โครงการ
งานตรวจสอบระบบป้องกันฟ้าผ่าภายในโรงพยาบาล และ
งานออกแบบติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า
สำหรับอาคารพักพยาบาล ๒๔ ห้อง (๑๒ ครอบครัว)
โรงพยาบาลพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี

จัดทำโดย
นายภัทร์ธีนันท์ ไชยวัฒน์
ตำแหน่ง วิศวกรไฟฟ้าปฏิบัติการ
สำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขต ๑๑ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

สารบัญ

บทที่ ๑ บทนำ **๑**
๑.๑ ความเป็นมา ๑
๑.๒ วัตถุประสงค์ ๑
๑.๓ ขอบเขต ๑
๑.๔ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ๑
บทที่ ๒ แนวคิด ทฤษฎี ความรู้ทางวิชาการหรือแนวคิดที่ใช้ในการดำเนินการ **๒**
๒.๑ การเกิดฟ้าผ่า ๒
๒.๒ อันตรายจากฟ้าผ่า ๒
๒.๓ ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก ๒
๒.๓.๑ การใช้งานระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก ๒
๒.๓.๒ การเลือกระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก ๓
๒.๓.๓ การใช้องค์ประกอบโดยธรรมชาติ ๓
๒.๔ ระบบตัวนำล่อฟ้า ๓
๒.๔๑ การจัดวางตำแหน่งระบบตัวนำล่อฟ้าเมื่อใช้วิธีมุมป้องกัน ๔
๒.๔.๒ การจัดวางตำแหน่งระบบตัวนำล่อฟ้าเมื่อใช้วิธีทรงกลมกลิ้ง ๗
๒.๔.๓ การจัดวางตำแหน่งระบบตัวนำล่อฟ้าเมื่อใช้วิธีตาข่าย ๘
๒.๕ ระบบตัวนำลงดิน ๘
๒.๕.๑ การจัดวางตำแหน่งตัวนำลงดินของระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกแยกอิสระ ๘
๒.๕.๒ การจัดวางตำแหน่งตัวนำลงดินของระบบป้องกันฟ้าผ่าไม่แยกอิสระ ๘
๒.๕.๓ การติดตั้ง ๙
๒.๖ องค์ประกอบของระบบป้องกันฟ้าผ่า ๙
๒.๖.๑ การจับยึด ๑๐
๒.๖.๒ การต่อ ๑๐
๒.๖.๓ รูปแบบและพื้นที่หน้าตัด ๑๐
๒.๖.๔ ระบบรากสายดิน ๑๑
๒.๗ ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายใน ๑๒
๒.๗.๑ อุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกิน (Surge Protection Device : SPD) ๑๒
๒.๗.๒ การต่อประสาน (Bonding) ๑๓
๒.๗.๓ การกำบัง (Shielding) ๑๓
๒.๘ มาตรการป้องกันอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตเนื่องจากแรงดันสัมผัสและแรงดันช่วงก้าว ๑๔
๒.๘.๑ มาตรการป้องกันอันตรายเนื่องจากแรงดันสัมผัส ๑๔
๒.๘.๒ มาตรการป้องกันอันตรายเนื่องจากแรงดันช่วงก้าว ๑๔

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ ๓ สรุปสาระสำคัญ และขั้นตอนการดำเนินการ ๑๕
๓.๑ สาระสำคัญของงาน ๑๕
๓.๒ ขั้นตอนการดำเนินการ ๑๕
๓.๒.๑ ตรวจสอบระบบป้องกันฟ้าผ่าที่ติดตั้งภายในโรงพยาบาล ๑๕
๑. ตรวจสอบความต้านทานดินของระบบป้องกันฟ้าผ่า ๑๕
๒. ตรวจสอบสายตัวนำลงดิน ๑๗
๓.๒.๒ การออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่า ๑๘
๑. สำรวจพื้นที่หน้างานเพื่อรวบรวมข้อมูล ๑๘
๒. ออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่า ๑๘
๓. จัดทำรายละเอียดพร้อมเขียนแบบระบบป้องกันฟ้าผ่า ๑๙
๔. จัดทำประมาณราคา ๒๒
๕. จัดส่งรายละเอียดทั้งหมดที่ได้ดำเนินการให้กับโรงพยาบาล ๒๓
บทที่ ๔ สรุปผลการดำเนินการ ๒๔
๔.๑ ผลสำเร็จของงานเชิงปริมาณ ๒๔
๔.๒ ผลสำเร็จของงานเชิงคุณภาพ ๒๔
๔.๓ การนำไปใช้ประโยชน์ ๒๔
บทที่ ๕ ปัญหา อุปสรรค ข้อเสนอแนะ ๒๕
๕.๑ ความยุ่งยากในการดำเนินการ /ปัญหา/อุปสรรค ๒๕
๕.๒ ข้อเสนอแนะ ๒๕
เอกสารอ้างอิง ๒๖
ภาคผนวก ๒๗

บทที่ ๑
บทนำ

๑.๑ ความเป็นมา

ปัจจุบันโรงพยาบาลพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีการก่อสร้างอาคารพักพยาบาล ๒๔ ยูนิต จำนวน ๑ หลัง ซึ่งการก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เป็นอาคาร ๓ ชั้น ไม่มีระบบป้องกันฟ้าผ่า ซึ่งทางโรงพยาบาลเห็นว่าอาจจะเกิดความเสี่ยงต่อการเกิดฟ้าผ่าต่ออาคารดังกล่าวได้ เพื่อการแก้ปัญหาดังกล่าว ทางโรงพยาบาลจึงได้ขอสนับสนุนบุคลากร จากสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขต ๑๑ จังหวัดสุราษฎร์ธานี เข้ามาดำเนินการสำรวจเพื่อในการออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่าของอาคารพักพยาบาล ๒๔ ยูนิต และตรวจสอบระบบป้องกันฟ้าผ่าในส่วนอื่นๆที่ติดตั้งภายในโรงพยาบาล

ผู้จัดทำจึงได้เข้าทำการสำรวจอาคารพักพยาบาล ๒๔ ยูนิต เพื่อทำการออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่า และตรวจสอบระบบป้องกันฟ้าผ่าในส่วนอื่นๆที่ติดตั้งภายในโรงพยาบาล เพื่อให้สามารถรองรับความเสี่ยงจากการเกิดฟ้าผ่าภายในโรงพยาบาล และเพื่อให้การติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าถูกต้องตามมาตรฐาน และข้อกำหนดของระบบป้องกันฟ้าผ่า

๑.๒ วัตถุประสงค์

๑. เพื่อให้โรงพยาบาลมีระบบป้องกันฟ้าผ่าที่สามารถรองรับความเสี่ยงจากการเกิดฟ้าผ่า

๒. เพื่อตรวจสอบระบบป้องกันฟ้าผ่าที่ติดตั้งภายในโรงพยาบาล ให้ถูกต้องตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (ว.ส.ท.)

๓. เพื่อป้องกันความเสียหายต่อระบบไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในโรงพยาบาล

๑.๓ ขอบเขต

๑. สำรวจ และตรวจสอบระบบป้องกันฟ้าผ่าที่ติดตั้งภายในโรงพยาบาล

๒. สำรวจอาคารพักพยาบาล ๒๔ ยูนิต

๓. ออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคารพักพยาบาล ๒๔ ยูนิต

๔. จัดทำรายการประมาณราคาระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคารพักพยาบาล ๒๔ ยูนิต

๕. จัดทำรายละเอียดข้อกำหนดต่างๆ ของระบบป้องกันฟ้าผ่า

๑.๔ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

๑. โรงพยาบาลมีระบบป้องกันฟ้าผ่าที่สามารถรองรับความเสี่ยงจากการเกิดฟ้าผ่า

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

๓. สามารถป้องกันความเสียหายต่อระบบไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในโรงพยาบาล

บทที่ ๒
แนวคิด ทฤษฎี ความรู้ทางวิชาการหรือแนวคิดที่ใช้ในการดำเนินการ

ในการตรวจสอบ และออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่าจำเป็นต้องรู้ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องเบื้องต้น ได้แก่ การเกิดฟ้าผ่า และระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับสิ่งปลูกสร้าง เพื่อนำทฤษฎีไปใช้ในการประกอบการตัดสินใจ การตรวจสอบ และออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังต่อไปนี้

๒.๑ การเกิดฟ้าผ่า

ฟ้าผ่าเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งเป็นการดิสชาร์จกระแสสูง 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 ร่างกายของคนจะเป็นเส้นทางที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านลงสู่พื้นดินและทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมร่างกายเป็นเหตุให้เกิดการเผาไหม้ของร่างกายได้

(๒) ฟ้าผ่าด้านข้าง (Side flash) โดยธรรมชาติแล้วฟ้าผ่าจะลงสิ่งที่สูงเด่นกว่าสิ่งอื่นทั้งนี้เนื่องจากฟ้าผ่าลงต้นไม้ กระแสไฟฟ้าไหลลงมาตามต้นไม้ลงสู่ดินนั้นทำให้ต้นไม้มีศักย์ไฟฟ้าสูงเพียงพอที่จะทำให้เกิดการเบรกดาวน์ผ่านช่องว่างอากาศระหว่างต้นไม้กับคน ส่วนใหญ่จะเป็นที่บริเวณศีรษะซึ่งเป็นลักษณะของฟ้าผ่าด้านข้างไปสู่คน

(๓) แรงดันไฟฟ้าช่วงก้าว (Step voltage) เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลลงสู่พื้นดิน แพร่กระจายออกไปในดินซึ่งมีความต้านทานจะทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างจุดบนพื้นดิน โดยที่จุดสองจุดนั้นมีระยะห่างเท่ากับช่วงก้าวของคนหรือสัตว์ จะเกิดความต่างศักย์ระหว่างเท้าซ้ายกับเท้าขวาในขณะก้าว เป็นสาเหตุที่ทำให้สัตว์มีความรู้สึกไวต่อแรงดันไฟฟ้าช่วงก้าวมากกว่ามนุษย์ เนื่องจากสัตว์มีช่วงขากว้าง ประกอบกับมีขนาดร่างกายใหญ่โตกว่ามนุษย์จึงทำให้มีความต้านทานของร่างกายต่ำ

(๔) แรงดันไฟฟ้าสัมผัส (Touch voltage) หมายถึง ความต่างศักย์ระหว่างโลหะตัวนำ หรือโครงสร้างที่นำกระแสไหลผ่านลงไปสู่ดินที่คนหรือสัตว์จะมีโอกาสสัมผัสถึงกับดินที่ยืนอยู่

๒.๓ ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก

๒.๓.๑ การใช้งานระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก

ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกดักรับวาบฟ้าผ่าโดยตรงลงสิ่งปลูกสร้าง รวมทั้งวาบฟ้าผ่าเข้าสู่ด้านข้างสิ่งปลูกสร้าง และนำกระแสฟ้าผ่าจากจุดฟ้าผ่าลงสู่ดิน ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกยังมีหน้าที่กระจายกระแสไฟฟ้านี้ลงสู่ดินโดยไม่เกิดความเสียหายทางกลและทางความร้อน รวมทั้งไม่ทำให้เกิดประกายอันตรายที่อาจจุดชนวนให้เกิดไฟไหม้ หรือระเบิด

๒.๓.๒ การเลือกระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก

โดยส่วนใหญ่ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกอาจจะยึดติดกับสิ่งปลูกสร้างที่จะป้องกัน ระบบป้องกันภายนอกแบบแยกอิสระควรพิจารณาเลือกใช้เมื่อผลของความร้อนหรือระเบิด ณ จุดฟ้าผ่า หรือบนตัวนำที่มีกระแสฟ้าผ่าอาจก่อความเสียหายต่อสิ่งปลูกสร้างหรือสิ่งที่อยู่ภายใน ตัวอย่างเช่น สิ่งปลูกสร้างซึ่งมีสิ่งปกคลุมที่ติดไฟได้ สิ่งปลูกสร้างที่มีผนังที่ติดไฟได้และบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้หรือการระเบิด

ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกแยกอิสระอาจจะพิจารณาเลือกใช้เมื่อสิ่งที่อยู่ภายในสิ่งปลูกสร้างไม่สามารถรับระดับการรบกวนของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจากพัลส์กระแสฟ้าผ่าที่ไหลผ่านตัวนำลงดิน ทำให้ต้องลดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าโดยการใช้ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกแยกอิสระ

๒.๓.๓ การใช้องค์ประกอบโดยธรรมชาติ

องค์ประกอบโดยธรรมชาติที่ทำจากวัสดุตัวนำซึ่งคงอยู่ภายในหรือบนสิ่งปลูกสร้างตลอดเวลาและจะไม่มีการดัดแปลง (เช่น เหล็กเสริมแรงที่ต่อถึงกัน โครงโลหะของสิ่งปลูกสร้าง ฯลฯ) อาจใช้เป็นส่วนของระบบป้องกันฟ้าผ่าได้

