• คุณสุวิทย์ ศรีสุข

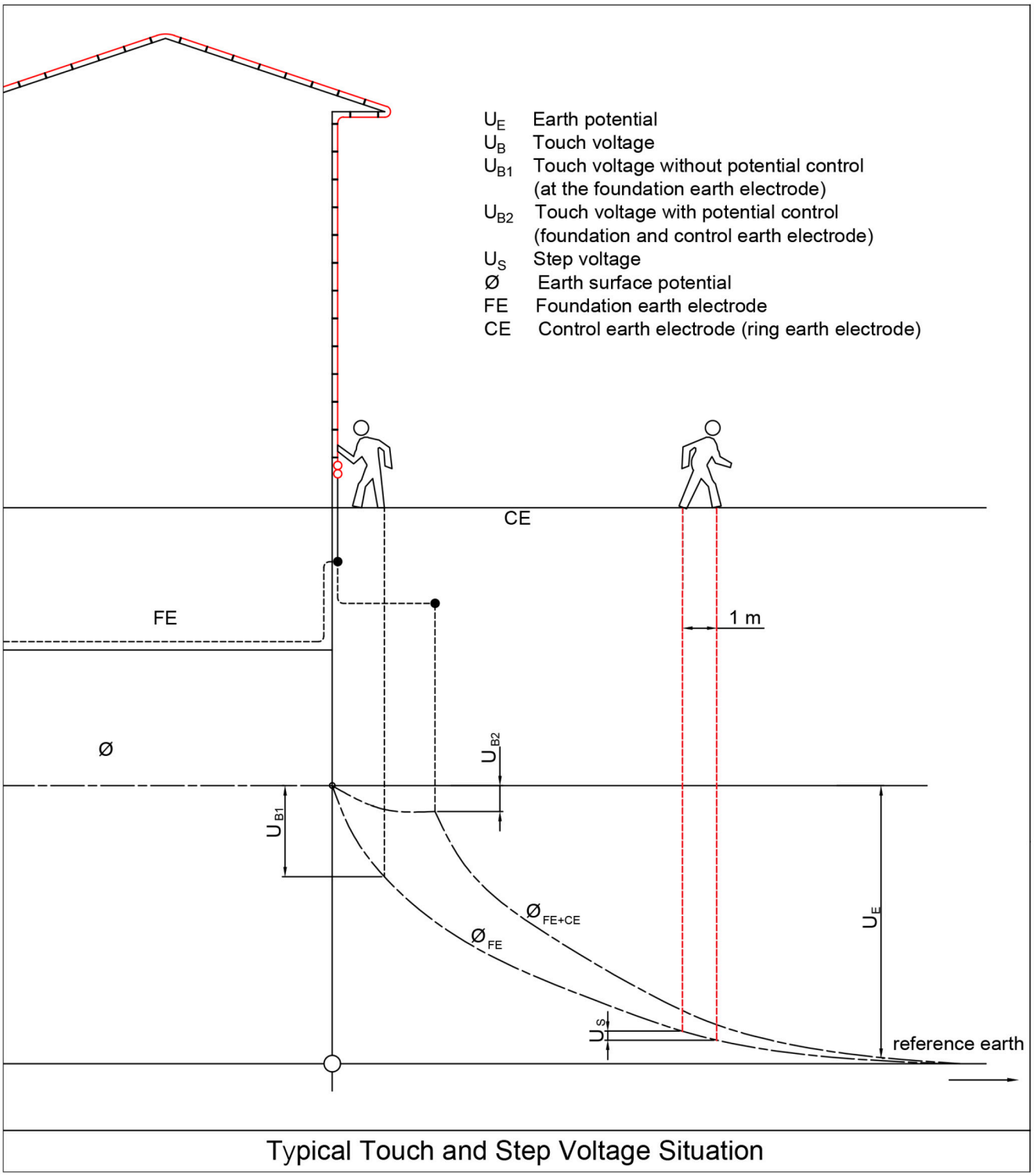
เล่าเท่าที่รู้... ทำความรู้จักแรงดันย่างก้าว step voltage แลการจัดการเพื่อลดปัญหา step voltage...

