บทที่ 2

วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 ขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยแบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอน รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนมีดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การค้นคว้าและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาวารสาร รายงาน และสิ่งตีพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจธรณีวิทยาภาคสนาม อุทกธรณีวิทยาและธรณีฟิสิกส์ รวมทั้งกฎต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับค่าความต้านทานไฟฟ้าปรากฏเพื่อคำนวณหาความหนาของชั้นหิน การพิจารณาถึงลักษณะทางธรณีวิทยาและวิทยาตะกอนของพื้นที่สำรวจ โดยจะนำมาศึกษาและค้นคว้าหาข้อสรุปเพื่อที่จะได้ทราบว่าการวิจัยที่คล้ายคลึงกันจะมีประโยชน์อย่างไรต่องานวิจัยนี้

ขั้นตอนที่ 2 การรวบรวมและจัดเตรียมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องไม่ว่าจะเป็นข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา อุทกธรณีวิทยา ธรณีฟิสิกส์และข้อมูลทางด้านภูมิสารสนเทศ ที่ปัจจุบันได้มีผู้ทำการศึกษาเอาไว้โดยการนำข้อมูลเหล่านี้มารวบรวมเข้าด้วยกัน เพื่อให้สามารถประมวลผลและวิเคราะห์ผลเบื้องต้นในการวางแผนแนวและจุดสำหรับการสำรวจและเก็บตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 3 การสำรวจเพื่อวางแนวและจุดสำรวจ

สำรวจพื้นที่จริงและวางแบบแนวและจุดสำรวจที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 4 การปฏิบัติงานภาคสนาม

การปฏิบัติงานภาคสนาม จะทำการปฏิบัติงาน 2 วิธีด้วยกัน คือการสำรวจธรณีภาคสนามและการสำรวจธรณีฟิสิกส์

- การสำรวจธรณีภาคสนาม

ภาคสนามเป็นการเก็บตัวอย่างและข้อมูลสนามด้านธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยา โดยจะทำการเก็บตัวอย่างหินที่พบในการสำรวจภาคสนามเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ถึงชนิดและอายุ รวมถึงสภาพแวดล้อมการตกตะกอน อีกทั้งเพื่อใช้เป็นข้อมูลเสริมในการแปลความหมายธรณีฟิสิกส์

- การสำรวจธรณีฟิสิกส์

การสำรวจธรณีฟิสิกส์ที่ใช้ในงานวิจัย จะกระทำโดยการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าปรากฏ โดยเครื่อง Resistivitymeter ทำการวัดค่าแรงดันและความต้านทานไฟฟ้าในบริเวณต้นแหน่งจุดสำรวจที่ได้ออกแบบและเลือกไว้

ขั้นตอนที่ 5 การประมวลผลข้อมูลสนาม

นำข้อมูลสนามทั้งจากการเดินสำรวจและการสำรวจด้วยเครื่องมือธรณีฟิสิกส์มาประมวลผลเข้าด้วยกันโดยใช้ซอฟท์แวร์ IPI2Win สำหรับการประมวลผลการสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะเพื่อคำนวณหาความหนาของชั้นหินและช่วยในการแปลความหมายของชนิดหิน

ขั้นตอนที่ 6 การแปลความหมาย

นำค่าความหนาและความลึกและชนิดของหินที่ได้จากการประมวลผลมาวิเคราะห์และแปลความหมายเข้ากับข้อมูลธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยาแล้วสร้างรูปจำลองของชั้นน้ำบาดาลใต้ผิวดินในบริเวณพื้นที่ศึกษาโดยใช้ซอฟท์แวร์ทางด้านภูมิศาสตร์สารสนเทศมาช่วยในการแสดงผลการศึกษาในรูปของแผนที่ของระดับชั้นน้ำบาดาลของบริเวณพื้นที่ศึกษา