การป้องกันฟ้าผ่าภายนอก คือการป้องกันความเสียหายอันเกิดจากฟ้าผ่าโดยตรงสู่อาคารซึ่งอาจเป็นเหตุให้เกิดไฟไหม้ อาคารแตกร้าวอันเนื่องจากพลังงานความร้อนจากฟ้าผ่าวิธีการป้องกันสามารถทำได้โดยใช้การติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า เช่น เสาล่อฟ้าเพื่อให้ฟ้าผ่าลงไปที่จุดที่ต้องการแล้วกระจายกระแสฟ้าผ่าลงดินอย่างปลอดภัยซึ่งย่อมต้องอาศัยการติดตั้งระบบรากสายดินที่ดีด้วยเช่นกัน ซึ่งประกอบด้วย

๒.๔ ระบบตัวนำล่อฟ้า

ระบบตัวนำล่อฟ้าสามารถประกอบด้วยการรวมกัน ใดๆ ขององค์ประกอบดังต่อไปนี้

๑. แท่งตัวนำ (รวมถึงเสาที่ตั้งอย่างอิสระ)
๒. สายตัวนำขึง
๓. ตัวนำแบบตาข่าย

แท่งตัวนำล่อฟ้าแต่ละแท่งควรต่อถึงกันที่ระดับหลังคาเพื่อให้แน่ใจว่ากระแสจะมีการแบ่งไหล

การจัดวางตำแหน่งระบบตัวนำล่อฟ้า

ส่วนประกอบของตัวนำล่อฟ้าที่ติดตั้งบนสิ่งปลูกสร้างต้องวางในตำแหน่งหัวมุม จุดที่เปิดโล่งและริมขอบ (โดยเฉพาะระดับบนของส่วนปิดหน้าอาคาร)

วิธีที่ยอมรับในการหาตำแหน่งระบบตัวนำล่อฟ้าได้แก่วิธีหนึ่งหรือหลายวิธีดังต่อไปนี้

- วิธีมุมป้องกัน
- วิธีทรงกลมกลิ้ง
- วิธีตาข่าย

วิธีมุมป้องกัน เหมาะสมกับอาคารที่มีรูปร่างง่ายๆแต่ขึ้นกับข้อจำกัดในเรื่องความสูงของตัวนำล่อฟ้า ตามที่กำหนดในตารางที่ ๒.๑

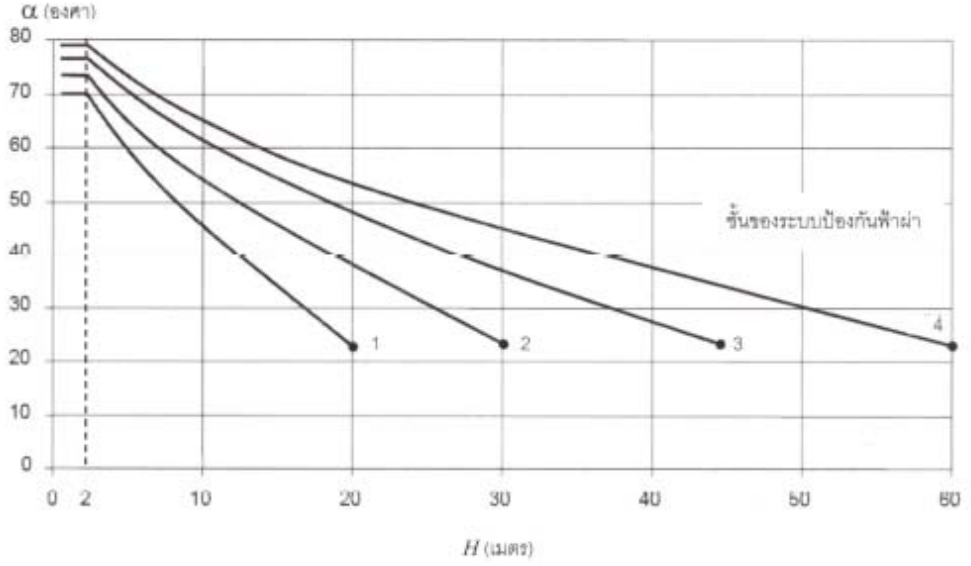
วิธีทรงกลมกลิ้ง สามารถใช้ได้ในทุกกรณี

วิธีตาข่าย เป็นวิธีป้องกันที่เหมาะสำหรับป้องกันพื้นผิวที่เป็นระนาบ

ค่ามุมป้องกัน รัศมีของทรงกลมกลิ้ง และขนาดตาข่าย สำหรับระบบป้องกันฟ้าผ่าแต่ละชั้น แสดงไว้ในตาราง ๒.๑

ตารางที่ ๒.๑ ค่าสูงสุดของรัศมีของทรงกลมกลิ้ง ขนาดตาข่าย และมุมป้องกัน ตามชั้นของระบบป้องกันฟ้าผ่า

ชั้นของระบบป้องกันฟ้าผ่า	วิธีป้องกัน		
	รัศมีของทรงกลมกลิ้ง r (เมตร)	ขนาดตาข่าย w (เมตร)	มุมป้องกัน α (องศา)
1	20	5 × 5	ดูกราฟด้านล่าง
2	30	10 × 10	
3	45	15 × 15	
4	60	20 × 20	



หมายเหตุ

1 ค่าที่เกินเลยเครื่องหมาย ● ในกราฟใช้วิธีมุมป้องกันไม่ได้ ให้ใช้วิธีทรงกลมกลิ้งหรือวิธีตาข่ายเท่านั้น

2 H คือ ความสูงของตัวนำล่อฟ้าเหนือพื้นที่ระนาบอ้างอิงของพื้นที่ที่จะป้องกัน

3 ค่าของมุมป้องกันมีค่าคงที่สำหรับความสูง H ที่ต่ำกว่า 2 เมตร

๒.๔.๑ การจัดวางตำแหน่งระบบตัวนำล่อฟ้าเมื่อใช้วิธีมุมป้องกัน

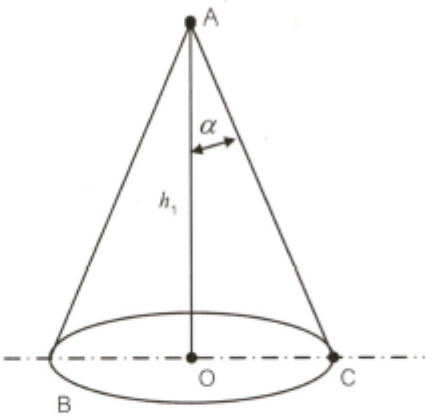
การวางตำแหน่งระบบตัวนำล่อฟ้าถือได้ว่าเพียงพอถ้าสิ่งปลูกสร้างที่ป้องกันทั้งหมดอยู่ในปริมาตรป้องกันโดยระบบตัวนำล่อฟ้า

ในการหาปริมาตรป้องกันจะต้องพิจารณามิติทางกายภาพจริงของระบบตัวนำล่อฟ้าที่เป็นโลหะเท่านั้น

- ปริมาตรป้องกันของระบบแท่งตัวนำล่อฟ้าแนวดิ่ง

ปริมาตรป้องกันของระบบแท่งตัวนำล่อฟ้าแนวดิ่งสมมติเป็นรูปกรวยกลมตั้งตรง โดยจุดยอดอยู่บนแกนของตัวนำล่อฟ้า และมีกึ่งมุมยอดเท่ากับ α ที่มีค่าขึ้นอยู่กับชั้นของระบบป้องกันฟ้าผ่าและความ

สูงของระบบตัวนำล่อฟ้าดังแสดงในตาราง ๒.๑ ตัวอย่างของปริมาตรป้องกันแสดงไว้ในรูปที่ ๒.๑ และ ๒.๒



คำไข

A คือ จุดยอดของแท่งตัวนำล่อฟ้า

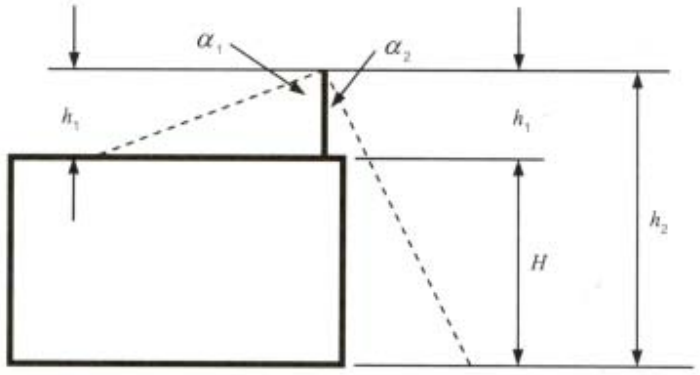
B คือ ระนาบอ้างอิง

OC คือ รัศมีของบริเวณป้องกัน

h_1 คือ ความสูงของแท่งตัวนำล่อฟ้า เหนือระนาบอ้างอิงของบริเวณที่จะป้องกัน

α คือ มุมป้องกันตามตารางที่ 2.1

รูปที่ ๒.๑ ปริมาตรป้องกันโดยแท่งตัวนำล่อฟ้าแนวดิ่ง



คำไข

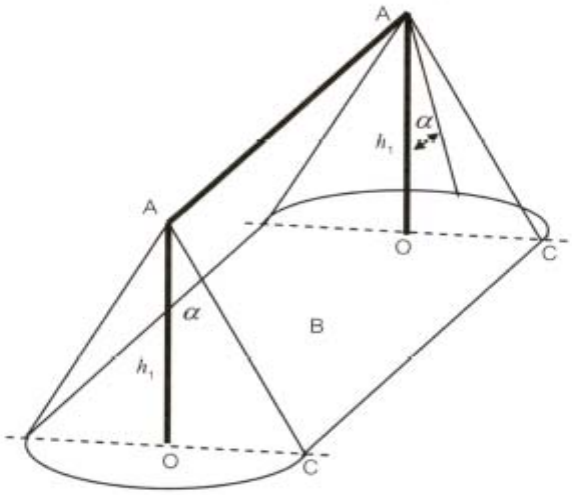
h_1 คือ ความสูงทางกายภาพของแท่งตัวนำล่อฟ้าแนวดิ่ง

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

รูปที่ ๒.๒ ปริมาตรป้องกันโดยแท่งตัวนำล่อฟ้าแนวดิ่ง

- ปริมาตรป้องกันโดยระบบสายตัวนำล่อฟ้า

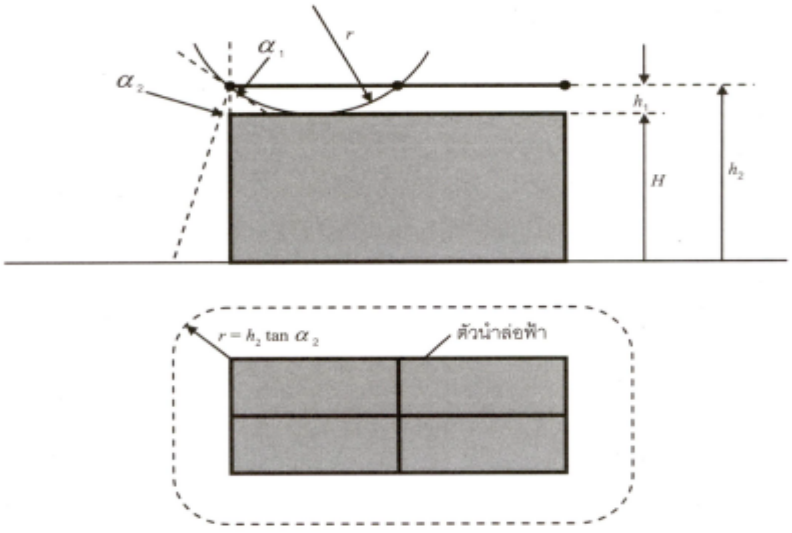
ปริมาตรป้องกันโดยระบบสายตัวนำล่อฟ้า กำหนดโดยผลรวมปริมาตรป้องกันของแท่งตัวนำล่อฟ้าเสมือนที่มียอดอยู่บนปลายแต่ละด้านของสายตัวนำล่อฟ้า ตัวอย่างของปริมาตรป้องกัน แสดงในรูปที่ ๒.๓



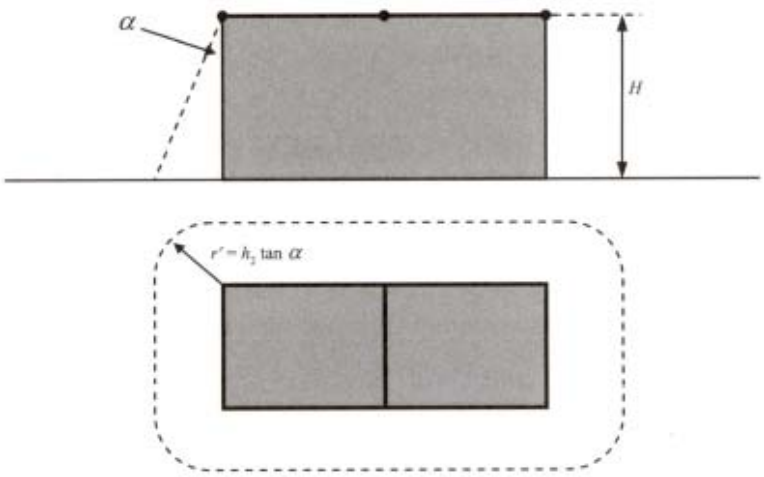
รูปที่ ๒.๓ ปริมาตรป้องกันโดยระบบสายตัวนำล่อฟ้า