บทความนี้ได้รับแรงบันดาลใจมาจากงานเสวนาระบบป้องกันฟ้าผ่าของเจ้าของผลิตภัณฑ์ Kumwell ได้รวบรวมสิ่งละอัน พันละน้อย เพื่อนำไปใช้งานตั้งแต่ 1. การออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคารคอนกรีตและการใช้ฐานรากของอาคารคอนกรีตเป็นระบบรากสายดิน 2. การออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคารสถาปัตยกรรม แล 3. การออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่าเพื่อความปลอดภัยจากแรงดันสัมผัส แลแรงดันย่างก้าว จบด้วยการเสวนามีวิศวกรระดับครูบาอาจารย์ ยกเว้นผู้เขียนได้โอกาสขึ้นเวทีด้วย ขึ้นไปประดับเวทีประหนึ่งเป็นเครื่องปรุงบนโต๊ะอาหารอย่างน้ำจิ้ม น้ำปรุงที่มีรสเฉพาะ ที่บางคนชอบเติมเข้าไปในอาหารรสเลิศอยู่แล้วจากพ่อครัวแม่ครัว แลที่บางคนก็ไม่ชอบ แต่...แต่ผมก็ทำหน้าที่นั้นไปแล้วด้วยรู้สึกถึงคุณค่าที่ได้แสดงออกไป

กลับมาเกี่ยวกับบทความที่กำลังเขียนดีกว่า หลังจบงานสัมมนาก่อนขึ้นเวทีร่วมเสวนาที่เล่ามานั้น ผู้เขียนได้รับแรงบันดาลใจจากเรื่อง step voltage สำหรับอาคารสาธารณะ เป็นข้อมูลที่ทำให้จินตนาการไปถึงงานเวียนเทียนรอบโบสถ์ในวันสำคัญทางศาสนาของชาวพุทธ หากขณะที่กำลังประกอบพิธีเวียนเทียนมีฟ้าผ่าลงมาที่โบสถ์ฤเจดีย์ แม้นโบสถ์ ฤเจดีย์จักได้รับการออกแบบระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า เมื่อกระแสฟ้าผ่าลงดินมาแล้วไปไหน จักทำให้เกิด step voltage ยังผลให้เกิดอันตรายต่อชาวพุทธประดามีที่มีใจเป็นกุศลมาเวียนเทียนเพื่อแสดงศรัทธาหวังจิตใจสงบพบธรรมในพระพุทธศาสนา แต่ด้วยความมิได้เตรียมรับมือกับการเกิด step voltage อาจจักได้รับอันตรายขึ้น จึงได้คิดทบทวนแลขอข้อมูลที่มาที่ไป ข้อมูลหลักฐานตามมาตรฐานพร้อมขอเอกสารประกอบจากบริษัท Kumwell เพื่อความรวดเร็วในฐานะที่ได้ศึกษาข้อมูลนี้มาก่อน จากวันนั้นวันที่มีงานเสวนาข้ามไปหนึ่งวันจึงได้การประสานส่งมอบข้อมูลผ่านทางเฟสบุ๊คซึ่งต้องขอขอบคุณคุณมาร์ค ซัคเคอร์เบิร์คที่ทำเครือข่ายดีดีให้ได้ใช้ส่งข่าวสารได้รวดเร็ว จากการศึกษาข้อมูลกอปรกับการค้นคว้าข้อมูลรายละเอียดเพิ่มเติมจากเว็บไซ้ท์ของบริษัทเด็นซ์ตามที่อยู่ที่สามารถค้นคืนได้จาก https://www.dehn-international.com/sites/default/files/uploads/dehn/pdf/blitzplaner/bpl2015/lpg_2015_e_complete.pdf1 (เอกสารอ้างอิง 1) เป็นเอกสาร ฤหนังสือของเด็นซ์รุ่นที่ 3 ออกเมื่อ 2014 อ่านทำความเข้าใจที่หน้า 160 ถึงหน้า 163 หากแต่ความคุ้นเคยของผู้เขียนเองที่กลับไปค้นหนังสือเป็นเล่มๆ ตามประสาคนคุ้นเคยกับหนังสือเป็นเล่มจึงกลับไปอ่านเล่มที่เก่ากว่าซึ่งเทียบแล้วนอกเหนือจากหน้าที่แสดงข้างต้นองเล่มที่ 3 ที่แตกต่างแล้วอื่นๆ เหมือนเล่มที่ 2 ของเด็นซ์ที่ออกเมื่อ 2007 ผู้จึงนำความอ้างอิงที่ใช้มาจากเล่มที่ 2 เป็นหลัก อีกเหตุผลที่ไม่นำส่วนที่เพิ่มเติมจากในเล่มที่ 3 มาใช้งาน เนื่องด้วยเห็นว่า กราฟต่างๆ ที่นำเสนอแม้นมีคำอธิบายใดๆก็ไม่อาจนำทางให้ผู้เขียนได้เข้าถึงดัดแปลงไปใช้ได้โดยอำเภอใจต้องตามที่เด็นซ์ชี้ทั้งสิ้น ผู้เขียนจึงไม่เห็นประโยชน์ใดๆ ที่จักนำมาเขียนไว้ให้ด้อ่านเป็นฉบับภาษาไทยเท่านั้น เจตจำนงความตั้งใจแท้ต้องการเพียงเป็นจุดเริ่มต้นของการติดตั้งอย่างไรให้เป็นไปตามมาตรฐานอ้างอิงในเบื้องต้นเพื่อเพิ่มความปลอดภัยสาธารณะ ยังมิได้มีเจตจำนงให้งานเขียนนี้เป็นงานค้นคว้าต่อยอดแต่อย่างใดขอท่านผู้อ่านเข้าใจผู้เขียน (ถือเป็นการออกตัวจำกัดวงให้จำกัดเพื่อเหมาะกับเวลาที่ผู้เขียนใช้ในการรวบรวมเรียบเรียงงานเขียนนี้) หากผู้อ่านท่านใดสนใจสามารถเข้าไปตามลิ้งข้างต้น เก็นไว้อ่านได้ตามอัธยาศัย

