งานปรับปรุงระบบป้องกันฟ้าผ่า และการป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) ของโรงพยาบาลหนองสูง อ.หนองสูง จ.มุกดาหาร

โดย

นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ตำแหน่งวิศวกรไฟฟ้าปฏิบัติการ
ศูนย์สนับสนุนบริการสุขภาพที่ ๑๐ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ
ปี พ.ศ. ๒๕๖๒

คำนำ

เอกสารฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อนำเสนอผลงานในการประเมินเพื่อคัดเลือกบุคคลที่จะเข้ารับการประเมินผลงานของนายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ เพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งประเภทวิชาการ ระดับชำนาญการและชำนาญการพิเศษ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ ประกอบการเลื่อนระดับเป็นวิศวกรไฟฟ้าชำนาญการ เป็นลักษณะของเอกสารจะเป็นการนำเสนอผลงานด้านพิจารณาตรวจสอบเชิงวิชาการ และการออกแบบประมาณการ โดยสอดคล้องกับมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ เพื่อความปลอดภัยของผู้รับบริการ ประชาชนที่มาใช้งานเครื่องมือแพทย์และระบบไฟฟ้าในโรงพยาบาล และการพัฒนาความเจริญก้าวหน้าด้านวิศวกรรมไฟฟ้า ต่อไป

(นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์)
ผู้นำเสนอผลงาน

สารบัญ

เรื่อง		หน้า
คำนำ		ก.
สารบัญ		ข.
สารบัญรูป		ค.
สารบัญตาราง		ง.
บทที่ ๑	บทนำ	๑
	๑.๑ ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	๑
	๑.๒ วัตถุประสงค์	๑
	๑.๓ ขอบเขตในการปฏิบัติงาน	๑
	๑.๔ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	๑
บทที่ ๒	แนวคิด ทฤษฎี ความรู้ทางวิชาการหรือแนวคิดที่ใช้ในการดำเนินการ	๒
	๒.๑ การเกิดฟ้าผ่า	๒
	๒.๒ อันตรายจากฟ้าผ่า	๒
	๒.๓ ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก	๔
	๒.๔ ระบบตัวนำล่อฟ้า	๕
	๒.๕ ระบบตัวนำลงดิน	๖
	๒.๖ องค์ประกอบของระบบป้องกันฟ้าผ่า	๗
	๒.๗ ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายใน	๑๑
	๒.๘ มาตรการป้องกันอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตเนื่องจากแรงดันสัมผัส/แรงดันช่วงก้าว	๑๒
บทที่ ๓	สรุปสาระสำคัญ และขั้นตอนการดำเนินการ	๑๔
	๓.๑ ชื่อผลงาน	๑๔
	๓.๒ ระยะเวลาดำเนินการ	๑๔
	๓.๓ ลักษณะงานที่ได้ดำเนินการ	๒๔
	๓.๔ สรุปสาระและขั้นตอนการดำเนินการ	๑๕
	๓.๕ จัดทำรายละเอียดพร้อมเขียนแบบระบบป้องกันฟ้าผ่า	๒๗
	๓.๖ จัดทำประมาณราคา	๓๔
บทที่ ๔	สรุปผลการดำเนินการ	๓๕
	๔.๑ ผลสำเร็จของงานเชิงปริมาณ	๓๕
	๔.๒ ผลสำเร็จของงานเชิงคุณภาพ	๓๕
	๔.๓ การนำไปใช้ประโยชน์	๓๕
บทที่ ๕	ปัญหา อุปสรรค ข้อเสนอแนะ	๓๖
	๕.๑ ความยุ่งยากในการดำเนินการ /ปัญหา/อุปสรรค	๓๖
	๕.๒ ข้อเสนอแนะ	๓๖
	บรรณานุกรม	๓๗
	ภาคผนวก ก : ข้อมูลผู้นำเสนอ/ประวัติการฝึกอบรม	๓๘
	ภาคผนวก ข : คำสั่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	๔๑

สารบัญรูป

รูปภาพที่		หน้า
รูปภาพที่ ๑	ค่ามุมป้องกัน รัศมีของทรงกลมกลิ้ง และขนาดตาข่าย สำหรับระบบป้องกันฟ้าผ่า	๓
รูปภาพที่ ๒	ปริมาตรมุมป้องกันโดยแท่งตัวนำล่อฟ้าแนวดิ่ง	๔
รูปภาพที่ ๓	ระยะมุมป้องกันโดยแท่งตัวนำล่อฟ้าแนวดิ่ง	๔
รูปภาพที่ ๔	ปริมาตรป้องกันโดยระบบสายตัวนำล่อฟ้า	๕
รูปภาพที่ ๕	ปริมาตรป้องกันโดยสายร่วมกันเป็นลวดตาข่ายที่แยกอิสระจากสิ่งปลูกสร้างตามวิธีมุมป้องกัน และวิธีทรงกลมกลิ้ง	๕
รูปภาพที่ ๖	ปริมาตรป้องกันโดยสายร่วมกันเป็นลวดตาข่ายที่ไม่แยกอิสระ ตามวิธีตาข่ายและวิธีมุมป้องกัน	๕
รูปภาพที่ ๗	การออกแบบระบบตัวนำล่อฟ้าตามวิธีทรงกลมกลิ้ง	๖
รูปภาพที่ ๘	ตัวอย่างแท่งตัวนำESE. (Protection area, Rp)	๑๐
รูปภาพที่ ๙	การแบ่งโซนการป้องกันแรงดันเกินจากฟ้าผ่า	๑๑
รูปภาพที่ ๑๐	แผนผังโรงพยาบาลหนองสูง จังหวัดมุกดาหาร	๑๖
รูปภาพที่ ๑๑	ภาพตำแหน่ง AIR TRERMINAL ระบบป้องกันฟ้าผ่า ของโรงพยาบาลหนองสูง	๑๖
รูปภาพที่ ๑๒	ภาพผลกระทบจากกรณีฟ้าผ่าบริเวณอาคารผู้ป่วยใน รพ. หนองสูง	๑๗
รูปภาพที่ ๑๓	ภาพเสาสายส่งสายอากาศและระบบสายตัวนำลงดิน วิทยุรับส่งของ รพ. หนองสูง	๑๗
รูปภาพที่ ๑๔	ภาพแผนที่ความหนาแน่นฟ้าผ่าประเทศไทยในปี ๒๕๖๑ (Thailand Lightning Density Map ๒๐๑๘)	๑๘
รูปภาพที่ ๑๕	ความหนาแน่นฟ้าผ่าบริเวณจังหวัดมุกดาหาร	๑๘
รูปภาพที่ ๑๖	กราฟการเลือกระดับการออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก	๑๙
รูปภาพที่ ๑๗	ภาพรัศมีการป้องกันของระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก ของ ESE.	๒๐
รูปภาพที่ ๑๘	แบบรูปรายการเบื้องต้นที่ออกแบบ	๒๑
รูปภาพที่ ๑๙	การแบ่งระดับการป้องกัน ระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE)	๒๒
รูปภาพที่ ๒๐	กราฟจำลองรูปคลื่นอิมพัลส์ฟ้าผ่าที่ความชันหน้าคลื่นต่างๆ	๒๒
รูปภาพที่ ๒๑	Surge Protection Device: SPD แบบ Class A	๒๓
รูปภาพที่ ๒๒	Surge Protection Device: SPD แบบ Class B	๒๓
รูปภาพที่ ๒๓	Surge Protection Device: SPD แบบ Class C	๒๔
รูปภาพที่ ๒๔	Surge Protection Device: SPD แบบ Class D	๒๔
รูปภาพที่ ๒๕	Surge Protection Device หรือ SPD ที่เลือกใช้ในการออกแบบ	๒๕
รูปภาพที่ ๒๖	คำจำกัดความ Surge Protection Device ตาม IEC ที่ใช้ในการออกแบบ	๒๕
รูปภาพที่ ๒๗	ตรวจสอบการติดตั้งระบบรากสายดิน ระบบป้องกันฟ้าผ่าและระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE)	๒๖

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ ๑	ระยะห่างระหว่างตัวนำลงดิน และระยะห่างระหว่างตัวนำวงแหวนตามชั้นของระบบป้องกันฟ้าผ่า	๗
ตารางที่ ๒	วัสดุที่ใช้ทำระบบป้องกันฟ้าผ่า และสภาพการใช้งาน	๘
ตารางที่ ๓	วัสดุ รูปแบบและพื้นที่หน้าตัดขั้นต่ำของตัวนำล่อฟ้า แท่งตัวนำล่อฟ้า /ตัวนำลงดิน	๙
ตารางที่ ๔	รายละเอียดชุด SPD ที่เลือกใช้ในการออกแบบ	๒๖

บทที่ ๑
บทนำ

๑.๑ ความเป็นมา

ปัจจุบันโรงพยาบาลหนองสูง จังหวัดมุกดาหาร เกิดสภาวะมีฟ้าผ่า และมีแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) เข้ารบกวนและทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์การแพทย์ ชำรุดเสียหาย จากสาเหตุดังต่อไปนี้

(๑) โรงพยาบาลหนองสูง ไม่มีระบบป้องกันฟ้าผ่าที่ครอบคลุม ในส่วนของอาคารรักษาพยาบาล

(๒) การป้องกันบริภัณฑ์ประธานไฟฟ้า อาทิเช่น ตู้บริภัณฑ์ประธาน (MDB) สายระบบจำหน่ายไฟฟ้า ไม่มีอุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) และไม่สามารถรองรับภัยพิบัติจากฟ้าผ่าและแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) ในปัจจุบันของโรงพยาบาลได้

เพื่อการแก้ปัญหาดังกล่าว ทางโรงพยาบาลจึงได้ขอสนับสนุนบุคลากร จากศูนย์สนับสนุนบริการสุขภาพที่ ๑๐ เข้ามาดำเนินการสำรวจเพื่อในการออกแบบงานปรับปรุงระบบป้องกันฟ้าผ่า และการป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) ของโรงพยาบาลหนองสูง อ.หนองสูง จ.มุกดาหาร กระทรวงสาธารณสุข และตรวจสอบระบบป้องกันฟ้าผ่าในส่วนอื่นๆที่ติดตั้งภายในโรงพยาบาล ผู้จัดทำจึงได้เข้าทำการสำรวจสถานที่เพื่อทำการออกแบบงานปรับปรุงระบบป้องกันฟ้าผ่า และการป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) เพื่อให้สามารถรองรับความเสี่ยงจากการเกิดฟ้าผ่าภายในโรงพยาบาล และเพื่อให้การติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าถูกต้องตามมาตรฐาน และข้อกำหนดของระบบป้องกันฟ้าผ่า

๑.๒ วัตถุประสงค์

(๑) เพื่อปรับปรุงระบบป้องกันฟ้าผ่า และการป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) ของโรงพยาบาลหนองสูง อำเภอหนองสูง จังหวัดมุกดาหาร เนื่องจากระบบป้องกันเดิมไม่สามารถรองรับภัยพิบัติจากเหตุดังกล่าวได้

(๒) จัดทำแบบงานปรับปรุงระบบป้องกันฟ้าผ่า และการป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) เพื่อใช้ในการก่อสร้างให้เป็นไปตามมาตรฐาน และเทคโนโลยีที่ทันสมัยในปัจจุบัน

(๓) เพื่อรองรับการให้บริการประชาชน ด้านการรักษาพยาบาลที่เพิ่มขึ้น

(๔) เพื่อความปลอดภัย และเสถียรภาพทางด้านไฟฟ้า ของโรงพยาบาล ที่ดีขึ้น

(๕) เพื่อลด และชะลอการชำรุดเสียหายของอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์การแพทย์ของโรงพยาบาลหนองสูง อำเภอหนองสูง จังหวัดมุกดาหาร

๑.๓ ขอบเขต

(๑) สำรวจ และตรวจสอบระบบป้องกันฟ้าผ่าการป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) ที่ติดตั้งภายในโรงพยาบาลหนองสูง

(๒) จัดทำแบบรูปรายการ ระบบป้องกันฟ้าผ่า และการป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) สำหรับอาคารอาคารผู้ป่วยนอก

(๓) จัดทำรายละเอียดข้อกำหนดต่างๆ ของระบบป้องกันฟ้าผ่า และการป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) สำหรับอาคารอาคารผู้ป่วยนอก

๑.๔ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

(๑) โรงพยาบาลหนองสูงมีระบบป้องกันฟ้าผ่าการป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) ที่สามารถรองรับความเสี่ยงจากการเกิดฟ้าผ่าโดยตรงและทางอ้อม

(๒) โรงพยาบาลหนองสูงมีการติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าถูกต้องตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (ว.ส.ท.)

(๓) สามารถป้องกันความเสียหายต่อระบบไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในโรงพยาบาลหนองสูง

บทที่ ๒
แนวคิด ทฤษฎี ความรู้ทางวิชาการหรือแนวคิดที่ใช้ในการดำเนินการ

ในการตรวจสอบ และออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่าและการป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) จำเป็นต้องรู้ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องเบื้องต้น ได้แก่ การเกิดฟ้าผ่า และระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับสิ่งปลูกสร้าง เพื่อนำทฤษฎีไปใช้ในการประกอบการตัดสินใจ การตรวจสอบ และออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่าและการป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังต่อไปนี้

๒.๑ การเกิดฟ้าผ่า

ฟ้าผ่าเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติซึ่งเป็นการดิสชาร์จกระแสสูง ตามเส้นทางฟ้าผ่าในช่วงเวลาสั้นๆ โดยเกิดขึ้นได้ ๔ ลักษณะ คือ

(๑) การเกิดดิสชาร์จในก้อนเมฆ (Intra cloud)

(๒) การเกิดดิสชาร์จระหว่างก้อนเมฆกับพื้นดิน (Cloud to ground)

(๓) การเกิดดิสชาร์จระหว่างก้อนเมฆที่แรงดันไฟฟ้าต่างกัน (Cloud to cloud)

(๔) การเกิดดิสชาร์จระหว่างก้อนเมฆกับอากาศ (Cloud to air)

๒.๒ อันตรายจากฟ้าผ่า

อันตรายที่เกิดจากฟ้าผ่าเราสามารถจำแนกได้เป็น ๔ แบบ ดังนี้

(๑) ฟ้าผ่าโดยตรง (Direct strikes) เมื่อคนถูกผ่าโดยตรง ร่างกายของคนจะเป็นเส้นทางที่มีประจุหรือกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลงสู่พื้นดินและทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมร่างกายเป็นเหตุให้เกิดการเผาไหม้ ของร่างกายได้

(๒) ฟ้าผ่าด้านข้าง (Side flash) โดยธรรมชาติแล้วฟ้าผ่าจะลงสิ่งที่สูงเด่นกว่าสิ่งอื่นทั้งนี้ เนื่องจากฟ้าผ่าลงต้นไม้กระแสไฟฟ้าไหลลงมาตามต้นไม้ลงสู่ดินนั้นทำให้ต้นไม้มีศักย์ไฟฟ้าสูงเพียง พอที่จะทำให้เกิดการเบรกดาวน์ผ่านช่องว่างอากาศระหว่างต้นไม้กับคน ส่วนใหญ่จะเป็นที่บริเวณศีรษะซึ่งเป็นลักษณะของฟ้าผ่าด้านข้างไปสู่คน

(๓) แรงดันไฟฟ้าช่วงก้าว (Step voltage) เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลลงสู่พื้นดิน แพร่กระจายออกไป ในดินซึ่งมีความต้านทานจะทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างจุดบนพื้นดิน โดยที่ระยะทางจากจุดสองจุดนั้นมีระยะห่างเท่ากับช่วงก้าวของคนหรือสัตว์จะเกิดความต่างศักย์ระหว่างเท้าซ้ายกับเท้าขวาในขณะช่วงก้าว เป็นสาเหตุที่ทำให้สัตว์มีความรู้สึกไวต่อแรงดันไฟฟ้าช่วงก้าวมากกว่ามนุษย์เนื่องจากสัตว์มีช่วงขากว้าง ประกอบกับมีขนาดร่างกายใหญ่โตกว่ามนุษย์จึงทำให้มีความต้านทานของร่างกายต่ำ

(๔) แรงดันไฟฟ้าสัมผัส (Touch voltage) หมายถึง ความต่างศักย์ระหว่างโลหะตัวนำ หรือโครงสร้างที่นำกระแสไหลผ่านลงไปสู่ดินที่คนหรือสัตว์จะมีโอกาสสัมผัสถึงกับดินที่ยืนอยู่

๒.๓ ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก

๒.๓.๑ การใช้งานระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก

ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกดักรับวาบฟ้าผ่าโดยตรงลงสิ่งปลูกสร้าง รวมทั้งวาบฟ้าผ่าเข้าสู่ด้านข้างสิ่งปลูกสร้าง และนำกระแสฟ้าผ่าจากจุดฟ้าผ่าลงสู่ดิน ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกยังมีหน้าที่กระจายลำกระแสไฟฟ้านี้ลงสู่ดินโดยไม่เกิดความเสียหายทางกลและทางความร้อน รวมทั้งไม่ทำให้เกิดประกายอันตรายที่อาจจุดชนวนให้เกิดไฟไหม้ หรือระเบิด

๒.๓.๒ การเลือกระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก

โดยส่วนใหญ่ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกอาจจะยึดติดกับสิ่งปลูกสร้างที่จะป้องกัน ระบบป้องกันภายนอกแบบแยกอิสระควรพิจารณาเลือกใช้เมื่อผลของความร้อนหรือระเบิด ณ จุดฟ้าผ่า หรือบนตัวนำที่มีกระแสฟ้าผ่าอาจก่อความเสียหายต่อสิ่งปลูกสร้างหรือสิ่งที่อยู่ภายใน ตัวอย่างเช่น สิ่งปลูกสร้างซึ่งมีสิ่งปกคลุม

ที่ติดไฟได้ สิ่งปลูกสร้างที่มีผนังที่ติดไฟได้และบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้หรือการระเบิดระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกแยกอิสระ อาจจะพิจารณาเลือกใช้เมื่อสิ่งที่อยู่ภายในอาคารหรือสิ่งปลูกสร้าง ไม่สามารถรับระดับการรบกวนของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจากพัลส์กระแสฟ้าผ่าที่ไหลผ่านตัวนำลงดิน ทำให้ต้องลดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าโดยการใช้ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกแยกอิสระ

๒.๓.๓ การใช้องค์ประกอบโดยธรรมชาติ

องค์ประกอบโดยธรรมชาติที่ทำจากวัสดุตัวนำซึ่งคงอยู่ภายในหรือบนสิ่งปลูกสร้างตลอดเวลา และจะไม่มีการดัดแปลง (เช่น เหล็กเสริมแรงที่ต่อถึงกัน โครงโลหะของสิ่งปลูกสร้าง ฯลฯ) อาจใช้เป็น ส่วนของระบบป้องกันฟ้าผ่าได้ การป้องกันฟ้าผ่าภายนอก คือการป้องกันความเสียหายอันเกิดจากฟ้าผ่าโดยตรงสู่อาคารซึ่งอาจเป็นเหตุให้เกิดไฟไหม้อาคารแตกร้าวอันเนื่องจากพลังงานความร้อนจากฟ้าผ่าวิธีการ ป้องกัน สามารถทำได้โดยใช้การติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า เช่น เสาล่อฟ้าเพื่อให้ฟ้าผ่าลงไปที่จุดที่ต้องการแล้ว กระจายกระแสฟ้าผ่าลงดินอย่างปลอดภัยซึ่งย่อมต้องอาศัยการติดตั้งระบบรากสายดินที่ดีด้วยเช่นกัน ซึ่งประกอบด้วย

๒.๔ ระบบตัวนำล่อฟ้า

ระบบตัวนำล่อฟ้าสามารถประกอบด้วยการรวมกัน ใดๆ ขององค์ประกอบดังต่อไปนี้

(๑) แท่งตัวนำ (รวมถึงเสาที่ตั้งอย่างอิสระ)

(๒) สายตัวนำขึง

(๓) ตัวนำแบบตาข่าย

แท่งตัวนำล่อฟ้าแต่ละแท่งควรต่อถึงกันที่ระดับหลังคาเพื่อให้แน่ใจว่ากระแสจะมีการแบ่งไหล การจัดวางตำแหน่งระบบตัวนำระบบล่อฟ้า ส่วนประกอบของตัวนำระบบล่อฟ้าที่ติดตั้งบนสิ่งปลูกสร้างต้องวางในตำแหน่งหัวมุม จุดที่เปิดโล่งและริมขอบ (โดยเฉพาะระดับบนของส่วนปิดหน้าอาคาร) วิธีที่ยอมรับในการหาตำแหน่งระบบตัวนำล่อฟ้าได้แก่วิธีหนึ่งหรือหลายวิธีดังต่อไปนี้

- วิธีมุมป้องกัน

วิธีมุมป้องกัน เหมาะสมกับอาคารที่มีรูปร่างง่าย ๆ แต่ขึ้นกับข้อจำกัดในเรื่องความสูงของตัวนำล่อฟ้าตามที่กำหนดในตารางที่ ๒.๑

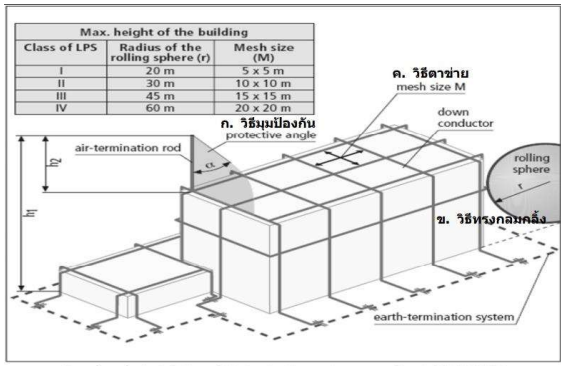
- วิธีทรงกลมกลิ้ง

วิธีทรงกลมกลิ้ง สามารถใช้ได้ในทุกกรณี

- วิธีตาข่าย

วิธีตาข่าย เป็นวิธีป้องกันที่เหมาะสำหรับป้องกันพื้นผิวที่เป็นระนาบ

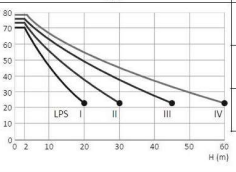
ค่ามุมป้องกัน รัศมีของทรงกลมกลิ้ง และขนาดตาข่าย สำหรับระบบป้องกันฟ้าผ่าแต่ละชั้นแสดงไว้ใน



Procedure for installation of air-termination systems according to IEC 62305-3 (EN 62305-3)

สรุปการจัดวางตำแหน่งตัวนำล่อฟ้าตามระดับการป้องกัน

การป้องกันฟ้าผ่าแบ่งเป็น 4 ระดับคือ 1 , 2 ,3 และ 4

Class of LPS	Protection method			Typical distances (m)
	Rolling sphere radius r (m)	Protection angle α (°)	Mesh size w (m)	
I	20		5 x 5	10
II	30		10 x 10	10
III	45		15 x 15	15
IV	60		20 x 20	20

Ref.: IEC 62305-3:2010, 5.2.2 + Table 2 + Figure 1, 5.3.3 + Table 4

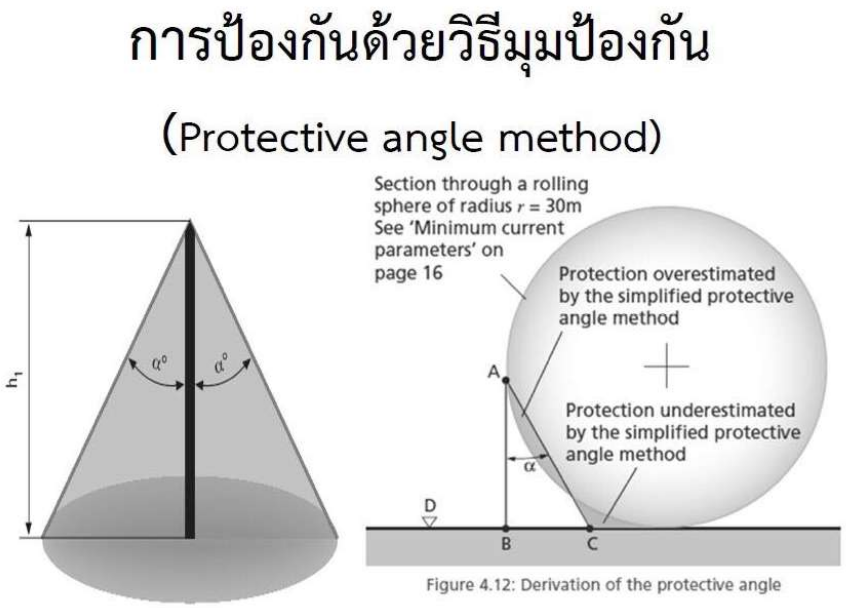
รูปภาพที่ ๑ ค่ามุมป้องกัน รัศมีของทรงกลมกลิ้ง และขนาดตาข่าย สำหรับระบบป้องกันฟ้าผ่า

๒.๔.๑ การจัดวางตำแหน่งระบบตัวนำล่อฟ้าเมื่อใช้วิธีมุมป้องกัน

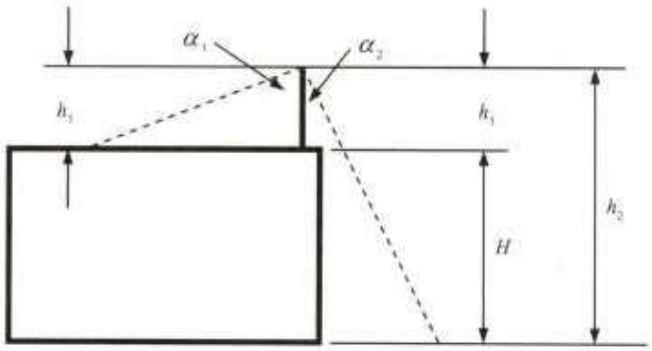
การวางตำแหน่งระบบตัวนำล่อฟ้าถือได้ว่าเพียงพอถ้าสิ่งปลูกสร้างที่ป้องกันทั้งหมดอยู่ในปริมาตรป้องกันโดยระบบตัวนำล่อฟ้า ในการหาปริมาตรป้องกันจะต้องพิจารณามิติทางกายภาพจริงของระบบตัวนำล่อฟ้าที่เป็นโลหะเท่านั้น

