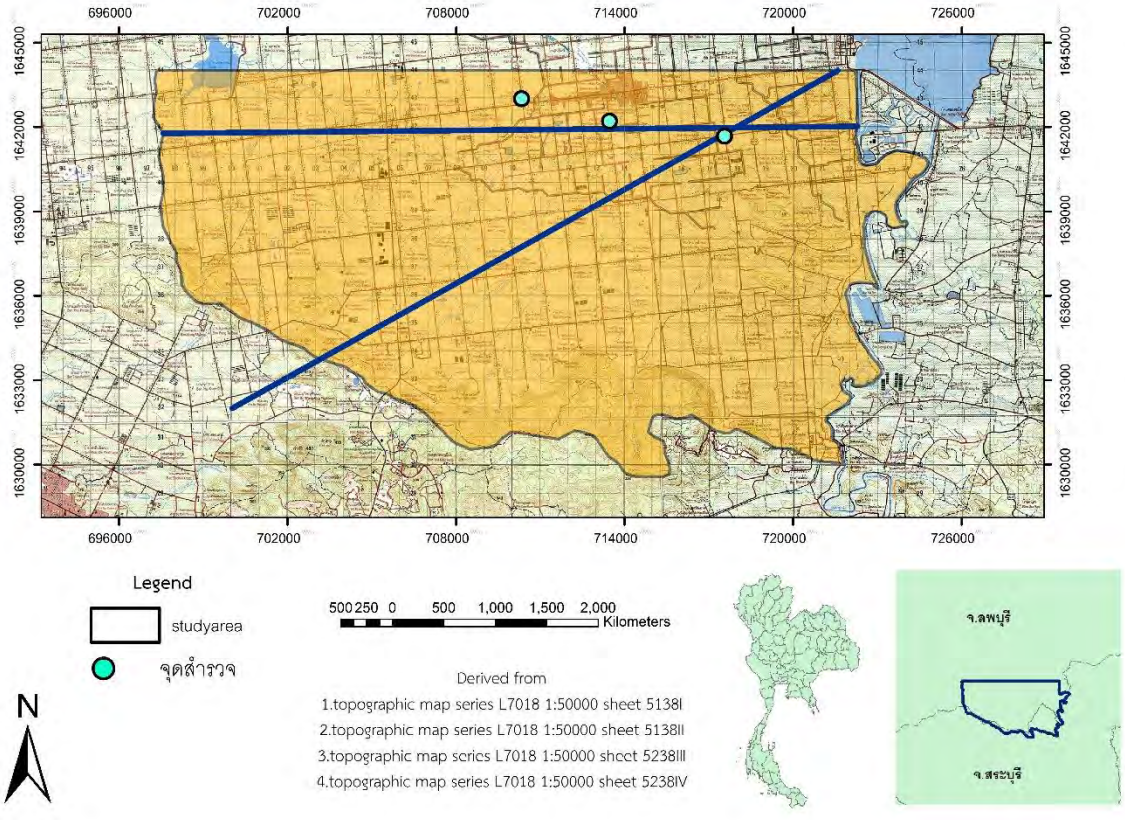
รูปที่ 4.6 แผนที่แสดงทิศทางการไหลของน้ำบาดาล

3. **ผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก**

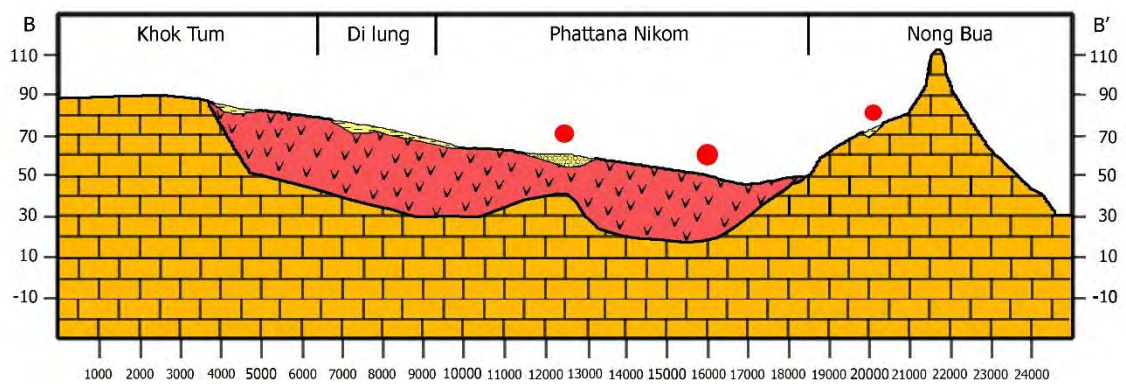
จากการออกภาคสนามในการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึกด้วยวิธีการวางขั้วแบบ Wenner-Schlumberger array ในวันพฤหัสบดีที่ 6 เมษายน พศ.2560 โดยสำรวจขนานก็แนวภาพตัดขวางตะวันตก-ตะวันออกดังที่เห็นได้ในรูปที่4.7 กับรูปที่4.8 เป็นจุดสีแดงกับจุดสีเหลือง

ตารางที่ 2 รายละเอียดชื่อจุดสำรวจ ตำแหน่ง ของการสำรวจทางธรณีฟิสึกส์ ระหว่างวันที่ 6 เมษายน

ชื่อจุดสำรวจ	พิกัดตะวันออก	พิกัดเหนือ	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล
จุดสำรวจที่ 1	710325	1643033	ลพบุรี	พัฒนานิคม	พัฒนานิคม
จุดสำรวจที่ 2	713402	1642198	ลพบุรี	พัฒนานิคม	พัฒนานิคม
จุดสำรวจที่ 3	717533	1641758	ลพบุรี	พัฒนานิคม	หนองบัว

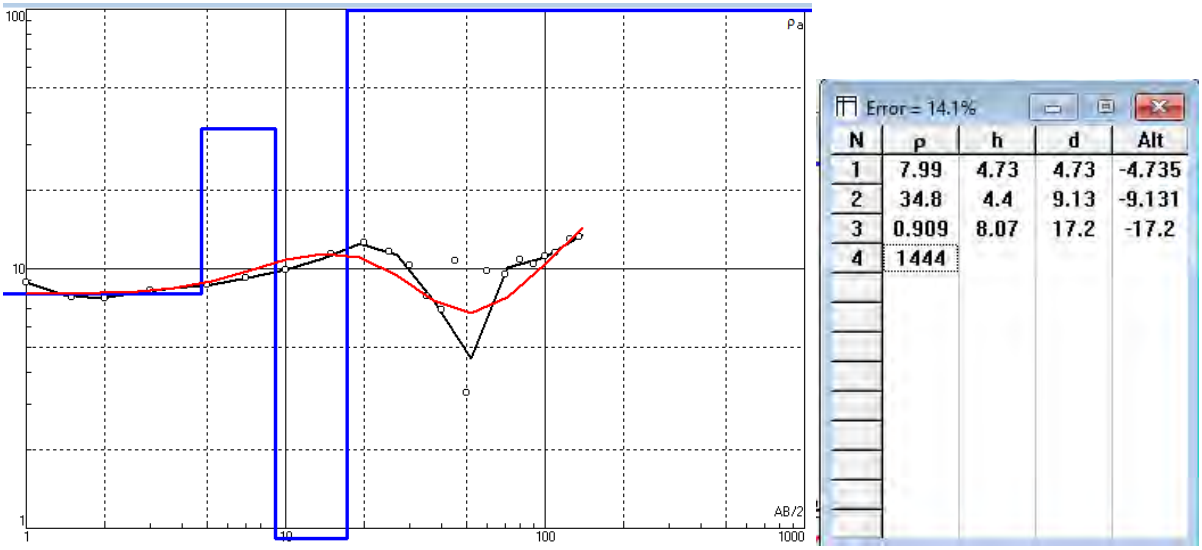


รูปที่ 4.7 ภาพแสดงจุดสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า



รูปที่ 4.8 ภาพตัดขวางแสดงความสัมพันธ์กับจุดสำรวจธรณีฟิสิกส์

รูปที่ 4.9 ภาพการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าจุดที่ 1



รูปที่ 4.10 ผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าจุดที่ 1

การแปลผลของข้อมูลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าจุดที่ 1 ดังแสดงใน **รูปที่ 4.9 และ 4.10** ได้ผลลัพธ์ดังนี้