เราต้องเริ่มอย่างไรดีซึ่งเป็นคำถามที่ต้องทบทวนทุกครั้งไป คงเป็นเพราะต้องคิดถึงผู้อ่านทุกท่านว่า อาจมีพื้นความรู้ความเข้าใจลึกซึ้งไม่เท่ากัน ซึ่งเราจักพยายามไม่ทิ้งใครไว้ข้างหลัง ผู้เขียนขอเริ่มต้นที่ คำจำกัดความตามเอกการอ้างอิง step voltage ฤ Us มีความหมายตาม

เข้าใจง่ายๆ ว่า เป็นส่วนของแรงดันของผิวดินซึ่งสามารถเป็นผลสืบเนื่องมายังมนุษย์ในระยะการก้าวเดิน 1 ก้าว ในที่นี้อ้างอิงระยะการก้าวเดินยาว 1 เมตรต่อหนึ่งก้าว เส้นทางของกระแสไฟฟ้าผ่านไปตามร่างกายของมนุษย์ จากเท้าข้างหนึ่งไปยังเท้าอีกข้างหนึ่ง ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงการเกิด step voltage (Us)

หากเราจักต้องการอ้างอิงมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับ step voltage ในที่นี้เราจักอ้างอิงตาม IEC 62305-3 (EN 62305-3) ด้วยข้อความที่เขียนไว้ในมาตรฐานที่หัวข้อที่ E.5.4.3.4 Type B-Ring earth electrodes ที่ย่อหน้าที่ 5 แล จากเอกสารร่างมาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่า ภาคที่ 3 ความเสียหายทางกายภาพต่อสิ่งปลูกสร้างและอันตรายต่อชีวิตที่หัวข้อ จ.5.4.3.4 หน้า 134 (ปรับปรุงครั้งที่ 1 พ.ศ. 2559 ฉบับเทคนิคพิจารณ์) ดังแสดงในรูปที่ 2

