

## บทที่ 5

### สรุปผลและวิเคราะห์ผล

#### 5.1 สรุปผลและวิเคราะห์ผลการวิจัย

ในการวัดค่าความต้านทานระบบสายดินของเสาส่งไฟฟ้าแรงสูงทั้งหมด 3 พื้นที่ คือ นครสวรรค์ กำแพงเพชร และเชียงใหม่ นั้น ทำให้ได้ข้อมูลของค่าความต้านทานมาในลักษณะที่มีค่าแตกต่างกัน บางพื้นที่ ค่าความต้านทานต่ำ (น้อยกว่า 1) บางพื้นที่ค่าความต้านทานสูง (มากกว่า 100) ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะพื้นที่และองค์ประกอบภายในดิน จึงได้มีการเก็บตัวอย่างดิน ณ จุดที่ทำการวัดค่าความต้านทานมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบดังกล่าวโดยกำหนดความลึกในการเก็บที่ 50 เซนติเมตร และ 75 เซนติเมตร (ระดับที่เครื่องมือสามารถขุดได้) องค์ประกอบภายในดินที่วิเคราะห์ได้คือ

1.เปอร์เซ็นต์ความชื้น ในทางทฤษฎีนั้นค่าความต้านทานต้องเป็นส่วนกลับกับความชื้นในดิน กล่าวคือ ดินบริเวณใดมีความชื้นสูงความต้านทานของดินบริเวณนั้นย่อมมีค่าต่ำ แต่จากผลการทดลองมีหลายจุดที่ไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง อาจเนื่องมาจากการเก็บตัวอย่างดินในหลายๆพื้นที่มีปัญหาเรื่องผืนและสันนิษฐานว่าอาจมีองค์ประกอบอื่นที่เกี่ยวข้องด้วย

2.ค่าความนำไฟฟ้า เป็นส่วนกลับของค่าความต้านทาน ( $G = 1/R$ ) ดินในบริเวณใดที่มีค่าความต้านทานต่ำๆ แสดงว่าดินบริเวณดังกล่าวมีความสามารถในการนำกระแสไฟฟ้าแพร่กระจายในดินได้มาก เช่น ที่นครสวรรค์ เป็นต้นซึ่งมีค่าความต้านทานส่วนใหญ่ต่ำกว่าเกณฑ์

3.ปริมาณสารละลายเกลือในดิน ในทางปฏิบัติทดสอบหาได้ 2 ค่าคือ ปริมาณแคลเซียมและปริมาณแมกนีเซียม ซึ่งเมื่อละลายในดินจะอยู่ในรูปของไอออน หากมีปริมาณมากพอไอออนเหล่านี้จะช่วยให้การนำไฟฟ้าภายในดินดีขึ้น จากผลการทดลองพบว่า ที่เชียงใหม่ซึ่งมีค่าความนำไฟฟ้าสูงกว่าเกณฑ์นั้น ปริมาณแคลเซียมและปริมาณแมกนีเซียมมีน้อยกว่าพื้นที่อื่นๆ

นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบอื่นที่มีผลต่อค่าความต้านทาน คือ ชนิดของดิน, อุณหภูมิ, ความอัดแน่น ซึ่งทั้งหมดที่กล่าวมานี้ในขั้นตอนของการทดลองต้องใช้ประมาณในการวิจัยสูงและใช้เครื่องมือที่ทันสมัย โดยเฉพาะการหาชนิดของดินและความอัดแน่นซึ่งไม่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า แต่รายละเอียดทั้งหมดนี้ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2

จะเห็นว่าองค์ประกอบทั้งหมดที่กล่าวมานี้เกี่ยวข้องกับ ค่าความต้านทานของดิน ซึ่งอาจกล่าวในอีกลักษณะหนึ่งคือค่าความต้านทานจำเพาะของดิน (Soil resistivity) นั่นเอง ดังนั้นการลดค่าความต้านทานระบบสายดิน ก็คือ การหาวิธีใดวิธีหนึ่งเพื่อลดค่าความต้านทานจำเพาะของดินลง

ซึ่งวิธีการหลักที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยใช้มี 2 วิธี คือ

