



กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ

Department Of Health Service Support

หลักสูตรพัฒนาศักยภาพบุคลากรภาคีเครือข่ายด้านวิศวกรรมงานระบบอาคาร และสภาพแวดล้อมสาธารณสุข



กองแบบแผน

กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข

พุทธศักราช ๒๕๖๑

ชื่อโครงการ	หลักสูตรพัฒนาศักยภาพบุคลากรภาคีเครือข่ายด้านวิศวกรรมงานระบบอาคารและสภาพแวดล้อมสาธารณสุข
ทีมดำเนินงาน	กลุ่มมาตรฐานสาธารณูปการและผู้แทนจากโรงพยาบาล
หน่วยงาน	กองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นรูปแบบการประชุมทดสอบและจัดสร้างเอกสารหลักสูตร มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำหลักสูตรสำหรับพัฒนาศักยภาพบุคลากรด้านวิศวกรรมงานระบบอาคารและสภาพแวดล้อม สาธารณสุข ดำเนินการจัดตั้งคณะทำงานหลักสูตรประกอบด้วยคณะทำงานวิศวกรรมไฟฟ้า เครื่องกล และสุขาภิบาลและสิ่งแวดล้อม จัดประชุมกำหนดเนื้อหาหลักสูตร

๑ ด้านวิศวกรรมไฟฟ้า ประกอบด้วยเนื้อเรื่อง ๑.๑ การตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า, ๑.๒. การตรวจสอบและบำรุงรักษาตู้ควบคุมไฟฟ้า, ๑,๓. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง, ๑.๔. ระบบกราวด์และระบบไฟฟ้าต่อเนื่อง

๒. ด้านวิศวกรรมเครื่องกล ประกอบด้วยเนื้อเรื่อง ๒.๑.เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน, ๒.๒.ระบบระบายอากาศ, ๓.ระบบปรับอากาศห้องพิเศษ

๓. ด้านวิศวกรรมสุขาภิบาล ประกอบด้วยเนื้อเรื่อง ๓.๑.ระบบปั้มน้ำดับเพลิง

จากผลการประชุมและทดสอบ เครือข่ายโรงพยาบาลเข้าร่วม ๓๐ รพ. รวม ๖๔ คน - ส่วนมากเป็นเพศชาย /กลุ่มงานช่างบำรุงรักษา /อายุเฉลี่ย ๓๖ – ๕๐ ปี/ ระดับ ปวส-ปริญญาตรี/ เป็นลูกจ้าง /ข้าราชการ / ประสบการณ์ ๕-๑๐ ปี -ผลรวมทุกด้านมีความพึงพอใจมาก ๗๕ % มีความพึงพอใจมากที่สุด ๑๘ % และระดับปานกลาง ๗ % ในเรื่องระยะเวลาและเนื้อหา ดำเนินการทดสอบก่อนอบรม จากจำนวนผู้เข้าอบรมทั้งหมด ๖๔ คน มีผู้ทำแบบทดสอบ ผ่านเกณฑ์ ๖๒.๓ % ไม่ผ่านเกณฑ์ ๓๗.๗ % หลังอบรม ผู้ทำข้อสอบโดยเฉลี่ยได้ ๘๐ – ๙๕ % ผลการทดสอบผ่าน ๑๐๐ %

สรุปปัญหาอุปสรรค ควรปรับเพิ่มระยะเวลาสำหรับการอบรมเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อมากขึ้น เนื้อหามากขึ้น โดยมุ่งเน้นเนื้อหา เข้าใจง่าย ปฏิบัติได้จริง ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ส่วนควรให้เรียนรู้ในเบื้องต้น หลักการทฤษฎีและ ส่วนที่ยุ่งยากซับซ้อนและใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี สูงให้องค์กร ภายนอกหรือผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางดำเนินการ ปรับเรื่องสถานที่จัดควรให้เพียงพอและเหมาะสม

ได้ดำเนินการปรับปรุงข้อมูลเนื้อหาหลักสูตรให้สอดคล้องตามข้อเสนอแนะ เพื่อใช้สำหรับการพัฒนาขีดความสามารถของบุคลากรภาคีเครือข่ายมาเป็นลำดับอย่างต่อเนื่อง เสริมสร้างศักยภาพของบุคลากรของกระทรวงสาธารณสุข ให้มีความรู้ ทักษะและความสามารถที่จะดำเนินการบริหารจัดการด้านอาคารและสภาพแวดล้อม ได้ อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มสูงขึ้น พัฒนาให้เป็นมาตรฐานโรงพยาบาลคุณภาพ ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

รายงานโครงการฉบับนี้สำเร็จด้วยดี เพราะอาศัยความช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่ายทั้งทางด้านวิชาการและทุนทรัพย์พร้อมทั้งกำลังใจในจัดทำโครงการ ข้อเสนอแนะเพื่อความสะดวกและถูกต้องตามหลักวิชาการ ด้านงบประมาณโดย กองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข

คณะผู้จัดทำโครงการ ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการและเจ้าหน้าที่กองแบบแผน, เจ้าหน้าที่โรงพยาบาล ทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือในการ ดำเนินการจนครบถ้วน ทั้งผู้ให้การอุปการคุณทุกท่านที่ให้ความสนับสนุนทั้งทางด้านข้อมูลปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะ กำลังใจในการทำรายการการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณข้อมูลอ้างอิงทั้งที่ได้หรือไม่ได้แสดงในบรรณานุกรมและขออภัย ขอบพระคุณบูรพการีบิดามารดาครูบาอาจารย์ ตลอดทั้งบูรพาจารย์และท่านผู้เป็นเจ้าของตำราได้กรุณาประสิทธิประสาทวิชาความรู้ ยังผลให้ผู้จัดทำโครงการ ได้ศึกษาค้นคว้าและนำมาอ้างอิงทางวิชาการ และผู้จัดทำโครงการรู้สึกสำนึกในพระคุณของสถาบันมหาวิทยาลัย สถาบันซึ่งประสิทธิ์ประสาทวิทยาการสาขาต่างๆ ให้แก่ผู้จัดทำโครงการอย่างใหญ่หลวงจนกระทั่งยังผลให้ผู้จัดทำโครงการประสบความสำเร็จในการศึกษาด้วยดี ขอขอบพระคุณอาจารย์ ทุกท่าน และคณาจารย์ทุกท่าน ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ ประสิทธิ์ประสาทวิทยาการ และประสบการณ์ รวมถึงให้ความเมตตาเอื้อเฟื้อ ถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ และเป็นกำลังใจให้มาตลอด คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ อันจะพึงมีจากรายงานโครงการฉบับนี้ ผู้จัดทำโครงการขอมอบบูชาเป็นกตเวทิตาคุณแด่มารดา บิดา ที่เป็นกำลังใจสนับสนุนในทุก ๆ เรื่อง รวมทั้งบูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ร่วมกันสรรค์สร้างงานโครงการหลักสูตรขึ้นนี้ให้เป็นผลสำเร็จด้วยดียิ่ง

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
๑ บทนำ	๑
๒ การตรวจสอบและดูแลบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	๔
๓ การตรวจสอบและดูแลบำรุงรักษาตู้ควบคุมไฟฟ้า	๒๐
๔ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	๓๒
๕ ระบบกราวด์และระบบไฟฟ้าต่อเนื่อง	๔๓
๖ ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบปรับอากาศ	๕๙
๗ การระบายอากาศ	๖๙
๘ ระบบปรับอากาศห้องพิเศษ	๗๕
๙ ระบบปั้มน้ำดับเพลิง	๘๖
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก	

บทนำ

๑. ความสำคัญของโครงการ/หลักการและเหตุผล

ตามกฎหมายแบ่งส่วนราชการกรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. ๒๕๕๒ กำหนดให้กองแบบแผนมีหน้าที่ส่งเสริม สนับสนุน ควบคุมกำกับ ดูแล ตรวจสอบอาคารและสภาพแวดล้อมสถานบริการสุขภาพและหน่วยงานในสังกัดกระทรวงสาธารณสุขได้คุณภาพมาตรฐาน ด้วยการให้บริการทางวิชาการ งานวิศวกรรมด้านการออกแบบ สถาปัตยกรรมและอำนวยความสะดวก ควบคุมคุณภาพการก่อสร้างอาคารให้ได้มาตรฐานทางวิชาชีพ สอดคล้องกับกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารและกฎหมายอื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งปัจจุบันกองแบบแผน มีอัตรากำลังด้านวิชาชีพจำกัดและมีแนวโน้มลดลง จึงไม่สอดคล้องกับปริมาณภารกิจ จากระบบบริการ สถานบริการสุขภาพที่มีการขยายตัวเพิ่มขึ้น การพัฒนาเป็นอาคารขนาดใหญ่ มีเทคโนโลยีซับซ้อนและมูลค่าสูงมากขึ้น ส่งผลให้การตอบสนองความต้องการของสถานบริการสุขภาพไม่สมดุล ไม่สามารถดำเนินการได้ทันตามความต้องการของผู้รับบริการได้อย่างทั่วถึง

กองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ ดำเนินการพัฒนาขีดความสามารถของบุคลากรภาคีเครือข่ายมาเป็นลำดับอย่างต่อเนื่อง เพื่อเสริมสร้างศักยภาพของบุคลากรของกระทรวงสาธารณสุข ให้มีความรู้ ทักษะและความสามารถที่จะดำเนินการบริหารจัดการด้านอาคาร และสภาพแวดล้อม และการบริหารสัญญาจ้างงานก่อสร้างของเครือข่ายได้ อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มสูงขึ้น

ดังนั้น เพื่อบรรลุตามภารกิจดังกล่าว กลุ่มมาตรฐานสาขารูปการ กองแบบแผน จึงจัดทำหลักสูตรพัฒนาศักยภาพบุคลากรด้านวิศวกรรมงานระบบอาคารและสภาพแวดล้อมสาธารณสุข เพื่อใช้ในการอบรม บุคลากรภาคีเครือข่าย โดยใช้แนวทางหลักสูตร ฐานสมรรถนะ(Competency based curriculum) ที่ไม่ได้มุ่งเน้นเนื้อหาวิชาการ แต่มุ่งพัฒนาในด้านทักษะความสามารถ อันจะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนโดยตรง สามารถนำไปปฏิบัติงานได้จริง นับเป็นการเพิ่มสมรรถนะให้บุคลากรภาคีเครือข่ายได้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นต่อไป

๒.วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อจัดทำหลักสูตรสำหรับพัฒนาศักยภาพบุคลากรด้านวิศวกรรมงานระบบอาคารและสภาพแวดล้อมสาธารณสุข

๓.ขอบเขตของโครงการ/พื้นที่เป้าหมาย/กลุ่มเป้าหมาย

จัดทำหลักสูตรการอบรมจำนวน ๓ หลักสูตร

๑. หลักสูตรเพื่อพัฒนาศักยภาพบุคลากรด้านวิศวกรรมไฟฟ้า
๒. หลักสูตรเพื่อพัฒนาศักยภาพบุคลากรด้านวิศวกรรมเครื่องกล
๓. หลักสูตรเพื่อพัฒนาศักยภาพบุคลากรด้านสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม

๔. ผลผลิต/ผลลัพธ์ของโครงการ

ได้หลักสูตรสำหรับการอบรมบุคลากรของหน่วยงานภาคีเครือข่ายในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข จำนวน ๓ หลักสูตร

๕. ตัวชี้วัดความสำเร็จของโครงการ/เป้าหมาย

จำนวนหลักสูตรสำหรับการอบรมบุคลากรของหน่วยงานภาคีเครือข่ายในสังกัดกระทรวงสาธารณสุขได้สำเร็จ จำนวน ๓ หลักสูตร

๖. ความเชื่อมโยงกับยุทธศาสตร์

ยุทธศาสตร์กองแบบแผน : ยุทธศาสตร์ที่ ๔ สร้างความร่วมมือและพัฒนาขีดความสามารถของภาคีเครือข่ายด้านอาคารและสภาพแวดล้อมสาธารณสุข

๗. ผู้รับผิดชอบ

กลุ่มมาตรฐานสาธารณสุขการ กองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ

๑. ประชุมคณะทำงาน

๒. ทดสอบหลักสูตร ๒ ครั้ง

๓. จัดสร้างเนื้อหาและจัดพิมพ์หลักสูตร / วัสดุ/อุปกรณ์

๘. ผู้เกี่ยวข้องกับโครงการ

กลุ่มบริหารทั่วไป/เจ้าหน้าที่จากวิชาชีพที่ร่วมดำเนินการจัดทำหลักสูตร

๑. บุคลากรกองแบบแผน และเจ้าหน้าที่กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ

๒. บุคลากรของสถานบริการสุขภาพและสำนักงานสาธารณสุขจังหวัด ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับงานวิศวกรรมระบบอาคารและสภาพแวดล้อมสาธารณสุข

๙. ประโยชน์ที่จะได้รับ

ได้หลักสูตรด้านงานวิศวกรรมระบบอาคารและสภาพแวดล้อมสาธารณสุขเพื่อใช้ในการพัฒนาศักยภาพบุคลากรภาคีเครือข่าย

๑๐. การนำหลักสูตรไปใช้งาน

ใช้วิธีการ จัดอบรม / ประชุม/สัมมนา รายวิชาๆละ ๑ ชั่วโมง โดยวิทยากร ด้านวิศวกรรม

๑ ด้านวิศวกรรมไฟฟ้า ประกอบด้วยเนื้อเรื่อง

๑.๑. การตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

๑.๒. การตรวจสอบและบำรุงรักษาตู้ควบคุมไฟฟ้าหลัก

๑.๓. ระบบแสงสว่าง

๑.๔. ระบบกราวด์และระบบไฟฟ้าต่อเนื่อง

๒. ด้านวิศวกรรมเครื่องกล ประกอบด้วยเนื้อเรื่อง

๒.๑ เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน

๒.๒. ระบบระบายอากาศ.

๒.๓. ระบบปรับอากาศห้องพิเศษ

๓. ด้านวิศวกรรมสุขาภิบาล ประกอบด้วยเนื้อเรื่อง

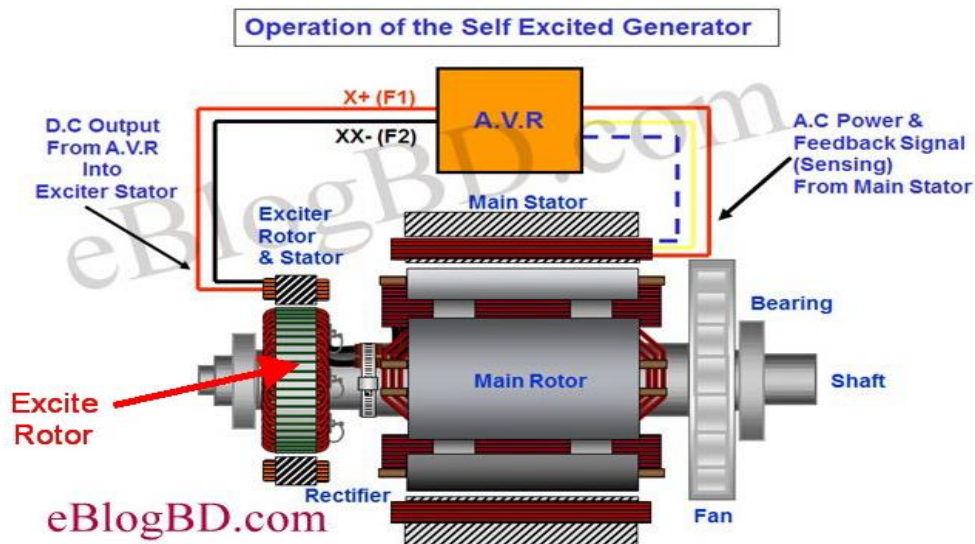
๓.๑.ระบบปั้มน้ำดับเพลิง

๑. การตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

๑.๑ หลักการทำงาน

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่จะออกแบบให้ขดลวดสนามแม่เหล็กหมุน (Rotating field) เนื่องจากสามารถนำไฟฟ้ากระแสสลับออกจากขดลวดอาเมเจอร์ได้โดยตรง โดยไม่ต้องต้องผ่านสลิปริงและแปรงถ่าน จึงสามารถแก้ปัญหาการอาร์ค (Arc) ที่ผ่านสลิปริงและแปรงถ่านได้ ส่วนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ผลิตแรงดันไฟฟ้าต่ำๆ อาจเป็นแบบขั้วแม่เหล็กหมุนหรือแบบอาเมเจอร์หมุน (Rotating armature) ก็ได้

ไฟฟ้ากระแสตรงที่ป้อนให้กับขดลวดสนามแม่เหล็กอาจมาจากวงจรภายนอก (กรณีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่) หรือภายในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเอง (กรณีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก) ในกรณีของไดนาโม (Alternators) ซึ่งเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเชิงโครนอสเฟสเดียวขนาดเล็กที่ใช้กันทั่วไปนั้น ไฟฟ้ากระแสตรงที่ป้อนผ่านแปรงถ่านและสลิปริงเข้าไปในขดลวดสนามแม่เหล็กจะมาจากภายในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเอง ดังแสดงในรูปที่ ๑ โดยระดับแรงดันไฟฟ้าเพื่อป้อนให้กับขดลวดสนามแม่เหล็กในช่วงเริ่มทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบนี้จะขึ้นอยู่กับปริมาณสนามแม่เหล็กตกค้างในแกนเหล็ก ดังจะเห็นได้จากรูปที่ ๑.๑ ที่ความเร็วรอบต่ำๆ แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จะมีค่าต่ำมาก เนื่องจากแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้กับขดลวดสนามแม่เหล็กมีค่าต่ำ แต่เมื่อความเร็วรอบใกล้ ๑๐๐๐ rpm แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเนื่องจากแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้กับขดลวดสนามแม่เหล็กมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งเหมือนกับกรณีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่ต่อกับตัวเก็บประจุ



รูปที่ ๑.๑ แสดง ส่วนประกอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของไดนาโม



Engine for generator set



alternator

รูปที่ ๑.๒ แสดง ส่วนประกอบหลักการกำเนิดไฟฟ้า



รูปที่ ๑.๓ แสดง เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบติดตั้งในอาคาร ([Generators Sets](#))

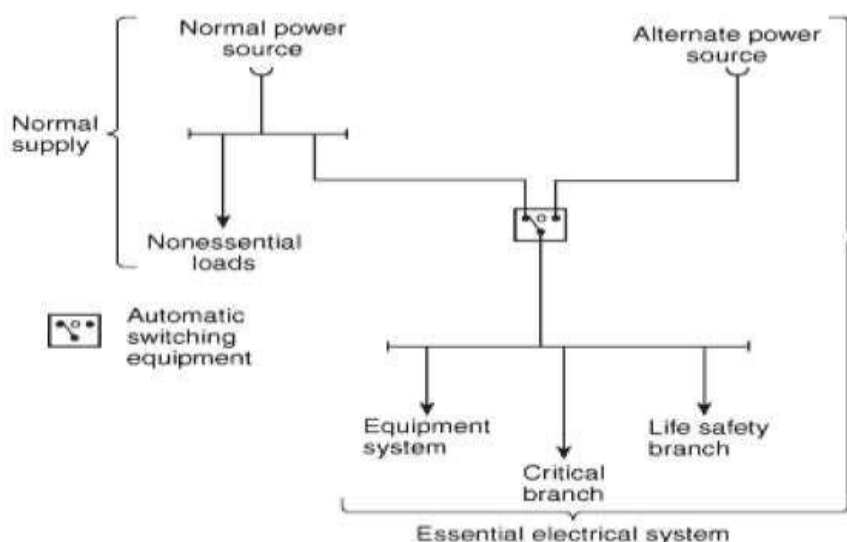


รูปที่ ๑.๔ แสดง เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบลากจูงและชุดควบคุมเสียง

๑.๒ การจัดวางระบบไฟฟ้า (System Arrangement)

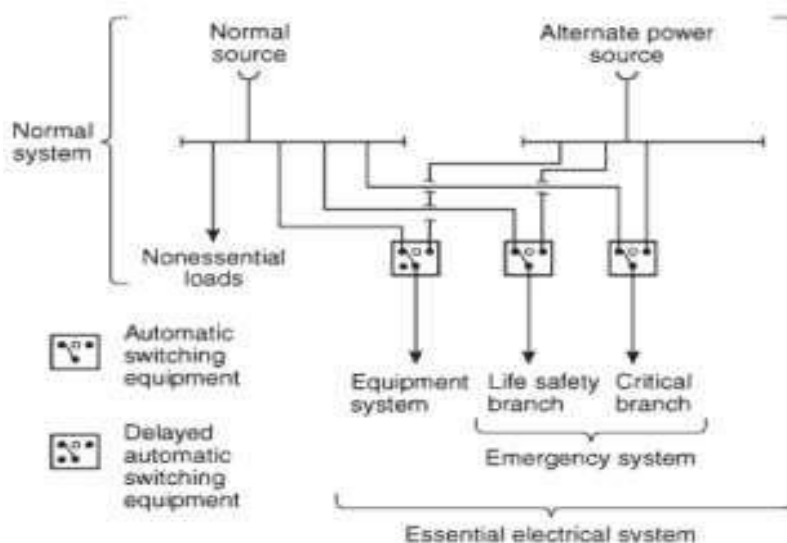
สำหรับสถานพยาบาลหรือสถานที่ที่มีการใช้งาน ประเภทเดียวกัน แนะนำให้ทำการจัดวางระบบอย่างน้อยดังนี้

๑.๒.๑ การจัดวางระบบไฟฟ้า (System Arrangement) สำหรับสถานพยาบาลที่มีการใช้ไฟฟ้าไม่เกิน ๑๕๐kVA อย่างน้อยที่สุดให้เป็นไปตามรูปที่ ๕



รูปที่ ๑.๕ การจัดวางระบบไฟฟ้า (System Arrangement) อย่างน้อยที่สุดสำหรับ สถานพยาบาลที่ใช้ไฟฟ้าไม่เกิน ๑๕๐ kVA

๑.๒.๒ การจัดระบบไฟฟ้า (System Arrangement) สำหรับสถานพยาบาลที่ใช้ไฟฟ้ามากกว่า ๑๕๐ kVA อย่างน้อยให้เป็นไปตามรูปที่ ๖



รูปที่ ๑.๖ การจัดวางระบบไฟฟ้า (System Arrangement) อย่างน้อยที่สุดสำหรับสถานพยาบาลที่ใช้ไฟฟ้าเกิน ๑๕๐ kVA

๑.๒.๓. ระบบไฟฟ้าที่จำเป็น (Essential Electrical System) สำหรับการบริการทางสาธารณสุข (Health care facility essential electrical systems) ระบบไฟฟ้าที่จำเป็นที่ถูกกำหนดให้จ่ายไฟฟ้าแก่อุปกรณ์ในกลุ่มจำกัด ได้แก่ ระบบแสงสว่างและระบบ ไฟฟ้ากำลัง ซึ่งถูกพิจารณาแล้วว่ามีความจำเป็นต่อความปลอดภัยของชีวิตและขั้นตอนที่หากมีการหยุดชะงักจากการดำเนินการในภาวะปกติด้วยเหตุผลใดๆ โหลดเหล่านี้รวมถึง คลินิก สำนักงานทางการแพทย์และทันตกรรม, อุปกรณ์การบริการคนไข้ นอก, สถานดูแลผู้สูงอายุ, อุปกรณ์การบริการ, โรงพยาบาล และอุปกรณ์การบริการทางสาธารณสุขอื่น ๆ ที่กำลังให้การบริการคนป่วย

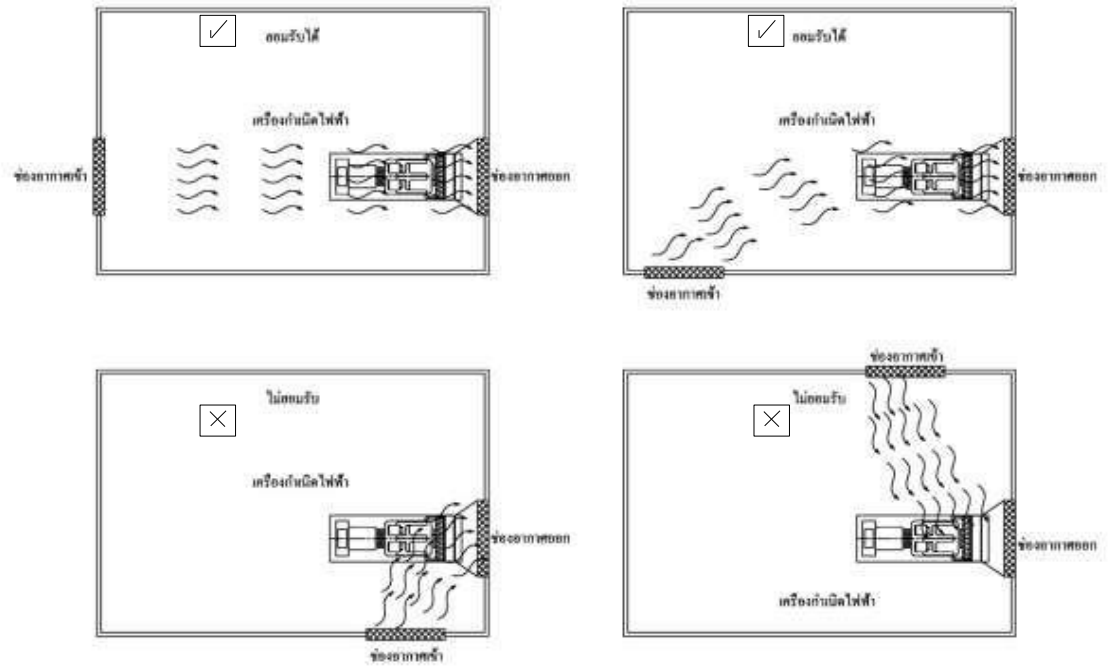
๑.๒.๔. โรงพยาบาล (Hospital) ระบบไฟฟ้าที่จำเป็นสำหรับโรงพยาบาลต้องประกอบด้วยระบบที่แยกกัน ๒ ระบบคือ ระบบฉุกเฉิน (Emergency System) และระบบอุปกรณ์เครื่องมือ (Equipment System) โดย ระบบฉุกเฉินคือระบบวงจรที่จำเป็นต่อความปลอดภัยของชีวิตและการดูแลผู้ป่วย วิกฤติซึ่งถูก กำหนดให้เป็นวงจรย่อยของความปลอดภัยของชีวิตและผู้ป่วย วิกฤติ ส่วนระบบอุปกรณ์ เครื่องมือจะต้องจ่ายไฟฟ้าให้แก่อุปกรณ์ไฟฟ้าหลักที่จำเป็นที่ให้บริการผู้ป่วยและการดำเนินการด้าน พื้นฐานทางโรงพยาบาล การกำหนด จำนวนของสวิตช์ถ่ายโอนแหล่งจ่ายไฟที่ใช้ ขึ้นอยู่กับความเชื่อถือได้ การออกแบบ และ การพิจารณาโหลดที่จำเป็นเข้าข่าย โดยสวิตช์ถ่ายโอนแหล่งจ่ายไฟหนึ่งตัวอนุญาตให้ใช้ได้ กับหนึ่งวงจรหรือระบบในอุปกรณ์การบริการหรือมากกว่า โดยมีความต้องการสูงสุด (Maximum Demand) ของระบบไฟฟ้าที่จำเป็นที่ ๑๕๐ KVA

โหลดอื่นๆที่ไม่ได้อ้างถึงในบทนี้ ต้องถูกจ่ายไฟด้วยสวิตช์ถ่ายโอนแหล่งจ่ายไฟเฉพาะตัวของตัวเอง โดยโหลดเหล่านี้จะต้องไม่ถูกโอนสลับไปยังแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่ระบบไฟฟ้าที่จำเป็น ถ้าการโอนถ่ายดังกล่าวจะทำให้เกิดภาวะโหลดเกิน (Overload) แก่แหล่งจ่ายไฟฟ้า ดังกล่าว และโหลดดังกล่าวจะต้องถูกขจัดออกโดยอัตโนมัติด้วยอุปกรณ์ป้องกันภาวะโหลดเกิน (Overload)

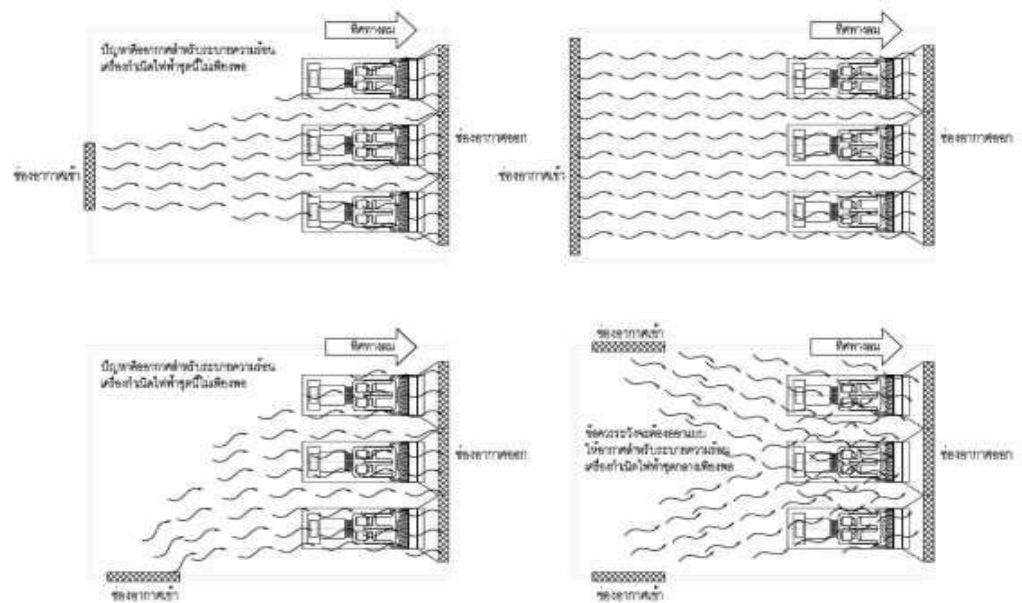
๑.๒.๕ สถานดูแลผู้สูงอายุและสถานที่ให้บริการในแบบจำกัด ความสามารถในการให้บริการขึ้นอยู่กับชนิดของการดูแลที่มีในสถานที่นั้น ข้อยกเว้นเฉพาะได้ถูก ระบุไว้สำหรับประเภทที่แน่นอนของการให้บริการ ถ้าสถานดูแลผู้สูงอายุให้การดูแลแบบการดูแล ผู้ป่วยภายในโรงพยาบาลก็ต้องดำเนินการตามข้อกำหนดแบบของโรงพยาบาล สถานดูแล ผู้สูงอายุและสถานที่ให้บริการในแบบจำกัดที่ตั้งอยู่ติดกับหรืออยู่ ในสถานที่เดียวกับโรงพยาบาล อนุญาตให้ใช้ระบบไฟฟ้าที่จำเป็นที่จ่ายมาจากโรงพยาบาลได้