ขั้นตอนที่ 7 สรุปผลและเขียนรายงาน

ผลการศึกษาทั้งหมดจะนำมาสรุปและนำเสนอในรายงานฉบับสมบูรณ์เพื่อที่จะส่งมอบเมื่อเสร็จสิ้นโครงการ

2.2 ทฤษฎี สมมติฐาน หรือกรอบแนวความคิด (Conceptual Framework)

ทฤษฎีหรือกฎเกณฑ์ในการหาความหนาชั้นหินที่จะนำเสนอในงานวิจัยนี้ จะมีทฤษฎีหรือกรอบแนวคิดที่อยู่บนพื้นฐานทางด้านธรณีฟิสิกส์ โดยที่ข้อมูลที่ได้มาเหล่านี้ที่จะต้องมีความแม่นยำในภาคสนาม ซึ่งจะให้ผลการประมวลผลคำนวณความหนาที่ใกล้เคียงกับที่เป็นจริง

การสำรวจธรณีฟิสิกส์เพื่อหาความหนาและระยะความลึกของชั้นหินใต้ผิวดินนั้นทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่นิยมกันได้แก่ การสำรวจวัดค่าความเร็วคลื่นไหวสะเทือน การสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ และการสำรวจเรดาร์ เป็นต้น งานทำวิจัยได้เลือกวิธีสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ เนื่องจากเป็นวิธีการสำรวจที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางและผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องแม่นยำสูง

2.2.1 หลักการสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ

การวัดค่าความต้านทานจำเพาะเป็นการวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าโดยอาศัยคุณสมบัติทางด้านกายภาพที่แตกต่างกันของชั้นหิน ซึ่งโดยปกติในชั้นหินใดๆ จะมีความนำไฟฟ้าของหินอันเป็นผลเนื่องมาจาก การเคลื่อนที่ของไอออนอิสระในสารละลายหรือน้ำ ที่แทรกอยู่ตามช่องว่างในเนื้อหิน ปัจจัยที่มีผลต่อความต้านนำไฟฟ้านั้นได้แก่ความพรุน ความซึมซาบได้ ความหนาแน่น ปริมาณของไหลที่อยู่ในช่องว่าง อุณหภูมิ ค่าความเค็ม ชนิดของหิน เป็นต้น ตัวอย่างค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะของหินและแร่บางชนิดดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.1 ตารางที่ 2.2 และรูปที่ 2.1 ตามลำดับ

การสำรวจหาความต้านทานจำเพาะทางไฟฟ้า นั้นเป็นการสำรวจที่นิยมใช้เพื่อจำแนกชั้นของหิน โดยชั้นหินที่แตกต่างกัน จะมีคุณสมบัติการนำไฟฟ้าที่แตกต่างกัน ย่อมให้ค่าความนำและความต้านทานไฟฟ้าที่แตกต่างกันด้วย

นักฟิสิกส์ชาวเยอรมันชื่อ Georg Simon Ohm ได้ทดลองเกี่ยวกับกระแสไฟฟ้าแล้วสรุปเป็นกฎ กฎของโอห์ม (Ohm's Law) ซึ่งกล่าวว่า

ความต่างศักย์ระหว่างจุดคู่หนึ่ง = กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน ความต้านทานระหว่างจุดคู่นั้น

$$V = I R \qquad \text{สมการ (1)}$$

เมื่อ V = ความต่างศักย์ไฟฟ้า (voltage, Volt)

I = กระแสไฟฟ้า (current, Ampere)

R = ความต้านทาน (resistance, Ohm)

จากกฎของโอห์มเราสามารถคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า , ความต้านทานไฟฟ้าของตัวนำ และความต่างศักย์ได้ ในวงจรใด ๆ กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรนั้นจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับแรงดันไฟฟ้า และจะเป็นปฏิภาคโดยกลับกับความต้านทานไฟฟ้า

การสำรวจโดยการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะทำได้โดยการปล่อยกระแสไฟฟ้าลงในดิน ผ่านขั้วกระแสไฟฟ้าสองขั้ว (Current electrodes, C1 – C2) การไหลของกระแสไฟฟ้าจะทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าขึ้นในชั้นดินหรือชั้นหิน ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะแปรเปลี่ยนตามค่าของกระแสไฟฟ้าที่ถูกปล่อยลงไปในดิน และค่าความต้านทานไฟฟ้าของชั้นดินหรือชั้นหินที่กระแสไหลผ่าน ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นสามารถตรวจวัดได้ผ่านขั้วศักย์ไฟฟ้าสองขั้ว (Potential electrodes, P1 P2)

ความลึกของเส้นทางที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านชั้นดินชั้นหินจะแปรผันตามระยะห่างระหว่างขั้วกระแสไฟฟ้าทั้งสอง (C1-C2) ในการสำรวจโดยทั่วไปจะเริ่มจากการวางขั้ว C1 กับ C2 ห่างกันเล็กน้อยเพื่อวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าของชั้นดินหรือชั้นหินในระดับตื้น แล้วจึงเพิ่มระยะห่างระหว่าง C1 และ C2 มากขึ้น ๆ เพื่อวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าของชั้นดินหรือชั้นหินในระดับที่ลึกลงไปจนถึงระดับที่ต้องการ

ตารางที่ 2.1 ค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะของหิน และแร่บางชนิด (คัดลอกจาก Raynolds, 1997)

Material	Nominal resistivity (Ω m)
Sulphides:	
Chalcopyrite	1.2×10^{-5}–3×10^{-1}
Pyrite	2.9×10^{-5}–1.5
Pyrrhotite	7.5×10^{-6}–5×10^{-2}
Galena	3×10^{-5}–3×10^{2}
Sphalerite	1.5×10^{7}
Oxides:	
Hematite	3.5×10^{-3}–10^{7}
Limonite	10^{3}–10^{7}
Magnetite	5×10^{-5}–5.7×10^{3}
Ilmenite	10^{-3}–5×10
Quartz	3×10^{2}–10^{6}
Rock salt	3×10–10^{13}
Anthracite	10^{-3}–2×10^{5}
Lignite	9–2×10^{2}
Granite	3×10^{2}–$\times 10^{6}$
Granite (weathered)	3×10–5×10^{2}
Syenite	10^{2}–10^{6}
Diorite	10^{4}–10^{5}
Gabbro	10^{3}–10^{6}
Basalt	10–1.3×10^{7}
Schists (calcareous and mica)	20–10^{4}
Schist (graphite)	10–10^{2}
Slates	6×10^{2}–4×10^{7}
Marble	10^{2}–2.5×10^{8}
Consolidated shales	20–2×10^{3}
Conglomerates	2×10^{3}–10^{4}
Sandstones	1–7.4×10^{8}
Limestones	5×10–10^{7}
Dolomite	3.5×10^{2}–5×10^{3}
Marls	3–7×10
Clays	1–10^{2}
Alluvium and sand	10–8×10^{2}
Moraine	10–5×10^{3}
Sherwood sandstone	100–400
Soil (40% clay)	8
Soil (20% clay)	33
Top soil	250–1700
London clay	4–20
Lias clay	10–15
Boulder clay	15–35
Clay (very dry)	50–150
Mercia mudstone	20–60
Coal measures clay	50
Middle coal measures	>100
Chalk	50–150
Coke	0.2–8
Gravel (dry)	1400
Gravel (saturated)	100
Quaternary/Recent sands	50–100

