

DEEP EARTH GROUNDING vs SHALLOW EARTH GROUNDING

การเปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างระบบกราวด์ลึกและระบบกราวด์ตื้น

ข้อมูลจาก บทความของ Martin D. Conroy and Paul G. Richard

Computer Power Corporation

Omaha, Nebraska/USA

<http://www.cpccorp.com/deep.htm>

แปลและเรียบเรียงโดย Stabil Technical Support Team

บทนำ

ระบบกราวด์ที่มีความต้านทานดินต่ำมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อนและบอบบางในปัจจุบัน ซึ่งระบบกราวด์ที่มีความต้านทานดินต่ำนั้นถือเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญของระบบไฟฟ้าที่มีคุณภาพที่ดี

บทความนี้จะชี้ถึงข้อได้เปรียบของการติดตั้งระบบกราวด์ลึกเมื่อเทียบกับระบบกราวด์ตื้น (ระบบกราวด์ตื้นความลึกประมาณ 10 ฟุตหรือน้อยกว่า) การติดตั้งระบบกราวด์ลึก จะให้ค่าความต้านทานดินที่ต่ำ, เป็นการลงทุนที่คุ้มค่าในการติดตั้ง, ให้ค่าความต้านทานดินที่ต่ำตลอดอายุการใช้งาน, ไม่ต้องการการบำรุงรักษา, ค่าความต้านทานดินไม่ขึ้นกับสภาพภูมิอากาศ บทความนี้ได้รวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์มากกว่า 140 จุดติดตั้งของระบบกราวด์ลึกในระยะเวลามากกว่า 5 ปี ในหลายๆ รัฐของประเทศ สหรัฐอเมริกา และได้มีการหารือถึงเทคนิคใหม่ๆ ในการติดตั้งระบบกราวด์ลึกเช่นใช้ สาร Sodium Bentonite เพื่อใส่ในช่องว่างของแท่งกราวด์เพื่อให้การนำไฟฟ้าของแท่งกราวด์ดีขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อชี้ให้เห็นถึงความลึกของแท่งกราวด์ที่มีผลต่อค่าความต้านทานดินของแท่งกราวด์
2. เพื่อชี้ให้เห็นถึงค่าความต้านทานของระบบกราวด์ตื้นว่าจะสามารถเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดหรือไม่
3. เพื่อประเมินความเสถียรของค่าความต้านทานดินของระบบกราวด์ตื้น

ความสับสนเกี่ยวกับมาตรฐานต่างๆ ทฤษฎีที่แตกต่างกัน และความขัดแย้งทางความคิดเกี่ยวกับระบบกราวด์ได้เกิดขึ้นมาเป็นเวลานานแล้ว เป็นที่น่าเสียดายที่การให้คำแนะนำในการติดตั้งระบบกราวด์ที่ถูกต้อง รวมถึงการตรวจสอบค่ากราวด์ให้เป็นไปตามมาตรฐานยังมีน้อยเกินไป ซึ่งเมื่อติดตั้งระบบกราวด์แล้วเสร็จ ช่างผู้ติดตั้งอาจจบงานโดยไม่ได้ตรวจสอบความถูกต้องของระบบกราวด์รวมถึงค่าความ

ด้านทานดินของแท่งกราวนด์ให้เป็นไปตามมาตรฐาน
ปลอดภัยของอุปกรณ์ที่ต่อร่วมและผู้ใช้งาน

ซึ่งการกระทำดังกล่าวเป็นผลเสียโดยตรงต่อความ

ระบบกราวนด์มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า ทั้งในระบบกระแสดตรงและกระแสสลับ
ระบบกราวนด์ที่ดีจะสามารถให้ประสิทธิภาพในการป้องกันทั้งผู้ใช้งานและอุปกรณ์ไฟฟ้าจากการถูกไฟฟ้าดูดและ
สาเหตุการเกิดไฟไหม้ได้เป็นอย่างดี