ระบบไฟฟ้าที่จำเป็นต้องประกอบด้วยอย่างน้อย ๒ วงจรย่อยแยกจากกัน วงจรย่อยของความปลอดภัยของชีวิตและผู้ป่วยอาคารหนัก ความต้องการของสวิตช์ถ่ายโอนแหล่งจ่ายไฟฟ้าเหมือนของโรงพยาบาล การเดินสายของวงจรความปลอดภัยของชีวิตและวงจรวิกฤติต้องเดินแยกออกจากวงจรและเครื่องมืออื่น ๆ และจะต้องไม่อยู่ร่วมใน ทางเดินสาย, กล่องต่อสาย, กล่องพกสาย กันเองหรือ ร่วมกับวงจรอื่น

๑.๒.๖ การบริการทางสาธารณสุขแบบอื่นๆ ระบบไฟฟ้าที่จำเป็นต้องเป็นระบบแบตเตอรี่หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ตามความต้องการตามที่ระบุ ในมาตรฐานนี้หรือมาตรฐานอื่นที่เกี่ยวข้อง ที่มีความต้องการ อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับช่วยชีวิตหรือมีพื้นที่ดูแลผู้ป่วยหนัก ให้ใช้ข้อกำหนดตามแบบของโรงพยาบาล



รูปที่ ๑.๘ แสดงการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และตำแหน่งของอากาศเข้า

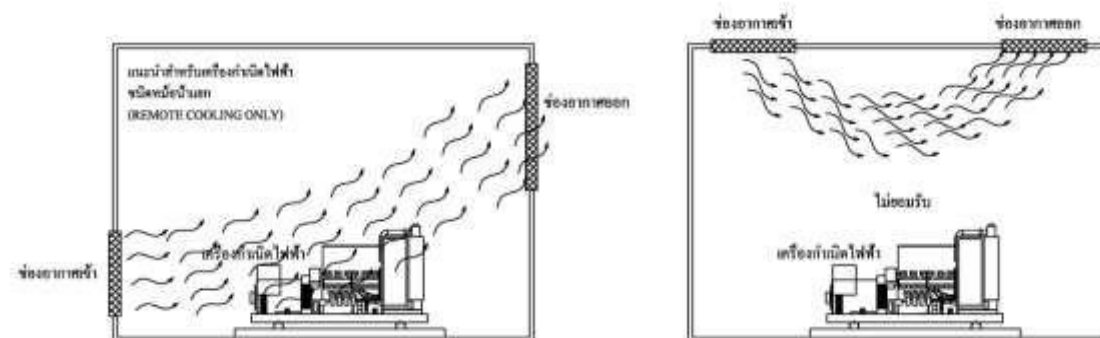


รูปที่ ๑.๙ แสดงการติดตั้งจำนวนมากกว่า ๑ ชุดและตำแหน่งของช่องอากาศเข้า

๓. ตำแหน่งช่องอากาศออก (Outlet) จากห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะต้องอยู่ด้านหน้าชุดหม้อน้ำระบายความร้อน (Radiator) ยกเว้น เป็นการระบายความร้อนแบบอื่น เช่น แบบ Heat

exchanger cool หรือ Air cool เป็นต้น โดยความเร็วสูงสุดของอากาศที่จะออกจากห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะต้องเป็นไปตาม มาตรฐานของบริษัทผู้ผลิตหรือข้อบังคับต่างๆ ตามกฎหมาย

๔. ตำแหน่งช่องอากาศออกภายในห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องอยู่ในตำแหน่งสูงที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ และ ตำแหน่งช่องอากาศเข้าจะต้องอยู่ในตำแหน่งต่ำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้



รูปที่ ๑๐ แสดงตำแหน่งช่องอากาศเข้า-ออกที่เหมาะสม และไม่เหมาะสม

๕. อากาศเข้าห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Fresh air) ต้องถูกนำเข้าโดยตรงจากภายนอกอาคาร และมีปริมาณ เพียงพอสำหรับการระบายความร้อนและการสันดาปของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

๖. ตำแหน่งช่องอากาศเข้าห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องไม่ติดตั้งใกล้บริเวณปลายท่อไอเสีย ระยะห่างระหว่างช่องอากาศเข้าและปลายท่อไอเสียต้องห่างกันไม่น้อยกว่า ๕ เมตร

๗. ภายในห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้มีระยะห่าง ระหว่างฐานแท่น (Foundation) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและผนังห้องไม่ต่ำกว่า ๑ เมตร, ด้านท้ายเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องมีพื้นที่ว่างสำหรับปฏิบัติงาน ไม่ต่ำกว่า ๑.๕ เมตร และ ไม่ต้องมีฝ้าเพดาน ภายในห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

๘. ระยะห่างระหว่างเพดานห้องเครื่องถึงท่อเก็บเสียงไอเสีย (Exhaust silencer) ต้องมีระยะห่างอย่างน้อย ๒๓๐ มม. หรือ ๙ นิ้ว เพื่อป้องกันความร้อนที่เกิดจากแก๊สไอเสีย

๙. ไม่อนุญาตให้เก็บวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ภายในห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ยกเว้นถังน้ำมันเชื้อเพลิงประจำเครื่อง (Fuel Day Tank) และถังน้ำมันเชื้อเพลิงที่ติดตั้งมาจากบริษัทผู้ผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Integral Fuel Tank) และไม่อนุญาตให้ใช้วัสดุไวไฟเป็นส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

๑๐. ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองจะต้องมีแสงสว่างเพียงพอสำหรับการทำงานอย่างปลอดภัย โดยมีความส่องสว่างขั้นต่ำโดยเฉลี่ยที่ระดับพื้นผิวการทำงาน (working plane) ๒๐๐ ลักซ์ วงจรไฟฟ้าสำหรับไฟฟ้าแสง สว่างดังกล่าวต้องจ่ายจากด้านจ่ายโหลดของอุปกรณ์โอนถ่ายแหล่งจ่ายไฟ (Transfer Switch)

๑๑. ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองจะต้องมีระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำรองฉุกเฉินซึ่งมีแหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่แยก ต่างหากจากวงจรจ่ายไฟปกติ โดยมีระยะเวลาการส่องสว่างตามพิกัดที่กำหนดไว้ ติดต่อกันไม่น้อยกว่า ๙๐ นาที โดยระดับความส่องสว่างขั้นต่ำโดยเฉลี่ยของระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำรองฉุกเฉินที่ระดับพื้นผิวการทำงานต้องไม่น้อยกว่า ๓๒.๓ ลักซ์ (๓ ฟุต-แคนเดิ้ล) เว้นแต่กำหนดเป็นอย่างอื่น โดยมาตรฐานหรือกฎหมายที่เกี่ยวข้องฉบับล่าสุด

๑๒.การออกแบบ ติดตั้งท่อ-ทางเดินสายไฟ ดวงโคมไฟฟ้า ภายในห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สำรองฉุกเฉินให้พิจารณาผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากการแผ่ความร้อนในขณะการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองฉุกเฉิน

๑๓. ต้องจัดเตรียมเต้ารับไฟฟ้า ๑ เฟส พร้อมสายดินอย่างน้อย ๒ จุด สำหรับใช้ในการซ่อมบำรุงและการบำรุงรักษา อุปกรณ์ ทั้งนี้ วงจรไฟฟ้าสำหรับเต้ารับนี้จะต้องแยกอิสระจากวงจรไฟฟ้าอื่นและต้องจ่ายไฟจาก ด้านจ่ายโหลดของอุปกรณ์โอนถ่ายแหล่งจ่ายไฟ (Transfer Switch)

๑๔. ต้องจัดเตรียมวงจรย่อยไว้สำหรับอุปกรณ์ประกอบที่มีความจำเป็นทั้งหมดสำหรับการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองฉุกเฉิน วงจรย่อยดังกล่าวนี้จะต้องจ่ายไฟจากด้านจ่ายโหลดของอุปกรณ์โอนถ่าย แหล่งจ่ายไฟ (Transfer Switch) หรือ ขั้วต่อไฟฟ้า (Terminal) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองฉุกเฉิน อุปกรณ์ประกอบดังกล่าวได้แก่ เครื่องสูบน้ำมันเชื้อเพลิง เครื่องสูบล้างหล่อเย็นของระบบ remote radiator และระบบระบายอากาศขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์

๑๕. ต้องจัดเตรียมวงจรย่อยจากระบบจ่ายไฟฟ้าปกติ ไว้สำหรับชุดถอดประจุแบตเตอรี่ และชุดให้ความร้อนสารหล่อเย็น (Coolant Heater)

๑๖. ต้องจัดเตรียมระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ฉบับล่าสุด

๑๗. การติดตั้งระบบดับเพลิงภายในห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ต้องเป็นไปตามมาตรฐานการป้องกันอัคคีภัยของ วสท. ฉบับล่าสุดและไม่อนุญาตให้ใช้ระบบหรือสารดับเพลิงดังต่อไปนี้

๑.๓.๒ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เครื่องยนต์ดีเซล

๑. อาคารห้องที่ติดตั้งเครื่องกำเนิด จะต้องมีการโครงสร้างและแท่นเครื่องรองรับที่มั่นคง แข็งแรง

๒. การระบายความร้อนและไอเสียจะต้องไม่มีผลกระทบต่อเจ้าหน้าที่และผู้ป่วย และเครื่องมืออุปกรณ์ทางการแพทย์

๓. ระดับความดังเสียงจะต้องจะมีการป้องกันไม่ให้ดังเกินจนเกิดความรำคาญ ความดังของเสียงที่ออกจากผนังห้องที่ติดตั้งระยะห่าง ๑ เมตร ควรมีระดับความดังของเสียงไม่เกิน ๘๐ เดซิเบล

๔. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดไม่น้อยกว่า ๑๐๐ กิโลวัตต์ จะต้องมีการป้องกันการสั่นสะเทือนต่อโครง สร้างอาคารหรือห้องที่ติดตั้ง เมื่อเครื่องทำงาน

๕. ห้องที่ติดตั้งจะต้องมีพื้นที่ว่าง ด้านข้างของตัวชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าควรมีไม่น้อยกว่า ๑ เมตร และ มีความสะดวกในการตรวจสอบ ซ่อมบำรุงรักษา

๖. การจ่ายกำลังไฟฟ้าจะต้องมีขนาดเพียงพอต่อระบบไฟฟ้าและแสงสว่างที่จำเป็น เช่น ห้องผู้ป่วยหนัก, เครื่องมืออุปกรณ์ช่วยชีวิต , ตู้แช่เก็บยา และระบบป้องกันภัย เป็นต้น

๑.๔. การจัดการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

๑.๔.๑ มีการวางแผน ซ่อมบำรุงรักษาและทดสอบการใช้งานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอย่างถูกต้องตามมาตรฐานและคำแนะนำของ บริษัทผู้ผลิตอย่างสม่ำเสมอ

๑.๔.๒ การวางแผนและปฏิบัติการบำรุงรักษาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องเริ่มทำทันทีหลังจากได้รับมอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไว้ใช้งานและต้องทำอย่างสม่ำเสมอ

๑.๔.๓ การกำหนดตารางการบำรุงรักษา (Schedule) และการทดสอบจะต้องถูกกำหนดไว้และทำการปฏิบัติ ตามอย่างสม่ำเสมอ

๑.๔.๔ ต้องบันทึกประวัติการตรวจสอบ (Inspections), ทดสอบ (Test), การเดินเครื่อง (Exercising), การใช้งาน, การซ่อมแซมและการซ่อมบำรุงเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองไว้เป็นหลักฐานภายในประวัติ จะต้องประกอบ ด้วย

- วันที่ เดือน ปี ที่ทำบันทึก
- รายชื่อผู้ปฏิบัติงาน
- รายละเอียดการซ่อมหรือทดสอบ เช่น อาการผิดปกติที่พบ, การแก้ไข, การเปลี่ยนอะไหล่
- การทดสอบต่างๆ หลังจากซ่อมแซม หรือตามเวลาที่บริษัทผู้ผลิตแนะนำ

๑.๔.๕ อุปกรณ์สับเปลี่ยนแหล่งจ่ายไฟอัตโนมัติจะต้องทำการซ่อมบำรุงรักษาตามคำแนะนำของบริษัท ผู้ผลิต รวมทั้งต้อง

- ตรวจสอบเช็คข้อต่อสายไฟฟ้าต่าง ๆ (Checking of Connections)
- ตรวจสอบเช็คหรือทดสอบการเกิดความร้อนสูงเกินเกณฑ์ (Overheating) และการสึกกร่อนของ หน้าสัมผัส (Contact Erosion)

- ทำความสะอาดจุดฝุ่นและสิ่งสกปรก
- เปลี่ยนหน้าสัมผัส เมื่อเกิดการสึกกร่อนหรือตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

๑.๔.๖ การตรวจสอบแบตเตอรี่แบบ Lead-Acid และระบบประจุแบตเตอรี่อัตโนมัติ

- ตรวจสอบเช็คระดับน้ำกลั่น (Electrolyte Level) ทุกสัปดาห์
- จะต้องบันทึกค่าความถ่วงจำเพาะของ Electrolyte ทุกเดือน
- ต้องทำการตรวจสอบเช็คระบบประจุแบตเตอรี่อัตโนมัติ (Automatic Battery Charger)

ทุกสัปดาห์

- ปฏิบัติตามมาตรฐานและคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตอย่างสม่ำเสมอ

๑.๔.๗ คู่มือการใช้งาน (Operation Manual) เครื่องมือพิเศษหรือเฉพาะ (Special Tools) สำหรับการซ่อมบำรุงรักษา, อุปกรณ์การทดสอบ (Testing Devices) อะไหล่ประจำเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอะไหล่ สิ้นเปลือง จะต้องเก็บรักษาไว้เป็นอย่างดี ภายในห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยเก็บไว้ในกล่องหรือตู้โลหะ อย่างดีในตำแหน่งที่สามารถใช้งานได้สะดวก

๑.๔.๘ วิธีการซ่อมบำรุงรักษาและความถี่ในการซ่อมบำรุงรักษาจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต สำหรับตารางข้างล่างนี้ เป็นคำแนะนำวิธีการซ่อมบำรุงรักษาและความถี่ในการซ่อมบำรุงเพื่อใช้เป็นแนวทางในการซ่อม

แบบฟอร์มข้อมูลครุภัณฑ์
(เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพร้อมเครื่องยนต์)

โรงพยาบาล..... อำเภอ จังหวัด

เครื่อง เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพร้อมเครื่องยนต์หมายเลขพัสดุ/ครุภัณฑ์

ข้อมูลเครื่องยนต์

ยี่ห้อ/ชนิด รุ่น ขนาดแรงม้า

ชนิด จำนวนลูกสูบ ลูกสูบ

เทอร์โบ () มี () ไม่มี () อื่นๆ

ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ยี่ห้อ/ชนิด รุ่น ขนาดkVA kW

แรงดัน โวลท์ PF

เทอร์โบ () มี () ไม่มี () อื่นๆ

ระบบควบคุมและสับจ่าย

ยี่ห้อ/ชนิด รุ่น หมายเลขพัสดุ/ครุภัณฑ์

ระบบป้องกันฟ้าผ่าที่ติดตั้งในตัว() มี () ไม่มี

ระบบสับจ่ายATS

ATS () มี แอมป์. () ไม่มี

สภาพทั่วไป

ปัจจุบัน () ใช้งาน () ไม่ได้ใช้ สภาพทั่วไป

วันที่รับ/ติดตั้ง บริษัทผู้จำหน่าย

ผู้รับผิดชอบ Tel

ข้อมูลอื่น

ประวัติการตรวจซ่อม/บำรุงรักษา

ลำดับ	วัน เดือน ปี	อาการ	การแก้ไข	วัสดุ/อะไหล่ที่ใช้	หมายเหตุ

ลงชื่อ.....

ลงชื่อ.....

ลงชื่อ

ผู้ตรวจสอบ

ผู้ตรวจสอบ

ผู้ตรวจสอบ

(.....)

(.....)

(.....)

ตำแหน่ง

ตำแหน่ง

ตำแหน่ง

...../...../.....

...../...../.....

...../...../.....

ตารางที่ ๑.๑ คำแนะนำวิธีการซ่อมบำรุงรักษาและความถี่ในการซ่อมบำรุง เพื่อใช้เป็นแนวทาง
ในการซ่อมบำรุงรักษาคร่าว ๆ กรณีไม่มีคู่มือหรือคำแนะนำจากบริษัทผู้ผลิต

ชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์	วิธีการซ่อมบำรุง					ความถี่ในการซ่อมบำรุงรักษา W = ทุกสัปดาห์ M = ทุกเดือน Q = ทุก ๓ เดือน S = ทุก ๖ เดือน A = ทุกสัปดาห์ ตัวเลขแสดงชั่วโมง
	X = ปฏิบัติ (Action) R = เปลี่ยนถ้าจำเป็น (Replace, if needed)					
	ตรวจเช็คด้วยสายตา	ตรวจเช็ค	เปลี่ยน	ทำความสะอาด	ทดสอบ	
๑. ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel System)						
(ก) ระดับน้ำมันในถังน้ำมันสำรอง (Fuel Storage Tank)		X				M
(ข) ระดับน้ำมันในถังน้ำมันประจำเครื่อง (Fuel Day Tank)	X	X				M X
(ค) ลูกลอยของถังน้ำมันประจำเครื่อง (Fuel Float Tank)	X					Q X
(ง) การทำงานของระบบส่งหรือเครื่องสูบน้ำมันเชื้อเพลิง	X	Q				
(จ) การทำงานของโซลินอยด์วาล์ว	X				X	Q
(ฉ) ใส้กรองหยาบ (Strainer), ใส้กรองละเอียด (Filter)				X		Q
(ช) น้ำในระบบน้ำมันเชื้อเพลิง		X		X		Q
(ซ) ท่ออ่อนและข้อต่อ(Flexible hose and connectors) ต่างๆ	X		R			M
(ฌ) การอุดตันของท่อหายใจ(Vent) และ ท่อน้ำมันล้น (Overflow piping)		X			X	A
(ญ) ระบบท่อทางน้ำมันและวาล์ว	X					A
๒. ระบบน้ำมันหล่อลื่น (Lubrication System)						
(ก) ระดับน้ำมันหล่อลื่น	X	X				W
(ข) น้ำมันหล่อลื่น				R		๒๕๐หรือ A□
(ค) ใส้กรองน้ำมันหล่อลื่น			R			๒๕๐ หรือ A□
(ง) ท่อหายใจ(Crankcase Breather)	X		R	X		S
๓. ระบบระบายความร้อน (Cooling System)						
(ก) ระดับของเหลวระบายความร้อน	X	X				W

ชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์	วิธีการซ่อมบำรุง X = ปฏิบัติ (Action) R = เปลี่ยนถ้าจำเป็น (Replace, if needed)					ความถี่ในการซ่อมบำรุงรักษา W = ทุกสัปดาห์ M= ทุกเดือน Q = ทุก ๓ เดือน S = ทุก ๖ เดือน A = ทุกสัปดาห์ ตัวเลขแสดงชั่วโมง
	ตรวจเช็คด้วยสายตา	ตรวจเช็ค	เปลี่ยน	ทำความสะอาด	ทดสอบ	
(ข) ระดับของเหลวใน Heat Exchanger		X				W
(ค) ปริมาณอากาศไหลผ่านรังผึ้งระบายความร้อน (Radiator) พอเพียงหรือไม่		X				M
(ง) ทำความสะอาดภายนอกของรังผึ้งระบายความร้อน				X		A
(จ) สายพานพัดลมระบายความร้อน และสายพานไดชาร์จ	X	X				Q
(ฉ) เครื่องสูบน้ำ (Water pump)	X					Q
(ช) สภาพของท่อน้ำบน ล่าง พร้อมข้อต่อต่างๆ (Condition of flexible hoses and connection)	X	X				M
(ซ) ท่อลม, บานเกร็ด และกราวด์ลิตซ์เตอร์	X	X		X		A
๔.ระบบท่อไอเสีย(Exhaust system)						
(ก) การรั่วไหลของก๊าซไอเสีย	X	X				M
(ข) ระบายน้ำภายในระบบท่อไอเสีย (Drain condensate trap)		X				M
(ค) ฉนวนหุ้มท่อไอเสีย และ AluminumJacket	X				X	Q
(ง) Excessive backpressure					X	A
(จ) ระบบยึดระบบท่อไอเสีย (Exhaust system hangers and supports)	X					A

ชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์	วิธีการซ่อมบำรุง X = ปฏิบัติ (Action) R = เปลี่ยนถ้าจำเป็น (Replace, if needed)					ความถี่ในการซ่อมบำรุงรักษา W = ทุกสัปดาห์ M= ทุกเดือน Q = ทุก ๓ เดือน S = ทุก ๖ เดือน A = ทุกสัปดาห์ ตัวเลขแสดงชั่วโมง
	ตรวจเช็คด้วยสายตา	ตรวจเช็ค	เปลี่ยน	ทำความสะอาด	ทดสอบ	
(ฉ) ท่ออ่อนท่อไอเสีย (Flexible exhaust pipe)	X					S
๕. ระบบแบตเตอรี่ (Battery system)						
(ก) ระดับ Electrolyte		X				W
(ข) ทำความสะอาดขั้วแบตเตอรี่ และขันให้แน่น	X	X		X		Q
(ค) วัดความถ่วงจำเพาะของ Electrolyte ของแบตเตอรี่					X	M
(ง) การประจุแบตเตอรี่และอัตราการประจุแบตเตอรี่	X					M
๖.ระบบไฟฟ้า (Electrical system)						
(ก) สภาพทั่วไป	X					M
(ข) ขั้วต่อสายคอนโทรล (ControlConnections) และสายไฟฟ้า (Powerwiring connection)		X				A
(ค) รอยถลอกหรือถูกครูดของสายไฟฟ้า	X	X				S
(ง) อุปกรณ์ป้องกันและส่งสัญญาณเตือน		X			X	S
(จ) ตัวควบคุมไฟฟ้าต่างๆ				X		S
(ฉ) เซอร์กิตเบรกเกอร์และฟิวส์	X	X	R	X	X	

ชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์	วิธีการซ่อมบำรุง X = ปฏิบัติ (Action) R = เปลี่ยนถ้าจำเป็น (Replace, if needed)					ความถี่ในการซ่อม บำรุงรักษา W = ทุกสัปดาห์ M= ทุกเดือน Q= ทุก ๓ เดือน S = ทุก ๖ เดือน A = ทุกสัปดาห์ ตัวเลขแสดงชั่วโมง
	ตรวจเช็ค ด้วยสายตา	ตรวจเช็ค	เปลี่ยน	ทำความสะอาด	ทดสอบ	
(ซ) Main contacts ของชุด ออโตเมติกทรานสเฟอร์สวิตช์	X			X		A
(ซ) คาลิเบร ค่า Voltage sensing ของอุปกรณ์รีเลย์ต่างๆ		X			X	A
(ณ) การฉีกขาดของฉนวนหุ้ม สายไฟฟ้า					X	๓ ปี หรือ ทุก ๗๕๐ ชั่วโมง
๗. เครื่องต้นกำลัง (Prime mover) ขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า						
(ก) สภาพทั่วไป	X					M
(ข) ใส่ององอากาศ			R	X		S
(ค) Governor และอุปกรณ์ ประกอบ	X	X				M
(ง) ป้อนน้ำมันเชื้อเพลิงและหัวฉีด					X	A
(จ) ทดสอบโดยไม่จ่ายโหลดเป็น เวลา ๓๐ นาที					X	W
(ฉ) ทดสอบโดยจ่ายโหลดอย่างน้อย ๓๐% ของ Nameplate Kw เป็น เวลา ๓๐ นาที					X	M
(ช) ทดสอบจ่ายโหลด - อย่างน้อย ๕๐% ของ Nameplate Kw เป็นเวลา ๓๐ นาที - อย่างน้อย ๗๕% ของ Nameplate Kw เป็นเวลา ๖๐ นาที					X	A
(ซ) ทดสอบจ่ายโหลดวิกฤติระดับ ๑ - อย่างน้อย ๓๐% ของ Name plate KW เป็นเวลา ๓๐ นาที - อย่างน้อย ๕๐% ของ Name plate KW เป็นเวลา ๓๐ นาที - ๑๐๐% ของ Name plate KW เป็นเวลา ๖๐ นาที					X	๓ ปี หรือ ๓๖ เดือน

ชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์	วิธีการซ่อมบำรุง X = ปฏิบัติ (Action) R = เปลี่ยนถ้าจำเป็น (Replace, if needed)					ความถี่ในการซ่อม บำรุงรักษา W = ทุกสัปดาห์ M= ทุกเดือน Q= ทุก ๓ เดือน S = ทุก ๖ เดือน A = ทุกสัปดาห์ ตัวเลขแสดงชั่วโมง
	ตรวจเช็ค ด้วยสายตา	ตรวจเช็ค	ทดสอบ	หาความ สะอาด	ทดสอบ	
(ณ) ตั้งวาล์ว (Valve clearance) ใหม่					X	๗๕๐ ชั่วโมง หรือ ๓ ปี
ญ) ขึ้นฟาส์บ (Torque bolts) ใหม่						
๘. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator)						
(ก) โรเตอร์และสเตเตอร์	X			X		A
(ข) แบริ่ง (Bearings)	X		R			A
(ค) Exciter	X	X		X		A
(ง) โวลเทจเรกูเลเตอร์	X	X		X		A
ทดสอบความต้านทานของฉนวน ขดลวดด้วย Insulation tester (Megger)					X	A

☐ ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต

๒. การตรวจสอบและการดูแลบำรุงรักษาตู้ควบคุมไฟฟ้า

๒.๑ การบำรุงรักษาคืออะไร

การบำรุงรักษาเป็นกิจกรรมที่สำคัญ เพื่อรองรับว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้าจะสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องเต็มประสิทธิภาพตามความสามารถที่กำหนดไว้ การดำเนินการจะประกอบด้วย

๑. การดูแลรักษา
๒. การตรวจสอบสภาพการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า
๓. การซ่อมแซม
๔. การตรวจสอบสวิตช์บอร์ดไฟฟ้าเบื้องต้นและการดูแลบำรุงรักษา

๒.๑.๑ ประโยชน์ที่ได้จากการดูแลบำรุงรักษา

๑. ลดขอบเขตของงานซ่อมบำรุงเท่าที่จำเป็น
๒. รู้จุดขัดข้องที่เริ่มเกิดขึ้นภายในตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้า
๓. ลดเวลาการหยุดทำงานของตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้า
๔. ยืดอายุการใช้งานสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้า

๒.๑.๒ ทำไมต้องบำรุงรักษา ?

๑. สูญเสียค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา
๒. สูญเสียโอกาสในการผลิต

๒.๑.๓ จะเกิดอะไรขึ้น เมื่อไม่มีการบำรุงรักษา ?