ตั้งแต่ผิวดินถึง 4.735 เมตร มีค่าความต้านทาน 7.99 โอห์ม-เมตร เป็นตะกอน

ตั้งแต่ 4.735 เมตร ถึง 9.13 เมตร มีค่าความต้านทาน 34.8 โอห์ม-เมตร เป็นหินภูเขาไฟ

ตั้งแต่ 9.13 เมตร ถึง 17.2 เมตร มีค่าความต้านทาน 0.909 โอห์ม-เมตร เป็นชั้นน้ำหินภูเขาไฟ

ตั้งแต่ 17.2 เมตร มีค่าความต้านทาน 1444 โอห์ม-เมตร เป็นหินปูน

โดยการแปลผลจากค่าความต้านทานไฟฟ้าให้เป็นลักษณะทางธรณีวิทยาใช้ลักษณะสมบัติเฉพาะตัวของหินประเภทนั้นๆว่าค่าความต้านทานไฟฟ้าอยู่ในช่วงเท่าใดดังแสดงใน **รูปที่ 3.12** ร่วมกับการสำรวจการวางตัวของชั้นหินจากการออกภาคสนามด้วย

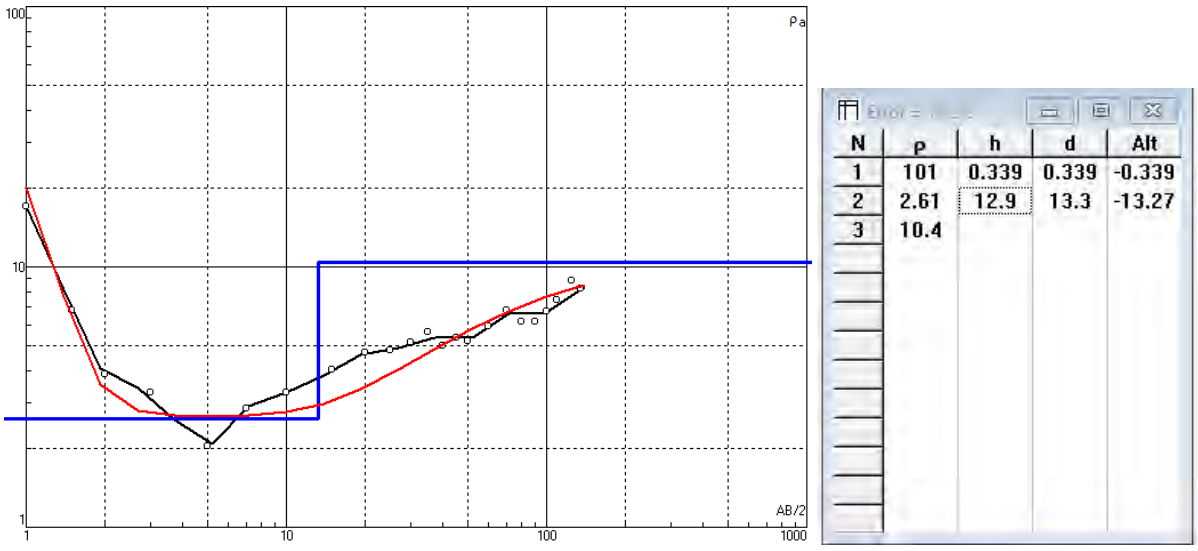
ซึ่งค่าความต้านทานไฟฟ้าของตะกอนขนาดโคลนมีค่าตั้งแต่ 3 ถึง 100 โอห์ม-เมตร

ค่าความต้านทานไฟฟ้าของหินภูเขาไฟที่มีลักษณะผุพังแล้วมีค่าตั้งแต่ 2 ถึง 200 โอห์ม-เมตร

ค่าความต้านทานไฟฟ้าของหินปูนมีค่าตั้งแต่ 1000 ถึง 10000 โอห์ม-เมตร

แต่ถ้าพบชั้นน้ำค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ความลึกนั้นจะมีค่าต่ำกว่าปกติมากดังที่เห็นได้ในความลึกที่ 9.13 เมตร ถึง 17.2 เมตร

รูปที่ 4.11 ภาพการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าจุดที่ 2

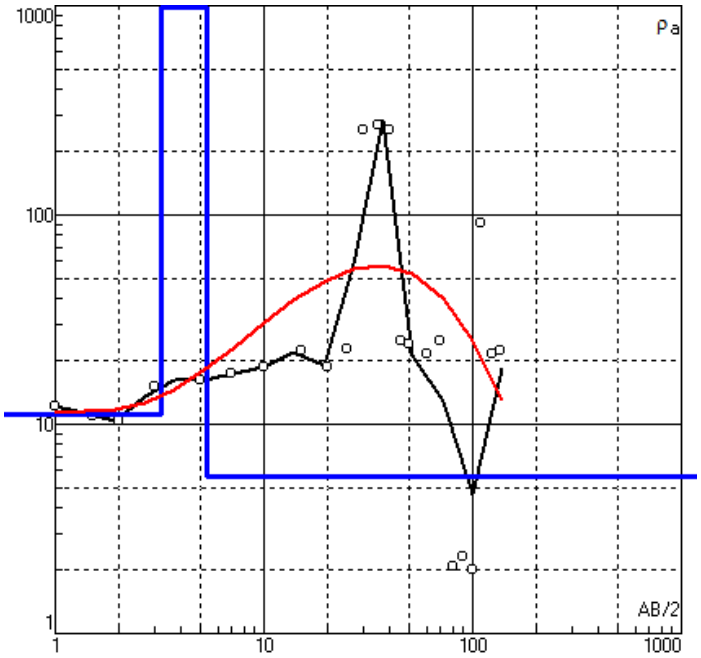


รูปที่ 4.12 ผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าจุดที่ 2

การแปลผลของข้อมูลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าจุดที่ 2 ดังแสดงใน **รูปที่ 4.11 และ 4.12** ได้ผลลัพธ์ดังนี้

ตั้งแต่ผิวดินถึง 0.33 เมตร มีค่าความต้านทาน 101 โอห์ม-เมตร เป็นหินภูเขาไฟ
ตั้งแต่ 0.33 เมตร ถึง 13.27 เมตร มีค่าความต้านทาน 2.61 โอห์ม-เมตร เป็นชั้นน้ำหินภูเขาไฟ
ตั้งแต่ 13.27 เมตร มีค่าความต้านทาน 10.24 โอห์ม-เมตร เป็นหินภูเขาไฟ
โดยการแปลผลจากค่าความต้านทานไฟฟ้าให้เป็นลักษณะทางธรณีวิทยาใช้ลักษณะสมบัติเฉพาะตัวของหินประเภทนั้นๆว่าค่าความต้านทานไฟฟ้าอยู่ในช่วงเท่าใดดังแสดงใน **รูปที่ 3.12** ร่วมกับการสำรวจการวางตัวของชั้นหินจากการออกภาคสนามด้วย
ซึ่งค่าความต้านทานไฟฟ้าของหินภูเขาไฟที่มีลักษณะผุพังแล้วมีค่าตั้งแต่ 2 ถึง 200 โอห์ม-เมตร แต่ถ้าพบชั้นน้ำค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ความลึกนั้นจะมีค่าต่ำกว่าปกติมากดังที่เห็นได้ในความลึกที่ 0.33 เมตร ถึง 13.27 เมตรแต่ที่ความลึกตั้งแต่ 13.27 เมตร ขึ้นไปก็อาจจะพบชั้นน้ำเหมือนกันแต่เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานไฟฟ้าของชั้นน้ำนั้นมีปัจจัยหลายอย่างเช่นชนิดและประมาณแร่ที่พบในชั้นน้ำ ลักษณะรอยแตกของหินเป็นต้น