การทำความเข้าใจเกี่ยวกับระบบกราวนด์และขั้นตอนการตรวจสอบระบบกราวนด์ มีความจำเป็นต่อ
ความเข้าใจถึงความสำคัญของระบบกราวนด์ ซึ่งหัวข้อดังต่อไปนี้แสดงให้เห็นข้อกำหนดเบื้องต้นของระบบ
กราวนด์ที่ดีซึ่งควรมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- จำกัดแรงดันไฟฟ้าในระบบ ให้คงที่
- limits voltage to within insulation ratings
- ทำให้ระบบไฟฟ้ามีเสถียรภาพมากขึ้น ได้รับผลกระทบ Electrical Noise และ Transient ลดลง
- Provides Path to ground ในกรณีที่เกิด Ground Fault จะทำให้อุปกรณ์ที่ต่อพ่วงได้รับความ
ปลอดภัย
- ทำให้วัสดุที่เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ต่อร่วมกับระบบ กราวนด์ มีสภาพเป็น กราวนด์ทำให้เกิดความ
ปลอดภัยกรณีที่เกิดไฟรั่ว
- จำกัดการเกิดไฟฟ้าสถิตในระบบ
- ป้องกันการรบกวนจากกระแสไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่เข้ามาในระบบ เช่นกระแสจากฟ้าผ่า ระบบ
กราวนด์ที่มีความต้านทานดินต่ำ จะส่งผ่านกระแสไฟฟ้าขนาดใหญ่ดังกล่าวลงดินได้เป็นอย่างดี

ตามมาตรฐาน IEEE Green Book ของสหรัฐอเมริกา กำหนดค่าความต้านทานดินระบบกราวนด์ที่ใช้ในสถานีย่อย
จะต้องมีค่าความต้านทานอยู่ที่ประมาณ 1 โอห์มหรือน้อยกว่านั้น และสำหรับค่าความต้านทานดินของ
ระบบกราวนด์ในโรงงานอุตสาหกรรมควรมีค่าความต้านทานดินในช่วง 2-5 โอห์มหรือน้อยกว่านั้น ทั้งนี้ค่าความ
ต้านทานดินที่ต่ำมีความสำคัญต่อระบบไฟฟ้าที่ต้องการศักยภาพของระบบสายดินสูง (High Potential to earth
of electrical system) ซึ่งมาตรฐานของบริษัทที่ผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ส่วนใหญ่ จะกำหนดค่า
ความต้านทานดินของระบบที่จะต่อร่วมไว้ที่ 3 โอห์มหรือน้อยกว่า

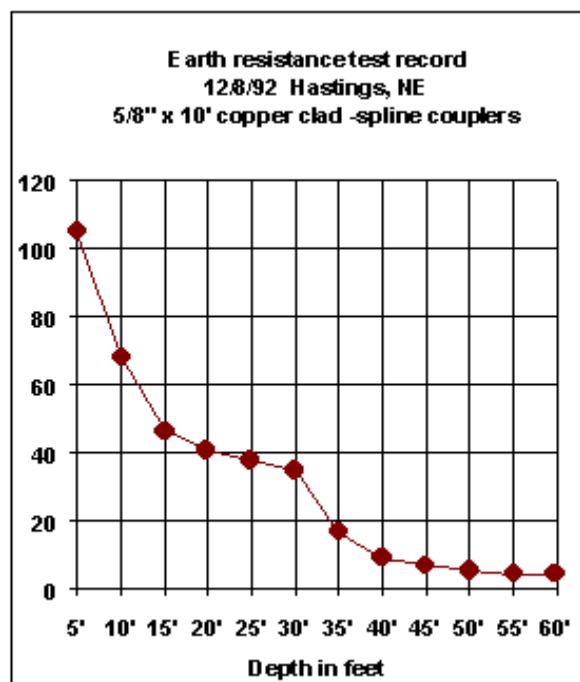
เนื่องจากการที่วัสดุและวิธีการก่อสร้างอาคารในปัจจุบันมีความทันสมัยมากขึ้น จึงมีผลทำให้
ค่าความต้านทานดินของโครงสร้างอาคารต่างๆ ที่จะเอื้ออำนวยต่อการทำให้ค่าความต้านทานดินของอาคารต่ำ
เป็นไปได้ยาก ทั้งนี้เนื่องจากการก่อสร้างจะแยกเป็นส่วนๆ ออกจากกัน ระบบท่อประปาจากเดิมที่เป็นโลหะ
เปลี่ยนมาให้เป็นท่อ PVC แทน โครงสร้างเหล็กของอาคารอาจไม่เชื่อมต่อกัน และเพื่อลดค่าใช้จ่าย Cost การ
ติดตั้งระบบกราวนด์ ของอาคาร จึงมักจะเป็นระบบ กราวนด์ดินเป็นส่วนใหญ่ หรือในบางอาคารอาจไม่มีการ