๑. อายุการใช้งานของอุปกรณ์สั้นและอาจทำงานผิดพลาดได้ เมื่อใช้งานมานาน
๒. ต้องใช้เวลาในการซ่อมนาน

๒.๒ การประเมินสภาพ (Condition Evaluation)

การนำข้อมูลจากการตรวจสอบมาวิเคราะห์ผล เทียบกับข้อมูลเริ่มต้น (Erection record) เพื่อนำผลที่ได้ไปปรับแผนการบำรุงรักษา ให้มีความเหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการบำรุงรักษาตามสภาพ อาทิ เช่น

๑. ประวัติการใช้งาน (Operation data)
๒. ประวัติการตรวจซ่อม (Maintenance record)
๓. การบำรุงรักษาประจำวัน (Routine Maintenance)
๔. บันทึกเหตุการณ์ (Event record)

๒.๒.๑ การบำรุงรักษาตามสภาพ (Condition Base Maintenance)

โดยมีการติดตามผลการตรวจสอบ เพื่อให้ทราบสภาพการทำงานของสวิตช์บอร์ด (Condition monitoring) และทำให้เห็นแนวโน้มของปัญหา ก่อนที่จะเริ่มเกิดขึ้นจริง (Idea time to failure) เพื่อให้มีเวลาแก้ไขก่อนที่จะลุกลามไปจนเป็นความเสียหายรุนแรง

๒.๒.๒ ลักษณะการเสื่อมสภาพ/ชำรุดของอุปกรณ์ไฟฟ้า

๑. ค่อยๆเสื่อมสภาพ และชำรุดตามอายุการใช้งานที่แน่นอน
๒. ค่อยๆเสื่อมสภาพ และชำรุดไม่แน่นอน
๓. เสื่อมสภาพทันทีทันใด และชำรุดตามอายุการใช้งาน
๔. เสื่อมสภาพทันทีทันใด และชำรุดไม่แน่นอน



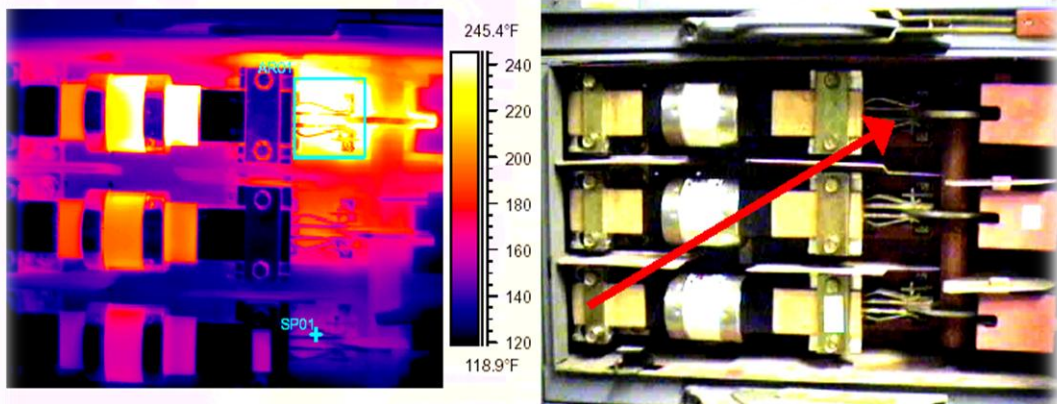
รูปที่ ๒.๑ ภาพลักษณะการเสื่อมสภาพ/ชำรุดของอุปกรณ์ไฟฟ้า

๒.๒.๓ ตัวอย่างปัญหาที่พบของตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้า

๑. อุปกรณ์ป้องกัน เช่น Protection Relay ชำรุดไม่ทำงาน
๒. Protection Relay ตั้งค่าการทำงานผิดพลาด
๓. เกิดการ Flash Over ขึ้นภายในอุปกรณ์ไฟฟ้า
๔. ความต้านทานที่บริเวณหน้าคอนแทคของ Circuit Breaker สูงเกินกำหนด
๕. ความร้อนที่บริเวณจุดต่อ เช่น บัสบาร์ , Circuit Breaker
๖. ความชื้นและหยดน้ำ ที่เกิดขึ้นภายในตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้า

Exception Example #4

Main Switchboard Fused Switch

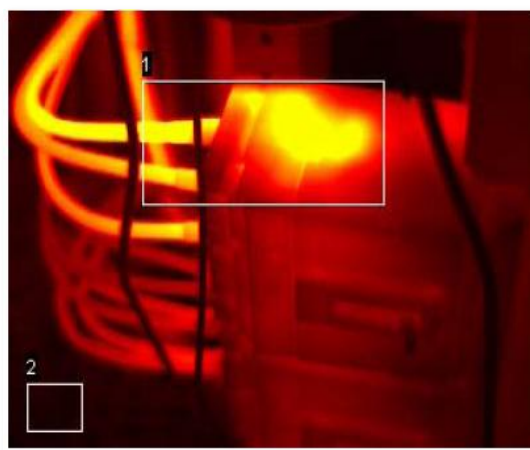


Hot Spot Temperature...311F
 Reference Temperature..151F
 Temperature Difference...160F

Repair Priority 4
Corrective Measures Required
Immediately

รูปที่

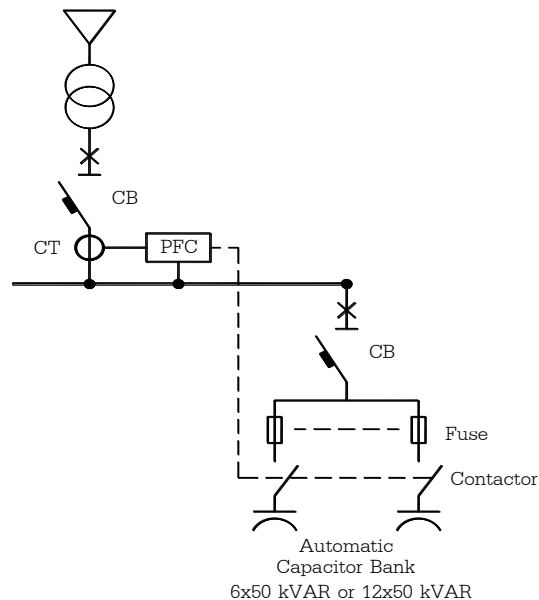
๒.๒ แสดงความร้อนที่บริเวณจุดต่อ เช่น บัสบาร์



รูปที่ ๒.๓ แสดงความร้อนที่บริเวณจุดต่อ เช่น Circuit Breaker

๒.๓ เทคนิคการตรวจสอบตู้คาปาซิเตอร์แรงค์ชั้นพื้นฐาน (Maintenance Guide)

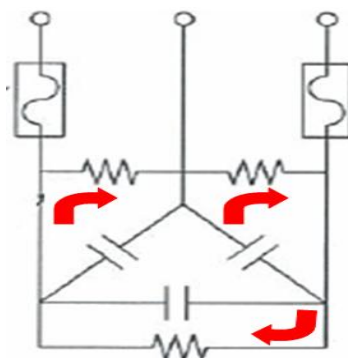
ตู้ Capacitor Banks ใช้สำหรับควบคุมการขนานคาปาซิเตอร์เข้าสู่ระบบไฟฟ้า เพื่อการปรับปรุงค่า Power Factor ให้มีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามที่กำหนดการไฟฟ้าฯ เรียกเก็บเงินค่าปรับเมื่อค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้ามีค่าต่ำกว่า ๐.๘๕ เมื่อคิดเป็นกิโลวาร์ เกินกว่า ๖๑.๙๗ % ของความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอกทีฟเฉลี่ยใน ๑๕ นาทีที่สูงสุด



รูปที่ ๒.๔ แสดงแผนผังเชิงเส้นชุดควบคุมการขนานคาปาซิเตอร์

๒.๓.๑. Personal Protection and Safety Feature

Capacitor Bank : ในแต่ละชุด / step จะถูกคายประจุไฟฟ้า (Discharge) โดยผ่านทางขดลวดความต้านทาน (Discharge Resistor) โดยจะมีระดับแรงดันไฟฟ้าลดลงเหลือน้อยกว่า ๕๐ โวลต์ ภายในระยะเวลา ๕๐ วินาที ภายหลังจากที่ Capacitor bank ถูกปลดวงจร



รูปที่ ๒.๕ แสดงวงจร คายประจุไฟฟ้าขดลวดความต้านทาน



รูปที่ ๒.๖ แสดง Discharge Resistance / Damping Resistor meter

ตามมาตรฐานสากล IEC ๖๐๘๓๑-๑ Standards : ได้กำหนดระยะเวลาในการคายประจุของ Cap ลดลงเหลือ ๗๕ V. ภายในเวลา ๓ นาที

๒.๓.๒ Inspection Method

ซึ่งจะแบ่งแยกวิธีการตรวจสอบตู้คาปาซิเตอร์แบงค์ ได้ออกเป็น ๓ ขั้นตอน เบื้องต้น ดังต่อไปนี้

- ๑ Visual Inspection : การตรวจสอบสภาพตัวถังภายนอก
- ๒ Electrical Inspection : การตรวจสอบทางไฟฟ้า
 - Insulation Resistance Measurement
 - Microfarad Measurement
 - Current Measurement
- ๓ Mechanical Inspection : การตรวจสอบทางกล

๒.๓.๓ Visual Inspection

เป็นวิธีการตรวจสอบสภาพภายนอกชั้นพื้นฐานเบื้องต้นสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีการติดตั้งอยู่ภายในตู้คาปาซิเตอร์แบงค์ เพื่อตรวจสอบหาความผิดปกติ หรือความเสียหายที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ไฟฟ้า



รูปที่ ๒.๗ แสดงคาปาซิเตอร์แบงค์ติดตั้งอยู่ภายในตู้

๒.๓.๔ Electrical Inspection (De – Energize / Energize)

การตรวจสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าของคาปาซิเตอร์ ซึ่งจะแบ่งได้ออกเป็น ๓ ลักษณะคือ

๑. การตรวจสอบความเป็นฉนวนของคาปาซิเตอร์ (Insulation Resistance : De-Energized)
๒. การตรวจสอบค่าคาปาซิแตนซ์ (Capacitance Inspection : De-Energized)
๓. การตรวจสอบค่ากระแสคาปาซิเตอร์ (Current Inspection : Energized)



รูปที่ ๒.๘ แสดงการตรวจสอบค่าต่างๆคาปาซิเตอร์แบบติดตั้งอยู่ภายในตู้

๒.๓.๕ Mechanical Inspection

Connection & Terminal : ตรวจสอบการขันแน่นของนัทและโบลท์ ที่ใช้ในตำแหน่งต่างๆ ของคาปาซิเตอร์ ซึ่งอย่างน้อยควรมีการจัดการตรวจสอบแรงขันนัท อย่างน้อยเดือนละ ๑ ครั้ง ภายหลังจากการใช้งานโดยอ้างอิงค่าแรงขันนัท จากตารางที่กำหนดให้สำหรับอุปกรณ์



รูปที่ ๒.๕ แสดงการตรวจสอบค่าต่างๆ คาปาซิเตอร์แรงค์ติดตั้งอยู่ภายในตู้

๒.๔ การตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้า

สวิตช์บอร์ดไฟฟ้ามีความสำคัญมากในการจ่ายไฟฟ้าให้กับระบบต่างๆ ถ้าเกิดชำรุดหรือไม่สามารถจ่ายไฟฟ้าได้ อุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องจักรอื่นๆ ที่ใช้ไฟฟ้าจากแผงสวิตช์เกียร์ก็ไม่สามารถใช้งานได้ ดังนั้นการดูแลรักษาให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานจึงเป็นเรื่องสำคัญ



รูปที่ ๒.๑๐ แสดงตู้ควบคุมไฟฟ้าหลัก (สวิตช์บอร์ด)

๒.๔.๑ กฎสำคัญในการตรวจสอบระบบไฟฟ้าได้อย่างปลอดภัยมี ๕ ประการ คือ

๑. บุคลากรต้องเป็นช่างเทคนิคที่มีคุณภาพ
๒. เคยผ่านการฝึกอบรมมา
๓. ใช้อุปกรณ์ที่สร้างความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน
๔. ใช้อุปกรณ์ทดสอบอย่างถูกต้อง
๕. ตั้งสมมุติฐานของปัญหาได้



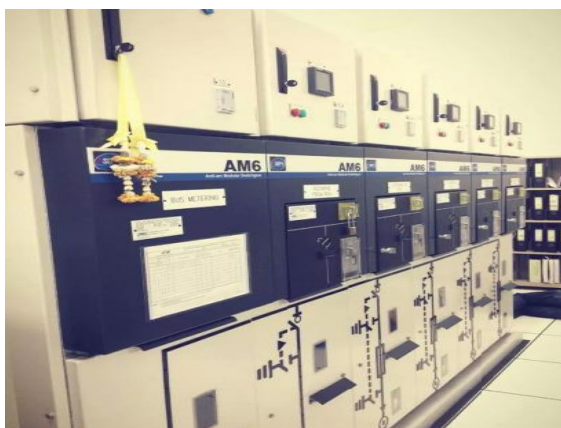
รูปที่ ๒.๑๑ แสดงการตรวจสอบตู้ควบคุมไฟฟ้าหลัก

๒.๔.๒ เงื่อนไขในการตรวจสอบและบำรุงรักษา มีทั้งหมด ๙ องค์ประกอบที่ควรพิจารณา

๑. ความชื้น
๒. อุณหภูมิ
๓. การกีดกร่อนของบรรยากาศ
๔. ฝุ่นละอองและความสกปรก
๕. ความถี่ในการตัดกระแสลัดวงจร
๖. อายุการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้า
๗. สภาพการใช้งานที่ผิดปกติ
๘. ความเสียหายทางกายภาพของฉนวน
๙. สภาพแวดล้อมในการใช้งาน

๒.๔.๓ การสำรวจและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าให้ปลอดภัยและถูกต้อง

๑. การสำรวจไฟฟ้าที่หน่วยงานที่ไม่เหมาะสม อาจจะทำให้เกิดความผิดพลาดจนเป็นอันตรายและไม่ปลอดภัยได้ ย่อมก่อให้เกิดผลเสียตามมา
๒. การสำรวจไฟฟ้าที่เหมาะสม จะต้องหาสาเหตุให้ได้แล้วทำการบำรุงรักษาอย่างถูกต้อง จึงจะเกิดประสิทธิภาพและความปลอดภัยในระบบไฟฟ้า



รูปที่ ๒.๑๒ แสดงการเซ่นไหว้ตามความเชื่อไทย

๒.๔.๓.๑ ขั้นตอนในการดำเนินการ

๑. ศึกษาแบบระบบไฟฟ้ากำลังภายในอาคารให้เข้าใจถึงการออกแบบ
๒. ศึกษารายละเอียดของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่สำคัญ สำหรับระบบจ่ายไฟฟ้า อาทิ เช่น
 - ตู้สวิตช์เกียร์ไฟฟ้าแรงสูง (Medium Voltage Switchgear)
 - หม้อแปลงไฟฟ้า (MV / LV Transformer)
 - ตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้าแรงต่ำ (Main Distribution Board)
 - ระบบการต่อลงดิน (Grounding System)
๓. ตรวจสอบความถูกต้องของงานติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า ก่อนทำการจ่ายไฟฟ้า
๔. จ่ายไฟฟ้าเข้าสู่ระบบไฟฟ้ากำลัง

๒.๔.๓.๒ การตรวจสอบประจำวัน (Daily Inspection)

การตรวจสอบและการวิเคราะห์ปัญหาของระบบไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพนั้น ควรทำการทดสอบ, วัดค่าและตรวจสอบดังนี้

๑. ตรวจสอบสภาพแวดล้อม ในการใช้งานด้วยสายตา
๒. ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้า V_{rms} ทางด้านเข้า (Incoming)
๓. ตรวจสอบการต่อประสานนิวทรัลเข้ากับระบบกราวด์
๔. ตรวจวัดความต้านทานระบบกราวด์
๕. ตรวจวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้าใช้งาน
๖. ตรวจวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้าฮาร์มอนิกส์
๗. ตรวจสอบคาปาซิเตอร์ และวัดค่า PF. ของระบบไฟฟ้า
๘. ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์เครื่องวัด, สัญญาณมาตรฐาน (output signal) ที่ติดตั้งแสดงผลอยู่ที่หน้าตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้า



รูปที่ ๒.๑๓ แสดงการตรวจตู้ควบคุมไฟฟ้าหลัก

๒.๕ สรุปการตรวจสอบและดูแลบำรุงรักษาตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้า

ควรทำการบำรุงรักษาและตรวจสอบตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้า และอุปกรณ์เพื่อการใช้ งานที่สมบูรณ์และปลอดภัย ตลอดเวลาการใช้งาน ดังมีขั้นตอนต่อไปนี้

๑. ทำความสะอาดตู้ เช่น ดูดฝุ่น โยแมงมุม จัดเก็บสายไฟฟ้าให้เรียบร้อย การทำความสะอาดตู้สวิตช์บอร์ดไฟฟ้า ทั้งภายในและภายนอกตู้ โดยวิธีการดูดฝุ่นละออง สิ่งสกปรก ภายในตู้สวิตช์บอร์ดออก เพื่อลดโอกาสเกิด Flash Over ขึ้นภายในตู้ จนนำไปสู่การเกิด Short Circuit
๒. ควรตรวจสอบแรงขัน Torque น๊อตของบัสบาร์ และจุดต่อต่างๆ ทางด้านเข้า (Incoming)
๓. ตรวจสอบอุปกรณ์ต่างๆ ที่ติดตั้งภายในตู้สวิตช์บอร์ด
๔. ตรวจสอบฟังก์ชันการทำงาน ตาม Diagram และคู่มือการใช้งาน
๕. กำหนดการบำรุงรักษาและตรวจเช็คทุกๆ ๖-๑๒ เดือน



รูปที่ ๒.๑๔ แสดงน๊อตของบัสบาร์ และจุดต่อต่างๆ



รูปที่ ๒.๑๕ แสดงจนท. ผู้ปฏิบัติต้องมีความพร้อมและเหมาะสม



รูปที่ ๒.๑๖ แสดงการใช้น้ำยาทำความสะอาดหน้าสัมผัส

อนึ่ง การดำเนินการด้านระบบไฟฟ้า ต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง ได้แก่ ช่างไฟฟ้า ช่างเทคนิค ช่างหรือผู้ที่ได้รับการอบรมอย่างถูกต้องเหมาะสม จากสถาบัน, องค์กร, หรือหน่วยงานที่มีมาตรฐาน ฉะนั้น โรงพยาบาล และสถานบริการสุขภาพของรัฐ จำเป็นต้องมีระบบการจัดการดูแล ตรวจสอบ บำรุงรักษา ตามหลักการมาตรฐานที่เหมาะสม อันจะส่งผลถึง ความพร้อม ด้วยระบบการจัดการที่ดี ประสานผู้รู้ ผู้มีประสบการณ์ นั้นเป็นสิ่งสำคัญ ที่สุดแล้ววิศวกรรมงานระบบจะไม่เสื่อมสภาพ ชำรุดหรือเสียหายก่อนเวลา

๓. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

๓.๑ หลักการทั่วไป

ระบบแสงสว่างจัดเป็นงานระบบไฟฟ้าที่มักจะได้รับการออกแบบเป็นอันดับแรกเสมอ เมื่อมีการออกแบบระบบไฟฟ้าภายในอาคารและถ้าออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพก็จะสามารถประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารได้ อย่างไรก็ตามควรคำนึงถึงประสิทธิภาพการทำงานเป็นหลัก เพราะหากการประหยัดแสงสว่างแล้วก่อให้เกิดประสิทธิภาพของผู้ใช้งานอาคารลดลง เกิดอุบัติเหตุ หรือการสูญเสียต่าง ๆ จากสภาพที่ไม่ปลอดภัย เช่นนั้นแล้วก็ไม่เหมาะสมและไม่ประหยัดค่าใช้จ่ายสุทธิที่แท้จริง ดังนั้น การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างให้ประหยัดพลังงานที่แท้จริง ควรมุ่งเน้นให้ระบบมีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ มีระดับการส่องสว่างที่เพียงพอเหมาะสมต่อการใช้งาน และได้คุณภาพของแสงสว่างที่ดี ซึ่งสิ่งเหล่านี้คือสิ่งที่แสดงถึงคุณภาพของแสงสว่างที่ดี หากมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานเป็นอย่างดี ย่อมสามารถออกแบบหรือเลือกใช้ระบบไฟฟ้าแสงสว่างได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ โดยมีรายละเอียดดังนี้

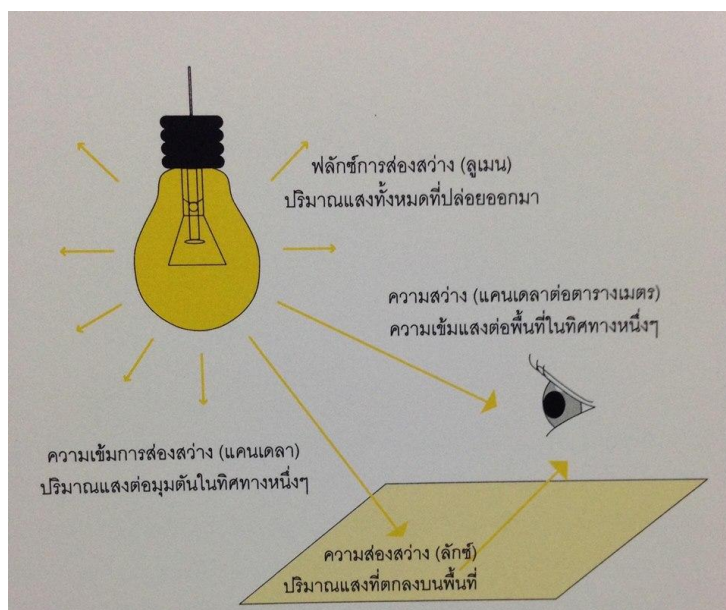
๓.๑.๑ หน่วยวัดที่เกี่ยวข้องกับระบบแสงสว่าง

๑. ความส่องสว่าง (Illuminance, E) หมายถึงปริมาณแสงที่ตกลงบนพื้นที่ต่อตารางเมตร มีหน่วยเป็น ลักซ์ (lux, lx)

๒. ความสว่าง (Luminance, L) หมายถึงปริมาณแสงที่ออกจากพื้นผิวของวัตถุหรือแหล่งกำเนิดแสงที่เข้ามาในทิศทางการมองเห็นของผู้สังเกต มีหน่วยเป็น แคนเดลาต่อตารางเมตร (Cd/m^2)

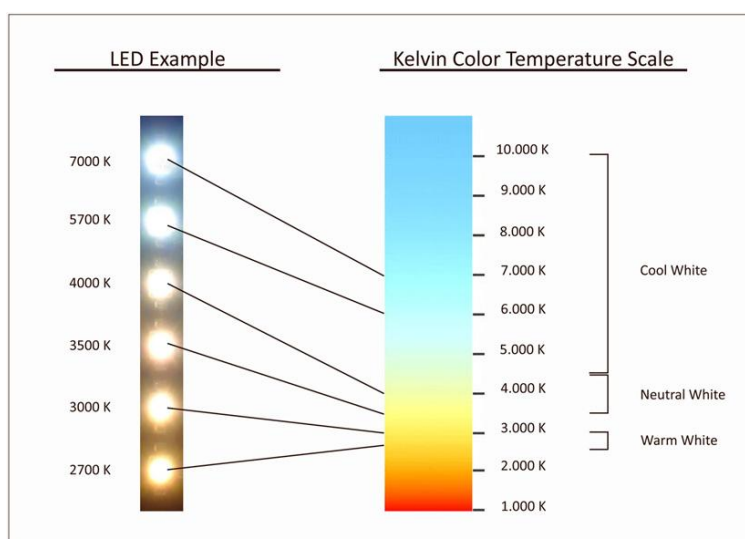
๓. ฟลักซ์การส่องแสง (Luminous Flux, Φ_v , F) หมายถึงปริมาณแสงที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงในแต่ละวินาที มีหน่วยเป็นลูเมน (Lumen, lm)

๔. ความเข้มการส่องแสง (Luminous Intensity, I) คือปริมาณแสงที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงในทิศทางหนึ่ง ๆ (มุมตัน) มีหน่วยเป็นแคนเดลา (Candela, cd)



รูปที่ ๓.๑ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแสงชนิดต่างๆ

๕. องศาเคลวิน (Kelvin) เป็นค่าที่บ่งบอกความขาวของแสงที่ได้จากหลอดไฟว่ามีโทนสีเป็นเช่นไร มีหน่วยวัดเป็น “เคลวิน (K)” โดยแสงที่มีค่าเคลวินต่ำจะให้แสงขาวโทนอุ่น เช่น หลอดไฟไส้ให้แสงที่มีอุณหภูมิสีของแสงในช่วง ๒๗๐๐-๓๐๐๐ เคลวิน ในขณะที่แสงที่มีค่าเคลวินสูงจะให้แสงขาวโทนเย็น เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ตามบ้านจะให้แสงที่มี อุณหภูมิสีของแสงในช่วง ๕๐๐๐-๖๕๐๐ เคลวิน เป็นต้น อนึ่งการเรียกอุณหภูมิสีของแสงในลักษณะเป็นกลุ่ม เช่น สีวอร์มไวท์ คูลไวท์ หรือเดย์ไลท์ เป็นต้น เป็นการ เรียกอย่างกว้างๆ ซึ่งอาจเรียกแตกต่างกันในแต่ละยี่ห้อและผลิตภัณฑ์ สำหรับหลอดไฟ LED อาจมีอุณหภูมิสีของแสงให้เลือกหลากหลาย ดังนั้นผู้บริโภคควรเลือกอุณหภูมิสีของแสงให้เหมาะสมกับบรรยากาศที่ต้องการ



รูปที่ ๓.๒ แสดงการบอกสีด้วยดัชนีอุณหภูมิสีองศาเคลวิน

๓.๒ การส่องสว่างภายในโรงพยาบาล

๓.๒.๑ การส่องสว่างภายในโรงพยาบาล มีพื้นที่ที่ต้องการให้แสงมากมายหลายแบบ และแต่ละพื้นที่ก็มีการให้แสงที่แตกต่างกันออกไป หลอดที่เหมาะสมที่จะใช้ในงานโรงพยาบาล คือ หลอดที่ ๔,๐๐๐ องศาเคลวิน เพราะให้สีแดงออกมาด้วย ซึ่งเหมาะสำหรับการตรวจรักษาทั่วไปยกเว้นโรคดีซ่านซึ่งหลอดที่เหมาะสมคือ หลอดที่มีสีน้ำเงิน คือหลอดเดย์ไลท์ เนื่องจากการเปลี่ยนสีผิวที่เหลืองเห็นได้ชัดในหลอดประเภทนี้ แต่อย่างไรก็ตามหลอดคูลไวต์ก็เหมาะสำหรับการรักษาส่วนใหญ่อยู่ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า หลอดที่เหมาะสมที่สุดสำหรับงานโรงพยาบาล คือ หลอดคูลไวต์

หลอดที่เหมาะสมสำหรับการตรวจรักษาโรคทั่วไป คือ หลอดคูลไวต์
ยกเว้นโรคดีซ่านที่ใช้หลอดเดย์ไลท์มากกว่า

หลอดที่ใช้ในงานโรงพยาบาลควรใช้หลอดที่เหมือนกันทั้งหมด เพื่อไม่ให้เกิดการหลอกตา เนื่องจากแสงที่ไม่เหมือนกันของหลอดในแต่ละพื้นที่อาจจะทำให้การตรวจวินิจฉัยโรคผิดได้ ยกเว้นบริเวณที่ไม่เกี่ยวกับการรักษาหรือไม่เกี่ยวกับการวินิจฉัยโรคก็อาจใช้หลอดชนิดอื่นเพื่อให้เกิดสีสันสวยงามได้

หลอดที่ใช้ในงานโรงพยาบาลควรใช้หลอดที่เหมือนกันทั้งหมด
เพื่อไม่ให้เกิดการหลอกตา เนื่องจากแสงที่ไม่เหมือนกันในพื้นที่ข้างเคียง

ผู้คนมาโรงพยาบาลส่วนมากเป็นผู้ป่วย ดังนั้นการให้แสงสว่างพึงระวังในเรื่องของแสงบาดตา โดยเฉพาะในบริเวณที่ผู้ป่วยมีโอกาสต้องนอนเตียงเพื่อการเคลื่อนย้าย โคมที่เหมาะสมสำหรับโรงพยาบาล คือ โคมประเภทที่มีลูมิแนนซ์ต่ำ เช่น โคมที่มีแผ่นกรองแสงเกร็ดแก้ว (Prismatic) หรือแผ่นกรองแสงขาวขุ่น (White Diffuser) เป็นต้น นอกจากนี้คนไข้ที่นอนรถเข็นแล้วต้องถูกเข็นไปนอนโรงพยาบาลแล้วต้องมองขึ้นไปเพดาน แล้วพบกับแสงบาดตา เช่น จากโคมสะท้อน แสงอะลูมิเนียม ทำให้รู้สึกไม่สบายมากขึ้น แต่ทั้งนี้ก็ต้องพิจารณาเรื่องความประหยัดไฟฟ้าด้วยก่อนเลือกโคม เพราะโคมแบบมีแผ่นกรองแสงใช้จำนวนหลอดมากกว่า โคมที่มีตัวสะท้อนแสงอะลูมิเนียมที่ความส่องสว่างเดียวกัน ถ้าเป็นบริเวณที่ไม่มีปัญหาเรื่องแสงบาดตาที่เกิดกับคนไข้ควรใช้โคมประหยัดพลังงาน ซึ่งได้แก่โคมฟลูออเรสเซนต์ ตัวสะท้อนแสงอะลูมิเนียม

โคมที่เหมาะสมสำหรับงานโรงพยาบาลในบริเวณที่มีคนไข้

คือโคมที่มีแผ่นกรองแสงขาวขุ่นหรือเกล็ดแก้ว

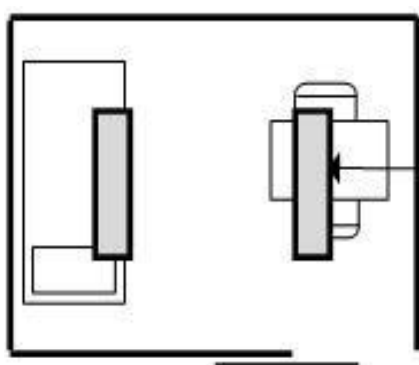
แต่มีปัญหาเรื่องไม่ประหยัดพลังงาน

ถ้าเป็นบริเวณที่ไม่มีปัญหาเรื่องแสงบาดตาคนไข้ก็ควรใช้

โคมไฟฟ้าประหยัดพลังงาน ซึ่งได้แก่โคมไฟฟ้าตัวสะท้อนแสงอะลูมิเนียม

๓.๒.๒ การส่องสว่างห้องตรวจคนไข้ ความส่องสว่างที่เหมาะสมสำหรับห้องตรวจคนไข้ทั่วไป

คือ อย่างน้อย ๒๐๐ ลักซ์ แต่ทั้งนี้ในห้องพิเศษ เฉพาะบางห้องถ้าต้องการการรักษาที่ต้องใช้สายตามาก ก็อาจมีความส่องสว่างมากกว่านี้ถึง ๒๐๐๐ ลักซ์ โคมไฟฟ้าในห้องตรวจคนไข้ควรเป็นชนิดที่แสงบาดตาน้อย เนื่องจากคนไข้ต้องนอน และมองขึ้นไปเพดาน



โคมไฟแบบมีกรองแสงขาวขุ่น หรือ เกล็ดแก้ว และหลอดคูโลวท์ เพื่อการมองเห็นทางด้านสีผิวได้ดี

รูปที่ ๓.๓ แสดงการให้แสงสว่างในห้องตรวจคนไข้ทั่วไป

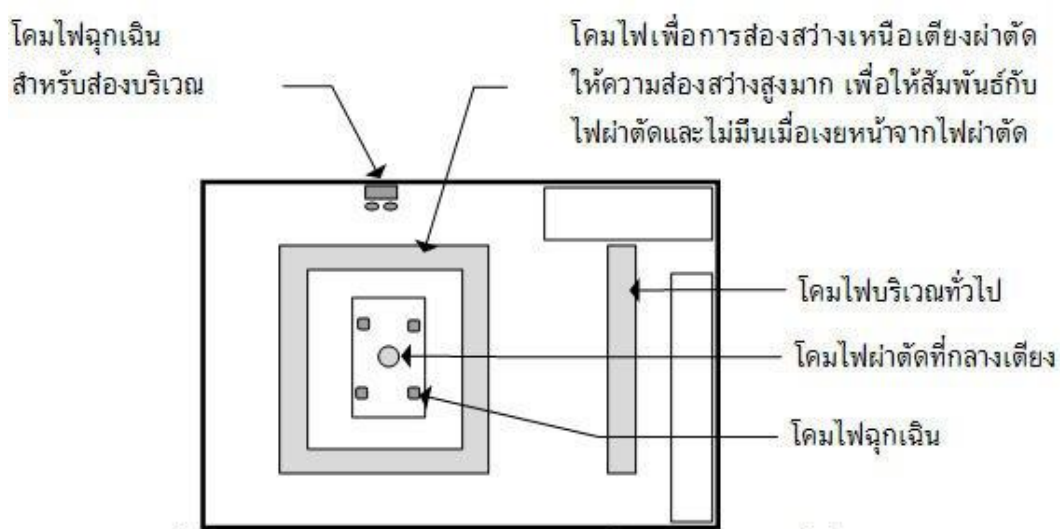
๓.๒.๓ ห้องผ่าตัด การให้แสงสว่างในห้องผ่าตัดต้องพิถีพิถันพอสมควรเพราะการให้แสงสว่าง

ไม่พอเพียง หรือ การขาดแสงสว่างบางขณะอาจทำให้ไม่ทันการในการผ่าตัด ปัญหาในเรื่องการให้แสงสว่างในห้องผ่าตัดคือเมื่อหมอซึ่งเงยหน้ามาจากบริเวณผ่าตัดซึ่งมีความส่องสว่างมาก บริเวณห้องไม่ควรมีแสงสว่างน้อย มิฉะนั้นเมื่อผู้ทำการผ่าตัดเงยหน้า ขึ้นมาจะเกิดตาพร่า แสงสว่างที่อยู่ในห้องผ่าตัดโดยทั่วไปประกอบด้วย

๑.แสงสว่างจากโคมไฟผ่าตัด ซึ่งเป็นโคมสำเร็จรูปโดยเฉพาะ เพื่อใช้ในการผ่าตัดอยู่กลางห้องเหนือโต๊ะผ่าตัด แสงสว่างจากโคมไฟผ่าตัดนี้มีกำลังแรงมากอาจถึง ๑๐,๐๐๐-๒๐,๐๐๐ ลักซ์ ดังนั้นทำให้แสงรอบข้างอื่นก็ต้องมีความส่องสว่างมากตามด้วยเพื่อไม่ให้เกิดหน้ามืดเนื่องจากความส่องสว่างที่ต่างกันมากสำหรับแพทย์และพยาบาลที่กำลังทำงาน