รูปที่ 4.13 ภาพการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าจุดที่ 3



N	ρ	h	d	Alt
1	11.2	3.22	3.22	-3.22
2	1055	2.11	5.33	-5.328
3	5.66			

รูปที่4.14 ผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าจุดที่ 3

การแปลผลของข้อมูลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าจุดที่ 3 ดังแสดงใน **รูปที่ 4.13 และ 4.14** ได้ผลลัพธ์ดังนี้

ตั้งแต่ผิวดินถึง 3.22 เมตร มีค่าความต้านทาน 11.2 โอห์ม-เมตร เป็นตะกอน

ตั้งแต่ 3.22 เมตร ถึง 5.328 เมตร มีค่าความต้านทาน 1055 โอห์ม-เมตร เป็นหินปูน

ตั้งแต่ 5.328 เมตร มีค่าความต้านทาน 5.66 โอห์ม-เมตร เป็นชั้นน้ำ

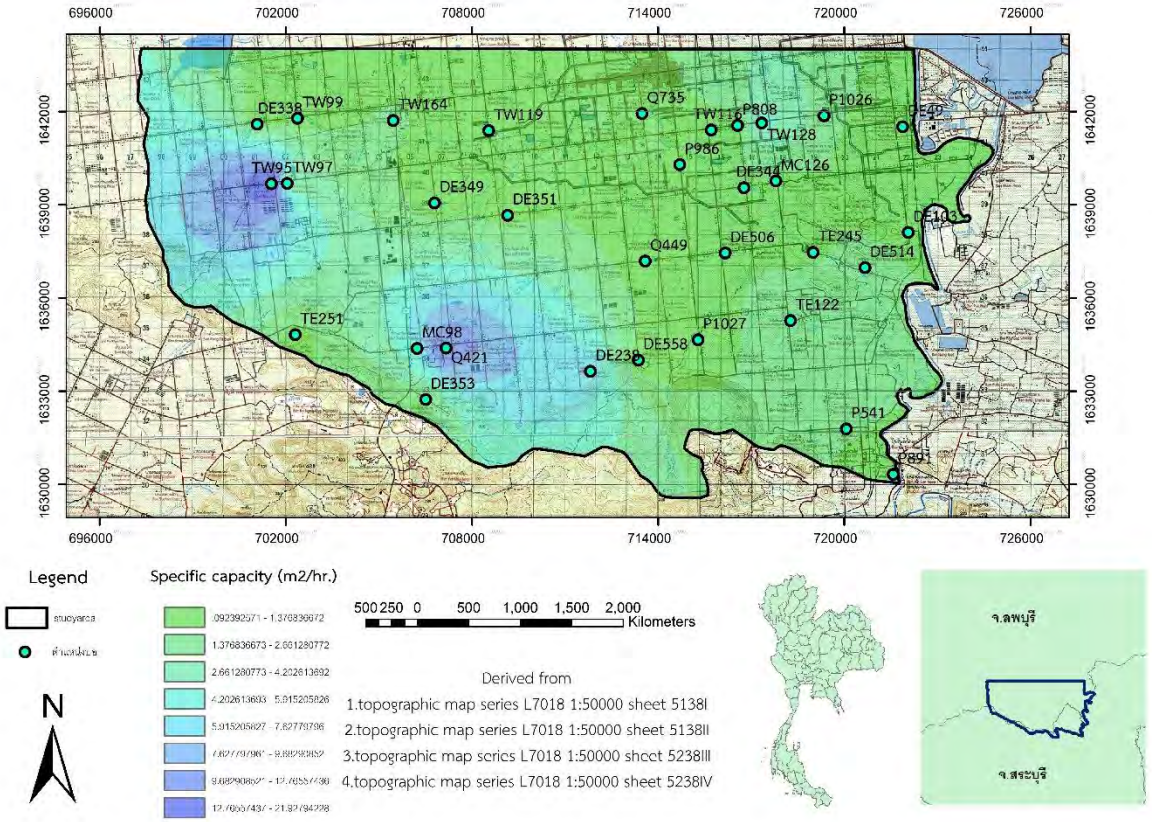
โดยการแปลผลจากค่าความต้านทานไฟฟ้าให้เป็นลักษณะทางธรณีวิทยาใช้ลักษณะสมบัติเฉพาะตัวของหินประเภทนั้นๆว่าค่าความต้านทานไฟฟ้าอยู่ในช่วงเท่าใดดังแสดงใน **รูปที่ 3.12** ร่วมกับการสำรวจการวางตัวของชั้นหินจากการออกภาคสนามด้วย

ซึ่งค่าความต้านทานไฟฟ้าของตะกอนขนาดโคลนมีค่าตั้งแต่ 3 ถึง 100 โอห์ม-เมตร

ค่าความต้านทานไฟฟ้าของหินปูนมีค่าตั้งแต่ 1000 ถึง 10000 โอห์ม-เมตร

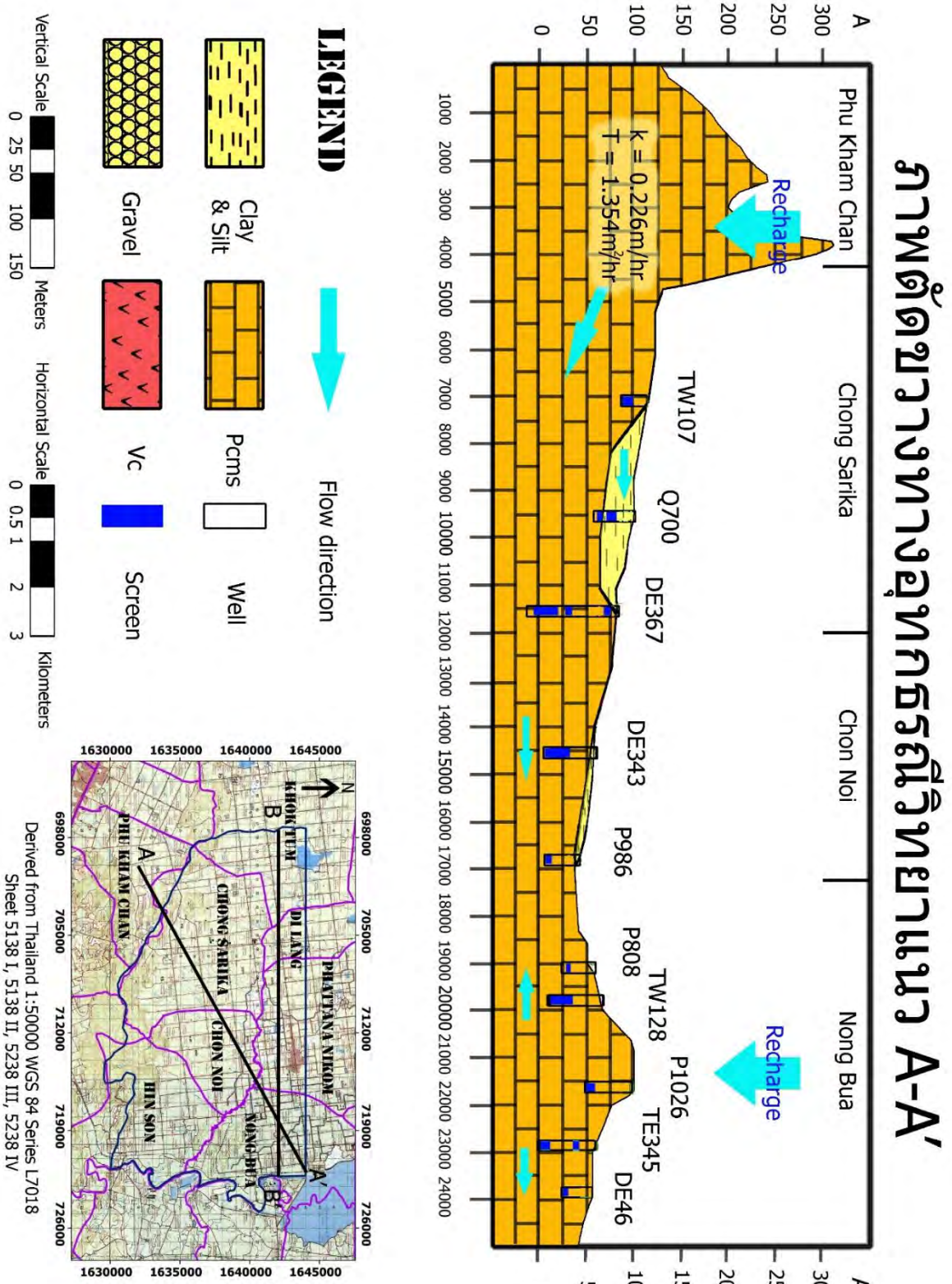
แต่ถ้าพบชั้นน้ำค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ความลึกนั้นจะมีค่าต่ำกว่าปกติมากดังที่เห็นได้ในความลึกตั้งแต่ 5.328 เมตรลงไป