1. วิธีตอกแท่งสายดิน (Deep driven rod) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า วิธีแบบเคาน์เตอร์พอยท์
2. วิธีปรับเปลี่ยนสภาพดิน โดย
  - 2.1 ใช้สารเคมีที่มีค่าความนำไฟฟ้าสูง (High conductivity)
  - 2.2 ใช้โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)

ดังนั้นเมื่อกำหนดค่าความต้านทานจำเพาะของดินซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญแล้ว การลดค่านี้ลงจำเป็นต้องใช้สารเคมีที่มีค่าความนำไฟฟ้าสูงเข้าไปแทนที่ดินเดิมบริเวณที่มีการต่อลงดิน แนวคิดดังกล่าวจึงได้มีการคิดค้นสูตรผสมของสารเคมีขึ้นมาทั้งสิ้น 12 สูตร เพื่อนำไปทดสอบหาค่าความนำไฟฟ้าในท้ายที่สุดทำให้ได้สูตรผสมที่มีค่าความนำไฟฟ้าสูงที่สุดคือ ยิปซัม 75% + ดินเหนียว 25% +  $\text{NaSO}_4$  5% ซึ่งสูงกว่าโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบัน และเมื่อมองในแง่ของความสามารถในการจัดหาตลอดจนความประหยัดแล้ว สูตรผสมดังกล่าวจึงมีความเหมาะสมในการนำไปลดค่าความต้านทานระบบสายดินของเสาส่งไฟฟ้าแรงสูง สำหรับรูปแบบของการเติมสารเคมีนั้น ในทางทฤษฎีและทางปฏิบัติมี 3 รูปแบบคือ การขุดหลุม, การขุดหลุมร่องโดนัทและการใช้ภาชนะบรรจุ ซึ่งการเลือกใช้วิธีใดต้องคำนึงถึงลักษณะพื้นที่ที่สำคัญ

## **5.2 ข้อเปรียบเทียบระหว่างการลดค่าความต้านทานระบบสายดินโดยวิธีตอกแท่งสายดินและวิธีใช้สารเคมี**

5.2.1 สารเคมีที่ใช้มีค่าความนำไฟฟ้าสูง สามารถนำมาใช้ลดค่าความต้านทานดินได้ เนื่องจากการตอกแท่งสายดิน 1 ครั้งยังให้ผลแน่นอนไม่ได้หรือลดได้ไม่มากเท่าที่ควร

5.2.2 บางพื้นที่ เช่น บริเวณเชิงเขาซึ่งดินส่วนใหญ่เป็นหิน วิธีตอกแท่งสายดินอาจทำได้ไม่สะดวก คือ ตอกแท่งสายดินลงไปไม่ได้

5.2.3 เมื่อกำหนดงบประมาณที่ใช้ในการแก้ไขแล้ว วิธีตอกแท่งสายดินหรือแบบเคาน์เตอร์พอยท์ที่ทำโดย สถานีเชิงใหม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในส่วนแท่งสายดิน, สายดิน, อุปกรณ์การติดตั้งและแรงงานคนขุดร่องฝังแนวสายดิน ซึ่งใช้งบประมาณค่อนข้างมากแต่ให้ผลไม่เป็นที่พอใจ ส่วนแบบการใช้สารเคมีนั้นจะเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าเพราะสารเคมีบางชนิด เช่น ยิปซัม มีที่โรงไฟฟ้าแม่เมาะจ.ลำปางซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

5.2.4 การใช้สารเคมีเพื่อลดค่าความต้านทานดินนั้น มีความยุ่งยากซับซ้อนน้อยกว่าวิธีตอกแท่งสายดิน

## **5.3 ปัญหาที่พบในช่วงที่ทำการงานวิจัย**

### **5.3.1 ลักษณะของโครงการวิจัย**

โครงการวิจัยเรื่อง “ การลดค่าความต้านทานระบบสายดินของเสาส่งไฟฟ้าแรงสูง ”

เป็นโครงการวิจัยในเชิงการออกภาคสนามและการวิจัยเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจำเป็นต้องมีการประสานงานระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมากมายเพื่อเก็บข้อมูลและปฏิบัติการทดลอง ทำให้มีปัญหาในเรื่องของการติดต่อทั้งเวลาและสถานที่พอสมควร