- ปริมาตรป้องกันของระบบแท่งตัวนำล่อฟ้าแนวดิ่ง

ปริมาตรป้องกันของระบบแท่งตัวนำล่อฟ้าแนวดิ่งสมมติเป็นรูปกรวยกลมตั้งตรง โดยจุดยอดอยู่บนแกนของตัวนำล่อฟ้า และมีกึ่งมุมยอดเท่ากับ α ที่มีค่าขึ้นอยู่กับชั้นของระบบป้องกันฟ้าผ่าและความสูงของระบบตัวนำล่อฟ้าดังแสดงในรูปภาพที่ ๑ ตัวอย่างของปริมาตรป้องกันแสดงไว้ในรูปภาพที่ ๒ และ ๓



รูปภาพที่ ๒ ปริมาตรมุมป้องกันโดยแท่งตัวนำล่อฟ้าแนวดิ่ง



คำไข

h_1 คือ ความสูงทางกายภาพของแท่งตัวนำล่อฟ้าแนวดิ่ง

หมายเหตุ มุมป้องกัน α_1 ตามความสูงของแท่งตัวนำล่อฟ้า h_1 ซึ่งเป็นความสูงเหนือพื้นผิวหลังคาที่จะป้องกัน

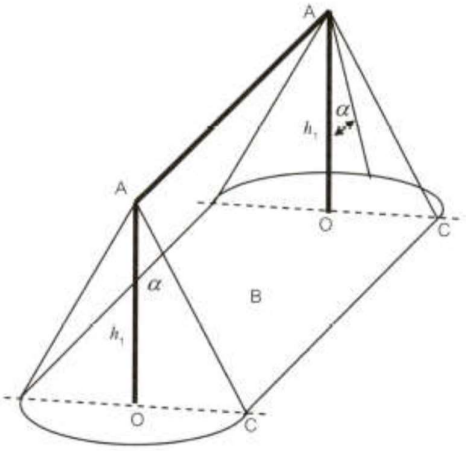
มุมป้องกัน α_2 ตามความสูงของแท่งตัวนำล่อฟ้า $h_2 = h_1 + H$ โดยที่พื้นเป็นระนาบอ้างอิง

α_1 สัมพันธ์กับ h_1 และ α_2 สัมพันธ์กับ h_2

รูปภาพที่ ๓ ระยะมุมป้องกันโดยแท่งตัวนำล่อฟ้าแนวดิ่ง

- ปริมาตรป้องกันโดยระบบสายตัวนำล่อฟ้า

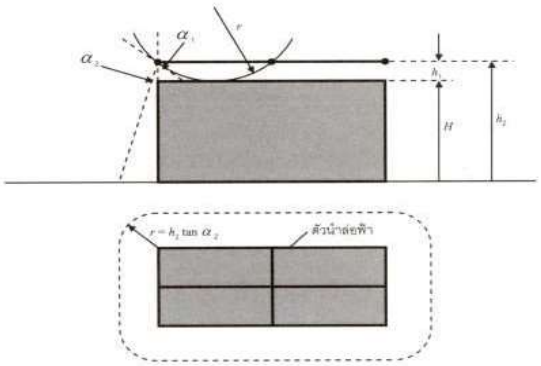
ปริมาตรป้องกันโดยระบบสายตัวนำล่อฟ้า กำหนดโดยผลรวมปริมาตรป้องกันของแท่งตัวนำล่อฟ้าเสมือนที่มียอดอยู่บนปลายแต่ละด้านของสายตัวนำล่อฟ้า ตัวอย่างของปริมาตรป้องกัน แสดงในรูปภาพที่ ๔



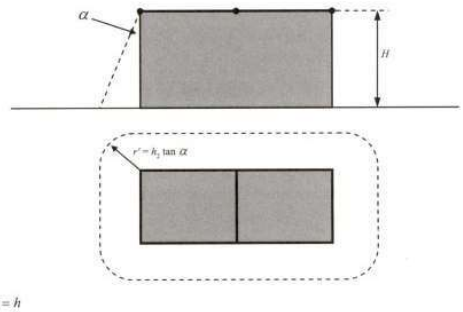
รูปภาพที่ ๔ ปริมาตรป้องกันโดยระบบสายตัวนำล่อฟ้า

- ปริมาตรป้องกันโดยสายร่วมกันเป็นลวดตาข่าย

ปริมาตรป้องกันโดยสายร่วมกันเป็นลวดตาข่าย กำหนดโดยการรวมของปริมาตรที่หาโดยตัวนำเส้นเดี่ยวหลายเส้นที่ประกอบกันเป็นตาข่าย ตัวอย่างปริมาตรป้องกันโดยสายร่วมกันเป็นลวดตาข่ายแสดงในรูปที่ ๕ และ ๖



รูปภาพที่ ๕ ปริมาตรป้องกันโดยสายร่วมกันเป็นลวดตาข่ายที่แยกอิสระจากสิ่งปลูกสร้างตามวิธีมุมป้องกัน และวิธีทรงกลมกลิ้ง

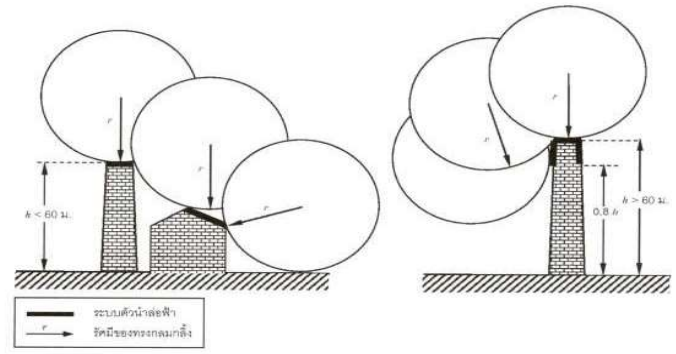


หมายเหตุ $H = h$

รูปภาพที่ ๖ ปริมาตรป้องกันโดยสายร่วมกันเป็นลวดตาข่ายที่ไม่แยกอิสระ ตามวิธีตาข่ายและวิธีมุมป้องกัน

๒.๔.๒ การจัดวางตำแหน่งระบบตัวนำล่อฟ้าเมื่อใช้วิธีทรงกลมกลิ้ง

การวางตำแหน่งระบบตัวนำล่อฟ้าถือได้ว่าเพียงพอ ถ้าไม่มีจุดใดจุดหนึ่งของสิ่งปลูกสร้างที่จะป้องกันมาสัมผัสกับทรงกลมที่มีรัศมี r ซึ่งขึ้นอยู่กับชั้นของระบบป้องกันฟ้าผ่า (ดูรูปภาพที่ ๑) โดยกลิ้ง ทรงกลมไปโดยรอบและด้านบนของสิ่งปลูกสร้างทุกทิศทางที่เป็นไปได้ ทรงกลมนี้จะสัมผัสกับระบบ ตัวนำล่อฟ้าเท่านั้น แสดงในรูปภาพที่ ๗



หมายเหตุ
1 รัศมีของทรงกลมกลิ้ง r ต้องสอดคล้องกับชั้นของระบบป้องกันฟ้าผ่า (ตารางที่ 2.1)
2 $H = h$

รูปภาพที่ ๗ การออกแบบระบบตัวนำล่อฟ้าตามวิธีทรงกลมกลิ้ง

สิ่งปลูกสร้างที่สูงกว่ารัศมีของทรงกลมกลิ้ง (r) วาบฟ้าผ่าลงด้านข้างของสิ่งปลูกสร้างอาจเกิดขึ้นทุกจุดบนด้านข้าง อย่างไรก็ดี ความน่าจะเป็นของวาบฟ้าผ่าลงด้านข้างมีน้อย ไม่ต้องนำมาคิดสำหรับสิ่งปลูกสร้างที่มีความสูงต่ำกว่า ๖๐ เมตร

กรณีสิ่งปลูกสร้างที่สูงกว่า ส่วนใหญ่ของวาบฟ้าผ่าทั้งหมดจะผ่าส่วนบนสุด ขอบที่ยื่นออกไปในแนวระดับ และมุมของสิ่งปลูกสร้าง มีเพียงร้อยละ ๒-๓ ของวาบฟ้าผ่าทั้งหมดจะผ่าที่ด้านข้างของสิ่งปลูกสร้าง

๒.๔.๓ การจัดวางตำแหน่งระบบตัวนำล่อฟ้าเมื่อใช้วิธีตาข่าย

กรณีที่ต้องการป้องกันพื้นผิวราบ แบบตาข่ายถือว่าป้องกันพื้นผิวได้ทั้งหมด ขึ้นอยู่กับสภาวะการณ์ต่อไปนี้ทำได้ทั้งหมด

(๑) ตัวนำล่อฟ้ามีการวางในตำแหน่ง

- แนวขอบหลังคา
- ที่ยื่นออกมาของหลังคา
- แนวเส้นสันหลังคา กรณีความชันของหลังคามากกว่า ๑/๑๐

(๒) มิติของตาข่ายของโครงข่ายตัวนำล่อฟ้าไม่ใหญ่กว่าค่าที่กำหนดในรูปภาพที่ ๑

(๓) โครงข่ายของระบบตัวนำล่อฟ้าติดตั้งในลักษณะที่กระแสฟ้าผ่ามีเส้นทางโลหะที่เห็นได้ชัดเจนอย่างน้อย ๒ เส้นทางไหลลงสู่รากสายดินเสมอ

(๔) ไม่มีสิ่งติดตั้งโลหะยื่นออกไปนอกปริมาตรป้องกันของระบบตัวนำล่อฟ้า

(๕) ตัวนำล่อฟ้าทั้งหลาย ให้เดินทางที่สั้นที่สุดและตรงที่สุดเท่าที่จะทำได้

๒.๕ ระบบตัวนำลงดิน

เพื่อลดโอกาสการเกิดความเสียหายเนื่องจากกระแสฟ้าผ่าที่ไหลในระบบป้องกันฟ้าผ่า ให้จัดตัวนำลงดินจากจุดฟ้าผ่าจนถึงดินในลักษณะดังนี้

(๑) มีเส้นทางกระแสหลายเส้นทางขนานกัน

(๒) ทำให้ความยาวของเส้นทางกระแสสั้นที่สุด

(๓) มีการประสานให้ศักย์เท่ากันกับชิ้นส่วนตัวนำของสิ่งปลูกสร้าง

๒.๕.๑ การจัดวางตำแหน่งตัวนำลงดินของระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกแยกอิสระ

(๑) ถ้าตัวนำล่อฟ้าประกอบด้วยแท่งตัวนำหลายแท่งบนเสาหลายต้นแยกกัน (หรือต้นเดียว) ที่ไม่ได้ทำจากโลหะหรือเหล็กเสริมแรงไม่ได้ต่อถึงกัน ต้องมีตัวนำลงดินอย่างน้อย ๑ เส้นสำหรับเสาแต่ละต้น ในกรณีที่เสาหลายต้นนั้นทำด้วยโลหะหรือเหล็กเสริมแรงต่อถึงกันไม่จำเป็นต้องเพิ่มตัวนำลงดินอีก

(๒) ถ้าตัวนำล่อฟ้าประกอบด้วยสายตัวนำขึงหลายเส้น (หรือเส้นเดียว) ต้องมีตัวนำลงดินอย่างน้อย ๑ เส้น ที่แต่ละโครงสร้างรองรับ

(๓) ถ้าตัวนำล่อฟ้าเป็นโครงข่ายของตัวนำ ต้องมีตัวนำลงดินอย่างน้อย ๑ เส้น ที่แต่ละปลายของโครงสร้างรองรับ

๒.๕.๒ การจัดวางตำแหน่งตัวนำลงดินของระบบป้องกันฟ้าผ่าไม่แยกอิสระ

ระบบป้องกันฟ้าผ่าไม่แยกอิสระแต่ละระบบต้องมีจำนวนตัวนำลงดินไม่น้อยกว่า ๒ เส้น และควรจะกระจายโดยรอบตามเส้นรอบรูปสิ่งปลูกสร้างที่จะป้องกัน โดยขึ้นอยู่กับข้อจำกัดทางสถาปัตยกรรมและทางปฏิบัติอื่นๆ ตัวนำลงดินควรมีระยะห่างเท่าๆ กันตามเส้นรอบรูป โดยทั่วไปค่าระยะห่างระหว่างตัวนำลงดินแสดงไว้ในตารางที่ ๑ ตัวนำลงดินควรติดตั้งที่ทุกมุมเปิดโล่งของสิ่งปลูกสร้าง ถ้าเป็นไปได้

ตารางที่ ๑ ระยะห่างระหว่างตัวนำลงดิน และระยะห่างระหว่างตัวนำวงแหวนตามชั้นของระบบป้องกันฟ้าผ่า

ชั้นของระบบป้องกันฟ้าผ่า	ระยะห่าง (เมตร)
1	10
2	10
3	15
4	20

๒.๕.๓ การติดตั้ง

ตัวนำลงดินต้องติดตั้งให้มีความต่อเนื่องโดยตรงกับตัวนำล่อฟ้าให้มากที่สุดเท่าที่ทำได้ในทางปฏิบัติ ตัวนำลงดินต้องติดตั้งให้เป็นเส้นตรงในแนวดิ่งเพื่อให้เป็นเส้นทางลงดินที่สั้นที่สุดและลงดินที่ตรงที่สุด ต้องหลีกเลี่ยงการติดตั้งที่ทำให้เกิดเป็นวงรอบ ตัวนำลงดินต้องไม่ติดตั้งในรางน้ำฝนหรือท่อน้ำฝน ถึงแม้ว่าตัวนำลงดินจะหุ้มด้วยวัสดุฉนวนตัวนำลงดินของระบบป้องกันฟ้าผ่าไม่แยกอิสระจากสิ่งปลูกสร้างที่จะป้องกันอาจติดตั้งตาม ข้อกำหนดต่อไปนี้

- ถ้าผนังทำด้วยวัสดุไม่ติดไฟ ตัวนำลงดินอาจติดตั้งบนพื้นผิวหรือภายในผนัง
- ถ้าผนังทำด้วยวัสดุที่พร้อมติดไฟ ตัวนำลงดินอาจติดตั้งบนพื้นผิวของผนังถ้าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น บนตัวนำลงดินเนื่องจากการไหลของกระแสฟ้าผ่าไม่เป็นอันตรายต่อวัสดุของผนัง
- ถ้าผนังทำด้วยวัสดุที่พร้อมติดไฟและอุณหภูมิเพิ่มขึ้นของตัวนำลงดินเป็นอันตราย ต้องติดตั้งตัวนำลงดินให้ห่างจากผนังมากกว่า ๐.๑ เมตร ตัวยึดตัวนำอาจสัมผัสกับผนังได้

ในกรณีที่ไม่สามารถรักษาระยะห่างระหว่างตัวนำลงดินกับวัสดุที่ติดไฟได้ ต้องใช้ตัวนำลงดินที่มีพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า ๑๐๐ ตารางมิลลิเมตร

๒.๖ องค์ประกอบของระบบป้องกันฟ้าผ่า

องค์ประกอบทุกชิ้นของระบบป้องกันฟ้าผ่าต้องทนต่อผลของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเนื่องจากกระแสฟ้าผ่าและความเครียดที่คาดการณ์ว่าอาจเกิดขึ้นโดยไม่เสียหาย

องค์ประกอบของระบบป้องกันฟ้าผ่าต้องทำจากวัสดุในตารางที่ ๒.๓ หรือวัสดุอื่นๆ ที่มีคุณลักษณะเชิงสมรรถนะเทียบเท่าในทางกล ทางไฟฟ้า และทางเคมี (การกัดกร่อน)

ตารางที่ ๒ วัสดุที่ใช้ทำระบบป้องกันฟ้าผ่า และสภาพการใช้งาน

วัสดุ	สภาพการใช้งาน			การกัดกร่อน		
	ในอากาศที่โล่ง	ในดิน	ในคอนกรีต	ความต้านทาน	เพิ่มขึ้นโดย	อาจถูกทำลายจากการคาบเกี่ยวทางไฟฟ้า
ทองแดง	- ตัน - ตีเกลียว	- ตัน - ตีเกลียว - ที่เคลือบผิว	- ตัน - ตีเกลียว - ที่เคลือบผิว	ดีในหลายสภาพแวดล้อม	- สารประกอบกำมะถัน - อินทรีย์สาร	-
เหล็กอาบสังกะสีแบบจุ่มร้อน	-ตัน -ตีเกลียว	- ตัน	- ตัน - ตีเกลียว	ยอมรับได้ในอากาศ ในคอนกรีต และในดินอ่อน	ที่มีคลอไรด์สูง	ทองแดง
เหล็กกล้าไร้สนิม	-ตัน -ตีเกลียว	-ตัน -ตีเกลียว	-ตัน -ตีเกลียว	ดีในหลายสภาพแวดล้อม	ที่มีคลอไรด์สูง	-
อะลูมิเนียม	-ตัน -ตีเกลียว	ไม่เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ดีในบรรยากาศที่มีกำมะถันและคลอไรด์ความเข้มข้นต่ำ	สารละลายต่างๆ	ทองแดง
ตะกั่ว	-ตัน -ที่เคลือบผิว	-ตัน -ที่เคลือบผิว	ไม่เหมาะสม	ดีในบรรยากาศที่มีซัลเฟตความเข้มข้นสูง	ดินที่มีสภาพเป็นกรด	-ทองแดง -เหล็กกล้าไร้สนิม

หมายเหตุ

๑.ตารางนี้ให้คำแนะนำทั่วไปเท่านั้น ในสภาวะพิเศษต้องมีการป้องกันการกัดกร่อนเพิ่มเติม

๒.ตัวนำตีเกลียวจะทนการกัดกร่อนได้น้อยกว่าตัวนำตัน ตัวนำตีเกลียวจะกัดกร่อนได้ง่ายในตำแหน่งที่เข้าหรือออกระหว่างดินกับคอนกรีต นี้คือเหตุผลที่ไม่แนะนำให้ใช้เหล็กอาบสังกะสีตีเกลียวในดิน

๓. เหล็กอาบสังกะสีอาจกัดกร่อนได้ในดินเหนียวหรือดินชื้น

๔. เหล็กอาบสังกะสีในคอนกรีตไม่ควรยื่นเข้าไปในดินเนื่องจากเหล็กจะกัดกร่อนได้ที่บริเวณโผล่พ้นคอนกรีต

๕. เหล็กอาบสังกะสีที่สัมผัสกับเหล็กเสริมแรงในคอนกรีต ในบางกรณีอาจทำให้เกิดความเสียหายต่อคอนกรีตได้

๖. การใช้ตะกั่วในดินมักจะถูกห้ามหรือจำกัดการใช้เนื่องจากปัญหาสิ่งแวดล้อม

๒.๖.๑ การจับยึด

ตัวนำล่อฟ้าและตัวนำลงดินต้องมีการจับยึดอย่างมั่นคง เพื่อไม่ให้แรงกระทำที่เกิดจากไฟฟ้าพลวัตหรือแรงทางกลอื่นที่อาจเกิดขึ้น เช่น แรงจากการสั่น การเลื่อนของแผ่นหิมะ การขยายตัวทางความร้อน เป็นต้น ทำให้ตัวนำขาด หลุด หรือ หลวม

๒.๖.๒ การต่อ

จำนวนการต่อตลอดความยาวของตัวนำต้องมีน้อยที่สุด การต่อต้องทำให้แข็งแรงโดยใช้การแล่นประสาน การเชื่อม การขันด้วยแคลมป์ การบีบอัด การเชื่อมตะเข็บ การยึดด้วยสกรู หรือ การสลักเกลียว

๒.๖.๓ รูปแบบและพื้นที่หน้าตัด

รูปแบบและพื้นที่หน้าตัดขั้นต่ำของตัวนำล่อฟ้า แท่งตัวนำลงดิน แสดงในตาราง ๓

ตารางที่ ๓ วัสดุ รูปแบบและพื้นที่หน้าตัดขั้นต่ำของตัวนำล่อฟ้า แท่งตัวนำล่อฟ้า และตัวนำลงดิน

วัสดุ	รูปแบบ	พื้นที่หน้าตัดขั้นต่ำ (ตารางมิลลิเมตร)	หมายเหตุ
ทองแดง	เทปตัน แท่งกลมตัน [๗] ตีเกลียว แท่งกลมตัน [๓], [๔]	๕๐ [๘] ๕๐ [๘] ๕๐ [๘] ๒๐๐ [๘]	ความหนาขั้นต่ำ ๒ มม. เส้นผ่านศูนย์กลาง ๘ มม. เส้นผ่านศูนย์กลางขั้นต่ำของลวดแต่ละเส้น ๑.๗ มม. เส้นผ่านศูนย์กลาง ๑๖ มม.
ทองแดงเคลือบดีบุก [๑]	เทปตัน แท่งกลมตัน [๗] ตีเกลียว	๕๐ [๘] ๕๐ [๘] ๕๐ [๘]	ความหนาขั้นต่ำ ๒ มม. เส้นผ่านศูนย์กลาง ๘ มม. เส้นผ่านศูนย์กลางขั้นต่ำของลวดแต่ละเส้น ๑.๗ มม.
อะลูมิเนียม	เทปตัน แท่งกลมตัน ตีเกลียว	๗๐ ๕๐ [๘] ๕๐ [๘]	ความหนาขั้นต่ำ ๓ มม. เส้นผ่านศูนย์กลาง ๘ มม. เส้นผ่านศูนย์กลางขั้นต่ำของลวดแต่ละเส้น ๑.๗ มม.
อะลูมิเนียมเจือ	เทปตัน แท่งกลมตัน ตีเกลียว แท่งกลมตัน [๓]	๕๐ [๘] ๕๐ ๕๐ [๘] ๒๐๐ [๘]	ความหนาขั้นต่ำ ๒.๕ มม. เส้นผ่านศูนย์กลาง ๘ มม. เส้นผ่านศูนย์กลางขั้นต่ำของลวดแต่ละเส้น ๑.๗ มม. เส้นผ่านศูนย์กลาง ๑๖ มม.
เหล็กอาบสังกะสีแบบจุ่มร้อน [๒]	เทปตัน แท่งกลมตัน [๙] ตีเกลียว แท่งกลมตัน [๓], [๔], [๙]	๕๐ [๘] ๕๐ ๕๐ [๘] ๒๐๐ [๘]	ความหนาขั้นต่ำ ๒.๕ มม. เส้นผ่านศูนย์กลาง ๘ มม. เส้นผ่านศูนย์กลางขั้นต่ำของลวดแต่ละเส้น ๑.๗ มม. เส้นผ่านศูนย์กลาง ๑๖ มม.
เหล็กกล้าไร้สนิม [๕]	เทปตัน [๖] แท่งกลมตัน [๖] ตีเกลียว แท่งกลมตัน [๓], [๔]	๕๐ [๘] ๕๐ ๕๐ [๘] ๒๐๐ [๘]	ความหนาขั้นต่ำ ๒ มม. เส้นผ่านศูนย์กลาง ๘ มม. เส้นผ่านศูนย์กลางขั้นต่ำของลวดแต่ละเส้น ๑.๗ มม. เส้นผ่านศูนย์กลาง ๑๖ มม.