ติดตั้งระบบกราวนด์เลย ซึ่งทางออกของการแก้ปัญหาคือการติดตั้งระบบกราวนด์ลักษณะที่มีค่าใช้จ่ายในการติดตั้งไม่สูงจนเกินไปเข้าไปในระบบ ซึ่งจากการศึกษาพบว่าระบบกราวนด์แบบกราวนด์ลักษณะนี้เป็นระบบกราวนด์ที่ดีที่สุด ที่สามารถให้ค่าความต้านทานดินของแท่งกราวนด์ที่ต่ำและมีประสิทธิภาพสูงสุด

การติดตั้งระบบกราวนด์ดินในปัจจุบันมีเทคนิคการใช้สารเคมี เข้าช่วยเพื่อสามารถทำให้ความต้านทานดินของระบบกราวนด์ต่ำ ซึ่งก็สามารถใช้ได้ผลดี แต่ยังมีการถกเถียงเรื่องสารพิษที่ตกค้างในดินและอาจรั่วไหลลงแหล่งน้ำสาธารณะ ซึ่งทางออกของปัญหานี้คือการเปลี่ยนไปใช้ระบบกราวนด์ลักษณะ การที่จะได้ค่าความต้านทานดินที่ต่ำ ผิวสัมผัสของแท่งกราวนด์ควรที่จะสัมผัสกับดินตลอดทั้งแท่ง

บทความนี้ได้ทำการศึกษาข้อมูลของระบบกราวนด์ลักษณะมากกว่า 140 แห่งให้หลายๆ รัฐของประเทศอเมริกาช่วงระยะเวลาตั้งแต่ เดือน พฤษภาคม 1988 ถึง เดือน กรกฎาคม 1993 (ระยะเวลามากกว่า 5 ปี) ซึ่งแท่งกราวนด์มีความลึกตั้งแต่ 15 ถึง 90 ฟุต โดยวัดค่าความต้านทานดินของระบบกราวนด์ด้วยเครื่องวัดค่าความต้านทานดินยี่ห้อของ Biddle Megger รุ่น 250220-1

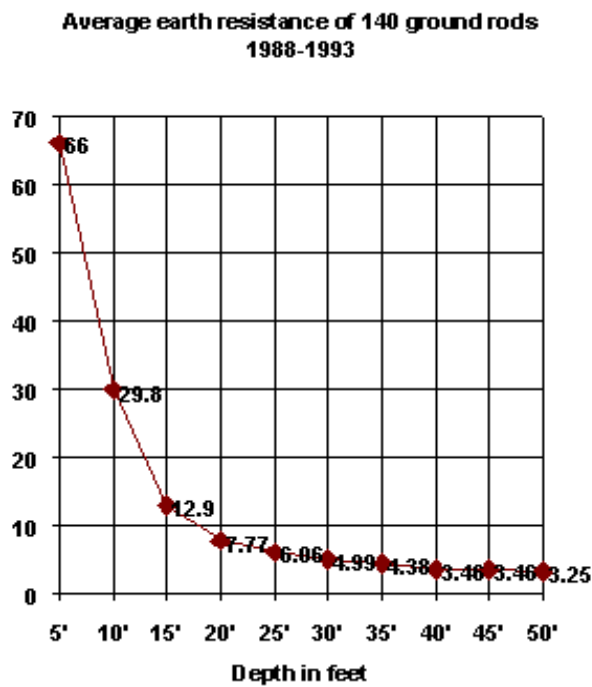
จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นถึงค่าความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานดินและความลึกของแท่งกราวนด์ที่ทำการบันทึกทุกๆ ระยะ 5 ฟุต ดังรูป