ในการติดตั้งเพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานข้างต้นนั้น จำเป็นรวบรวมจากหนังสือผู้ผลิตที่ได้นำเสนอไว้ ที่สามารถเข้าถึงได้ แลมิได้เป็นการเกินเลยในการตีความ ผู้เขียนต้องการหลีกเลี่ยงคำกล่าวหาว่า ***"ผู้เขียนคิดเอาเอง"*** หากจักมีอยู่บ้างก็เกิดจากการถอดความภาษาอังกฤษ แลจากการตีความรูปภาพที่เห็น ในเบื้องต้นที่เรื่องนี้ไม่ได้อธิบายถึงคือการที่อาคารจำเป็นจักต้องจัดการให้มีระบบการป้องกันฟ้าผ่า ที่มีการต่อลงดินที่สมบูรณ์แบบถูกต้องตามข้อกำหนดก่อนติดตั้งวงแหวนวงที่ 4 ให้ติดตั้งห่างจากวงแหวนวงที่ 3 ด้วยระยะห่าง 3 เมตร ฤ จากวงแหวนวงที่ 0 ติดตั้งวงแหวนวงที่ 4 ด้วยระยะห่าง 10 เมตร จากการศึกษาจากเอกสารของเด้นซ์ที่อ้างอิงแล้ว เพื่อให้เกิดความปลอดภัยแนะนำให้ติดตั้งวงแหวนเป็นจำนวน 4 วง รายละเอียดเกี่ยวกับระยะในการติดตั้งที่ยังไม่บอกว่า แต่ละวงต้องติดตั้งลึกเท่าใด แสดงไว้แล้วในรูปที่ 3 แล 4 ประกอบความเข้าใจ

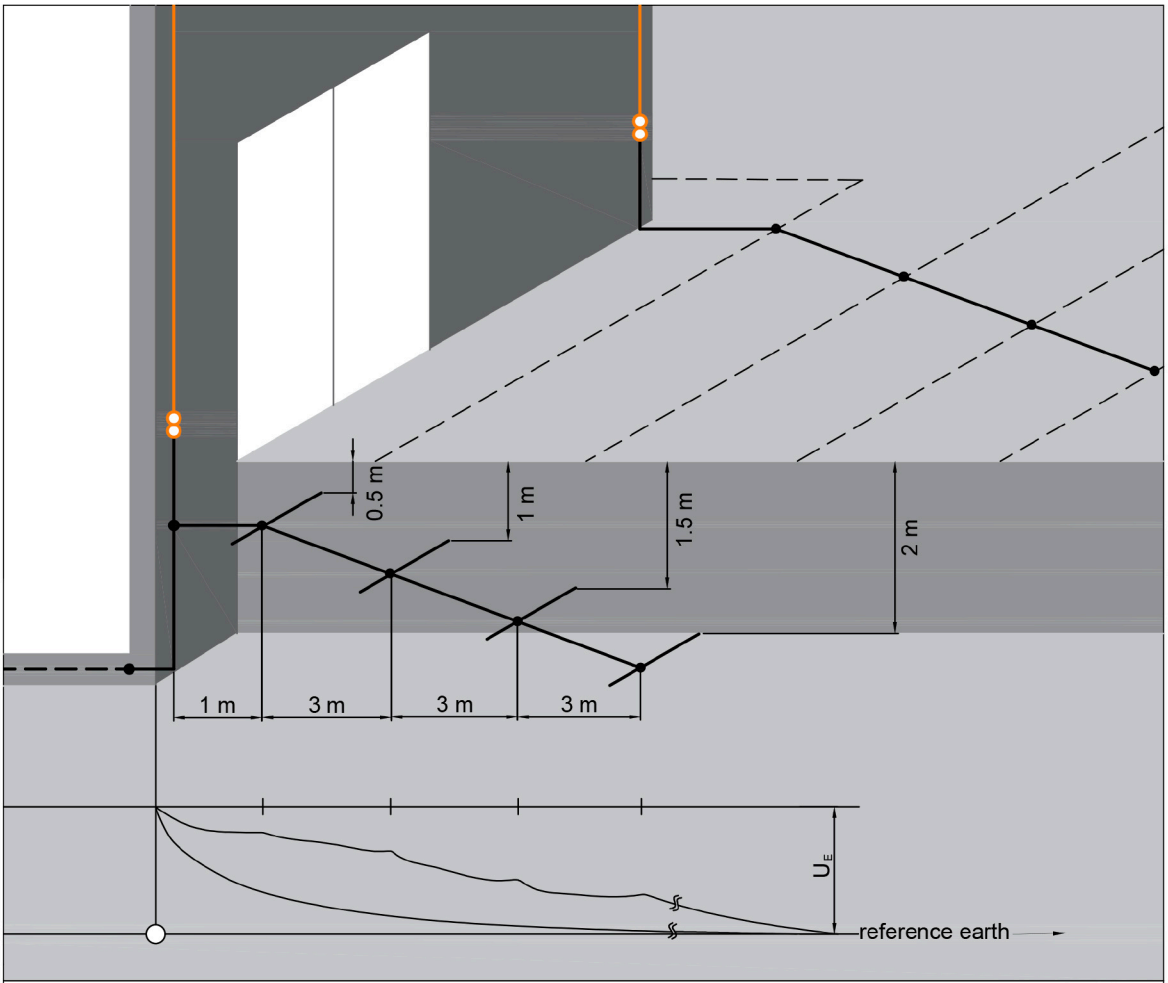
ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 3 เพิ่มเติมข้อมูลของการติดตั้งว่าแต่ละระยะตามแนวระดับว่า ต้องหน้านี้รวมทั้งการทำประสานศักย์หากจักสังเกตุในรูปก็หมายถึงวงในสุดในที่นี้อาจเรียกว่า **เป็นวงแหวนวงที่ศูนย์ (กำหนดชื่อขึ้นไว้อ้างอิง)** การติดตั้งวงแหวนวงที่ 1 ให้ติดตั้งวงแหวนขยายออกไปจากวงแหวนที่ศูนย์ เป็นวงแหวนที่ 1 ด้วยระยะห่าง 1 เมตร การติดตั้งวงแหวนวงที่ 2 ให้ติดตั้งห่างจากวงแหวนวงที่ 1 ติดตั้งวงแหวนวงที่ 2 ด้วยระยะห่าง 3 เมตร ฤ จากวงแหวนวงที่ 0 ติดตั้งวงแหวนวงที่ 2 ด้วยระยะห่าง 4 เมตร การติดตั้งวงแหวนวงที่ 3 ให้ติดตั้งห่างจากวงแหวนวงที่ 2 ด้วยระยะห่าง 3 เมตร ฤ จากวงแหวนวงที่ 0 ติดตั้งวงแหวนวงที่ 3 ด้วยระยะห่าง 7 เมตร แลการติดตั้งลึกเท่าใด ในการอธิบายเช่นเดิมคือ ให้ติดตั้งวงแหวนขยายออกไปจากวงแหวนที่ศูนย์ เป็นวงแหวนที่ 1 ด้วยระยะห่าง 1 เมตรให้ติดตั้งวงแหวนลึก 0.5 เมตร หากจักสังเกตุได้ว่า เป็นระดับความลึกเดียวกันกับวงแหวนวงที่ 0 ที่เราติดตั้งตามมาตรฐานกันอยู่แล้ว การติดตั้งวงแหวนวงที่ 2 ให้ติดตั้งห่างจากวงแหวนวงที่ 1 ติดตั้งวงแหวนวงที่ 2 ด้วยระยะห่าง 3 เมตร ฤ จากวงแหวนวงที่ 0 ติดตั้งวงแหวนวงที่ 2 ด้วยระยะห่าง 4 เมตร ให้ติดตั้งวงแหวนลึก 1.0 เมตร การติดตั้งวงแหวนวงที่ 3 ให้ติดตั้งห่างจากวงแหวนวงที่ 2 ด้วยระยะห่าง 3 เมตร ฤ จากวงแหวนวงที่ 0