- ปริมาตรป้องกันโดยสายร่วมกันเป็นลวดตาข่าย

ปริมาตรป้องกันโดยสายร่วมกันเป็นลวดตาข่าย กำหนดโดยการรวมของปริมาตรที่หาโดยตัวนำเส้นเดี่ยวหลายเส้นที่ประกอบกันเป็นตาข่าย ตัวอย่างปริมาตรป้องกันโดยสายร่วมกันเป็นลวดตาข่ายแสดงในรูปที่ ๒.๔ และ ๒.๕



รูปที่ ๒.๔ ปริมาตรป้องกันโดยสายร่วมกันเป็นลวดตาข่ายที่แยกอิสระจากสิ่งปลูกสร้างตามวิธีมุมป้องกัน และวิธีทรงกลมกลิ้ง

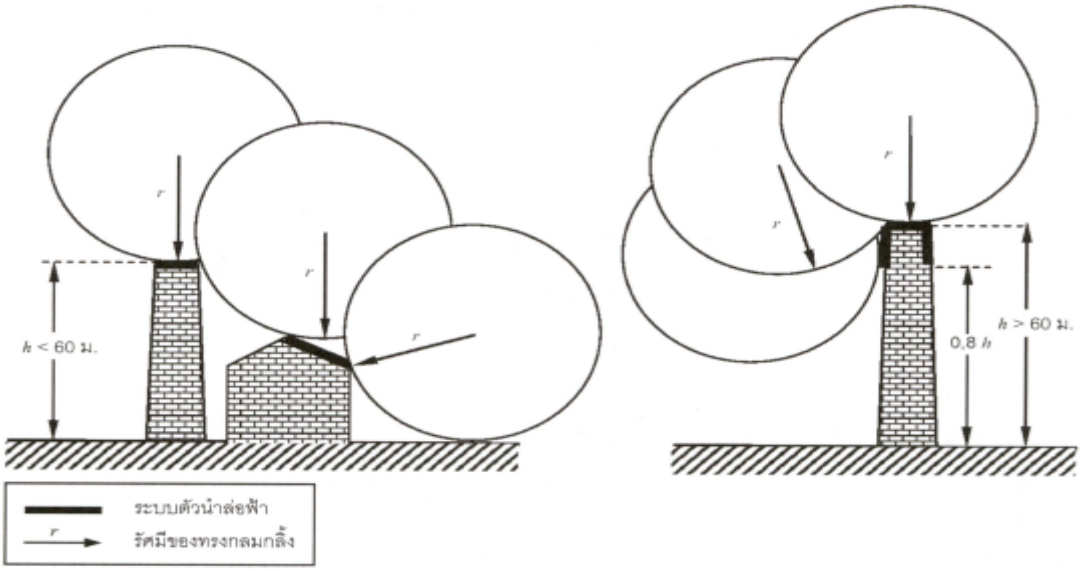


หมายเหตุ $H = h$

รูปที่ ๒.๕ ปริมาตรป้องกันโดยสายร่วมกันเป็นลวดตาข่ายที่ไม่แยกอิสระ ตามวิธีตาข่าย และวิธีมุมป้องกัน

๒.๔.๒ การจัดวางตำแหน่งระบบตัวนำล่อฟ้าเมื่อใช้วิธีทรงกลมกลิ้ง

การวางตำแหน่งระบบตัวนำล่อฟ้าถือได้ว่าเพียงพอ ถ้าไม่มีจุดใดจุดหนึ่งของสิ่งปลูกสร้างที่จะป้องกันมาสัมผัสกับทรงกลมที่มีรัศมี r ซึ่งขึ้นอยู่กับชั้นของระบบป้องกันฟ้าผ่า (ดูตารางที่ ๒.๑) โดยกลิ้งทรงกลมไปโดยรอบและด้านบนของสิ่งปลูกสร้างทุกทิศทางที่เป็นไปได้ ทรงกลมนี้จะสัมผัสกับระบบตัวนำล่อฟ้าเท่านั้น แสดงในรูปที่ ๒.๖



หมายเหตุ

1 รัศมีของทรงกลมกลิ้ง r ต้องสอดคล้องกับชั้นของระบบป้องกันฟ้าผ่า (ตารางที่ 2.1)

2 $H = h$

รูปที่ ๒.๖ 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. มิติของตาข่ายของโครงข่ายตัวนำล่อฟ้าไม่ใหญ่กว่าค่าที่กำหนดในตาราง ๒.๑

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 ๒.๒ ตัวนำลงดินควรติดตั้งที่ทุกมุมเปิดโล่งของสิ่งปลูกสร้าง ถ้าเป็นไปได้

ตารางที่ ๒.๒ ระยะห่างระหว่างตัวนำลงดิน และระยะห่างระหว่างตัวนำวงแหวนตามชั้นของระบบป้องกันฟ้าผ่า

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

๒.๕.๓ การติดตั้ง

ตัวนำลงดินต้องติดตั้งให้มีความต่อเนื่องโดยตรงกับตัวนำล่อฟ้าให้มากที่สุดเท่าที่ทำได้ในทางปฏิบัติ ตัวนำลงดินต้องติดตั้งให้เป็นเส้นตรงในแนวดิ่งเพื่อให้เป็นเส้นทางลงดินที่สั้นที่สุดและลงดินที่ตรงที่สุด ต้องหลีกเลี่ยงการติดตั้งที่ทำให้เกิดเป็นวงรอบ ตัวนำลงดินต้องไม่ติดตั้งในรางน้ำฝนหรือท่อน้ำฝน ถึงแม้ว่าตัวนำลงดินจะหุ้มด้วยวัสดุฉนวน

ตัวนำลงดินของระบบป้องกันฟ้าผ่าไม่แยกอิสระจากสิ่งปลูกสร้างที่จะป้องกันอาจติดตั้งตามข้อกำหนดต่อไปนี้

- ถ้าผนังทำด้วยวัสดุไม่ติดไฟ ตัวนำลงดินอาจติดตั้งบนพื้นผิวหรือภายในผนัง
- ถ้าผนังทำด้วยวัสดุที่พร้อมติดไฟ ตัวนำลงดินอาจติดตั้งบนพื้นผิวของผนังถ้าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นบนตัวนำลงดินเนื่องจากการไหลของกระแสฟ้าผ่าไม่เป็นอันตรายต่อวัสดุของผนัง
- ถ้าผนังทำด้วยวัสดุที่พร้อมติดไฟและอุณหภูมิเพิ่มขึ้นของตัวนำลงดินเป็นอันตราย ต้องติดตั้งตัวนำลงดินให้ห่างจากผนังมากกว่า ๐.๑ เมตร ตัวยึดตัวนำอาจสัมผัสกับผนังได้

ในกรณีที่ไม่สามารถรักษาระยะห่างระหว่างตัวนำลงดินกับวัสดุที่ติดไฟได้ ต้องใช้ตัวนำลงดินที่มีพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า ๑๐๐ ตารางมิลลิเมตร

๒.๖ องค์ประกอบของระบบป้องกันฟ้าผ่า

องค์ประกอบทุกชิ้นของระบบป้องกันฟ้าผ่าต้องทนต่อผลของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเนื่องจากกระแสฟ้าผ่าและความเครียดที่คาดการณ์ว่าอาจเกิดขึ้นโดยไม่เสียหาย

องค์ประกอบของระบบป้องกันฟ้าผ่าต้องทำจากวัสดุในตารางที่ ๒.๓ หรือวัสดุอื่นๆ ที่มีคุณลักษณะเชิงสมรรถนะเทียบเท่าในทางกล ทางไฟฟ้า และทางเคมี (การกัดกร่อน)

ตารางที่ ๒.๓ วัสดุที่ใช้ทำระบบป้องกันฟ้าผ่า และสภาพการใช้งาน

วัสดุ	สภาพการใช้งาน			การกัดกร่อน		
	ในอากาศที่โล่ง	ในดิน	ในคอนกรีต	ความต้านทาน	เพิ่มขึ้นโดย	อาจถูกทำลายจากการคาบเกี่ยวทางไฟฟ้ากับ
ทองแดง	• ต้น • ตีเกลียว	• ต้น • ตีเกลียว • ที่เคลือบผิว	• ต้น • ตีเกลียว • ที่เคลือบผิว	ดีในหลายสภาพแวดล้อม	• สารประกอบกำมะถัน • อินทรีย์สาร	-
เหล็กอาบสังกะสีแบบจุ่มร้อน	• ต้น • ตีเกลียว	• ต้น	• ต้น • ตีเกลียว	ยอมรับได้ในอากาศ ในคอนกรีต และในดินอ่อน	ที่มีคลอไรด์สูง	ทองแดง
เหล็กกล้าไร้สนิม	• ต้น • ตีเกลียว	• ต้น • ตีเกลียว	• ต้น • ตีเกลียว	ดีในหลายสภาพแวดล้อม	ที่มีคลอไรด์สูง	-
อะลูมิเนียม	• ต้น • ตีเกลียว	ไม่เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ดีในบรรยากาศที่มีกำมะถัน และคลอไรด์ความเข้มข้นต่ำ	สารละลายด่าง	ทองแดง
สะกั๋ว	• ต้น • ที่เคลือบผิว	• ต้น • ที่เคลือบผิว	ไม่เหมาะสม	ดีในบรรยากาศที่มีซัลเฟตความเข้มข้นสูง	ดินที่มีสภาพเป็นกรด	• ทองแดง • เหล็กกล้าไร้สนิม

หมายเหตุ

1 ตารางนี้ให้คำแนะนำทั่วไปเท่านั้น ในสภาวะพิเศษต้องมีการป้องกันการกัดกร่อนเพิ่มเติม (ดูภาคผนวก จ)

2 ตัวนำตีเกลียวจะทนการกัดกร่อนได้น้อยกว่าตัวนำตัน ตัวนำตีเกลียวจะกัดกร่อนได้ง่ายในตำแหน่งที่เข้าหรือออกระหว่างดินกับคอนกรีต นี้คือเหตุผลที่ไม่แนะนำให้ใช้เหล็กอาบสังกะสีตีเกลียวในดิน

3 เหล็กอาบสังกะสีอาจกัดกร่อนได้ในดินเหนียวหรือดินชื้น

4 เหล็กอาบสังกะสีในคอนกรีตไม่ควรยื่นเข้าไปในดินเนื่องจากเหล็กจะกัดกร่อนได้ที่บริเวณโผล่พ้นคอนกรีต

5 เหล็กอาบสังกะสีที่สัมผัสกับเหล็กเสริมแรงในคอนกรีต ในบางกรณีอาจทำให้เกิดความเสียหายต่อคอนกรีตได้

6 การใช้สะกั๋วในดินมักจะถูกห้ามหรือจำกัดการใช้เนื่องจากปัญหาสิ่งแวดล้อม

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 ๒.๔

ตารางที่ ๒.๔ วัสดุ รูปแบบและพื้นที่หน้าตัดขั้นต่ำของตัวนำล่อฟ้า แท่งตัวนำล่อฟ้า และตัวนำลงดิน

วัสดุ	รูปแบบ	พื้นที่หน้าตัดขั้นต่ำ (ตารางมิลลิเมตร)	หมายเหตุ [10]
ทองแดง	เทปตัน	50 [6]	ความหนาขั้นต่ำ 2 มม.
	แท่งกลมตัน [1]	50 [6]	เส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มม.
	ตีเกลียว	50 [6]	เส้นผ่านศูนย์กลางขั้นต่ำของลวดแต่ละเส้น 1.7 มม.
	แท่งกลมตัน [3, 4]	200 [9]	เส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มม.
ทองแดงเคลือบตีบูก [1]	เทปตัน	50 [6]	ความหนาขั้นต่ำ 2 มม.
	แท่งกลมตัน [1]	50 [6]	เส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มม.
	ตีเกลียว	50 [6]	เส้นผ่านศูนย์กลางขั้นต่ำของลวดแต่ละเส้น 1.7 มม.
อะลูมิเนียม	เทปตัน	70	ความหนาขั้นต่ำ 3 มม.
	แท่งกลมตัน	50 [6]	เส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มม.
	ตีเกลียว	50 [6]	เส้นผ่านศูนย์กลางขั้นต่ำของลวดแต่ละเส้น 1.7 มม.
อะลูมิเนียมเจือ	เทปตัน	50 [6]	ความหนาขั้นต่ำ 2.5 มม.
	แท่งกลมตัน	50	เส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มม.
	ตีเกลียว	50 [6]	เส้นผ่านศูนย์กลางขั้นต่ำของลวดแต่ละเส้น 1.7 มม.
	แท่งกลมตัน [3]	200 [9]	เส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มม.
เหล็กกล้าไร้สนิมชนิดรีดร้อน [2]	เทปตัน	50 [6]	ความหนาขั้นต่ำ 2.5 มม.
	แท่งกลมตัน [5]	50	เส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มม.
	ตีเกลียว	50 [6]	เส้นผ่านศูนย์กลางขั้นต่ำของลวดแต่ละเส้น 1.7 มม.
	แท่งกลมตัน [3, 4, 5]	200 [9]	เส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มม.
เหล็กกล้าไร้สนิม [8]	เทปตัน [8]	50 [6]	ความหนาขั้นต่ำ 2 มม.
	แท่งกลมตัน [8]	50	เส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มม.
	ตีเกลียว	70 [6]	เส้นผ่านศูนย์กลางขั้นต่ำของลวดแต่ละเส้น 1.7 มม.
	แท่งกลมตัน [3, 4]	200 [9]	เส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มม.