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

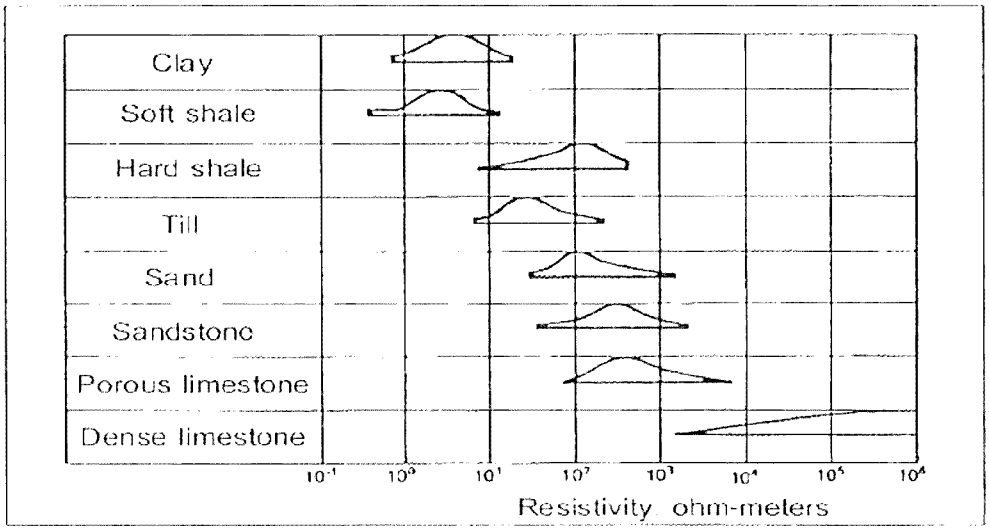
Material	Nominal resistivity (Ωm)
Ash	4
Colliery spoil	10–20
Pulverised fuel ash	50–100
Laterite	800–1500
Lateritic soil	120–750
Dry sandy soil	80–1050
Sand clay/clayey sand	30–215
Sand and gravel	30–225
Unsaturated landfill	30–100
Saturated landfill	15–30
Acid peat waters	100
Acid mine waters	20
Rainfall runoff	20–100
Landfill runoff	<10–50
Glacier ice (temperate)	2×10^6–1.2×10^8
Glacier ice (polar)	5×10^4–3×10^5 *
Permafrost	10^3– > 10^4

* – 10°C to – 60°C, respectively; strongly temperature-dependent. Based on Telford *et al.* (1990) with additional data from McGinnis and Jensen (1971), Reynolds (1987a), Reynolds and Paren (1980, 1984) and many commercial projects.

ตารางที่ 2.2 ค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะของชั้นหินให้น้ำบริเวณที่ใต้ผิวดินมีเกลือหินของหมวดหินมหาสารคามรองรับ (คัดลอกและดัดแปลงจาก เพียงตา สาตรักษ์, 2548)

ค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ (โอห์ม-เมตร)	ชนิดของหินและน้ำบาดาล
0.25 – 3.10	ดินเหนียวปนทราย
1.30 – 7.80	ทรายปนดินเหนียว
3.40 – 137.70	หินดินเหนียวผุ และไม่มีน้ำเค็มแทรก
0.70 – 10.30	หินดินเหนียวผุ และมีน้ำเค็มแทรก

การจัดวางรูปแบบและระยะห่างระหว่างขั้วกระแสไฟฟ้าและขั้วศักย์ไฟฟ้ามีหลายรูปแบบแต่ในการสำรวจครั้งนี้จะกระทำการสำรวจในแบบแนวดิ่ง (Vertical Electrical Sounding, VES) โดยจะจัดวางขั้วไฟฟ้าแบบชลัมเบอร์เจร์ (Schlumberger configuration) ดังแสดงในรูปที่ 2.2 โดยระยะห่างระหว่างขั้วกระแสไฟฟ้า (C1 – C2) จะมีระยะทางมากกว่าระยะห่างระหว่างขั้วศักย์ไฟฟ้า (P1 – P2) ประมาณ 5 เท่า โดยการอ่านค่ากระแสไฟฟ้า ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า และค่าความต้านทานไฟฟ้าปรากฏ (Apparent resistivity) ซึ่งเป็นค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ ได้โดยตรงจากเครื่องวัดค่าความต้าน



รูปที่ 2.1 ค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะในหินประเภทต่างๆ ซึ่งมีน้ำจืดแทรกอยู่ตามช่องว่าง ถ้าเปลี่ยนเป็นน้ำเค็มค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะจะลดลงอย่างน้อยหนึ่งเท่าตัว (คัดลอกจาก Todd, 1980)

