

บทที่ 4

ผลการทดลองและการวิเคราะห์

4.1 ผลการทดลอง

จากการไปวัดค่าความต้านทานและเก็บข้อมูลดินที่จังหวัดนครสวรรค์ในระหว่างวันที่ 8-12 พฤษภาคม 2543 ที่จังหวัดกำแพงเพชรในระหว่างวันที่ 25-26 พฤษภาคม 2543 วิธีการวัดใช้การวัดแบบ 3 จุด(ซึ่งเนื้อหาคำนี้ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 หัวข้อ 2.13 และ 2.14)แล้วนำดินไปอบเพื่อทดสอบหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นใช้เวลา 24 ชั่วโมง ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.1 และ 4.2

การวัดค่าความชื้นโดยวิธีชั่ง(gravimetric method) เป็นวิธีการวัดที่ได้ค่าความชื้นที่แน่นอนที่สุด วิธีการชั่งตัวอย่างดินชื้น และความชื้นหลังอบแห้งที่ 105°C คำนวณหาเปอร์เซ็นต์โดยใช้สูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์} = \frac{(\text{ดินชื้น} - \text{ดินอบแห้ง})}{\text{ดินอบแห้ง}} \times 100$$

วิธีการหาค่า pH ค่าความนำไฟฟ้า ส่วนประกอบแคลเซียมและส่วนประกอบแมกนีเซียมของดินและสารเคมีนั้น ได้อธิบายรายละเอียดไว้ในบทที่ 3 ส่วนค่าต่างๆข้างต้นนี้แสดงในตารางที่ 4.4

ที่จังหวัดเชียงใหม่ในวันที่ 12 มิถุนายน 2543 ถึงวันที่ 16 มิถุนายน 2543 จากการเก็บดินและแก้ไขค่าความต้านทานสายดินโดยใช้วิธีตอกแท่งกรวดรูด, ข้อมูลดังแสดงได้ในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างข้อมูลดินทำการเก็บที่จังหวัดนครสวรรค์และจังหวัดกำแพงเพชร

จุดที่	สถานที่	เวลา	สภาพอากาศและสภาพดินขณะเก็บ	ค่าความต้านทานของกราวด์[Ω]
207/2 (230kV)	นครสวรรค์-ท่าตะโก2	11.50 น. 10 พฤษภาคม 2543	อากาศร้อนไม่มีฝนตก บริเวณรอบๆเป็นป่าที่มีต้นไม้ไม่ค่อยสูงนัก ดินมีสีแดงหรือเรียกว่าดินลูกรัง	ขา1 0.20 ขา2 0.20 ขา3 0.21 ขา4 0.20
16/2 (115kV)	นครสวรรค์-สลกบาตร	11.10 น. 8 พฤษภาคม 2543	แดดร้อนจัดพื้นที่รอบๆข้างมีน้ำขังเป็นที่ๆดินชั้นล่างยังคงชื้นและค่อนข้างเหนียว	ขา1 0.14 ขา2 0.15 ขา3 0.13 ขา4 0.14
10/3 (115kV)	นครสวรรค์-มโนรมย์	10.12 น. 8 พฤษภาคม 2543	แดดร้อนจัดพื้นที่เป็นทุ่งกว้างและสวนมะม่วง	ขา1 1.11 ขา2 1.12 ขา3 1.11 ขา4 1.21
6/1 (230kV)	อ่างทอง1-ท่าตะโก	11.00 น. 11 พฤษภาคม 2543	อากาศร้อนอบอ้าวแต่ไม่มีแดด พื้นที่บริเวณเป็นป่าแถบตีนเขา ดินประกอบด้วยหินเป็นส่วนใหญ่	ขา1 8.63 ขา2 8.63 ขา3 8.63 ขา4 6.30
247/1 (230kV)	พิษณุโลก2-นครสวรรค์	09.52 น. 12 พฤษภาคม 2543	มีแดดไม่จัด บริเวณเป็นไร่อ้อย ดินค่อนข้างเหนียวปนกับอ้อยที่ถูกละ	ขา1 0.13 ขา2 0.13 ขา3 0.13 ขา4 0.13
454 (230kV)	อ่างทอง-ท่าตะโก	10.08 น. 10 พฤษภาคม 2543	อากาศร้อนไม่มีเมฆฝน บริเวณรอบๆเป็นท้องนา ดินมีลักษณะเป็นทรายปนก้อนกรวดขนาดใหญ่	ขา1 0.05 ขา2 0.06 ขา3 0.05 ขา4 0.05

จุดที่	สถานที่	เวลา	สภาพอากาศและ สภาพดินขณะเก็บ	ค่าความต้านทาน ของกราวด์[Ω]
232/1 (230kV)	พิษณุโลก2- นครสวรรค์	10.50 น. 12 พฤษภาคม 2543	แดดไม่จัด บริเวณเป็น ป่าหญ้าคา ลมพัด ตลอด ดินเป็นทรายแข็ง จุดลึกยังมีน้ำซึมออก มา	ข1 0.21 ข2 0.21 ข3 0.21 ข4 0.21
738 (230kV)	นครสวรรค์- เขื่อนภูมิ พลวงจร1,2	14.30 น. 25 พฤษภาคม 2543	มีดครีมีมีฝนตก ปรอยๆ ลมพัด ไม่แรง ดินค่อนข้างเหนียว บริเวณรอบๆเป็นทุ่ง นาและสวนฝรั่ง	ข1 125 ข2 107 ข3 143 ข4 152
125/2 (230kV)	นครสวรรค์- ตาก2	11.40 น. 25 พฤษภาคม 2543	ฟ้าโปร่งแดดค่อนข้าง ร้อนมีเมฆเป็นบาง แห่ง ดินค่อนข้างเป็น ดินทราย	ข1 3.50 ข2 4.40 ข3 3.60 ข4 3.20
732 (230kV)	นครสวรรค์- เขื่อนภูมิ พลวงจร1,2	15.10 น. 26 พฤษภาคม 2543	ท้องฟ้าโปร่งอากาศอบ อ้าวแดดจัด ดินแข็ง เป็นลักษณะทรายปน ดินร่วน	ข1 2.3 ข2 2.6 ข3 2.7 ข4 2.1
723 (230kV)	นครสวรรค์- เขื่อนภูมิ พลวงจร1,2	14.15 น. 26 พฤษภาคม 2543	ท้องฟ้าโปร่งใสมีแดด จัด บริเวณที่เป็นไร่มัน ดินเป็นทรายปน หิน	ข1 10 ข2 10 ข3 13 ข4 9.7
702 (230kV)	นครสวรรค์- เขื่อนภูมิ พลวงจร1,2	13.45 น. 26 พฤษภาคม 2543	ท้องฟ้าโปร่งใสมีแดด จัด ลมพัดเรื่อยๆ บริเวณพื้นที่เป็นทุ่งนา ดินเป็นดินร่วน	ข1 2.6 ข2 2.5 ข3 2.5 ข4 2.4