1) เคลือบโดยใช้รุ่นร้อนเครือบด้วยวิธีทางไฟฟ้าที่มีความหนาขั้นต่ำ 1 ไมโครเมตร
2) ผิวที่เคลือบต้องมีความเรียบ สม่ำเสมอ และไม่มีรอยต่างจากน้ำยาประสาน ความหนาขั้นต่ำของการเคลือบ 50 ไมโครเมตร
3) ใช้สำหรับแท่งตัวนำล่อฟ้าเท่านั้น กรณีการใช้วัสดุที่ความเครียดทางกล เช่น แรงกระทำเนื่องจากลมในริกอุด อาจใช้แท่งตัวนำล่อฟ้าที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มม. ความยาวสูงสุดของแท่งตัวนำล่อฟ้าไม่เกิน 1 เมตร โดยมีการจับยึดเสริมได้
4) ใช้เป็นแท่งตัวนำลูกดินเท่านั้น
5) โครเมียม ≥ ร้อยละ 16 นิกิล ≥ ร้อยละ 8 และคาร์บอน ≤ ร้อยละ 0.07
6) กรณีเหล็กกล้าไร้สนิมที่มีวัสดุคอนกรีต และ/หรือ สัมผัสโดยตรงกับวัสดุดิดไฟ ควรเพิ่มขนาดขั้นต่ำเป็น 78 ตารางมิลลิเมตร (เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร) สำหรับแท่งกลมตัน และ 75 ตารางมิลลิเมตร (ความหนาขั้นต่ำ 3 มิลลิเมตร) สำหรับเทปตัน
7) การใช้ในที่ที่ไม่ต้องการความแข็งแรงทางกลมาก ขนาด 50 ตารางมิลลิเมตร (เส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร) อาจลดเหลือ 28 ตารางมิลลิเมตร (เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร) ในกรณีนี้ควรพิจารณาลดระยะห่างระหว่างจุดจับยึดด้วย
8) ถ้าพิจารณาลดทางความร้อนและทางกลเป็นเรื่องสำคัญ มิติเหล่านี้สามารถเพิ่มเป็น 60 ตารางมิลลิเมตร สำหรับเทปตัน และ 78 ตารางมิลลิเมตร สำหรับแท่งกลมตัน
9) พื้นที่หน้าตัดขั้นต่ำเป็นตารางมิลลิเมตรที่หลีกเลี่ยงการหลอมเหลว คือ 16 (ทองแดง), 25 (อะลูมิเนียม), 50 (เหล็ก) และ 50 (เหล็กกล้าไร้สนิม) โดยคิดจากพลังงานจำเพาะ 10,000 กิโลจูลต่อโอห์ม รายละเอียดเพิ่มเติมดูภาคผนวก ฉ
10) ความหนา ความกว้าง และเส้นผ่านศูนย์กลางยอมให้คลาดเคลื่อนได้ ± ร้อยละ 10

๒.๖.๔ ระบบรากสายดิน

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

๒.๗ ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายใน

ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายในนั้นไว้สำหรับป้องกันกระแสฟ้าผ่าที่ไหลผ่านเข้ามา ซึ่งโดยความจริงแล้วจุดประสงค์ของการป้องกันฟ้าผ่าภายนอกอาคารนั้น 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)

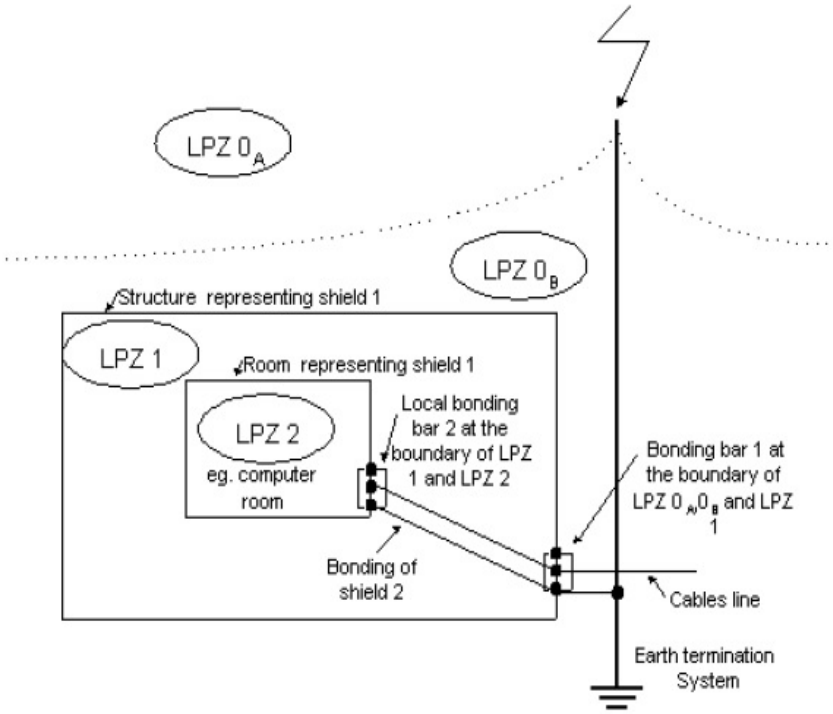
อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จในอาคารมีไว้เพื่อลดหรือขจัดกระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้าเกินชั่วครู่ ตามมาตรฐาน IEC และ IEEE มีการแบ่งประเภทของอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จตามลักษณะการทดสอบ โดยจำลองคลื่นอิมพัลส์ในรูปกระแส และแรงดันแตกต่างกันออกไป ดังเช่น มาตรฐาน IEC ๖๑๓๑๒ - ๑ - ๑๙๙๕ [๖] ได้กำหนดย่านการป้องกันแรงดันเกินไฟฟ้าจากฟ้าผ่า (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



รูปที่ ๒.๗ 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 ถ้าตาข่ายมีความถี่มาก การลดทอนสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจะลดเพิ่มขึ้นด้วย

๑. การจัดเดินสายตัวนำและสายสัญญาณ การจัดการเดินสายที่เหมาะสมสามารถลดผลกระทบจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เข้ามาภายในอาคารได้ ซึ่งการเดินสายตัวนำไฟฟ้ากับสายสัญญาณสื่อสารของคอมพิวเตอร์ที่ลักษณะเป็น Loop

๒. การต่อลงดิน การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอกอาคาร ระบบป้องกันฟ้าผ่าภายในอาคาร อุปกรณ์ต่างๆ รวมถึงส่วนที่เป็นโลหะที่อยู่ภายในอาคาร ระบบการลงต่อดินควรมีการเชื่อมต่อถึงกัน เพื่อทำให้ศักย์ไฟฟ้าในระบบเท่ากันตามหลักการ Equipotentail bonding

๒.๘ มาตรการป้องกันอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตเนื่องจากแรงดันสัมผัสและแรงดันช่วงก้าว

๒.๘.๑ มาตรการป้องกันอันตรายเนื่องจากแรงดันสัมผัส

ในบางสถานการณ์ บริเวณใกล้เคียงรอบตัวนำลงดินของระบบป้องกันฟ้าผ่า ภายนอกสิ่งปลูกสร้าง อาจมีอันตรายต่อชีวิต ถึงแม้ว่าระบบป้องกันฟ้าผ่าจะมีการออกแบบและก่อสร้างตามข้อกำหนด

อันตรายนี้ลดลงถึงระดับที่ทนได้ 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

๒.๘.๒ มาตรการป้องกันอันตรายเนื่องจากแรงดันช่วงก้าว

ในบางสถานการณ์ บริเวณใกล้เคียงรอบตัวนำลงดินของระบบป้องกันฟ้าผ่า ภายนอกสิ่งปลูกสร้าง อาจมีอันตรายต่อชีวิต ถึงแม้ว่าระบบป้องกันฟ้าผ่าจะมีการออกแบบและก่อสร้างตามข้อกำหนด

อันตรายนี้ลดลงถึงระดับที่ทนได้ ถ้าสภาวะได้เป็นไปตามข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

๑. ความน่าจะเป็นน้อยมากที่บุคคลจะเข้าใกล้บริเวณด้านนอกสิ่งปลูกสร้างและใกล้กับ ตัวนำลงดินในระยะ ๓ เมตร หรือระยะเวลาที่อยู่ในบริเวณดังกล่าว มีค่าน้อยมาก

๒. ความต้านทานจำเพาะของชั้นผิวหน้าดินภายในระยะ ๓ เมตร จากตัวนำลงดิน มีค่าไม่น้อยกว่า ๕ กิโลโอห์มเมตร

ถ้าสภาวะไม่เป็นไปตามข้อกำหนดข้างต้นโดยสิ้นเชิง มาตรการต่อไปนี้ต้องนำมาใช้เพื่อป้องกันการบาดเจ็บแก่สิ่งมีชีวิตเนื่องจากแรงดันสัมผัส

๑. การทำให้ศักย์เท่ากันโดยใช้ระบบรากดินแบบตาข่าย

๒. การปิดกั้นการเข้าถึง และ/หรือ การติดป้ายเตือนเพื่อลดโอกาสในการเข้าถึงพื้นที่อันตรายภายในระยะ ๓ เมตร จากตัวนำลงดินให้น้อยที่สุด

บทที่ ๓
สรุปสาระสำคัญ และขั้นตอนการดำเนินการ

๓.๑ สาระสำคัญของงาน

การตรวจสอบ และการออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่าของโรงพยาบาลพนมครั้งนี้ ผู้จัดทำได้กำหนดขึ้นจาก การสำรวจตรวจสอบระบบป้องกันฟ้าผ่าที่ติดตั้งภายในโรงพยาบาล และการสำรวจอาคารพักพยาบาล ๒๔ ยูนิต เพื่อในการออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่า การประมาณราคา การกำหนดขอบเขตของงาน โดยใช้การศึกษาเอกสาร ทฤษฎีและแนวคิดต่างๆรวมถึงมาตรฐานต่างๆของงานติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า เพื่อให้ได้ข้อมูลครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด

๓.๒ ขั้นตอนการดำเนินการ

๓.๒.๑ ตรวจสอบระบบป้องกันฟ้าผ่าที่ติดตั้งภายในโรงพยาบาล

ระบบป้องกันฟ้าผ่าที่ติดตั้งภายในโรงพยาบาลมีดังนี้

- อาคารพักพยาบาล(หลังเก่า)
- หอถังสูงเก็บน้ำประปา

๑. ตรวจสอบความต้านทานดินของระบบป้องกันฟ้าผ่า

จากการตรวจสอบและได้วัดค่าความต้านทานดินของระบบป้องกันฟ้าผ่า โดยใช้เครื่องตรวจสอบความต้านทานระบบสายดิน (ยี่ห้อ SONEL รุ่น MRU-๑๒๐) แสดงในรูปที่ ๓.๑ และ ๓.๒ ได้ผลการตรวจวัดดังนี้

สถานที่ตรวจสอบ	ค่าความต้านทานที่วัดได้ (โอห์ม)
๑.อาคารพักพยาบาล(หลังเก่า)	> ๑๕๐
๒.หอถังสูงเก็บน้ำประปา	> ๑๕๐

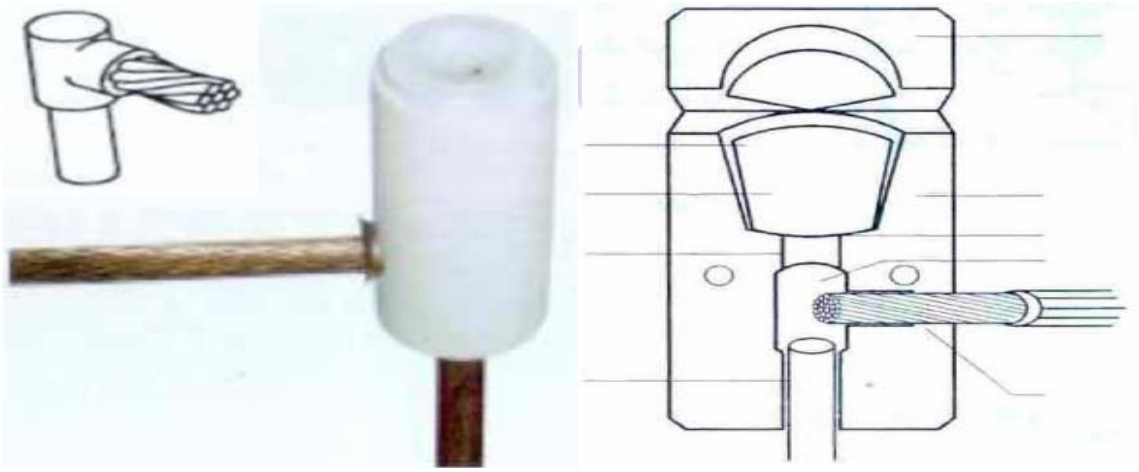
รูปที่ ๓.๑ การตรวจวัดค่าความต้านทานดินอาคารพักพยาบาล(หลังเก่า)