๒. โคมไฟเพื่อการส่องสว่างทั่วไปภายในห้องซึ่งควรให้ความสว่างมากพอให้เกิดความส่องสว่างไม่แตกต่างกันมากจากความส่องสว่างที่เกิดจากโคมไฟผ่าตัด ความส่องสว่างทั่วไปในห้องอาจใช้ประมาณ ๑๐๐๐ ลักซ์ และเพื่อการทำงานที่สะดวกด้วย เช่น หยิบเครื่องมือผ่าตัด หรืออุปกรณ์อื่นที่จำเป็นในช่วงที่มีการผ่าตัดโคมไฟดังกล่าวควรจ่ายจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

๓. ไฟฟ้าฉุกเฉิน สำหรับไฟส่องสว่างที่จ่ายจากแบตเตอรี่เพื่อการให้แสงสว่างทันทีเมื่อไฟจากการไฟฟ้าดับเพราะกว่าที่ไฟจากเครื่องกำเนิดสามารถจ่ายไฟได้ก็อาจต้องใช้เวลาเป็นนาที ดังนั้นช่วงดังกล่าวก็ใช้ไฟส่องสว่างจากแบตเตอรี่เป็นตัวช่วย นอกจากนี้ถ้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองมีปัญหาไม่สามารถจ่ายไฟได้ก็อาศัยไฟจากแบตเตอรี่ช่วย ซึ่งนับว่ามีความสำคัญ ในช่วงหน้าสิ่วหน้าขวานที่ต้องช่วยเหลือชีวิตคน ซึ่งได้แก่โคมไฟผ่าตัดสะท้อนแสงอะลูมิเนียม แต่ทั้งนี้ต้องเป็นโคมที่มีคุณภาพ โดยให้แสงบาดตาน้อยกับแพทย์และพยาบาลที่กำลังทำงาน



รูปที่ ๓.๔ แสดงตัวอย่างการส่องสว่างในห้องผ่าตัด

แสงสว่างในห้องผ่าตัดควรสว่างมากเพื่อไม่ให้ต่างมาจากไฟแสงสว่างผ่าตัด
ควรมีไฟฉุกเฉินจากแบตเตอรี่ในกรณีที่ไฟดับหมดรวมทั้งที่จากเครื่องกำเนิดด้วย

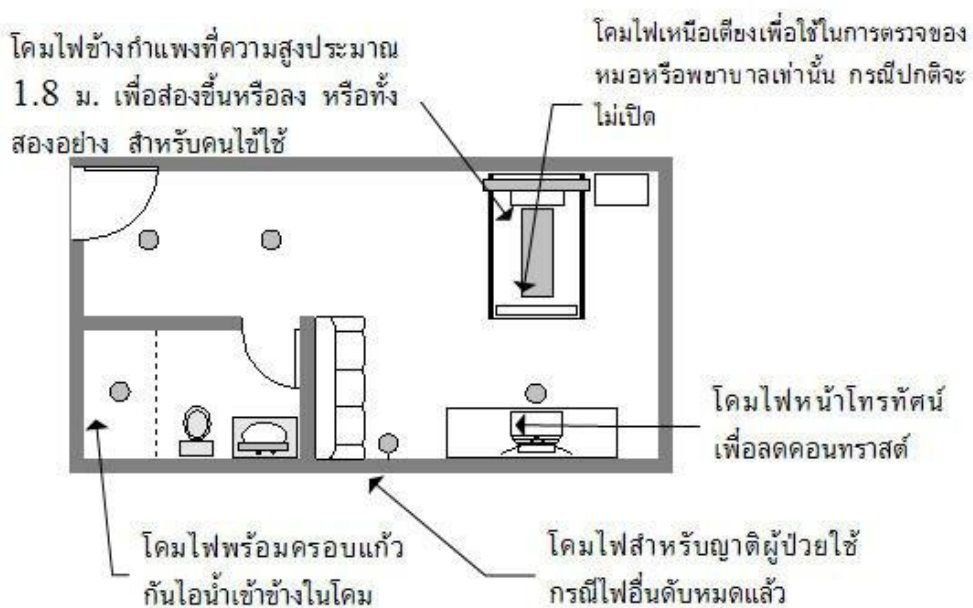
เนื่องจากการผ่าตัดมักเกิดกับกรณีที่คนไข้ดมยาสลบแล้ว ดังนั้นไม่ต้องพิถีพิถันในเรื่องแสงบาดตาที่เกิดขึ้นกับคนไข้ และเนื่องจากห้องผ่าตัดต้องมีความส่องสว่างมาก ดังนั้นโคมในห้องนี้ควรเป็นโคมที่มีประสิทธิภาพการให้แสงสูง ซึ่งได้แก่โคมไฟผ่าตัดสะท้อนแสงอะลูมิเนียม แต่ทั้งนี้ต้องเป็นโคมที่มีคุณภาพ โดยให้แสงบาดตาน้อยกับแพทย์และพยาบาลที่กำลังทำงาน



รูปที่ ๓.๕ แสดงการให้แสงสว่างในห้องผ่าตัดโคมไฟผ่าตัด

ห้องผ่าตัดใช้โคมตัวสะท้อนแสงอะลูมิเนียมได้เพื่อให้ความส่องสว่างสูง

๔. ห้องพักคนไข้ ไฟแสงสว่างที่ห้องพักคนไข้ควรมีแสงสว่าง ๓ อย่าง คือ แสงสว่างทั่วไปในห้อง ไฟแสงสว่างที่หัวเตียงคนไข้ และไฟแสงสว่างเพื่อการตรวจรักษา ตัวอย่างการให้แสงสว่างดังกล่าวได้แสดงในรูป



รูปที่ ๓.๖ แสดงตัวอย่างการให้แสงสว่างในห้องพักคนไข้

ไฟแสงสว่างทั่วไปในห้องไม่จำเป็นต้องสว่างมากเพราะใช้ในการเดินเหินเท่านั้นซึ่งอาจเป็นโคมไฟที่เพดานหรือโคมไฟกิ่งก็ได้ ถ้าเป็นโคมที่เพดานก็อาจรบกวนคนไข้ได้ ดังนั้นโคมที่เหมาะสมน่าจะเป็นโคมไฟกิ่งและสามารถใช้สำหรับญาติที่มาดูแลด้วย ซึ่งอาจใช้หลอดคอมแพคต์เพื่อการประหยัดพลังงาน และที่หัวเตียงคนไข้ควรมีไฟแสงสว่างเพื่อคนไข้สามารถใช้เพื่อการพักผ่อนหรือใช้สายตาบ้างบางครั้ง ไฟที่หัวเตียงที่ใช้โดยทั่วไปก็เป็นไฟติดที่กำแพงเหนือเตียงคนไข้ซึ่งอาจเปิดหลายจังหวะ คือเปิดเพื่อให้ไฟส่องลง หรือให้ไฟส่องขึ้น หรือ เปิดเพื่อให้ไฟส่องลงและขึ้นพร้อมกัน

นอกจากไฟแสงสว่างทั่วไปและไฟแสงสว่างหัวเตียงคนไข้แล้ว ไฟแสงสว่างสำหรับแพทย์หรือพยาบาลเพื่อการตรวจรักษาก็มีความจำเป็นมากและต้องให้ความส่องสว่างมากด้วย เช่น บางครั้งต้องการฉีดยาเข้าเส้นเลือด เป็นต้น โคมไฟแสงสว่างดังกล่าวควรอยู่ที่ฝ้าและควรเป็นชนิดมีฝาครอบปิดเพื่อลดแสงบาดตาอันจะเกิดกับคนไข้ และมีสวิตช์แยกแต่ละเตียงเพื่อใช้สำหรับให้หมอหรือพยาบาลตรวจรักษา โดยเฉพาะเมื่อต้องการ

๕. ห้องจ่ายยา ควรมีการส่องสว่างมากพอเพื่ออ่านชื่อยาได้ชัดเจนที่ความส่องสว่างประมาณ ๓๐๐ ลักซ์ ในแนวดิ่ง นอกจากนี้การส่องสว่างส่วนใหญ่ในบริเวณนี้ก็ควรให้แสงส่องเพื่อให้ความสว่างแก่ยาต่างๆที่อยู่ในชั้นวางของ โคมที่ใช้ควรเป็นโคมที่มีประสิทธิภาพสูง และให้แสงออกด้านข้างมาก เช่นโคมไฟตัวสะท้อนแสงอะลูมิเนียม เป็นต้น แต่ถ้าเป็นเพดานเดี่ยวควรใช้โคมหลอดเปลือยเพื่อให้แสงทางด้านข้างเพื่อส่องตู้ยา

โคมในห้องจ่ายยาควรใช้โคมที่ให้แสงด้านข้างมาก เช่น โคมตัวสะท้อนแสงอะลูมิเนียม
หรือใช้โคมหลอดเปลือยกรณีที่เป็นเพดานเดี่ยวเพื่อให้แสงด้านข้างมาก

๓.๓ ตารางเกณฑ์คุณภาพแสงสว่างสถานดูแลสุขภาพ (Health Care Premise)

เกณฑ์คุณภาพการส่องสว่างดังต่อไปนี้เป็นคำแนะนำสำหรับพื้นที่ทำงานของห้องและกิจกรรมที่หลากหลาย ซึ่งอาจอยู่ในแนวระนาบ แนวดิ่ง หรือ แนวเอียง ขึ้นอยู่กับลักษณะงานโดย

- คอลัมน์ที่ ๑ เป็นรายการชนิดของงานหรือกิจกรรมภายในต่างๆ
- คอลัมน์ที่ ๒ เป็นค่าความส่องสว่างเฉลี่ยขั้นต่ำ หรือ $\bar{E}_m$ ซึ่งต้องคงไว้ไม่ให้ต่ำกว่าค่านี้
- คอลัมน์ที่ ๓ เป็นค่าจำกัดพิกัดแสงจั่วรวม หรือ UGR_L ซึ่งต้องไม่ให้เกินค่านี้
- คอลัมน์ที่ ๔ เป็นค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่าง หรือ U_o ซึ่งต้องคงไว้ไม่ให้ต่ำกว่าค่านี้
- คอลัมน์ที่ ๕ เป็นค่าดัชนีความถูกต้องของสีต่ำสุด หรือ R_a
- คอลัมน์ที่ ๖ เป็นรายการชนิดของงานหรือกิจกรรมภายในต่างๆ

ตารางที่ ๓.๑ แสดงคุณสมบัติของแสงสำหรับพื้นที่ต่างๆ

ชนิดของงานหรือกิจกรรมภายใน	$\bar{E}_m$ ลักซ์	UGR_L	U_o	R_a	คำแนะนำเพิ่มเติม
ห้องพักรอ (waiting room)	๒๐๐	๒๒	๐.๔	๘๐	เป็นความส่องสว่างที่ระดับพื้น
ทางเดินช่วงกลางวัน (day corridor)	๒๐๐	๒๒	๐.๔	๘๐	
ทางเดินช่วงกลางคืน (night corridor)	๕๐	๒๒	๐.๔	๘๐	
ห้องพักผ่อน (day room)	๒๐๐	๒๒	๐.๖	๘๐	
ห้องทำงานเจ้าหน้าที่ (staff office)	๕๐๐	๑๙	๐.๖	๘๐	
ห้องพักเจ้าหน้าที่ (staff rooms)	๓๐๐	๑๙	๐.๖	๘๐	
ตึกแผนกคนไข้ (ward)					ควรเลี้ยงไม่ให้เกิดแสงสว่าง มากๆ ที่อยู่บริเวณการมองของ ผู้ป่วย
- แสงสว่างทั่วไป (general lighting)	๑๐๐	๑๙	๐.๔	๘๐	เป็นความส่องสว่างที่ระดับพื้น
- แสงอ่านหนังสือ (reading lighting)	๓๐๐	๑๙	๐.๗	๘๐	
- การทดสอบง่าย ๆ (simple examine)	๓๐๐	๑๙	๐.๖	๘๐	
การตรวจและการรักษา (examination and treatment)	๑๐๐๐	๑๙	๐.๗	๙๐	
แสงช่วงกลางคืน, แสงสำหรับสังเกตการณ์ (night lighting, observation lighting)	๕	-	-	๘๐	
ห้องอาบน้ำและสุขาสำหรับผู้ป่วย (bathrooms and toilets for patients)	๒๐๐	๒๒	๐.๔	๘๐	
ห้องตรวจทั่วไป (general exam room)	๕๐๐	๑๙	๐.๖	๙๐	$4000K \leq T_{CP} \leq 5000K$
หูและตา (ear and eye)	๑๐๐๐	๑๙	๐.๗	๙๐	ใช้โคมไฟสำหรับการตรวจ เฉพาะที่
ทดสอบการอ่านและตาบอดสี (reading & color vision test)	๕๐๐	๑๖	๐.๗	๙๐	
ห้องสแกนที่มีจอแสดงผล (scanner with image enhance and TV)	๕๐	๑๙	-	๘๐	
ห้องฟอกไต (dialysis rooms)	๕๐๐	๑๙	๐.๖	๘๐	ควรปรับความส่องสว่างได้
ห้องโรคผิวหนัง (dermatology rooms)	๕๐๐	๑๙	๐.๖	๙๐	

ตารางที่ ๓.๑ (ต่อ)

ชนิดของงานหรือกิจกรรมภายใน	$\bar{E}_m$ ลักซ์	UGR_L	U_o	R_a	คำแนะนำเพิ่มเติม
ห้องส่องกล้อง (endoscopy rooms)	๓๐๐	๑๙	๐.๖	๘๐	
ห้องเข้าเฝือก (plaster rooms)	๕๐๐	๑๙	๐.๖	๘๐	
บริเวณทำความสะอาดและบำบัดผู้ป่วย (medical baths)	๓๐๐	๑๙	๐.๖	๘๐	
นวดและรังสีบำบัด (massage and radiotherapy)	๓๐๐	๑๙	๐.๖	๘๐	
ห้องเตรียมผ่าตัดและพักฟื้น (pre-op and recovery rooms)	๕๐๐	๑๙	๐.๖	๙๐	
ห้องผ่าตัด (operating theatre)	๑๐๐๐	๑๙	๐.๖	๙๐	
บริเวณที่กำลังทำการผ่าตัด (operating cavity)	พิเศษ				$\bar{E}_m = ๑,๐๐๐ - ๑๐๐,๐๐๐$ ลักซ์
ห้อง ICU (intensive care unit)					
- แสงสว่างทั่วไป (general lighting)	๑๐๐	๑๙	๐.๖	๙๐	ที่ระดับพื้น
- การตรวจอย่างง่าย (simple examinations)	๓๐๐	๑๙	๐.๖	๙๐	ที่ระดับเตียง
- การตรวจและรักษา (examination and treatment)	๑๐๐๐	๑๙	๐.๗	๙๐	ที่ระดับเตียง
- แสงสว่างตอนดึก (night watch)	๒๐	๑๙	-	๙๐	
ทันตกรรม (dental)					
- แสงสว่างทั่วไป (general lighting)	๕๐๐	๑๙	๐.๖	๙๐	แสงสว่างไม่ควรจ้าบาดตาคนไข้
- ที่ผู้ป่วย (at the patient)	๑๐๐๐	-	๐.๗	๙๐	ใช้โคมไฟสำหรับการตรวจเฉพาะที่
- อุดฟัน (operating cavity)	๕๐๐๐	-	-	๙๐	แสงควรสว่างมากกว่า ๕,๐๐๐ ลักซ์ ดูข้อกำหนดความต้องการเพิ่มเติม จากมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง
- เทียบสีฟัน (white teeth matching)	๕๐๐๐	-	-	๙๐	$T_{CP} > ๖๐๐๐K$ ดูข้อกำหนดความ ต้องการเพิ่มเติมจากมาตรฐานที่ เกี่ยวข้อง
- ห้องตรวจสอบสี (color inspect lab)	๑๐๐๐	๑๙	๐.๗	๙๐	$T_{CP} > ๕๐๐๐K$
- ห้องกำจัดเชื้อ (sterilization rooms)	๓๐๐	๒๒	๐.๖	๘๐	
- ห้องปลอดเชื้อ (disinfection room)	๓๐๐	๒๒	๐.๖	๘๐	
- ห้องผ่า/เก็บศพ (autopsy / mortuary)	๕๐๐	๑๙	๐.๖	๙๐	
- โต๊ะผ่า/ศึกษา (autopsy / dissecting)	๕๐๐๐	-	-	๙๐	แสงควรสว่างมากกว่า ๕,๐๐๐ ลักซ์

๓.๔ ชนิดข้าวหลอด

โคมไฟแต่ละโคมอาจจะใช้ข้าวหลอดที่ต่างกัน ก่อนเลือกซื้อหลอดควรดูประเภทข้าวที่ใช้ตรงโคมไฟ และเลือกซื้อข้าวหลอดให้ถูกต้อง โดยดูที่หน้าบรรจุภัณฑ์ เพื่อการเลือกใช้ตรงตามการใช้งานอย่างแท้จริง



รูปที่ ๓.๖ แสดงตัวอย่าง รูปร่างหลอดไฟ และข้าวหลอด ที่มีใช้โดยทั่วไป
(ขอบคุณภาพประกอบจาก iamlighting)

๓.๕ แนวทางการประหยัดพลังงาน และดูแลรักษาโคมไฟ ใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ

๑. ปิดไฟในเวลาพักเที่ยงหรือเมื่อเลิกการใช้งานหรือหมด ความจำเป็นต้องใช้งาน การปิดสวิตช์ไฟบ่อยๆ ไม่ทำให้เปลืองไฟฟ้าแต่อย่างใด
 ๒. เปิดม่านหรือหน้าต่างหรือติดตั้งกระเบื้องโปร่งแสงเพื่อรับแสงสว่างจากธรรมชาติ แทนการใช้แสงสว่าง จากหลอดไฟ
 ๓. กำหนดช่วงเวลาการเปิดปิดไฟให้เหมาะสมกับช่วงเวลาที่ใช้งาน
 ๔. จัดระบบสวิตช์ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างให้เหมาะสมกับพื้นที่ เช่น ปรับเป็นสวิตช์เปิดปิดแบบ แยกแถว แยกดวง เป็นต้น
 ๕. ติดสติ๊กเกอร์บอกตำแหน่งไว้ที่สวิตช์เปิดปิดหลอดไฟเพื่อเปิดใช้งานได้อย่างถูกต้อง
 ๖. ทำความสะอาดหลอดไฟอย่างน้อยปีละ ๒ ครั้ง เพราะ ฝุ่นละอองที่เกาะอยู่จะทำให้แสงสว่างน้อยลง และอาจทำให้ต้องเปิดไฟหลายดวงเพื่อให้ได้แสงสว่างเท่าเดิม
 ๗. เมื่อพบว่าหลอดไฟ สายไฟ ชำรุดหรือขาดหลุดเปลี่ยน เป็นสื่อน้ำตาลหรือดำควรเปลี่ยนทันทีเพื่อป้องกัน อัคคีภัย เนื่องจากไฟฟ้าลัดวงจร
 ๘. ปรับปรุงและติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน
 - เลือกใช้หลอดที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น ใช้หลอด LED TUBE T๘ แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์
 - ใช้หลอด Led Bulb แทนหลอด คอมแพคฟลูออเรสเซนต์
 - ใช้โคมไฟประสิทธิภาพสูง โคมสะท้อนแสงแบบประสิทธิภาพสูง
-

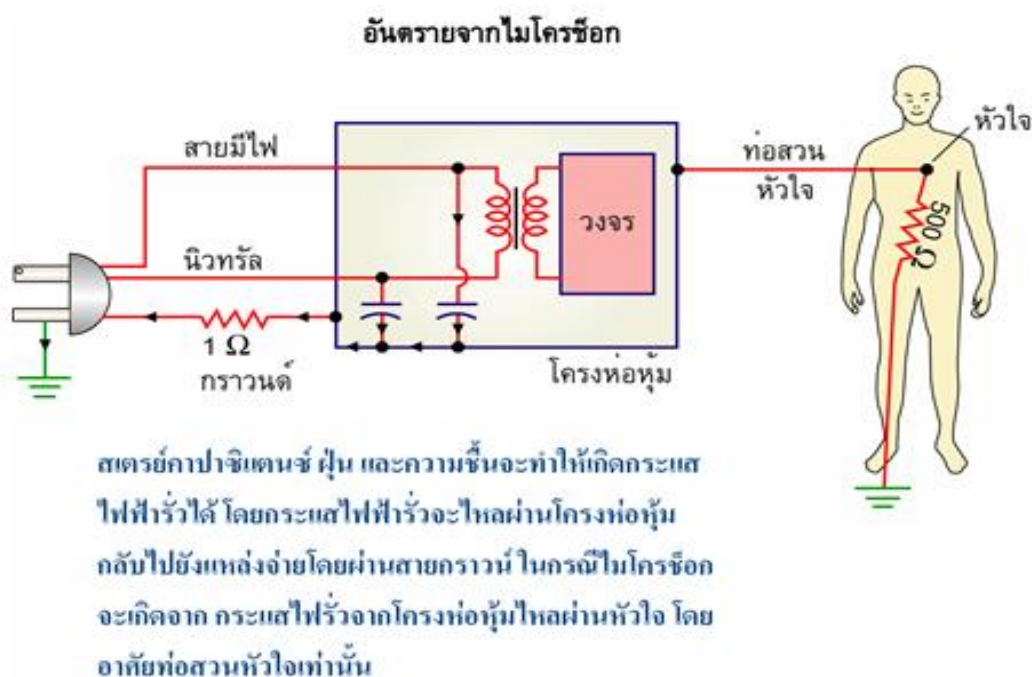
๔. ระบบกราวด์และระบบไฟฟ้าต่อเนื่อง

๔.๑ สายดินหรือสายกราวด์

สายดินเป็นตัวนำ สำหรับนำกระแสไฟฟ้ารั่ว สามารถป้องกันอันตราย และลดความเสี่ยง ที่เกิดขึ้นจากเกิดสภาวะความผิดปกติ

๔.๑.๑ การต่อสายดิน

การต่อสายดินในพื้นที่ที่มีการดูแลผู้ป่วยที่สำคัญและในสถานที่ที่มีการสอดใส่อุปกรณ์เข้าไปในร่างกายต้องให้ความสำคัญในการป้องกันการช็อกและการถูกไฟฟ้าดูด การต่อสายดินที่เหมาะสมจะเป็นวิธีการลดไฟฟ้าสถิตย์และลดกระแสไฟฟ้าผิดปกติ และ/หรือการรั่วไหลของกระแสไม่ให้เป็นอันตรายต่อผู้ป่วยและผู้เข้ารับการรักษา

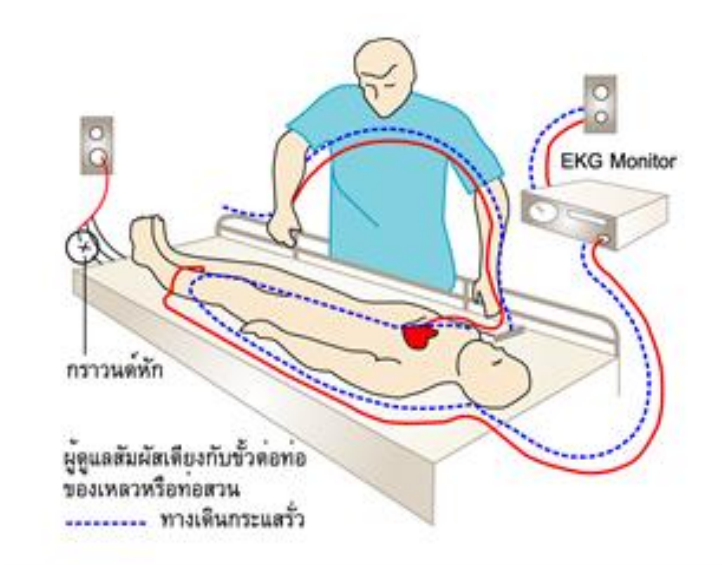


รูปที่ ๔.๑ แสดงการต่อสายดินในพื้นที่ที่มีการดูแลผู้ป่วย

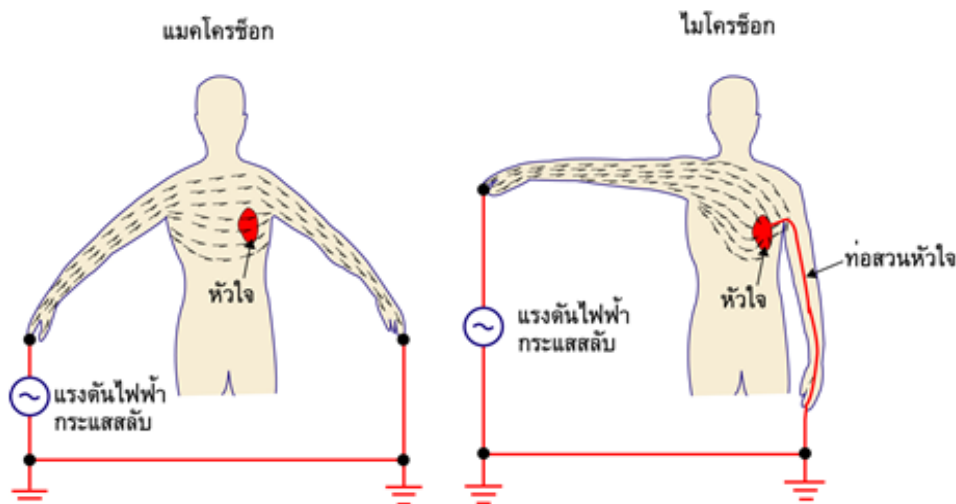
ระบบสายดินที่ดีต้องมีจุดอ้างอิงซึ่งโดยปกติจะใช้สายดินในแผงเมนควบคุมเป็นจุดอ้างอิง และไว้สำหรับเป็นจุดต่อเข้ากับสายดินของอุปกรณ์และพื้นผิวที่เป็นสื่อนำกระแสไฟฟ้าทั้งหมดในบริเวณ ใกล้เคียงผู้ป่วยที่มีแนวโน้มว่าจะถูกกระตุ้นให้มีพลังงานไฟฟ้า จะต้องเชื่อมต่อกับจุดเชื่อมต่อสายดินของ อุปกรณ์ โดยใช้ตัวนำสายทองแดง ขนาดอย่างน้อยเท่ากับ # ๑๐AWG หรือ # ๖ Sqmm ตัวอย่างพื้นผิว เช่น ท่อจ่ายออกซิเจน และท่อประปา สายดินของเตารับทั้งหมดต้องเชื่อมต่อเข้ากับสายดินจุดอ้างอิงโดยใช้ตัวนำ

ทองแดงหุ้มฉนวน ตัวนำสายดินต้องเป็นแบบหุ้มฉนวนเพื่อป้องกันการกัดกร่อนป้องกันไม่ให้เกิดอาร์คระหว่างสายกับท่อ และป้องกันในกรณีที่เกิดความผิดปกติ

สายดินของอุปกรณ์ต้องมีความต้านทานต่ำ เพื่อความปลอดภัยป้องกันกระแสความผิดปกติหรือนำกระแสไฟรั่วไหลกลับไปยังแหล่งกำเนิดได้สะดวก นอกจากนี้วิธีการเชื่อมพื้นผิวที่เป็นสื่อกระแสไฟฟ้าทั้งหมดเข้าด้วยกันเพื่อไม่ให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างพื้นผิวสายดินที่ดีจึงมีความจำเป็นต่อสถานบริการสุขภาพมากกว่าสถานที่อื่น เนื่องจากความอ่อนแอของผู้ป่วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ป่วยที่ไม่มีความรู้สึกหรือผู้ป่วยที่ไม่สามารถตอบสนองไม่สามารถป้องกันตัวเองจากไฟฟ้าช็อตได้และผู้ป่วยที่หรือเจ้าหน้าที่ที่ต้องใช้สัมผัสกับอุปกรณ์ไฟฟ้า ลักษณะของความเจ็บป่วยของผู้ป่วยอาจลดความต้านทานต่อร่างกายของตัวเองเนื่องจากภาวะการขับเหงื่อหรือแผลเปิด ขั้นตอนการวินิจฉัยผู้ป่วยสามารถทำให้ผู้ป่วยรายนั้นมีความเสี่ยงที่จะเกิดไฟฟ้าช็อตได้ ระบบสายดินในสถานบริการสุขภาพได้รับการออกแบบมาเพื่อลดแรงดันไฟฟ้าที่อาจเกิดขึ้นบนพื้นผิวของตัวนำพื้นเนื่องจากกระแสไฟฟ้าไหลวน



รูปที่ ๔.๒ แสดงทางเดินกระแสไฟฟ้ารั่วไหลกรณีกราวด์พักชำรุด



รูปที่ ๔.๓ แสดงไฟฟ้าดูด (electric shock) ในสถานพยาบาลบริเวณกลุ่ม ๒

๔.๑.๒ สายดินอุปกรณ์ระบบไฟฟ้า

ตัวนำสายดินของอุปกรณ์ฉนวนจะเป็นสีเขียวจัดเตรียมไว้ในอุปกรณ์ป้องกันอันตรายไม่ให้เกิดไฟฟ้าสถิตความต่างศักย์ในชิ้นส่วนที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลในอาคารเช่น กล่องครอบโลหะ โครงสร้างอุปกรณ์ และกล่องไฟฟ้า หากชิ้นส่วนเหล่านี้ไม่ได้รับการต่อสายดินอย่างถูกต้อง ค่าแรงดันไฟฟ้าที่อาจสะสมอยู่ในระดับหนึ่งอาจจะปล่อยออกมาโดยอัตโนมัติในรูปของประกายไฟฟ้า การปล่อยประจุไฟฟ้าสถิตดังกล่าวอาจเป็นอันตรายต่อผู้ป่วยและผู้ดูแลอาจทำให้เกิดการลุกไหม้จากก๊าซไวไฟหรือวัสดุที่ติดไฟง่ายหรือทำให้เกิดอาการช็อก