จุดที่	สถานที่	เวลา	สภาพอากาศและสภาพดินขณะเก็บ	ค่าความต้านทานของกราวด์[Ω]
58/1 (230kV)	นครสวรรค์- เขื่อนภูมิ พลวงจร1,2	10.25 น. 26 พฤษภาคม 2543	มีลมพัด แดดไม่ร้อนมาก ท้องฟ้าโปร่งใส ดินค่อนข้างและและมีน้ำขัง	ขา1 2.0 ขา2 2.0 ขา3 2.1 ขา4 2.0
650 (230kV)	นครสวรรค์- เขื่อนภูมิ พลวงจร1,2	11.45 น. 26 พฤษภาคม 2543	สภาพพื้นที่เป็นทุ่งนา รั้วมีหญ้าปกคลุมดิน เป็นดินเหนียวสีส้ม มีความชื้นมากลึกลงไปกว่า 50 cm พบดินเหนียวแข็งสีน้ำตาลและสีมากกว่า 75 cm เป็นดินทรายขาว	ขา1 1.4 ขา2 1.1 ขา3 1.2 ขา4 1.2
125/1 (230kV)	นครสวรรค์- ตาก2	12.00 น. 25 พฤษภาคม 2543	ฟ้าโปร่งแดดค่อนข้างร้อนมีเมฆเป็นบางแห่ง ดินค่อนข้างเป็นดินทราย	ขา1 4.00 ขา2 2.50 ขา3 2.00 ขา4 2.30
724 (230kV)	นครสวรรค์- เขื่อนภูมิ พลวงจร1,2	14.45 น. 26 พฤษภาคม 2543	ท้องฟ้าโปร่งอากาศร้อน ดินเป็นทราย	ขา1 99 ขา2 98 ขา3 104 ขา4 102
726 (230kV)	นครสวรรค์- เขื่อนภูมิ พลวงจร1,2	13.50 น. 25 พฤษภาคม 2543	แดดร้อนอากาศอบ อ้าว ฟ้าบางแห่งมีเมฆเหมือนฝนจะตกแต่ลึกลับก็หายไปแล้ว ลักษณะดินค่อนข้างแข็งเป็นดินเหนียวปนทราย	ขา1 2.60 ขา2 2.80 ขา3 2.70 ขา4 2.80

จุดที่	สถานที่	เวลา	สภาพอากาศและ สภาพดินขณะเก็บ	ค่าความต้านทาน ของกราวด์[Ω]
733 (230kV)	นครสวรรค์- เขื่อนภูมิ พลวงจร1,2	15.25 น. 26 พฤษภาคม 2543	ท้องฟ้ามีเมฆ อากาศ อบอ้าวแดดร้อน ดิน แข็งและเป็นดินลูกรัง	ขา1 1.90 ขา2 3.80 ขา3 1.70 ขา4 3.00
700 (230kV)	นครสวรรค์- เขื่อนภูมิ พลวงจร1,2	13.15 น. 26 พฤษภาคม 2543	ท้องฟ้าโปร่งใสมีแดด ไม่จัด ลมพัดตลอด บริเวณเป็นทุ่งนา ดิน เป็นดินร่วน	ขา1 3.80 ขา2 3.90 ขา3 3.80 ขา4 4.00
646 (230kV)	นครสวรรค์- เขื่อนภูมิ พลวงจร1,2	11.10 น. 26 พฤษภาคม 2543	สภาพพื้นที่เป็นทุ่งนา มีน้ำขังมากเป็นดินเลน ความต้านทานสูงมาก เปิดหน้าดินเพียง 5 เซนติเมตร	ขา1 182 ขา2 142 ขา3 199 ขา4 188
1/1 (115kV)	ท่าตะโก- ตาคี	12.00น. 11 พฤษภาคม 2543	ลมพัดเย็นตลอด แดด ไม่จัด สภาพเป็นท้อง นา ดินเป็นดินดาน	ขา1 0.03 ขา2 0.03 ขา3 0.03 ขา4 0.03
17/3 (115kV)	นครสวรรค์- มโนรมย์	11.11 น. 9 พฤษภาคม 2543	แดดร้อนจัดพื้นที่เป็น ทุ่งกว้างและสวน มะม่วง	ขา1 0.13 ขา2 0.13 ขา3 0.13 ขา4 0.13

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบค่าความต้านทานระบบสายดินกับปัจจัยที่มีผลต่อความต้านทาน

จุดที่	ค่าความต้านทานสายดิน (Ω)	ระยะความลึก (cm)	เปอร์เซ็นต์ความชื้น (%)	ค่า pH	ค่าความนำไฟฟ้า ($\mu\text{S/cm}$)	ปริมาณ Ca ppm, (mg/kg)	ปริมาณ Mg ppm, (mg/kg)
207/2	ขา 1 0.20	20	6.230	5.32	61.05	9600	1995.45
	ขา 2 0.20	30	5.267	5.47	35.20	8250	1871.82
	ขา 3 0.21						
	ขา 4 0.20						
16/2	ขา 1 0.14	50	18.71	7.09	39.2	15750	1794.55
	ขา 2 0.15	75	16.92	6.99	49.2	20850	2030.21
	ขา 3 0.13						
	ขา 4 0.14						
10/3	ขา 1 1.11	50	10.32	5.66	53.1	12750	2698.58
	ขา 2 1.12	75	16.04	6.72	70.7	14100	2712.12
	ขา 3 1.11						
	ขา 4 1.21						
6/1	ขา 1 8.63	40	7.96	6.60	17.1	7200	1066.3
	ขา 2 8.63						
	ขา 3 8.63						
	ขา 4 8.63						
247/1	ขา 1 0.13	50	31.09	6.09	41.6	11850	1989.65
	ขา 2 0.13	75	17.40	6.29	59.0	15000	1993.51
	ขา 3 0.13						
	ขา 4 0.13						

จุดที่	ค่าความ ต้านทาน สายดิน (Ω)	ระยะ ความ ลึก (cm)	เปอร์เซ็นต์ ความชื้น (%)	ค่า pH	ค่าความนำ ไฟฟ้า ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	ปริมาณ Ca ppm, (mg/kg)	ปริมาณ Mg ppm, (mg/kg)
454	ขา 1 0.05	20	1.84	6.26	11.0	1200	262.56
	ขา 2 0.06	30	3.95	6.85	12.6	900	213.87
	ขา 3 0.05						
	ขา 4 0.05						
232/1	ขา 1 0.21	50	16.47	7.24	15.4	1500	36.12
	ขา 2 0.21						
	ขา 3 0.21						
	ขา 4 0.21						
738	ขา 1 125	50	16.918	5.0	11.7	1950	330.12
	ขา 2 107	75	-	4.49	18.9	1200	218.01
	ขา 3 143						
	ขา 4 152						
125/2	ขา 1 3.50	50	11.258	4.92	17.6	1050	189.48
	ขา 2 4.40	75	13.636	4.76	16.0	750	422.40
	ขา 3 3.60						
	ขา 4 3.20						
732	ขา 1 2.3	50	14.130	-	-	300	408.57
	ขา 2 2.6	75	34.000	4.63	4.0	900	332.82
	ขา 3 2.7						
	ขา 4 2.1						
723	ขา 1 10	50	17.758	4.61	29.6	1350	343.95
	ขา 2 10	75	23.327	4.86	10.9	1350	415.83
	ขา 3 13						
	ขา 4 9.7						

จุดที่	ค่าความ ต้านทาน สายดิน (Ω)	ระยะ ความ ลึก (cm)	เปอร์เซ็นต์ ความชื้น (%)	ค่า pH	ค่าความนำ ไฟฟ้า ($\mu\text{S/cm}$)	ปริมาณ Ca ppm, (mg/kg)	ปริมาณ Mg ppm, (mg/kg)
702	ขา 1 2.6 ขา 2 2.5 ขา 3 2.5. ขา 4 2.4	25	13.637	5.87	24.6	2550	476.40
58/1	ขา 1 2.0 ขา 2 2.0 ขา 3 2.1 ขา 4 2.0	50 65	14.515 -	5.48 5.35	14.4 15.2	600 750	513.04 1587.86
650	ขา 1 1.14 ขา 2 1.1 ขา 3 1.2 ขา 4 1.2	50	15.530	5.37	7.8	450	273.8
125/1	ขา 1 4.0 ขา 2 2.50 ขา 3 2.0 ขา 4 2.30	50 75	13.013 -	5.08 5.05	12.4 11.1	750 900	571.78 429.06
724	ขา 1 99 ขา 2 98 ขา 3 104 ขา 4 102	50	16.516	4.63	17.3	750	923.35
726	ขา 1 2.60 ขา 2 2.80 ขา 3 2.70 ขา 4 2.80	50 75	13.880 -	5.91 5.16	12.8 18.9	150 150	417.75 857.67