4. **ค่าปริมาณน้ำจำเพาะ (Specific capacity)** จากข้อมูลอัตราการสูบน้ำบาดาลและระยะน้ำลดที่ได้จากกรมทรัพยากรน้ำบาดาลซึ่งสามารถนำไปวิเคราะห์อัตราการคืนตัวของน้ำได้ ดังแสดงใน**รูปที่ 4.15** โดยจะเห็นได้ว่าบริเวณที่พบค่าปริมาณน้ำจำเพาะสูงนั้นจะเป็นบริเวณโดยรอบภูเขาและเนินเขาซึ่งอยู่ในชั้นน้ำหินคาร์บอเนตอายุเพอร์เมียนและสามารถเห็นได้ชัดๆ 3 บริเวณนั่นคือบริเวณแนวเขาหินปูนทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ในตำบลช่องสาริกาที่มีถนนตัดผ่านบริเวณกึ่งกลางเขาทำให้แบ่งออกเป็น 2 บริเวณ และอีกบริเวณเป็นเนินเขาทางทิศตะออกเฉียงเหนือในตำบลหนองบัว และบริเวณที่พบค่าปริมาณน้ำจำเพาะต่ำนั้นส่วนใหญ่จะเป็นที่ราบในตำบลดีลังและตำบลพัฒนานิคมซึ่งอยู่ในชั้นน้ำหินภูเขาไฟ ค่าปริมาณน้ำจำเพาะในชั้นน้ำหินคาร์บอเนตอายุเพอร์เมียนมีค่าตั้งแต่ 1.5 ถึง 14 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงต่อระยะน้ำลด 1 เมตร และค่าปริมาณน้ำจำเพาะในชั้นน้ำหินภูเขาไฟมีค่าตั้งแต่ 0.1 ถึง 1 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงต่อระยะน้ำลด 1 เมตร

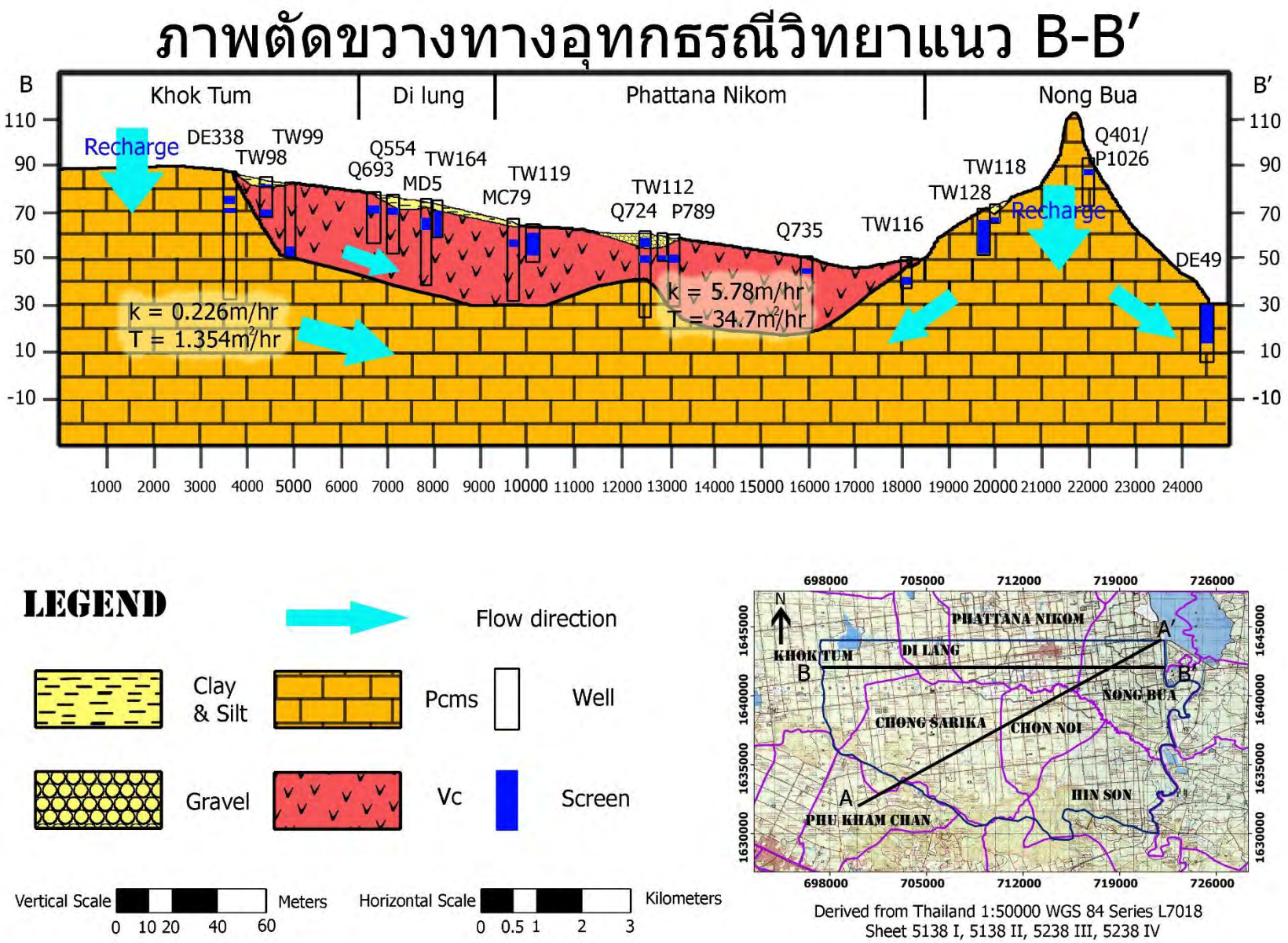


รูปที่ 4.15 แผนที่แสดงค่าปริมาณน้ำจำเพาะ (Specific capacity)

5.ภาพตัดขวางแสดงการแบ่งชั้นอุทกธรณีวิทยาและทิศทางไหลของน้ำบาดาลจากการนำภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยาที่ปรับแก้โดยค่าความต้านทานไฟฟ้าแล้วมาวิเคราะห์ร่วมกับระดับน้ำบาดาล ดังแสดงใน**รูปที่ 4.16 และ 4.17**



รูปที่ 4.16 ภาพตัดขวางแสดงการแบ่งชั้นอุทกธรณีวิทยาและทิศทางไหลของน้ำบาดาลในแนวตะวันตกเฉียงใต้-ตะวันออกเฉียงเหนือ