Where large numbers of people frequently assemble in an area adjacent to the structure to be protected, further potential control for such areas should be provided. More ring earth electrodes should be installed at distances of approximately 3 m from the first and subsequent ring conductors. Ring electrodes further from the structure should be installed more deeply below the surface i.e. those at 4 m from the structure at a depth of 1 m, those at 7 m from the structure at a depth of 1,5 m and those at 10 m from the structure at a depth of 2 m. These ring earth electrodes should be connected to the first ring conductor by means of radial conductors.

ในที่ที่ประชาชนจำนวนมากมักรวมกันอยู่ในบริเวณที่ชิดกับสิ่งปลูกสร้างที่จะป้องกัน ควรจัดให้มีการควบคุมศักย์ไฟฟ้าเพิ่มเติมในบริเวณดังกล่าว ควรติดตั้งรากสายดินวงแหวนเพิ่มขึ้นที่ระยะประมาณ 3 เมตร จากรากสายดินวงแรกและจากตัวนำวงแหวนถัดมา รากสายดินวงแหวนที่อยู่ห่างจากสิ่งปลูกสร้างออกไปอีก ควรติดตั้งให้ลึกมากขึ้นภายใต้พื้นผิวดิน นั่นคือ ที่ระยะห่าง 4 เมตร จากสิ่งปลูกสร้างฝังลึก 1 เมตร วงที่ระยะ 7 เมตร จากสิ่งปลูกสร้าง ฝังลึก 1.5 เมตร และที่ระยะ 10 เมตร จากสิ่งปลูกสร้าง ฝังลึก 2 เมตร รากสายดินวงแหวนเหล่านี้ควรต่อกับตัวนำวงแหวนแรกด้วยตัวนำแนวรัศมี