จุดที่	ค่าความ ต้านทาน สายดิน (Ω)	ระยะ ความ ลึก (cm)	เปอร์เซ็นต์ ความชื้น (%)	ค่า pH	ค่าความนำ ไฟฟ้า ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	ปริมาณ Ca ppm, (mg/kg)	ปริมาณ Mg ppm, (mg/kg)
733	ขา 1 1.9	20	-	5.20	8.3	150	117.96
	ขา 2 3.8	50	-	4.64	19.7	300	238.95
	ขา 3 1.7						
	ขา 4 3.0						
700	ขา 1 3.8	50		6.11	9.0	150	68.73
	ขา 2 3.9	75		5.90	8.2	150	1066.30
	ขา 3 3.8						
	ขา 4 4.0						
646	ขา 1 182	10	-	4.90	13.6	150	2727.56
	ขา 2 142						
	ขา 3 199						
	ขา 4 188						
1/1	ขา 1 0.03	-	-	-	-	-	-
	ขา 2 0.03						
	ขา 3 0.03						
	ขา 4 0.03						
17/3	ขา 1 0.13	10	-	8.35	136.4	150	2632.91
	ขา 2 0.13	25	-	8.35	151.7	300	2632.91
	ขา 3 0.13						
	ขา 4 0.13						
54/2	ขา 1 4.0	50	-	5.86	10	150	612.35
	ขา 2 4.2						
	ขา 3 4.2						
	ขา 4 4.2						

จุดที่	ค่าความ ต้านทาน สาขดิน (Ω)	ระยะ ความ ลึก (cm)	เปอร์เซ็นต์ ความชื้น (%)	ค่า pH	ค่าความนำ ไฟฟ้า ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	ปริมาณ Ca ppm, (mg/kg)	ปริมาณ Mg ppm, (mg/kg)
57/1	ขา 1 2.3 ขา 2 2.4 ขา 3 2.8 ขา 4 2.3	50	-	5.13	10.0	150	643.26
55/3	ขา 1 5.4 ขา 2 5.1 ขา 3 5.0 ขา 4 5.6	50	-	5.83	7.5	150	595.58
51/3	ขา 1 7.5 ขา 2 7.1 ขา 3 7.8 ขา 4 7.5	50	-	5.86	5.3	150	351.60
51/2	ขา 1 9.0 ขา 2 8.5 ขา 3 8.1 ขา 4 8.9	50	-	5.00	4.9	150	236.13

หมายเหตุ: จากตารางที่ 4.2 -หมายถึง ไม่สามารถหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นได้เนื่องจากสภาพพื้นที่บริเวณนั้นแห้งจนเกินไป อุปกรณ์จึงไม่สามารถตกลงไปได้ ทาวเวอร์(Tower)หมายเลข 54/2,55/3,57/1,53/1และ51/2 เป็นดินที่นำมาจากเชียงใหม่ และทุกต้นได้ทำการแก้ไขโดยการตอกแท่งกรวดรูดเพิ่มและผลที่ออกมาไม่เป็นที่น่าพอใจ

ตารางที่ 4.4 ผลที่ได้จากการแก้ไขโดยวิธีตอกแท่งกราวด์รูด

หมายเลข	ค่าความต้านทานก่อน การแก้ไข(โอห์ม)				ค่าความต้านทานหลัง การแก้ไข(โอห์ม)				วันที่	หมายเหตุ
	ข1	ข2	ข3	ข4	ข1	ข2	ข3	ข4		
51/2	9.0	8.5	8.1	8.9	7.3	6.9	7.1	6.6	12 มิถุนายน 2543	ดินปนทรายและ หิน
51/3	7.5	7.1	7.8	7.5	7.0	6.9	6.4	7.0	13 มิถุนายน 2543	ดินปนทรายและ หิน
54/2	4.0	4.2	4.2	4.2	3.6	3.7	3.9	3.7	14 มิถุนายน 2543	ภูเขาสูงหินลูกรัง
55/3	5.4	5.1	5.0	5.6	5.0	4.6	4.6	5.0	15 มิถุนายน 2543	ภูเขาสูงดินปนลูกรัง
57/1	2.3	2.4	2.8	2.3	2.1	1.9	1.9	1.9	16 มิถุนายน 2543	ภูเขาสูงดินปนลูกรัง

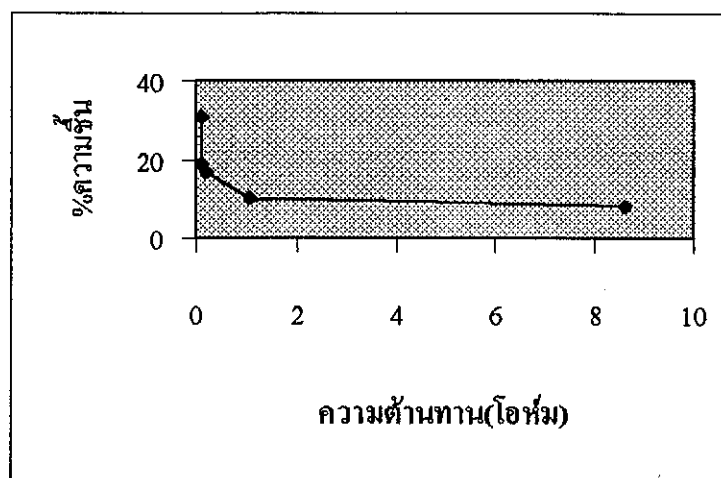
การนำสารเคมีชนิดต่างๆ ไปทดสอบหาค่า pH และค่าความนำไฟฟ้า ได้ผลดังตารางที่ 4.4
 ตารางที่ 4.4 แสดงค่า pH ค่าความนำไฟฟ้าของสารเคมี

สูตรที่	สารเคมีและส่วนผสมของสารเคมี ที่ใช้ทดสอบ	ค่า pH	ค่าความนำไฟฟ้า ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
1.	ผงยิปซัม 8.20 g ดินเหนียว 1.35 g Na_2SO_4 0.63 g	7.61	221140
2.	เกลือ 10.0 g	9.15	10.6
3.	ผงถ่าน 10.0 g	8.91	74.0
4.	ดินเหนียว 6.07 g ผงยิปซัม 3.93 g	6.29	784
5.	กราไฟต์ 10 g	10.49	205
6.	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 10 g	5.33	54.8
7.	CuSO_4 10 g	3.54	378.2
8.	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 3.17 g CuSO_4 6.83 g	3.69	911
9.	MgSO_4 5.82 g CuSO_4 4.18 g	3.95	168.5
10.	CuSO_4 75% 8.66 g MgSO_4 25% 1.34 g	3.56	310

สูตรที่	สารเคมีและส่วนผสมของสารเคมี ที่ใช้ทดสอบ	ค่า pH	ค่าความนำไฟฟ้า ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
11.	กราไฟต์ 7.5 g ผงถ่าน 2.5 g	10.62	128.6
12.	กราไฟต์ 2.5 g ผงถ่าน 7.5 g	9.54	78.8

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความชื้นกับความต้านทานที่นครสวรรค์

ดินที่	ความต้านทาน(Ω)	%ความชื้น	ชนิดดิน
247/1	0.13	31.09	ดินเหนียว
16/2.	0.14	18.71	ดินเหนียว
232/1	0.21	16.47	ดินทราย
10/3.	1.11	10.32	ดินร่วน
6/1.	8.63	7.96	ดินปนหิน