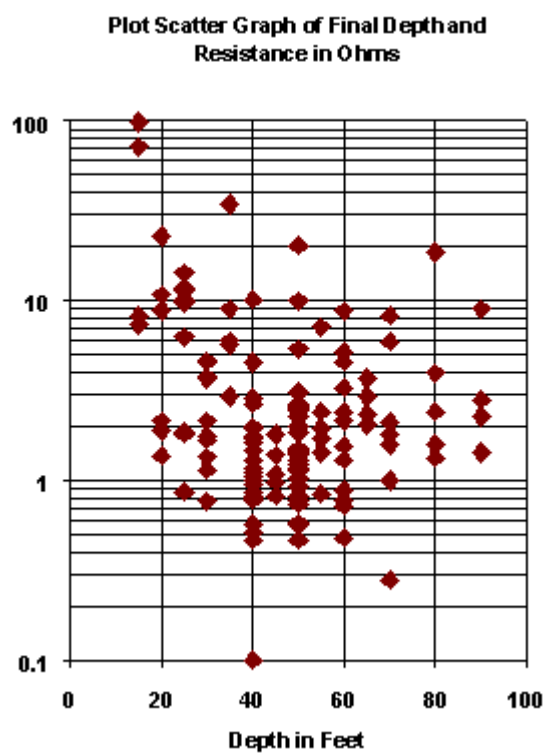
ตารางที่ 1 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานดินและความลึก

ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลจากกราวนด์ลักษณะ 140 แห่งในหลายๆ รัฐของประเทศสหรัฐอเมริกาได้นำมา Plot ในตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่า ในความลึกที่ 8 ถึง 10 ฟุต ซึ่งเท่ากับระบบความลึกของระบบกราวนด์ดินค่าความต้านทานดินจะได้ประมาณ 40 โอห์มซึ่งมีค่าเกินกว่าที่มาตรฐานกำหนด ที่ความลึก

30 ฟุตจะได้ค่าความต้านทานประมาณ 5 โอห์มหรือน้อยกว่า ซึ่งถือว่าเป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด

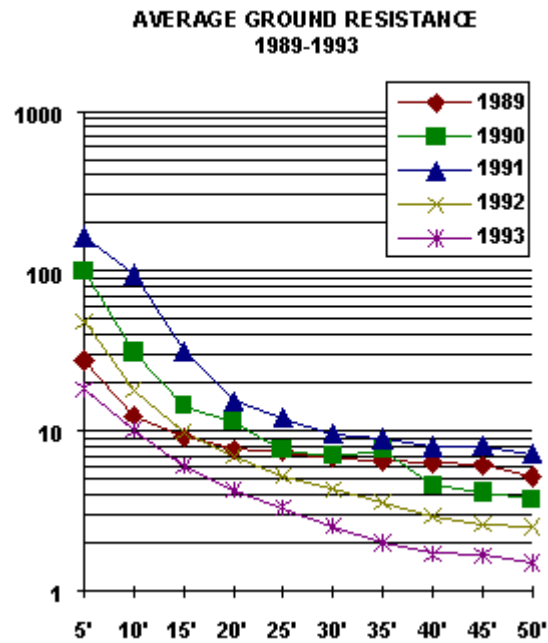


ตารางที่ 2 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานดินและความลึกของแท่งกราวนด์ โดยเป็นค่าเฉลี่ย ของแท่งกราวนด์จำนวน 140 แท่งจากหลายสถานที่ติดตั้ง



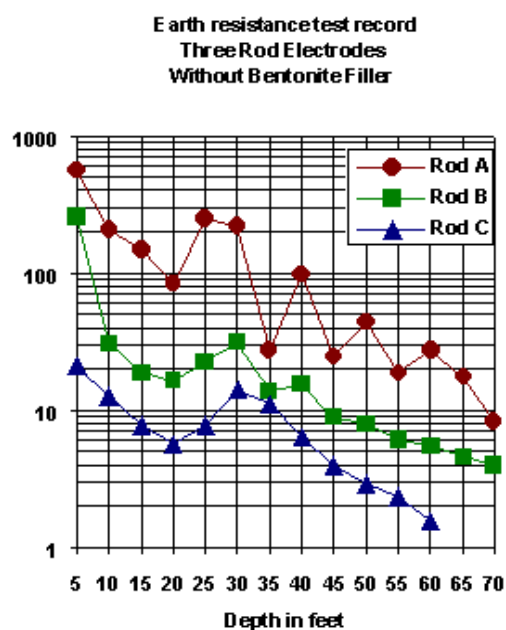
ตารางที่ 3 แสดงให้เห็นที่ความลึก 40 ถึง 60 ฟุต จะได้ค่าความต้านทานที่ 0.9 ถึง 2.0 โอห์ม