รูปที่ 2 แสดงข้อความตามมาตรฐาน ที่ให้ติดตั้งเพื่อแก้ไขปัญหา step voltage
(รูปบน...เป็นเอกสารมาตรฐาน IEC 62305-3 Edition 2.0 2010-12)
(รูปล่าง...เป็นเอกสารมาตรฐาน วสท.ฉบับเทคนิคพิจารณ์ พ.ศ.2559)

ติดตั้งวงแหวนวงที่ 3 ด้วยระยะห่าง 7 เมตร ให้ติดตั้งวงแหวนลึก 1.5 เมตร แลการติดตั้งวงแหวนวงที่ 4 ให้ติดตั้งห่างจากวงแหวนวงที่ 3 ด้วยระยะห่าง 3 เมตร ฤ จากวงแหวนวงที่ 0 ติดตั้งวงแหวนวงที่ 4 ด้วยระยะห่าง 10 เมตร ให้ติดตั้งวงแหวนลึก 2.0 เมตร รายละเอียดเกี่ยวกับระยะในการติดตั้งว่า แต่ละวงต้องติดตั้งลึกเท่าใดสามารถตรวจสอบได้ เมื่อทราบถึงการติดตั้งวงแหวนทั้ง 4 วง ในรูปแบบไดอะแกรม แลรูปแบบทางรูปแบบโมเดลแล้ว ทั้งข้อมูลเกี่ยวกับระยะห่างในแนวระดับ แลข้อมูลเกี่ยวกับความลึกของแต่ละวงแหวน สามารถสรุปเป็นตารางได้ ดังแสดงในรูปที่ 3