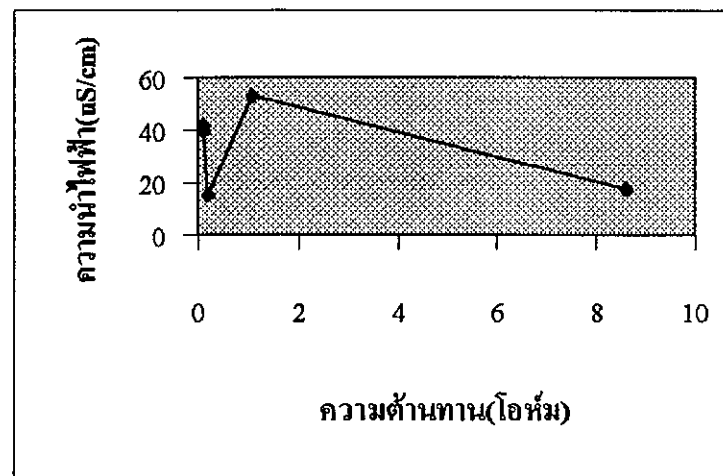


กราฟที่ 4.1 เปอร์เซ็นต์ความชื้นกับความต้านทานที่นครสวรรค์

ผลการวิเคราะห์ จากข้อมูลและกราฟที่ได้สอดคล้องกับหลักทฤษฎีที่ว่า ดินในพื้นที่ใดมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นมากจะมีค่าความต้านทานน้อยและดินในพื้นที่ใดมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นน้อยจะมีค่าความต้านทานมาก

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลค่าความนำไฟฟ้ากับค่าความต้านทานที่นครสวรรค์

ดินที่	ความต้านทาน(Ω)	ความนำไฟฟ้า($\mu S/cm$)	ชนิดดิน
247/1	0.13	41.6	ดินเหนียว
16 /2.	0.14	39.2	ดินเหนียว
232/1	0.21	15.4	ดินทราย
10/3.	1.11	53.1	ดินร่วน
6/1.	8.63	17.1	ดินปนหิน

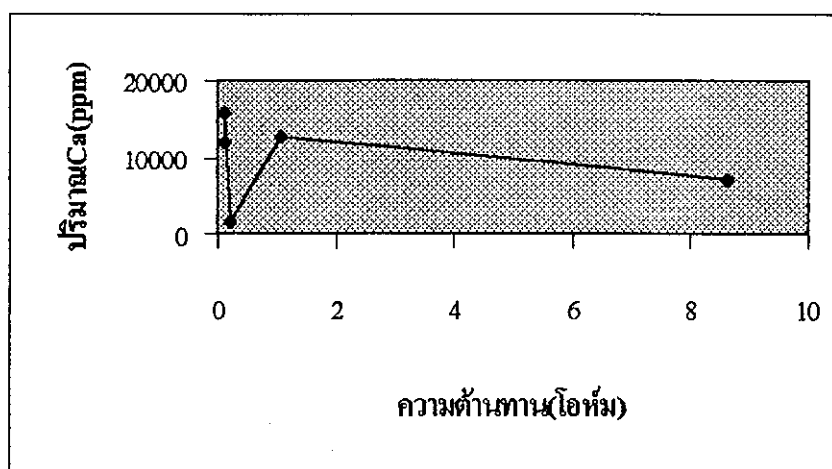


กราฟที่ 4.2 ค่าความนำไฟฟ้ากับค่าความต้านทานที่นครสวรรค์

ผลการวิเคราะห์ จากข้อมูลและกราฟที่ได้สอดคล้องกับหลักทฤษฎีอยู่บ้าง คือ ความต้านทานจะเป็นส่วนกลับกับความนำไฟฟ้า ดินในพื้นที่ใดมีความต้านทานน้อย แสดงว่าดินบริเวณนั้นจะมีความนำไฟฟ้าสูง แต่มีที่คลาดเคลื่อนบ้าง 2 ที่คือ ดินที่ 232/1 และ 10/3 สาเหตุเนื่องจากชนิดของดินที่ต่างกัน และสภาพพื้นที่ที่ตั้งของเสาส่งไฟฟ้าแรงสูง รวมถึงสภาพอากาศขณะวัดค่าความต้านทาน

ตารางที่ 4.7 ข้อมูลปริมาณแคลเซียมกับค่าความต้านทานที่นครสวรรค์

ตึกที่	ความต้านทาน(Ω)	ปริมาณCa(ppm)	ชนิดดิน
247/1	0.13	11850	ดินเหนียว
16/2.	0.14	15750	ดินเหนียว
232/1	0.21	1500	ดินทราย
10/3.	1.11	12750	ดินร่วน
6/1.	8.63	7200	ดินปนหิน

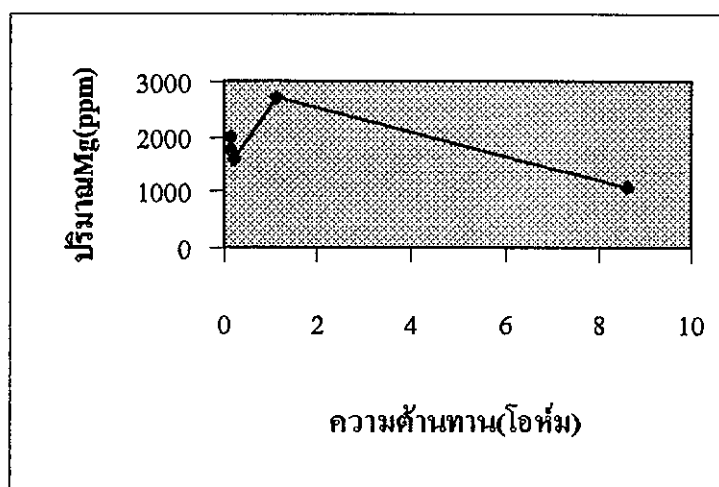


กราฟที่ 4.3 ปริมาณแคลเซียมกับค่าความต้านทานที่นครสวรรค์

ผลการวิเคราะห์ จากกราฟที่ได้สอดคล้องตามทฤษฎีคือเมื่อปริมาณแคลเซียมมากการนำไฟฟ้าจะดีทำให้ค่าความต้านทานที่วัดได้มีค่าน้อย แต่จากกราฟ tower ตึกที่ 232/1 มีปริมาณแคลเซียมน้อยมากเนื่องจากพื้นที่นั้นเป็นดินทรายและมีน้ำซึมจากภายในดินทำให้ปริมาณแคลเซียมถูกชะล้างไป

ตารางที่ 4.8 ข้อมูลปริมาณแมกนีเซียมกับค่าความต้านทานที่นครสวรรค์

ตั้นที่	ความต้านทาน(Ω)	ปริมาณMg(ppm)	ชนิดดิน
247/1	0.13	1989.65	ดินเหนียว
16 /2.	0.14	1784.55	ดินเหนียว
232/1	0.21	1578.9	ดินทราย
10/3.	1.11	2698.58	ดินร่วน
6/1.	8.63	1066.3	ดินปนหิน

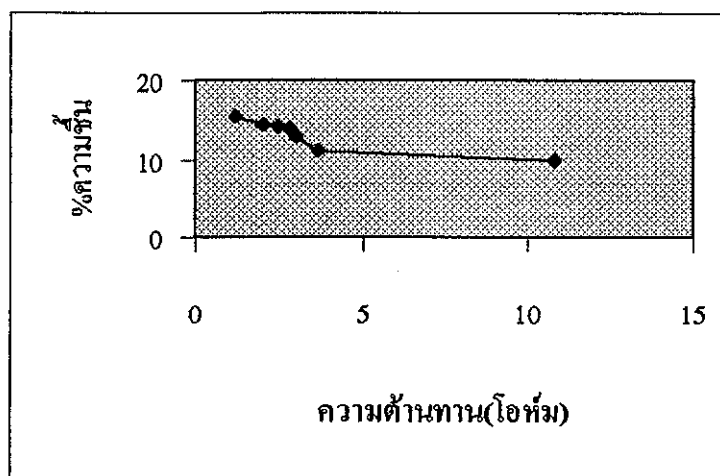


กราฟที่ 4.4 ปริมาณแมกนีเซียมกับค่าความต้านทานที่นครสวรรค์

ผลการวิเคราะห์ จากกราฟมีความสอดคล้องตามทฤษฎีที่ว่าปริมาณแมกนีเซียมมีปริมาณมากความต้านทานจะน้อย ใน tower ตั้นที่ 10/3 ซึ่งมีปริมาณแมกนีเซียมมากกว่าตั้นที่ 6/1 เนื่องจากบริเวณนั้นเป็นสวนมะม่วงอาจมีการใส่ปุ๋ยแคลเซียมลงไป