สายดินอุปกรณ์ยังเป็นเส้นทางสำหรับนำกระแสไฟฟ้ารั่วและกระแสไฟฟ้าลัดวงจร ที่ซึ่งต่อเชื่อมกับโครงโลหะของเครื่องใช้ไฟฟ้า ขนาดของกระแสไฟรั่วนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติ สภาพ และฉนวนที่เกี่ยวข้องของตัวเครื่อง การรั่วไหลของกระแสไฟฟ้าอาจทำให้เกิดความต่างศักย์ขึ้นระหว่างชิ้นส่วนของอุปกรณ์และสามารถส่งผลทำให้เกิดกระแสโดยทางอ้อมไหลผ่านอวัยวะที่สำคัญของผู้ป่วยได้หนึ่งในเงื่อนไขเหล่านี้ อาจเกิดขึ้นได้ในขั้นตอนการใส่สายสวนหัวใจ ซึ่งอาจมีกระแสไฟฟ้าไหลเป็นจำนวนน้อยแต่ทำให้เกิดภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ (Ventricular fibrillation) ตัวอย่าง เช่น ผู้ป่วยในเตียงที่ต้องใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าช่วยในการรักษา และผู้ป่วยที่ต้องอาศัยใช้อุปกรณ์เครื่องมือแพทย์ช่วยในการวัดและวินิจฉัยซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้ไม่ได้เป็นระบบแยก เส้นทางสายดินอาจผ่านทางผู้ป่วยผ่านทางผู้ดูแลและนำไปสู่หัวใจ แต่โดยส่วนใหญ่เกือบทั้งหมดของกระแสจะไหลไปยังสายดิน

๔.๑.๓ สายเสียบสายดิน Grounding jacks

ควรได้รับการจัดหาให้มีในพื้นที่ที่มีการดูแลผู้ป่วยที่สำคัญ เช่นในแต่ละห้อง OR ควรมีสายเสียบสายดินอย่างน้อย ๖ เส้น พร้อมกับช่องเสียบหรืออย่างน้อยหนึ่งจุดในพื้นที่ของผู้ป่วยที่มีความสำคัญ แจ็คสายดินนี้จะช่วยให้เชื่อมต่อกับระบบสายดินได้ง่ายโดยมีจุดประสงค์เพื่อการต่อสายดินของชิ้นส่วนพิเศษใดๆ ที่เป็นอุปกรณ์ที่เป็นอันตรายและจะช่วยให้สามารถเชื่อมต่อกับระบบดินเพื่อการทดสอบได้



รูปที่ ๔.๔ แสดงสายเสียบสายดิน Grounding jacks

๔.๑.๔ เหตุผลพื้นฐานสำหรับการทำกราวด์ระบบ

๑. จำกัด ความแตกต่างของแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุดของโครงสร้างอุปกรณ์ที่เป็นโลหะในส่วนที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหล ให้มีศักย์เท่ากัน
๒. เพื่อช่วยให้อุปกรณ์ป้องกันทำงานได้รวดเร็ว ตัดการทำงานของอุปกรณ์ที่ผิดพลาดและวงจรที่ผิดพลาดที่เกิดขึ้น ออกจากระบบ
๓. จำกัด แรงดันเกิน (Over Voltages) ที่เกิดขึ้นในระบบภายใต้เงื่อนไขความผิดพลาดต่างๆ เช่นเกิดจากฟ้าผ่า (Lightning) จากไฟกระชอก (Surge) หรือระบบไฟฟ้าแรงสูงรั่วลงกราวด์ เป็นต้น แรงดันไฟฟ้าที่เกินนี้สามารถทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเสียหายได้อันเนื่องมาจาก พิกัดการทนแรงดันไฟฟ้า และฉนวนของอุปกรณ์ไม่สามารถทนแรงดันไฟฟ้าที่เกินนี้ได้
๔. เพื่อคงความมีเสถียรภาพของแรงดันไฟฟ้าในช่วงที่ทำงานปกติ
๕. เพื่อใช้เป็นเส้นทางไหลของกระแสไฟฟ้าเกิน (Over Current) อันเกิดขึ้นจากกราวด์ฟอลต์(Ground Fault)

๔.๒ ความสำคัญ และประโยชน์ของระบบสายดินในห้องผ่าตัด

๑. สามารถ ช่วยลดการรบกวนจากคลื่นสนามแม่เหล็ก (Electromagnetic Interference: EMI) และคลื่นวิทยุ (Radio Frequency Intererence: RFI) ที่มีแพร่กระจายอยู่ทั่วไป จากอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า จากคลื่นวิทยุ คลื่นโทรศัพท์มือถือ ต่างๆ อันจะมีโอกาสทำให้เครื่องมือทางการแพทย์ที่ใช้ตรวจวัดต้องความไวต่อสัญญาณไฟฟ้าได้รับสัญญาณรบกวน ทำให้การตรวจวัดมีความคลาดเคลื่อนได้ การลดการรบกวนจากคลื่นสนามแม่เหล็กและคลื่นวิทยุ โดยการต่อท่อโลหะของระบบแก๊สทางการแพทย์ เข้ากับแท่งประสานศักย์ (Equipotential Bonding Bar) ของห้องผ่าตัด ซึ่งจะทำหน้าที่เสมือน กรงของฟาราเดย์ (Faraday Cage) จะดักจับคลื่นสนามแม่เหล็กต่างๆ แล้วถ่ายลงดิน

๒. สามารถลดประจุไฟฟ้าต่างๆอันเกินเนื่องมาจากไฟฟ้าสถิตในห้องผ่าตัด โดยการต่อตัวนำของแผ่น Anti Staticเข้ากับ แท่งตัวประสานศักย์เสริม (Supplemenatry Equipotential Bonding) ของแต่ละห้องผ่าตัด เพื่อ Discharge ประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นให้ถ่ายลงดิน เพื่อที่จะไม่ให้ประจุไฟฟ้าสะสมมากจนถึงจุด Break Down ได้ เพราะจะทำให้เป็นอันตรายกับผู้ป่วยได้ โดยเฉพาะผู้ป่วยที่ขณะกำลังผ่าตัดหัวใจ และลดโอกาสเสี่ยงที่จะไปรบกวนเครื่องมือทางการแพทย์ด้วย

๓. สามารถ ช่วยลดการรบกวนจากคลื่นสนามแม่เหล็ก (Electromagnetic Interference: EMI) และคลื่นวิทยุ (Radio Frequency Intererence: RFI) อันเกิดเนื่องมาจากการใช้งานของเครื่องมือทางการแพทย์ เช่น มีดผ่าตัดไฟฟ้า หรือ เครื่องจี้ไฟฟ้า (Electro Surgical) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ทำงานโดยใช้ความถี่สูง มีโอกาสที่จะทำให้เกิดการรบกวนไปยังอุปกรณ์อื่นๆหรือไปยังที่อื่นได้ โดยปรกติแล้วอุปกรณ์เหล่านี้จะมีสายดินต่อลงดินอยู่แล้ว แต่จะมีจุดต่อสายดินสำรองเพิ่มเติม (Redundant Ground Jack) อีกชั้นหนึ่ง

ตารางที่ ๔.๑ ขนาดสายดินตามพิกัดขนาดตัวนำประธาน

ขนาดตัวนำประธาน (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)	ขนาดต่ำสุดของสายต่อหลักดิน (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)
ไม่เกิน 35	10*
เกิน 35 แต่ไม่เกิน 50	16
เกิน 50 แต่ไม่เกิน 95	25
เกิน 95 แต่ไม่เกิน 185	35
เกิน 185 แต่ไม่เกิน 300	50
เกิน 300 แต่ไม่เกิน 500	70
เกิน 500	95

ตารางที่ ๔.๒ ขนาดสายดินตามพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกิน

ตารางที่ 4-2

ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของ เครื่องป้องกันกระแสเกินไม่เกิน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)
20	2.5*
40	4*
70	6*
100	10
200	16
400	25
500	35
800	50
1000	70
1250	95
2000	120
2500	185
4000	240
6000	400

หมายเหตุ * ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าใช้สำหรับที่อยู่อาศัยหรืออาคารของผู้ใช้ไฟที่อยู่ห่างจากหม้อแปลงระบบจำหน่ายระยะไม่เกิน 100 เมตร
กรณีที่ผู้ใช้ไฟอยู่ห่างจากหม้อแปลงระบบจำหน่ายระยะเกิน 100 เมตร ให้ดูภาคผนวก ฉ. ตารางที่ ฉ.6 ถึง ตารางที่ ฉ.12

ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๖

๔.๓ ข้อเสียของการใช้หลักดินแยกในระบบ TN-S

การใช้หลักดินแยกของอุปกรณ์ จะทำให้เกิดอันตรายต่อบุคคล และผลเสียกับอุปกรณ์มากกว่า การต่อกราวด์ร่วม เนื่องจากเป็นการเพิ่มอิมพีแดนซ์เข้าไปในระบบ จะส่งผลทำให้กระแสไฟฟ้าที่รั่วมีค่าต่ำกว่าพิกัดของอุปกรณ์ป้องกัน

ในกรณีเกิดเหตุการณ์ฟ้าผ่าเข้าสู่ตัวอาคาร ซึ่งอาจมีค่ากระแสไฟฟ้าสูงมากถึง ๑๙ KA มีผลทำให้เกิดแรงดันสูงเหนี่ยวนำขึ้นในระบบกราวด์ของอาคาร ซึ่งเมื่อเทียบกับจุดกราวด์ของอุปกรณ์ที่ต่อแยก ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานผิดพลาด และเสียหายได้

บริเวณสถานพยาบาล กลุ่ม ๐ และกลุ่ม ๑ ติดตั้งระบบกราวด์ แบบ TN-S การต่อถึงกัน (Bonding) ระหว่างกราวด์กับนิวตรอนในอาคาร สามารถกระทำได้ที่ตู้เมนประธาน (M.D.B.) เท่านั้น

บริเวณสถานพยาบาล กลุ่ม ๒ เช่น ห้องผ่าตัด ใช้ระบบ IT สำหรับวงจรที่จ่ายให้กับบริเวณทาง การแพทย์ และงจใจใช้เพื่อช่วยชีวิต การผ่าตัด และบริเวณที่ไฟฟ้าที่แวดล้อมเตียงคนไข้ การติดตั้ง เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าในสถานที่เฉพาะ : บริเวณสถานพยาบาล ของวิศวกรรมสถานแห่ง ประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ และสอดคล้องกับมาตรฐาน IEC ๖๐๓๖๔ , IEC๖๐๖๐๑

ตารางที่ ๔.๓ แสดงการแบ่งกลุ่มและประเภทของระบบไฟฟ้านิรภัย

ตัวอย่างของการแบ่งกลุ่มและแบ่งประเภทของระบบไฟฟ้านิรภัย

ตารางที่.1 รายการตัวอย่าง

สถานพยาบาล	กลุ่ม			ระยะเวลาสับเปลี่ยนระบบไฟฟ้า (t) – วินาที	
	0	1	2	$t \leq 0.5$	$0.5 < t \leq 15$
1. ห้องนวด (Massage room)	X	X			X
2. ห้องพักผู้ป่วย (Bed room)		X			
3. ห้องคลอด (Delivery room)		X		X ^๑	X
4. ห้องตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (Electrocardiography room, ECG) ห้องตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalography room, ECG) ห้องตรวจคลื่นไฟฟ้ามดลูก (Electrohysterography room, ECG)		X			X
5. ห้องสำหรับส่องกล้อง (Endoscopic room)		X ^๒			X ^๒
6. ห้องตรวจหรือรักษา (Examination or treatment room)		X			X
7. ห้องศัลยกรรมทางเดินปัสสาวะ (Urology room)		X ^๒			X ^๒
8. ห้องรังสีวินิจฉัยและรักษา นอกจากข้อ 21		X			X
9. ห้องวารีบำบัด (Hydrotherapy room)		X			X
10. ห้องกายภาพบำบัด (Physiotherapy room)		X			X
11. ห้องดมยาสลบ (วิสัญญี) (Anesthetic room)			X	X ^๑	X
12. ห้องผ่าตัด (Operating theatre room)			X	X ^๑	X
13. ห้องเตรียมการผ่าตัด (Operating preparation room)		X	X	X ^๑	X
14. ห้องเฝือก (Operating plaster room)		X	X	X ^๑	X
15. ห้องพักฟื้นหลังผ่าตัด (Operating recovery room)		X	X	X ^๑	X
16. ห้องสวนเส้นเลือดหัวใจ (Heart catheterization room)			X	X ^๑	X
17. ห้องผู้ป่วยหนัก (Intensive care room)			X	X ^๑	X
18. ห้องฉีดสีเส้นเลือด (Angiographic examination room)			X	X ^๑	X
19. ห้องฟอกไต ล้างไต (Hemodialysis room)		X			X
20. ห้องตรวจด้วยคลื่นแม่เหล็ก (Magnetic resonance room, MRI)		X			X
21. เวชศาสตร์นิวเคลียร์ (Nuclear medicine)		X			X
22. ห้องดูแลเด็กที่คลอดก่อนกำหนด (Premature baby room)			X	X ^๑	X
หมายเหตุ ^๑ โคมไฟฟ้าและบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่ทางการแพทย์เพื่อช่วยชีวิต จะต้องได้รับไฟฟ้าภายใน 0.5 วินาที ^๒ ไม่ใช่เป็นห้องผ่าตัด					

๔.๔ การตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบกราวด์

ควรตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบกราวด์อย่างต่อเนื่องเป็นระยะตามช่วงเวลาที่กำหนด ซึ่งระยะเวลาในการตรวจสอบขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของบริเวณที่ติดตั้ง, ระดับการป้องกันและความต้านทานของดิน หากระบบกราวด์เกิดการเสียหายผิดพลาดจะก่อให้เกิดผลเสียหายได้ และอีกปัจจัยคือการเกิดการผุกร่อนของแท่งกราวด์ในพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมที่ทำให้เกิดการกัดกร่อนมาก พื้นที่นี้ต้องทำการตรวจสอบถี่มากขึ้น ค่ามาตรฐานความต้านทานต้องไม่เกิน ๕ โอห์ม

ตารางที่ ๑.๔ แสดงช่วงระยะเวลาสูงสุดในการตรวจสอบระบบการป้องกันตามมาตรฐาน IEC ๖๒๓๐๕-๓

ระดับการป้องกัน	ตรวจสอบด้วยสายตา (ปี/ครั้ง)	ตรวจสอบอย่างสมบูรณ์ (ปี/ครั้ง)	ตรวจสอบอย่างสมบูรณ์ เมื่อระบบอยู่ในขั้นวิกฤต (ปี/ครั้ง)
๑ และ ๒	๑	๒	๑
๓และ ๔	๒	๔	๑

หมายเหตุ

- ระดับการป้องกัน ๑ และ ๒ คือ สิ่งปลูกสร้างที่ต้องการป้องกันมาก
- ระดับการป้องกัน ๓ และ ๔ คือ สิ่งปลูกสร้างที่ต้องการป้องกันในระดับปกติ
- ในพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมที่ทำให้เกิดการกัดกร่อนมาก ควรตรวจสอบทุก ๖ เดือน



รูปที่ ๔.๕ แสดงการใช้เครื่องมือวัดค่าความต้านทางเดินที่สายกราวด์

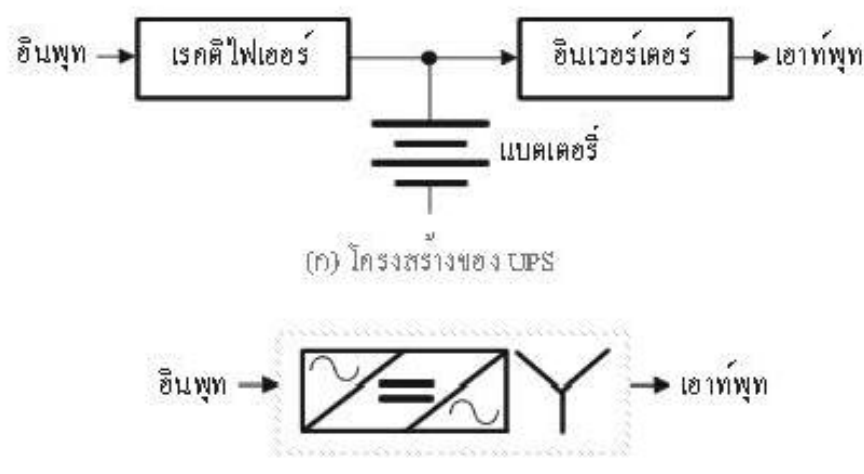
๔.๕ ระบบไฟสำรอง (UPS) และการต่อระบบกราวด์

ระบบ UPS เป็นอุปกรณ์แปลงกำลังไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง (๘๕-๙๒%) ที่ให้แรงดันขาออกเป็นไฟฟ้ากระแสสลับโดยไม่คำนึงถึงคุณภาพของแหล่งจ่าย พลังงานเอาต์พุตโดยทั่วไปจะได้รับจากแบตเตอรี่ ประโยชน์ของ UPS คือความสามารถในการกรองไฟกระชาก และความผิดปกติของพลังงานจากแหล่งจ่ายไฟ AC ระหว่างชั่วสัญญาณาเข้าและขาออก ปัญหาไฟฟ้าเหล่านี้อาจเป็นผลมาจากสาเหตุภัยธรรมชาติหรือการรบกวนของไฟฟ้าที่เกิดจากการไฟฟ้าส่วนท้องถิ่นเช่นการสับเปลี่ยนกำลัง(SWITCHING)

UPS ออกแบบสำหรับใช้งานทั่วไป โดยเฉพาะใช้สนับสนุนการสำรองข้อมูลสำหรับห้องปฏิบัติการที่มีความละเอียดอ่อนอุปกรณ์การวินิจฉัยอุปกรณ์ช่วยชีวิตในแผนกผู้ป่วยหนักระบบประมวลผลข้อมูลและการส่องสว่างในพื้นที่ที่มีการช่วยชีวิต

UPS เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง (power electronic) เป็นโหลดแบบไม่เป็นเชิงเส้น (nonlinear load) ซึ่งทำให้เกิดความผิดเพี้ยน(harmonic distortion) ในระบบ ควรมีการประเมินเลือกใช้อย่างรอบคอบเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความผิดเพี้ยนมีผลกระทบต่ออุปกรณ์อื่น ๆ รวมถึงเกิดความร้อนสูงในเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ควรระบุความเพี้ยนฮาร์มอนิกที่ยอมรับได้เพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าไม่เกิดความเสียหาย

UPSเป็นเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า ac เป็นกระแสไฟฟ้าแบบ dc และแปลงกระแสไฟฟ้าแบบ dc กลับเป็นกระแสไฟฟ้า acอีกครั้ง โดยมีแบตเตอรี่และสแตติกสวิตช์(static switch) เป็นส่วนประกอบ



รูปที่ ๔.๖ แสดงการแปลงสัญญาณของ UPS

สแตติกสวิตช์(static switch) เป็นส่วนหนึ่งของระบบบายพาสซึ่งเป็นวิธีการให้โหลดสามารถใช้งานได้โดยไม่หยุดชะงักในกรณีที่เกิดการลัดวงจรหรือระบบอินเวอร์เตอร์ทำงานผิดปกติหรือสำหรับการบำรุงรักษาตามแผน

แบตเตอรี่ที่นิยมใช้บ่อยที่สุดในการติดตั้งใน UPS คือ lead-calcium เนื่องจากต้นทุนต่ำ ลักษณะการปลดปล่อยของไฮโดรเจนต่ำ

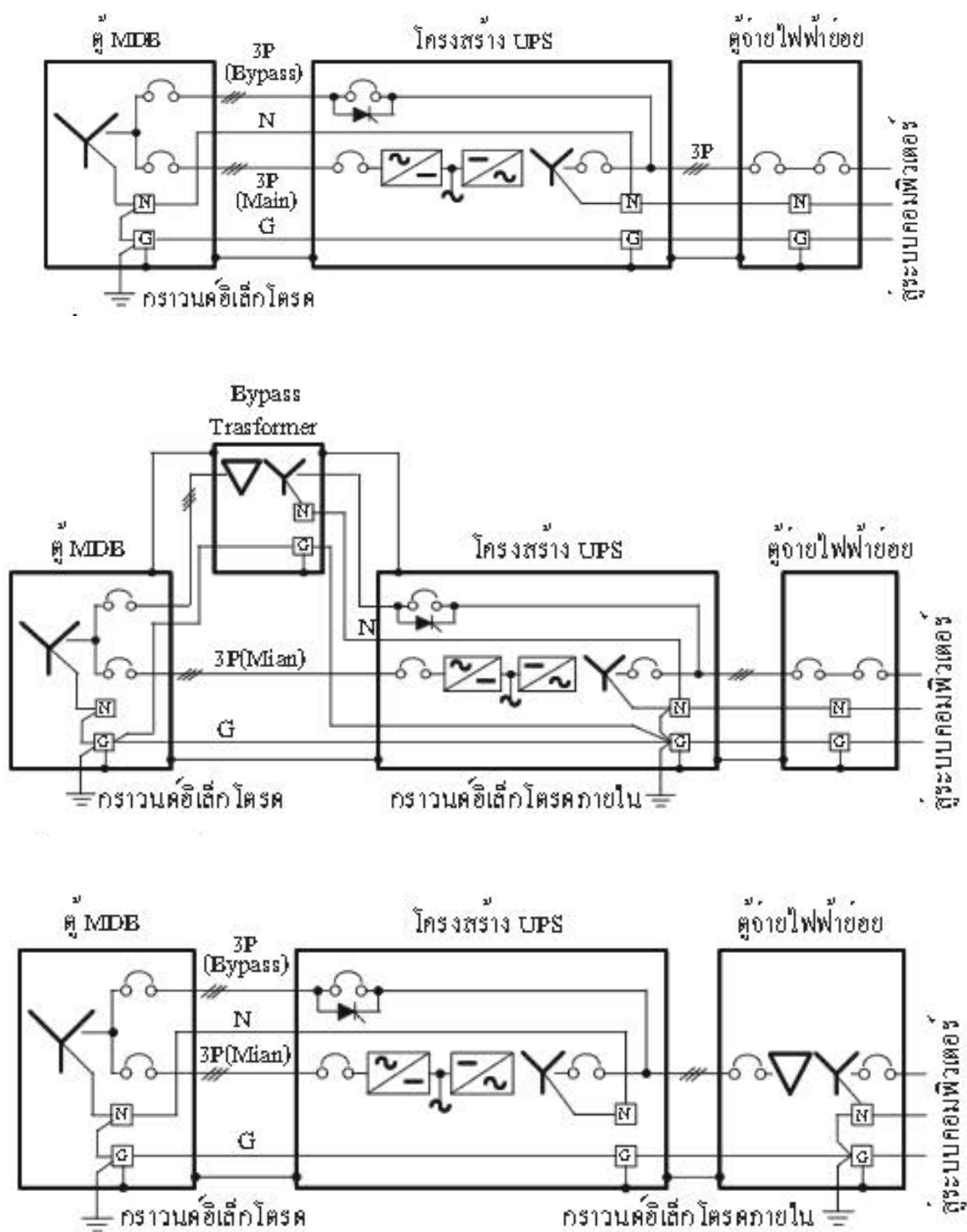
UPS ปกติเรียกว่า "การแปลงไฟกลับ" คำนี้ถูกใช้เนื่องจากตัวเครื่อง UPS จะเป็นตัวแปลงไฟกลับจ่ายพลังงานให้กับโหลดที่สำคัญอย่างต่อเนื่องระหว่างการใช้งาน ระบบจะโอนกลับไปยังแหล่งจ่ายการไฟฟ้าเฉพาะในโหมดการทำงานปกติ

UPS มีแบบเฟสเดียว และสามเฟส ด้านเอาต์พุตแบบเฟสเดียวสามารถมีอินพุตเฟสเดียวหรือสามเฟสได้ แบบเฟสเดียวทั่วไปมีขนาดโหลดตั้งแต่ ๐.๕-๕๐ กิโลวัตต์และแบบสามเฟสมีขนาดโหลดตั้งแต่ ๑๕-๖๐๐ กิโลวัตต์

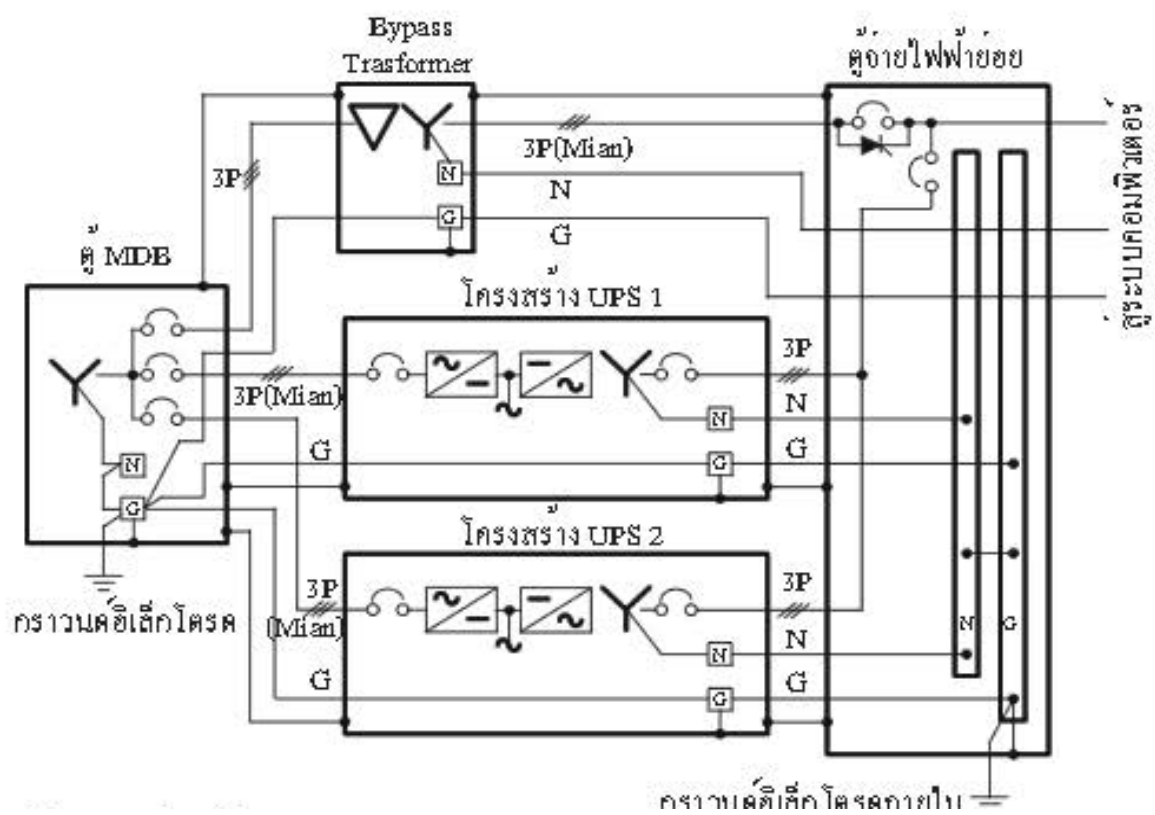
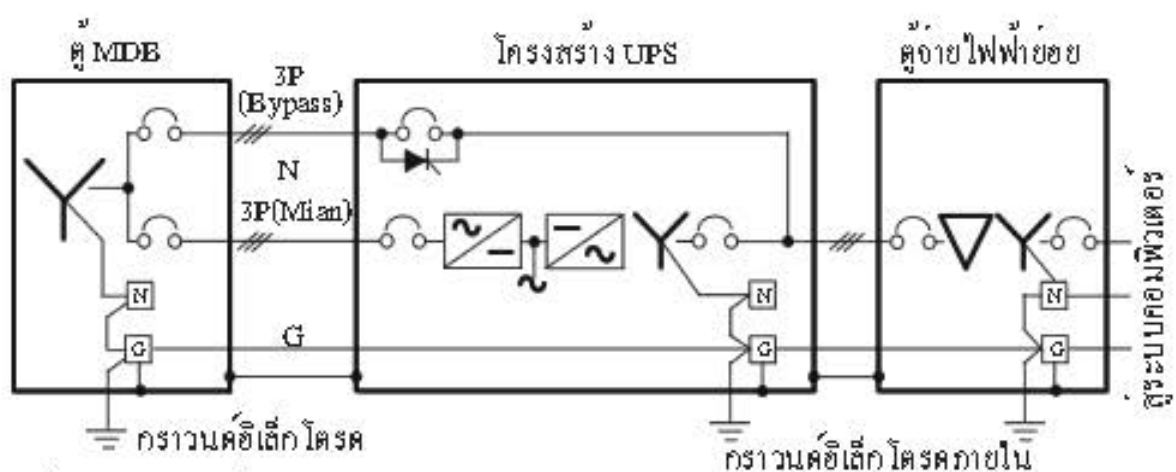
รูปแบบการทำงานของ UPS แบบสแตติกสามารถแบ่งได้ ๓ รูปแบบ คือ

- แบบ OFF LINE UPS
- แบบ LINE INTERACTIVE UPS
- แบบ ON LINE UPS

การออกแบบระบบ UPS เกี่ยวข้องกับการพิจารณาทางไฟฟ้าและสิ่งแวดล้อม ขั้นตอนแรกคือการคำนวณการจัดอันดับของโมดูล UPS (เครื่องปรับกระแสไฟฟ้า, แบตเตอรี่, อินเวอร์เตอร์, สวิตช์แบบสแตติกและสวิตช์ bypass) ปัจจัยที่กำหนดคือภาระของโหลดปัจจุบันความหลากหลายของการใช้งาน และการเพิ่ม-ลดโหลดในอนาคต วิธีแก้ไขคือการปรับขนาดโมดูล UPS เพื่อรองรับโหลดที่คาดไว้และแบตเตอรี่ต้องมีเวลาสำรองไฟทั่วไปคือ ๑๕ นาที



รูปที่ ๔.๗ แสดงแบบการต่อกราวด์ของ UPS แบบต่างๆ



รูปที่ ๔.๗ แสดงแบบการต่อกราวด์ของ UPS แบบต่างๆ(ต่อ)

ตารางที่ ๔.๕ แสดงการตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องสำรองไฟฟ้าUPS ประจำ ๓ เดือน