๑) เคลือบโดยวิธีจุ่มร้อนหรือเคลือบด้วยวิธีทางไฟฟ้าที่มีความหนาขั้นต่ำ ๑ μm

๒) ผิวที่เคลือบต้องมีความเรียบ สม่ำเสมอ และไม่มีรอยด่างจากน้ำยาประสาน ความหนาขั้นต่ำของการเคลือบ ๕๐ μm

๓) ใช้สำหรับแท่งตัวนำล่อฟ้าเท่านั้น กรณีการใช้ในที่มีความเครียดทางกล เช่น แรงกระทำเนื่องจากลมไม่วิกฤต อาจใช้แท่งตัวนำล่อฟ้าที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง ๑๐ มม.ความยาวสูงสุดของแท่งตัวนำล่อฟ้าไม่เกิน ๑ เมตร โดยมีการจับยึดเสริมได้

๔) ใช้เป็นแท่งนำสู่ดินเท่านั้น

๕) โครเมียม ≥ร้อยละ ๑๖ นิเกิล ≥ร้อยละ ๘ และคาร์บอน≤ ร้อยละ ๐.๐๗

๖) กรณีเหล็กกล้าไร้สนิมที่ฝังในคอนกรีต และ/หรือ สัมผัสโดยตรงกับวัสดุติดๆไฟ ควรเพิ่มขนาดขั้นต่ำเป็น ๗๘ Sq.mm (เส้นผ่านศูนย์กลาง ๑๐ mm.)สำหรับแท่งกลมตัน และ ๗๕ Sq.mm (ความหนาขั้นต่ำ ๓ mm.)สำหรับเทปตัน

๗) การใช้ในที่ที่ไม่ต้องการความแข็งแรงทางกลมาก ขนาด ๕๐ ตารางมิลลิเมตร(เส้นผ่านศูนย์กลาง ๘ มิลลิเมตร)อาจลดเหลือ ๒๘ Sq.mm (เส้นผ่านศูนย์กลาง ๖ mm)ในกรณีนี้ควรพิจารณาลดระยะห่างระหว่างจุดจับยึดด้วย

๘) ถ้าพิจารณาผลทางความร้อนและทางกลเป็นเรื่องสำคัญ มิติเหล่านี้เพิ่มเป็น ๖๐ Sq.mm สำหรับเทปตัน และ ๗๘ Sq.mm สำหรับแท่งกลมตัน

๙) พื้นที่หน้าตัดขั้นต่ำเป็นตารางมิลลิเมตรที่หลีกเลี่ยงการหลอมเหลว คือ ๑๖(ทองแดง),๒๕(อะลูมิเนียม),๕๐(เหล็ก) และ ๕๐(เหล็กกล้าไร้สนิม) โดยคิดจากพลังงานจำเพาะ ๑๐,๐๐๐ กิโลจูลต่อโอห์ม

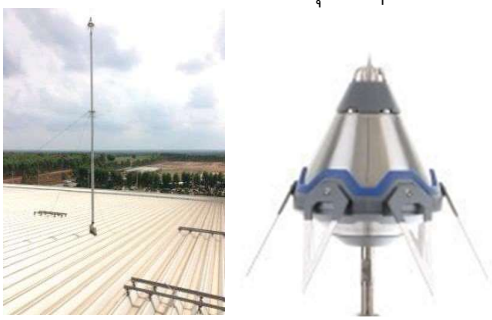
๑๐) ความหนา ความกว้าง และเส้นผ่านศูนย์กลางยอมให้คลาดเคลื่อน ± ร้อยละ ๑๐

๒.๖.๔ ระบบรากสายดิน

มีวัตถุประสงค์เพื่อกระจายกระแสฟ้าผ่าลงดิน โดยไม่เกิดกระแสไฟฟ้าเกินจนเป็นอันตราย ระบบรากสายดินอาจมีลักษณะหลายแบบตามความเหมาะสม คือ แบบวงแหวน แบบแนวดิ่ง แบบรัศมีและแบบรากฐาน (ใช้ฐานของอาคารเป็นหลักดิน) รากสายดินแบบแผ่น หรือแบบตะแกรงเป็นทางเลือกหนึ่งของการวางระบบรากสายดิน ซึ่งหัวข้อสำคัญของระบบรากสายดิน คือ ต้องมีความต้านทานการต่อลงดินต่ำที่สุด และมีความยาวน้อยสุดของตัวนารากสายดินจะขึ้นอยู่กับระดับป้องกันที่มีความต้านทานจาเพาะของดินต่างๆกัน

๒.๖.๕ ตัวนำล่อฟ้า (Air Terminal)

ตัวนำล่อฟ้า (Air Terminal) ที่ใช้ในการพิจาณาออกแบบเป็นชนิด ESE รัศมีป้องกันของแท่ง ตัวนำ ESE. (Protection area, Rp) ซึ่งใช้ตัวนำล่อฟ้าที่เรียกว่าแท่ง ESE. โดยมีหลักการทำงาน คือ เมื่อมีลำประจุเริ่มจากก้อนเมฆลงมาทำ ให้สนามไฟฟ้ามีค่าสูงเพิ่มขึ้น แท่ง ESE.จะปล่อยประจุออกมา และสร้างลำประจุขึ้นมาได้อย่าง รวดเร็ว ทำ ให้เกิดฟ้าผ่าลงที่แท่ง ESE.แทนการผ่าลงที่จุดอื่นๆ



รูปภาพที่ ๘ ตัวอย่างแท่งตัวนำESE. (Protection area, Rp)

รัศมีป้องกันของแท่งตัวนำESE. (Protection area, Rp) จากข้อมูลบริษัทผู้ผลิตระบุว่ารัศมีป้องกันสามารถคำนวณได้ดังสมการนี้

$$R_p(h) = \sqrt{2rh - h^2 + \Delta(2r + \Delta)} \quad \text{for } h \geq 5 \text{ m}$$

รัศมีป้องกันของแท่งตัวนำ ESE.(Protection area, Rp) จากข้อมูลบริษัทผู้ผลิตระบุว่ารัศมีป้องกันสามารถคำนวณได้เมื่อ

Rp (h) คือ รัศมีป้องกันที่ความสูงระยะ h (เมตร)

H คือ ความสูงของแท่งESE.เหนือพื้นที่ป้องกัน (เมตร)

R คือ Striking Distance (เมตร)

โดย r = ๒๐ เมตร สำหรับระบบป้องกันฟ้าผ่าระดับที่ ๑

r = ๓๐เมตร สำหรับระบบป้องกันฟ้าผ่าระดับที่ ๒

r = ๔๕ เมตรสำหรับระบบป้องกันฟ้าผ่าระดับที่ ๓

r = ๖๐ เมตร สำหรับระบบป้องกันฟ้าผ่าระดับที่ ๔

$\Delta = \Delta T \times ๑๐^{๖}$ (วินาที) คือ ระยะที่แท่งล่อฟ้าแบบ ESE.เริ่มปล่อยประจุก่อน และเป็นระยะป้องกันที่ครอบคลุมพื้นที่มากกว่าพื้นที่ป้องกันด้วยวิธีแบบดั้งเดิม

๒.๗ ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายใน

ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายในนั้นไว้สำหรับป้องกันกระแสฟ้าผ่าที่ไหลผ่านเข้ามา ซึ่งโดยความจริงแล้ว จุดประสงค์ของการป้องกันฟ้าผ่าภายนอกอาคารนั้น เพื่อป้องกันความเสียหายทางกลกับอาคารหรือสิ่งปลูกสร้างจากฟ้าผ่า แต่ไม่สามารถป้องกันความเสียหายให้กับอุปกรณ์ที่อยู่ภายในอาคารเนื่องจากเสิร์จได้ และอุปกรณ์ป้องกันต่างๆ ในระบบเช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์ รีเลย์ต่างๆ ไม่สามารถที่จะทำการป้องกันได้เช่นเดียวกัน ดังนั้นการป้องกันการชำรุดของอุปกรณ์ดังกล่าวควรต้องมีระบบป้องกันฟ้าผ่าภายในอาคาร ซึ่งประกอบด้วย

(๑) อุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกิน (Surge Protection Device : SPD)

(๒) มีการต่อประสานศักย์ไฟฟ้าเท่า กับ การกำบัง (Shielding)

(๓) มีการต่อลงดิน (Earthing)

จึงจะสามารถป้องกันไม่ให้อุปกรณ์ภายในอาคารชำรุดเนื่องจากแรงดันไฟฟ้าเกินได้

๒.๗.๑ อุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกิน (Surge Protection Device: SPD)

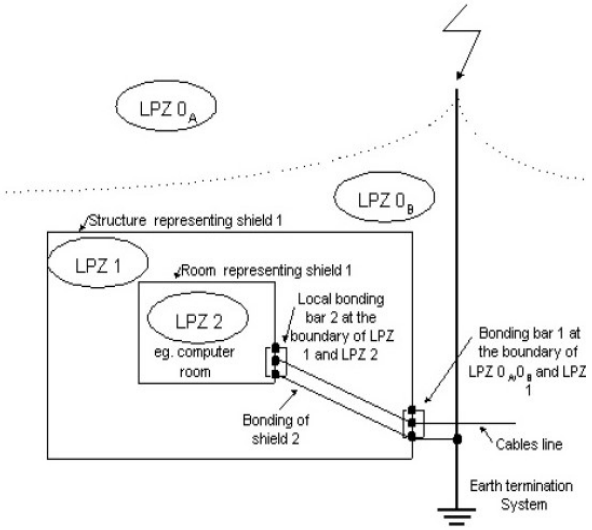
อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จในอาคารมีไว้เพื่อลดหรือขจัดกระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้าเกินชั่วครู่ ตามมาตรฐาน IEC และ IEEE มีการแบ่งประเภทของอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จตามลักษณะการทดสอบ โดยจำลองคลื่นอิมพัลส์ในรูปกระแส และแรงดันแตกต่างกันออกไป ดังเช่น มาตรฐาน IEC ๖๑๓๑๒ - ๑ -๑๙๙๕ [๖] ได้กำหนดย่านการป้องกันแรงดันเกินไฟฟ้าจากฟ้าผ่า (Lightning Protection Zone : LPZ) ออกเป็นส่วนต่าง ๆ ภายในอาคาร และในแต่ละย่านการป้องกันจะมีการต่อประสานแต่ละย่านการป้องกัน (ตามภาพที่ ๒.๑) เพื่อการลดทอนของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic field) และทำให้ศักย์ไฟฟ้าในแต่ละย่านการป้องกันเท่ากันซึ่งการกำหนดย่านการป้องกันต่าง ๆ จะเป็นประโยชน์ต่อการออกแบบ และการเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จให้เหมาะสมกับขนาดของเสิร์จที่ผ่านเข้ามา การแบ่งโซนดังกล่าวมีรายละเอียดดังนี้

LPZ ๐A คือ โซนที่มีโอกาสที่จะถูกฟ้าผ่าโดยตรงดังนั้นจึงรับกระแสฟ้าผ่าและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเต็มที่

LPZ ๐B คือ โซนที่ไม่มีโอกาสรับฟ้าผ่าโดยตรง แต่ยังได้รับผลของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าโดยยังไม่มีการลดทอนจากผลของแม่เหล็กไฟฟ้าดังกล่าว

LPZ๑ คือ โซนที่มีการสวิตชิ่งของอุปกรณ์ภายใน หรือจากการรับกระแสเสิร์จของการเหนี่ยวนำจากฟ้าผ่าเข้ามาตามสายตัวนำไฟฟ้า และสายสัญญาณต่าง ๆ และจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเนื่องจากกระแสฟ้าผ่าที่เข้ามาเหนี่ยวนำวงรอบที่อยู่ในอาคาร เช่น วงรอบระหว่างระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสารซึ่งสามารถลดทอนสนามแม่เหล็กดังกล่าว ได้ด้วยวิธีการต่อประสาน (Bonding) และการกำบัง(Shielding) ภายในอาคาร

LPZ๒ คือ โซนที่มีการลดกระแสและสนามแม่เหล็กไฟฟ้ามากกว่าโซนดังกล่าวข้างต้น



รูปภาพที่ ๙ การแบ่งโซนการป้องกันแรงดันเกินจากฟ้าผ่า

โดยอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จจะแบ่งเป็น ๒ ประเภท ตามลักษณะการใช้งาน คือ อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จทางด้าน Power และด้าน Communication และแบ่งตามย่านการติดตั้งใช้งานได้เป็น ๒ ชนิด คือ

(๑) Lightning Current Arrester คุณสมบัติมีความสามารถ Discharge กระแสฟ้าผ่าบางส่วนที่มีขนาดพลังงานมากโดยที่ตัวมันเองหรืออุปกรณ์ป้องกันเสิร์จตัวอื่น ๆ ไม่ได้รับความเสียหาย ตำแหน่งติดตั้งอยู่ระหว่างย่าน LPZ OB กับ LPZ ๑ จะถูกทดสอบด้วยกระแสอิมพัลส์ ๑๐ / ๓๕๐ μs

(๒) Surge Arrester ๐๐๒๐ คุณสมบัติเพื่อจำกัดแรงดันไฟฟ้าเกิน เพื่อไม่ให้เกินค่าที่จะทำความเสียหายกับอุปกรณ์ในอาคารตำแหน่งติดตั้งจะอยู่หลังย่าน LPZ ๑ ลงมาจะถูกทดสอบด้วยกระแส อิมพัลส์ ๘ / ๒๐ μs และแรงดันอิมพัลส์ ๑.๒ / ๕๐ μs

๒.๗.๒ การต่อประสาน (Bonding)

การต่อประสานเพื่อลดความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างชิ้นส่วนโลหะและระบบภายในบริเวณที่จะป้องกันจากฟ้าผ่า ในการประสานนั้น ส่วนที่เป็นโลหะจะประสาน (Bond) เข้ากับแท่งตัวนำต่อประสาน (Bonding Bar) ส่วนที่เป็นสายตัวนำไฟฟ้าหรือสายสัญญาณสื่อสารต่าง ๆ จะประสานโดยอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จของแต่ละโซนป้องกัน สาหรับแท่งตัวนำต่อประสานเหล่านี้จะต้องเชื่อมต่อกับระบบรากสายดิน (Earth termination system) ภายในอาคาร และระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกอาคารด้วย

๒.๗.๓ การกำบัง (Shielding)

สนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เข้ามาภายในอาคารจากฟ้าผ่าสามารถลดทอนลงได้ด้วยการกำบังห้องหรืออาคาร ด้วยวิธีตาข่าย (Mesh) เป็นการเชื่อมต่อส่วนเหล็กโครงสร้างเข้าด้วยกันทั้งพื้น ผนัง เพดาน บางครั้งอาจเพิ่มเติมลวดตาข่ายบนหลังคาแล้วต่อเชื่อมเข้ากับระบบการต่อลงดิน ผลการลดทอนสนามแม่เหล็กไฟฟ้าดังกล่าวจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดความถี่ของตาข่าย ถ้าตาข่ายมีความถี่มากการลดทอนสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจะลดเพิ่มขึ้นด้วย

(๑) การจัดเดินสายตัวนำและสายสัญญาณ การจัดการเดินสายที่เหมาะสมสามารถลดผลกระทบจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เข้ามาภายในอาคารได้ ซึ่งการเดินสายตัวนำไฟฟ้ากับสายสัญญาณสื่อสารของคอมพิวเตอร์ที่ลักษณะเป็น Loop

(๒) การต่อลงดิน การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกอาคาร ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายในอาคาร อุปกรณ์ต่างๆ รวมถึงส่วนที่เป็นโลหะที่อยู่ภายในอาคาร ระบบการลงต่อดินควรมีการเชื่อมต่อถึงกัน เพื่อทำให้ศักย์ไฟฟ้าในระบบเท่ากันตามหลักการ Equipotential bonding

๒.๘ มาตรการป้องกันอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตเนื่องจากแรงดันสัมผัสและแรงดันช่วงก้าว

๒.๘.๑ มาตรการป้องกันอันตรายเนื่องจากแรงดันสัมผัส

ในบางสถานการณ์ บริเวณใกล้เคียงรอบตัวนำลงดินของระบบป้องกันฟ้าผ่า ภายนอกสิ่งปลูกสร้างอาจมีอันตรายต่อชีวิต ถึงแม้ว่าระบบป้องกันฟ้าผ่าจะมีการออกแบบและก่อสร้างตามข้อกำหนดอันตรายนี้ลดลงถึงระดับที่ทนได้ ถ้าสภาวะได้เป็นไปตามข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

(๑) ความน่าจะเป็นน้อยมากที่บุคคลจะเข้าใกล้บริเวณด้านนอกสิ่งปลูกสร้างและใกล้กับ ตัวนำลงดิน หรือระยะเวลาที่อยู่ในบริเวณดังกล่าว มีค่าน้อยมาก

(๒) ระบบตัวนำลงดินโดยธรรมชาติ ประกอบด้วย สิ่งปลูกสร้างที่ประกอบด้วยโครงโลหะจำนวนมาก หรือสิ่งปลูกสร้างที่ประกอบด้วยเสาหลายต้นที่มีเหล็กของสิ่งปลูกสร้างต่อถึงกัน ที่มั่นใจว่าต่อเนื่องถึงกันทางไฟฟ้า

(๓) ความต้านทานจำเพาะของชั้นผิวหน้าดินภายในระยะ ๓ เมตร จากตัวนำลงดิน มีค่าไม่น้อยกว่า ๕ กิโลโอห์มเมตร

ถ้าสภาวะไม่เป็นไปตามข้อกำหนดข้างต้นโดยสิ้นเชิง มาตรการต่อไปนี้ต้องนำมาใช้เพื่อป้องกันการบาดเจ็บแก่สิ่งมีชีวิตเนื่องจากแรงดันสัมผัส

(๑) การหุ้มฉนวนตัวนำลงดินที่เปิดโล่ง โดยต้องมีความคงทนต่อแรงดันอิมพัลส์รูปคลื่น๑.๒/๕๐ ไมโครวินาที ขนาด ๑๐๐ กิโลวัตต์ ตัวอย่างเช่น ฉนวนครอสลิงก์โพลีเอทธิลีนหนาอย่างน้อย ๓ มิลลิเมตร

(๒) การปิดกั้นการเข้าถึง และ/หรือ การติดป้ายเตือนเพื่อลดโอกาสในการสัมผัสตัวนำลงดินให้น้อยที่สุด

บทที่ ๓
สรุปสาระสำคัญ และขั้นตอนการดำเนินการ

๓.๑ ชื่อผลงาน

งานปรับปรุงระบบป้องกันฟ้าผ่า และการป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) ของโรงพยาบาลหนองสูง อ.หนองสูง จ.มุกดาหาร

๓.๒ ระยะเวลาดำเนินการ

๑ ตุลาคม ๒๕๖๑ – ๓๐ มิถุนายน ๒๕๖๒ (๙ เดือน)

๓.๓ ลักษณะงานที่ได้ดำเนินการ

งานปรับปรุงระบบป้องกันฟ้าผ่า และการป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) ของโรงพยาบาลหนองสูง อ.หนองสูง จ.มุกดาหาร กระทรวงสาธารณสุข

๓.๓.๑ แนวคิดและมาตรฐานในการดำเนินการ

- แนวทางการออกแบบ จะต้องคำนึงถึงประเด็นหลักๆ
  - ให้ถูกต้องตามมาตรฐานและผู้ใช้อาคารมีความปลอดภัย
  - ให้ถูกต้องตามมาตรฐานสะดวกต่อการใช้งานและซ่อมบำรุง และประหยัดค่าใช้จ่าย
- ปฏิบัติตามกฎหมาย
  - พระราชบัญญัติ ควบคุม อาคาร พ.ศ. ๒๕๒๒
  - ปฏิบัติตามมาตรฐาน
  - มาตรฐานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.)
  - มาตรฐานระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน และโคมไฟป้ายทางออกฉุกเฉิน
  - มาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่า
  - มาตรฐานการติดตั้ง ทางไฟฟ้าในสถานที่เฉพาะ : บริเวณสถานพยาบาล
  - มาตรฐานการติดตั้ง ทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๖
  - มาตรฐานออกแบบและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พ.ศ. ๒๕๖๑
  - กฎกระทรวง ฉบับที่ ๓๓ (พ.ศ. ๒๕๓๕) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. ๒๕๒๒
  - กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหารจัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. ๒๕๕๕
  - กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับไฟฟ้า พ.ศ. ๒๕๕๘
  - The International Electrotechnical Commission (IEC) หมายเลขมาตรฐาน IEC ๖๒๓๐๕
  - มาตรฐาน NFPA ๗๘๐ ซึ่งกำหนดโดย National Fire Protection Association (NFPA)

<u>ข้อจำกัดคือ มีเนื้อหาครอบคลุมการใช้ ซึ่งไม่ครอบคลุมข้อกำหนดการติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าแบบ ESE. (Early Streamer Emission Systems) หรือ Charge Dissipation System แต่สามารถใช้งานได้</u>

๓.๓.๒ ข้อมูลของโรงพยาบาลที่ได้ดำเนินการ

ที่อยู่ ๕๙ ถนนมุก-กุฉินารายณ์ ตำบล หนองสูง อำเภอ หนองสูง มุกดาหาร ๔๙๑๖๐

ข้อมูลรายละเอียดของผลงานที่นำเสนอ แบบงานงานปรับปรุงระบบป้องกันฟ้าผ่า และการป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) แบบเลขที่ โรงพยาบาลหนองสูง ๐๑/๒๕๖๑

ผู้ออกแบบ ศูนย์สนับสนุนบริการสุขภาพที่ ๑๐ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ

มูลค่าโครงการ	๓๐๐,๐๐๐.- บาท
ลักษณะอาคาร	อาคารสาธารณะ
ใช้สำหรับ	รักษาพยาบาล และการป้องกันควบคุมโรค

รายละเอียดของงาน

A. งานติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า อาคารผู้ป่วยนอก จำนวน ๑ งาน

B. งานติดตั้งการป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) อาคารผู้ป่วยนอก จำนวน ๑ งาน

๓.๔ สรุปสาระและขั้นตอนการดำเนินการ

๓.๔.๑ หลักการและเหตุผล

ศูนย์สนับสนุนบริการสุขภาพที่ ๑๐ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข เป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่ส่งเสริม สนับสนุน ควบคุม กำกับสถานบริการสุขภาพภาครัฐให้ผ่านมาตรฐานระบบบริการสุขภาพในเขตพื้นที่รับผิดชอบในเขตสุขภาพที่ ๑๐ ทั้งหมด ๕ จังหวัดได้แก่ มุกดาหาร มุกดาหาร อำนาจเจริญ ยโสธร และอุบลราชธานี ศูนย์สนับสนุนบริการสุขภาพที่ ๑๐ จึงมอบหมายให้รับผิดชอบดำเนินการสำรวจและออกแบบ งานปรับปรุงระบบป้องกันฟ้าผ่า และการป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) ของโรงพยาบาลหนองสูง อ.หนองสูง จ.มุกดาหาร เนื่องจากโรงพยาบาลหนองสูง เกิดสภาวะมีฟ้าผ่า และมีแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) เข้ารบกวนและทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์การแพทย์ ชำรุดเสียหาย จากสาเหตุดังต่อไปนี้

(๑) โรงพยาบาลหนองสูง ไม่มีระบบป้องกันฟ้าผ่าที่ครอบคลุม ในส่วนของอาคารรักษาพยาบาล

(๒) การป้องกันบริภัณฑ์ประธานไฟฟ้า อาทิเช่น ตู้บริภัณฑ์ประธาน (MDB) สายระบบจำหน่ายไฟฟ้า ไม่มีอุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) และไม่สามารถรองรับภัยพิบัติจากฟ้าผ่าและแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) ในปัจจุบันของโรงพยาบาลได้

(๓) เมื่อตรวจสอบระบบป้องกันต่าง ๆ พบว่า ไม่สามารถทานทนต่อกระแสฟ้าผ่า หรือแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) ได้ จึงเป็นเหตุให้อุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์การแพทย์ ชำรุดเสียหาย การตรวจสอบ และการออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่าของโรงพยาบาลหนองสูงครั้งนี้ ผู้จัดทำได้กำหนดขึ้นจากการสำรวจตรวจสอบระบบป้องกันฟ้าผ่าที่ติดตั้งภายในโรงพยาบาล และการสำรวจสถานที่ทั้งหมดภายในโรงพยาบาลหนองสูง เพื่อในการออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่า การประมาณราคา การกำหนดขอบเขตของงาน โดยใช้การศึกษาเอกสาร ทฤษฎีและแนวคิดต่างๆรวมถึงมาตรฐานต่างๆของงานติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า เพื่อให้ได้ข้อมูลครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด

๓.๔.๒ ขั้นตอนการดำเนินการ

(๑) ดำเนินการสำรวจ ขอบเขต และระดับการป้องกันระบบป้องกันฟ้าผ่าที่เหมาะสม และเพียงพอที่จะป้องกันอันตรายทางกายภาพ จากกระแสฟ้าผ่าให้กับโรงพยาบาลหนองสูง

(๒) ดำเนินการเขียนแบบวิศวกรรมไฟฟ้า จัดทำแบบรูปรายการ การประมาณการงบประมาณในการปรับปรุงแก้ไขทางไฟฟ้า จัดทำรายการคำนวณ เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ ความถูกต้อง และความปลอดภัยตามมาตรฐานวิศวกรรมไฟฟ้า

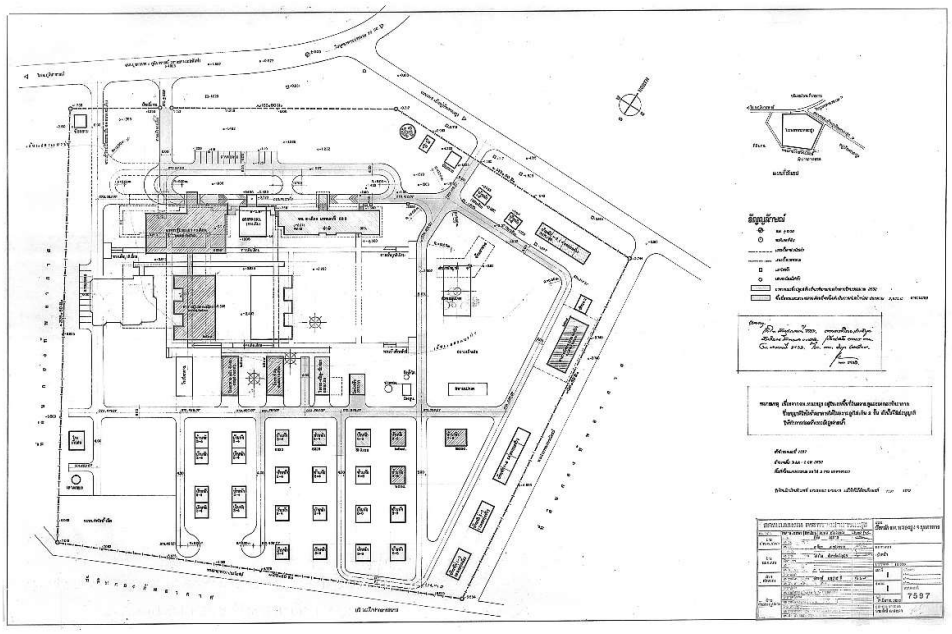
(๓) จัดส่งรายการแบบวิศวกรรมไฟฟ้า จัดทำแบบรูปรายการ การประมาณการงบประมาณในการปรับปรุงแก้ไขทางไฟฟ้า จัดทำรายการคำนวณ ให้กับโรงพยาบาลหนองสูง เพื่อดำเนินการทางระเบียบพัสดุต่อไป

(๔) โรงพยาบาลหนองสูง ได้ดำเนินการจัดซื้อ จัดจ้าง งานปรับปรุงระบบป้องกันฟ้าผ่าและการป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) และมอบหมายให้ศูนย์สนับสนุนบริการสุขภาพที่ ๑๐ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ ร่วมตรวจรับงานจ้าง ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานและแบบรูปรายการ สามารถใช้งานได้ดีและปลอดภัย

๓.๔.๓ การดำเนินการสำรวจและออกแบบ

(ก) สำรวจพื้นที่หน้างานเพื่อรวบรวมข้อมูล จากการสำรวจและได้รับข้อมูลเบื้องต้น

จากโรงพยาบาล สถานที่ตั้งอาคารผู้ป่วยใน และอาคารผู้ป่วยนอก ๓๐ เตียง อยู่ในบริเวณที่มีการเกิดฟ้าผ่าบ่อยครั้ง