ทานไฟฟ้า (Resistivitymeter) ได้โดยตรง ทั้งนี้ในตัวกลางเนื้อเดกพันธ์ (Homogeneous media)ความต้านทานจำเพาะ (ρ) ที่คำนวณได้ ไม่ว่าจะใช้รูปแบบการจัด Electrode แบบใดก็ตามก็จะไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเปลี่ยนระยะห่างระหว่าง Electrode อีกทั้งระดับความลึกที่สำรวจได้ในทางทฤษฎีจะมีค่าเท่ากับระยะห่างระหว่างขั้วกระแสไฟฟ้าทั้งสองขั้ว แต่อย่างไรก็ตามในธรรมชาติแล้วใต้พื้นดินไม่ได้มีลักษณะเช่นนั้น แต่อาจจะประกอบด้วยหินชนิดต่าง ๆ หลายชั้นทับถมกันอยู่ ด้วยเหตุนี้ในความเป็นจริงความลึกที่สามารถสำรวจได้และค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะที่คำนวณได้อาจเปลี่ยนแปลงเมื่อเปลี่ยนระยะระหว่าง Electrodeหรือเมื่อเคลื่อน Electrode ทั้งชุดไปบนผิวดินโดยมีระยะระหว่าง Electrode คงเดิมความต้านทานจำเพาะที่หาได้ในกรณีเช่นนี้เรียกว่าความต้านทานจำเพาะปรากฏ (Apparent resistivity) ซึ่งเขียนแทนด้วย ρ_a ซึ่งเป็นความต้านทานจำเพาะที่ได้จากงานภาคสนาม ซึ่งเป็นค่าได้มาจากสมการที่ 4

$$\rho_a = \frac{\pi\left(L^2 - l^2\right)\Delta V}{2Il} = \frac{\pi\left(L^2 - l^2\right)R}{2l} \approx \frac{\pi L^2}{2l} R \qquad \text{สมการที่ (2)}$$

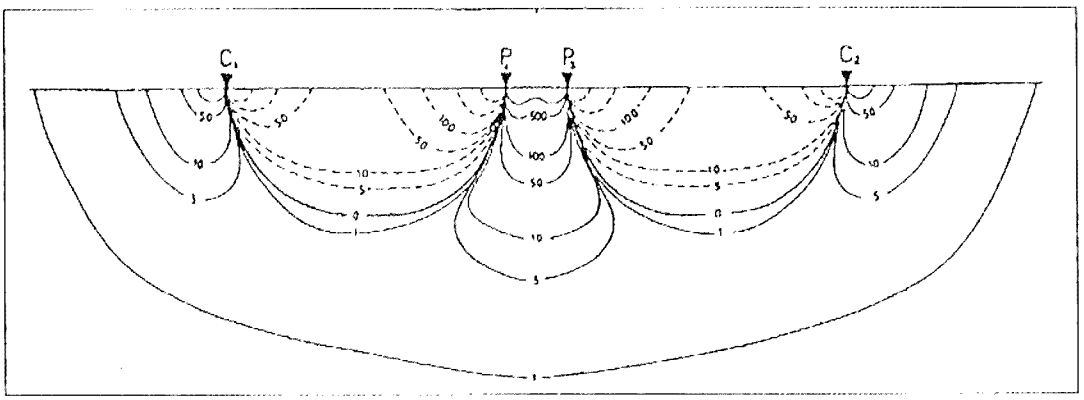
เมื่อ ΔV = ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่อ่านได้จากเครื่องวัดฯ (volt)

I = ค่ากระแสไฟฟ้าที่อ่านได้จากเครื่องวัด (ampere)

L = ระยะห่างจากปลายขั้วกระแสไฟฟ้าถึงจุดกึ่งกลาง (meter)

l = ระยะห่างจากปลายขั้วศักย์ไฟฟ้าถึงจุดกึ่งกลาง (meter)