รูปที่ ๓.๒ การตรวจวัดค่าความต้านทานดินหอถังสูงเก็บน้ำประปา

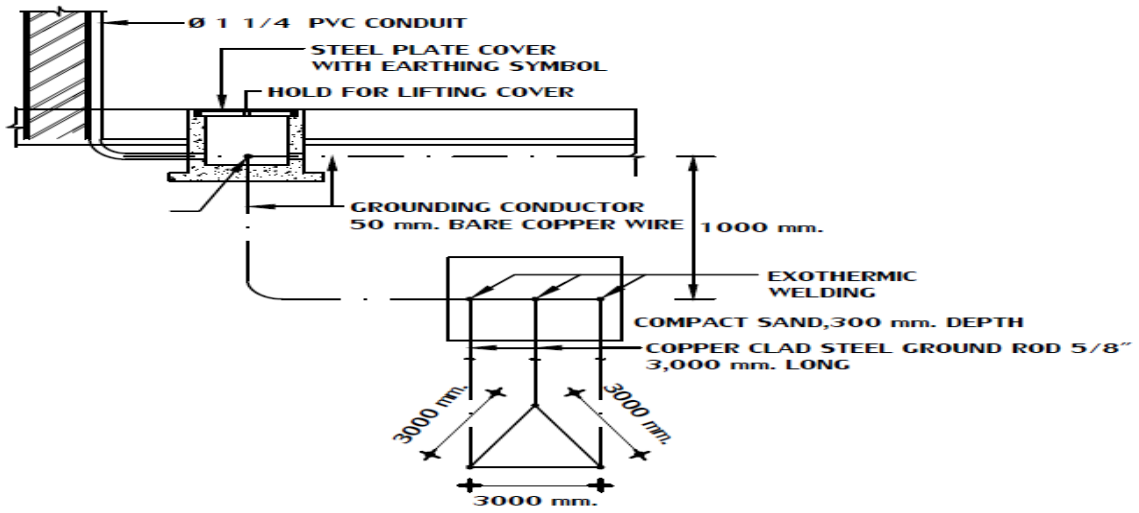
จากผลการตรวจวัดค่าความต้านทานดิน ของระบบป้องกันฟ้าผ่าข้างต้น จะเห็นได้ว่าค่าความต้านทานดิน ของระบบป้องกันฟ้าผ่าของอาคารพักพยาบาล(หลังเก่า) และหอถังสูงเก็บน้ำประปามีค่าความต้านทานดินที่มีค่าสูง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้การป้องกันกระแสไฟฟ้ากระโชกขนาดใหญ่ไม่สามารถถ่ายเทกระแสไฟฟ้าขนาดใหญ่ได้ดีในระยะเวลาอันสั้น จึงเป็นสาเหตุให้เกิดกระแสไฟฟ้าย้อนกลับ มาสร้างความเสียหายต่อระบบไฟฟ้าของโรงพยาบาลได้ ดังนั้น ทางโรงพยาบาลต้องปรับปรุงระบบสายดินของระบบป้องกันฟ้าผ่า โดยที่คุณสมบัติของระบบสายดินที่ดีคือสามารถถ่ายเทกระแสไฟฟ้าขนาดใหญ่ได้ดีในระยะเวลาอันสั้น และเพื่อเป็นตัวกระจายพลังไฟฟ้าส่วนเกินให้ลงดิน ไม่มีโอกาสย้อนกลับมาสร้างความเสียหายต่อระบบไฟฟ้า โดยค่าความต้านทานดินวัดแล้วจะต้องอ่านค่าได้ไม่เกิน ๕ โอห์ม

แนวทางแก้ไข

ควรติดตั้งแท่งหลักดินเพิ่มและควรเชื่อมต่อสายตัวนำลงดินกับแท่งหลักดินให้แน่นโดยวิธี การเชื่อมต่อด้วยความร้อน (Exothermic Welding) แสดงในรูปที่ ๓.๓ และ ๓.๔



รูปที่ ๓.๓ การเชื่อมต่อหลักดินด้วยความร้อน (Exothermic Welding)



รูปที่ ๓.๔ การติดตั้งหลักดินชนิดแท่งทองแดง

๒. ตรวจสอบสายตัวนำลงดิน

จากการตรวจสอบสายตัวนำลงดินของระบบป้องกันฟ้าผ่าทั้ง ๒ จุด ได้ผลการตรวจสอบดังนี้

- สายตัวนำลงดินของอาคารพักพยาบาล (หลังเก่า) ยังมีสภาพสมบูรณ์สามารถใช้งานได้
- สายตัวนำลงดินของหอถังสูงเก็บน้ำประปา สภาพชำรุด

แนวทางแก้ไข

ควรปรับเปลี่ยน และติดตั้งสายตัวนำลงดินใหม่โดยติดตั้งการจับยึดสายตัวนำลงดินให้แข็งแรง ตัวนำลงดินต้องติดตั้งให้มีความต่อเนื่องโดยตรงกับตัวนำล่อฟ้าให้มากที่สุดเท่าที่ทำได้ในทางปฏิบัติ ตัวนำลงดินต้องติดตั้งให้เป็นเส้นตรงในแนวดิ่งเพื่อให้เป็นเส้นทางลงดินที่สั้นที่สุดและลงดินที่ตรงที่สุด ขนาดสายตัวนำลงดินที่เหมาะสม แสดงในตารางที่ ๒.๔

๓.๒.๒ การออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่า

๑. สำรวจพื้นที่หน้างานเพื่อรวบรวมข้อมูล

จากการสำรวจและได้รับข้อมูลเบื้องต้นจากโรงพยาบาล สถานที่ตั้งอาคารพักพยาบาล ๒๔ ยูนิต ติดตั้งอยู่บริเวณที่มีการเกิดฟ้าผ่าบ่อยครั้ง ทางผู้จัดทำจึงเสนอแนวคิดการติดตั้งระบบป้องกันฟ้าฝ่าที่มีระดับชั้นป้องกัน ระดับ ๑ ซึ่งมีความปลอดภัยสูงสุด โดยวิธีการจัดวางตำแหน่งระบบตัวนำล่อฟ้าเป็นแบบวิธีทรงกลมกลิ้ง ซึ่งสามารถใช้ได้กับลักษณะรูปร่างของอาคารในทุกกรณี

๒. ออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่า

- คำนวณหาความสูงของหลักล่อฟ้าโดยกำหนดระยะห่างระหว่างหลักล่อฟ้า ๑๐ เมตร ที่ระดับป้องกัน ๑

จากสูตร $p = r - \sqrt{r^2 - (\frac{d}{2})^2}$

p = หลักล่อฟ้า

r = รัศมีของทรงกลมกลิ้ง

d = ระยะห่างระหว่างหลักล่อฟ้า

$$p = 20 - \sqrt{20^2 - (\frac{10}{2})^2}$$

$$p = 0.64 \text{ เมตร}$$

- เลือกใช้หลักล่อฟ้าความสูง ๑ เมตร ระยะห่างระหว่างหลักล่อฟ้าประมาณ ๘- ๑๓ เมตร ตามลักษณะโครงสร้างของหลังคา

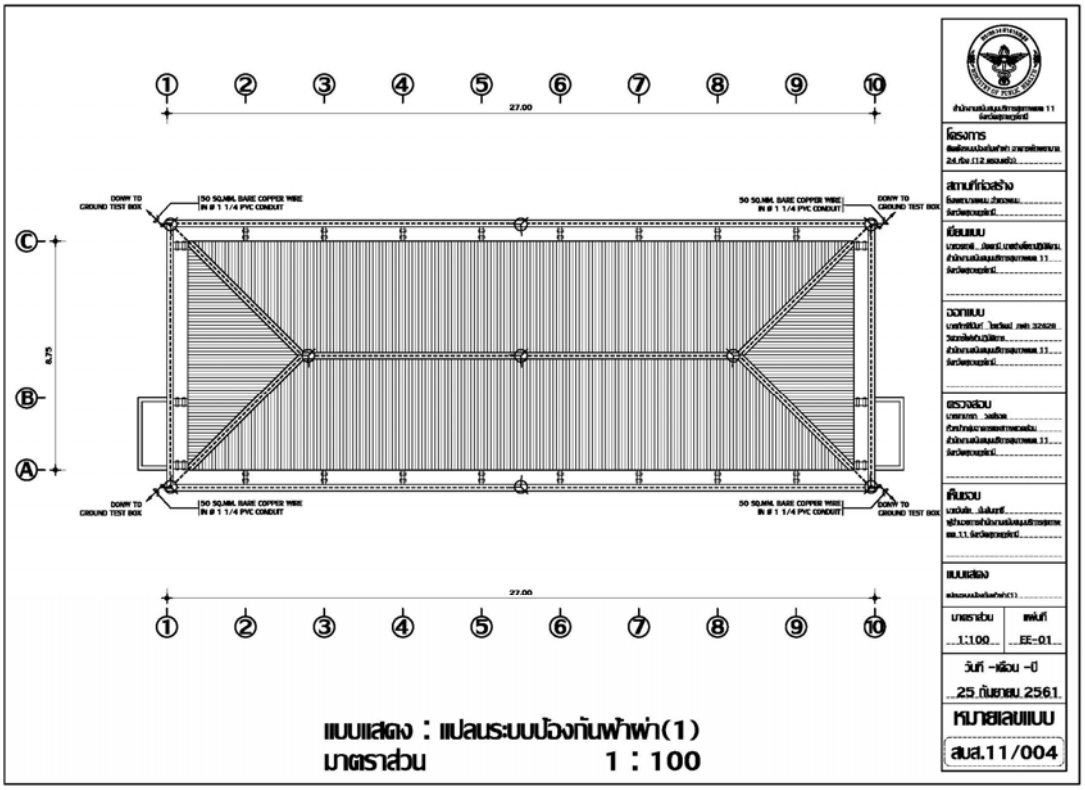
- สายตัวนำลงดินเลือกใช้สายทองแดงขนาด ๕๐ ตารางมิลลิเมตร ติดตั้งภายในท่อ PVC ขนาด ๑ ๑/๔ นิ้ว