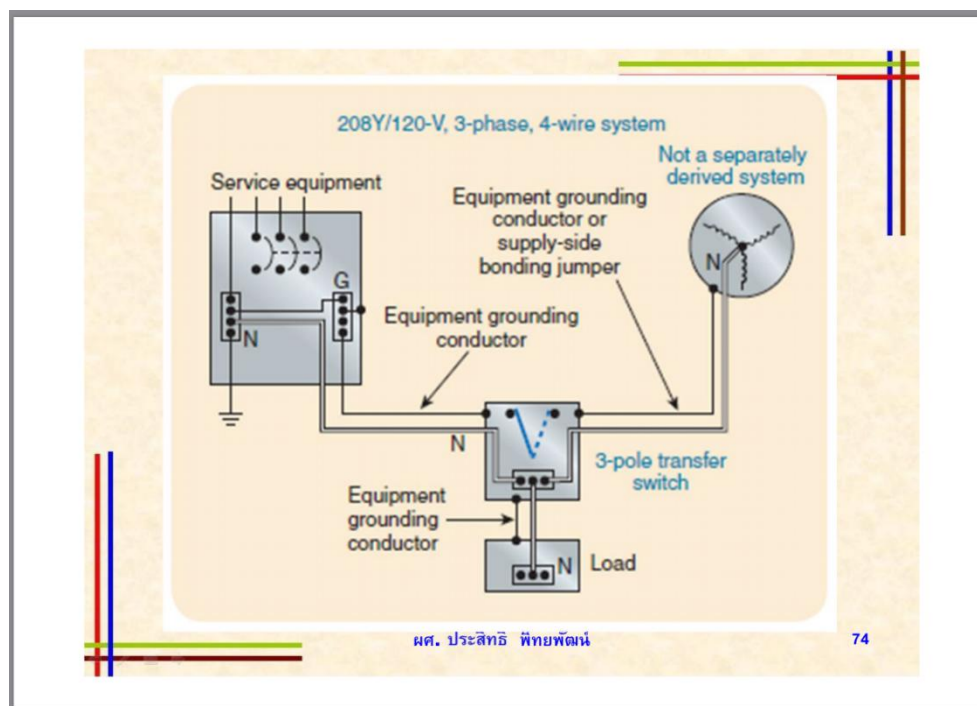
ลำดับ	รายละเอียด	วิธีการ	เวลาปฏิบัติงาน (นาที)	หมายเหตุ
๑	ตรวจสอบ สภาพแวดล้อมภายใน ห้อง UPS และ แบตเตอรี่	ตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้อง UPS และแบตเตอรี่ด้วยตาเปล่า จะต้องไม่มีเศษผงโลหะหรือสิ่ง แปลกปลอมที่เป็นอันตรายต่อระบบ เช่น เศษผงโลหะที่เกิดจากการเจาะ ฝุ่น ความชื้น การวางสิ่งของต้องไม่ กีดขวางการทำงานและการระบาย อากาศของเครื่อง	๕	
๒	ตรวจสอบอุณหภูมิ แวดล้อมภายในห้อง UPS และแบตเตอรี่	ตรวจวัดอุณหภูมิแวดล้อมภายในห้อง UPS อุณหภูมิแวดล้อมที่เหมาะสม ควรที่จะอยู่ระหว่าง ๒๐-๒๕ องศา เซลเซียส และการกระจายความเย็น ภายในห้องจะต้องสม่ำเสมอใกล้เคียง กันทุกจุด	๕	
๓	ตรวจสอบอุณหภูมิ ภายในเครื่อง UPS	ตรวจสอบอุณหภูมิภายในเครื่อง UPS โดย Maintenance Software	๑๐	
๔	ตรวจสอบสถานะการ ทำงานของเครื่อง UPS	ด้วยตาเปล่าผ่าน Mimic Panel	๕	
๕	ตรวจสอบการทำงานของ ภาค Rectifier	โดย Maintenance Software ใน Computer และ Multi meter	๑๐	
๖	ตรวจสอบการทำงานของ ภาค Inverter	โดย Maintenance Software ใน Computer และ Multi meter	๕	

ตารางที่ ๔.๕ (ต่อ)

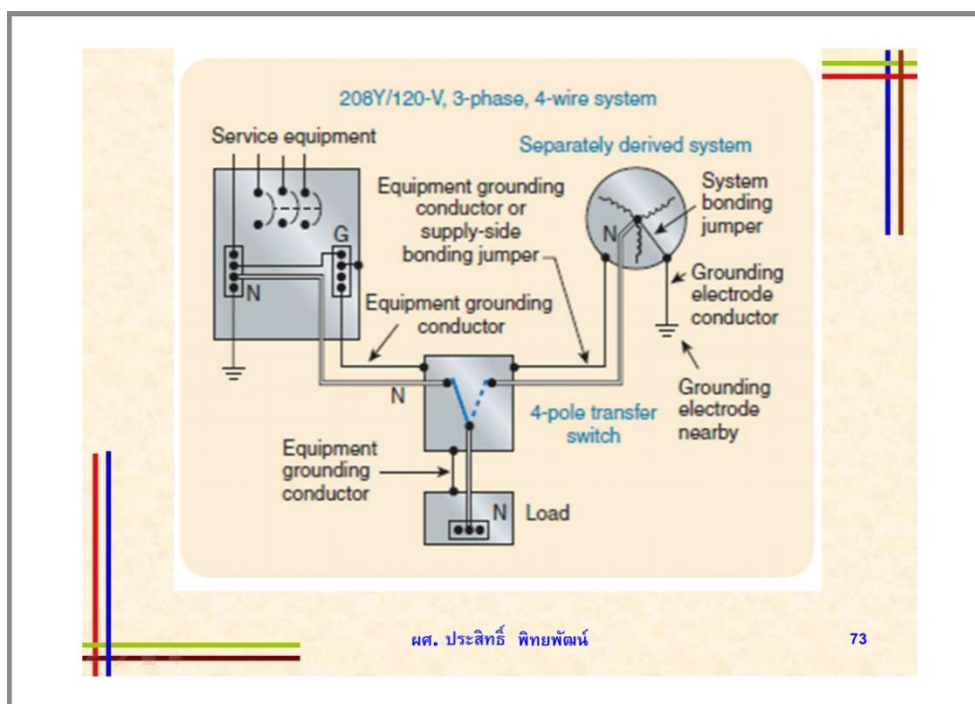
ลำดับ	รายละเอียด	วิธีการ	เวลาปฏิบัติงาน (นาที)	หมายเหตุ
๗	ตรวจสอบสภาพการทำงานของพัดลมระบายอากาศ	ด้วยตาเปล่าและ Maintenance Software	๕	
๘	ตรวจสอบความสะอาดภายในเครื่อง UPS	ด้วยตาเปล่า	๑๐	เฉพาะส่วนที่สามารถมองเห็นไม่มีการเปิดเครื่องในส่วนที่เป็นอันตราย
๙	ตรวจสอบ Event log	โดย Maintenance Software	๑๐	
๑๐	ตรวจสอบแรงดัน Floating Charge ของCharger	โดย Maintenance Software และMulti meter	๕	
๑๑	ตรวจสอบแรงดัน Floating Charge ของแบตเตอรี่แต่ละเซลล์	โดย Multimeter หรือ Battery monitoring	-	กรณี External Battery
๑๒	ตรวจสอบความสกปรกของขั้วแบตเตอรี่	ด้วยตาเปล่า	๑๐	
๑๓	ทดสอบการ Discharge แบตเตอรี่	Function Test	-	ต้องแจ้งเจ้าหน้าที่เพื่อขออนุมัติการทดสอบก่อนการดำเนินการทุกครั้ง

ตารางที่ ๔.๕ (ต่อ)

	รวมเวลาดำเนินการ บำรุงรักษา		๘๐	เวลาในการตรวจสอบ Battery ขึ้นอยู่กับ จำนวน Battery ที่ ติดตั้งและรูปแบบการ ติดตั้ง
--	--------------------------------	--	----	--



รูปที่ ๔.๘ แสดงแบบการต่อลงกราวด์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ATS ๓ POLE



รูปที่ ๔.๘ แสดงแบบการต่อลงกราวด์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ATS ๔ POLE

การต่อระบบสายดินสำหรับชุด สับเปลี่ยนแหล่งจ่ายอัตโนมัติแบบ ๔ ขั้ว (ATS ๔ POLE) เป็นการแยกระบบแหล่งจ่ายไฟฟ้า จึงต้องติดตั้งหลักดินเพิ่มเติมอีกชุดที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพิ่มเติมจากหม้อแปลงไฟฟ้า

๘. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับงานระบบปรับอากาศ

การปรับอากาศ หมายถึง การปรับสภาวะอากาศให้ได้ตามเงื่อนไข ที่ต้องการ และหมายรวมถึงการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น, การควบคุมคุณภาพและความสะอาดของอากาศ, การควบคุมการไหลเวียนของอากาศ, ระดับเสียงในพื้นที่ปรับอากาศ

๘.๑ ชนิดของเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) ตัวเครื่องแบ่ง เป็น ๒ ส่วน คือ

๑.) ส่วนที่อยู่ภายในห้องเรียกว่า แฟนคอยล์ยูนิต (Fan Coil Unit) มีหน้าที่ทำความเย็น ประกอบด้วยพัดลมส่งลมเย็น แผ่นกรองอากาศ หน้ากากพร้อมเก็ลด์ กระจายลมเย็น

๒.) อุปกรณ์ควบคุมที่ติดตั้งภายนอกห้อง เรียกว่า คอนเดนซิงยูนิต (Condensing Unit) ประกอบด้วยคอมเพรสเซอร์ แผงท่อระบายความร้อนและพัดลมระบายความร้อนทั้งสองส่วนเชื่อมต่อกันด้วยท่อสารทำความเย็น

๘.๒ EER กับ BTU คืออะไร

BTU (British Thermal Unit) คือ ขนาดทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศมีหน่วยดังนี้ ๑ ตันทำความเย็น เท่ากับ ๑๒,๐๐๐ BTU/hrBTU สูงไป คอมเพรสเซอร์ทำงานติดต่อยเกินไป ทำให้ประสิทธิภาพ ในการทำงานลดน้อยลง ทำให้ความชื้นในห้องสูง ไม่สบายตัว และที่สำคัญ ราคาแพง และสิ้นเปลือง พลังงาน BTU ต่ำไป คอมเพรสเซอร์ทำงานตลอดเวลา เพราะความเย็นห้องไม่ได้ตามอุณหภูมิที่ตั้งไว้ สิ้นเปลืองพลังงาน และเครื่องปรับอากาศเสียเร็ว

๘.๓ ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน(Split type)

๘.๓.๑. อุปกรณ์หลักของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split type) นั้นมีอยู่ ๔ ส่วน ดังนี้



รูปที่ ๘.๑ แสดงคอมเพรสเซอร์

๑.คอมเพรสเซอร์ เป็นหัวใจหลักของการทำงานในระบบอัดไอ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเพิ่มความดันของสารทำความเย็น ทำให้สารทำความเย็นสามารถไหลเวียนได้ครบวงจรของระบบอัดไอ

และเป็นอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานมากที่สุด คือประมาณ ๘๐% ของพลังงานทั้งหมดที่ใช้สำหรับเครื่องปรับอากาศ



รูปที่ ๘.๒ แสดงชุดคอยล์ร้อน

๒.คอยล์ร้อน คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะจากไอเป็นของเหลว โดยการใช้พัดลมดูดอากาศระบายความร้อนให้กับสารทำความเย็นในแผงคอยล์ร้อน ซึ่งอุปกรณ์นี้มีการใช้พลังงานประมาณ ๑๐% ไปกับพัดลมระบายความร้อน



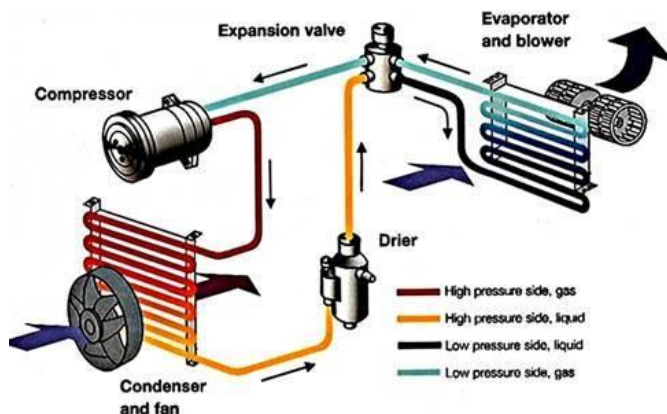
รูปที่ ๘.๓ แสดง วาล์วลดความดัน (Expansion Valve)

๓.วาล์วลดความดัน เป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าที่ลดความดันของสารทำความเย็นหลังจากผ่านคอยล์ร้อน ซึ่งทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะจากของเหลวความดันสูงเป็นของเหลวผสมไอ (Mixture หรือ ๒ - Phases) ที่มีความดันต่ำ



รูปที่ ๘.๔ แสดงอุปกรณ์ระเหย (Evaporator) หรือ คอยล์เย็น (Fan Coil Unit ; FCU)

๔.คอยล์เย็น อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะจากของเหลวผสมไอ ให้กลายเป็นไออย่างสมบูรณ์ (ไออิ่มตัว) โดยการใช้พัดลมดูดอากาศจากภายในห้องปรับอากาศผ่านแผงคอยล์เย็น ซึ่งทำให้สารทำความเย็นรับความร้อนจากอากาศและเดือดกลายเป็นไอ ซึ่งอุปกรณ์นี้จะมีการใช้พลังงานประมาณ ๑๐% ไปกับพัดลมคอยล์เย็น



รูปที่ ๘.๕ แสดงระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

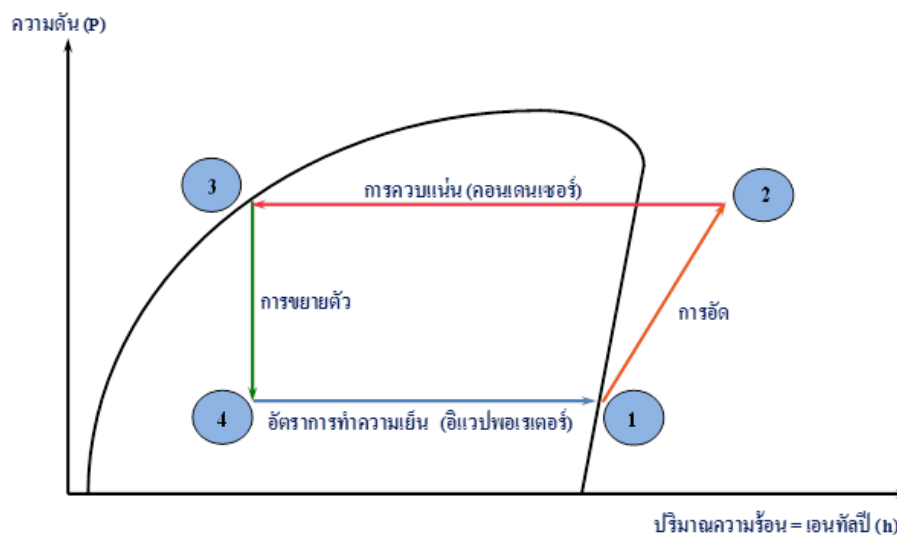
เมื่อทำการเปิดเครื่องปรับอากาศ สารทำความเย็นซึ่งเป็น ของเหลวในปริมาณที่พอเหมาะจะไหลผ่านอุปกรณ์ป้อนสารทำความ เย็นเข้าไปยังแผงท่อทำความเย็นซึ่งติดตั้งอยู่ภายในห้อง พัดลมส่งลมเย็น จะดูดอากาศร้อนและชื้นภายในห้องผ่านแผ่นกรองอากาศ ซึ่งติดตั้งอยู่ ด้านหน้าของแผงท่อทำความเย็น เพื่กรองเอาฝุ่นละอองขนาดใหญ่ ออกไป จากนั้นอากาศร้อนชื้นจะคายความร้อนให้แก่ สารทำความเย็น ภายในแผงท่อทำความเย็น ทำให้มีอุณหภูมิและความชื้นลดลงและถูก พัดลมส่งลมเย็น กลับเข้ามาสู่ห้องอีกครั้งหนึ่ง โดยผ่านแผ่นเกล็ดกระจาย ลม เพื่อให้ลมเย็นแพร่ไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของห้องอย่างทั่วถึง

สำหรับสารทำความเย็นเหลวภายในแผงท่อทำความเย็นเมื่อ ได้รับความร้อนจากอากาศภายในห้องจะระเหิดกลายเป็นไอ และไหลเข้าสู่คอมเพรสเซอร์ ซึ่งไอที่ได้นี้จะถูกส่งต่อไปยังแผงท่อระบาย ความ ร้อนซึ่งติดตั้งอยู่นอกอาคาร พัดลมระบายความร้อนจะดูดอากาศ ภายในนอกมาระบายความร้อนออก จากสารทำความเย็น ทำให้ไอสารทำความเย็นกลั่นตัวกลับเป็นของเหลวอีกครั้งหนึ่ง และไหลออกจากแผงท่อระบายความร้อนไปสู่อุปกรณ์ป้อนสารทำความเย็นวนเวียนเป็น วัฏจักรเช่นนี้ตลอดเวลาจนกว่า อุณหภูมิในห้องจะถึงระดับที่ตั้งไว้

อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ ก็จะส่งสัญญาณให้ เครื่องคอมเพรสเซอร์หยุดทำงานชั่ว ขณะหนึ่ง จึงประหยัดไฟฟ้าส่วนที่ป้อนให้ คอมเพรสเซอร์ทำงานได้ แต่พัดลมส่งลมเย็นยังคงทำหน้าที่ส่ง ลมให้ภายในห้อง จนเมื่ออุณหภูมิในห้องให้คอมเพรสเซอร์ทำงานโดยอัตโนมัติ สารทำความเย็นป้อนเข้าไปใน แผงท่อทำความเย็นใหม่ดังนั้นถ้าเพิ่มสูงกว่า ระดับที่ตั้งไว้อุปกรณ์ควบคุมก็ จะส่งสัญญาณ ไม่ให้เย็น จนเกินไป ก็จะช่วยประหยัดค่าไฟได้ ซึ่งตามปกติควรตั้งไว้ที่ ๒๕ C

๘.๔. แผนภาพความดันเอนทัลปี (P-h Diagram)

เมื่อได้ทราบถึงอุปกรณ์หลักที่มีในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนแล้วนั้น ในลำดับถัดไป จะกล่าวถึงหลักการทำงานของระบบปรับอากาศแบบอัดไอ โดยสามารถอธิบายร่วมกับ



รูปที่ ๘.๖ แสดงแผนภาพความดัน-เอนทัลปี (P - h Diagram)

ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศนั้น วิเคราะห์บนพื้นฐานของ สิ่งที่ป้อนเข้าไป (Input) กับสิ่งที่จ่ายออกมา (Output) ซึ่งสามารถเขียนในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{Output}}{\text{input}}$$

สำหรับคำว่าประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศนั้น โดยทั่วไปเรามักกล่าวแทนด้วย ค่าอัตราส่วน ประสิทธิภาพพลังงาน (EER ; Energy Efficiency Ratio) ซึ่งสามารถแสดงในเชิงของสมการได้ ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ (EER)} = \frac{\text{ความเย็นที่ทำได้ (Btu/hr)}}{\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (W)}}$$

๘.๕ การประเมินการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ

จากที่ทราบแล้วว่า พลังงานไฟฟ้าคือผลคูณของค่าพลังไฟฟ้า กับชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ นั้นๆ ดังนั้น สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน สามารถประเมินค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ได้ด้วย สมการ

$$\text{พลังงานที่ใช้} = \text{พลังไฟฟ้า} \times \text{ชั่วโมงการเปิดใช้งาน} \times \% \text{การทำงานของคอมเพรสเซอร์}$$

ตารางที่ ๘.๑ ตัวเลขแสดงระดับประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

ระดับที่ (เบอร์)	ระดับประสิทธิภาพ	ค่า EER
๕	ดีมาก	ตั้งแต่ ๑๐.๖ ขึ้นไป
๔	ดี	ตั้งแต่ ๙.๖ ขึ้นไปแต่ไม่ถึง ๑๐.๖
๓	ปานกลาง	ตั้งแต่ ๘.๖ ขึ้นไปแต่ไม่ถึง ๙.๖
๒	พอใช้	ตั้งแต่ ๗.๖ ขึ้นไปแต่ไม่ถึง ๘.๖
๑	ต่ำ	ตั้งแต่ ๖.๖ ขึ้นไปแต่ไม่ถึง ๗.๖

๘.๖ การดูแล และบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศ หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า “แอร์” นั้น เป็นเครื่องอำนวยความสะดวก ที่นับวันจะยิ่งมีความจำเป็น และเป็นที่ต้องการทั้งในที่พักอาศัย สถานที่ประกอบการงาน และ ในแวดวงอุตสาหกรรมต่าง ๆ มากยิ่งขึ้น การใช้เครื่องปรับอากาศในส่วนของที่ พักอาศัย หรือสถานที่ทำงาน เพื่อทำให้เกิดความสบายและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน สำหรับการใช้เครื่องปรับอากาศในโรงพยาบาล เพื่อทำให้เกิดผลผลิตที่มีคุณภาพ และลดการสูญเสียในขบวนการผลิต ดังนั้นอาจจะกล่าวได้ว่า เครื่องปรับอากาศเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นเป็นอย่างมาก แต่การจะใช้เครื่องปรับอากาศให้เกิดประโยชน์ได้สูงสุดตามวัตถุประสงค์ได้นั้น จำเป็นต้องให้ความสำคัญกับการดูแลบำรุงรักษาเครื่องด้วย

๘.๖.๑ วิธีการดูแล บำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ

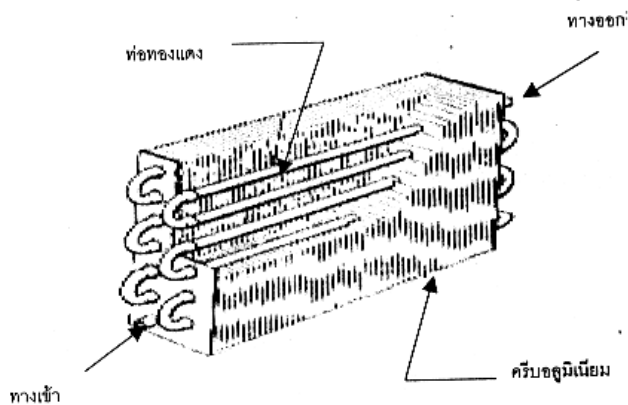
คอยล์เย็น หรือแฟนคอยล์ยูนิต เป็นตัวที่ติดตั้งอยู่ภายในห้องหรือภายในอาคาร มีส่วนประกอบย่อยที่จำเป็นต้องดูแลบำรุงรักษาและทำความสะอาด คือ

๑. **แผงกรองฝุ่น** หรือฟیلเตอร์ ในเครื่องปรับอากาศทุกเครื่องจำเป็นต้องมีฟیلเตอร์ เพราะฟیلเตอร์จะทำหน้าที่เป็นด่านแรกที่จะกรองอากาศโดย จะดักจับฝุ่นและสิ่งสกปรกอื่น ๆ ที่ปนเปื้อนอยู่ในอากาศไม่ให้ผ่านเข้าไปยังตัวแผงขดท่อคอยล์เย็น และเป่าเข้าสู่บรรยากาศภายในห้องได้อีก ฟิลเตอร์โดยทั่วไปมีใช้กันอยู่หลายชนิด ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วจะขึ้นอยู่กับขนาด และรูปแบบของเครื่อง เช่น เป็น

แบบใยสังเคราะห์สีขาวหรือดำลักษณะคล้ายเส้นด้ายในลอนมีขอบเป็นโครงพลาสติก หรือเป็นแบบใยสังเคราะห์สีดำโครงขอบเป็นเหล็กเส้นลวดหรือเป็นแบบเส้นใยอลูมิเนียมถัก (ปัจจุบันเครื่องปรับอากาศบางรุ่น มีฟิลเตอร์กรองกลิ่นและควันอยู่ด้วย) เราต้องดูแลทำความสะอาดฟิลเตอร์อยู่เสมอ เพื่อไม่ให้ฟิลเตอร์อุดตันไปด้วยฝุ่นละอองและสิ่งสกปรกต่าง ๆ เพราะถ้าฟิลเตอร์อุดตันจะทำให้ลมไม่สามารถหมุนเวียนผ่านคอยล์เย็นได้ ซึ่งจะทำให้เครื่องปรับอากาศไม่เย็น มีน้ำแข็งเกาะที่ตัวคอยล์เย็น และอาจมีน้ำหยดจากตัวเครื่องได้ เมื่อน้ำแข็งที่เกาะอยู่ละลาย

โดยที่ฟิลเตอร์มีจุดประสงค์เพื่อการกรองดักจับฝุ่นละอองและสิ่งสกปรกต่าง ๆ ดังนั้นฟิลเตอร์จึงมีโอกาสดูดตันจากสิ่งเหล่านี้ได้มาก การล้างทำความสะอาดจึงควรทำบ่อยครั้ง โดยดูความเหมาะสมจากสภาพแวดล้อมและการใช้งาน เช่น ถ้าติดตั้งเครื่องปรับอากาศในห้อง หรือในอาคารที่มีลักษณะการทำงานที่มีฝุ่นละอองมาก เช่น ห้องเตรียมผ้าสำหรับการผัดตด ซึ่งห้องนี้จะมีฝุ่นใยผ้าเกิดขึ้นจำนวนมาก ดังนั้นการล้างฟิลเตอร์ควรต้องจะล้างทุกวัน หรืออย่างน้อยที่สุดทุกสัปดาห์ ส่วนการติดตั้งเครื่องปรับอากาศในสถานที่ไม่ค่อยมีฝุ่นละอองมากนัก เช่น ห้องนอน ห้องพักผ่อน หรือห้องทำงานทั่วไป ก็ควรทำความสะอาดฟิลเตอร์ทุก ๆ หนึ่งเดือน หรือสามเดือน

วิธีการล้างฟิลเตอร์โดยใช้น้ำแรงๆ ฉีดที่ด้านหลังของฟิลเตอร์ (ด้านที่ไม่ได้รับฝุ่น) ให้ฝุ่นและสิ่งสกปรกหลุดออก หรือถ้าฟิลเตอร์เป็นแบบเส้นใยอลูมิเนียมถัก แบบเส้นใยในลอน ก็อาจใช้แปรงที่มีขนนิ่ม เช่น แปรงสีฟัน หรือแปรงทาสีช่วยปัดฝุ่นด้วยก็ได้



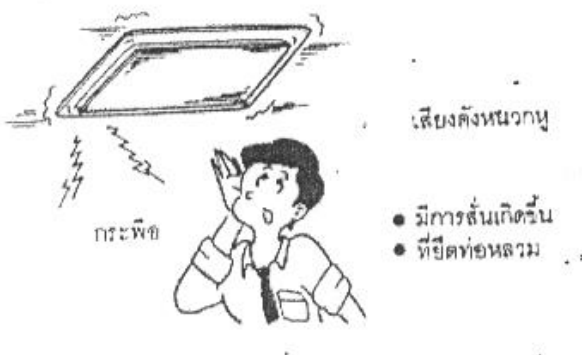
รูปที่ ๘.๗ แสดงแผงขดท่อคอยล์เย็น

๒. แผงขดท่อคอยล์เย็น คือตัวสร้างความเย็น มีรูปร่างเป็นเส้นท่อขดไปตามความยาวของเครื่อง และจะมีแผ่นครีบอลูมิเนียมบางๆ หุ้มขดท่อเหล่านั้นอยู่ แผงขดท่อจะมองเห็นได้อย่างชัดเจนเมื่อถอดหน้ากากส่งลม หรือหน้ากากรับลมกลับ ของเครื่องออก ที่แผงขดท่อนี้จะมีฝุ่นผงขนาดเล็กที่สามารถผ่านการกรองของฟิลเตอร์เข้ามาได้ เมื่อใช้งานไปนาน ๆ ฝุ่นเหล่านี้จะจับตัวกันหนาขึ้น และอากาศจะไม่สามารถผ่านได้ ซึ่งจะทำให้เครื่องปรับอากาศมีผลเช่นเดียวกันกับฟิลเตอร์ตัน จึงควรมีการล้างทำความสะอาดขดท่อและแผ่นอลูมิเนียม โดยในระยะเวลาในการล้างในรอบหนึ่งปี ควรมีการล้าง ๑ ครั้ง

วิธีล้างทำความสะอาดให้ใช้แปรงสีฟัน หรือแปรงทาสี ปัดเอาฝุ่น ที่เกาะยึดติดอยู่ให้ออก

ก่อนด้วยการลากแปรงลงตามแนวร่องของแผ่นครีบอลูมิเนียม แล้วจึงค่อยเอาน้ำฉีดหรือลาด เพื่อให้ฝุ่นที่เหลือหลุดตามน้ำออกมาแต่เนื่องจากฝุ่นละอองที่จับอยู่เป็นเวลานาน ๆ จะมีความเหนียวมาก บางครั้งอาจจำเป็นต้องใช้น้ำยาเคมีช่วยในการขจัดคราบสกปรกออก น้ำยาเคมีที่ใช้ต้องเป็นแบบที่ใช้กับเครื่องปรับอากาศซึ่งจะต้องไม่เป็นอันตรายต่อคน และไม่ทำลายวัสดุที่เป็นส่วนประกอบของเครื่องปรับอากาศ เช่น แผ่นอลูมิเนียม ท่อทองแดง หรือพลาสติก ในการเอาน้ำฉีด น้ำยาเคมีที่ใช้ต้องเป็นแบบที่ใช้กับเครื่องปรับอากาศ หรือลาดต้องระมัดระวังอย่าให้น้ำกระเด็นเปียกอุปกรณ์ไฟฟ้าของเครื่อง และควรระวังไม่ให้น้ำล้นถาดรองรับน้ำของเครื่อง

๓. ใบพัดลมคอยล์เย็นหรือโบลเวอร์ เป็นตัวขับเคลื่อนให้เกิดการเคลื่อนที่ของลม โดยได้กำลังมาจากมอเตอร์ไฟฟ้า ฝุ่นผงขนาดเล็กที่เล็ดลอดมาจากการดักจับของแผงกรองอากาศบางส่วน จะมาจับอยู่ที่ใบพัดลม ทำให้ร่องตักลมของใบพัดลมอุดตันไม่สามารถตักลมได้เต็มที่ การเกิดในลักษณะเช่นนี้จะทำให้ปริมาณลมเย็น ที่ออกไปจากคอยล์เย็นลดลง จึงต้องเสียเวลาในการเดินเครื่องปรับอากาศนานขึ้น เพื่อที่จะให้ได้อุณหภูมิของห้องเท่าเดิม ซึ่งมีผลทำให้เสียค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น นอกจากฝุ่นที่เกาะตามใบพัดลม จะทำให้พัดลมส่งลมเย็นออกมาได้น้อยแล้ว อาจจะทำให้เกิดเสียงดังที่ตัวชุดคอยล์เย็นขึ้นได้ เนื่องจากฝุ่นที่จับอยู่จะไปเพิ่มน้ำหนักให้กับใบพัด ทำให้ใบพัดเสียการสมดุลในตัวเอง และเมื่อมอเตอร์หมุนจะเกิดการสั่นสะเทือนจากแรงเหวี่ยงและเกิดเสียงดังขึ้นได้ การล้างทำความสะอาดใบพัด ควรล้างทำไปพร้อมกับ การล้างทำความสะอาดแผงคอยล์เย็น