ในตารางที่ 4 จะแสดงให้เห็นการเปรียบเทียบค่าความต้านทานของแท่งกราวนด์ในแต่ละปี จะเห็นว่าที่ความลึกน้อยกว่า 10 ฟุตค่าความต้านทานจะมีการเปลี่ยนแปลงมาก และที่ความลึก 30 ฟุตขึ้นไปค่าความต้านทานจะเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงไม่เกิน 10 โอห์ม



ตารางที่ 4 แสดงค่าค่าความต้านทานดินที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละปี

ตารางที่ 5 เป็นการเปรียบเทียบความต้านทานของแท่งกราวนด์ที่ไม่ใช้สาร Sodium Bentonite จะเห็นได้ว่าค่าความต้านทานในแต่ละความลึกมีการ สวิงขึ้นลงไม่เป็นเส้นทแยง



กรณีศึกษา 1

เป็นการติดตั้งระบบกราวนด์ลิกในอาคารศูนย์สำนักงาน Telemarketing และ Reservation แห่งใหม่ เป็นอาคาร 3 ชั้น บนเนื้อที่ 70,000 ตารางฟุต ในปี 1991 ตั้งอยู่บนเนินเขา ในแบบแปลนของอาคารไม่ได้ระบุถึงการติดตั้งระบบกราวนด์ จากการทดสอบค่าความต้านทานดินของท่อน้ำโลหะในอาคารพบว่ามีความต้านทานดินเกิน 10 โอห์ม และทดสอบโดยการติดตั้งแท่งกราวนด์ที่ความลึก 10 ฟุต มีค่าความต้านทานดินอยู่ที่ 45 โอห์ม ความเสี่ยงของการโดนฟ้าผ่าจัดอยู่ในระดับไม่รุนแรง

จากการคำนึงถึงเหตุผลด้านความปลอดภัย จึงได้ทำการติดตั้งระบบ กราวนด์ลิกจำนวน 4 จุดที่แต่ละมุมของตึก ที่ความลึกจุดละ 70-78 ฟุตวัดค่าความต้านทานดินเฉลี่ยของกราวนด์แต่ละต้นได้ 1.57 โอห์ม จากนั้นทำการเชื่อมกราวนด์แต่ละต้นเข้าด้วยกันด้วยสายทองแดงเปลือย เบอร์ 2 วัดค่าความต้านทานรวมได้ 1 โอห์ม และเชื่อมต่อกราวนด์กับระบบ Main Electric Service แบบ Exothermic connection ได้มีการติดตั้งระบบ Surge and Lightning Protector เพื่อป้องกันร่วมด้วย

จากข้อประวัติของอาคารดังกล่าว ที่ผ่านมาพบว่าอาคารดังกล่าวหลังจากติดตั้งระบบกราวนด์ลิกแล้วเสร็จและเปิดใช้งาน อาคารดังกล่าวปลอดจากปัญหาต่างๆ ที่เกิดจากการรบกวนหรือก่อให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่าในปี 1993 ได้เกิดพายุฝนฟ้าคะนองครั้งใหญ่ จึงทำให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์คอมพิวเตอร์และระบบสื่อสารโดยรอบเป็นบริเวณกว้าง แต่อุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้งานในอาคารดังกล่าวยังคงได้รับความปลอดภัยและทำงานได้อย่างเป็นปกติ