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความชื้นกับค่าความต้านทานที่กำแพงเพชร

ดัชนี	ความต้านทาน(Ω)	%ความชื้น	ชนิดดิน
650	1.2	15.53	ดินเหนียวปนทราย
58/1	2	14.51	ดินเหนียว
732	2.43	14.13	ดินร่วนปนทราย
726	2.8	13.88	ดินเหนียวปนทราย
125/1	3	13.01	ดินทราย
125/2	3.7	11.26	ดินทราย
723	10.76	9.758	ดินทรายปนหิน

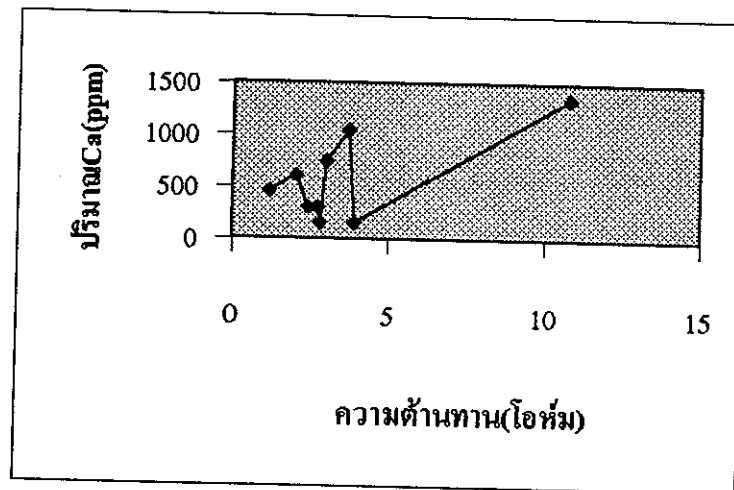


กราฟที่ 4.5 เปอร์เซ็นต์ความชื้นกับค่าความต้านทานที่กำแพงเพชร

ผลการวิเคราะห์ จากข้อมูลและกราฟที่ได้สอดคล้องกับหลักทฤษฎีที่ว่า ดินในพื้นที่ใดมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นมากจะมีค่าความต้านทานน้อยและดินในพื้นที่ใดมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นน้อยจะมีค่าความต้านทานมาก

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลปริมาณแคลเซียมกับค่าความต้านทานที่กำแพงเพชร

ดินที่	ความต้านทาน(Ω)	ปริมาณCa(ppm)	ชนิดดิน
650	1.2	450	ดินเหนียวปนทราย
58/1	2	600	ดินเหนียว
732	2.43	300	ดินร่วนปนทราย
733	2.75	300	ดินลูกรัง
726	2.8	150	ดินเหนียวปนทราย
125/1	3	750	ดินทราย
125/2	3.7	1050	ดินทราย
700	3.9	150	ดินร่วนท้องถิ่น
723	10.76	1350	ดินทรายปนหิน

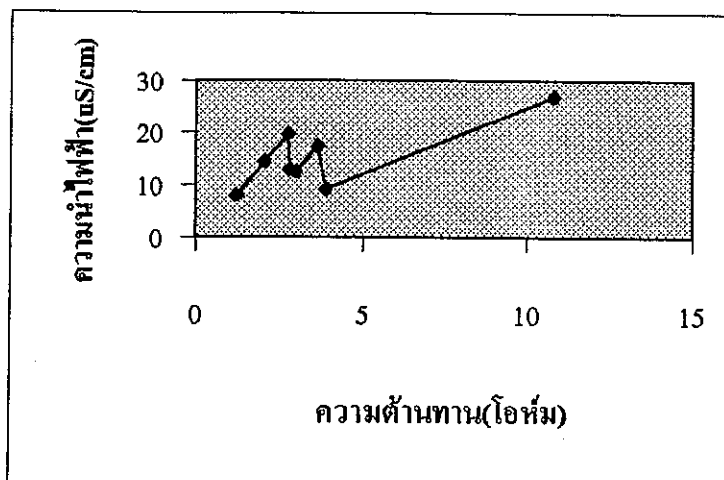


กราฟที่ 4.6 ปริมาณแคลเซียมกับค่าความต้านทานที่กำแพงเพชร

ผลการวิเคราะห์ จากข้อมูลและกราฟที่ได้ไม่สอดคล้องไปตามทฤษฎีซึ่งตามทฤษฎีคือ เมื่อปริมาณแคลเซียมมีค่ามากความต้านทานจะน้อยแต่กราฟคลาดเคลื่อนเนื่องจากสภาพพื้นที่มีส่วนประกอบของดินทรายเป็นส่วนใหญ่ โดยปนอยู่กับดินชนิดอื่นๆทำให้ปริมาณแคลเซียมที่ปนอยู่ในดินมีปริมาณไม่แน่นอน กราฟจึงไม่สัมพันธ์ตามทฤษฎี

ตารางที่ 4.11 ข้อมูลค่าความนำไฟฟ้ากับค่าความต้านทานที่กำแพงเพชร

ดัชนี	ความต้านทาน(Ω)	ความนำไฟฟ้า($\mu\text{S}/\text{cm}$)	ชนิดดิน
650	1.2	7.8	ดินเหนียวปนทราย
58/1	2	14.4	ดินเหนียว
733	2.75	19.7	ดินลูกรัง
726	2.8	12.8	ดินเหนียวปนทราย
125/1	3	12.4	ดินทราย
125/2	3.7	17.6	ดินทราย
700	3.9	9	ดินร่วนท้องนา
723	10.76	26.9	ดินทรายปนหิน

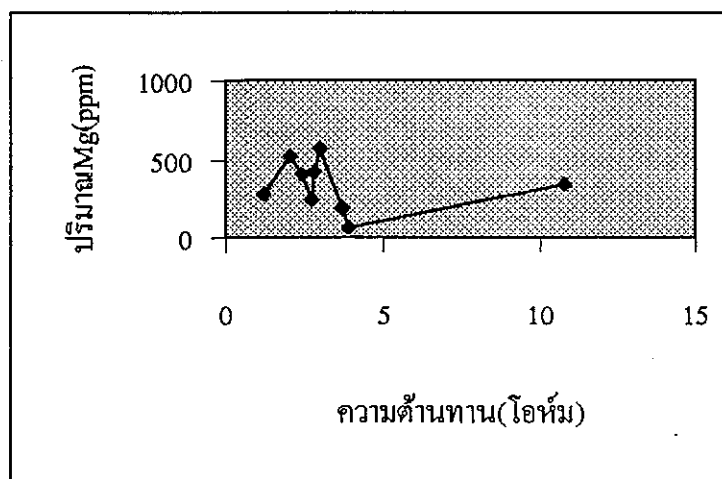


กราฟที่ 4.7 ค่าความนำไฟฟ้ากับค่าความต้านทานที่กำแพงเพชร

ผลการวิเคราะห์ จากข้อมูลและกราฟพบว่า ไม่สอดคล้องตามทฤษฎีที่ว่าค่าต้านทานเป็นส่วนกลับกับค่าความนำไฟฟ้า ดินในพื้นที่ใดมีค่าความนำไฟฟ้ามากจะมีค่าความต้านทานน้อย กราฟมีความคลาดเคลื่อนมากเนื่องมาจากสภาพพื้นที่มีส่วนประกอบของดินทรายเป็นส่วนใหญ่ โดยปนอยู่กับดินชนิดอื่นๆที่มีค่าความนำไฟฟ้าต่างกันทำให้ค่าความนำไฟฟ้าไม่แน่นอน กราฟจึงไม่สัมพันธ์ตามทฤษฎี