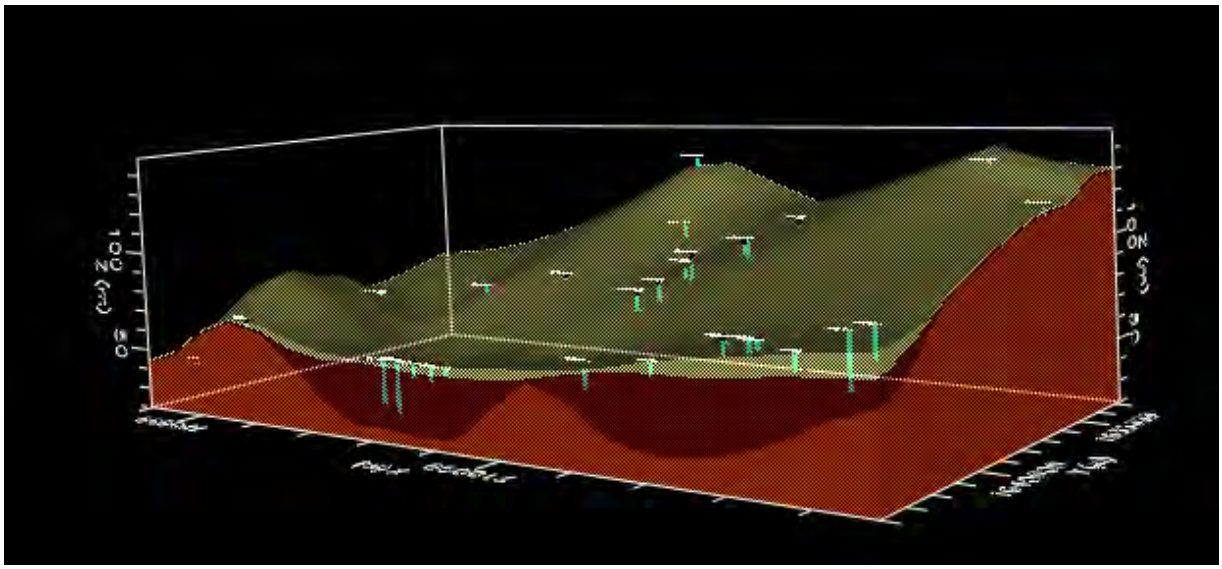
รูปที่ 4.17 ภาพตัดขวางแสดงการแบ่งชั้นอุทกธรณีวิทยาและทิศทางไหลของน้ำบาดาลในแนวตะวันตก-ตะวันออก

จาก **รูปที่ 4.16 และ 4.17** จะพบว่าชั้นน้ำหินคาร์บอเนตอายุเพอร์เมียน (Pcms) มีค่าสภาพการนำชลศาสตร์ (hydraulic conductivity) และค่าสัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำ (transmissivity) น้อยกว่าชั้นน้ำหินภูเขาไฟ (Vc) อย่างเห็นได้ชัดโดยชั้นน้ำหินคาร์บอเนตอายุเพอร์เมียนมีค่าสภาพการนำชลศาสตร์และค่าสัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำจากบ่อน้ำ 20350 ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลที่ตำบลช่องสาริกา อำเภอพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี ทำการสูบทดสอบวันที่ 3-4 มีนาคม พุทธศักราช 2550 เป็น 0.226 เมตรต่อชั่วโมง และ 1.354 ตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ ส่วนชั้นน้ำหินภูเขาไฟมีค่าสภาพการนำชลศาสตร์และค่าสัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำจากบ่อน้ำ 720350 ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลที่ตำบลช่องโคกตูม อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ทำการสูบทดสอบวันที่ 21-22 มีนาคม พุทธศักราช 2550 เป็น 5.78 เมตรต่อชั่วโมง และ 34.7 ตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ

เมื่อนำค่าสภาพการนำชลศาสตร์และค่าสัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำมาเปรียบเทียบกับค่าปริมาณน้ำจำเพาะจะให้เห็นได้ว่าค่าไม่สอดคล้องกันเพราะค่าปริมาณน้ำจำเพาะไม่ได้แปรผันตรงกันแค่ค่าสภาพการนำชลศาสตร์และค่าสัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำแต่ยังแปลผันตรงกับค่าระดับน้ำบาดาลด้วยซึ่งในพื้นที่ศึกษามีค่าความต่างของระดับน้ำบาดาลค่อนข้างสูงในบริเวณที่เป็นเขาหินปูนทำให้บริเวณรอบๆภูเขาและเนินเขาจะมีค่าไม่สอดคล้องกัน

จะเห็นได้ว่าทิศทางการไหลของน้ำบาดาลส่วนใหญ่จะไหลจากพื้นที่รับน้ำเขาเขียวที่อยู่บริเวณทิศตะวันตกเฉียงใต้ของตำบลช่องสาริกาไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีแอ่งน้ำบาดาลอยู่โดยแอ่งน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษามีอยู่ 2 แอ่งคือบริเวณทิศตะวันตกของตำบลชอนน้อยและแม่น้ำป่าสักทางทิศตะวันตกของพื้นที่ศึกษาซึ่งระหว่างแอ่งน้ำบาดาลทั้งสองก็มีพื้นที่รับน้ำเป็นเนินเขาตั้งอยู่ในตำบลชอนน้อยทำให้บริเวณนี้มีน้ำบาดาลบางส่วนไหลไปทางทิศตะวันตกและบางส่วนไหลไปทางทิศตะวันออก

6.แบบจำลองเชิงมโนทัศน์ทางอุทกธรณีวิทยาแบบสามมิติจากข้อมูลธรณีหลุมเจาะและการสำรวจธรณีฟิสิกส์โดยวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแล้วนำมาประมวลผลในโปรแกรม Visual MODFLOW



รูปที่ 4.18 แบบจำลองเชิงมโนทัศน์ทางอุทกธรณีวิทยาแบบสามมิติ

จาก รูปที่ 4.18 จะสามารถเห็นตำแหน่งและความลึกของบ่อน้ำที่กระจายตัวในพื้นที่ศึกษาเป็นสีฟ้า และการกระจายตัวของชั้นน้ำได้โดยชั้นน้ำตะกอนพัดพา (Qfd) มีสีเหลืองอ่อนเป็นชั้นน้ำที่มีความหนาน้อยมากส่วนใหญ่มีความหนา 1 ถึง 5 เมตร โดยบริเวณทางน้ำอาจมีความหนามากสุดถึง 30 เมตร และอยู่ชั้นบนสุดซึ่งมีบ่อน้ำที่เปิดท่อกรองเพื่อสูบน้ำจากชั้นน้ำตะกอนพัดพามาใช้ค่อนข้างน้อย ต่อมาเป็นชั้นน้ำหินภูเขาไฟ (Vc) มีสีแดงเข้มเป็นชั้นน้ำที่ส่วนใหญ่มีความหนา 20 ถึง 30 เมตร โดยจะพบเฉพาะบริเวณทางทิศเหนือของพื้นที่ศึกษาและเป็นชั้นน้ำที่อยู่ระหว่างอีก 2 ชั้นน้ำซึ่งมีบ่อน้ำที่อยู่ทางทิศเหนือส่วนใหญ่จะมีการเปิดท่อกรองเพื่อสูบน้ำในชั้นน้ำหินภูเขาไฟ และชั้นน้ำหินคาร์บอเนตอายุเพอร์เมียน (Pcms) มีสีส้มเป็นชั้นน้ำที่มีความหนามากและยังไม่พบรอยต่อระหว่างชั้นน้ำหินคาร์บอเนตอายุเพอร์เมียนกับชั้นน้ำที่วางตัวข้างล่างชั้นน้ำนี้ โดยชั้นน้ำนี้จะกระจายตัวทั่วทั้งพื้นที่และเป็นชั้นน้ำที่ทำให้เกิดลักษณะภูมิประเทศในพื้นที่ศึกษาเช่น เขาเขียว เขาบันได และเนินเขาทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ศึกษาเป็นต้น ทำให้ทั้งแอ่งน้ำบาดาลและพื้นที่รับในพื้นที่ศึกษามีชั้นน้ำที่เป็นปัจจัยสำคัญ และมีการเปิดท่อกรองเพื่อสูบน้ำในชั้นน้ำนี้มากที่สุด

บทที่5 สรุปผลการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการรวบรวมข้อมูลทางด้านภูมิศาสตร์ ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลธรณีวิทยาหลุมเจาะ ข้อมูลธรณีวิทยา ข้อมูลอุทกธรณีวิทยาและการสำรวจต่างๆในพื้นที่ศึกษาเช่น การสำรวจวัดค่าระดับน้ำบาดาลและการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึกด้วยวิธีการวางขั้วแบบ Wenner-Schlumberger array เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาและทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในชั้นน้ำภายในพื้นที่ศึกษาซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการเฝ้าระวังการปนเปื้อนของน้ำบาดาลจากการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยการผลการวิจัยมีดังนี้

1) พบว่าในบริเวณพื้นที่ศึกษาประกอบด้วยชั้นน้ำบาดาล 3 ชั้นได้แก่ ชั้นน้ำตะกอนน้ำพัดพา (Qfd) ซึ่งมีความหนาน้อยกว่า 50 เมตร พบได้บริเวณที่เป็นทางน้ำไหลไม่กระจายตัวครอบคลุมทั้งพื้นที่, ชั้นน้ำหินคาร์บอเนตอายุเพอร์เมียน (Pcms) ซึ่งอยู่ชั้นล่างสุดมีน้ำบาดาลไหลภายในโพรงที่เกิดจากการกัดกร่อนของหินปูนและมีตะกอนขนาดเล็กแทรกตัวตามโพรง พบได้ตลอดทั้งพื้นที่ศึกษา, ชั้นน้ำหินภูเขาไฟ (Vc) ซึ่งมีความหนาน้อยกว่า 45 เมตรมีน้ำบาดาลไหลภายในรอยแตกและรูพรุนภายในชั้นหิน พบได้บริเวณทิศเหนือของพื้นที่และวางตัวตามแนวตะวันตก-ตะวันออกไม่กระจายตัวครอบคลุมทั้งพื้นที่
2) สามารถแบ่งแอ่งน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาออกเป็น 2 แอ่งได้ดังนี้ แอ่งน้ำแรกอยู่บริเวณที่ขอบเขตแบ่งระหว่างตำบลพัฒนานิคม ตำบลชอนน้อยและตำบลหนองบัวซึ่งเป็นรอยต่อระหว่างชั้นน้ำหินภูเขาไฟและชั้นน้ำหินคาร์บอเนตอายุเพอร์เมียน กับแอ่งน้ำที่สองอยู่บริเวณฝั่งตะวันออกของพื้นที่ศึกษาซึ่งเป็นแม่น้ำป่าสักที่ไหลออกมาจากเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ โดยแอ่งน้ำแรกอยู่สูงกว่าแอ่งน้ำที่สองเมื่อเทียบกับระดับน้ำทะเลปานกลาง
3) มีพื้นที่รับน้ำในพื้นที่ศึกษาอยู่ 2 บริเวณคือ แนวภูเขาหินปูนทางฝั่งตะวันตกเฉียงใต้และเนินเขาบริเวณตะวันออกเฉียงเหนือ
4) ทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่ไหลจากฝั่งตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งเป็นแนวภูเขาหินปูนลงไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งเป็นที่ราบยกเว้นฝั่นตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ศึกษาซึ่งมีเนินเขากั้นระหว่าง 2 แอ่งน้ำบาดาลทำให้มีน้ำบาดาลบางส่วนในบริเวณนี้ไหลไปทางทิศตะวันตกและบางส่วนไหลไปทางทิศตะวันออกลงสู่แอ่งน้ำทั้งสอง
5) จากค่าปริมาณน้ำจำเพาะทำให้ทราบว่าบริเวณรอบพื้นที่รับน้ำทั้ง 2 บริเวณมีอัตราการคืนตัวของน้ำบาดาลค่อนข้างสูงในขณะที่บริเวณตอนกลางของพื้นที่ศึกษามีอัตราการคืนตัวของน้ำบาดาลค่อนข้างต่ำ

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) ควรทำการสูบทดสอบ (pumping test) และทำการทดลองเพื่อหาคุณสมบัติของชั้นน้ำแต่ละชั้นน้ำเช่น ค่าสัมประสิทธิ์ของการซึมผ่าน ค่าสัมประสิทธิ์ของการจ่ายน้ำ ค่าสัมประสิทธิ์ของการกักเก็บน้ำ และประสิทธิภาพในการจ่ายน้ำ เป็นต้น

2) ควรทำการทดสอบการติดตามอนุภาค (particle tracking) เพื่อหาอัตราการไหลของน้ำบาดาล และเป็นการศึกษาหาทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในหินปูนบริเวณนี้ได้ละเอียดและแม่นยำยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพยากรธรณี. 2551. การจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยา และทรัพยากรธรณี จังหวัดเพชรบุรี.กรุงเทพฯ

กองน้ำบาดาล. 2552. ฐานข้อมูลพสุธารา [ข้อมูลดิจิตอล]: กองน้ำบาดาลกรมทรัพยากรธรณี.

ธนพันธ์ ผาทอง. 2557. ระบบรอยแตกของหมวดหินเขาขาด บริเวณตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี. ปริญญา บัณฑิต ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พงศภัค ถิรเศรษฐ์. 2557. ระบบรอยแตกของหมวดหินเขาขาด บริเวณเขาวง จังหวัดสระบุรี. ปริญญา บัณฑิต ภาควิชาธรณีวิทยา คณะ วิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กิตติภพ กวางทอง. 2557. การสำรวจน้ำบาดาลด้วยวิธีวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะบริเวณ อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี. ปริญญา บัณฑิต ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิววิวรรณ โรจน์บวรวิทยา. 2554. ลักษณะทางอุทกธรณีของชั้นน้ำบาดาลบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจาก พระราชดำริและบริเวณใกล้เคียง อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี. ปริญญา บัณฑิต ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ข้อมูลธรณีหลุมเจาะ

ตารางภาคผนวก ก.1 ตารางบันทึกค่าระดับความสูงของพื้นดินและรอยต่อระหว่างชั้นน้ำเมื่อเทียบกับระดับน้ำทะเล (เมตร)

หมายเลขบ่อ	พิกัดตะวันออก	พิกัดเหนือ	attritude	BQ	Btuff
DE103	722061	1638102	50.09087371830	48.56687371830	50.09087371830
DE236	706256	1636319	113.18212890600	111.65812890600	113.18212890600
DE238	711822	1633632	133.31239318800	130.26439318800	133.31239318800
DE338	701073	1641589	89.48431396480	89.48431396480	89.48431396480
DE341	711325	1634935	102.00103759800	102.00103759800	102.00103759800
DE343	712812	1639336	56.87673950200	55.35273950200	56.87673950200
DE344	716769	1639547	38.81539535520	32.71939535520	38.81539535520
DE345	711246	1636910	80.12988281250	78.60588281250	80.12988281250
DE346	710061	1638783	77.29656982420	74.24856982420	77.29656982420
DE347	708268	1640738	62.51923370360	60.99523370360	62.51923370360
DE348	707359	1640423	72.17303466800	66.07703466800	72.17303466800
DE349	706798	1639055	93.74963378910	89.17763378910	93.74963378910
DE350	708805	1639142	74.20699310300	74.20699310300	74.20699310300
DE351	709152	1638657	80.26782989500	80.26782989500	80.26782989500
DE352	707000	1637287	100.42657470700	100.42657470700	100.42657470700
DE353	706508	1632724	87.37306976320	85.84906976320	87.37306976320
DE367	709986	1637720	80.87631225590	80.87631225590	80.87631225590
DE438	712644	1635014	97.49331665040	97.49331665040	97.49331665040
DE46	721469	1642941	41.10376358030	39.57976358030	41.10376358030
DE506	716168	1637438	71.00094604490	69.17214604490	71.00094604490
DE511	700504	1640840	97.69166564940	97.69166564940	97.69166564940
DE514	720672	1636970	60.84648895260	60.84648895260	60.84648895260
DE558	713362	1633994	110.36982727100	108.23622727100	110.36982727100
MC123	720066	1637766	57.72661590580	39.43861590580	57.72661590580
MC124	720736	1640102	60.62009429930	60.62009429930	60.62009429930
MC126	717797	1639764	52.50672149660	46.41072149660	52.50672149660
MC82	706005	1638311	101.51643371600	98.46843371600	101.51643371600
MC98	706235	1634371	120.13891601600	118.61491601600	120.13891601600
MF117	711646	1634515	99.31981658940	79.50781658940	99.31981658940
P1026	719352	1641862	100.12905883800	98.60505883800	100.12905883800
P1046	710131	1640789	47.68005371090	29.39205371090	47.68005371090
P1049	707735	1640574	64.37993621830	58.28393621830	64.37993621830
P808	716566	1641551	57.06238937380	55.53838937380	57.06238937380
P898	709281	1643560	61.11661529540	58.67821529540	61.11661529540