ผลจากการขยายระยะระหว่างขั้วไฟฟ้าทั้งขั้วกระแสไฟฟ้าและขั้วศักย์ไฟฟ้าทำให้กระแสไฟฟ้ามีการเคลื่อนที่ลึกลงไปในชั้นใต้ดินได้มากขึ้นดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.2 ดังนั้นถ้าต้องการให้มีการสำรวจในระดับลึกลงไปในชั้นใต้ดินก็สามารถทำได้ด้วยการเพิ่มระยะห่างของขั้วไฟฟ้าดังกล่าวให้มากขึ้น



รูปที่ 2.2 ลักษณะการเดินทางของกระแสไฟฟ้าระหว่างขั้วกระแสไฟฟ้าสองขั้วและค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วศักย์ไฟฟ้าสองขั้ว เมื่อมีการจัดวางขั้วไฟฟ้าแบบชลัมเบอร์เจร์

(คัดลอกจาก Barker, 1979)

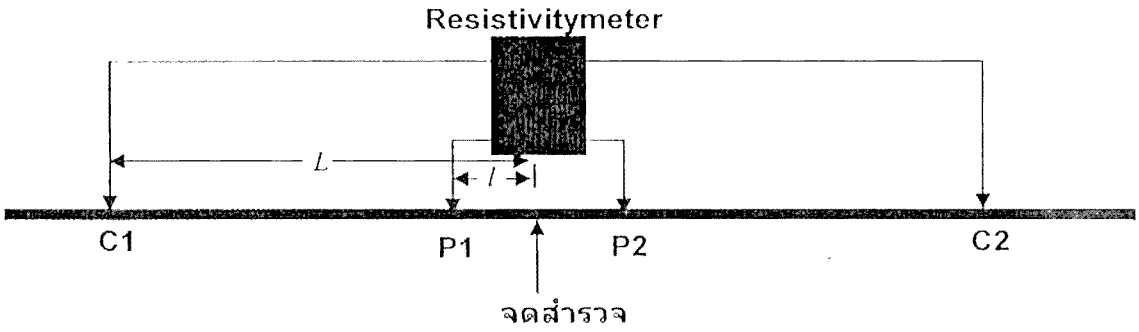
จากค่าความต้านทานไฟฟ้าปรากฏจะนำไปเข้าคอมพิวเตอร์โปรแกรม IPI2win เพื่อนำไปหาค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะจริง (True resistivity) ของชั้นหินต่าง ๆ บริเวณพื้นที่สำรวจเพื่อนำไปสู่การจำแนกชนิดของหินและการแปลความหมายทางธรณีวิทยาต่อไป

2.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ

1. เครื่อง Resistivitymeter IRIS รุ่น SYSCAL-Junior
2. แท่ง Electrode 8 แท่ง
3. สายไฟยาว 700 เมตร 2 ม้วน

2.2.3 การเก็บข้อมูล

ในการสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะในบริเวณพื้นที่ศึกษาครั้งนี้จะกระทำการสำรวจในแบบแนวดิ่ง (Vertical Electrical Sounding, VES) โดยจะจัดวางขั้วไฟฟ้าแบบชลัมเบอร์เจร์ (Schlumberger configuration) ดังแสดงในรูปที่ 2.3 โดยระยะห่างระหว่างขั้วกระแสไฟฟ้า (C1 - C2) จะมีระยะทางมากกว่าระยะห่างระหว่างขั้วศักย์ไฟฟ้า (P1 P2) ประมาณ 5 เท่า หรือมากกว่า โดยในการศึกษาครั้งนี้จะมีระยะห่างระหว่างขั้วกระแสไฟฟ้ามากที่สุดจนถึง 200 เมตร ทั้งนี้จะจัดวางจุดสำรวจให้มีลักษณะกระจายตัวและครอบคลุมพื้นที่บริเวณจังหวัดนครราชสีมาตามพื้นที่ที่สามารถเข้าไปดำเนินการสำรวจได้