ตารางที่ 4.12 ข้อมูลปริมาณแมกนีเซียมกับค่าความต้านทานที่กำแพงเพชร

ดัชนี	ความต้านทาน(Ω)	ปริมาณ(Mg(ppm))	ชนิดดิน
650	1.2	273.8	ดินเหนียวปนทราย
58/1	2	513.04	ดินเหนียว
732	2.43	408.57	ดินร่วนปนทราย
733	2.75	238.95	ดินลูกรัง
726	2.8	417.75	ดินเหนียวปนทราย
125/1	3	571.78	ดินทราย
125/2	3.7	189.48	ดินทราย
700	3.9	68.73	ดินร่วนหึ่งองนา
723	10.76	343.95	ดินทรายปนหิน

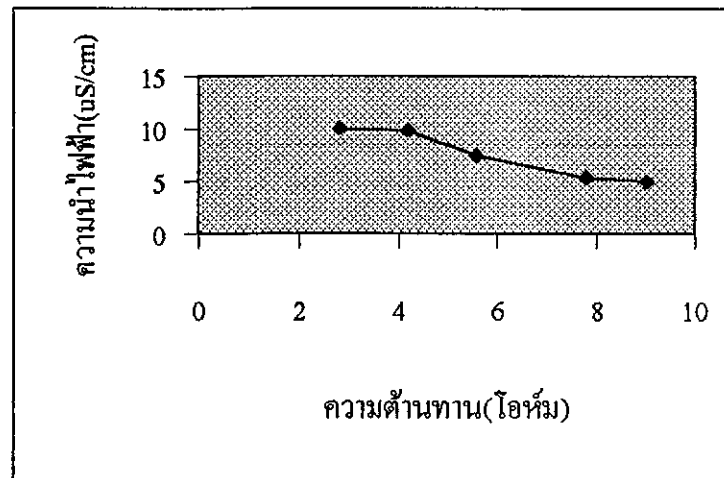


กราฟที่ 4.8 ปริมาณแมกนีเซียมกับค่าความต้านทานที่กำแพงเพชร

ผลการวิเคราะห์ จากข้อมูลและกราฟที่ได้ไม่สอดคล้องไปตามทฤษฎีซึ่งตามทฤษฎีคือ เมื่อปริมาณแมกนีเซียมมีค่ามากความต้านทานจะน้อยแต่กราฟกลับเคลื่อนเนื่องจากสภาพพื้นที่มีส่วนประกอบของดินทรายเป็นส่วนใหญ่ โดยปนอยู่กับดินชนิดอื่นๆทำให้ปริมาณแมกนีเซียมที่ปนอยู่ในดินมีปริมาณไม่แน่นอน กราฟจึงไม่สัมพันธ์ตามทฤษฎี

ตารางที่ 4.13 ข้อมูลค่าความนำไฟฟ้ากับค่าความต้านทานที่เชียงใหม่

พื้นที่	ความต้านทาน(Ω)	ความนำไฟฟ้า($\mu\text{S}/\text{cm}$)	ชนิดดิน
57/1	2.8	10	ดินปนลูกรัง
54/2	4.2	9.8	หินลูกรัง
55/3	5.6	7.5	ดินปนลูกรัง
51/3	7.8	5.3	ดินทรายปนหิน
51/2	9	4.9	ดินทรายปนหิน

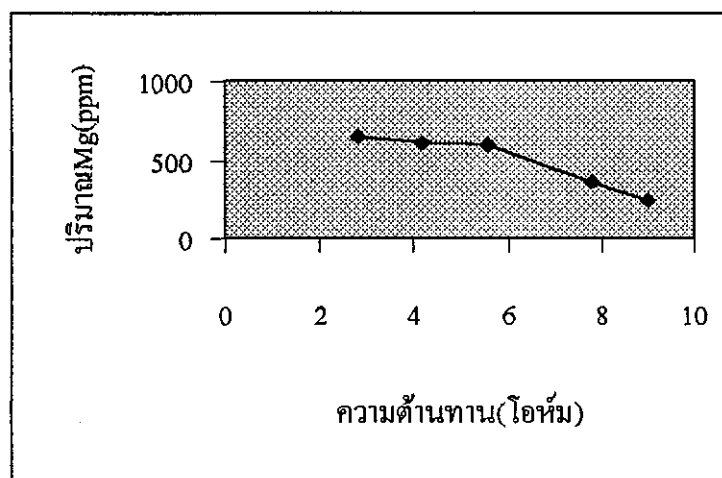


กราฟที่ 4.9 ค่าความนำไฟฟ้ากับค่าความต้านทานที่เชียงใหม่

ผลการวิเคราะห์ จากข้อมูลและกราฟที่ได้สอดคล้องกับตามทฤษฎีที่ว่า ค่าความต้านทานเป็นส่วนกลับกับค่าความนำไฟฟ้า คือเมื่อค่าความนำไฟฟ้ามีค่ามากค่าความต้านทานจะมีค่าน้อย

ตารางที่ 4.14 ข้อมูลปริมาณแมกนีเซียมกับค่าความต้านทานที่เชียงใหม่

ต้นไม้	ความต้านทาน(Ω)	ปริมาณMg(ppm)	ชนิดดิน
57/1	2.8	643.26	ดินปนลูกรัง
54/2	4.2	612.35	หินลูกรัง
55/3	5.6	595.58	ดินปนลูกรัง
51/3	7.8	351.6	ดินทรายปนหิน
51/2	9	236.13	ดินทรายปนหิน



กราฟที่ 4.10 ปริมาณแมกนีเซียมกับค่าความต้านทานที่เชียงใหม่

ผลการวิเคราะห์ จากข้อมูลและกราฟที่ได้สอดคล้องกับทฤษฎีที่ว่า ถ้าดินมีปริมาณแมกนีเซียมมากจะมีความต้านทานต่ำ