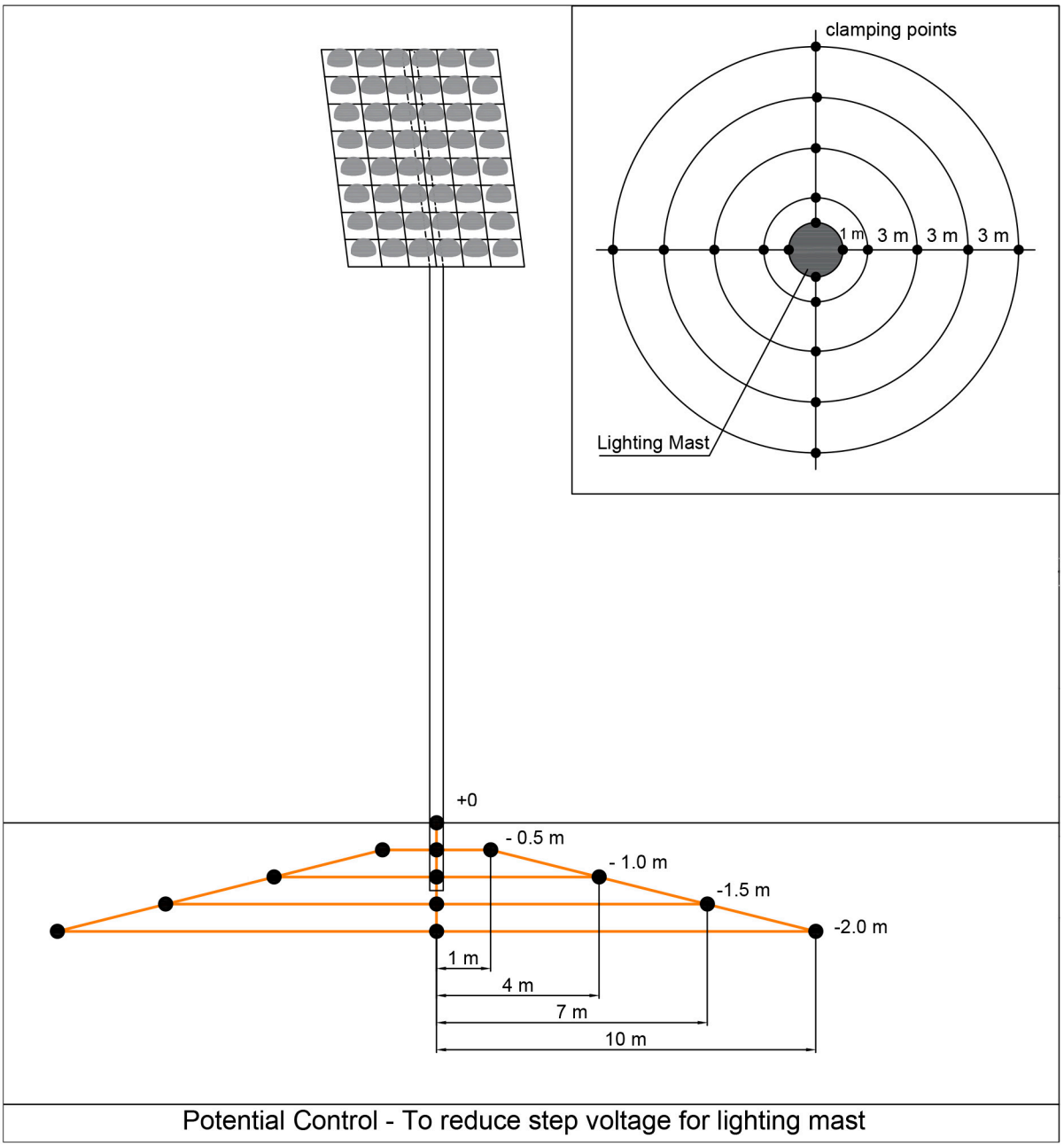


Potential Control - Ground Potential Rise Curve

Potential Control	Distance from the building	Depth
First ring	1 m	0.5 m
Second ring	4 m	1.0 m
Third ring	7 m	1.5 m
Fourth ring	10 m	2.0 m

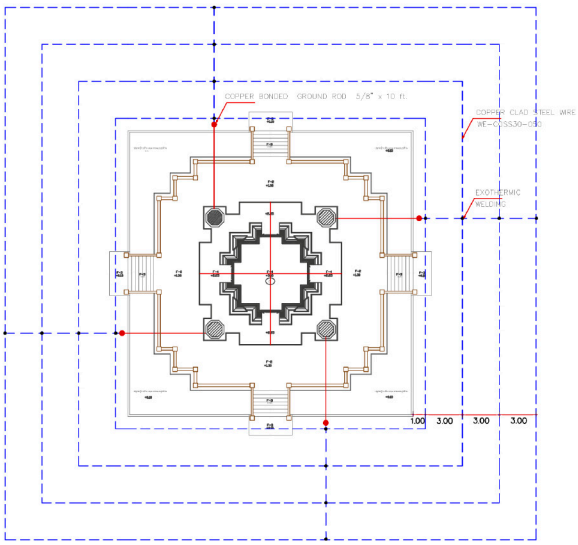
รูปที่ 3 แสดงการติดตั้งวงแหวนทั้งสี่วง ที่แสดงระยะทั้งแนวระดับ แลแนวดิ่ง แล ตารางแสดงข้อมูลการติดตั้งวงแหวนแต่ละวงทั้ง 4 วง ทั้งระยะตามแนวระดับ แลระยะตามแนวดิ่ง