รูปภาพที่ ๑๐ แผนผังโรงพยาบาลหนองสูง จังหวัดมุกดาหาร

รูปภาพที่ ๑๑ ภาพตำแหน่ง AIR TRERMINAL ระบบป้องกันฟ้าผ่า ของโรงพยาบาลหนองสูง

รูปภาพที่ ๑๒ ภาพผลกระทบจากกรณีฟ้าผ่าบริเวณอาคารผู้ป่วยใน รพ. หนองสูง

รูปภาพที่ ๑๓ ภาพเสาสายส่งสายอากาศและระบบสายตัวนำลงดิน วิทยุรับส่งของ รพ. หนองสูง

จากการตรวจสอบระบบป้องกันฟ้าผ่าที่ติดตั้งภายในโรงพยาบาล ซึ่งระบบป้องกันฟ้าผ่าที่ติดตั้งภายในโรงพยาบาลหนองสูงมีดังนี้

- หอถังสูงเก็บน้ำประปา และปล่องระบายควันเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ

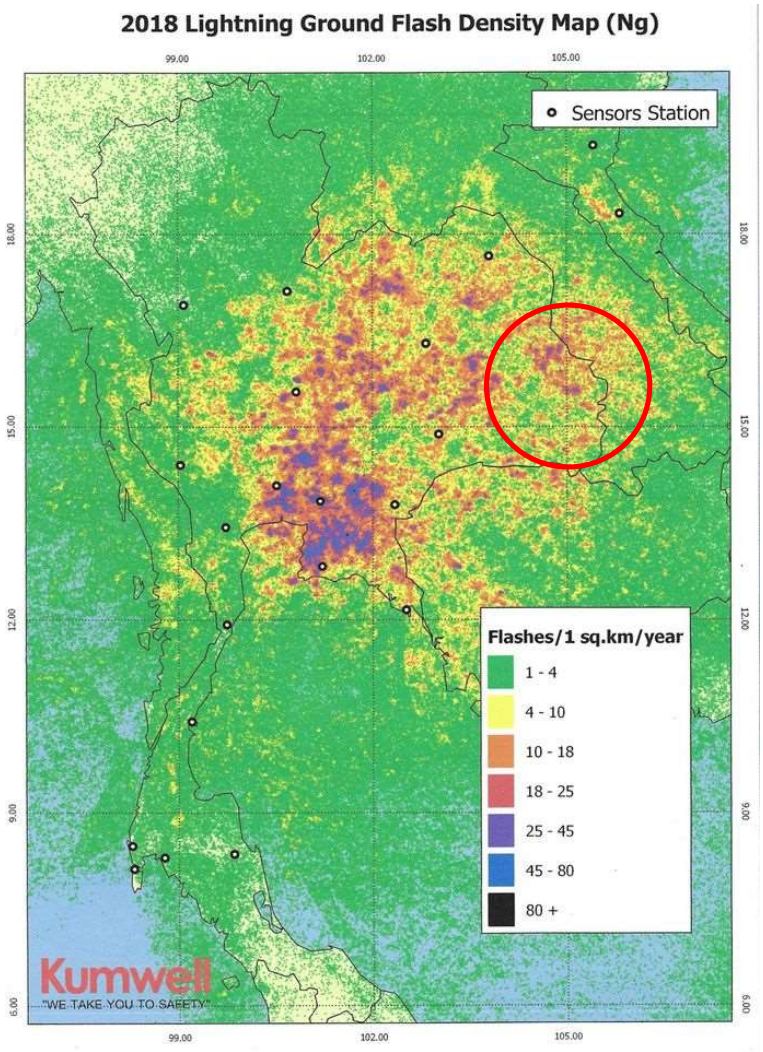
จากการตรวจสอบและได้วัดค่าความต้านทานดินของระบบป้องกันฟ้าผ่า โดยใช้เครื่องตรวจสอบความต้านทานระบบสายดิน (FLUKE ๑๖๓๐ EARTH GROUND CLAMP) ได้ผลการตรวจวัดดังนี้

สถานที่ตรวจสอบ ค่าความต้านทานที่วัดได้ (โอห์ม)

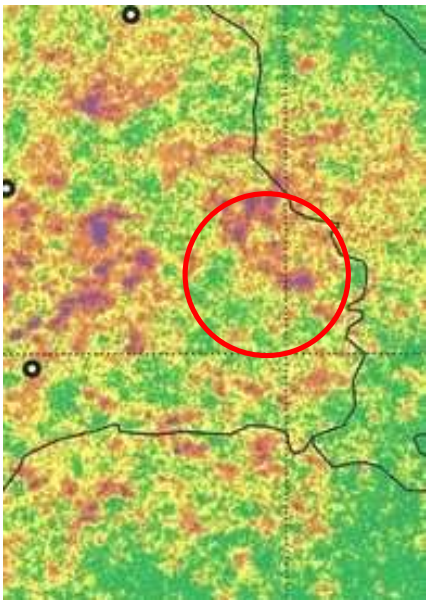
- หอถังสูงเก็บน้ำประปา > ๗๐๔.๒ โอห์ม
- ปล่องระบายควันเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ ไม่สามารถวัดค่าได้

จากผลการตรวจวัดค่าความต้านทานดิน ของระบบป้องกันฟ้าผ่าข้างต้น จะเห็นได้ว่าค่าความต้านทานดินของระบบป้องกันฟ้าผ่าของหอถังสูงเก็บน้ำประปามีค่า ความต้านทานดินที่มีค่าสูง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้การป้องกันกระแสฟ้าผ่า และแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) ขนาดใหญ่ไม่สามารถ ถ่ายเทได้ดีในระยะเวลาอันสั้น จึงเป็นสาเหตุให้เกิดกระแสไฟฟ้าย้อนกลับ มาสร้างความเสียหายต่อระบบไฟฟ้าของโรงพยาบาลได้ดังนั้น ทางโรงพยาบาลต้องปรับปรุงระบบสายดินของระบบป้องกันฟ้าผ่า โดยที่คุณสมบัติของระบบสายดินที่ดีคือ สามารถถ่ายเทกระแสไฟฟ้าขนาดใหญ่ ได้ดีในระยะเวลาอันสั้น และเพื่อเป็นตัวกระจายพลังไฟฟ้าส่วนเกินให้ลงดิน ไม่มีโอกาสย้อนกลับมาสร้างความเสียหายต่อระบบไฟฟ้า โดยค่าความต้านทานดินวัดแล้วจะต้องอ่านค่าได้ไม่เกิน ๕ โอห์ม

และเมื่อพิจารณาในส่วนของอำเภอหนองสูง จังหวัดมุกดาหาร ปรากฏว่า ความชุกของลำฟ้าผ่า ๑๘-๔๕ ครั้ง /๑ ตารางกิโลเมตร /ปี ซึ่งมีความชุกสูงมาก และมีความเสี่ยงที่จะเกิดภัยพิบัติจากกระแสฟ้าผ่า และแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE)



รูปภาพที่ ๑๔ ภาพแผนที่ความหนาแน่นฟ้าผ่าประเทศไทยในปี ๒๕๖๑
(Thailand Lightning Density Map ๒๐๑๘)



รูปภาพที่ ๑๕ ความหนาแน่นฟ้าผ่าบริเวณจังหวัดมุกดาหาร

๓.๔.๔ การเลือกระดับการป้องกันของระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก

การพิจารณาเลือกระดับการป้องกันขึ้นอยู่ กับผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงว่า มีความจำเป็นและคุ้มค่าต้นทุน (cost effective) ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก มีระดับการป้องกัน ๔ ระดับตามมาตรฐาน IEC๖๒๓๐๕ คือ

(ก) ระดับการป้องกันที่ ๑ ดักจับกระแสฟ้าผ่า ๓-๒๐๐ kA. และนำกระแสฟ้าผ่าลงดินโดยปลอดภัย ประสิทธิภาพในการป้องกัน ๙๙ %

(ข) ระดับการป้องกันที่ ๒ ดักจับกระแสฟ้าผ่า ๕-๑๕๐ kA. และนำกระแสฟ้าผ่าลงดินโดยปลอดภัย ประสิทธิภาพในการป้องกัน ๙๗ %

(ค) ระดับการป้องกันที่ ๓ ดักจับกระแสฟ้าผ่า ๑๐-๑๐๐ kA. และนำกระแสฟ้าผ่าลงดินโดยปลอดภัย ประสิทธิภาพในการป้องกัน ๙๑ %

(ง) ระดับการป้องกันที่ ๔ ดักจับกระแสฟ้าผ่า ๑๖-๑๐๐ kA. และนำกระแสฟ้าผ่าลงดินโดยปลอดภัย ประสิทธิภาพในการป้องกัน ๘๔ %

หมายเหตุ : ถ้าไม่มีข้อกำหนดของระดับการป้องกัน ให้เลือกใช้ระดับการป้องกันที่ ๓ ขึ้นไปเป็นอย่างต่ำ

๓.๔.๕ หลักการและทฤษฎีการออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก

หลักการและทฤษฎีในการออกแบบสามารถกระทำได้ ๓ วิธี คือ

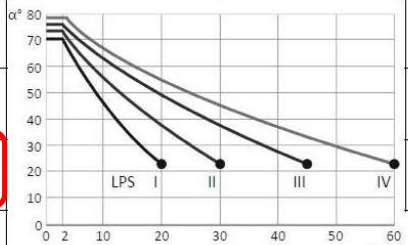
(ก) วิธีมุมป้องกัน

(ข) วิธีทรงกลมกลิ้ง

(ค) วิธีตาข่าย

ในผลงานที่นำเสนอนี้ จะเลือกระดับการป้องกันที่ ๑ และใช้วิธี (ก) วิธีมุมป้องกัน

สรุปการจัดวางตำแหน่งตัวนำล่อฟ้าตามระดับการป้องกัน
การป้องกันฟ้าผ่าแบ่งเป็น 4 ระดับคือ 1 , 2 ,3 และ 4

Class of LPS	Protection method			Typical distances (m)
	Rolling sphere radius r (m)	Protection angle α (°)	Mesh size w (m)	
I	20		5 x 5	10
II	30		10 x 10	10
III	45		15 x 15	15
IV	60		20 x 20	20

Ref.: IEC 62305-3:2010, 5.2.2 + Table 2 + Figure 1, 5.3.3 + Table 4

รูปภาพที่ ๑๖ กราฟการเลือกระดับการออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก

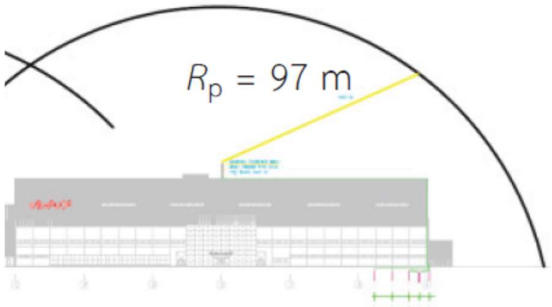
กำหนดเสาสูง (h) ๕ เมตร กำหนดให้เป็นระบบป้องกันระดับที่ ๓ ซึ่งมีค่า r เท่ากับ ๔๕ เมตร และค่าความแตกต่างของเวลาที่แท่ง แฟรงกลิน และแท่ง ESE. เริ่มปล่อยประจุ (ΔT) ตามมาตรฐานผู้ผลิต เท่ากับ ๖๐ μs ดังนั้นค่า Δ เท่ากับ ๖๐ วินาที จะคำนวณรัศมีการป้องกันได้ ดังนี้

จากสูตร

$$R_p(h) = \sqrt{2rh - h^2 + \Delta(2r + \Delta)} \quad \text{for } h \geq 5 \text{ m}$$

$$\text{Rp} = \sqrt{2(45)(5) - (5)2 + 60(2(45) + 60)}$$

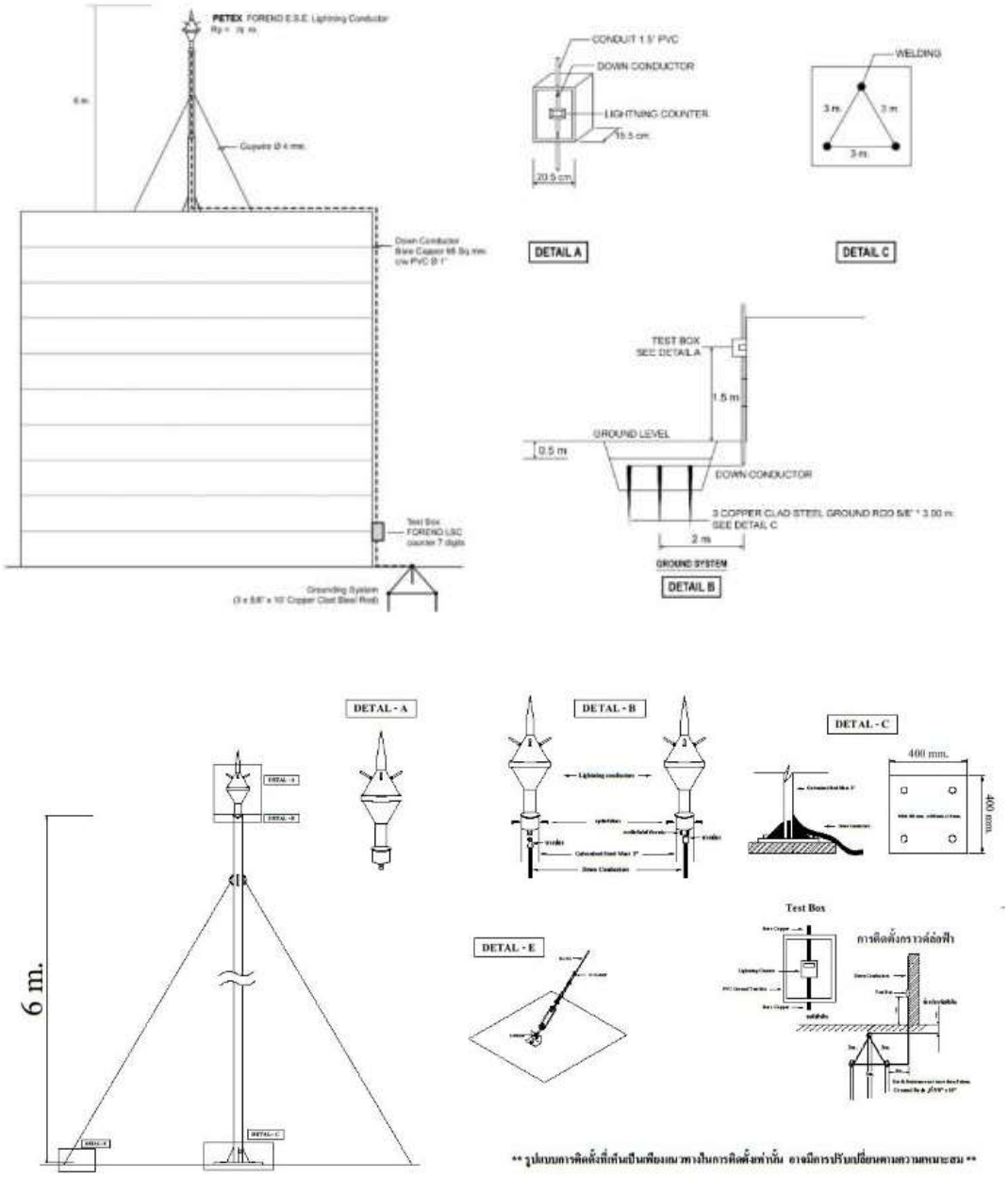
Rp = ๙๗ เมตร



รูปภาพที่ ๑๗ ภาพรัศมีการป้องกันของระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก ของ ESE.

จะพบว่ามุมป้องกันโดยแท่งตัวนำ ล่อฟ้า ค่อนข้างจะครอบคลุมพื้นที่สำคัญ ซึ่งเป็น พื้นที่ประกอบด้วยระบบสาธารณูปโภคที่สำคัญ เช่น ระบบกล้องวงจรปิด ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ เป็นต้น สรุปข้อกำหนดในการออกแบบ

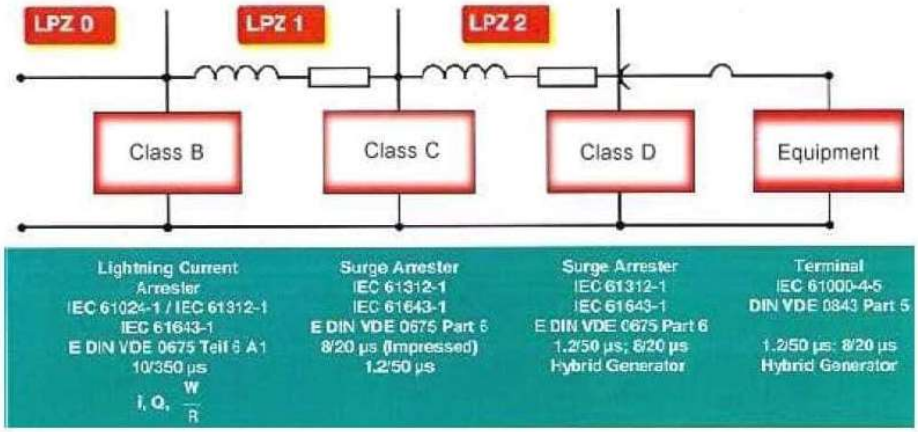
- หัวล่อฟ้า Early Streamer Emission รุ่น Petex-S (Level I,R = ๔๕ m)
- สายตัวนำลงดินเลือกใช้สายทองแดงขนาด ๕๐ mm. ติดตั้งภายในท่อ PVC ขนาด ๑ ๑/๔ นิ้ว
- ติดตั้งสายตัวนำลงดินที่มุมอาคาร ๑ จุด
- จุดติดตั้งสายตัวนำลงดินมีจุดทดสอบค่าความต้านทานของดินทั้ง ๑ จุด



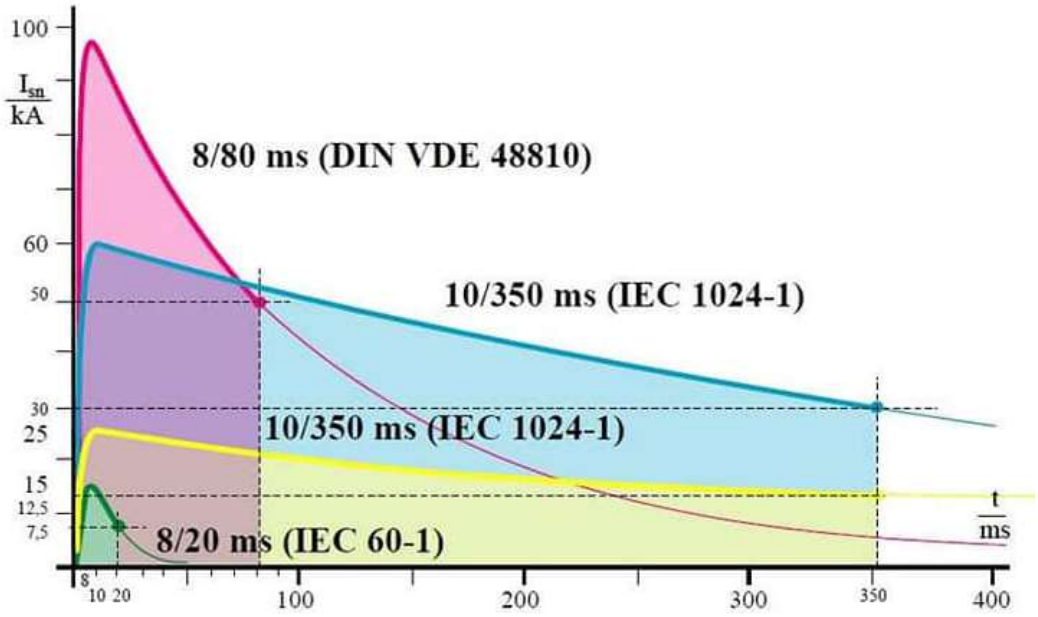
รูปภาพที่ ๑๘ แบบรูปรายการเบื้องต้นที่ออกแบบ

๓.๔.๖ งานออกแบบระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE)

ทฤษฎีประกอบ Surge Protection Device หรือ SPD โดยสภาวะปกตินั้น SPD จะมีค่าความต้านทานที่สูงมาก แต่เมื่อเกิดไฟกระชากหรือแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE)เข้ามา ซึ่งพฤติกรรมของไฟกระชากนั้นจะมีแรงดันที่สูงมากๆในช่วงระยะเวลาสั้น แล้ว SPD จะเปลี่ยนคุณสมบัติจากเดิมที่ค่าความต้านทานสูงมากๆ กลายเป็นค่าความต้านทานต่ำทันที ทำให้ไฟกระชากที่เข้ามาในระบบ ไหลลงกราวด์ไป เพื่อความปลอดภัยของระบบงานที่ต้องการป้องกัน ชุดอุปกรณ์ป้องกันSurge หรือแรงดันไฟฟ้าเกินชั่วขณะ

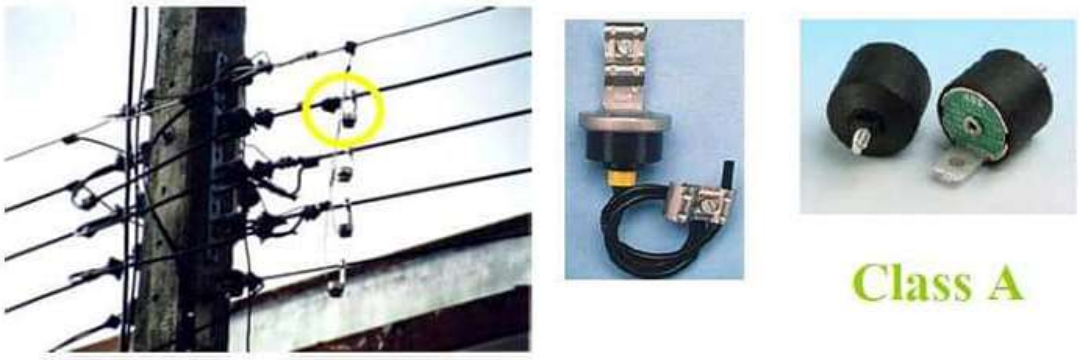


รูปภาพที่ ๑๙ การแบ่งระดับการป้องกัน ระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE)



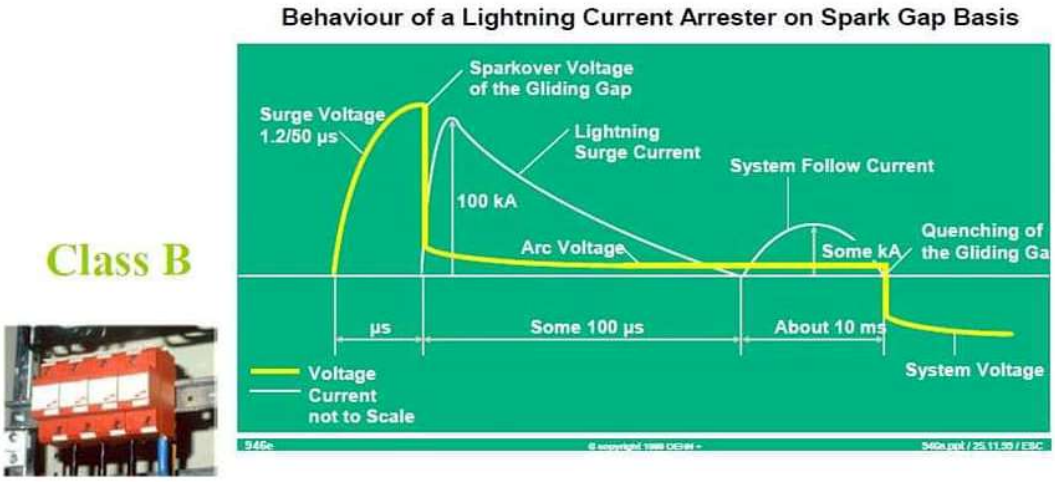
รูปภาพที่ ๒๐ กราฟจำลองรูปคลื่นอิมพัลส์ฟ้าผ่าที่ความชันหน้าคลื่นต่างๆ

อุปกรณ์ป้องกันSurge หรือแรงดันไฟฟ้าเกินชั่วขณะ (Surge Protection Device: SPD) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับกำจัดค่าแรงดันเกินจากพลังงานสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นจากปรากฏการณ์ฟ้าผ่า ซึ่งมาตรฐาน IEC ได้ทำการจำลองรูปคลื่นอิมพัลส์ฟ้าผ่าที่ความชันหน้าคลื่นต่างๆ เพื่อทดสอบขีดความสามารถในการป้องกันหรือกำจัดค่ากระแสและแรงดันเกินของอุปกรณ์ SPD และได้แบ่งประเภทของอุปกรณ์ SPD ออกเป็น ๔ แบบดังนี้



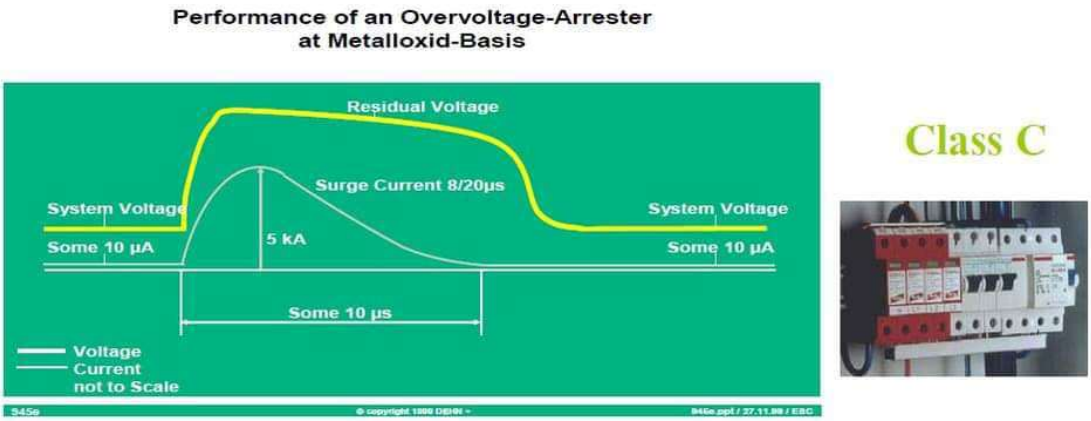
รูปภาพที่ ๒๑ Surge Protection Device: SPD แบบ Class A