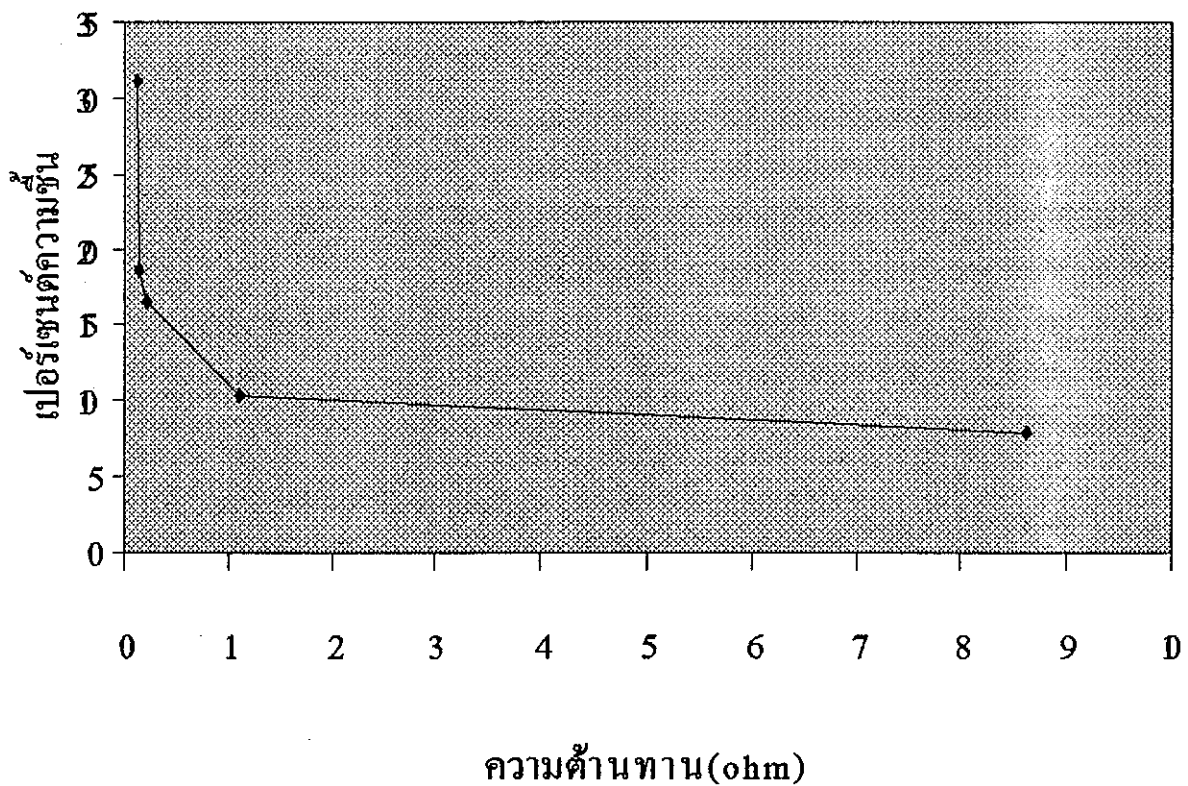
หมายเหตุ

1.ดินในพื้นที่เชียงใหม่ไม่สามารถหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นได้เนื่องจากมีลักษณะเป็นหินไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้

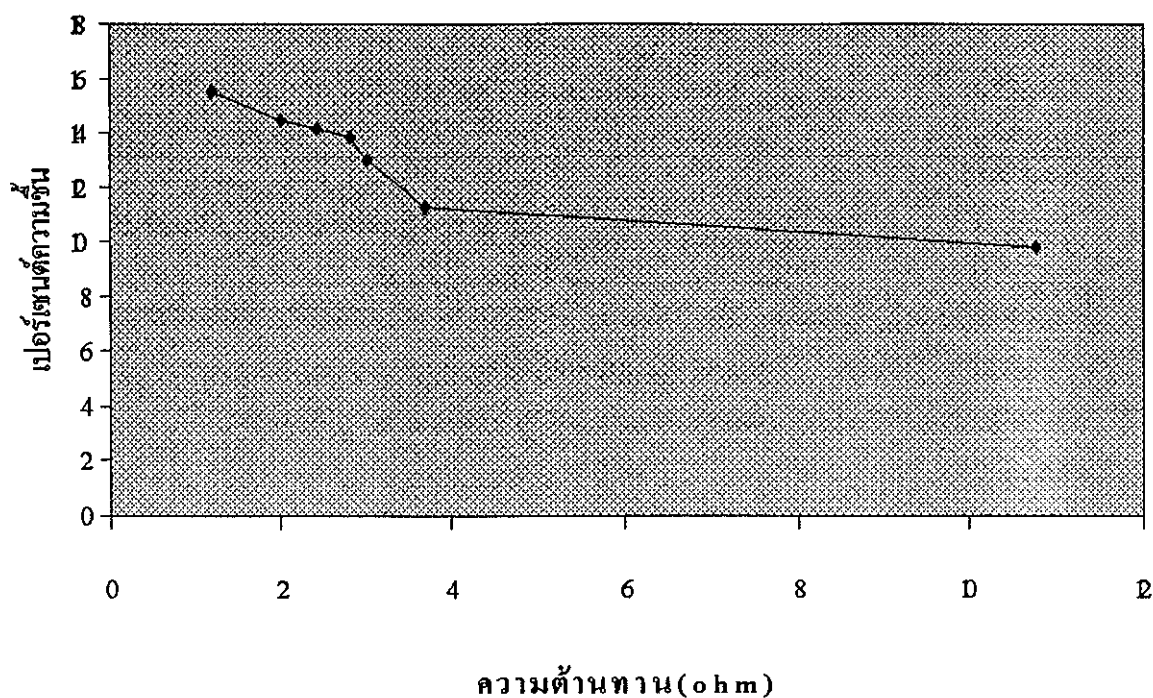
2.ปริมาณแคลเซียมที่เชียงใหม่มีค่า 150 ppm เท่ากันหมดเนื่องจากสภาพดินประกอบด้วยหินเล็กล้วนใหญ่เหมือนกัน

จากผลการทดลอง เปรียบเทียบสมมุติฐานตามทฤษฎีในเรื่องของปัจจัยที่มีผลต่อค่าความต้านทาน เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่าความต้านทานมีแนวโน้มเป็นไปตามสมมุติฐานมีอยู่ 3 ปัจจัยคือ เเปอร์เซ็นต์ความชื้น,ค่าความนำไฟฟ้าและปริมาณแมกนีเซียม โดยใช้ความลึกที่ 50 เซนติเมตรและในแต่ละพื้นที่พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่าความต้านทานที่ต่างกัน

สมมุติฐานความสัมพันธ์ของความชื้นกับค่าความต้านทานที่ว่า“ปริมาณความชื้นที่มีอยู่มากจะทำให้ค่าความต้านทานน้อยลงและเมื่อปริมาณความชื้นน้อยลงจะทำให้ค่าความต้านทานมากขึ้น” จากกราฟที่ 4.11และ 1.12แสดงความสัมพันธ์มีแนวโน้มเป็นไปตามทฤษฎีคือเปอร์เซ็นต์ความชื้นลดลงเมื่อค่าความต้านทานเพิ่มมากขึ้น โดยพบในพื้นที่นครสวรรค์และกำแพงเพชร



กราฟที่ 4.11 ความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์ความชื้นกับความต้านทานในจังหวัดนครสวรรค์

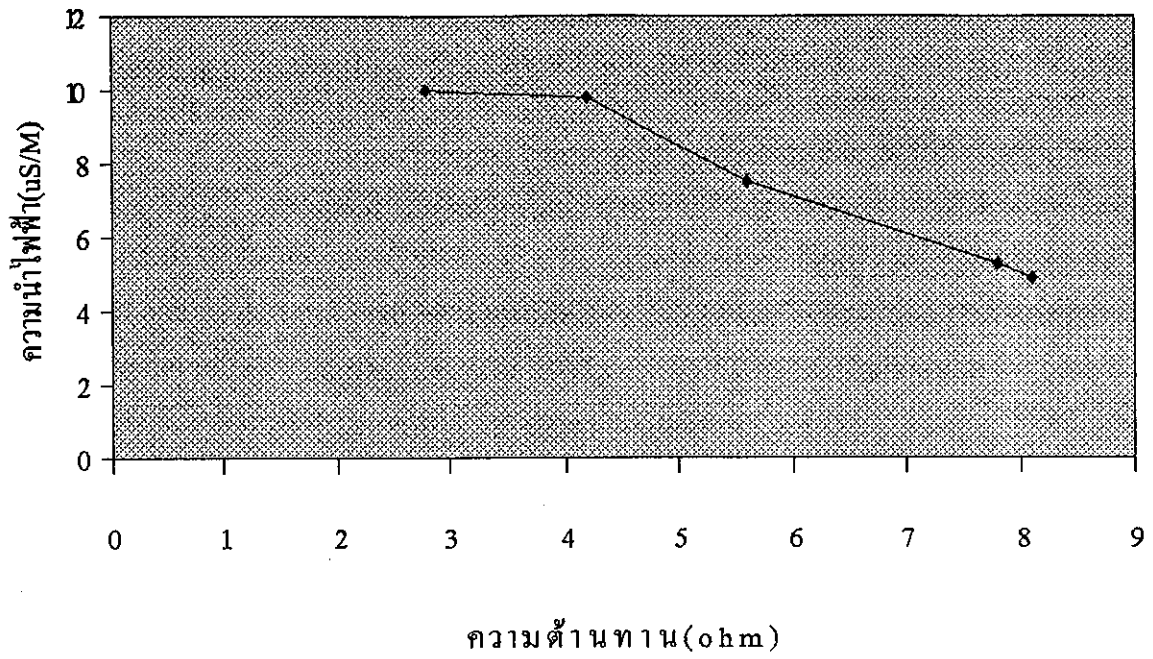


กราฟที่ 4.12 ความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์ความชื้นกับความต้านทานในจังหวัด
กำแพงเพชร