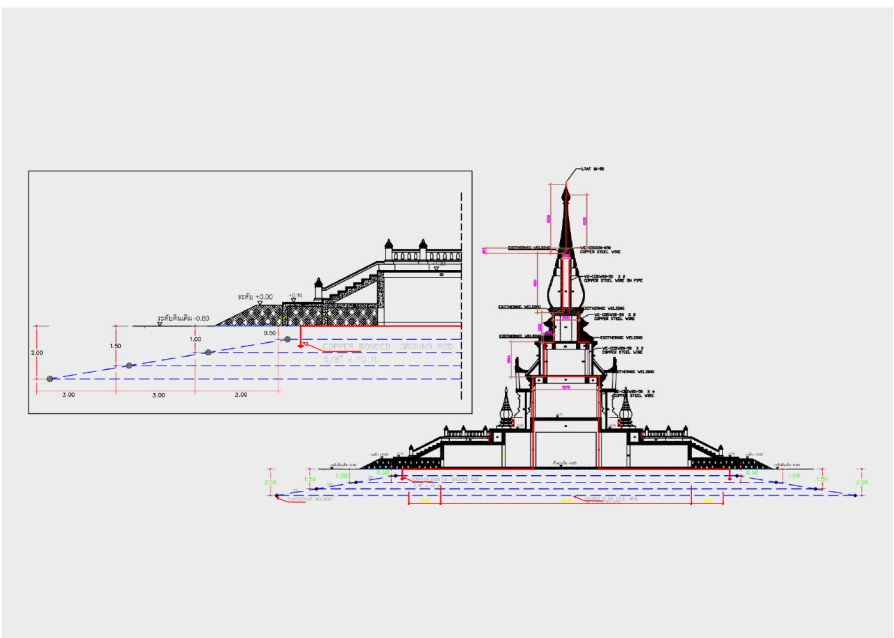
เรามาลองดูตัวอย่างการนำไปใช้งานสักหนึ่งตัวอย่าง เป็นการติดตั้งระบบสายดินของระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่าสำหรับเสาไฟสูง ที่เมื่อใดเกิดฟ้าผ่าลงมาที่เสาแล้วมีโอกาสเกิด step voltage เราสามารถจัดการให้มีการติดตั้งสายดินนอกจากจักมีจำเพาะของเสาลงดินแล้ว ก็น่าจักได้พิจารณาทำสายดินเพิ่มอีกสิ่วง ดังได้อธิบายวิธีการมาแต่ข้างต้น ดังแสดงตัวอย่างการติดตั้งไว้ในรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงการติดตั้งสายดินเพื่อแก้ไขปัญหา step voltage จากการเกิดฟ้าผ่าเสาไฟสูง

สำหรับตัวอย่างในประเทศไทยต้องขอบคุณบริษัท Kumwell ได้เอื้อเฟื้อรูป แลการอนุญาตให้นำแบบการใช้งานในเมืองไทยแล้วด้วยเหมือนกันเพื่อให้ความปลอดภัยสำหรับประชาชนในการร่วมพิธีกรรมวียนเทียนสำหรับเจดีย์วัดธรรมานันนาราม ดังรายละเอียดที่แสดงในรูปที่ 5





รูปที่ 5 แสดงการติดตั้งสายดินสำหรับโบสถ์ เพื่อแก้ไขปัญหา step voltage จากการเกิดฟ้าผ่าเจดีย์ (รูปจากเอกสารประกอบงามเสวนาระบบป้องกันฟ้าผ่าเจดีย์วัดธรรมานันนาราม ของผลิตภัณฑ์ Kumwell)[1]

ทั้งนี้นอกจากจักทำการติดตั้งการต่อลงดินทั้งสิ่วงสำหรับเสาไฟสูง ยังขอเสนอสำหรับคอกปศุสัตว์ที่มีความเสี่ยงที่จักเกิดฟ้าผ่าบริเวณคอกปศุสัตว์สร้างความเสียหายให้กับเกษตรกรเป็นอย่างมาก หากเกิด step voltage กับสัตว์ขณะเกิดฟ้าผ่า ขอเสนอให้ผู้เกี่ยวข้องพิจารณาความเหมาะสมที่จักนำวิธีการดังกล่าวไปใช้งานในฐานะนักวิชาชีพเพื่อประโยชน์สุข แลความปลอดภัยสำหรับประชาชน บทความนี้ในฐานะผู้เขียนขอขอบคุณบริษัทผู้เป็นเจ้าของผลิตภัณฑ์ kumwell แลผลิตภัณฑ์ DEHN ที่ให้คำแนะนำต่างๆ จนเกิดขึ้นเป็นบทความนี้ หากมีส่วนหนึ่งส่วนใดมีความคลาดเคลื่อนทางวิชาการ ขอให้ได้รับคำแนะนำโดยไมตรีเพื่อร่วมพัฒนาความความก้าวหน้าทางวิชาการในอนาคตต่อไป

ส่วนตัวผู้เขียน

นายสุวิทย์ ศรีสุข

วิศวกรไฟฟ้า-ที่ปรึกษาอิสระ

การศึกษา ปริญญาตรี-วิศวกรรมศาสตร์ ไฟฟ้ากำลัง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ปริญญาโท-วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม บางเขน

ประสบการณ์ ทำงานกว่า 31 ปี งานด้านไฟฟ้ากำลัง