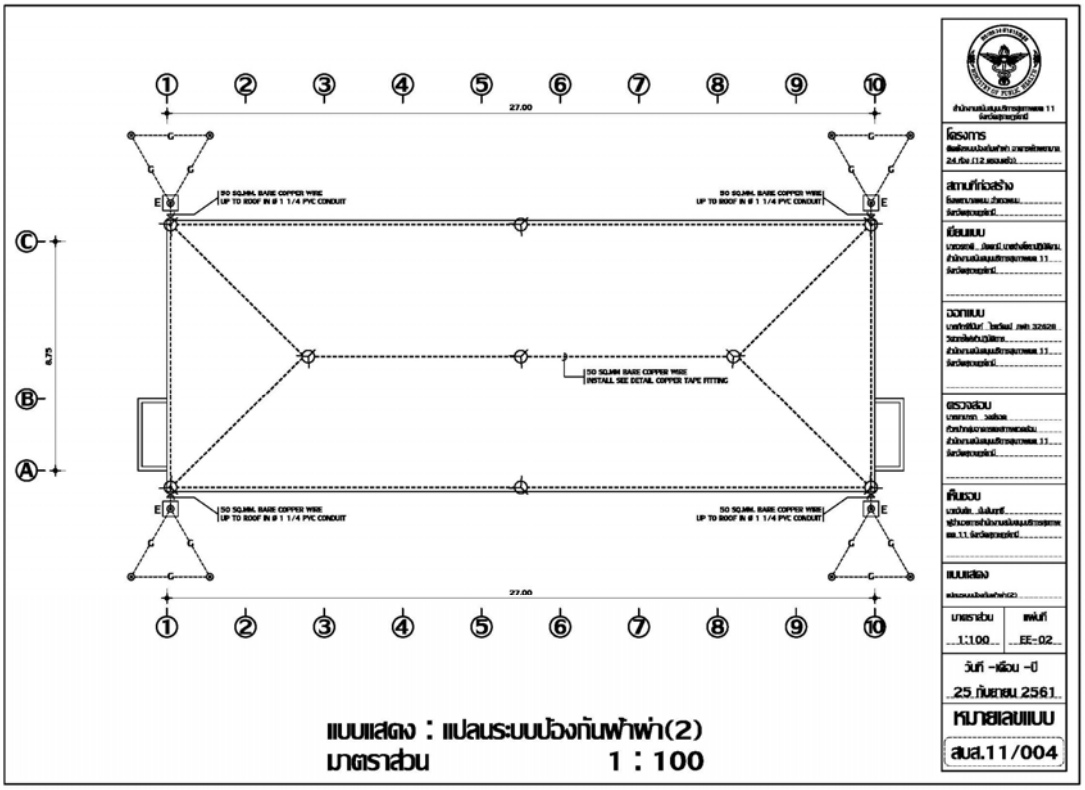
- ติดตั้งสายตัวนำลงดินที่มุมอาคาร ๔ จุด

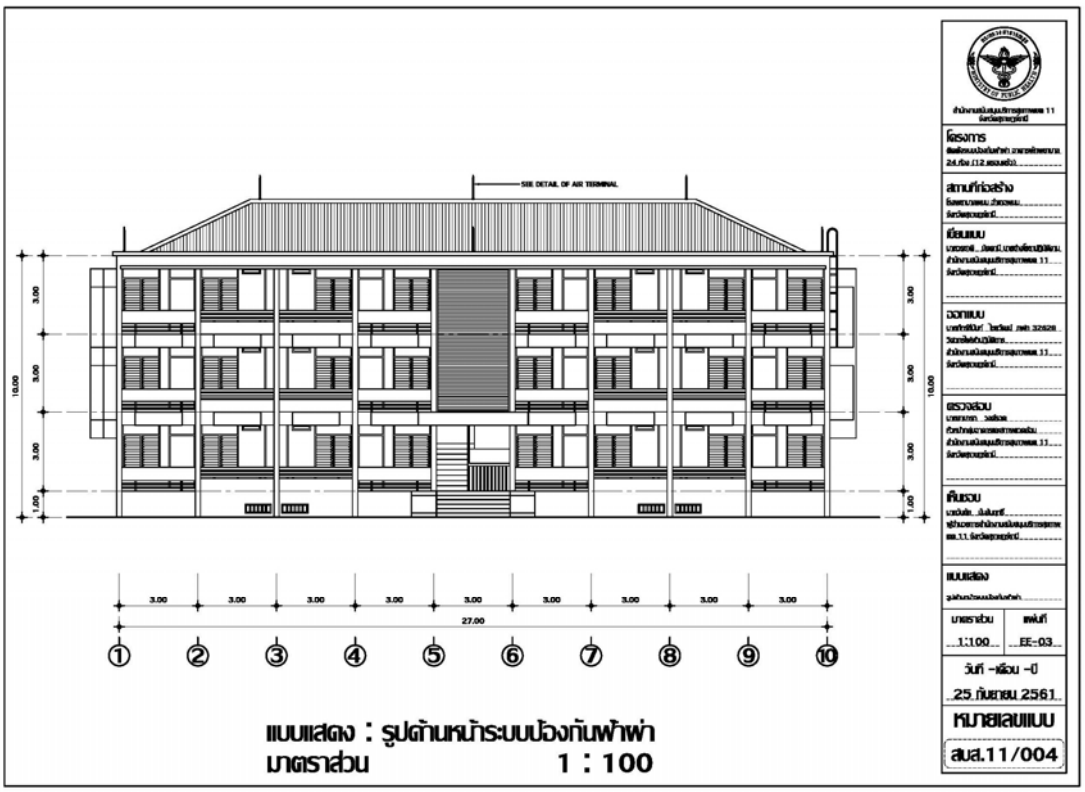
- จุดติดตั้งสายตัวนำลงดินมีจุดทดสอบค่าความต้านทานของดินทั้ง ๔ จุด

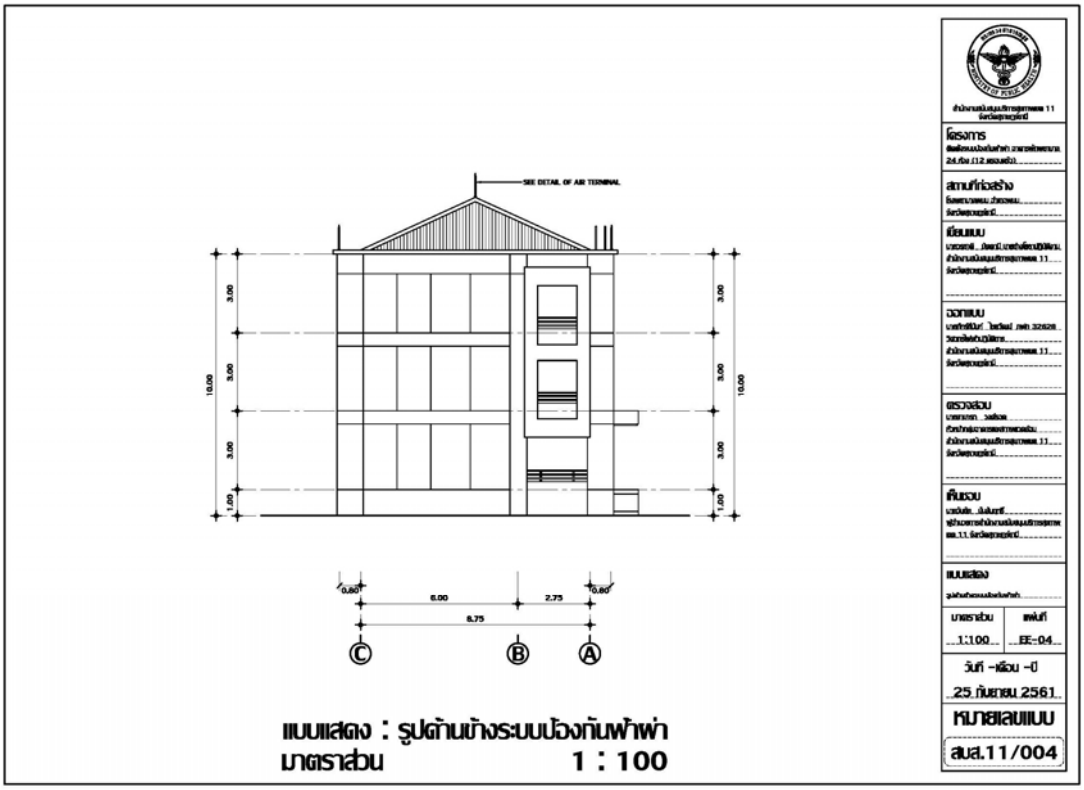
๓. จัดทำรายละเอียดพร้อมเขียนแบบระบบป้องกันฟ้าผ่า

เมื่อคำนวณหาความสูงของหลักล่อฟ้า และระยะห่างของหลักล่อฟ้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปจัดทำรายละเอียดพร้อมเขียนแบบระบบป้องกันฟ้าผ่า ดังนี้




27.00
50 SQMM. BARE COPPER WIRE
UP TO ROOF IN Ø 1 1/4 PVC CONDUIT
50 SQMM. BARE COPPER WIRE
INSTALL SEE DETAL COPPER TAPE FITTING
6.75
แบบแสดง : แปลนระบบป้องกันฟ้าผ่า(2)
มาตราส่วน 1 : 100
โครงการ
สถานที่ก่อสร้าง
เขียนแบบ
ออกแบบ
ตรวจสอบ
คีย์ชอบ
แบบแสดง
มาตราส่วน 1:100
แผ่นที่ EE-02
วันที่ -เดือน -ปี
25 กันยายน 2561
หมายเลขแบบ
สมส.11/004


SEE DETAIL OF AIR TERMINAL
10.00
3.00
27.00
แบบแสดง : รูปด้านหน้าระบบป้องกันฟ้าผ่า
มาตราส่วน 1 : 100
โครงการ
สถานที่ก่อสร้าง
เขียนแบบ
ออกแบบ
ตรวจสอบ
คีย์ชอบ
แบบแสดง
มาตราส่วน 1:100
แผ่นที่ EE-03
วันที่ -เดือน -ปี
25 กันยายน 2561
หมายเลขแบบ
สมส.11/004



แบบแสดง : รูปด้านข้างระบบป้องกันฟ้าผ่า
มาตราส่วน 1 : 100

โครงการ
ติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า อาคารศึกษาพยาบาล 24 ห้อง (12 ครอบครัว)

สถานที่ก่อสร้าง
ตำบล/แขวง อำเภอ/เขต จังหวัดสมุทรสงคราม

เขียนแบบ
นายเอกชัย ปิยะกาญจน์ เลขที่ใบอนุญาต 32628
วิศวกรไฟฟ้าปฏิบัติการ
สำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยที่ 11 จังหวัดสมุทรสงคราม

ออกแบบ
นายเอกชัย ปิยะกาญจน์ เลขที่ใบอนุญาต 32628
วิศวกรไฟฟ้าปฏิบัติการ
สำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยที่ 11 จังหวัดสมุทรสงคราม

ตรวจสอบ
นายสมชาย วงศ์ดวง
ตำแหน่งนายช่างเทคนิคชำนาญงาน
สำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยที่ 11 จังหวัดสมุทรสงคราม

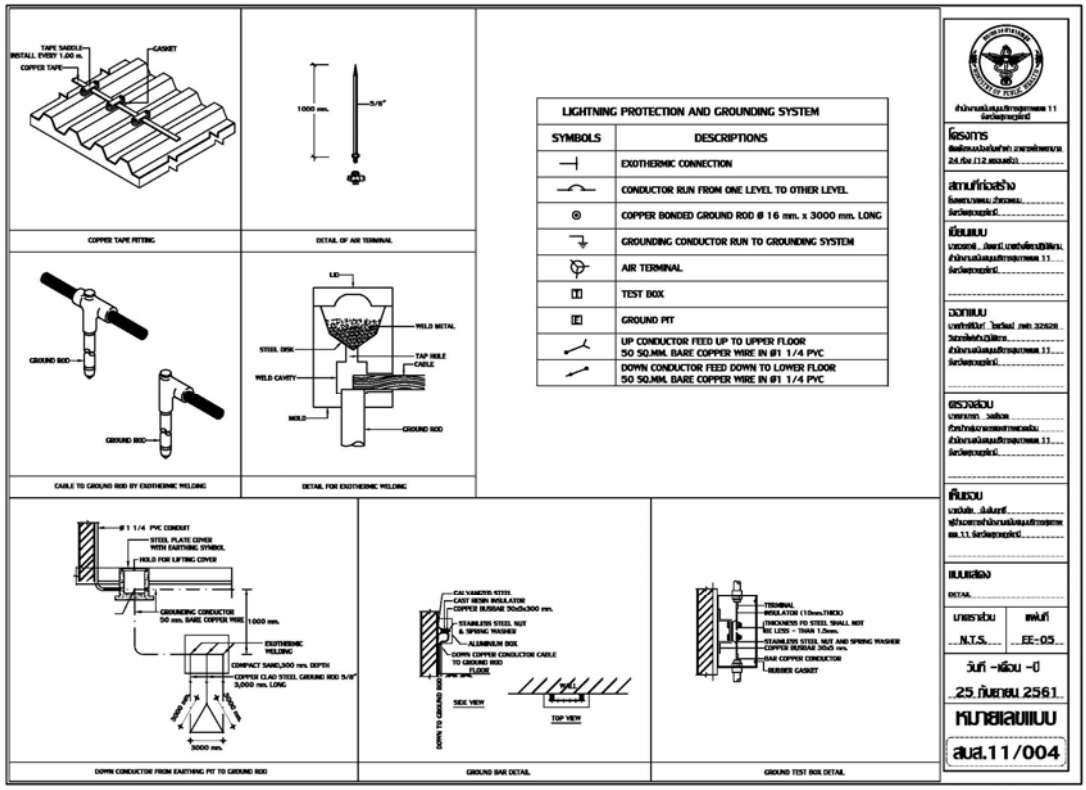
พิจารณา
นายนิติพัฒน์ ปิ่นมณี
หัวหน้ากลุ่มงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย สำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยที่ 11 จังหวัดสมุทรสงคราม

แบบแสดง

มาตราส่วน	แผ่นที่
1:100	EE-04

วันที่ -เดือน -ปี
25 กันยายน 2561

หมายเลขแบบ
สมส.11/004



LIGHTNING PROTECTION AND GROUNDING SYSTEM	
SYMBOLS	DESCRIPTIONS
	EXOTHERMIC CONNECTION
	CONDUCTOR RUN FROM ONE LEVEL TO OTHER LEVEL
	COPPER BONDED GROUND ROD ø 16 mm. x 3000 mm. LONG
	GROUNDING CONDUCTOR RUN TO GROUNDING SYSTEM
	AIR TERMINAL
	TEST BOX
	GROUND PIT
	UP CONDUCTOR FEED UP TO UPPER FLOOR 50 SQ.MM. BARE COPPER WIRE IN Ø1 1/4 PVC
	DOWN CONDUCTOR FEED DOWN TO LOWER FLOOR 50 SQ.MM. BARE COPPER WIRE IN Ø1 1/4 PVC

โครงการ
ติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า อาคารศึกษาพยาบาล 24 ห้อง (12 ครอบครัว)

สถานที่ก่อสร้าง
ตำบล/แขวง อำเภอ/เขต จังหวัดสมุทรสงคราม

เขียนแบบ
นายเอกชัย ปิยะกาญจน์ เลขที่ใบอนุญาต 32628
วิศวกรไฟฟ้าปฏิบัติการ
สำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยที่ 11 จังหวัดสมุทรสงคราม

ออกแบบ
นายเอกชัย ปิยะกาญจน์ เลขที่ใบอนุญาต 32628
วิศวกรไฟฟ้าปฏิบัติการ
สำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยที่ 11 จังหวัดสมุทรสงคราม

ตรวจสอบ
นายสมชาย วงศ์ดวง
ตำแหน่งนายช่างเทคนิคชำนาญงาน
สำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยที่ 11 จังหวัดสมุทรสงคราม