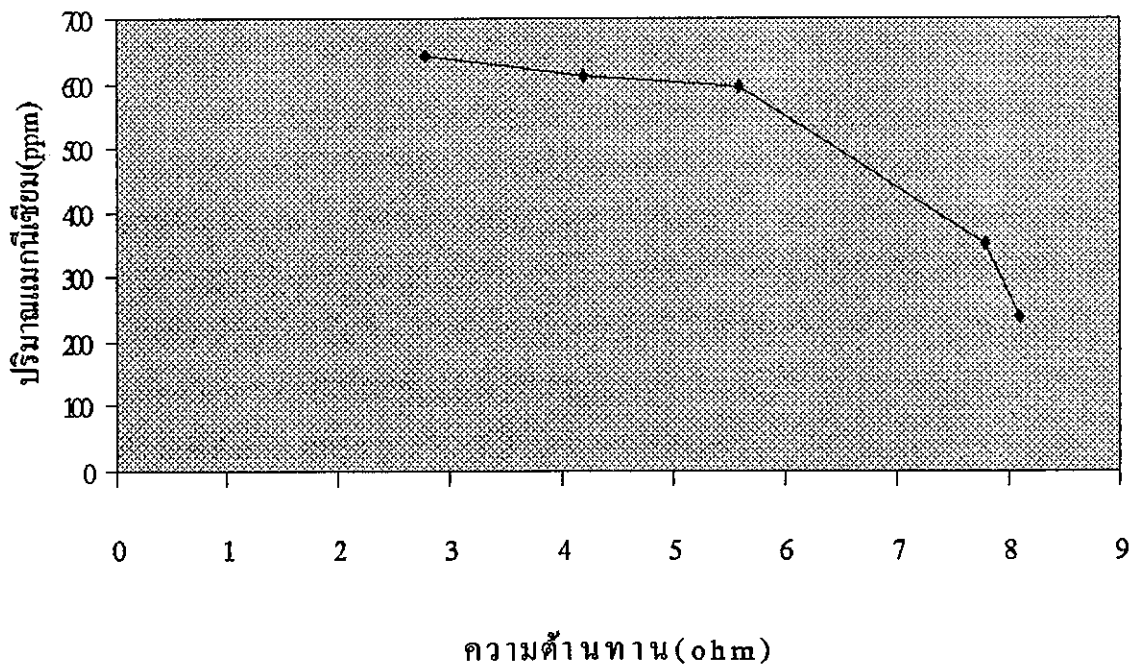
สมมุติฐานความสัมพันธ์ความนำไฟฟ้ากับความต้านทานที่ว่า “ค่าความนำไฟฟ้าจะแปรผกผันกับค่าความต้านทาน” จากข้อมูลที่น่ามาเขียนกราฟได้ความสัมพันธ์ของค่าความนำไฟฟ้าในพื้นที่เชิงใหม่เป็นไปตามสมมุติฐานคือ เมื่อค่าความนำไฟฟ้ามีค่าสูงค่าความต้านทานจะต่ำแต่เมื่อค่าความต้านทานเพิ่มมากขึ้นค่าความนำกลับลดลง แสดงในกราฟที่ 4.13

สมมุติฐานที่ว่า “ปริมาณของสารละลายเกลือที่อยู่ในดินเมื่อมีค่ามากจะทำให้ค่าความต้านทานน้อยและเมื่อสารละลายเกลือลดลงจะทำให้ค่าความต้านทานมีค่าเพิ่มขึ้น” จากข้อมูลพบว่าจังหวัดเชิงใหม่ความสัมพันธ์เป็นไปตามสมมุติฐาน โดยแสดงความสัมพันธ์ดังกราฟที่ 5.4

โดยทั่วไปน้ำที่อยู่ใต้ผิวดินจะเป็นตัวทำละลายเกลือภายในดิน ในพื้นที่ที่มีฝนตกบ่อย ปริมาณส่วนประกอบของเกลือจะอยู่ในช่วง 80 ถึง 1500 ppm ในบริเวณพื้นที่แห้ง สารประกอบเกลือจะมีค่าสูงและมีการลำเลียงสารประกอบเกลือจากในดินที่ลึกกว่ามาสู่ผิวดินเพราะการระเหยของน้ำโดยไอออนหลักที่พบในดินคือ Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Cl^- และ SO_4^{--} ซึ่งจากการทดสอบปริมาณของ Ca^{++} และ Mg^{++} พบความสัมพันธ์ของ Mg^{++} เป็นไปตามสมมุติฐาน



กราฟที่ 4.13 ความสัมพันธ์ของความนำไฟฟ้ากับความต้านทานในจังหวัดเชียงใหม่



กราฟที่ 4.14 ความสัมพันธ์ของปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนกับค่าความต้านทานในจังหวัดเชียงใหม่

จากการคิดสูตรสารเคมีมา 12 สูตร ภายใต้ปัจจัยที่มีผลต่อค่าความต้านทานที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจนสามารถเสนอสูตรสารเคมีที่ดีที่สุดคือ ยิปซัม(CaSO_4)75%, ดินเหนียว 20%และ โซเดียมซัลเฟต(NaSO_4)5%

เรื่องปัจจัยของค่าความชื้น สารที่เลือกมามีส่วนประกอบของยิปซัมและดินเหนียวซึ่งคุณสมบัติโดยทั่วไปจะสามารถดูดซับน้ำและความชื้นได้ดี ในการปรับปรุงค่าความต้านทานหลังจากที่ทำการเติมสารเคมีแล้วจะทำการราดน้ำลงไป ยิปซัมและดินเหนียวจะทำการดูดซับน้ำและกระจายความชื้นสู่ดินบริเวณรอบข้าง

ปัจจัยเรื่องของค่าความนำไฟฟ้า สารที่เลือกมาจากการวัดค่าความนำไฟฟ้ามีค่า 221140 $\mu\text{S/cm}$ เมื่อนำไปคำนวณตามสูตรหาค่าความต้านทานของ Wenner โดยใช้แท่งหลักดินขนาด $\frac{5}{8}$ นิ้วยาว 2 เมตรปักลึก 1.7 เมตร

ตัวอย่างการคำนวณ

$$\begin{aligned}
 \sigma &= 221140 && \mu\text{S/cm} \\
 &= 221140 \times 10^{-4} && \text{S/m} \\
 \text{จาก } \rho &= 1 / \sigma \\
 &= 1 / 221140 \times 10^{-4} && \Omega\cdot\text{m} \\
 &= 0.04522 && \Omega\cdot\text{m} \\
 \text{สูตรของ Wenner} & R = (\rho/2\pi L) \times (\ln(8L/D) - 1) \\
 (\frac{5}{8} \text{ นิ้ว} = 0.015625\text{cm}) & = (0.04522 / (2\pi \times 1.7)) \times (\ln(8 \times 1.7 / 0.015625) - 1) \\
 & R = 0.0244 && \Omega
 \end{aligned}$$

จากการคำนวณแสดงว่าเมื่อนำยิปซัม+ดินเหนียว+ NaSO_4 ที่มีค่าความนำไฟฟ้าสูงมาแก้ไขค่าความต้านทานจะได้ค่าความต้านทานที่ต่ำมาก (โดยไม่นำค่าความต้านทานของแท่งหลักดิน, สายดินและจุดเชื่อมต่อมารวม) จึงเหมาะสำหรับแก้ไขในพื้นที่ที่มีความต้านทานไฟฟ้าสูง

ส่วนปัจจัยในเรื่องของสารละลายเกลือ จากสูตรสารเคมีที่เลือกใช้ ใช้ NaSO_4 แทน MgSO_4 เพราะ NaSO_4 มีสมบัติความนำไฟฟ้าที่ดีกว่าและราคาถูกกว่า