(๑) แบบ Class A ติดตั้งอยู่บน Overhead Line ในระบบจำหน่ายแรงต่ำภายนอกอาคาร โครงสร้างภายในประกอบไปด้วย Spark Gap ต่ออนุกรมอยู่กับความต้านทานแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Non-Linear Disc) ชนิด Silicon Carbide ที่ออกแบบมาเพื่อกำจัดกระแสฟ้าผ่าขนาด ๕ kA ที่ความชันหน้าคลื่น ๘/๒๐ μs



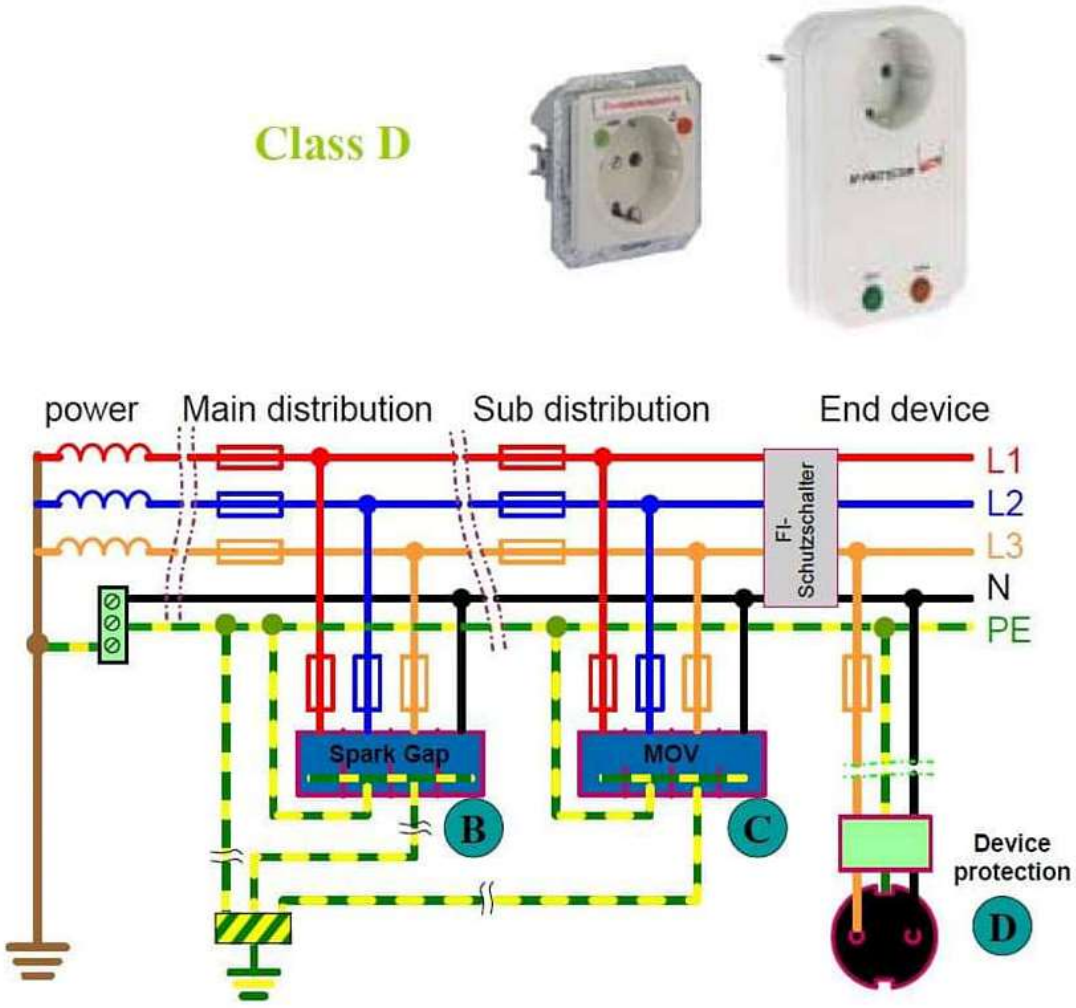
รูปภาพที่ ๒๒ Surge Protection Device: SPD แบบ Class B

(๒) แบบ Class B ทดสอบด้วยกระแสอิมพัลส์ฟ้าผ่าที่ความชันหน้าคลื่น ๑๐/๓๕๐ μs อุปกรณ์ SPD แบบ Class B จัดอยู่ในประเภท Lightning Current Arresters ที่ประกอบไปด้วย Air Spark Gap ซึ่งจะต้องสามารถรับกระแสฟ้าผ่าบางส่วน (Partial Lightning Current) และจะต้องลดแรงดันเกินที่เกิดจากฟ้าผ่าหรือ Surge หรือแรงดันไฟฟ้าเกินชั่วขณะให้เหลือในระดับที่อุปกรณ์ SPD ตัวถัดไปสามารถทนได้โดยไม่เกิดความเสียหาย และที่สำคัญต้องมีคุณสมบัติในการดับอาร์กที่เกิดจาก Main Follow Current ของระบบด้วย โดยปกติจะติดตั้งอยู่ในย่านรอยต่อระหว่าง LPZ๐B และ LPZ๑



รูปภาพที่ ๒๓ Surge Protection Device: SPD แบบ Class C

(๓) แบบ Class C ทดสอบด้วยกระแสอิมพัลส์ฟ้าผ่าที่มีความชันหน้าคลื่น ๘/๒๐ µs และเป็นอุปกรณ์ SPD ชนิด Surge Arrester ที่มีส่วนประกอบของ Zinc Oxide Varistor ซึ่งจะทำหน้ากำจัดค่าแรงดันไม่ให้เกินค่าที่ Arrester หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตัวถัดไปทนได้ โดยจะติดตั้งอยู่ในระหว่างรอยต่อของย่าน LPZ๑ และ LPZ๒



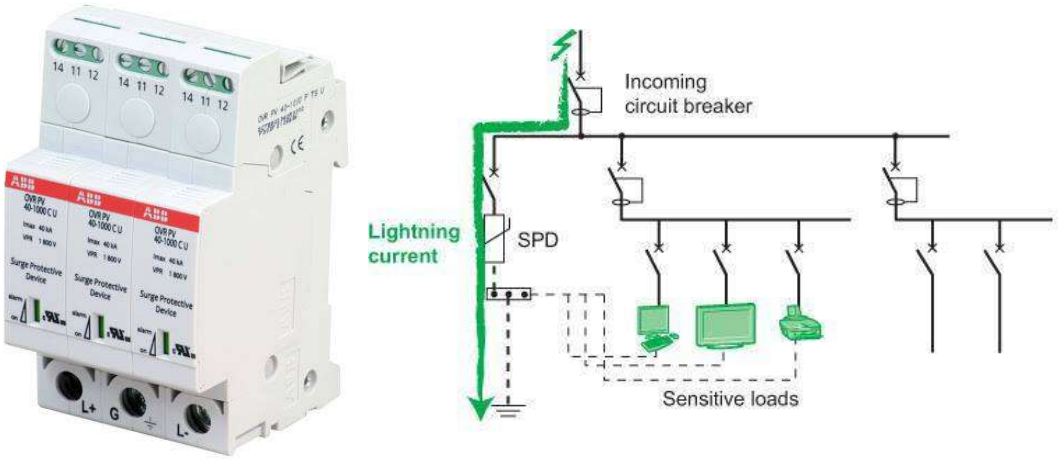
รูปภาพที่ ๒๔ Surge Protection Device: SPD แบบ Class D

(๔) แบบ Class D ทดสอบด้วยกระแสอิมพัลส์ฟ้าผ่าที่มีความชันหน้าคลื่น ๘/๒๐ μs และแรงดันอิมพัลส์ฟ้าผ่าที่มีความชันหน้าคลื่น ๑.๒/๕๐ μs โดยอาจจะมีส่วนประกอบของ Zinc Oxide Varistor เพียงอย่างเดียว หรืออาจจะมี Spark Gap ร่วมด้วย โดยปกติ Class D จะติดตั้งใกล้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มากที่สุด และบางครั้งมีการเพิ่มอุปกรณ์ Filter เพื่อลดการรบกวนจาก High-Frequency Disturbance Voltage ด้วย

ส่วนประกอบของ SPD ที่ใช้งานกันจะมีแบบ MOV (Metal Oxide Visitor), Gas Discharge Tube (GDT) และ Silicon Avalanche Diode (SAD) เป็นต้น แต่ที่เอามาใช้ในระบบไฟฟ้าหลักๆ จะนิยมแบบ MOV เนื่องจากว่า สามารถตอบสนองต่อแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่สูงขึ้นในช่วงเวลาสั้นได้เร็ว (ประมาณ ๒๐ ns)

ภายใต้สภาวะปกติ MOV จะมีความต้านทานสูง แต่เมื่อมีการรับแรงดันไฟฟ้าสูงเข้ามา ความต้านทานของ MOV จะลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว เพื่อสร้างแนวที่มีความต้านทานต่ำสำหรับให้แรงดันไฟฟ้าสูงไหลไปสู่สายดิน

เป็นแรงดันเหนี่ยวนำจากฟ้าผ่ารอบๆบริเวณที่ติดตั้งระบบไฟฟ้า V(t) = Ldi/dt ลักษณะการป้องกันของ SPD จะเห็นได้ว่า Surge จากฟ้าผ่าไหลลงกราวด์ผ่าน SPD ส่วนโหลดอื่นๆ ไม่มีผลกระทบ เพราะว่า SPD ค่าความต้านทานต่ำสุดในวงจร ทำให้กระแสส่วนใหญ่ไหลไปทาง SPD ถ้าไม่มี SPD อุปกรณ์อื่นๆในระบบก็อาจจะพังได้



รูปภาพที่ ๒๕ Surge Protection Device หรือ SPD ที่เลือกใช้ในการออกแบบ

SPD normative definition

	Direct lightning stroke	Indirect lightning stroke	
IEC 61643-1	Class I test	Class II test	Class III test
IEC 61643-11/2007	Type 1 : T1	Type 2 : T2	Type 3 : T3
EN/IEC 61643-11	Type 1	Type 2	Type 3
Former VDE 0675v	B	C	D
Type of test wave	10/350	8/20	1.2/50 + 8/20

รูปภาพที่ ๒๖ คำจำกัดความ Surge Protection Device ตาม IEC ที่ใช้ในการออกแบบ

การเลือกใช้งาน SPD สามารถพิจาณาได้ดังนี้ วิธีเลือกใช้ แบ่งออกเป็น ๓ เลเวล แต่นิยมใช้ EN/IEC ๖๑๖๔๓-๑๑

(๑) แรงดันในระบบที่จะใช้งาน ๔๐๐ VAC เลือก SPD ที่มี Voltage Nominal มากกว่า ๔๐๐ VAC ๒.

(๒) Type หรือ Class สามารถเลือกได้ดังนี้

(๒.๑) ถ้าติดตั้งระบบไฟฟ้าหลัก แล้วอุปกรณ์หรือระบบอยู่ใกล้เสาล่อฟ้ามากๆ ควรเลือก **Type I , Class I**

(๒.๒) ถ้าไม่มีระบบล่อฟ้าบนอาคาร ก็เลือก **Type II , Class II**

(๒.๓) ถ้ามี Inverter อยู่ในอาคารที่มี โอกาสโดนฟ้าผ่าน้อยมากๆ ก็สามารถเลือก Type III, Class III แต่ให้ใช้ได้เฉพาะด้าน AC ส่วนพิกัด Current Discharge (kA) ของ SPD แปรผันตามคลาส

ในการออกแบบระบบแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) ผู้เสนอผลงาน สามารถระบุขอบเขตและกำหนดรายละเอียด ชุด SPD ตามตารางที่ ๔ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ ๔ รายละเอียดชุด SPD ที่เลือกใช้ในการออกแบบ

No_	Device Nominal	Detail	Remarks
A.	SPD Type I , Class I	๔ pole TNS	ชนิดระบบการติดตั้ง
B.	Nominal voltage	๒๓๐V/๔๐๐V ๕๐ Hz	
C.	Lightning impulse current (๑๐/๓๕๐μs)	≥๑๖๐kA/Pole	
D.	Response time	≤ ๕๐ ns	
E.	Voltage protection level	≤ ๑.๕ kV	
F.	Remote indicator Or Operation indicator		สามารถแสดง สถานะภาพทำงานของอุปกรณ์ได้
	Remote alarm contact	๑NO + ๑NC	กรณีการส่งสัญญาณระยะไกล
G.	Backup fuse	≥๓๑๕ AgL/gG	

๓.๔.๗ งานตรวจสอบการติดตั้ง ระบบป้องกันฟ้าผ่า และระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE)

รูปภาพที่ ๒๗ ตรวจสอบการติดตั้งระบบรากสายดิน ระบบป้องกันฟ้าผ่าและระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE)

๓.๕ จัดทำรายละเอียดพร้อมเขียนแบบระบบป้องกันฟ้าผ่า

เมื่อคำนวณหาความสูงของหลักล่อฟ้า และระยะห่างของหลักล่อฟ้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไป จัดทำรายละเอียดพร้อมเขียนแบบระบบป้องกันฟ้าผ่าฉ,ธงานติดตั้งการป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) อาคารผู้ป่วยนอก ดังนี้

กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ
Department of Health Service Support

โครงการ แบบงานติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า และ SPDs โรงพยาบาลหนองสูง จังหวัดมุกดาหาร

ผู้ออกแบบ ศูนย์สนับสนุนบริการสุขภาพที่ 10

แบบเลขที่ โรงพยาบาลหนองสูง 01/2651

กลุ่มมาตรฐานอาคารและสภาพแวดล้อม กลุ่มมาตรฐานวิศวกรรมการแพทย์

DRAWING SET — ISSUED OF PACKAGE

- ☐ A แบบสถาปัตยกรรม ARCHITECTURE
- ☐ I แบบสถาปัตยกรรมภายใน INTERIOR
- ☐ L แบบภูมิสถาปัตยกรรม LANDSCAPE
- ☐ C แบบวิศวกรรมโยธา CIVIL
- ☐ S แบบวิศวกรรมโครงสร้าง STRUCTURE
- ☐ ME แบบวิศวกรรมเครื่องกลระบบปรับอากาศและระบายอากาศ MECHANICAL
- ☐ MEG แบบวิศวกรรมเครื่องกล ระบบก๊าซทางการแพทย์ MEDICAL GAS PIPELINE
- ☐ SN แบบวิศวกรรมระบบสุขาภิบาล SANITARY
- ☐ F แบบวิศวกรรมระบบป้องกันอัคคีภัย FIRE PROTECTION
- ■ EE แบบวิศวกรรมไฟฟ้าและสื่อสาร ELECTRICAL
- ■ แบบเพื่อการประสานงาน CO-ORDINATION
- ☐ แบบขออนุญาตปลูกสร้าง AUTHORITY SUBMITTAL
- ☐ แบบประกวดราคา BIDDING DOCUMENT
- ☐ แบบคู่สัญญาก่อสร้าง CONTRACT DOCUMENT

ISSUED DATE :
01 / 10 / 2561

รายการแบบ

EE-01 ใบหน้าปกแบบ Cover Plan และรายการแบบ

EE-02 สัญญลักษณ์ประกอบแบบ

EE-03 ELECTRICAL ABBREVIATIONS

EE-04 รายการประกอบแบบ

EE-05 LIGHTNING PROTECTION POLE

EE-06 LIGHTNING SURGE PROTECTION SYSTEM

กระทรวงสาธารณสุข MINISTRY OF PUBLIC HEALTH
ศูนย์สนับสนุนบริการสุขภาพที่ 10
จังหวัดอุบลราชธานี
กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ
กระทรวงสาธารณสุข

โครงการ :
แบบแผนผังระบบไฟฟ้า
โรงพยาบาลหนองสูง

เจ้าของโครงการ :
โรงพยาบาลหนองสูง

สถานที่ตั้งโครงการ :
โรงพยาบาลหนองสูง

สถาปนิก :
วิศวกร งานโครงสร้าง & โยธา:
นายชัยพจน์ จันทร์อภิวัฒนา ภย. 67593
นายสุรพฤฒ ผิวเผื่อน ภย. 66732
วิศวกร ระบบไฟฟ้า :
นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ภฟก. 15779

วิศวกร เครื่องกล:
นาย ศิษฏ์พริษฐ์ พลสื่อ ภก. 39504
วิศวกร สิ่งแวดล้อม :
นางสาว สริตา สายสุข ภส. 4415

วิศวกร ระบบสุขาภิบาล :

เขียนแบบ :
นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ภฟก. 15779

แบบแสดง : โรงพยาบาลหนองสูง 01/2651
ใบหน้าปกแบบ และรายการแบบ

วันที่ :

แผ่นที่ : EE-01
รวมแผ่น : 6

THE OWNERSHIP OF THE COPYRIGHT IN THIS DRAWING IS RETAINED BY Health Service support branch office 10 Ubon ratchanee WHOSE CONSENT MUST BE OBTAINED BEFORE ANY USE OR REPRODUCTION OF THE DRAWING OR ANY PART THERE OF CAN MADE

IMPORTANT: DO NOT SCALE THIS DRAWING ALL DIMENSION SHOULD BE CHECKED ON THE SITE

SYMBOL DIAGRAM

Symbols	Designation	Symbols	Designation	Symbols	Designation	Symbols	Designation
	Circuit Breaker (Fixed Type) (General Symbol)	DM	Digital Meter	-F1 1 2	Fuse	UV	Undervoltage Release Coil
		A	Ammeter	-OL	Operated By Electromagnetic Overcurrent Protection	UVT	Undervoltage Release Coil With Time Delay
	Circuit Breaker (Drawout Type) (General Symbol)	AS	Amp Selector Switch	-OL	Operated By Thermal Overcurrent Protection	ST	Shunt Trip Coil
		V	Voltmeter	-OC I>	Maximum Current Relay	MCH	Motor Mechanism
	Circuit Breaker With Thermal Magnetic Operation	VS	Volt Selector Switch		Latching Device	CC	CLOSING COIL
		kWh	AC-Watthour Meter		Mechanical Interlock	25A	Automatic Synchronizing Relay
	Motor-Protective Circuit Breaker with Switch Mechanism with Electromagnetic Release and Thermal Overcurrent Release	kW	Watt Meter	-PB	Spring Return Operate Push-to-operate	24M	Manual Synchronizing Relay
		Hz	Frequency Meter	-PB	Rotary Operator	27	Undervoltage Relay
	Nomally Open Contact (N/O)	PF	Power Factor Meter	-PB	Spring Locking Operate Push-to-Lock	32	Directional Power Relay
	Nomally Close Contact (N/C)	VAR	Var Meter	-ES	Emergency Stop Operator	37	Undercurrent Or Underpower Relay
	Contactor	PFC	Power Factor Controller	-T	Time-delayed On Delay Normally Open	47	Phase Sequence Voltage Relay
	Disconnect Switch	ELR	Earth Leakage Relay	-T	Time-delayed Off Delay Normally Open	49	Thermal Relay
	Disconnect Switch With Automatic Operation	H	Hour Counter Meter	-KEY	Manual Operator With Key	49A	Transformer Temperature Relay Alarm Condition
	Fused Isolator		Direct On Line Starter (DOL.)	M	Control By Electic Motor	49T	Transformer Temperature Relay Tripping Condition
	Changeover Contact		Star-Delta Starter (Y-D)	-FS	Float Operated Device	50 51	Overcurrent And Instanteneous Trip Relay
ACB	Air Circuit Breaker		Inverter	-P P	Pressure Operated Device	50 51G	Overcurrent Ground Fault Relay
MCCB	Molded Case Circuit Breaker		Rectifier	-TEMP T	Temperature Operated Device	59	Overvoltage Relay
MCB	Miniature Circuit Breaker	M	AC Motor	-H G	Pilot Light Or Illuminating Lamp	64	Ground Protection Relay
L1 L2 L3	3-phase Power Network	G	AC Generator	-BZ	Buzzer	71A	Gas Or Buchholz Relay,alarm Condition
	Protective Earth	-KM A1 A2	Electromagnetic Device Contactor	-SI	Siren	71T	Gas Or Buchholz Relay,tripping Condition
	Lightning Arrester Or Surge Arrester	GST	GEN SET Controller or ATS Comtroller		Photo Electric Detector	81	Over/Under Frequency Relay
	Capacitor		Pilot Lamp		Plug & Socket	90V	Voltage Regulator
	Voltage Transformer (VT) Potential Transformer (PT)	-KM1 -OL1 d d d	Contactor with Thermal Overload Relay	11	Terminal	ASM	Asymmetry Relay
	Current Transformer (CT)			11 12 13	Terminal Strip , with Labels	GFR	Ground Fault Relay

กระทรวงสาธารณสุข
MINISTRY OF PUBLIC HEALTH
ศูนย์สนับสนุนบริการสุขภาพที่ 10
จังหวัดอุบลราชธานี
กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ
กระทรวงสาธารณสุข

โครงการ :

แบบแผนผังระบบไฟฟ้า

โรงพยาบาลหนองสูง

เจ้าของโครงการ :

โรงพยาบาลหนองสูง

สถานที่ตั้งโครงการ :

โรงพยาบาลหนองสูง

สถาปนิก :

วิศวกร งานโครงสร้าง & โยธา:

นายชัยพจน์ จันทร์อภิวัฒนา ภย. 67593

นายสุรพฤฒ ผิวเผื่อน ภย. 66732

วิศวกร ระบบไฟฟ้า :

นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ภฟก. 15779

วิศวกร เครื่องกล:

นาย ศิษฏ์พริษฐ์ พลตื้อ ภก. 39504

วิศวกร สิ่งแวดล้อม :

นางสาว สริตา สายสุข ภส. 4415

วิศวกร ระบบสุขาภิบาล :

เขียนแบบ :

นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ภฟก. 15779

แบบแสดง : โรงพยาบาลหนองสูง 01/2651

SYMBOL DIAGRAM

วันที่ :

แผ่นที่ :	รวมแผ่น :
EE-02	6

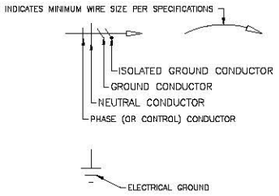
THE OWNERSHIP OF THE COPYRIGHT IN THIS DRAWING
IS RETAINED BY Health Service support branch office 10 Ubon ratthanee
WHOSE CONSENT MUST BE OBTAINED BEFORE ANY USE OR REPRODUCTION
OF THE DRAWING OR ANY PART THERE OF CAN MADE