กรณีศึกษา 2

เป็นอาคารสำนักงานที่ตั้งอยู่ในเขตภูเขา ที่มีฝนตกเล็กน้อย เป็นอาคาร 1 ชั้น เนื้อที่ใช้สอย 30,000 ตารางฟุต เพื่อประกอบธุรกิจเกี่ยวกับ Telemarketing ที่ผ่านมาอาคารดังกล่าวมีปัญหาเกี่ยวกับเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์มีปัญหาและเสียหายบ่อย พนักงานถูกไฟดูดบ่อยครั้ง ในแต่ละปีบริษัทพบว่าเกิดปัญหาต่างๆ เช่น Data Error และ Hardware เสียหายกับเครื่องคอมพิวเตอร์มากกว่า 300 เครื่อง

จากการตรวจสอบพบว่าระบบกราวนด์เดิมของอาคารเป็นเพียงการให้ท่อประปาของอาคารซึ่งมีส่วนที่เป็นโลหะฝังอยู่ใต้ดินเพียง 5 ฟุตซึ่งนอกจากนั้นได้เปลี่ยนเป็นท่อ PVC แทน และไม่มีการติดตั้งแท่งกราวนด์ของระบบไฟฟ้าแต่อย่างใด

จากปัญหาดังกล่าว จึงได้แก้ไขโดยทำการติดตั้งระบบกราวนด์ลิกโดยการขุดหลุมเพื่อติดตั้งแท่งกราวนด์ที่ความลึก 60 ฟุตจำนวน 2 หลุมโดยให้แต่ละหลุมอยู่ห่างกัน 70 ฟุต พบว่าที่ความลึก 30 ฟุตแรกเป็นชั้นทรายและกรวด ซึ่งประเมินตามมาตรฐาน ANSI/IEEE แล้วความต้านทานของกรวดและทรายในชั้นนี้

อยู่ที่ประมาณ 15,800-135,000 โอห์ม/ตารางเซนติเมตร และที่ความลึก 30 ฟุตหลังเป็นชั้นหินน้ำมัน ความต้านทานในชั้นนี้อยู่ที่ประมาณ 4,060-16,300 โอห์ม/ตารางเซนติเมตร ซึ่งน้อยกว่าค่าความต้านทานปกติถึง 10 เท่า โดยทั้ง 2 หลุมใช้ท่อโลหะขนาด $\frac{3}{4}$ นิ้วยาวท่อนละ 10 ฟุต จำนวน 6 ท่อน แต่ละท่อนต่อกันด้วยตัวต่อท่อ

แต่ละหลุมใส่ด้วยสาร Sodium Bentonite วัดค่าความต้านทานของแท่งกราวนด์ได้ 0.88 และ 0.48 โอห์มตามลำดับ

หลังจากติดตั้งแล้วเสร็จและต่อใช้งานแล้วพบว่าปัญหาต่างๆ เกี่ยวกับระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ได้หมดไป และพบว่าอาคารดังกล่าวเป็นอีกสถานที่หนึ่ง ที่ไม่มีปัญหาอีกเลย

กรณีศึกษา 3

เป็นอาคารศูนย์คอมพิวเตอร์ของทหาร ที่ัดมาแปลงจากโรงซ่อมเครื่องบิน โดยแหล่งจ่ายไฟอาคารมาหม้อแปลงไฟฟ้าอยู่ภายใน ด้าน Primary ของหม้อแปลงต่อกับแหล่งจ่ายไฟ 13,800 โวลต์และด้าน Secondary จ่ายไฟ 480/277 โวลต์ให้กับระบบ มีการต่อ ระบบ UPS และ เครื่องปั่นไฟเพื่อจ่ายไฟสำรองระบบ ระบบกราวนด์เดิมที่ใช้เป็นแท่งกราวนด์จำนวน 6 แท่งติดตั้งที่ชั้นใต้ดิน ระยะห่างแท่งละ 6 นิ้ว แต่ละแท่งมีความลึก 10 ฟุต แล้วเชื่อมเข้าด้วยกันที่แผ่น Ground Bar รวมถึงเชื่อมต่อเข้ากับระบบ กราวนด์โครงสร้างและประปาของอาคาร

อาคารแห่งนี้มีปัญหาเรื่อง Hardware คอมพิวเตอร์ที่มีการเสียบ่อย ซึ่งบริษัทที่ทำการซ่อมแซมแจ้งว่าปัญหาน่าจะมาจากระบบไฟฟ้าภายในอาคารเอง