P899	713348	1643142	54.74489212040	53.22089212040	54.74489212040
P979	708221	1643542	62.61722564700	61.09322564700	62.61722564700
P986	714702	1640285	41.20888137820	39.68488137820	41.20888137820
P989	701473	1640787	93.55251312260	92.02851312260	93.55251312260
P992	706875	1638393	95.85635375980	94.33235375980	95.85635375980
P994	710728	1639572	60.60483169560	59.08083169560	60.60483169560
Q245	704046	1635566	129.90158081100	129.90158081100	129.90158081100
Q335	718913	1639787	91.84660339360	91.84660339360	91.84660339360
Q401	719456	1641839	92.76382446290	92.76382446290	92.76382446290
Q421	707167	1634382	115.66546630900	98.90146630900	115.66546630900
Q477	717756	1640420	63.04325103760	63.04325103760	63.04325103760
Q700	708310	1636556	100.13539123500	69.65539123500	100.13539123500
Q701	711396	1632953	129.60534668000	129.60534668000	129.60534668000
TE130	702542	1635014	137.57299804700	135.74419804700	137.57299804700
TE244	720555	1637742	79.97529602050	67.78329602050	79.97529602050
TE245	718999	1637463	35.95334625240	35.95334625240	35.95334625240
TE250	701173	1635070	117.09997558600	115.57597558600	117.09997558600
TE251	702301	1634811	152.93991088900	151.41591088900	152.93991088900
TE3	718353	1643813	68.63079071040	62.53479071040	68.63079071040
TE344	718446	1643772	68.34728240970	65.60408240970	68.34728240970
TE345	719672	1643874	62.80519866940	59.14759866940	62.80519866940
TE347	717807	1643691	69.29569244380	68.38129244380	69.29569244380
TE62	702795	1634998	140.75805664100	139.23405664100	140.75805664100
TE65	720272	1637852	59.71157073970	59.25437073970	59.71157073970
TW107	706253	1635334	116.07031250000	111.07031250000	116.07031250000
TW108	706032	1636292	116.35378265400	110.35378265400	116.35378265400
TW109	706413	1636354	110.65583038300	100.65583038300	110.65583038300
TW116	715713	1641400	45.59780120850	37.59780120850	45.59780120850
TW117	717680	1640646	60.18095397950	36.18095397950	60.18095397950
P591	719669	1641186	78.67105102540	63.67105102540	78.67105102540
Q608	720934	1638779	81.90095520020	63.61295520020	81.90095520020
TW128	717342	1641629	66.21520996090	65.21520996090	66.21520996090
TW93	700537	1640629	99.25177001950	69.25177001950	99.25177001950
TW95	701537	1639672	100.10174560500	79.10174560500	100.10174560500
TW97	702044	1639685	100.56398010300	92.56398010300	100.56398010300
DE49	721884	1641507	29.54222679140	29.54222679140	-
MC79	707304	1642651	64.18421936040	62.66021936040	27
MD5	705208	1642374	73.03382110600	71.50982110600	36
P789	710622	1642666	58.84654235840	57.32254235840	27
P791	712270	1643667	57.26852798460	52.69652798460	12
Q679	705263	1643264	74.00923156740	66.38923156740	31
Q693	704322	1642204	75.74530029300	75.74530029300	38

Q694	706245	1643339	68.97771453860	68.97771453860	30
TW164	705462	1641710	72.58103942870	71.05703942870	36
X400	714100	1642931	52.63682174680	52.63682174680	17
Q554	704599	1642080	75.43943786620	69.34343786620	30
Q665	705509	1641737	72.29745483400	70.77345483400	35
TE63	714352	1643133	53.92012023930	53.92012023930	18
TW100	708610	1640525	62.99351120000	55.67831120000	-
TW112	710393	1642724	59.68391799930	55.11191799930	25
TW114	708214	1643467	62.55032730100	61.33112730100	26
TW119	708543	1641381	60.03855896000	59.73375896000	-
TW129	713856	1643997	58.47483825680	58.47483825680	23
TW96	702478	1643634	79.34707641600	71.11747641600	45
TW98	701819	1641682	84.54209136960	80.88449136960	70
TW99	702374	1641778	81.77442932130	81.62202932130	50
X361	714343	1635283	95.00418090820	-	-
DE332	707311	1643182	64.60321044920	-	-
DE398	712645	1641220	50.65485763550	-	-
DE505	713128	1641073	47.71039581300	-	-
MC80	704442	1642255	75.14155578610	-	-
DE334	713233	1643956	58.27941894530	-	-
Q737	720467	1636838	35.83682250980	-	-
P1048	709731	1639865	61.89154053	25.31554052730	61.89154052730
P593	710054	1636763	84.92266846	62.06266845700	84.92266845700
Q449	713583	1637183	77.3086853	49.87668530270	77.30868530270
Q699	706846	1636499	103.6261215	67.05012152100	103.62612152100
Q704	709903	1638099	79.78813934	49.30813934330	79.78813934330
Q706	709957	1636647	86.3608551	49.78485510250	86.36085510250
Q710	708040	1637096	98.91714478	68.43714477540	98.91714477540
Q724	709927	1642699	60.37573624	23.79973623660	60.37573623660
Q735	713487	1641934	47.86092758	47.86092758180	12
Q736	712447	1641069	52.25996399	27.87596398930	52.25996398930
TW118	717446	1642483	69.13251495	45.13251495360	69.13251495360

ภาคผนวก ง ภาพการออกภาคสนามเพื่อเก็บค่าระดับน้ำบาดาล

บ่อ KG8

บ่อ KG9

บ่อ KG10

บ่อ KG14

บ่อ KG21

บ่อ KG42

บ่อ KG44

บ่อ KG45

บ่อ KG46

บ่อ KG47

บ่อ KG48

บ่อ KG49

บ่อ KG50

บ่อ KG60

ภาคผนวก ข ข้อมูลการสำรวจธรณีฟิสิกส์

ตารางภาคผนวก ข.1 ข้อมูลการสำรวจธรณีฟิสิกส์จุดที่ 1 อำเภอพัฒนานิคม ตำบลพัฒนานิคม

AB/2	MN/2	I1	I2	I3	V1	V2	V3	range	k	R
1	0.5	0.175	0.177	0.178	490	495	498	0.001	2.36	6.603547
1.5	0.5	0.104	0.104	0.104	96	96	96	0.001	6.29	5.806154
2	0.5	0.127	0.127	0.127	62	62	62	0.001	11.79	5.755748
3	0.5	0.14	0.138	0.139	31	31	31	0.001	27.5	6.133094
3	2	0.141	0.14	0.141	231	231	231	0.001	3.93	6.453768
5	2	0.125	0.125	0.125	52	52	52	0.001	16.5	6.864
7	2	0.144	0.144	0.144	30	30	30	0.001	35.36	7.366667
10	2	0.107	0.107	0.107	12	12	12	0.001	75.43	8.459439
10	5	0.108	0.108	0.108	43	43	43	0.001	23.57	9.384352
15	5	0.151	0.151	0.148	21	21	20	0.001	62.86	8.660711
20	5	0.2	0.2	0.2	13	13	13	0.001	117.86	7.6609
25	5	0.162	0.162	0.162	5	5	5	0.001	188.57	5.820062
30	5	0.212	0.212	0.212	4	4	4	0.001	275	5.188679
35	5	0.113	0.113	0.113	24	24	24	0.0001	377.14	8.010053
40	5	0.045	0.045	0.45	9	9	9	0.0001	495	2.475
45	5	0.216	0.217	0.216	25	25	25	0.0001	628.57	7.263906
50	5	0.077	0.077	0.077	7	7	7	0.0001	777.86	7.071455
50	20	0.073	0.073	0.073	35	36	36	0.0001	165	8.061644
60	20	0.107	0.106	0.107	33	33	33	0.0001	251.43	7.778616
70	20	0.156	0.157	0.157	37	37	37	0.0001	353.57	8.35027
80	20	0.172	0.172	0.172	32	32	33	0.0001	471.43	8.862153
90	20	0.185	0.185	0.185	29	29	29	0.0001	605	9.483784
100	20	0.2	0.2	0.2	26	26	26	0.0001	754.29	9.80577
110	20	0.197	0.197	0.197	24	24	24	0.0001	919.29	11.19947
125	20	0.163	0.163	0.163	18	18	18	0.0001	1196.25	13.21012
135	20	0.135	0.135	0.135	13	13	13	0.0001	1400.54	13.48668