IMPORTANT: DO NOT SCALE THIS DRAWING
ALL DIMENSION SHOULD BE CHECKED ON THE SITE

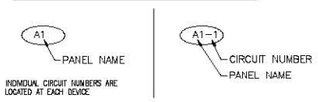
ELECTRICAL ABBREVIATIONS

A	AMPERE
A/C	AIR-CONDITIONING
AC	ALTERNATING CURRENT; ARMORED CABLE
ADJ	ADJUSTABLE
AF	AMPERE FUSE; AMPERE FRAME
AFF	ABOVE FINISHED FLOOR
AFG	ABOVE FINISHED GRADE
AHU	AIR HANDLING UNIT
AIC	AMPERE INTERRUPTING CAPACITY
AL	ALUMINUM
ALT	ALTERNATE
ALUM	ALUMINUM
AMP	AMPERE
ANSI	AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE
AP	ACCESS PANEL
APPROX	APPROXIMATE
ARCH	ARCHITECT
ASYM	ASYMMETRICAL
AT	AMPERE TRIP
ATS	AUTOMATIC TRANSFER SWITCH
AUX	AUXILIARY
AVG	AVERAGE
AWG	AMERICAN WIRE GAUGE
BATT	BATTERY
BD	BOARD
BFG	BELOW FINISHED GRADE
BLDG	BUILDING
BPS	BOLTED PRESSURE SWITCH
BR	BRANCH
BRKR	BREAKER
C	CONDUIT; CENTIGRADE
C/C	CENTER TO CENTER
CAB	CABINET
CAP	CAPACITY
CB	CIRCUIT BREAKER
CCTV	CLOSED CIRCUIT TELEVISION
CD	CANDELA; CLOTHES DRYER
CF	CUBIC FEET; COMPACT FLUORESCENT
CHW	CHILLED WATER
CHWP	CHILLED WATER PUMP
CIP	CAST IN PLACE
CIR	CIRCUIT
CKT	CIRCUIT
CLF	CURRENT LIMITING FUSE
CLG	COOLING; CEILING
CM	CONSTRUCTION MANAGER
CMU	CONCRETE MASONRY UNIT
CO	CENTRAL OFFICE
COGB	CENTRAL OFFICE GROUND BAR
COL	COLUMN
COMB	COMBINATION
COMPR	COMPRESSOR
CONC	CONCRETE
COND	CONDENSATE; CONDUCTOR
CONT	CONTINUOUS; CONTINUED; CONTRACTOR
CP	CONTROL PANEL
CPT	CONTROL POWER TRANSFORMER
CSAC	CENTRAL STATION AIR CONDITIONER
CT	CURRENT TRANSFORMER
CU	COPPER; CUBIC
CU FT	CUBIC FOOT
CUH	CABINET UNIT HEATER
CW	COOL WHITE; COLD WATER; CLOTHES WASHER
CY	CUBIC YARD
CYL	CYLINDER
D	DEEP; DEPTH; DISCHARGE
DB	DECIBEL; DIRECT BURIED
DC	DIRECT CURRENT
DDC	DIRECT DIGITAL CONTROL
DF	DRINKING FOUNTAIN
DHW	DOMESTIC HOT WATER
DIA	DIAMETER
DIAG	DIAGONAL
DIAM	DIAMETER
DIFF	DIFFUSER
DISC	DISCONNECT
DIST	DISTRIBUTION
DN	DOWN
DP	DUSTPROOF; DOUBLE POLE
DPDT	DOUBLE POLE, DOUBLE THROW
DPST	DOUBLE POLE, SINGLE THROW
DT	DUSTTIGHT; DOUBLE THROW
DW	DISHWASHER
DWG	DRAWING
DX	DIRECT EXPANSION
E	EQUIPMENT ONLY; EAST; ELECTRICAL; EXISTING
EA	EACH
EBBR	ELECTRIC BASEBOARD RADIATION
EB	ELECTRONIC BALLAST
EC	ELECTRICAL CONTRACTOR
EF	EXHAUST FAN
EGC	EQUIPMENT GROUNDING CONDUCTOR
EIFS	EXTERIOR INSULATION FINISH SYSTEM
ELECT	ELECTRICIAN; ELECTRICAL; ELECTRONIC
ELEV	ELEVATOR; ELEVATION
EM	EMERGENCY
EMERG	EMERGENCY
EMS	ENERGY MANAGEMENT SYSTEM
EMT	ELECTRICAL METALLIC TUBING
ENCL	ENCLOSURE
ENG	ENGINE; ENGINEERED
ENGR	ENGINEER
EP	EXPLOSIONPROOF; ELECTRIC-PNEUMATIC
EQUIP	EQUIPMENT
ER	EXISTING TO REMAIN
ES	ENERGY SAVER
EST	ESTIMATED
EWC	ELECTRIC WATER COOLER
EWH	ELECTRIC WATER HEATER
EX	EXISTING
EXCAV	EXCAVATION
EXIST	EXISTING
EXH	EXHAUST
EXP	EXPOSED
EXR	EXISTING RELOCATED
EXT	EXTERIOR
EXTG	EXISTING
F	FUSED; FAHRENHEIT
FA	FIRE ALARM
FAAP	FIRE ALARM ANNUNCIATOR PANEL
FACP	FIRE ALARM CONTROL PANEL
FC	FOOT-CANDLE
FCU	FAN COIL UNIT
FD	FUSED DISCONNECT
FDR	FEEDER
FEP	FLUORINATED ETHYLENE PROPYLENE
FFEC	FOODSERVICE FACILITIES EQUIPMENT CONTRACTOR
FIG	FIGURE
FIN	FINISHED
FIXT	FIXTURE
FLA	FULL LOAD AMPS
FLR	FLOOR
FLUOR	FLUORESCENT
FM	FREQUENCY MODULATION; FACTORY MUTUAL
FPM	FEET PER MINUTE
FR	FIRE RATING
FT	FOOT; FEET
FTG	FITTING; FOOTING
FURN	FURNISHED
FVNR	FULL VOLTAGE NON-REVERSING
G	GROUND
GA	GAUGE
GAL	GALLON
GALV	GALVANIZED
GC	GENERAL CONTRACTOR
GEN	GENERAL; GENERATOR
GFCI	GROUND FAULT CIRCUIT INTERRUPTER
GFI	GROUND FAULT INTERRUPTER
GFP	GROUND FAULT PROTECTOR
GND	GROUND
GP	GENERAL PURPOSE
GPM	GALLONS PER MINUTE
GRC	GALVANIZED RIGID CONDUIT
GRD	GROUND; GROUNDED
GRS	GALVANIZED RIGID STEEL
H	HIGH
HACR	HEATING, AIR CONDITIONING & REFRIGERATION
HD	HEAVY DUTY
HG	MERCURY
HH	HAND HOLE
HIC	HIGH INTERRUPTING CAPACITY
HO	HIGH OUTPUT
HOA	HAND-OFF-AUTOMATIC
HORIZ	HORIZONTAL
HP	HORSEPOWER; HIGH PRESSURE
HPF	HIGH POWER FACTOR
HPS	HIGH PRESSURE SODIUM
HR	HOUR
HRS/DAY	HOURS PER DAY
HSC	HIGH SHORT CIRCUIT
HT	HEIGHT
HTG	HEATING
HTRS	HEATERS
HV	HIGHT VOLTAGE
HVAC	HEATING, VENTILATION & AIR-CONDITIONING
HW	HOT WATER; HEAVY WALL
HWP	HEATING WATER PUMP
HYD	HYDRAULIC
HZ	HERTZ
IC	INTERRUPTING CAPACITY
ID	INSIDE DIAMETER
IDF	INTERMEDIATE DISTRIBUTION FRAME
IEEE	INSTITUTE OF ELECTRICAL & ELECTRONICS ENGINEERS
IF	INSIDE FROSTED
IG	ISOLATED GROUND
IMC	INTERMEDIATE METAL CONDUIT
IMP	IMPEDANCE
IN	INCH
INCAND	INCANDESCENT
INCL	INCLUDED; INCLUDING
INST	INSTALLATION
INSUL	INSULATION; INSULATED
INT	INTERIOR; INTERNAL
INV EL	INVERT ELEVATION
IS	INSTANT START
J	JOULE; JUNCTION
JB	JUNCTION BOX
J-BOX	JUNCTION BOX
K	THOUSAND
KCMIL	THOUSAND CIRCULAR MILS
KEC	KITCHEN EQUIPMENT CONTRACTOR
KHZ	KILOHERTZ
KK	KIRK KEY
KP	KEYPAD
KV	KILOVOLT
KVA	KILOVOLT AMPERE
KVAR	KILOVOLT AMPERE REACTIVE
KW	KILOWATT
KWH	KILOWATT-HOUR
L	LENGTH; LONG
LAB	LABOR; LABORATORY
LB	POUND; ELL CONDUIT BODY
LEC	LABORATORY EQUIPMENT COMPANY (CONTRACTOR)
LED	LIGHT EMITTING DIODE
LF	LINEAR FOOT
LG	LONG; LENGTH; LARGE
LLD	LAMP LUMEN DEPRECIATION
LM	LUMEN
LO	LOCKOUT
LP	LIGHTING PANEL
LPF	LOW POWER FACTOR
LRA	LOCKED ROTOR AMPS
LT	LIGHT; LIQUID-TIGHT
LTG	LIGHTING
LTR	LETTER
LV	LOW VOLTAGE
M	THOUSAND; MATERIAL; MECHANICAL; METER
MA	MILLIAMPERE
MACH	MACHINE
MAG STR	MAGNETIC STARTER
MAINT	MAINTENANCE
MAN	MANUAL
MAT	MATERIAL
MATV	MASTER ANTENNA TELEVISION
MAX	MAXIMUM
MC	METAL CLAD CABLE; MECHANICAL CONTRACTOR; MOTOR CONTROLLER
MCA	MINIMUM CIRCUIT AMPS
MCB	MAIN CIRCUIT BREAKER
MCC	MOTOR CONTROL CENTER
MCCB	MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER
MCM	THOUSAND CIRCULAR MILS
MCP	MOTOR CIRCUIT PROTECTOR
MCS	MOTOR CIRCUIT SWITCH
MDF	MAIN DISTRIBUTION FRAME
MDP	MAIN DISTRIBUTION PANELBOARD
MECH	MECHANICAL
MED	MEDIUM
MFG	MANUFACTURING
MFR	MANUFACTURER
MH	MANHOLE; METAL HALIDE; MAN-HOUR
MHZ	MEGAHERTZ
MI	MALLEABLE IRON; MINERAL INSULATED
MIC	MICROPHONE
MIN	MINIMUM; MINUTE
MISC	MISCELLANEOUS
MLO	MAIN LUG ONLY
MO	MONTH
MOBIL	MOBILIZATION
MOCP	MAXIMUM OVERCURRENT PROTECTION
MOC	MOCUL
MTD	MOUNTED
MTG	MOUNTING
MTS	MANUAL TRANSFER SWITCH
MULT	MULTI; MULTIPLY
MV	MERCURY VAPOR, MEGAVOLT; MEDIUM VOLTAGE
MVA	MEGAVOLT AMPERES
MVAR	MEGAVOLT AMPERES REACTIVE
MW	MEGAWATT
N	NORTH; NEW; NEUTRAL
N/A	NOT AVAILABLE; NOT APPLICABLE
NA	NON-AUTOMATIC
NAT	NATURAL
NC	NORMALLY CLOSED
ND	NORMAL DUTY
NEC	NATIONAL ELECTRICAL CODE
NEMA	NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION
NF	NON-FUSED
NFD	NON-FUSED DISCONNECT
NIC	NOT IN CONTRACT
NL	NIGHT LIGHT
NM	NON-METALLIC SHEATHED CABLE
NO	NUMBER; NORMALLY OPEN
NTS	NOT TO SCALE
O&P	OVERHEAD AND PROFIT
OC	ON CENTER; OVERCURRENT
OD	OUTSIDE DIAMETER
ODS	OVERHEAD DISTRIBUTION SYSTEM
OH	OVERHEAD
OHD	OVERHEAD DOOR
OL	OVERLOAD
OPGP	OFFICE PRINCIPAL GROUND POINT
OS&Y	OUTSIDE SCREW AND YOKE
OZ	OUNCE
P	POLE; PULL
PA	PUBLIC ADDRESS
PB	PUSHBUTTON; PULL BOX
PC	POWER CONNECTOR; PHOTOCELL
PD	PROTECTIVE DEVICE
PE	PROFESSIONAL ENGINEER
PF	POWER FACTOR
PFCC	POWER FACTOR CORRECTION CAPACITOR
PH	PHASE
PIV	POST INDICATOR VALVE
PKG	PACKAGE
PL	PILOT LIGHT
PLBG	PLUMBING
PNL	PANELBOARD
PR	PAIR
PRI	PRIMARY
PSF	POUNDS PER SQUARE FOOT
PSI	POUNDS PER SQUARE INCH
PSIG	POUNDS PER SQUARE INCH GAUGE
PT	POTENTIAL TRANSFORMER
PU	PER UNIT
PVC	POLYVINYL CHLORIDE
PWR	POWER
QUAN	QUANTITY
R	RESISTANCE; RELOCATED; RECESSED
RCS	RELAY CONTROL STATION
RECEPT	RECEPTACLE
RECIRC	RECIRCULATING
REF	REFERENCE; REFRIGERATED
REQ'D	REQUIRED
RET	RETURN
RF	RETURN FAN
RGS	RIGID GALVANIZED STEEL
RLA	RUNNING LOAD AMPS
RM	ROOM
RMS	ROOT MEAN SQUARE
RNC	RIGID NON-METALLIC CONDUIT
RP	RAINPROOF
RPM	REVOLUTIONS PER MINUTE
RR	RESTROOM
R&R	REMOVE & REPLACE
RS	RAPID START
RSC	RIGID STEEL CONDUIT
RT	RAINTIGHT
S	SOUTH
SCCR	SHORT-CIRCUIT CURRENT-RATING
SCHED	SCHEDULE
SCR	SHORT CIRCUIT RATING
SD	SERVICE DROP
SE	SERVICE ENTRANCE; SERVICE EQUIPMENT
SEC	SECONDARY
SF	SUPPLY FAN; SQUARE FOOT
SL	SLIM LINE; SERVICE LATERAL
SN	SOLID NEUTRAL
SP	SINGLE POLE
SPD	SURGE PROTECTIVE DEVICE
SPDT	SINGLE POLE, DOUBLE THROW
SPKR	SPEAKER
SPST	SINGLE POLE, SINGLE THROW
SQ	SQUARE
SQ FT	SQUARE FOOT
SQ IN	SQUARE INCH
SR	SERVICE RACEWAY; SURFACE RACEWAY
SS	STAINLESS STEEL; SAFETY SWITCH
S/S	START/STOP
ST	STEEL; SHUNT TRIP; SINGLE THROW
STD	STANDARD
STR	STARTER
STRUCT	STRUCTURAL
SUBS	SUBCONTRACTORS
SURF	SURFACE
SV	SOLENOID VALVE
SW	SWITCH
SWD	SWITCHING DUTY
SWBRD	SWITCHBOARD
SY	SQUARE YARD
SYM	SYMMETRICAL
SYN	SYNTHETIC
SYS	SYSTEM
T	TEMPERATURE; TRANSFORMER
TB	TERMINAL BLOCK
TC	TIME CLOCK
TCC	TEMPERATURE CONTROL CONTRACTOR
TD	TIME DELAY
TELE	TELEPHONE
TFE	TETRAFLUOROETHYLENE
TFF	TOP OF FINISHED FLOOR
TFMR	TRANSFORMER
TH	THICK
THD	TOTAL HARMONIC DISTORTION: THREAD
TR	TAMPER RESISTANT
TS	TRIGGER START
TTB	TELEPHONE TERMINAL BOARD
TV	TELEVISION
TVSS	TRANSIENT VOLTAGE SURGE SUPPRESSOR
TYP	TYPICAL
UC	UNDER (CABINET OR COUNTER)
UF	UNDERGROUND FEEDER
UG	UNDERGROUND
UH	UNIT HEATER
UHF	ULTRA HIGH FREQUENCY
UL	UNDERWRITERS LABORATORY
UNFIN	UNFINISHED
UOI	UNLESS OTHERWISE INDICATED
UTIL	UTILITY
UTP	UNSHIELDED TWISTED PAIR
UVR	UNDERVOLTAGE RELAY (RELEASE)
V	VOLT; VENTILATION
VA	VOLT AMPERES
VAR	VOLT-AMPERES REACTIVE
VAV	VARIABLE AIR VOLUME
VDT	VIDEO DISPLAY TERMINAL
VERT	VERTICAL
VFD	VARIABLE FREQUENCY DRIVE
VHF	VERY HIGH FREQUENCY
VHO	VERY HIGH OUTPUT
VOL	VOLUME
VT	VAPORTIGHT
W	WIRE; WATT; WIDE; WEST; WASTE
W/	WITH
WG	WIRE GUARD
WM	"WIREMOLD" (SURFACE RACEWAY)
WO	WELDER OUTLET
WP	WEATHERPROOF
WT	WEIGHT; WATERTIGHT
WWF	WELDED WIRE FABRIC
WW	WELL WATER; WARM WHITE
XHD	EXTRA HEAVY DUTY
XFMR	TRANSFORMER
XFER	TRANSFER
Y	WYE
°	DEGREE
Δ	DELTA
Ø	PHASE; DIAMETER
#	POUND; NUMBER
%	PERCENT
@	AT
~	APPROXIMATELY
'	FEET
"	INCHES

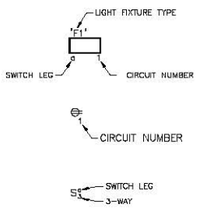
TYPICAL WIRING DESIGNATIONS



ROOM CIRCUIT DESIGNATIONS



TYPICAL DEVICE DESIGNATIONS



LIGHT FIXTURES

- LIGHT, CEILING
- LIGHT, CEILING
- LIGHT, WALL
- EXIT LIGHT, CEILING
- EXIT LIGHT, WALL
- EXIT LIGHT WITH DIRECTIONAL ARROW, CEILING
- EXIT LIGHT WITH DIRECTIONAL ARROW, WALL
- EMERGENCY LIGHTING UNIT
- TRACK LIGHT FIXTURE
- LIGHT FIXTURE CONNECTED TO EMERGENCY CIRCUIT (AND NIGHT LIGHT WITH "NL" SUBSCRIPT)

SWITCHES

- S — SWITCH, SINGLE POLE
- S_2 — SWITCH, DOUBLE POLE
- S_3 — SWITCH, THREE WAY
- S_4 — SWITCH, FOUR WAY
- S_K — SWITCH, KEY OPERATED
- S_P — SWITCH, WITH PILOT LIGHT
- S_{WP} — SWITCH, WEATHERPROOF
- S_X — SWITCH, EXPLOSIONPROOF
- S_D — SWITCH, DIMMER
- MULTI-TECHNOLOGY CEILING OCCUPANCY SENSOR
- US — ULTRASONIC CEILING OCCUPANCY SENSOR
- PIR — PASSIVE INFRARED CEILING OCCUPANCY SENSOR
- SW — SINGLE POLE WALL OCCUPANCY SENSOR
- 2W — TWO POLE WALL OCCUPANCY SENSOR
- TC — TIMECLOCK
- PC — PHOTOCELL
- R — RELAY PANEL
- LC — LIGHTING CONTACTOR

PANELS

- PANEL, FLUSH
- PANEL, SURFACE
- CONTROL PANEL (AS NOTED), FLUSH
- CONTROL PANEL (AS NOTED), SURFACE

RECEPTACLES AND OUTLETS

- DUPLEX RECEPTACLE
- DOUBLE DUPLEX (QUAD) RECEPTACLE
- ISOLATED GROUND DUPLEX RECEPTACLE
- ISOLATED GROUND DOUBLE DUPLEX (QUAD) RECEPTACLE
- GROUND FAULT CIRCUIT INTERRUPTER DUPLEX RECEPTACLE
- DOUBLE DUPLEX (QUAD) GROUND FAULT CIRCUIT INTERRUPTER RECEPTACLE
- GROUND FAULT CIRCUIT INTERRUPTER/ WEATHERPROOF DUPLEX RECEPTACLE
- SINGLE RECEPTACLE
- FLOOR OUTLET
- SPECIAL OUTLET OR EQUIPMENT CONNECTION (AS NOTED)
- DROP CORD (AS NOTED)
- POWER POLE

POWER EQUIPMENT

- 1-PHASE MOTOR
- 3-PHASE MOTOR
- DISCONNECT
- MANUAL MOTOR STARTER
- MANUAL MOTOR STARTER WITH PILOT SWITCH
- MAGNETIC MOTOR STARTER
- COMBINATION DISCONNECT & MAGNETIC MOTOR STARTER
- T — TRANSFORMER

RACEWAYS

- CONDUIT, IN WALL OR CEILING
- CONDUIT, BELOW FLOOR
- CONDUIT, EXPOSED
- W — SURFACE RACEWAY ("WIREMOLD")
- CONDUIT, TURNING UP
- CONDUIT, TURNING DOWN
- CONDUIT, CAPPED
- UNDERFLOOR DUCT & JUNCTION BOX, SINGLE SYSTEM
- UNDER FLOOR DUCT & JUNCTION BOX, DUAL SYSTEM
- UNDERFLOOR DUCT & JUNCTION BOX, TRIPLE SYSTEM
- J — JUNCTION BOX
- P — PULL BOX

FIRE ALARM SYSTEMS

- FACP — FIRE ALARM CONTROL PANEL
- FAA — FIRE ALARM ANNUNCIATOR
- VCC — VOICE COMMAND CENTER
- F — MANUAL PULL STATION
- F — FIRE ALARM SPEAKER-STROBE
- FIRE ALARM STROBE LIGHT
- F — FIRE ALARM BELL
- DH — MAGNETIC DOOR HOLDER
- S — SMOKE DETECTOR
- D — DUCT TYPE SMOKE DETECTOR
- H — HEAT DETECTOR
- FS — SPRINKLER FLOW SWITCH
- TS — SPRINKLER TAMPER SWITCH

SECURITY

- DC — DOOR CONTACT
- PIR — PASSIVE INFRARED DETECTOR
- KP — KEYPAD
- C — VIDEO SURVEILLANCE CAMERA (WALL)
- C — VIDEO SURVEILLANCE CAMERA (CEILING)

TECHNOLOGY

- TELEPHONE OUTLET
- W — WALL PHONE OUTLET
- DATA OUTLET, WALL
- COMBINATION TELEPHONE/DATA OUTLET
- AP — WIRELESS ACCESS POINT
- TELEPHONE OUTLET, FLOOR
- DATA OUTLET, FLOOR
- TELEPHONE/DATA OUTLET, FLOOR
- TV — TELEVISION OUTLET
- PR — VIDEO PROJECTOR ROUGH-IN

COMMUNICATIONS

- INTERCOM CALL SWITCH
- BELL
- BUZZER
- M — MICROPHONE OUTLET
- V — SPEAKER VOLUME CONTROL
- WALL MOUNTED SPEAKER (SQUARE)
- WALL MOUNTED SPEAKER (ROUND)
- CEILING MOUNTED SPEAKER (ROUND)
- S — CEILING MOUNTED SPEAKER (SQUARE)
- P — HORN-PAGING

MISCELLANEOUS

- CLOCK (WALL)
- CLOCK (CEILING)
- PUSHBUTTON
- UP/DOWN PUSHBUTTON
- UP/DOWN/STOP PUSHBUTTON
- HORN

กระทรวงสาธารณสุข
MINISTRY OF PUBLIC HEALTH

ศูนย์สนับสนุนบริการสุขภาพที่ 10
จังหวัดอุบลราชธานี
กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ
กระทรวงสาธารณสุข

โครงการ :
แบบแผนผังระบบไฟฟ้า
โรงพยาบาลหนองสูง

เจ้าของโครงการ :
โรงพยาบาลหนองสูง

สถานที่ตั้งโครงการ :
โรงพยาบาลหนองสูง

สถาปนิก :
วิศวกร งานโครงสร้าง & โยธา:
นายชัยพจน์ จันทร์อภิวัฒนา ภย. 67593
นายสุรพฤฒ ผิวเผื่อน ภย. 66732
วิศวกร ระบบไฟฟ้า :
นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ภฟท. 15779

วิศวกร เครื่องกล:
นาย ศิษฏ์พริษฐ์ พลตื้อ ภท. 39504
วิศวกร สิ่งแวดล้อม :
นางสาว ลธิตา สายสุข ภส. 4415

วิศวกร ระบบสุขาภิบาล :

เขียนแบบ :
นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ภฟท. 15779

แบบแสดง : โรงพยาบาลหนองสูง 01/2651
ELECTRICAL ABBREVIATIONS

วันที่ :

แผ่นที่ :	รวมแผ่น :
EE-03	6

THE OWNERSHIP OF THE COPYRIGHT IN THIS DRAWING
IS RETAINED BY Health Service support branch office 10 Ubon ratthane
WHOSE CONSENT MUST BE OBTAINED BEFORE ANY USE OR REPRODUCTION
OF THE DRAWING OR ANY PART THERE OF CAN MADE

IMPORTANT: DO NOT SCALE THIS DRAWING
ALL DIMENSION SHOULD BE CHECKED ON THE SITE

รายละเอียดงานจ้างปรับปรุงระบบป้องกันฟ้าผ่า 1 งาน และระบบป้องกันไฟกระชาก (SURGE) 1 งาน และระบบป้องกันไฟกระชาก (SURGE) 1 งาน
โรงพยาบาลหนองสูง จังหวัดมุกดาหาร

วัตถุประสงในการจ้าง

โรงพยาบาลหนองสูง มีความประสงค์จะว่าจ้างปรับปรุงระบบป้องกันฟ้าผ่า 1 งาน และระบบป้องกันไฟกระชาก (SURGE) 1 งาน ที่ อาคารผู้ป่วยนอก

1. ข้อมูลเบื้องต้น

1.1 เจ้าของอาคาร โรงพยาบาลหนองสูง จังหวัดมุกดาหาร. ประเภทอาคารรักษาพยาบาล

1.2 สถานที่ตั้ง 59 ถนนมุก– กุฉินารายณ์ ตำบล หนองสูง อำเภอ หนองสูง มุกดาหาร 49160

2. รายละเอียดของการว่าจ้าง

ผู้รับว่าจ้างจะต้องจัดหา และดำเนินการติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า 1 งาน และระบบป้องกันไฟกระชาก (SURGE) 1 งาน ที่ อาคารผู้ป่วยนอก โดยทำการติดตั้งตามรายละเอียดที่ระบุ ซึ่งมีรายการต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ผู้รับว่าจ้างต้องทำการเขียนแบบ AS-Build Drawing การติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า ส่งผู้ว่าจ้าง

2.2 จัดเตรียมสถานที่ พื้นที่ในการติดตั้ง และติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าของใหม่ อาคารผู้ป่วยนอกตามแบบที่กำหนด

2.3 ติดตั้งสายตัวนำลงดินของใหม่ และติดตั้งหลักสายดิน ของใหม่ ขนาดตามที่ระบุในแบบ อาคารผู้ป่วยนอก

2.4 ติดตั้งชุดป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) อาคารผู้ป่วยนอก จำนวน 1 ชุด

3. ข้อกำหนดวัสดุและอุปกรณ์การติดตั้ง

3.1 ระบบป้องกันฟ้าผ่า

3.1.1 ขอบเขตทั่วไป

ระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า ที่ติดตั้งใหม่เป็นชนิด Early Streamer Emission System มีรัศมีการป้องกันไม่น้อยกว่าที่ระบบในแบบ และระดับความป้องกันระดับ 2 (สำหรับอาคารรักษาและอาคารสำนักงาน) ระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่าต้องสามารถรับประจุที่เกิดจากฟ้าผ่าแล้วนำสู่พื้นดินอย่างรวดเร็วและปลอดภัย ไม่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหวและไม่ต้องใช้แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าใดๆ ทั้งสิ้น โดยอุปกรณ์จะต้องผ่านการทดสอบในห้องทดลองจากกสถาบันที่มีชื่อเสียง ตามมาตรฐาน NFC 17-102 และแบ่ง Level Protection 4 ระดับ ตามมาตรฐาน IEC 62305-2

3.1.2 รายละเอียดวัสดุ

(1) หัวล่อฟ้า (Air Terminal or Lighting Rod ESE) เป็นชนิดที่สามารถทำให้อากาศบริเวณโดยรอบเกิดการ Ionization โดยอาศัยพลังงานจากสนามไฟฟ้าในบรรยากาศ หัวล่อฟ้าประกอบด้วยส่วนสำคัญคือ

(2) Pick-up Point or Air Rod เป็นแท่งโลหะปลายแหลมมน ทำด้วย Stainless Steel ปิดมิดชิด ทำหน้าที่รับประจุที่เกิดจากฟ้าผ่าแล้วถ่ายเทลงสู่พื้นดิน

(3) Electric Ionization Unit Or Generation High Voltage Pulses บรรจุอยู่ใน Stainless Steel Housing ทำหน้าที่เก็บสะสมพลังงานในสภาวะปกติ และปล่อยพลังงานออกในขณะที่เกิดฟ้าผ่า