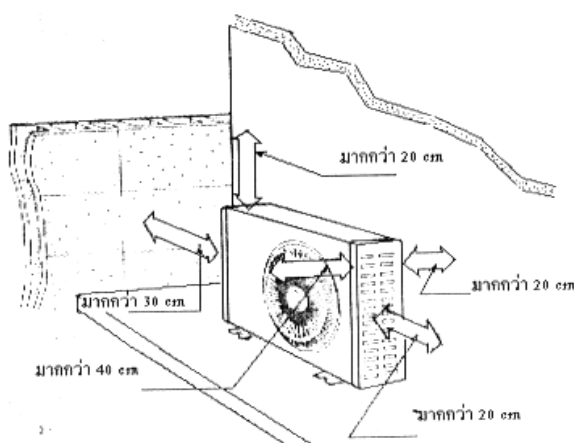
รูปที่ ๘.๘ แสดงการตรวจเสียงผิดปกติ

๔. ถาดรองรับน้ำทิ้งและท่อน้ำทิ้ง เป็นอุปกรณ์สำหรับรองรับน้ำที่เกิดจากการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำของไอน้ำในอากาศภายในห้อง น้ำที่เกิดขึ้นนี้จะไหลไปรวมกันที่ถาดรองรับน้ำและถูกระบายทิ้งโดยผ่านทางท่อน้ำทิ้ง ที่ถาดรองรับน้ำทิ้งนี้ถ้าไม่ได้รับการดูแลหรือทำความสะอาด เป็นเวลานาน จะทำให้เกิดเมือกขาวใสคล้ายวุ้น น้ำที่ขังอยู่ในถาดรองรับน้ำทิ้งเป็นเวลานาน เมื่อรวมกับฝุ่นละอองต่าง ๆ ที่เกาะอยู่ตามถาดรับ ก็อาจเป็นแหล่งอาหาร หรือเป็นแหล่งสะสม ของเชื้อโรค เชื้อรา และทำให้เชื้อโรค เชื้อราเหล่านี้ เจริญเติบโตและแพร่กระจายสู่ผู้ปฏิบัติงาน หรือผู้พักอาศัย ภายในห้อง และภายในอาคารได้ การทำความสะอาดถาดน้ำทิ้งโดยการใช้แปรงที่มีขนแข็งขัดถู หรือการถอดออกมาล้าง ส่วนท่อน้ำทิ้งทำได้โดยการใช้เครื่องเป่าลม เป่าลมเข้าไปตามท่อน้ำ หรือใช้น้ำที่มีแรงดันเล็กน้อยฉีดเข้าไปภายในท่อ

(ต้องแน่ใจว่าในระบบท่อไม่มีรอยรั่ว) **วิธีการล้างทำความสะอาดถาดรองรับน้ำและท่อน้ำทิ้ง** ควรทำไปพร้อมกับทำความสะอาดแผงชุดท่อคอยล์เย็นและใบพัดลม และควรตรวจดูแนวท่อน้ำทิ้งด้วยว่ามีลักษณะโค้งงอ (ตกท้องช้าง) หรือไม่ ถ้ามีต้องทำการแก้ไข เพราะท่อน้ำทิ้งช่วงที่โค้งงอตกท้องช้าง จะเป็นแหล่งที่รวมของน้ำและสิ่งสกปรก ซึ่งจะทำให้ท่อน้ำทิ้งอุดตัน และจะทำให้มีน้ำหยดจากบริเวณที่ท่อตกท้องช้างได้ เนื่องจากไอน้ำในอากาศกระทบท่อที่น้ำเย็นขังอยู่

๕.ตัวเครื่อง หน้ากากรับลม และหน้ากากจ่ายลม การทำความสะอาดโดยการปิดฝุ่น หรือใช้ผ้าชุบน้ำเช็ดถู หรือถ้าสามารถถอดออกได้ จะนำไปล้างน้ำก็ได้คอยล์ร้อน หรือคอนเดนซิงยูนิท เป็นตัวที่ติดตั้งอยู่ภายนอกห้อง หรือภายนอกอาคาร ภายในชุดคอยล์ร้อนจะมีส่วนประกอบหลักอยู่สามส่วน คือ คอมเพรสเซอร์ มอเตอร์พัดลมพร้อมใบพัดลม และแผงชุดท่อกับครีบอลูมิเนียม ชุดคอยล์ร้อนจะมีหน้าที่นำเอาความร้อนจากภายในห้องมาระบายออกทิ้งไป ดังนั้นลมที่เป่าออกมาจากคอยล์ร้อนจึงเป็นลมร้อน การดูแลบำรุงรักษาคอยล์ร้อน จึงต้องทำให้เกิดการระบายความร้อนได้ดี โดยไม่มีวัสดุสิ่งของใดๆ มาปิดบังทิศทางของการระบายของลม และดูแลไม่ให้มีฝุ่นหรือสิ่งอื่น ๆ มาปิดบังโดยเฉพาะที่แผงชุดท่อและแผ่นอลูมิเนียมของคอยล์ร้อน เพราะสิ่งเหล่านี้จะเป็นตัวขวางกั้นไม่ให้ลมเข้าไปรับความร้อนจากชุดคอยล์ร้อนได้ ระยะห่างระหว่างชุดคอยล์ร้อนกับสิ่งกีดขวางที่ยอมรับได้ จะถูกกำหนดโดยข้อกำหนดเฉพาะในการติดตั้งของเครื่องปรับอากาศแต่ละรุ่น ซึ่งรวมถึงการเผื่อพื้นที่ว่างเพื่อการดูแลซ่อมบำรุงด้วย ถ้าคอยล์ร้อนสกปรก หรือมีสิ่งของมาปิดบังช่องทางการระบายลมทำให้ความร้อนไม่สามารถระบายออกมาได้

ทำให้เครื่องปรับอากาศไม่มีความเย็น หรือเย็นน้อย กินกระแสไฟฟ้ามากกว่าปกติ และอาจทำให้คอมเพรสเซอร์เสียหายได้ การทำความสะอาดฝุ่นละอองที่เกาะอยู่ตามชุดคอยล์ร้อน สามารถใช้น้ำฉีดล้างได้แต่ต้องระวังอย่าให้น้ำกระเด็นเข้าไปเปียกอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ ระยะเวลาในการล้างทำความสะอาดชุดคอยล์ร้อนควรล้างทุก ๖ เดือน หรือทุก ๑๒ เดือน



รูปที่ ๘.๙ แสดงการระบายความร้อนชุดคอยล์ร้อน

การดูแลสภาพทั่วไปของเครื่อง อื่น ๆ เช่น น็อต สกรู ยางรองแท่นเครื่องต่าง ๆ อย่าให้หลุดหรือหลวม เพราะอาจทำให้เกิดเสียงดังจากการสั่นสะเทือนได้ ดูแลฉนวนที่ใช้ป้องกันความร้อนต่าง ๆ

ถ้าพบว่าชำรุดฉีกขาดควรแก้ไขหรือซ่อมบำรุง เพราะถ้าฉนวนที่ใช้ป้องกันความร้อนชำรุด จะทำให้ไอน้ำในอากาศกลั่นตัวเป็นหยดน้ำในบริเวณนั้น และจะทำความเสียหายให้กับฉนวนส่วนอื่น ๆ อีก หรือน้ำที่เกิดขึ้นนั้นจะหยดลงบนผ้าเปดาน หรือตามผนังห้อง (ในกรณีที่ฉนวนหุ้มท่อสารทำความเย็น หรือท่อส่งลมเย็น หรือท่อน้ำเย็น ชำรุด) ทำให้เกิดรอยคราบสกปรก และเกิดเชื้อราขึ้นได้

๘.๖.๒ การดูแลบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศจะทำให้เกิดประโยชน์ได้ ๒ ทาง คือ

๑. ทำให้เกิดการประหยัดพลังงาน ประหยัดค่ากระแสไฟฟ้า ประหยัดค่าซ่อมบำรุง และยืดอายุการทำงานของเครื่อง

๒. ทำให้เกิดความปลอดภัยต่อสุขภาพอนามัยของผู้ใช้และผู้อยู่อาศัย

เนื่องจากการล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศอยู่เสมอ จะช่วยขจัดเอาฝุ่นละออง เชื้อโรค เชื้อรา ที่เกาะติดอยู่กับส่วนต่างๆ ของเครื่อง และที่ลอยลอยอยู่ในอากาศภายในห้องออกไปด้วย (ฝุ่นละอองที่ลอยลอยอยู่ในอากาศจะถูกดักจับโดยแผงกรองฝุ่น ที่เรียกว่า ฟिलเตอร์) ซึ่งฝุ่นละออง เชื้อโรค เชื้อรา เหล่านี้อาจเป็นสาเหตุของการทำให้เกิดโรคต่าง ๆ ได้ เช่น โรคภูมิแพ้ โรคหอบหืด โรคผิวหนัง วัณโรค หรือโรคที่เกี่ยวข้องกับ ระบบทางเดินหายใจอื่น ๆ

ข้อแนะนำ

เพื่อการใช้งาน การดูแลบำรุงรักษา และการตรวจซ่อมเครื่องปรับอากาศให้ถูกต้อง เหมาะสมกับสภาพและรูปแบบของเครื่องปรับอากาศแต่ละเครื่อง ควรศึกษาทำความเข้าใจเอกสารคู่มือที่ให้มาพร้อมกับเครื่องปรับอากาศแต่ละรุ่น

๖.ระบบระบายอากาศ

๖.๑ บทนำ

อากาศภายนอกที่นำเข้าสู่บริเวณห้องก็เพื่อผลัดเปลี่ยนอากาศที่มีอยู่แล้วในห้อง ทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซอื่นที่เกิดขึ้นจากตัวบุคคลและหรือสิ่งมีชีวิตอื่นหรือกรรมวิธีผลิตถูกนำออกไปลดความเข้มข้นของกลิ่นหรือขจัดให้หมดไป อีกทั้งทำให้ความชื้นที่พื้นผิวระเหยได้ง่ายขึ้น

ในหลายกรณีกิจกรรมบางอย่างในอาคารอาจจะก่อให้เกิดสิ่งปะปนหรือสิ่งปนเปื้อนขึ้น จำเป็นต้องใช้ลมระบายออกโดยตรงและจะไม่ให้ปะปนกับส่วนอื่นในห้องให้ออกสู่บริเวณภายนอกอาคารอย่างเหมาะสม

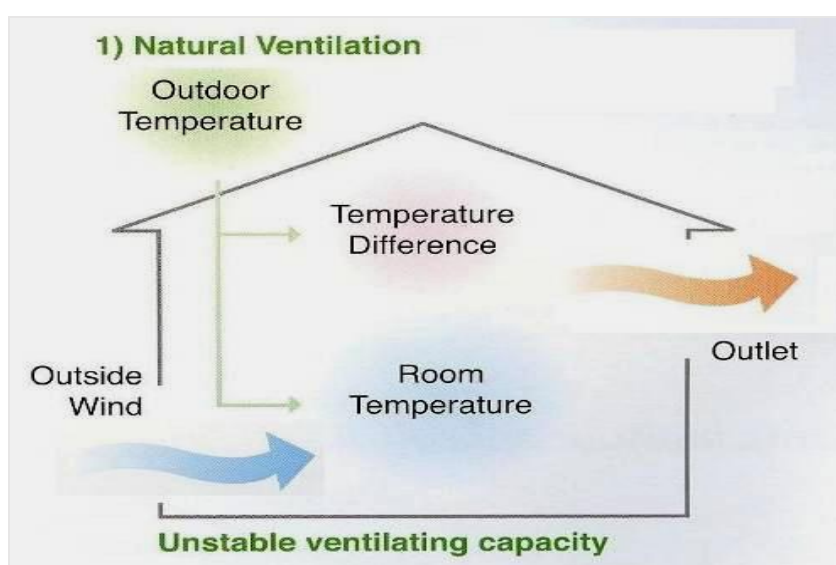
๖.๒ การนำอากาศภายนอกเข้าสู่ห้องเพื่อระบายอากาศทำได้ ๒ วิธี คือ

๑. การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ

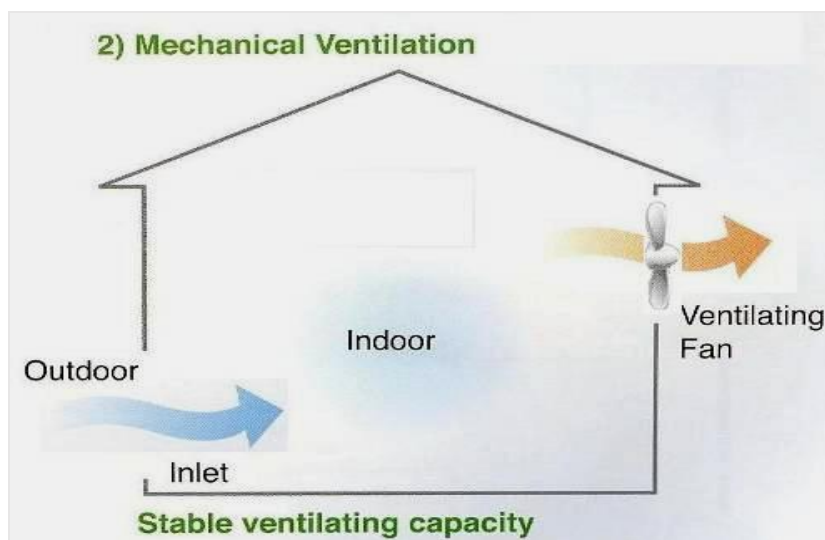
มีเงื่อนไข คือ ห้องหรือบริเวณมีผนังด้านนอกอย่างน้อยหนึ่งด้าน โดยให้มีช่องเปิดสู่ภายนอกได้ เช่น ประตู หน้าต่าง ช่องบานเกล็ด แนวเกล็ดผนังระบายลม ผนังอิฐโปร่ง ซึ่งจะต้องเปิดให้อากาศผ่านในขณะที่ใช้สอยพื้นที่นั้นๆ พื้นที่ของช่องเปิดนี้ต้องมีพื้นที่ลมผ่านสุทธิไม่น้อยกว่าร้อยละ ๑๐ เมื่อเทียบกับพื้นที่ของห้องนั้นหรือบริเวณนั้น

๒. การระบายอากาศโดยวิธีกล

ใช้ได้กับพื้นที่ใดก็ได้ โดยให้มีกลอุปกรณ์ขับเคลื่อนอากาศเพื่อให้เกิดการนำอากาศภายนอกเข้าสู่ห้องหรือบริเวณ โดยมีอัตราไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ในกฎกระทรวงฯ ที่ออกตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร



รูปที่ ๖.๑. แสดงระบบระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ



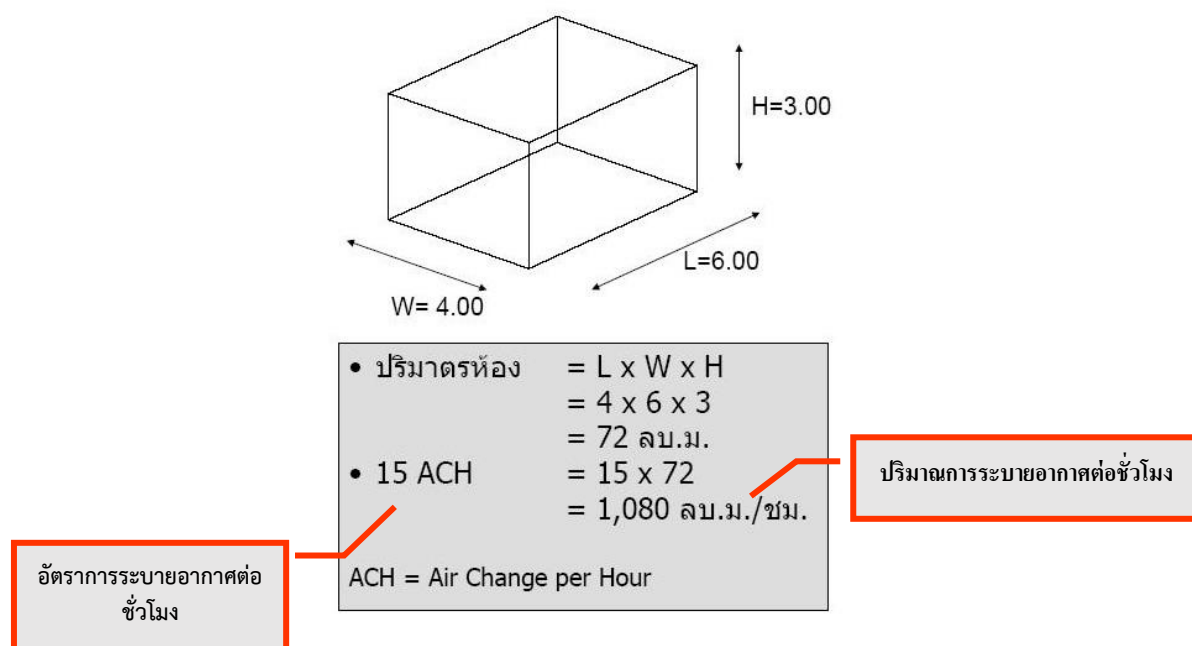
รูปที่ ๖.๒. แสดงระบบระบายอากาศโดยวิธีกล

ตำแหน่งของช่องเปิดหรือตำแหน่งของพัดลมเพื่อให้ลมเข้าและเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งของ
กลอุปกรณ์ที่จะขับลมออกข้างนอกควรปฏิบัติตามหลักการที่ดีหลีกเลี่ยงการปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพน้อย

ตารางที่ ๖.๑ แสดงอัตราการระบายอากาศในสถานพยาบาล

ลำดับ	สถานที่	อัตราการนำเข้า อากาศภายนอก ไม่น้อยกว่าต่อชั่วโมง	อัตราการหมุนเวียน อากาศภายในห้อง ไม่น้อยกว่าต่อชั่วโมง	ความดัน สัมพันธ์
1	ห้องผ่าตัด	5	25	สูงกว่า
2	ห้องคลอด	5	25	สูงกว่า
3	ICU	2	6	สูงกว่า
4	ห้องฉุกเฉิน	5	12	สูงกว่า
5	OPD	2	12	ต่ำกว่า
6	ห้องผู้ป่วย	2	6	สูงกว่า
7	ห้องแยกผู้ป่วยแพร่เชื้อ	2	12	ต่ำกว่า
8	ห้องแยกผู้ป่วยปลอดภัย	2	12	สูงกว่า

๖.๓ การคำนวณปริมาตรห้อง และอัตราการระบายอากาศ



อัตราการระบายอากาศ (Air exchange rate, I) ใช้ในการเปรียบเทียบระหว่างการไหลของอากาศ (flow rate) กับปริมาตร โดยสามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ ดังนี้

$$I = Q/V$$

เมื่อ I = อัตราการระบายอากาศ

Q = ปริมาณของอากาศที่ไหลเข้าสู่อาคาร ($m^3 h^{-1}$)

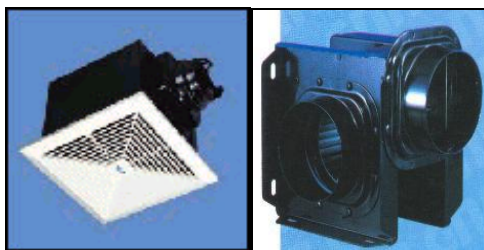
V = ปริมาตรห้อง (m^3)

อัตราการระบายอากาศ เป็นหน่วยที่ต้องใช้เทียบต่อเวลา เช่น ถ้าหากหน่วยเวลา เท่ากับ ๑ ชั่วโมง จะเรียกว่า air change per hour (ACH) หรือจำนวนเท่าปริมาตรอากาศที่นำมาแทนที่อากาศภายในห้องในเวลา 1 ชั่วโมง

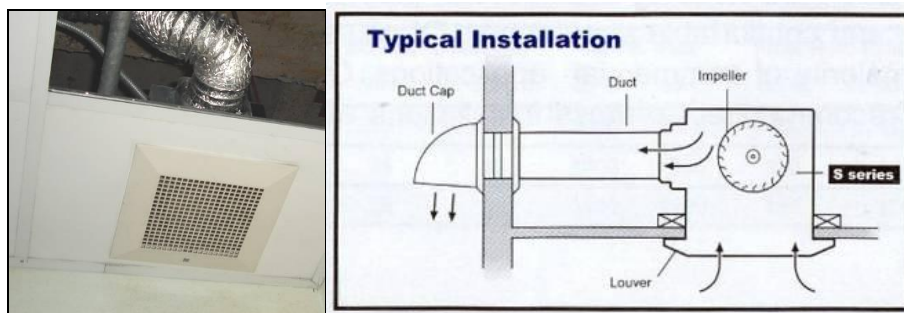
๖.๔ การเลือกขนาดและชนิดของพัดลม



รูปที่ ๖.๓ แสดงพัดลมระบายอากาศ ชนิดติดกระจกและผนัง



รูปที่ ๖.๔ แสดงพัดลมระบายอากาศ ชนิดติดเพดานพัดลมระบายอากาศ ชนิด Centrifugal



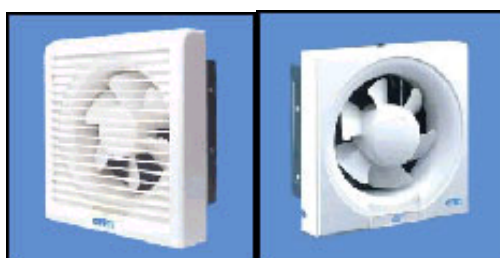
รูปที่ ๖.๕ แสดงพัดลมระบายอากาศชนิดติดเพดาน

- ระบายอากาศตั้งแต่ ๙๐ ลบ.ม/ชม. ขึ้นไป สามารถต่อท่อระบายอากาศได้
- ส่วนมากใช้ระบายอากาศ ที่อัดไม่สามารถระบายอากาศออกผนังข้าง ๆ ได้ เช่น ติดพัดลมไว้กับเพดาน แล้วต่อท่อส่งลมไปทั้งนอกอาคาร



รูปที่ ๖.๖ แสดงพัดลมระบายอากาศชนิดติดเพดานแบบไม่ต่อท่อ

- ระบายอากาศตั้งแต่ ๔๐๐ ลบ.ม/ชม. ไม่ควรต่อท่อระบายอากาศ
- ส่วนมากใช้ระบายอากาศ ห้องทั่วไป โดยติดพัดลมฯ ไว้กับเพดาน เช่น ห้องผู้ป่วยในผู้ป่วยนอก อาคารชั้นบน



รูปที่ ๖.๗ แสดงพัดลมระบายอากาศชนิดติดผนังแบบไม่ต่อท่อ

- ระบายอากาศตั้งแต่ ๓๐๐ ลบ.ม/ชม. ขึ้นไปไม่ควรต่อท่อระบายอากาศ
- ส่วนมากใช้ระบายอากาศ ห้องทั่วไป โดยติดพัดลมฯ ไว้กับผนัง เช่น ห้องผ่าตัด ห้องผู้ป่วยพิเศษ สำนักงาน



รูปที่ ๖.๘ แสดงพัดลมระบายอากาศชนิดติดผนังกระจกแบบไม่ต่อท่อ

- ระบายอากาศตั้งแต่ ๒๐๐ ลบ.ม/ชม. ไม่ควรต่อท่อระบายอากาศ
- ส่วนมากใช้ระบายอากาศ ห้องทั่วไป โดยติดพัดลมฯ ไว้กับกระจก เช่น ห้องผู้ป่วยพิเศษ
สำนักงาน



รูปที่ ๖.๙ แสดงพัดลมระบายอากาศชนิดเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง

- ระบายอากาศตั้งแต่ ๒๐๐ ลบ.ม/ชม. สามารถต่อท่อระบายอากาศได้
- ส่วนมากใช้ระบายอากาศ ห้องทั่วไปต้องต่อท่อ โดยติดพัดลมฯ ไว้กับเพดาน เช่นห้องผู้ป่วย
ในผู้ป่วยนอก อาคารชั้นล่าง

๗. ระบบปรับอากาศห้องพิเศษ

๗.๑ วัตถุประสงค์การออกแบบระบบปรับอากาศและระบายอากาศใน สถานพยาบาล มีดังนี้

- ๗.๑.๑ ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในอาคารสถานพยาบาลให้ พอเหมาะแก่สภาวะร่างกายของผู้ป่วย ผู้ปฏิบัติงานรวมทั้ง ญาติ ผู้ป่วย
- ๗.๑.๒ มีการควบคุมกลิ่น
- ๗.๑.๓ มีการขจัดสิ่งปนเปื้อนในอากาศ
- ๗.๑.๔ สามารถปกป้องผู้ป่วย ผู้ปฏิบัติงาน จากการติดเชื้อโรคที่แพร่ กระจายทางอากาศได้ในระดับหนึ่ง
- ๗.๑.๕ ลดการแพร่กระจายเชื้อจากผู้ป่วยที่มีโรคที่แพร่กระจายทาง อากาศไปสู่ผู้ป่วย

๗.๒ การออกแบบระบบปรับอากาศและระบายอากาศในอาคาร สถานพยาบาลมีความแตกต่างจากอาคารอื่นๆ ดังนี้

- ๗.๒.๑ มีการกำหนดขอบเขตของการใช้ระบบปรับอากาศ และระบายอากาศในแต่ละพื้นที่ รวมทั้งทิศทางการไหลของอากาศด้วย
- ๗.๒.๒ มีการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะในแต่ละพื้นที่ ได้แก่ อัตราการระบายอากาศต่อ ชั่วโมง (Airchange per hour :ACH) อัตราการเติมอากาศเข้ามาในพื้นที่นั้น ความดันของอากาศในพื้นที่นั้น เมื่อเทียบกับพื้นที่ข้างเคียง ระดับความต้องการกรองอากาศ สารเคมีสารกัมมันตรังสี, จุลชีพในพื้นที่นั้น
- ๗.๒.๓ มีการกำหนดระดับอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน ในแต่ละพื้นที่
- ๗.๒.๔ มีระบบการควบคุมที่ละเอียด แม่นยำเพื่อให้ได้คุณภาพอากาศ ที่ต้องการ

๗.๓ ข้อกำหนดพื้นฐานของระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ในสถานพยาบาล

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย และสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย ได้มีข้อกำหนดมาตรฐานการออกแบบระบบปรับอากาศและระบายอากาศไว้เมื่อ พ.ศ. ๒๕๔๘ ซึ่งมีสาระสำคัญที่บุคลากรทางการแพทย์ควรทราบ ดังนี้

๗.๓.๑ การเติมอากาศ มีการเติมอากาศเข้ามาในห้อง หรือพื้นที่เพื่อเจือจางสิ่งปนเปื้อน ในอากาศ ทั้งนี้อัตราการเติมอากาศของแต่ละพื้นที่ มีรายละเอียดตามตาราง ที่ ๔ นอกจากนี้สิ่งสำคัญอื่น ประการหนึ่งคือ อากาศที่จะเติมเข้ามา ควรมีสิ่งปนเปื้อนน้อยที่สุด ดังนั้นจุดที่นำอากาศเข้าจะต้องห่างจากบริเวณเหล่านี้อย่างน้อย ๑๐ เมตร ได้แก่ ท่อไอเสียของอุปกรณ์ที่มีการเผาไหม้จุดปล่อย อากาศเสียของโรงพยาบาลและอาคารข้างเคียง ระบบดูดของเสียทางการแพทย์ จุดที่มีควันไอเสียรถยนต์ หอระบายความร้อน จุดนำอากาศเข้าดังกล่าว ควรอยู่เหนือพื้นดินอย่างน้อย ๓ ฟุต อากาศที่เติมเข้ามาในห้อง จะต้องผ่านการกรอง การปรับอุณหภูมิ และความชื้นตามมาตรฐานที่กำหนด

ตารางที่ ๗.๑ แสดง อัตราการนำเข้าอากาศภายนอก อัตราการหมุนเวียนอากาศ ภายใน และความดันสัมพันธ์

ลำดับ	สถานที่	อัตราการนำเข้าอากาศภายนอกไม่น้อยกว่าจำนวนเท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง	อัตราการหมุนเวียนอากาศภายในห้องไม่น้อยกว่าจำนวนเท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง	ความดันสัมพันธ์กับพื้นที่ข้างเคียง
1	ห้องผ่าตัด	5	25	สูงกว่า
2	ห้องคลอด	5	25	สูงกว่า
3	ห้อง Nursery	5	12	สูงกว่า
4	หออภิบาลผู้ป่วยหนัก(ICU)	2	6	สูงกว่า
5	ห้องตรวจรักษาผู้ป่วย	2	6	สูงกว่า
6	ห้องฉุกเฉิน (Trauma Room)	5	12	สูงกว่า
7	บริเวณพักคอยสำหรับแผนกผู้ป่วยนอกและห้องฉุกเฉิน	2	12	ต่ำกว่า
8	ห้องพักรักษาผู้ป่วย	2	6	สูงกว่า
9	ห้องแยกผู้ป่วยแพร่เชื้อทางอากาศ	2	12	ต่ำกว่า
10	ห้องแยกผู้ป่วยปลอดภัย	2	12	สูงกว่า
11	ห้องปฏิบัติการ (Laboratory)	2	6	ต่ำกว่า
12	ห้องชันสูตรศพ	2	12	ต่ำกว่า

๗.๓.๒ การกรองอากาศ เครื่องปรับอากาศที่ใช้ในสถานพยาบาลจะต้องมีความสามารถในการกรองอากาศที่เดิมและหมุนเวียนภายในห้องด้วยแผงกรองอากาศเพื่อ ลดสิ่งปนเปื้อน/เชื้อโรคที่มีอยู่ในอากาศซึ่งอาจมาจากผู้ป่วย ศพ บุคลากร Laboratory specimens หรือพื้นผิว/สิ่งแวดล้อมภายในห้อง ทั้งนี้ มีข้อกำหนดจำนวนชั้นและประเภทแผงกรองอากาศสำหรับสถานที่ต่างๆ ในโรงพยาบาล ตามตารางที่ ๕ สำหรับประเภทของแผงกรองอากาศ ปัจจุบันใช้ตัวเลขกำกับเช่น ประเภทที่ ๑ หรือMERV ๑๗ คือ HEPA filter ซึ่งมี ประสิทธิภาพการกรอง ไม่ต่ำกว่า๙๙.๙๗% รายละเอียดประเภท และประสิทธิภาพแผงกรองอากาศแสดงในตาราง

ตารางที่ ๗.๒ แสดงประสิทธิภาพแผงกรองอากาศสำหรับสถานที่ต่างๆ ในสถานพยาบาล

ลำดับ	สถานที่	จำนวนชั้น ชั้นต่ำ	ประเภทแผง กรองอากาศ ชั้นที่ 1	ประเภทแผง กรองอากาศ ชั้นที่ 2
1	ห้องผ่าตัดออร์โธปิดิก ห้องผ่าตัดปลูกถ่ายไขกระดูก ห้องผ่าตัดปลูกถ่ายอวัยวะ	2	4	1 ติดตั้งที่ช่อง จ่ายลม
2	ห้องผ่าตัดทั่วไป (General Procedure Operating Rooms) ห้องคลอด (Delivery Rooms) ห้องเด็กแรกคลอด (Nurseries) หอผู้ป่วยหนัก (ICU) ห้องรักษาผู้ป่วย ห้องตรวจวินิจฉัย บริเวณพักคอยสำหรับแผนกผู้ป่วยนอก และห้องฉุกเฉิน	2	4	2
3	ห้องปฏิบัติการ ห้องเก็บอุปกรณ์ปลอดเชื้อ	1	3	-
4	พื้นที่เตรียมอาหาร ห้องซักريد ห้องพักผู้ป่วย ทางเดินหน้าห้องพักผู้ป่วย	1	4	-