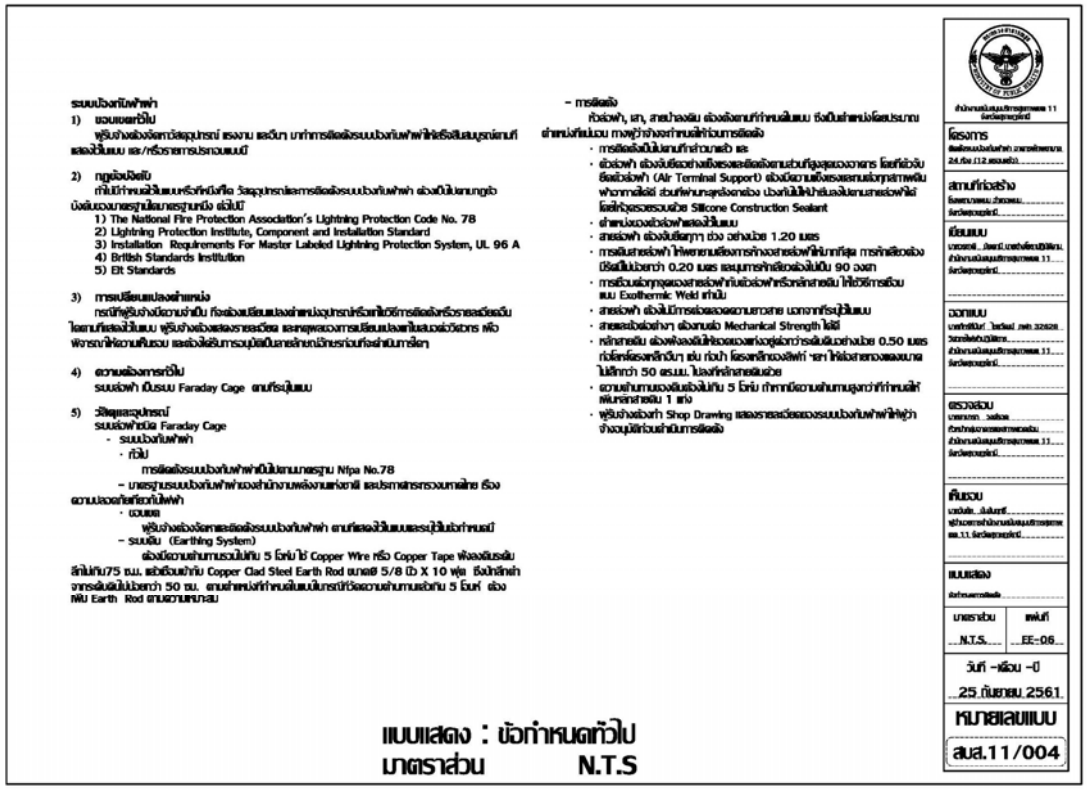
พิจารณา
นายนิติพัฒน์ ปิ่นมณี
หัวหน้ากลุ่มงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย สำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยที่ 11 จังหวัดสมุทรสงคราม

แบบแสดง
DETAIL

มาตราส่วน	แผ่นที่
N.T.S.	EE-05

วันที่ -เดือน -ปี
25 กันยายน 2561

หมายเลขแบบ
สมส.11/004



๔. จัดทำประมาณราคา

จัดทำประมาณราคาเพื่อให้เหมาะกับงบประมาณที่โรงพยาบาลได้รับจัดสรรมา เมื่อจัดทำรายละเอียดพร้อมเขียนแบบระบบป้องกันฟ้าผ่าเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปจัดทำประมาณราคาดังนี้

รายการประมาณราคา

งานติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า อาคารพักพยาบาล 24 ห้อง (12 ครอบครัว)

บริเวณภายในโรงพยาบาลพนม

โรงพยาบาลพนม อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี

สรุปผลการประมาณราคาค่าก่อสร้าง

ส่วนราชการ โรงพยาบาลพนม อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ประเภท งานติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า อาคารพักพยาบาล 24 ห้อง (12 ครอบครัว)
เจ้าของอาคาร โรงพยาบาลพนม อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี
สถานที่ก่อสร้าง บริเวณภายในโรงพยาบาลพนม
หน่วยงานออกแบบแปลนและรายการ
แบบเลขที่
ประมาณราคาตามแบบ ปร.4 จำนวน 1 แผ่น
ประมาณราคาเมื่อวันที่ ..... 25 กันยายน 2561.....
หมายเหตุ :

ลำดับที่	รายการ	ค่าวัสดุและค่าแรงงาน รวมเป็นเงิน (บาท)	FACTOR F	VAT 7%	ค่าก่อสร้างทั้งหมด รวมเป็นเงิน (บาท)	หมายเหตุ
1	รวมหมวดงานติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า	108,090.00				
	รวม	108,090.00		1.07	115,656.30	
สรุป	รวมค่าก่อสร้างเป็นเงิน				115,656.30	
	ตัวอักษร	หนึ่งแสนหนึ่งพันห้าร้อยหกสิบหกบาทสามสิบสตางค์				
	เงื่อนไข					
	เงินล่วงหน้าจ่าย.....%					
	เงินประกันผลงานหัก.....%					
	ดอกเบี้ยเงินกู้.....7.....%					

ประมาณราคาค่าก่อสร้าง งานติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า อาคารพักพยาบาล 24 ห้อง (12 ครอบครัว) แบบ ปร.4 แผ่นที่
สถานที่ก่อสร้าง บริเวณภายในโรงพยาบาลพนม แบบเลขที่ รายการเลขที่
ฝ่าย/งาน กอง
ประมาณการโดย คณะกรรมการกำหนดราคากลาง เมื่อวันที่ 25 กันยายน 2561

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาวัสดุสิ่งของ ราคาต่อหน่วย	ราคาวัสดุสิ่งของ จำนวนเงิน	ค่าแรงงาน ราคาต่อหน่วย	ค่าแรงงาน จำนวนเงิน	ค่าวัสดุและแรงงาน	หมายเหตุ
1	งานติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า								
1.1	เสาล่อฟ้าแท่งทองแดงแบบปลายแหลม ขนาด 5/8" x 1000 มม. พร้อมฐาน	9	ชุด	1600	14,400.00	250.00	2250.00	16,650.00	
1.2	สายทองแดงเปลือย ขนาด 50 ตร.มม.	230	เมตร	185	42,550.00	35.00	8050.00	50,600.00	
1.3	ท่อ พีวีซี ขนาด 1 1/4 "	50	เมตร	38	1,900.00	22.00	1100.00	3,000.00	
1.4	Ground rod ขนาด 5/8" x 3000 มม.	12	ชุด	970	11,640.00	150.00	1800.00	13,440.00	
1.5	Ground Test Box	4	ชุด	1500	6,000.00	300.00	1200.00	7,200.00	
1.6	Cable Support ขนาด 50-70 ตร.มม.	130	ชุด	90	11,700.00	-	0.00	11,700.00	
1.7	อุปกรณ์ประกอบการติดตั้ง	1	จำนวน	5,500.00	5,500.00	-	0.00	5,500.00	
	รวมหมวดงานติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า				93,690.00		14,400.00	108,090.00	

๕. จัดส่งรายละเอียดทั้งหมดที่ได้ดำเนินการให้กับโรงพยาบาล

เมื่อจัดทำรายเอียดทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับโครงการ/งานเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปจัดส่งรายละเอียดทั้งหมดที่ได้ดำเนินการให้กับโรงพยาบาลเพื่อดำเนินการต่อไป

บทที่ ๔
สรุปผลการดำเนินการ

๔.๑ ผลสำเร็จของงานเชิงปริมาณ

๑. รายงานผลการตรวจสอบ และข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงแก้ไขระบบป้องกันฟ้าผ่าที่ติดตั้งภายในโรงพยาบาล

๒. แบบติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคารพักพยาบาล ๒๔ ยูนิต

๓. รายการประมาณราคาระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคารพักพยาบาล ๒๔ ยูนิต

๔. ข้อกำหนด ขอบเขต สำหรับติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าสำหรับอาคารพักพยาบาล ๒๔ ยูนิต

๔.๒ ผลสำเร็จของงานเชิงคุณภาพ

๑. โรงพยาบาลมีระบบป้องกันฟ้าผ่าที่สามารถรองรับความเสี่ยงจากการเกิดฟ้าผ่า

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

๓. แบบติดตั้ง และรายการประมาณราคาเป็นไปตามความต้องการของโรงพยาบาล

๔.๓. การนำไปใช้ประโยชน์

โรงพยาบาลมีระบบป้องกันฟ้าผ่าที่สามารถรองรับความเสี่ยงจากการเกิดฟ้าผ่า และมีการติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่าที่ถูกต้องตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (ว.ส.ท.)

บทที่ ๕
ปัญหา อุปสรรค ข้อเสนอแนะ

๕.๑ ความยุ่งยากในการดำเนินการ /ปัญหา/อุปสรรค

ข้อมูลเบื้องต้นของทางโรงพยาบาล เช่น แบบผังบริเวณ ผังของอาคารพักพยาบาล ๒๔ ยูนิต นั้น ทางโรงพยาบาลไม่มีข้อมูลเป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์ (File Autocad) ทำให้ต้องดำเนินการสำรวจสถานที่และตรวจสอบตำแหน่งอาคาร เพื่อรวบรวมข้อมูลนำมาเขียนแบบใหม่ด้วยโปรแกรม Autocad นับเป็นปัญหา อุปสรรคอย่างยิ่ง ที่ทำให้การดำเนินการเป็นไปอย่างล่าช้ามาก

๕.๒ ข้อเสนอแนะ

๑. ควรมีการตรวจสอบระบบป้องกันฟ้าผ่าทั้งภายใน และภายนอกอาคารอย่างน้อยปีละครั้ง เพื่อความปลอดภัยของบุคคลที่ใช้อาคารและระบบภายในอาคารให้มีความปลอดภัยมาก ยิ่งขึ้น

๒. ควรให้ผู้ดูแลระบบป้องกันฟ้าผ่าเข้าอบรมหลักสูตรการบำรุงรักษาระบบป้องกันฟ้าผ่า

๓. ควรมีการบันทึกข้อมูลแบบแปลนทั้งในส่วนของงานโครงสร้างและงานวิศวกรรมระบบ เพื่อให้ ผู้ออกแบบสามารถนำไปใช้ต่อได้ทันที โดยไม่ต้องเริ่มต้นเขียนรูปแบบใหม่ เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้สะดวก รวดเร็ว มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

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 ระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ภายในสิ่งปลูกสร้าง. 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).

ภาคผนวก

เอกสารคำสั่ง/บันทึกข้อความ

ที่ สฎ ๐๐๓๒.๓๐๑/ ๑๐๑๗

โรงพยาบาลพนม อำเภอพนม
จังหวัดสุราษฎร์ธานี ๘๔๒๕๐

๑๓ กรกฎาคม ๒๕๖๑

เรื่อง การออกแบบและตรวจสอบระบบสายล่อฟ้า

เรียน ผู้อำนวยการสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขต ๑๑ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ตามที่ โรงพยาบาลพนม ได้รับการจัดสรรงบลงทุน ประจำปี ๒๕๖๐ ในการก่อสร้างอาคารพักพยาบาล ๒๔ ยูนิต จำนวน ๑ หลัง ซึ่งการก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เป็นอาคาร ๓ ชั้น ไม่มีระบบสายล่อฟ้า ซึ่งเสี่ยงต่อการเกิดฟ้าผ่าอาคาร ทางโรงพยาบาลพนม ยังไม่มีบุคลากรที่มีความรู้ ความชำนาญ เกี่ยวกับระบบนี้

ดังนั้น โรงพยาบาลพนม มีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์สนับสนุนเจ้าหน้าที่ เข้าประเมินในการออกแบบระบบสายล่อฟ้าของอาคารพักพยาบาล ๒๔ ยูนิตและตรวจสอบระบบสายล่อฟ้าในส่วนอื่นๆ ด้วย โดยที่ทางโรงพยาบาลยินดีสนับสนุนค่าใช้จ่าย ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายจิตติกร ผลแก้ว)
12.7.61
ผู้อำนวยการโรงพยาบาลพนม

ฝ่ายบริหารทั่วไป
โทร ๐ ๗๗๓๙ ๙๐๘๔
โทรสาร ๐ ๗๗๓๙ ๙๒๗๒

สำเนาคู่ฉบับ
บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขต ๑๑ จังหวัดสุราษฎร์ธานี โทร. ๐ ๗๗๒๐ ๐๑๔๙
ที่ สธ ๐๗๒๕.๐๔ / ๓๖๕ **วันที่** ๓๐ สิงหาคม ๒๕๖๑
เรื่อง ขออนุมัติเดินทางไปราชการ

เรียน ผู้อำนวยการสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต ๑๑ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ด้วยข้าพเจ้า นายวิโรจน์ แก้วเรือง ตำแหน่ง นายช่างเทคนิคชำนาญงาน

พร้อมด้วย

(๑) นายภัทร์ธีนันท์ ไชยวัฒน์ ตำแหน่ง วิศวกรไฟฟ้าปฏิบัติการ

(๒) ตำแหน่ง

มีราชการปฏิบัติ ดังนี้

๑. เดินทางไปปฏิบัติราชการ ตรวจสอบระบบก๊าซทางการแพทย์ และ ออกแบบสายล่อฟ้าอาคารพักพยาบาล โรงพยาบาลพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในวันที่ ๓๑ สิงหาคม ๒๕๖๑