(4) เสา (Mast) ทำด้วย Stainless Steel ความสูงของเสาไม่น้อยกว่า 5 เมตร หรือตามที่กำหนดในแบบ

(5) สายตัวนำลงดิน (Down Conductor) เป็นชนิดตัวนำทองแดงเปลือยต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 70 mm ;หรือตัวนำฉนวน 2 ชั้น (Coaxial Cable) ชั้นที่เป็น Main Conductor ต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 80 mm^2 ตัวนำชั้นนอกมีพื้นที่หน้าตัดรวมไม่น้อยกว่า 50 mm^2 หรือสายตัวนำลงดินจะต้องเป็นเส้นเดียวกันตลอดไม่มีรอยต่อใด ๆ

(6) ระบบหลักสายดิน (Grounding System) ใช้แท่งโลหะ Copper Clad Steel Rod หรือ Copper Bond Steel Rod ขนาด 5/8 นิ้ว X 10 ฟุต ไม่น้อยกว่า 3 แท่ง โดยเชื่อมต่อเป็นลูปปิด สามเหลี่ยม Delta ทุกแท่ง ปักลึกลงในดินตลอดความยาว 10 ฟุต ในกรณีความต้านทานในการทดสอบเกินกว่า 5 โอห์ม ต้องมีการปรับปรุงค่าความต้านทาน ให้ไม่เกินกว่า 5 โอห์ม

(7) อุปกรณ์นับฟ้าผ่า(Digital Lightning Counter or Lightning Event Counter) สำหรับตรวจสอบจำนวนครั้งที่เกิดฟ้าผ่า โดยจะมีตัวเลขบอกจำนวนครั้งและไม่สามารถ Reset ได้ มีจำนวนหลักดิจิตอล ไม่น้อยกว่า 6 หลักดิจิตอล เป็นแบบกันน้ำ (Out Door Type) ต้องไม่ใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้า ใดๆ ทั้งสิ้น สามารถนับกระแสฟ้าผ่าได้ไม่น้อยกว่า 300 A - 300,000 A โดยติดตั้งภายนอกอาคารด้านใกล้กับรากสายตัวนำลงดิน ภายในกล่องทดสอบกราวด์

(8) กล่องทดสอบกราวด์ (Grounding Test Box) เป็นวัสดุชนิด อลูมิเนียม หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 250x350x170 mm. พ่นสีภายนอกอย่างดี และทนต่อการกัดกร่อน

3.1.3 การติดตั้ง

หัวล่อฟ้า, เสา, สายตัวนำลงดิน ต้องติดตั้งตามตำแหน่งที่กำหนด หรือ ระบุในแบบ ซึ่งเป็นตำแหน่งโดยประมาณ ตำแหน่งที่แน่นอนทางผู้ว่าจ้างจะเป็นผู้กำหนดให้ก่อนการติดตั้ง

3.1.4 การตรวจสอบอุปกรณ์หัวล่อฟ้าจะต้องสามารถทำการตรวจสอบระบบการทำงานได้ โดยเครื่องมือวัดที่รับรองจากผู้ผลิตโดยตรง

3.2 ท่อร้อยสายไฟฟ้า

ท่อร้อยสายไฟฟ้าตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน ต้องเป็นท่อโลหะตามมาตรฐาน ANSI ชุบป้องกันสนิมโดยวิธี Hot-dip Galvanized ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะดังต่อไปนี้

3.2.1 ท่อโลหะชนิดบาง (Electrical Metallic Tubing: EMT) มีขนาด ไม่น้อยกว่า ½ นิ้ว ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ติดตั้งลอย หรือซ่อนในฝ้าเพดาน การติดตั้งใช้งานให้เป็นตามกำหนดใน วสท. 2001-56

3.2.2 ท่อโลหะชนิดหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit: IMC) มีขนาด ไม่น้อยกว่า ½ นิ้ว ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบาง และติดตั้งฝังในคอนกรีตได้ แต่ห้ามใช้ในสถานที่อันตรายตามกำหนดใน วสท. 2001-56

3.2.3 อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อ ได้แก่ Coupling, Connector, lock Nut, Bushing และ Service Entrance Cap ต่าง ๆ ต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน

3.2.4 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

-. ให้ทำความสะอาดทั้งภายนอกภายในท่อ ก่อนทำการติดตั้ง

-. การดัดงอท่อต้องไม่ทำให้ท่อเสียรูปทรงและรัศมีมีความโค้งของการดัดงอท่อ ต้องเป็นไปตามกำหนดของ NEC.

-. ท่อร้อยสาย ต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ ทุกๆระยะไม่เกิน 1.50 เมตร

-. ท่อแต่ละส่วนหรือท่อแต่ละระยะ ต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะกำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น

-. การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC Article 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษ เหมาะสมกับสภาพแต่ละสถานที่

-. แนวการติดตั้งท่อต้องเป็นแนวขนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอ หากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ ให้ปรึกษากับผู้ควบคุมงาน

4. การทดสอบ

ต้องใช้แคลป์มิเตอร์สำหรับกราวด์ลูปของดิน หรืออุปกรณ์การตรวจวัดกราวด์ลูปของดิน ที่ได้มาตรฐาน และต้องมีรายงานผลการทดสอบกราวด์ลูปของดิน ให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุในวันส่งมอบงาน

5.การรับประกันสินค้า และการติดตั้ง

ต้องมีการรับประกันสินค้า และการติดตั้ง ไม่น้อยกว่า 2 ปี และประกันความเสียหายที่เกิดจากชีวิตและทรัพย์สินโดยต้องมีการประกันภัยคุ้มครองด้วย

ข้อกำหนดและรายละเอียด
การจัดจ้างงานปรับปรุงระบบป้องกันไฟกระชาก
โรงพยาบาลหนองสูง จังหวัดมุกดาหาร

1. **ความต้องการ**

โรงพยาบาลหนองสูงมีความประสงค์จะจ้างติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟกระโชก (SURGE PROTECTIVE DEVICE) จำนวน 1 ระบบ 1 จุด

2. **มาตราฐานที่กำหนด**

2.1 สายไฟฟ้าที่ใช้งานต้องได้รับมาตรฐาน มอก. 11-2553 โดยเป็นผลิตภัณฑ์ใดผลิตภัณฑ์หนึ่งดังต่อไปนี้ Thai Yazaki, Phelps Dodge หรือ Bangkok Cable

2.2 อุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าสำหรับป้องกันระบบไฟฟ้ากำลัง ต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งดังต่อไปนี้ IEC, VDE หรือ BS โดยเป็นผลิตภัณฑ์ใดผลิตภัณฑ์หนึ่งดังต่อไปนี้ ABB, DEHN, SIEMENS หรือเทียบเท่า

2.3 อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชาก ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานดังต่อไปนี้ IEC 61634-11 , IEC 61643-21 DIN VDE 0675 1part 6 , EN 61643-1 , UL1449

2.4 อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชาก ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันเพื่อการทำงานที่ประสานสัมพันธ์

2.5 สำหรับป้องกันสายสัญญาณต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งดังต่อไปนี้ IEC, VDE หรือ BS โดยเป็นผลิตภัณฑ์ใดผลิตภัณฑ์หนึ่งดังต่อไปนี้ ABB, DEHN, FURSE หรือเทียบเท่า

2.6 อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชาก สำหรับป้องกันสายสัญญาณต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งดังต่อไปนี้ IEC, VDE หรือ BS โดยเป็นผลิตภัณฑ์ใดผลิตภัณฑ์หนึ่งดังต่อไปนี้ ABB, DEHN, FURSE หรือเทียบเท่า

2.7 ท่อร้อยสายไฟฟ้าเป็นท่อเหล็กที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 770-253

2.8 การดำเนินการ และการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าเป็นไปตามกฎการเดินสายและติดตั้งทางไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ) หรือวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท)

2.9 วัสดุหรืออุปกรณ์ที่นำมาติดตั้ง ต้องเป็นของใหม่ 100 % ไม่เคยใช้งานมาก่อน

2.10 การติดติดตั้งชุดอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชาก เป็นการติดตั้งแบบขนาน ซึ่งจะไม่มีผลกระทบต่อการใช้กระแสไฟฟ้าในระบบ(Load) และไม่ก่อให้เกิดผลการลดทอนสัญญาณจนเกิดการทำงานที่ผิดพลาดในระบบสื่อสารและระบบวัดควบคุม

3. **ลักษณะทั่วไป**

3.1 จัดหา ย้าย และติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชาก(Surge Protection Divice : SPD) ทั้งหมดในโรงพยาบาล ให้ใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ถูกต้องตามมาตรฐาน

4. **คุณสมบัติทางเทคนิค และรายละเอียดการติดตั้ง**

4.1 ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชาก(Surge Protection Device : SPD) ของโรงพยาบาล สำหรับป้องกันระบบไฟฟ้ากำลัง (Power Supply) ทั้งหมดของโรงพยาบาล โดยติดตั้งที่ตู้ควบคุมไฟฟ้าหลัก (Main Distribution Board : MDB) ของโรงไฟฟ้า มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

4.1.1 ระบบการติดตั้งเป็นชนิด 4 pole TNS
4.1.2 Nominal voltage 230V/400V 50 Hz
4.1.3 Lightning impulse current (10/350s) ≥160kA/Pole
4.1.4 Response time 50 ns
4.1.5 Voltage protection level 1.5 kV
4.1.6 สามารถ Remote indicator หรือ Operation indicator แสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์ได้
4.1.7 มี Remote alarm contact 1NO + 1NC สำหรับกรณีการส่งสัญญาณระยะไกล
4.1.8 ติดตั้ง Back up fuse ขนาดไม่น้อยกว่า 315 AgL/gG หรือขนาดตามมาตรฐานผู้ผลิต ที่หน้าอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชาก
4.1.9 การติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากให้ต่อระบบกราวนด์ของระบบ หากบริเวณนั้นๆไม่มีระบบกราวนด์ให้ทำการติดตั้งใหม่ เพื่อให้อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4.1.10 มีอุปกรณ์นับจำนวนสัญญาณไฟกระชาก (Surge Counter) สำหรับตรวจสอบจำนวนสัญญาณไฟกระชากที่เข้าระบบ โดยติดตั้งมาพร้อมอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชาก โดยสามารถตรวจวัดและบันทึกขนาด เวลา จำนวนครั้ง ของไฟกระชากที่เข้าระบบ
4.1.11 อุปกรณ์ป้องกันนี้จะต้องประกอบกันอยู่ภายในกล่องที่แข็งแรง และมีฝาเปิด – ปิด ที่แข็งแรงพร้อมที่ล็อคฝาหรืออาจติดตั้งภายใน MDB หรือ SDB หรือ แผง DB ที่มีอยู่
4.1.12 กรณีที่ติดตั้งในกล่อง ตัวกล่องที่บรรจุอุปกรณ์ป้องกันนี้ ต้องมีขนาดที่เหมาะสมไม่เล็กหรือใหญ่เกินไป สามารถนำไปติดตั้งที่ผนังหรือตั้งพื้นได้โดยสะดวก
4.1.13 Housing หรือ Body ของตัวอุปกรณ์ป้องกันต้องทำด้วยพลาสติกชนิดไม่ติดไฟตามมาตรฐาน UL94V - 0 (Flame Resistance Plastic)

4.2 ต้องทำการย้ายอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชาก(Surge Protection Device : SPD) จากหน่วยจ่ายกลางเก่า ไปติดตั้งที่ อาคารแพทย์แผนไทย 1 อาคาร มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

4.2.1 ต้องปลดอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชาก(Surge Protection Device : SPD) จากหน่วยจ่ายกลางเก่า และเก็บงานให้เรียบร้อย โดยวัสดุอุปกรณ์ไม่ชำรุดเสียหาย เพื่อนำมาติดตั้งที่ อาคารแพทย์แผนไทย
4.2.2 การติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากให้ต่อระบบกราวนด์ของระบบ หากบริเวณนั้นๆไม่มีระบบกราวนด์ให้ทำการติดตั้งใหม่ เพื่อให้อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4.2.3 อุปกรณ์ป้องกันนี้จะต้องประกอบกันอยู่ภายในกล่องที่แข็งแรง และมีฝาเปิด – ปิด ที่แข็งแรงพร้อมที่ล็อคฝาหรืออาจติดตั้งภายใน SDB หรือ DM ที่มีอยู่
4.3.4 กรณีที่ติดตั้งในกล่อง ตัวกล่องที่บรรจุอุปกรณ์ป้องกันนี้ ต้องมีขนาดที่เหมาะสมไม่เล็กหรือใหญ่เกินไป สามารถนำไปติดตั้งที่ผนังหรือตั้งพื้นได้โดยสะดวก
4.2.5 Housing หรือ Body ของตัวอุปกรณ์ป้องกันต้องทำด้วยพลาสติกชนิดไม่ติดไฟตามมาตรฐาน UL94V - 0 (Flame Resistance Plastic)

4.3 ท่อร้อยสายระบบกราวด์

4.3.1 ท่อร้อยสายกราวด์ภายในอาคาร ให้ใช้ท่อ EMT มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตามความเหมาะสมกับสายกราวด์
4.3.2 ท่อร้อยสายตัวนำหลักดิน ที่เดินจากภายนอกอาคารเข้าตัวอาคารให้ใช้ท่อ RSC มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตามความเหมาะสมกับสายตัวนำหลักดิน

กระทรวงสาธารณสุข
MINISTRY OF PUBLIC HEALTH
ศูนย์สนับสนุนบริการสุขภาพที่ 10
จังหวัดอุบลราชธานี
กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ
กระทรวงสาธารณสุข

โครงการ :
แบบแผนผังระบบไฟฟ้า
โรงพยาบาลหนองสูง

เจ้าของโครงการ :
โรงพยาบาลหนองสูง

สถานที่ตั้งโครงการ :
โรงพยาบาลหนองสูง

สถาปนิก :
วิศวกร งานโครงสร้าง & โยธา:
นายชัยพจน์ จันทร์อภิวัฒนา ภย. 67593
นายสุรพฤฒ ผิวเผื่อน ภย. 66732
วิศวกร ระบบไฟฟ้า :
นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ภฟท. 15779
วิศวกร เครื่องกล:
นาย ศิษฏ์พริษฐ์ พลตื้อ ภท. 39504
วิศวกร สิ่งแวดล้อม :
นางสาว สริตา สายสุข ภส. 4415
วิศวกร ระบบสุขาภิบาล :

เขียนแบบ :
นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ภฟท. 15779

แบบแสดง : โรงพยาบาลหนองสูง 01/2651

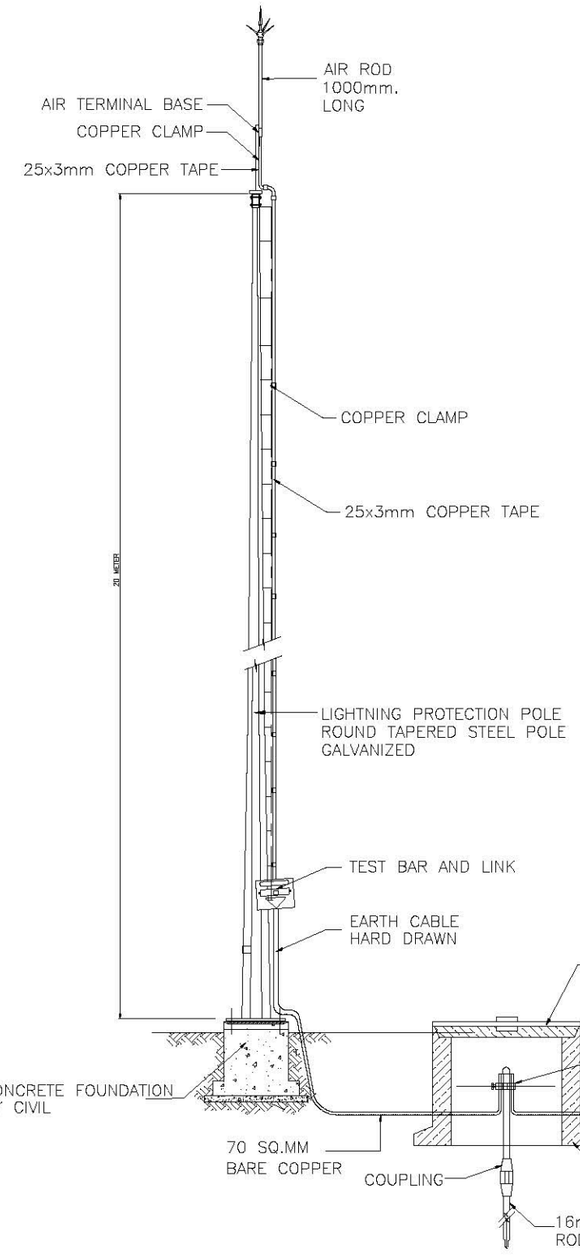
ELECTRICAL ABBREVIATIONS

วันที่ :

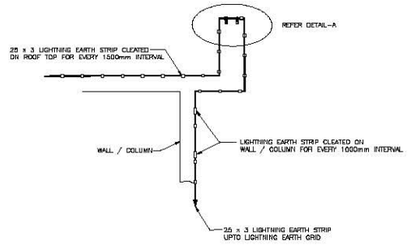
แผ่นที่ :	รวมแผ่น :
EE-04	6

THE OWNERSHIP OF THE COPYRIGHT IN THIS DRAWING IS RETAINED BY Health Service support branch office 10 Ubon ratthanee WHOSE CONSENT MUST BE OBTAINED BEFORE ANY USE OR REPRODUCTION OF THE DRAWING OR ANY PART THERE OF CAN MADE

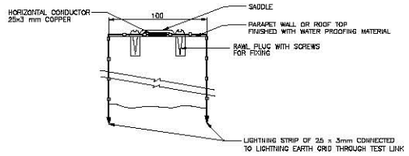
IMPORTANT: DO NOT SCALE THIS DRAWING ALL DIMENSION SHOULD BE CHECKED ON THE SITE



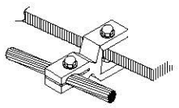
LIGHTNING PROTECTION POLE



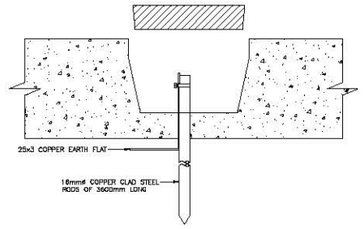
E-17 ELEVATION VIEW OF LAYING LIGHTNING STRIP ON ROOF TOP AND WALL



DETAIL-A

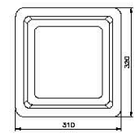


SUPPORT CLAMP

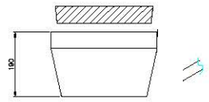


ELEVATION

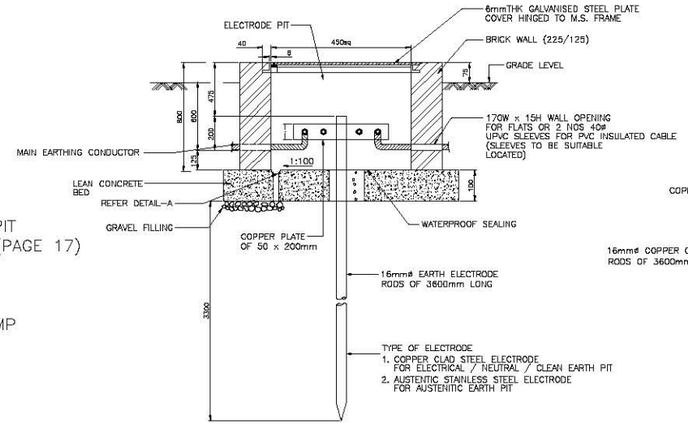
LIGHTNING EARTH PIT



CONCRETE EARTH HOUSING PLAN

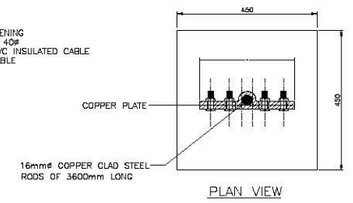


CONCRETE EARTH HOUSING SECTION

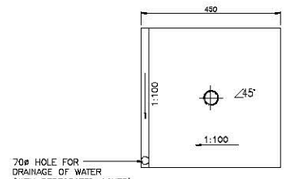


TYPICAL EARTH PIT

ELECTRICAL, CLEAN, NEUTRAL, AUSTENITIC EARTH PIT



PLAN VIEW



DETAIL-A

PLAN VIEW
FOR DRAINAGE OF WATER

กระทรวงสาธารณสุข
MINISTRY OF PUBLIC HEALTH
ศูนย์สนับสนุนบริการสุขภาพที่ 10
จังหวัดอุบลราชธานี
กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ
กระทรวงสาธารณสุข

โครงการ :

แบบแผนผังระบบไฟฟ้า

โรงพยาบาลหนองสูง

เจ้าของโครงการ :

โรงพยาบาลหนองสูง

สถานที่ตั้งโครงการ :

โรงพยาบาลหนองสูง

สถาปนิก :

วิศวกร งานโครงสร้าง & โยธา:

นายชัยพจน์ จันทร์อภิวัฒนา ภย. 67593

นายสุรพฤฒ ผิวเผื่อน ภย. 66732

วิศวกร ระบบไฟฟ้า :

นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ภฟก. 15779

วิศวกร เครื่องกล:

นาย ศิษฏ์พิริฐ์ พลตื้อ ภก. 39504

วิศวกร สิ่งแวดล้อม :

นางสาว สริตา สายสุข ภส. 4415

วิศวกร ระบบสุขาภิบาล :

เขียนแบบ :

นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ภฟก. 15779

แบบแสดง : โรงพยาบาลหนองสูง 01/2651

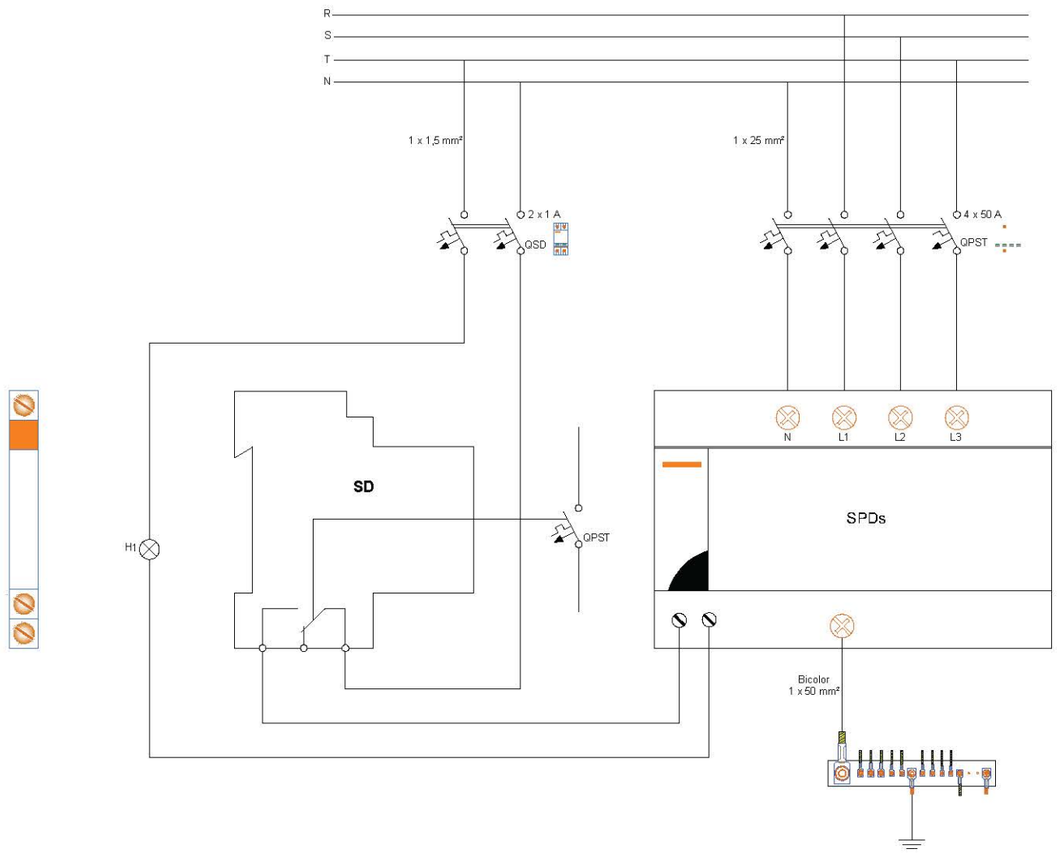
ELECTRICAL ABBREVIATIONS

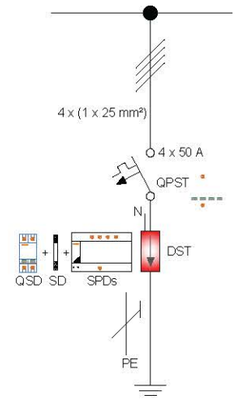
วันที่ :

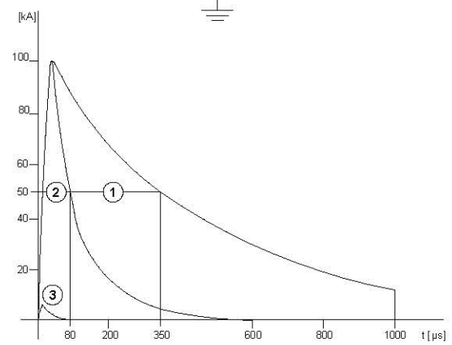
แผ่นที่ :	รวมแผ่น :
EE-05	6

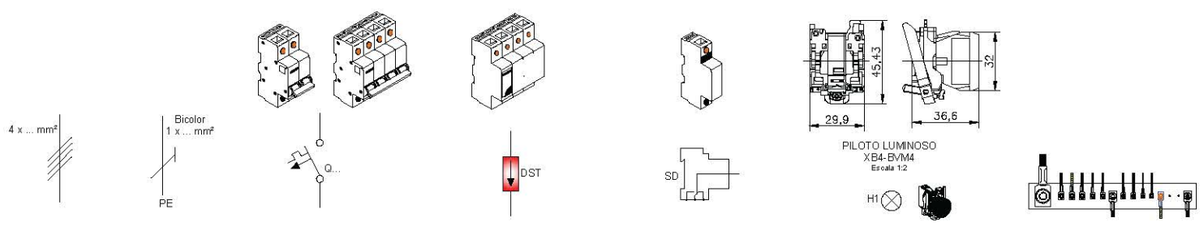
THE OWNERSHIP OF THE COPYRIGHT IN THIS DRAWING
IS RETAINED BY Health Service support branch office 10 Ubon ratchanee
WHOSE CONSENT MUST BE OBTAINED BEFORE ANY USE OR REPRODUCTION
OF THE DRAWING OR ANY PART THERE OF CAN MADE

IMPORTANT: DO NOT SCALE THIS DRAWING
ALL DIMENSION SHOULD BE
CHECKED ON THE SITE









ZONE OF PROTECTION	1	2	3
CYCLE	10/350	8/80	80/20
If [kA]	100	100	5
[Q As]	50	10	0,1
[W/R J/Ω]	2,5.10².10²	5.10².10²	4.10²

LIGHTNING SURGE PROTECTION SYSTEM

กระทรวงสาธารณสุข
MINISTRY OF PUBLIC HEALTH
ศูนย์สนับสนุนบริการสุขภาพที่ 10
จังหวัดอุบลราชธานี
กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ
กระทรวงสาธารณสุข

โครงการ :

แบบแผนผังระบบไฟฟ้า

โรงพยาบาลหนองสูง

เจ้าของโครงการ :

โรงพยาบาลหนองสูง

สถานที่ตั้งโครงการ :

โรงพยาบาลหนองสูง

สถาปนิก :

วิศวกร งานโครงสร้าง & โยธา:

นายชัยพจน์ จันทร์อภิวัฒนา ภย. 67593

นายสุรพฤฒ ผิวเผื่อน ภย. 66732

วิศวกร ระบบไฟฟ้า :

นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ภฟท. 15779

วิศวกร เครื่องกล:

นาย ศิษฏ์พิษฐ์ พลตื้อ ภท. 39504

วิศวกร สิ่งแวดล้อม :

นางสาว ศริดา สายสุข ภส. 4415

วิศวกร ระบบสุขาภิบาล :

เขียนแบบ :

นายทรงวุฒิ ชุมสวัสดิ์ ภฟท. 15779

แบบแสดง : โรงพยาบาลหนองสูง 01/2651

ELECTRICAL ABBREVIATIONS

วันที่ :

แผ่นที่ :	รวมแผ่น :
EE-06	6

THE OWNERSHIP OF THE COPYRIGHT IN THIS DRAWING
IS RETAINED BY Health Service support branch office 10 Ubon ratthane
WHOSE CONSENT MUST BE OBTAINED BEFORE ANY USE OR REPRODUCTION
OF THE DRAWING OR ANY PART THERE OF CAN MADE

IMPORTANT: DO NOT SCALE THIS DRAWING
ALL DIMENSION SHOULD BE
CHECKED ON THE SITE

๓.๖ จัดทำประมาณราคา

จัดทำประมาณราคาเพื่อให้เหมาะกับงบประมาณที่โรงพยาบาลได้รับจัดสรรมา เมื่อจัดทำรายละเอียดพร้อมเขียนแบบระบบป้องกันฟ้าผ่างานติดตั้งการป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) อาคารผู้ป่วยนอกเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปจัดทำประมาณราคาดังนี้

แบบ ปร.4 แผ่นที่ ..1../...2..