รูปที่ 2.3 รูปแบบการจัดวางขั้วไฟฟ้าแบบชลัมเบอร์เจร์ (Schlumberger configuration)

2.2.4 การแปลความหมาย

ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจจะถูกนำมาแปลความหมายโดยใช้โปรแกรม IPI2win เพื่อหาชั้นของน้ำบาดาล และผลการแปลที่ได้จะถูกนำมาสร้างเป็นแผนที่ของชั้นน้ำบาดาลในบริเวณพื้นที่ศึกษาต่อไป

2.3 การจัดทำแผนที่ชั้นน้ำบาดาลจากข้อมูลภูมิศาสตร์สารสนเทศและข้อมูลจากการสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะในแนวดิ่ง

เริ่มจากการนำค่าความหนาและความลึกที่ได้จากการประมวลผล มาวิเคราะห์และแปลความหมายเข้ากับข้อมูลธรณีวิทยาแล้วสร้างรูปจำลองของชั้นใต้ผิวดิน และจากผลการแปลความหมายทางธรณีฟิสิกส์ที่ได้จะนำมาจัดทำแผนที่น้ำบาดาลเค็มด้วยซอฟท์แวร์ Surfer7 และจะจัดทำข้อมูลต่างๆ ที่ได้ให้อยู่ในรูปแบบที่เป็นข้อมูลภูมิศาสตร์สารสนเทศได้ โดยใช้ซอฟแวร์ ArcView3.2 และ ENVI 4.0 ดังนี้

เมื่อได้รูปจำลองของระดับน้ำบาดาลและน้ำบาดาลเค็มจากการแปลความและแสดงผลด้วยซอฟท์แวร์ Surfer 7 จากนั้นจะนำรูปจำลองที่ได้มาแสดงผลร่วมกับข้อมูลภูมิสารสนเทศของจังหวัดนครราชสีมา การซ้อนทับรูปจำลองจะแสดงด้วยแผนที่แสดงตำแหน่งจุดสำรวจ แผนที่ระดับน้ำบาดาลจืด แผนที่ระดับน้ำบาดาลเค็มในเขตจังหวัดนครราชสีมาที่กระจายอยู่ในอำเภอต่างๆ ที่มีการสำรวจธรณีฟิสิกส์ ได้แก่ อำเภอเมือง คง จักราช ด่านขุนทด บัวใหญ่ บ้านเหลื่อม พระทองคำ ขามทะเลสอ โนนไทย พิมาย แก้งสนามนาง สีคิ้ว และปากช่อง

ขั้นตอนการทำข้อมูลสารสนเทศของจังหวัดนครราชสีมา

เมื่อได้ข้อมูลสารสนเทศของประเทศไทยทั้งหมดมาแล้ว จะทำการเลือกเฉพาะข้อมูลที่ต้องการได้แก่ ข้อมูลเฉพาะขอบเขตจังหวัด และขอบเขตอำเภอ และทำเป็นแผนที่ขอบเขตการ

ปกครองเฉพาะจังหวัดนครราชสีมา และเลือกการแสดงพิกัดภูมิศาสตร์ด้วยโซน 47 ด้วยซอฟท์แวร์ ArcView 3.2 จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้จากการแปลความซึ่งแสดงตำแหน่งจุดสำรวจจำนวน 49 จุด และได้จำแนกชั้นน้ำบาดาลจืดและชั้นน้ำบาดาลเค็มไว้แล้ว นำมาแสดงผลเป็นแผนที่แสดงผลศึกษาในจังหวัดนครราชสีมาด้วยซอฟท์แวร์ Surfer 7 โดยในซอฟท์แวร์นี้ไม่สามารถประมวลผลขอบเขตจังหวัดที่ต้องการได้ จึงต้องนำข้อมูลสารสนเทศที่ได้จาก ArcView 3.2 มาใช้โดยการนำเข้ามาใน Surfer 7 ในลักษณะของแผนที่ฐาน (Base map) และนำข้อมูลทั้งหมดมาซ้อนทับเข้าด้วยกัน