โดยพาหนะ ( ) รถยนต์ทางราชการ หมายเลขทะเบียน ๓กต ๔๒๓๖ กทม. และ นายวิโรจน์ แก้วเรือง เป็นผู้ขับ

( ) รถโดยสารประจำทาง ( ) รถไฟ ( ) เครื่องบิน ( ) พาหนะอื่น ๆ โดยเบิกค่าเบี้ยเลี้ยงและค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปราชการจาก โรงพยาบาลพนม ข้าพเจ้าขออนุมัติเดินทางไปราชการ ตั้งแต่วันที่ ๓๑ สิงหาคม ๒๕๖๑ และในระหว่างที่ข้าพเจ้าไปราชการครั้งนี้ ขอมอบหมายให้ เป็นผู้ปฏิบัติงานแทน

จึงเสนอมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติด้วย จะเป็นพระคุณ

(ลงชื่อ)
(นายวิโรจน์ แก้วเรือง)
ตำแหน่ง นายช่างเทคนิคชำนาญงาน

ความเห็นของหัวหน้ากลุ่ม

(ลงชื่อ)
(นายวิโรจน์ แก้วเรือง)
ตำแหน่ง นายช่างเทคนิคชำนาญงาน

อนุมัติ

(ลงชื่อ)
(นายวันชัย มั่นสัมฤทธิ์)
ผู้อำนวยการสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขต ๑๑ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

สำเนาคู่ฉบับ

สำเนาคู่ฉบับ

ที่ สธ ๐๗๒๕/ ว๓๗๒

สำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขต ๑๑
จังหวัดสุราษฎร์ธานี ๒๖/๑๐ หมู่ที่ ๓
ตำบลวัดประดู่ อำเภอเมือง
จังหวัดสุราษฎร์ธานี ๘๔๐๐๐

๓๐ สิงหาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ส่งตัวเจ้าหน้าที่มาปฏิบัติราชการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงพยาบาลพนม

อ้างถึง หนังสือโรงพยาบาลพนม ที่ สฎ ๐๐๓๒.๓๐๑/๑๐๑๗ ลงวันที่ ๑๓ กรกฎาคม ๒๕๖๑ และ
หนังสือโรงพยาบาลพนม ที่ สฎ ๐๐๓๒.๓๐๑/๑๑๐๙ ลงวันที่ ๗ สิงหาคม ๒๕๖๑

ตามหนังสือที่อ้างถึง โรงพยาบาลพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้สนับสนุนเจ้าหน้าที่ จากสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต ๑๑ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ออกแบบสายล่อฟ้าอาคารพักพยาบาล และตรวจสอบระบบออกซิเจนไปป์ไลน์ นั้น

สำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขต ๑๑ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ขอส่งตัวเจ้าหน้าที่ไปปฏิบัติราชการดังกล่าว ในวันที่ ๓๑ สิงหาคม ๒๕๖๑ ดังรายชื่อต่อไปนี้

๑. นายวิโรจน์ แก้วเรือง ตำแหน่ง นายช่างเทคนิคชำนาญงาน
๒. นายภัทร์ธีนันท์ ไชยวัฒน์ ตำแหน่ง วิศวกรไฟฟ้าปฏิบัติการ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและอำนวยความสะดวกตามสมควร

ขอแสดงความนับถือ

(นายวันชัย มั่นสัมฤทธิ์)
ผู้อำนวยการสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขต ๑๑
จังหวัดสุราษฎร์ธานี

กลุ่มวิศวกรรมการแพทย์
โทร. ๐ ๗๗๒๐ ๐๑๔๙
โทรสาร. ๐ ๗๗๒๐ ๐๑๕๐

สำเนาคู่ฉบับ

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขต ๑๑ จังหวัดสุราษฎร์ธานี โทร. ๐ ๗๗๒๐ ๐๑๔๙
ที่ สธ ๐๗๒๕.๐๔ / ๓๗๙ **วันที่** ๔ กันยายน ๒๕๖๑
เรื่อง สรุปผลการตรวจสอบระบบป้องกันฟ้าผ่าและระบบออกซิเจนไปป์ไลน์

เรียน ผู้อำนวยการสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขต ๑๑ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ตามที่สำนักงานฯ ได้มอบหมายให้ข้าพเจ้า นายภัทร์ธีนันท์ ไชยวัฒน์ ตำแหน่ง วิศวกรไฟฟ้าปฏิบัติการ พร้อมด้วย นายวิโรจน์ แก้วเรือง ตำแหน่ง นายช่างเทคนิคชำนาญงาน ตรวจสอบระบบป้องกันฟ้าผ่า อาคารพักพยาบาล,หอถังสูงเก็บน้ำสำรอง,สำรวจเพื่อออกแบบระบบสายล่อฟ้าของอาคารพักพยาบาล ๒๔ ยูนิต และตรวจสอบระบบออกซิเจนไปป์ไลน์ ของโรงพยาบาลพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

จากการสำรวจและตรวจสอบ ในวันที่ ๓๑ สิงหาคม ๒๕๖๑ ข้าพเจ้าจึงขอชี้แจงรายละเอียดดังนี้

๑.จากการตรวจสอบและได้วัดค่าความต้านทานดินระบบป้องกันฟ้าผ่า ของอาคารพักพยาบาลและหอถังสูงเก็บน้ำสำรอง โดยใช้เครื่องตรวจสอบความต้านทานระบบสายดิน (ยี่ห้อ SONEL รุ่น MRU-120) ได้ผลการตรวจวัดดังนี้

- ค่าความต้านทานดินระบบป้องกันฟ้าผ่าของอาคารพักพยาบาลวัดค่าได้ >๑๕๐ โอห์ม
- ค่าความต้านทานดินระบบป้องกันฟ้าผ่าของหอถังสูงเก็บน้ำสำรองวัดค่าได้ >๑๕๐ โอห์ม

จากผลการตรวจวัดค่าความต้านดิน ของระบบป้องกันฟ้าผ่าข้างต้น จะเห็นได้ว่าค่าความต้านทานดินของระบบป้องกันฟ้าผ่า มีค่าความต้านทานดินที่มีค่าสูง ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุให้การป้องกันกระแสไฟฟ้ากระโชกขนาดใหญ่และไม่สามารถถ่ายเทกระแสไฟฟ้าขนาดใหญ่ได้ดีในระยะเวลาอันสั้น จึงเป็นสาเหตุให้เกิดกระแสไฟฟ้าย้อนกลับ มาสร้างความเสียหายต่อระบบไฟฟ้าของโรงพยาบาลได้ ดังนั้น ทางโรงพยาบาลต้องปรับปรุงระบบสายดินของระบบป้องกันฟ้าผ่า โดยที่คุณสมบัติของระบบสายดินที่ดีก็คือสามารถถ่ายเทกระแสไฟฟ้าขนาดใหญ่ได้ดีในระยะเวลาอันสั้น และเพื่อเป็นตัวกระจายพลังงานไฟฟ้าส่วนเกินให้ลงดิน ไม่มีโอกาสย้อนกลับมาสร้างความเสียหายต่อระบบไฟฟ้า โดยค่าความต้านทานดินวัดแล้ว จะต้องอ่านค่าได้ไม่เกิน ๕ โอห์ม

<u>แนวทางแก้ไข</u>

- ควรติดตั้งแท่งหลักดินเพิ่มและควรเชื่อมต่อสายตัวนำลงดินกับแท่งหลักดินให้แน่นคงทน โดยใช้วิธี การเชื่อมบัดกรีหรือการเชื่อมต่อด้วยความร้อน(Exothermic Welding),การต่อด้วยหัวต่อแบบบีบอัด
- ควรมีการตรวจสอบค่าความต้านทานดินทุกครั้งที่มีการปรับปรุงหรือติดตั้งเพิ่มเติม กรณีที่โรงพยาบาลไม่มีเครื่องมือตรวจวัดค่าความต้านทานดิน ทางสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขต ๑๑ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ยินดีสนับสนุนอุปกรณ์ดังกล่าว

๒.จากการตรวจสอบระบบออกซิเจนไปป์ไลน์ ตรวจพบการรั่วตามจุดใช้งานดังนี้

- มีจุดรั่วในตู้ ALARM ในห้องผู้ป่วยฉุกเฉินและห้องผู้ป่วยรวม
- มีจุดรั่วที่จุดใช้งาน OUTLET จำนวน ๒๓ จุด
- ท่อทองแดง PIGTAL ที่ต่อจากถังออกซิเจนเข้าเมดิโฟล์ชำรุด จำนวน ๕ จุด (รวมลิ้น CHECK VALVE)

แนวทางแก้ไข

-เห็นควรให้ทางโรงพยาบาลดำเนินการ ซ่อม/เปลี่ยน ตามที่เอกชนเสนอมา โดยที่สำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขต ๑๑ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ยินดีสนับสนุนบุคลากรเพื่อร่วมตรวจสอบการ ซ่อม/เปลี่ยน อุปกรณ์ดังกล่าว

๓.สำหรับการออกแบบระบบสายล่อฟ้าของอาคารพักพยาบาล ๒๔ ยูนิต เมื่อออกแบบ จัดทำรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ และประมาณราคา เสร็จเรียบร้อยแล้วทางสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขต ๑๑ จังหวัดสุราษฎร์ธานี จะดำเนินจัดส่งให้ทางโรงพยาบาล ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายภัทร์ธีนันท์ ไชยวัฒน์)
วิศวกรไฟฟ้าปฏิบัติการ

ทราบ/แจ้ง รพ.พนม.

๔ ก.ย. ๖๑

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ กลุ่มมาตรฐานอาคารและสภาพแวดล้อม โทร. ๐ ๗๗๒๐ ๐๑๔๙ ต่อ ๑๐๕

ที่ สธ ๐๗๒๕.๐๕ / ๕๖๑) **วันที่** ๑ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง สรุปผลการออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่าโรงพยาบาลพนม

เรียน ผู้อำนวยการสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขต ๑๑ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ตามที่สำนักงานฯ ได้มอบหมายให้ข้าพเจ้า นายภัทร์ธีนันท์ ไชยวัฒน์ ตำแหน่ง วิศวกรไฟฟ้าปฏิบัติการ ออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่าอาคารพักพยาบาล ๒๔ ห้อง (๑๒ ครอบครัว) ของโรงพยาบาลพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

ในการนี้ข้าพเจ้า ได้ดำเนินการออกแบบ และกำหนดราคากลางเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงขอส่งรายละเอียดงานดังนี้

๑.แบบติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า หมายเลขแบบ สบส๑๑-๐๐๔ จำนวน ๑ ชุด

๒.รายการประมาณราคา จำนวน ๑ ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และพิจารณาดำเนินการต่อไป

(นายภัทร์ธีนันท์ ไชยวัฒน์)
ตำแหน่ง วิศวกรไฟฟ้าปฏิบัติการ

เรียน ผอ.สนง.ฯ เพื่อทราบและดำเนินการต่อไป

(ลงชื่อ).....

(นายสามารถ วงศ์รอด)
ตำแหน่ง นายช่างเทคนิคชำนาญงาน

(ลงชื่อ).....

(นายสุเทพ พ่วงแม่กลอง)
นายช่างเทคนิคอาวุโส ปฏิบัติหน้าที่แทน
ผู้อำนวยการสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขต ๑๑
จังหวัดสุราษฎร์ธานี

สำเนาคู่ฉบับ

ที่ สธ ๐๗๒๕/ ๗๕๑

สำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต ๑๑
จังหวัดสุราษฎร์ธานี ๒๖/๑๐ ตำบลวัดประตู่
อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ๘๔๐๐๐

๑ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอส่งแบบระบบป้องกันฟ้าผ่า

เรียน ผู้อำนวยการโรงพยาบาลพนม

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑.แบบติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า หมายเลขแบบ สบส๑๑-๐๐๔ จำนวน ๑ ชุด
๒.รายการประมาณราคา จำนวน ๑ ชุด

ตามที่สำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขต ๑๑ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้เข้าดำเนินการสำรวจเพื่อออกแบบระบบป้องกันฟ้าผ่าอาคารพักพยาบาล ๒๔ ห้อง (๑๒ ครอบครัว) ของโรงพยาบาลพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในวันที่ ๓๑ สิงหาคม ๒๕๖๑ และได้ดำเนินการเสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้วนั้น

ในการนี้ สำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขต ๑๑ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ขอส่งรายละเอียดสรุปผลการดำเนินงานของเจ้าหน้าที่ ดังสิ่งที่ส่งมาด้วยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุเทพ พ่วงแม่กลอง)
นายช่างเทคนิคอาวุโส ปฏิบัติหน้าที่แทน
ผู้อำนวยการสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขต ๑๑
จังหวัดสุราษฎร์ธานี

กลุ่มมาตรฐานอาคารและสภาพแวดล้อม
โทร ๐ ๗๗๒๐ ๐๑๔๙
โทรสาร ๐ ๗๗๒๐ ๐๑๕๐