### 5.3.2 ช่วงเวลาที่ทำโครงการวิจัย

จากการที่ได้ศึกษามาพบว่า ค่าความต้านทานระบบสายดินมีปัจจัยเรื่องความชื้นในดินมาเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งช่วงเวลาที่เก็บข้อมูล ค่าความต้านทานของเสาส่งไฟฟ้าแรงสูงอยู่ในช่วงฤดูฝนทำให้โอกาสพบค่าที่เกินกว่า เกณฑ์มาตรฐาน มีน้อย และการนำดินมาทดสอบหาลงประกอบต่างๆที่มีผลต่อค่าความต้านทานนั้น ทำให้ได้ผลที่คลาดเคลื่อนบ้าง

### 5.3.3 การเก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์

ลักษณะดินในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน เช่น ในลักษณะที่ลุ่มมักเป็นดินเหนียว ส่วนบริเวณเชิงเขามักเป็นดินปนหิน การขุดดินที่ความลึก 50 เซนติเมตรและ 75 เซนติเมตรเพื่อนำมาวิเคราะห์นั้นต้องใช้เครื่องมือที่มีลักษณะการใช้งานและมีประสิทธิภาพพอจึงสามารถเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ให้ได้ผลที่แน่นอน อีกทั้งข้อจำกัดของความลึกที่สามารถขุดได้ เป็นดินในช่วงที่เรียกว่า ดินชั้นบนหรือผิวดิน ซึ่งองค์ประกอบที่มีผลต่อค่าความต้านทาน เช่นความชื้นและปริมาณสารละลายเกลือ แปรเปลี่ยนได้ง่าย

### 5.3.4 การแก้ไขค่าความต้านทานระบบสายดิน

ตามที่คณะผู้จัดทำโครงการวิจัยได้เสนอวิธีการลดค่าความต้านทานระบบสายดินของเสาส่งไฟฟ้าแรงสูงโดยใช้วิธีเติมสารเคมีที่มีค่าความนำไฟฟ้าสูงลงไปนั้น พบว่า ระยะเวลาที่สารเคมีจะทำปฏิกิริยากับดินนั้นใช้เวลานานพอสมควร (ประมาณ 3 เดือน) ซึ่งช่วงเวลาที่ทำโครงการวิจัยสิ้นสุดตรงการเติมสารเคมีที่เลือกทดสอบลงไปนั้น และรูปแบบของการเติมสารเคมีที่คิดว่าให้ผลดีที่สุดไม่สามารถทำได้ คือ การฝังโดยแท่งคอนกรีต ซึ่งต้องหล่อคอนกรีตขึ้นมา แต่ขาดเครื่องมือและผู้ประกอบการมาให้คำแนะนำ

## 5.4 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาโครงการ

5.4.1 ควรศึกษาถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและหาแนวทางการแก้ไข โดยเฉพาะเรื่องดินเนื่องจากเสาส่งไฟฟ้าแรงสูงจำนวนมากตั้งอยู่ในทำเลเพาะปลูก จึงอาจส่งผลกระทบต่อพืชเกษตรกรรมได้

5.4.2 หาระยะเวลาของสารเคมีที่เติมลงไป เพื่อลดค่าความต้านทานได้นานที่สุด เนื่องจากข้อมูลที่น่าเสนอนี้อ้างอิงจากความสัมพันธ์ของความต้านทานและความนำไฟฟ้าเป็นหลัก

5.4.3 ออกแบบภาชนะบรรจุสารเคมีหรือคิดค้นรูปแบบในการเติมที่ให้ผลดีและมีประสิทธิภาพที่สุด โดยคำนึงถึงการทำปฏิกิริยากันระหว่างแท่งสายดินกับสารเคมีเป็นหลัก

5.4.4 การวัดค่าความต้านทานระบบสายดินของเสาส่งไฟฟ้าแรงสูง ควรทำในช่วงที่ฝนไม่ตก จะทำให้ได้ค่าที่แน่นอน

5.4.5 ควรนำข้อมูลที่ได้ตลอดจนส่วนผสมสารเคมีที่ใช้ลดค่าความต้านทานเสนอต่อหน่วยงานของการไฟฟ้าเพื่อใช้เป็นกรณีศึกษาและปฏิบัติต่อไป