จากการตรวจสอบระบบกราวนด์เดิมของอาคาร เจ้าหน้าที่ของอาคารวัดค่าความต้านทานกราวนด์ได้ 0.0 โอห์ม และพบว่าวิธีการวัดค่ากราวนด์ของเจ้าหน้าที่อาคารไม่ถูกต้อง เนื่องจากไม่ Disconnect แท่งกราวนด์ออกจากระบบก่อนซึ่งอาจทำให้ค่าที่วัดได้ไม่ถูกต้อง จึงทำการทดลองวัดค่ากราวนด์ใหม่โดยการ Disconnect กราวนด์ออกจากระบบก่อน พบว่าค่าความต้านทานกราวนด์เพิ่มเป็น 27-30 โอห์ม ซึ่งตามมาตรฐานระบบกราวนด์ระบุว่าคุณค่าสถานที่เช่นนี้ควรมีความต้านทานกราวนด์อยู่ที่ 3โอห์มหรือน้อยกว่า

การแก้ไขจึงทำการติดตั้งระบบกราวนด์ลึกจำนวน 2 แท่ง ที่ความลึกแท่งละ 70 ฟุต ระยะห่างระหว่างแท่งกราวนด์จำนวน 90 ฟุตวัดค่าความต้านทานกราวนด์ได้แท่งละ 1.1 และ 0.8 โอห์มตามลำดับ ทำการเชื่อมต่อเข้ากับระบบเพื่อใช้งานและ Disconnect ระบบกราวนด์เดิมออก

หลังจากเปิดใช้งานพบว่าปัญหาด้าน Hardware ของคอมพิวเตอร์เสีลดลงเป็นอย่างมาก

ข้อสรุปจากกรณีศึกษาพบว่า การวัดค่ากราวนด์ที่ไม่ถูกต้องทำให้การอ่านค่ากราวนด์คลาดเคลื่อนเป็นอย่างมาก ตามมาตรฐานการติดตั้งระบบกราวนด์ ระยะห่างของแท่งกราวนด์แต่ละแท่งควรมีระยะห่าง 6 ฟุตเป็นอย่างน้อย ระยะห่างระหว่างแท่งกราวนด์ที่เหมาะสม ควรมากกว่าความลึกของแท่งกราวนด์แท่งนั้นๆ

บทสรุป

จากข้อมูลที่ทำการศึกษาพบว่า ที่ความลึกระยะ 8-10 ฟุตของระบบกราวนด์ดินนั้น ค่าความต้านทานดินของแท่งกราวนด์จะมีค่ามากกว่าที่มาตรฐานกำหนด และค่ากราวนด์จะเปลี่ยนแปลงตามสภาพภูมิอากาศ ระบบกราวนด์แบบกราวนด์ดิน ไม่มีศักยภาพเพียงพอในการรับ Surge ขนาดใหญ่ได้ เช่น Surge ที่เกิดจากฟ้าผ่าเป็นต้น

เราต้องการค่าความต้านทานดินของแท่งกราวนด์ให้มีความเสถียรภาพ ประมาณ 5 โอห์มหรือน้อยกว่านั้น ซึ่งแท่งกราวนด์จำเป็นต้องมีความลึกอย่างน้อย 30-60 ฟุต

จากกรณีศึกษายังพบอีกว่า การติดตั้งระบบกราวนด์ลึกเป็นวิธีที่ได้ผลดีและมีประสิทธิภาพ ทั้งกับการติดตั้งระบบใหม่ หรือนำไปติดตั้งเพื่อใช้แก้ไขระบบกราวนด์เดิมที่มีปัญหาอยู่แล้ว

.....

หมายเหตุ

- การแปลและเรียบเรียงของเอกสารฉบับนี้กระทำโดยความเข้าใจของทีมงานผู้จัดทำเอง ซึ่งอาจมีความคิดเห็นอื่นๆ ที่นอกเหนือไปจากนี้ได้
- ทีมงานผู้จัดทำขอสงวนสิทธิ์ในการเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อความใดๆ รวมถึงหัวข้อในการแปลและเรียบเรียงของเอกสารฉบับนี้โดยมิต้องแจ้งให้ทราบล่วงหน้า