แบบแสดงรายการ ปริมาณงาน และราคา

ชื่อโครงการ/งานก่อสร้าง งานปรับปรุงระบบปรับปรุงระบบป้องกันฟ้าผ่าและไฟกระชาก โรงพยาบาลหนองสูง จำนวน 2 งาน

สถานที่ก่อสร้าง โรงพยาบาลหนองสูง แบบเลขที่

หน่วยงานเจ้าของโครงการ/งานก่อสร้าง โรงพยาบาลหนองสูง

คำนวณราคากลางโดย สบส 10 อุบลฯ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ เมื่อวันที่ เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2561

หน่วย : บาท

ลำดับ	รายการ	หน่วย	จำนวน	ค่าวัสดุ		ค่าแรงงาน		ยอดรวมค่าวัสดุ
				ต่อหน่วย	เป็นเงิน	ต่อหน่วย	เป็นเงิน	และค่าแรงงาน
1	ระบบป้องกันฟ้าผ่า							
1.1	หัวล่อฟ้า (AIR TERMINAL) EARLY STREAMER EMISSION Rp 100 m	1	ชุด	100000.00	100000.00	5000.00	5000.00	105000.00
1.2	งานติดตั้งเสาและอุปกรณ์รองรับ ระบบ ESE	1	งาน	12000.00	12000.00	30000.00	30000.00	42000.00
1.3	BARE COPPER 70 SQ.mm	100	เมตร	327.00	32700.00	90.00	9000.00	41700.00
1.4	TEST BOX & GROUND DEVICE	1	ชุด	5550.00	5550.00	2000.00	2000.00	7550.00
1.5	อุปกรณ์ประกอบการติดตั้ง (วัสดุ + แรงงาน)	1	งาน	6500.00	6500.00	0.00	0.00	6500.00
	รวม 1				156,750.00		46000.00	202750.00

หมายเหตุ 1.ราคาวัสดุอุปกรณ์และการติดตั้งนี้ได้ประมาณจากค่าเฉลี่ยที่ผู้จำหน่ายสินค้าได้เสนอขายทั่วไป และจากที่ได้ใช้ดำเนินการมาแล้ว
2.รายการที่เสนอให้ปรับปรุงนี้ทางโรงพยาบาลสามารถปรับลดหรือเพิ่มเติมอุปกรณ์ที่จะใช้งานได้ในส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกับงานระบบ เพื่อให้เหมาะสมกับงบประมาณที่โรงพยาบาลจะลงทุน
3.โรงพยาบาลควรประสานวิศวกรไฟฟ้าเพื่อรับรองรายการงานแบบ เนื่องจากเป็นวิชาชีพเฉพาะตำแหน่ง เพื่อให้เป็นไปตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรี ว่าด้วยการพัสดุ พ.ศ 2535

แบบ ปร.4 แผ่นที่ ..2.../...2..

แบบแสดงรายการ ปริมาณงาน และราคา

ชื่อโครงการ/งานก่อสร้าง งานปรับปรุงระบบปรับปรุงระบบป้องกันฟ้าผ่าและไฟกระชาก โรงพยาบาลหนองสูง จำนวน 2 งาน

สถานที่ก่อสร้าง โรงพยาบาลหนองสูง แบบเลขที่

หน่วยงานเจ้าของโครงการ/งานก่อสร้าง โรงพยาบาลหนองสูง

คำนวณราคากลางโดย สบส 10 อุบลฯ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ เมื่อวันที่ เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2561

หน่วย : บาท

ลำดับ	รายการ	หน่วย	จำนวน	ค่าวัสดุ		ค่าแรงงาน		ยอดรวมค่าวัสดุ
				ต่อหน่วย	เป็นเงิน	ต่อหน่วย	เป็นเงิน	และค่าแรงงาน
2	ระบบป้องกันไฟกระชาก							
2.1	SPD ตู้ควบคุมไฟฟ้าหลักอาคารอำนวยการ ขนาด 3P 4W+G 100 kA มี Surge	1	ชุด	75000.00	75000.00	5000.00	5000.00	80000.00
2.2	งานติดตั้งอุปกรณ์รองรับ ระบบ SURGE	1	งาน	3000.00	3000.00	1500.00	1500.00	4500.00
2.3	BARE COPPER 50 SQ.mm	15	เมตร	229.00	3435.00	90.00	1350.00	4785.00
2.4	TEST BOX & GROUND DEVICE	1	ชุด	5500.00	5500.00	1000.00	1000.00	6500.00
2.5	อุปกรณ์ประกอบการติดตั้ง (วัสดุ + แรงงาน)	1	งาน	2000.00	2000.00	0.00	0.00	2000.00
	รวม 2				88,935.00		8,850.00	97,785.00
	รวม 1 + 2				245,685.00		54,850.00	300,535.00

หมายเหตุ 1.ราคาวัสดุอุปกรณ์และการติดตั้งนี้ได้ประมาณจากค่าเฉลี่ยที่ผู้จำหน่ายสินค้าได้เสนอขายทั่วไป และจากที่ได้ใช้ดำเนินการมาแล้ว
2.รายการที่เสนอให้ปรับปรุงนี้ทางโรงพยาบาลสามารถปรับลดหรือเพิ่มเติมอุปกรณ์ที่จะใช้งานได้ในส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกับงานระบบ เพื่อให้เหมาะสมกับงบประมาณที่โรงพยาบาลจะลงทุน
3.โรงพยาบาลควรประสานวิศวกรไฟฟ้าเพื่อรับรองรายการงานแบบ เนื่องจากเป็นวิชาชีพเฉพาะตำแหน่ง เพื่อให้เป็นไปตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรี ว่าด้วยการพัสดุ พ.ศ 2535

บทที่ ๔
สรุปผลการดำเนินการ

๔.๑ ผลสำเร็จของงานเชิงปริมาณ

เป็นงานตามขอบเขตวิศวกรรมควบคุม ด้านวิศวกรรมไฟฟ้า ดังต่อไปนี้

(๑) รายงานผลการตรวจสอบ และข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงแก้ไขระบบป้องกันฟ้าผ่า และการป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) ที่ติดตั้งภายในโรงพยาบาลหนองสูง

(๒) แบบติดตั้งปรับปรุงแก้ไขระบบป้องกันฟ้าผ่าและการป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) ครอบคลุมในส่วนอาคารรักษาพยาบาล โรงพยาบาลหนองสูง

(๓) รายการประมาณราคาระบบการปรับปรุงแก้ไขระบบป้องกันฟ้าผ่าและการป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) ครอบคลุมในส่วนอาคารรักษาพยาบาล โรงพยาบาลหนองสูง

(๔) ข้อกำหนด ขอบเขต สำหรับติดตั้งระบบการปรับปรุงแก้ไขระบบป้องกันฟ้าผ่าและการป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) ครอบคลุมในส่วนอาคารรักษาพยาบาล โรงพยาบาลหนองสูง

๔.๒ ผลสำเร็จของงานเชิงคุณภาพ

(๑) โรงพยาบาลหนองสูง มีระบบป้องกันฟ้าผ่าและการป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) ที่สามารถรองรับความเสี่ยงจากการเกิดฟ้าผ่า

(๒) โรงพยาบาลหนองสูง มีการติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าและการป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) ที่ถูกต้องตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (ว.ส.ท.)

(๓) แบบติดตั้ง และรายการประมาณราคาเป็นไปตามความต้องการของโรงพยาบาลหนองสูง

๔.๓. การนำไปใช้ประโยชน์

การนำผลงานไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงแนวทางการดำเนินงาน โรงพยาบาลหลายแห่งสามารถนำแบบงานติดตั้ง รายการประมาณราคา และ คุณลักษณะเฉพาะฯ นำไปประยุกต์ใช้งาน หากมีความต้องการปรับปรุงระบบไฟฟ้าภายในโรงพยาบาล และเพื่อสร้างองค์ความรู้ บรรทัดฐานทางวิศวกรรมไฟฟ้า ที่เกี่ยวข้องกับสถานพยาบาลให้กับ วิศวกรไฟฟ้า หรือ นายช่าง และผู้เกี่ยวข้อง สามารถใช้เป็นตัวอย่างในการดำเนินการในด้านงานออกแบบ งานติดตั้ง งานปรับปรุงระบบไฟฟ้าภายในโรงพยาบาลต่อไปในอนาคต และเกิดประโยชน์ต่อประชาชน ผู้รับบริการ และสังคม ด้วยมาตรฐานทางวิศวกรรมไฟฟ้าในสถานพยาบาล มีความปลอดภัย สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีผลต่อการพัฒนางานทั้งทางตรงและทางอ้อม และโรงพยาบาลมีระบบป้องกันฟ้าผ่าที่สามารถรองรับความเสี่ยงจากการเกิดฟ้าผ่า และมีการติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าที่ถูกต้องตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (ว.ส.ท.)

บทที่ ๕
ปัญหา อุปสรรค ข้อเสนอแนะ

๕.๑ ความยุ่งยากในการดำเนินการ /ปัญหา/อุปสรรค

(๑) ระบบป้องกันฟ้าผ่า และระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วขณะ (SURGE) ภายในโรงพยาบาลหนองสูง ดั้งเดิมไม่มีระบบนี้ ทำให้ยุ่งยากต่อการสำรวจและออกแบบ

(๒) ต้องสำรวจและคัดแยกอุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดปัญหากับระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าเพื่อการควบคุม

(๓) ต้องจัดระบบไฟฟ้าในบางส่วนของอาคารเพื่อรองรับการใช้งานเครื่องมือแพทย์ ชนิด ที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบไฟฟ้า

(๔) ต้องมีความเข้าใจอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของระบบไฟฟ้า

(๕) ต้องมีความรู้ความเข้าใจระบบไฟฟ้าและสามารถวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นได้

(๖) ต้องแก้ปัญหาที่เกิดจากความผิดปกติในระบบไฟฟ้าจากการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าได้

(๗) มีความรู้ความเข้าในการออกแบบปรับปรุงระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าแห่งประเทศไทย และมาตรฐานออกแบบและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พ.ศ. ๒๕๖๑

(๘) ทางโรงพยาบาลระบุการใช้งบประมาณต่ำ และไม่สามารถติดตั้งระบบอื่น ๆ ที่มีมาตรฐานที่รองรับได้ดีกว่าได้

๕.๒ ข้อเสนอแนะ

(๑) ควรมีการตรวจสอบระบบป้องกันฟ้าผ่าทั้งภายใน และภายนอกอาคารอย่างน้อยปีละครั้ง เพื่อความปลอดภัยของบุคคลที่ใช้อาคารและระบบภายในอาคารให้มีความปลอดภัยมาก ยิ่งขึ้น

(๒) ควรให้ผู้ดูแลระบบป้องกันฟ้าผ่าเข้าอบรมหลักสูตรการบำรุงรักษาระบบป้องกันฟ้าผ่า

(๓) ควรมีการบันทึกข้อมูลแบบแปลนทั้งในส่วนของงานโครงสร้างและงานวิศวกรรมระบบเพื่อให้ผู้ออกแบบสามารถนำไปใช้ต่อได้ทันทีโดยไม่ต้องเริ่มต้นเขียนรูปแบบใหม่ เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้สะดวก รวดเร็ว มากยิ่งขึ้น

(๔) หากมีงบประมาณที่เพียงพอ ควรปรับเปลี่ยนใช้ระบบป้องกันฟ้าผ่า ชนิด Faraday Cage โดยใช้วิธีการคำนวณแบบ ทรงกลมกลิ้ง

(๕) ควรมีการบันทึกข้อมูลแบบแปลนทั้งในส่วนของงานโครงสร้างและงานวิศวกรรมระบบเพื่อให้ผู้ออกแบบสามารถนำไปใช้ต่อได้ทันทีโดยไม่ต้องเริ่มต้นเขียนรูปแบบใหม่ เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้สะดวก รวดเร็ว มากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

๑. คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. ๒๕๕๓. มาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่า ภาคที่ ๑ ข้อกำหนดทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ ๑. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

๒. คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. ๒๕๕๗. มาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่า ภาคที่ ๒ การบริหารความเสี่ยง. พิมพ์ครั้งที่ ๒. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

๓. คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. ๒๕๕๓. มาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่า ภาคที่ ๓ ความเสียหายทางกายภาพต่อสิ่งปลูกสร้างและอันตรายต่อชีวิต. พิมพ์ครั้งที่ ๑. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

๔. คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. ๒๕๕๓ มาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่า ภาคที่ ๔ ระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ภายในสิ่งปลูกสร้าง. พิมพ์ครั้งที่ ๑. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

๕. ลือชัย ทองนิล. เข้าถึงได้จาก : http://www.temcathai.com/download/Data-Temca-๒๐๑๗-File-๐๓/๐๓.Luechai.pdf. (วันที่สืบค้นข้อมูล : ๑ สิงหาคม ๒๕๖๒).

๖. ศิริภิญญา ฉิมงาม ,พีระยศ แสนโภชน์ และ วีรวุฒิ กนกบรรณกร การปรับปรุงระบบป้องกันฟ้าผ่าในโรงงานผลิตเครื่องยนต์ดีเซล สาขาวิศวกรรมความปลอดภัย (ภาคพิเศษ) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

๗. หนังสือปัญหาเทคนิคด้านคุณภาพไฟฟ้าอุตสาหกรรม การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ภาคผนวก ก.

ข้อมูลผู้นำเสนอและประวัติการฝึกอบรมพัฒนาตนเองด้านวิศวกรรมไฟฟ้า

ข้อมูลผู้นำเสนอ

ชื่อ นายทรงวุฒิ ชื่อสกุล ชุมสวัสดิ์ อายุ ๕๐ ปี สัญชาติ ไทย

ที่อยู่ปัจจุบัน เลขที่ ๔๔ ซอยอุปลีสาน ๒ ถนน อุปลีสาน ตำบล ในเมือง อำเภอ เมือง อุบลราชธานี จังหวัด อุบลราชธานี รหัสไปรษณีย์ ๓๔๐๐๐ โทรศัพท์ ๐๖๑-๐๒๙-๑๗๗๑

EMAIL : song_๙๙๙@hotmail.com

ประวัติการศึกษา มัธยมศึกษา โรงเรียน ภปร. ราชวิทยาลัยฯ นครปฐม (ปี ๒๕๓๐)

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง ม. เอเชียอาคเนย์ (ปี ๒๕๓๓)

วิศวกรรมไฟฟ้า สาขาไฟฟ้ากำลัง ม.เอเชียอาคเนย์ (ปี ๒๕๓๙)

ที่ทำงานปัจจุบัน กลุ่มงานวิชาการและมาตรฐานระบบบริการสุขภาพ ศูนย์สนับสนุนบริการสุขภาพที่ ๑๐ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข ตำแหน่ง วิศวกรไฟฟ้าปฏิบัติการ ที่อยู่ ศูนย์สนับสนุนบริการสุขภาพที่ ๑๐ ที่ตั้ง ถนนโรงเรียนอุบลปัญญานุกูล อำเภอเมืองอุบลราชธานี จังหวัด อุบลราชธานี รหัสไปรษณีย์ ๓๔๐๐๐ โทรศัพท์/โทรสาร ๐๔๕-๒๕๑๗๔๙ /๐๔๕-๒๕๑๗๔๘

ได้รับใบอนุญาตระดับ สามัญวิศวกรไฟฟ้า ๖๓๑๕ ตั้งแต่วันที่ ๑๑ กรกฎาคม ๒๕๖๓ ถึง วันที่ ๑๐ กรกฎาคม ๒๕๖๘

ประสบการณ์การทำงาน - เจ้าพนักงานโสตทัศนศึกษา วิทยาลัยแพทย์ศาสตร์กรุงเทพมหานครและวชิรพยาบาล เป็นเวลา ๓ ปี (๒๕๔๖-๒๕๔๙)

- อาจารย์ประจำช่างไฟฟ้ากำลัง โรงเรียนเทคโนโลยีหมู่บ้านครู เป็นเวลา ๑๑ ปี (๒๕๓๕-๒๕๔๖)

- วิทยากรพิเศษเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ และ ช่างซ่อมคอมพิวเตอร์ โรงเรียนฝึกอาชีพ กรุงเทพมหานคร (ดินแดง ๑) เป็นเวลา ๓ ปี (๒๕๔๖-๒๕๔๙)

-ตรวจสอบระบบไฟฟ้า ในโรงงาน และวิศวกรรมความปลอดภัยในโรงพยาบาล เป็นเวลา ๑๗ ปี (๒๕๔๖-ปัจจุบัน)

-ตรวจสอบ,ออกแบบ ติดตั้ง ระบบไฟฟ้า ,ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ เป็นเวลา ๒๔ ปี (๒๕๓๙-ปัจจุบัน)

ผลงานวิชาการที่สำคัญ ๑. รางวัลชนะเลิศอันดับที่ ๒ การอนุรักษ์พลังงาน (PEAK DEMAND LOAD MANAGEMENT) การประชุมวิชาการกองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ ๒๕๕๐

๒. หัวหน้าโครงการวิจัย วช. ประจำปีงบประมาณ ๒๕๕๖ “การศึกษาปัญหาผลกระทบที่มีต่อสมรรถนะด้านการใช้เครื่องติดตามสัญญาณชีพในหอผู้ป่วยหนัก จากการใช้ระบบไฟฟ้าสำรองของโรงพยาบาลในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง”

ประวัติการฝึกอบรมพัฒนาตนเองด้านวิศวกรรมไฟฟ้า

๑. หลักสูตร “การตรวจสอบและควบคุมกำกับระบบภายในอาคารโรงพยาบาล ตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ จัดโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมป์ ระหว่างวันที่ ๒-๓ เมษายน ๒๕๕๘ และได้รับรองจากสภาวิศวกรให้มีจำนวน PDUพัฒนา จำนวน ๑๘ PDU รหัสกิจกรรม ๑๐๓-๐๐-๒๐๐๑-๐๐/๕๘๐๔-๐๐๑

๒. หลักสูตร การอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การป้องกันฟ้าผ่า โดย คุณสุวิทย์ ศรีสุข วิศวกรไฟฟ้า-ที่ปรึกษาอิสระ จัดโดยสมาคมช่างเหมาไฟฟ้าและเครื่องกลไทย วันที่ ๑๖ พฤศจิกายน ๒๕๖๑ เวลา ๐๙.๐๐-๑๖.๐๐ น. ณ ห้องประชุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

๓. หลักสูตร การสัมมนาพิเศษทางวิชาชีพในหัวข้อ เส้นทางก้าวสู่ผู้ตรวจสอบระบบไฟฟ้าตามกฎหมาย “อย่างมืออาชีพ” จัดโดยชมรมผู้ตรวจสอบระบบไฟฟ้า (ESIC) ในวันที่ ๑๙ พฤษภาคม ๒๕๖๒ เวลา ๐๘.๓๐ - ๑๖.๑๕ น. ณ ห้องประชุม มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ กรุงเทพฯ

๔. การสัมมนา เรื่อง “การเพิ่มพูนความรู้ทางวิศวกรรมไฟฟ้า” ในวันเสาร์ ๓ สิงหาคม ๒๕๖๒ เวลา ๐๘.๓๐ - ๑๖.๑๕ น. ณ ห้องเจ้าพระยาบอลรูม โรงแรมเจ้าพระยา ถ.รัชดา กรุงเทพฯ (จำนวน ๙ PDU)

๕. สัมมนาแนะนำการเตรียมความพร้อมเพื่อขอรับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม ระดับสามัญวิศวกรและระดับวุฒิวิศวกร และการเพิ่มพูนความรู้ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ในวันเสาร์ ๕ ตุลาคม ๒๕๖๒ เวลา ๐๘.๓๐ - ๑๖.๐๐ น. ณ ห้องประชุมพรรณศิริ ชั้น ๑ โรงแรมเดอะพรรณราย จังหวัดอุดรธานี (จำนวน ๖ PDU)

๖. ร่วมเป็นวิศวกรอาสาร่วมลงพื้นที่ช่วยเหลือและฟื้นฟูผู้ประสบภัย จากวิกฤตการณ์อุทกภัยในเขตพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี ในวันที่ ๙-๑๒ ตุลาคม ๒๕๖๒ ณ จังหวัดอุบลราชธานี (จำนวน ๒๐ PDU)

หลักสูตร “การประมาณราคางานระบบไฟฟ้าสื่อสารสำหรับงานอาคาร”จัดโดย สมาคมช่างเหมาไฟฟ้าและเครื่องกลไทยคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิศวกรที่ปรึกษาเครื่องกลและไฟฟ้าไทย ในวันที่ ๓๑ ตุลาคม ๒๕๖๒ (จำนวน ๙ PDU)

๗. หลักสูตร “ผู้ตรวจสอบอาคาร ตามกฎหมายตรวจสอบสภาพอาคาร ประจำปี ๒๕๖๓ สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ร่วมกับ สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์ วันที่ ๖-๒๘ มีนาคม ๒๕๖๓ (จำนวน ๙๘ PDU)

ภาคผนวก ข.

คำสั่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

โรงพยาบาลหนองสูง

ที่ ๓๐/๒๕๖๒

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการตรวจรับระบบสายล่อฟ้า และSurge Protection

---

เพื่อให้การปฏิบัติงานด้านการควบคุม ติดตั้ง และตรวจรับระบบสายล่อฟ้า และSurge Protection ของโรงพยาบาลหนองสูง เป็นไปด้วยความเรียบร้อย เหมาะสม และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น จึงขอแต่งตั้งผู้มีรายชื่อ และตำแหน่ง ดังต่อไปนี้ เป็นคณะกรรมการ

๑. นางทองศรี กลางประพันธ์ ตำแหน่ง พยาบาลวิชาชีพ ชำนาญการ
๒. นายทำนอง กลางประพันธ์ ตำแหน่ง พยาบาลวิชาชีพ ชำนาญการ
๓. นายทรงวุฒิ ขุมสวัสดิ์ ตำแหน่ง วิศวกรไฟฟ้า ปฏิบัติการ

ทั้งนี้ ตั้งแต่วันที่ ๒๓ พฤษภาคม ๒๕๖๒

สั่ง ณ วันที่ ๑๗ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๒

(นายบัณฑิตย์ ไชยอุป)
นายแพทย์ ชำนาญการ รักษาการในตำแหน่ง
ผู้อำนวยการโรงพยาบาลหนองสูง