ตารางภาคผนวก ข.2 ข้อมูลการสำรวจธรณีฟิสิกส์จุดที่ 2 อำเภอพัฒนานิคม ตำบลพัฒนานิคม

AB/2	MN/2	I1	I2	I3	V1	V2	V3	range	k	R
1	0.5	0.074	0.074	0.073	554	552	551	0.001	2.36	17.69466
1.5	0.5	0.057	0.056	0.056	64	63	63	0.001	6.29	7.071598
2	0.5	0.068	0.067	0.067	23	23	23	0.001	11.79	4.027277
3	0.5	0.073	0.073	0.072	9	9	10	0.001	27.5	3.53211
3	2	0.072	0.072	0.071	77	77	76	0.001	3.93	4.204186
5	2	0.063	0.063	0.063	10	10	9	0.001	16.5	2.531746
7	2	0.086	0.086	0.086	89	88	87	0.0001	35.36	3.618233
10	2	0.081	0.08	0.08	45	45	44	0.0001	75.43	4.194033
10	5	0.087	0.087	0.087	133	133	133	0.0001	23.57	3.60323
15	5	0.098	0.098	0.098	69	67	67	0.0001	62.86	4.340333
20	5	0.062	0.062	0.062	27	26	26	0.0001	117.9	5.005882
25	5	0.068	0.067	0.067	19	18	18	0.0001	188.6	5.134332
30	5	0.078	0.078	0.077	16	16	15	0.0001	275	5.54721
35	5	0.091	0.09	0.09	15	14	13	0.0001	377.1	5.844974
40	5	0.09	0.089	0.089	10	9	9	0.0001	495	5.171642
45	5	0.096	0.096	0.096	9	9	9	0.0001	628.6	5.892844
50	5	0.095	0.094	0.094	7	7	7	0.0001	777.9	5.772106
50	20	0.095	0.095	0.095	30	31	31	0.0001	165	5.326316
60	20	0.081	0.081	0.08	19	18	17	0.0001	251.4	5.610421
70	20	0.093	0.092	0.092	18	17	17	0.0001	353.6	6.637415
80	20	0.1	0.099	0.099	13	12	12	0.0001	471.4	5.853326
90	20	0.079	0.079	0.079	8	8	8	0.0001	605	6.126582
100	20	0.146	0.145	0.145	13	12	13	0.0001	754.3	6.574087
110	20	0.185	0.185	0.185	15	15	14	0.0001	919.3	7.288065
125	20	0.135	0.135	0.135	10	10	10	0.0001	1196	8.861111
135	20	0.17	0.169	0.169	10	9	9	0.0001	1401	7.719512

ตารางภาคผนวก ข.3 ข้อมูลการสำรวจธรณีฟิสิกส์จุดที่ 3 อำเภอพัฒนานิคม ตำบลหนองบัว

AB/2	MN/2	I1	I2	I3	V1	V2	V3	range	k	R
1	0.5	0.01	0.01	0.01	338	316	313	0.001	2.36	76.07067
1.5	0.5	0.008	0.008	0.008	89	87	87	0.001	6.29	68.92792
2	0.5	0.019	0.019	0.019	106	105	104	0.001	11.79	65.15526
3	0.5	0.015	0.015	0.015	52	51	51	0.001	27.5	94.11111
3	2	0.015	0.015	0.015	389	383	383	0.001	3.93	100.87
5	2	0.013	0.013	0.013	89	86	84	0.001	16.5	109.5769
7	2	0.021	0.02	0.02	68	67	67	0.001	35.36	117.0938
10	2	0.02	0.02	0.02	38	37	37	0.001	75.43	140.8027
10	5	0.02	0.02	0.02	101	100	100	0.001	23.57	118.2428
15	5	0.014	0.014	0.013	32	31	30	0.001	62.86	142.5849
20	5	0.01	0.01	0.011	142	138	136	0.001	117.86	1581.605
25	5	0.011	0.01	0.011	96	90	98	0.001	188.57	1673.559
30	5	0.018	0.017	0.015	109	96	86	0.001	275	1600.5
35	5	0.035	0.034	0.034	146	143	141	0.0001	377.14	157.4468
40	5	0.019	0.019	0.019	58	59	58	0.0001	495	151.9737
45	5	0.096	0.096	0.095	206	207	207	0.0001	628.57	135.7886
50	5	0.132	0.132	0.131	265	265	265	0.0001	777.86	156.5566
50	20	0.132	0.132	0.131	106	105	104	0.0001	165	13.15823
60	20	0.071	0.071	0.07	42	41	40	0.0001	251.43	14.58768
70	20	0.032	0.032	0.032	12	11	11	0.0001	353.57	12.52227
80	20	0.019	0.019	0.02	88	82	91	0.0001	471.43	212.1435
90	20	0.1	0.099	0.099	362	365	355	0.0001	605	219.6678
100	20	0.107	0.107	0.107	334	333	333	0.0001	754.29	234.9813
110	20	0.056	0.056	0.056	155	152	151	0.0001	919.29	250.616

ภาคผนวก ค ค่าปริมาณน้ำจำเพาะ

ตารางภาคผนวก ค.1 ค่าปริมาณน้ำจำเพาะ

หมายเลขบ่อ	Northing	Easting	**อัตราสูบ (m³/hr.)**	**ระยะน้ำลด (m.)**	Specific capacity **(m²/hr.)**
DE338	1641589	701073	4.54	15.24	0.2979
TW99	1641778	702374	6.81	19	0.358421
TW164	1641710	705462	11.36	7	1.622857
TW119	1641381	708543	4.5	4	1.125
Q735	1641934	713487	3.41	6	0.568333
TW116	1641400	715713	6.8	7	0.971429
TW128	1641629	717342	11.36	2	5.68
P1026	1641862	719352	5.6	3	1.866667
DE49	1641507	721884	1.59	10.5	0.151429
TW95	1639672	701537	11.36	0.5	22.72
TW97	1639685	702044	3.4	24	0.141667
DE349	1639055	706798	4.5	21.6	0.208333
DE351	1638657	709152	4.54	7.62	0.595801
Q449	1637183	713583	3.27	18.99	0.172196
DE506	1637438	716168	4.5	4	1.125
DE514	1636970	720672	4.5	1.5	3
TE251	1634811	702301	10	21	0.47619
Q421	1634382	707167	9.56	0.65	14.70769
DE353	1632724	706508	4.54	6.09	0.745484
MC98	1634371	706235	11.27	1.96	5.75
DE558	1633994	713362	4	27	0.148148
DE238	1633632	711822	10.29	1.23	8.365854
DE344	1639547	716769	6.8	6.09	1.116585
TE245	1637463	718999	20	27	0.740741
DE103	1638102	722061	3.41	15.6	0.21859
P986	1640285	714702	1.36	3	0.453333
P808	1641551	716566	2.25	12.92	0.174149
MC126	1639764	717797	7.2	10.89	0.661157
TE122	1635265	718268	7.75	2.75	2.818182
P1027	1634648	715289	2.2	24	0.091667
P541	1631777	720070	4.8	3.16	1.518987
P891	1630318	721578	4.55	7.5	0.606667