ตารางที่ ๗.๓ แสดงประเภทแผงกรองอากาศและประสิทธิภาพ

ประเภท	ประสิทธิภาพขั้นต่ำ	มาตรฐานการทดสอบ
1	99.97% MERV 17	HEPA 99.97% efficiency on 0.3 μ particles, IEST Type A ASHRAE Standard 52.
2	90 - 95% MERV 14	ASHRAE Standard 52.1 (Dust Spot) ASHRAE Standard 52.2
3	80 - 90% MERV 13	ASHRAE Standard 52.1 (Dust Spot) ASHRAE Standard
4	25 - 30% MERV 7	ASHRAE Standard 52.1 (Dust Spot) ASHRAE Standard
MERV = Minimum Efficiency Reporting Value ตามมาตรฐาน ASHRAE 52.2		

๗.๓.๓ ทิศทางการไหลของอากาศ มีการกำหนดทิศทางการไหลของอากาศ ภายในห้องแต่ละประเภท เช่น ห้องแยกโรคสำหรับผู้ป่วยที่แพร่เชื้อโรคทางอากาศ ลมที่จ่ายเข้ามาจะต้องผ่านบุคลากรก่อน แล้วจึงจะผ่านผู้ป่วย ส่วนห้องประเภท protective environment เช่น ห้องผ่าตัดและห้องแยกโรคสำหรับผู้ป่วยภูมิคุ้มกันต่ำ จะต้องออกแบบให้ลมสะอาด ผ่านผู้ป่วยเป็นลำดับแรก ทั้งนี้ ตำแหน่งของหัวจ่ายลม หน้ากากลมกลับ ความเร็วลมที่จ่ายและความสามารถของพัดลมดูดลมกลับ จะเป็นตัวกำหนดให้ทิศทางการไหลของอากาศ เป็นไปตามมาตรฐาน

๗.๓.๔ ความดันของอากาศภายในห้อง มีการกำหนดความดันของอากาศภายในห้องเมื่อเทียบกับบริเวณ ภายนอกโดยรอบ ทั้งนี้เพื่อควบคุมการแพร่กระจายเชื้อโรคมิให้เข้ามาหรือออกจากห้องตามประเภทของห้องนั้น เช่น ห้องแยกโรคสำหรับผู้ป่วยที่แพร่ กระจายเชื้อทางอากาศจะต้องมีความดันเป็นลบเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณ โดยรอบไม่น้อยกว่า - ๒.๕ ปาสคาล เพื่อมิให้เชื้อโรคแพร่กระจายออกมาสู่บริเวณอื่น ส่วนห้องแยกสำหรับผู้ป่วยภูมิคุ้มกันต่ำ และห้องผ่าตัด ต้องมีความดันอากาศเป็นบวกเมื่อเทียบกับบริเวณโดยรอบ เพื่อมิให้เชื้อโรคแพร่ กระจายทางอากาศเข้าไปในห้อง รายละเอียดของความดันของอากาศสัมพันธ์กับพื้นที่ข้างเคียง แสดงในตาราง อย่างไรก็ตามข้อกำหนดของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยมีความแตกต่างจากของสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศ ของสหรัฐอเมริกา (ASHRAE) ในบางพื้นที่เช่นห้องพักผู้ป่วยห้องตรวจรักษา ผู้ป่วย ASHRAE มิได้กำหนดว่าต้องเป็นบวก หรือลบ ในเรื่องการควบคุม ความดันของอากาศภายในห้องนี้ปัจจัยสำคัญนอกจากปริมาณลมเข้าและออกจากห้องแล้ว การปิดรูรั่ว (seal) ของห้องโดยเฉพาะขอบประตู หน้าต่าง ฝ้าเพดานนับเป็นส่งสำคัญ ทั้งนี้ หากห้องมีรูรั่วมากเกินไป ก็จะทำให้ควบคุมความดันอากาศภายในห้องไม่เป็นไปตามความต้องการ ทั้งนี้ขนาดของรูรั่วทั้งหมด ในห้องจะต้องรวมกันแล้วไม่มากกว่า ๔๐ ตารางนิ้ว

๗.๓.๕ การหมุนเวียนอากาศกลับมาใช้ใหม่ ในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศทั่วไป อากาศที่จ่ายออกไปจากเครื่องปรับอากาศจะถูกหมุนเวียนกลับเข้ามาในเครื่องและจ่ายออกไปอีก แต่สำหรับระบบปรับอากาศที่เหมาะสมสำหรับสถานพยาบาล จะมีข้อกำหนดของการหมุนเวียนอากาศกลับมาใช้ใหม่ (recirculation) ในแต่ละพื้นที่ของสถาน พยาบาลว่าจะทำได้หรือไม่ หรือมีข้อแม้อย่างไร เช่นในห้องแยกโรคสำหรับ ผู้ป่วยที่แพร่กระจายเชื้อทางอากาศ จะสามารถหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ ได้ต่อเมื่ออากาศที่หมุนเวียนนั้นผ่านการกรองด้วย HEPA filter ตารางแสดงคุณลักษณะทางวิศวกรรมของบางพื้นที่ในสถานพยาบาล

ตารางที่ ๗.๔ แสดงคุณลักษณะทางวิศวกรรมของบางพื้นที่ ที่สำคัญในสถานพยาบาล

Specifications	All room	PE room	Critical care room	Isolation anteroom	Operating room
Air pressure	Negative	Positive	Positive, negative, or neutral	Positive or negative	Positive
Room air changes	≥6 ACH (for existing rooms); ≥12 ACH (for renovation or new construction)	≥ 12 ACH	≥ 6 ACH	≥ 10 ACH	≥ 15 ACH
Sealed	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Filtration supply	90% (dust-spot ASHRAE 52.1 1992)	99.97% (HEPA filter)	≥ 90% Yes	≥ 90% No	≥ 90% Yes
Recirculation	No**	Yes			

* ในห้องผ่าตัดบางประเภทเช่น ห้องผ่าตัดทาง ออโธปิดิกส์ ต้องใช้ HEPA filter
 ** สามารถ Recirculate ได้ โดยผ่าน HEPA filter ก่อนที่อากาศจะหมุนเวียนกลับมาในห้อง

๗.๓.๖ อากาศที่ระบายทิ้ง มีการกำหนดว่าการระบายทิ้งอากาศที่ปนเปื้อนเชื้อโรคหรือสารกัมมันตรังสี ที่แพร่กระจายทางอากาศได้ว่าจะต้องระบายออกในตำแหน่งที่ ไม่เสี่ยงต่อการไปสัมผัสผู้คน เข้าไปยังอาคารอื่น หรือย้อนกลับเข้าสู่อาคาร หากมีความเสี่ยงดังกล่าว อากาศที่จะระบายทิ้งจะต้องผ่านแผงกรองอากาศ ระดับ HEPA filter ก่อนปล่อยทิ้ง และจุดระบายอากาศต้องอยู่ห่างจุดนำอากาศเข้ามากกว่า ๒๕ ฟุต นอกจากนี้อาจมี ข้อกำหนดเฉพาะสำหรับบางบริเวณ เช่นห้ามต่อท่อลมระบายอากาศทิ้งจากห้องแยกผู้ป่วยแพร่ เชื้อทางอากาศ (AIIR) กับท่อลมอื่น ของอาคาร

๗.๓.๗ อุณหภูมิ และความชื้นมีข้อกำหนดช่วงอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมกับบุคคลและกิจกรรมในแต่ละบริเวณ เช่นห้องผ่าตัด ควรมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง ๑๗ - ๒๗ C และความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง ๔๕ - ๕๕% rh ขณะที่ห้องผู้ป่วยวิกฤต (ICU) ควรมีอุณหภูมิ ในช่วง ๒๑ - ๒๗ C และมีความชื้นสัมพัทธ์ ต่ำกว่า ๖๐% rh

๗.๔ คุณสมบัติเฉพาะของบางบริเวณในสถานพยาบาล

มีรายละเอียด ซึ่งบุคลากรทางการแพทย์ควรศึกษาจากมาตรฐานระบบปรับอากาศ และระบายอากาศของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย เพื่อทำความเข้าใจกับวิศวกรและสถาปนิกผู้ออกแบบต่อไป ประเด็นที่สำคัญนอกเหนือ จากการออกแบบ ระบบยังมีประเด็นที่สำคัญที่ต้องคำนึงถึงอีก ๔ ประการดังนี้

๗.๔.๑ ระบบการควบคุมที่สำคัญคือการควบคุมความดันอากาศให้เป็นไปตามข้อกำหนดจะต้องมีเครื่องวัดความดันอากาศติดตั้งไว้หน้าห้องแยก ผู้ป่วยที่แพร่กระจายเชื้อทางอากาศหรือห้องแยกสำหรับผู้ป่วยภูมิคุ้มกันต่ำ ในตำแหน่งที่อ่านได้ชัดเจน

๗.๔.๒ การตรวจสอบสภาพแผงกรองอากาศ จะต้องมีการตรวจสอบว่าแผงกรองอากาศยังมีประสิทธิภาพอยู่ และต้องมีการเปลี่ยนแผงกรองอากาศ

๗.๔.๓ มีระบบไฟฟ้าสำรอง โดยเฉพาะบริเวณสำคัญ เช่น ห้องแยกผู้ป่วยที่แพร่กระจายเชื้อทางอากาศ

๗.๔.๔ มีการทดสอบระบบก่อนการใช้งาน ว่าได้มาตรฐานตามที่กำหนดหรือไม่ ได้แก่ความดันภายในห้อง ปริมาณลมหมุนเวียน ประสิทธิภาพของแผงกรองอากาศ อุณหภูมิความชื้น การทดสอบดังกล่าวควรกระทำโดย บุคคลที่สามที่เป็นวิศวกรผู้เชี่ยวชาญ ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

๗.๕ การปรับปรุงคุณภาพอากาศในอาคารของสถานพยาบาล

ในการค้นคว้าวิจัย สร้างองค์ความรู้และรักษาผู้ป่วย และควบคุมการแพร่กระจายโรคติดเชื้อ โดยเฉพาะโรคอุบัติใหม่ อุตุนิซ้า และโรคติดเชื้อที่เป็นปัญหาทางสาธารณสุข โรคที่แพร่กระจายเชื้อทางอากาศ (airborne transmission) นับว่าเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญ แต่การดำเนินการเพื่อควบคุมโรคที่แพร่กระจายทางอากาศโดยใช้หลักการทางวิศวกรรม และสถาปัตยกรรม ยังไม่ชัดเจนในสถานพยาบาลในประเทศไทยโดยเฉพาะก่อนที่จะมีอุบัติการณ์ ของโรคทางเดินหายใจเฉียบพลันรุนแรงจากเชื้อ SARS Corona Virus จะต้องดำเนินการเรื่องการ ปรับปรุงคุณภาพอากาศในสถานพยาบาลเพื่อเป็นต้นแบบแก่สถานพยาบาลอื่นๆ ต่อไป โดยสถาบันได้ปรับปรุงคุณภาพอากาศในพื้นที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ และแพร่กระจายเชื้อทางอากาศดังต่อไปนี้

๗.๕.๑ ห้องแยกผู้ป่วยที่แพร่ กระจายเชื้อทางอากาศ (Airborne Infection Isolation Room AIIR)

๗.๕.๒ ห้องผู้ป่วยฉุกเฉิน (Emergency room, ER)

๗.๕.๓ ห้องผู้ป่วยวิกฤต (Intensive care unit, ICU)

๗.๕.๔ ห้องตรวจส่องกล้อง (Bronchoscope unit)

๗.๕.๕ ห้องปฏิบัติการเชื้อวัณโรคและเชื้อรา

๗.๕.๖ หอผู้ป่วยพิเศษรวม

๗.๕.๗ ห้องให้คำปรึกษาผู้ป่วย

๗.๕.๘ ห้องตรวจอัลตราซาวด์

๗.๕.๙ ห้องพ่นยาผู้ป่วยเด็ก

๗.๕.๑๐ โถงรอตรวจผู้ป่วยนอกอายุรกรรม

๗.๖ ห้องผู้ป่วยแยกโรคที่แพร่กระจายเชื้อทางอากาศ (Airborne Infection Isolation Room, AIIR)

โดยพื้นที่ ดังกล่าวประกอบด้วย

๗.๖.๑ ห้องแยกโรคที่แพร่ กระจายเชื้อทางอากาศ จำนวน ๕ ห้อง พร้อม ห้องน้ำ และห้องก่อนห้องแยก (anteroom) สำหรับแต่ละห้อง

๗.๖.๒ โถงทางเดินหน้าห้อง

๗.๖.๓ ห้องพยาบาล (Nurse station)

๗.๖.๔ ห้องเตรียมสิ่งส่งตรวจ

๗.๖.๕ ห้องพักขยะและ anteroom

๗.๖.๖ ลิฟต์แยกสำหรับหอผู้ป่วยแยกโรค

๗.๗ คุณลักษณะที่ต้องการของห้องแยกโรคที่จัดสร้างขึ้นมี ดังนี้

๗.๗.๑ ป้องกันการแพร่กระจายเชื้อโรคไปสู่บริเวณโดยรอบ

๗.๗.๒ มีการเจือจางและกำจัดเชื้อที่อยู่ในห้องในรูปของ droplet nuclei เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อบุคคล อื่นที่อยู่ในห้องเดียวกับผู้ป่วย

๗.๗.๓ มีทิศทางการไหลของอากาศภายในห้อง จากบริเวณสะอาดไปยัง บริเวณปนเปื้อน (จากบุคลากร สู่อุปกรณ์)

๗.๗.๔ มีอุณหภูมิและความชื้นที่ให้ความสบายแก่บุคคลในห้องและไม่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของเชื้อโรค ภายในห้อง ตามมาตรฐานสากล

๗.๗.๕ สามารถจำกัดการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยออกนอกห้องได้โดยมีสิ่งอำนวยความสะดวกพื้นฐาน และเอื้อต่อสภาพจิตใจของผู้ป่วย ได้แก่การมี ห้องน้ำในตัว เครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่สามารถเข้ามาในห้อง, มีโทรศัพท์, มี nurse call, มีเครื่องรับโทรศัพท์, มีช่องหน้าต่างเพื่อให้ผู้ป่วยมองเห็นภายนอกได้

๗.๗.๖ มีองค์ประกอบของห้องที่สอดคล้องกับความต้องการสำหรับการดูแลผู้ป่วยในภาวะวิกฤตได้ ได้แก่ มีพื้นที่ ไข้ สอยเพียงพอ ติดตั้งเครื่องมือทางการแพทย์ที่จำเป็นได้ ได้แก่ เครื่องช่วยหายใจ ออกซิเจน เครื่องดูดเสมหะ เครื่องตรวจวัดสัญญาณชีพ นอกจากนี้ควรมีวิธีการที่จะทำให้ลดการเข้ามาสัมผัสกับผู้ป่วยโดยตรง ได้แก่ การต่อสัญญาณเครื่องวัดสัญญาณชีพไปยัง nurse station และการติดตั้งโทรศัพท์วงจรปิด เพื่อสังเกตอาการผู้ป่วยจาก nurse station ได้

๗.๗.๗ มีองค์ประกอบของห้องที่เอื้อต่อการลดการแพร่กระจายเชื้อทางสัมผัสและฝอยละออง ได้แก่

๑. การมีพื้นผิวเรียบ ทำความสะอาดได้ง่าย มีอ่างล้างมือ จำกัดเฟอร์นิเจอร์เท่าที่จำเป็น มีถังขยะติดเชื้อ

๒. การออกแบบและการจัดสร้างห้องแยกโรคติดเชื้อทางอากาศ เป็นไปตามมาตรฐานของสมาคมสถาปนิก สหรัฐอเมริกา (AIA) สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศสหรัฐอเมริกา (ASHRAE) วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยและสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย ดังนี้

๓. ระบบลมระบบปรับอากาศ และระบายอากาศของห้องแยก แต่ละห้องแยกจากกัน และแยกจากระบบของพื้นที่อื่นโดยเด็ดขาด

๔. ความดันของห้องผู้ป่วย และห้องก่อนห้องผู้ป่วยเป็นลบ เมื่อเทียบกับบริเวณโดยรอบ โดยความดันอากาศของห้องก่อนห้องผู้ป่วย ไม่น้อยกว่า - ๒.๕ ปาสคาล และความดันอากาศของห้องผู้ป่วย ไม่น้อยกว่า - ๕ ปาสคาล โดยมีแผนแสดงความดันของทั้งสองส่วนอยู่หน้าห้องผู้ป่วยมองเห็นได้ชัดเจนในระดับสายตา

๕. จำกัดรูรั่วของห้องโดยก่องผนังห้องจากพื้นจรดเพดานชั้นถัดไป เปลี่ยนผ้าเพดานเป็นผ้าฉาบเรียบ มียางขอบประตู เพื่อให้อากาศออกจาก ห้องตามท่อระบายอากาศที่เพดาน

๖. มีการเติมอากาศจากภายนอกเข้ามาไม่น้อยกว่า ๒ เท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง (2ACH) โดยอากาศที่เติมเข้ามามีการปรับอุณหภูมิให้อยู่ ระหว่าง ๒๔ - ๒๕ C ความชื้นสัมพัทธ์ < ๖๐% และมีการกรองอากาศที่เติมเข้ามาด้วยแผงกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพ ๒๕% และ ๙๐%

๗. อัตราลมหมุนเวียนในห้องไม่น้อยกว่า ๑๒ เท่าของปริมาตรห้อง ต่อชั่วโมง (12 ACH) ซึ่งอัตราลมหมุนเวียนสัมพันธ์กับเวลาที่ใช้ในการ กำจัดสิ่งปนเปื้อนในอากาศตามตาราง ดังกล่าว

ตารางที่ ๗.๕ แสดง Air changes per hours (ACH) and time in minutes required for removal efficiencies of ๙๐%, ๙๙% and ๙๙.๙% of airborne contaminants

ACH	Minutes required for a removal efficiency of :		
	90%	99%	99.9%
1	138	276	414
2	69	138	207
3	46	92	138
4	35	69	104
5	28	55	83
6	23	46	69
7	20	39	59
8	17	35	52
9	15	31	46
10	14	28	41
11	13	25	38
12	12	23	35
13	11	21	32
14	10	20	30
15	9	18	28
16	9	17	26
17	8	16	24
18	8	15	23
19	7	15	22
20	7	14	21
25	6	11	17
30	5	9	14
40	3	7	10
45	3	6	9
50	3	6	8

๘. อัตราลมระบายทิ้ง ๕ เท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง (5 ACH)

๙. ทิศทางการไหลของอากาศภายในห้อง จากบุคลากรสู่ผู้ป่วยซึ่ง กำหนดโดยตำแหน่งของหัวจ่ายลม ที่อยู่ใกล้ประตูทางเข้าของบุคลากร และแผงรับลมกลับที่บริเวณหัวเตียงของผู้ป่วยในระดับใกล้เคียงพื้น โดยขอบล่าง ของแผงลมกลับสูงจากพื้นประมาณ ๑๐ เซนติเมตร

๑๐. มีการหมุนเวียนอากาศในห้องกลับมาใช้ใหม่ (recirculation) ทั้งนี้ อากาศที่หมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ ต้องผ่านแผงกรองอากาศประเภทที่ ๑ (HEPA filter) และ UVGI ก่อน

๑๑. อากาศที่ปล่อยทิ้งมีการกรองด้วยแผงกรองอากาศประสิทธิภาพ ๒๕% ๙๐% และ ๙๙.๙๗% (HEPA filter) รวมทั้งUVGI ก่อนปล่อยออกสู่ ภายนอกโดยต่อท่อระบายอากาศทิ้งเหนืออาคาร

๑๒. มีมาโนมิเตอร์แสดงอายุการใช้งานของแผงกรองอากาศทุกชั้น

๑๓. ห้องก่อนห้องแยก (anteroom) มีการออกแบบจัดสร้าง ให้ระบบปรับอากาศแยกจากระบบของห้องผู้ป่วยมีความดัน เป็นลบไม่น้อยกว่า- ๒.๕ ปาสคาล มีการกรองอากาศด้วยแผงกรองอากาศ ประสิทธิภาพ ๒๕% และ ๙๐% มีอัตราเติมอากาศ 2 ACH และอัตราการหมุนเวียน 10 ACH

๑๔. มีอ่างล้างมือ มีพื้นที่เพียงพอสำหรับการใส่ และถอดเครื่องป้องกันร่างกาย (Personal protective equipments, PPE) สำหรับห้องเฝ้าทางเดินหน้าห้องผู้ป่วย มีการออกแบบให้มีพื้นที่เพียงพอแก่การใช้สอย มีพื้นผิวเรียบความดันของอากาศเท่ากับบรรยากาศภายนอกมีเครื่องปรับอากาศแยกจากห้องผู้ป่วย และห้องก่อนห้องผู้ป่วยมีแผงกรองอากาศประสิทธิภาพ ๒๕% และ ๙๐%

๑๕. อุณหภูมิ ๒๕ C ความชื้นสัมพัทธ์ น้อยกว่า ๖๐% อัตราการเติมอากาศ จากภายนอกอย่างน้อย 2 ACH อัตราการหมุนเวียนอย่างน้อย 4 ACH

๗.๘ การทดสอบระบบก่อนการใช้งาน

เพื่อให้ห้องแยกโรคสำหรับโรคที่แพร่กระจายทางอากาศที่จัดสร้าง ขึ้นเป็นไปตามมาตรฐานที่กล่าวมา โดยมีการตรวจสอบระบบโดยบุคคลที่ ๓ (Third party) ดังนี้

๗.๘.๑ Air Flow Volume Test เป็นการวัดหาปริมาณการไหลของอากาศ เพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณอากาศหมุนเวียนภายในห้อง (air change per hour, ACH) ซึ่งสำหรับห้องแยกโรคชนิดนี้ ควรมีค่ามากกว่า หรือเท่ากับ๑๒ ACH

๗.๘.๒ Room Pressurization Test เป็นการวัดหาค่าแรงดันของห้อง เมื่อเทียบกับภายนอก ซึ่งสำหรับห้อง anteroom ต้องเป็นลบอย่างน้อย๒.๕ ปาสคาล และห้องผู้ป่วยต้องเป็นลบอย่างน้อย๕ ปาสคาล

๗.๘.๓ HEPA Filter Installation Test ทดสอบว่าแผงกรองอากาศ ที่ติดตั้งไว้มีการรั่วหรือไม่ ซึ่งอาจเป็นการรั่วที่เนื้อแผงกรองอากาศเอง หรือรั่วที่ขอบ การทดสอบนี้เดิมใช้ dioctyl-plnthalate (DOP)ซึ่งเรียกว่า DOP test แต่ปัจจุบันพบว่า DOP เป็นสารก่อมะเร็งจึงใช้สารอื่น ซึ่งมีคุณสมบัติเทียบเคียง คือเป็นอนุภาคไฮโดรคาร์บอนขนาด ๐.๓ ไมครอน เช่น PAO ๑๑ nd

๗.๙ การบำรุงรักษา

เนื่องจากอุปกรณ์ของระบบปรับอากาศ กรองอากาศ มีอายุการใช้งานการบำรุงรักษาห้อง โดยเฉพาะการเปลี่ยนแผงกรองอากาศตามกำหนด จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง สถานพยาบาลจึงต้องมีการ จัดจ้างวิศวกรหรือช่างผู้ชำนาญ เพื่อดำเนินการต่อไป



รูปที่ ๗.๑ แสดงแผงกรองอากาศชนิดต่าง ๆ

ประสิทธิภาพแผงกรองอากาศชนิดต่าง ๆ

๑. แผงกรองอากาศประสิทธิภาพ ๒๕%
๒. แผงกรองอากาศประสิทธิภาพ ๙๐%
๓. แผงกรองอากาศประสิทธิภาพ ๙๙.๙๗% (HEPA Filter)

ข้อสังเกต

๑. ในการจัดสร้างห้องแยกโรคที่แพร่กระจายเชื้อทางอากาศ มีสิ่งสำคัญ ที่ควรคำนึงถึง นอกเหนือจากที่กล่าวมาดังนี้

๒. ที่ตั้งของห้องควรอยู่ ในบริเวณหอผู้ป่วยแยกโรคซึ่งห้องอื่นๆ อาจเป็นห้องแยกเดี่ยวทั่วไป หรืออยู่รวมกับหอผู้ป่วยทั่วไป ทั้งนี้ จะดีกว่าการสร้างห้องแยกไวโดดเดี่ยวซึ่งจะทำให้สิ้นเปลืองบุคลากร และทรัพยากรในการดูแล

๓. ที่ตั้งของห้องต้องอยู่ในบริเวณที่เข้าถึงง่าย มีลิฟต์หรือทางลาด เพื่อให้รถเข็น หรือ เอกซเรย์เคลื่อนที่ตลอดจนเครื่องมือทางการแพทย์ต่างๆ สามารถเข้าไปในห้องได้โดยง่าย

๔. พื้นที่ใช้สอยสำหรับการใช้สอย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในห้องผู้ป่วยต้อง เพียงพอสำหรับการดูแลใน ภาวะวิกฤต

๕. การจัดวางตำแหน่งหัวจ่ายลม และแผงรับลมกลับต้องถูกต้อง ตามมาตรฐาน โดยเฉพาะ ตำแหน่งของแผงรับลมกลับต้องอยู่ที่หัวเตียงผู้ป่วย เนื่องจากการวางตำแหน่งแผงรับลมกลับไว้ ด้านข้าง ของผู้ป่วยจะทำให้บุคลากร อยู่ใต้ลมหากบุคคลากรไปยืนอยู่หน้าแผงรับลมกลับ (ภาพที่แสดงตำแหน่ง ของหัวจ่ายลมและแผงรับลมกลับในห้องผู้ป่วย)



รูปที่ ๗.๑ แสดงตำแหน่งของหัวจ่ายลมและแผงรับลมกลับในห้องผู้ป่วย

๖. ควรใช้ระบบการหมุนเวียนอากาศกลับมาใช้ (recirculation) โดยผ่าน HEPA filter ก่อน เนื่องจากหากเป็นระบบดูดลมทั้งหมด (all outdoor air system) แล้วอาจจะทำให้อากาศในห้องผู้ป่วยมี อุณหภูมิและความชื้นสูงเกินไป

๗. ระบบปั้มน้ำดับเพลิง

การตรวจสอบ ทดสอบ ระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง Fire Pump Systems ตามที่กฎหมาย ได้กำหนดให้ต้องมีการตรวจสอบ ทดสอบ และ บำรุงรักษาระบบและอุปกรณ์สำหรับการป้องกันและระงับอัคคีภัยให้สามารถพร้อมทำงานได้ตลอดเวลา และให้เป็นไปตามมาตรฐานสากลซึ่งทางบริษัทได้ใช้มาตรฐาน NFPA๒๕ ในการตรวจสอบ ทดสอบ และบำรุงรักษาให้มั่นใจได้ว่าอุปกรณ์ในระบบดับเพลิง สามารถ ทำงานได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

๗.๑ เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง



FLUKE Ti ๓๒

Fluke Ti๓๒ เป็นกล้องถ่ายภาพความร้อน รุ่นพิเศษพร้อมเลนส์ขยาย



เกจวัดแรงดันน้ำ

เกจวัดแรงดันน้ำบริเวณหัวจ่ายน้ำดับเพลิงขนาด ๒ ๑/๒"



Midtronics MDX-P๓๐๐

เครื่องตรวจวิเคราะห์แบตเตอรี่ดิจิทัล สามารถพิมพ์ผลวิเคราะห์ได้



Ultrasonic Flowmeter

เครื่องทดสอบอัตราการไหลของน้ำในเส้นท่อ



Photo Tachometer

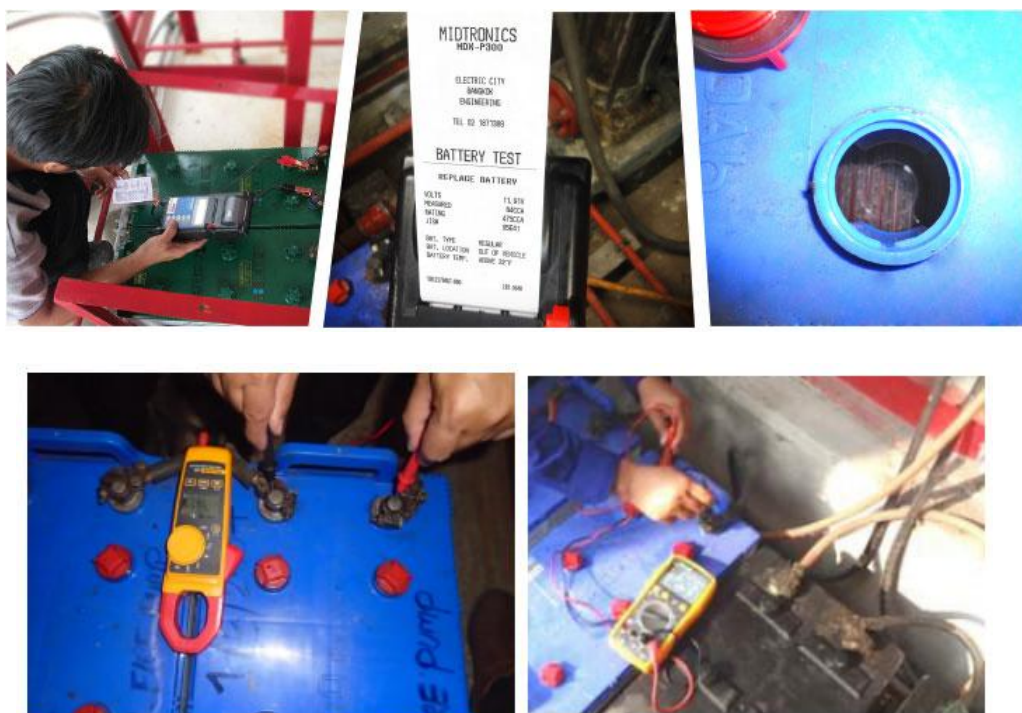
Stroboscope

เครื่องตรวจวัดรอบเครื่องยนต์ระบบป้องกันอัคคีภัย

รูปที่ ๗.๑ แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

๗.๒ ขอบเขตในการตรวจสอบระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

๗.๒.๑ ระบบแบตเตอรี่ ตรวจสอบระดับน้ำกลั่น วัดกระแสไฟของแบตเตอรี่ / ตรวจสอบสภาพสายไฟ และขั้วแบตเตอรี่ ขั้วจุดต่อของขั้วพร้อมกับทาจาระบี และทำความสะอาด



รูปที่ ๗.๒ แสดงตรวจสอบระดับน้ำกลั่น วัดกระแสไฟของแบตเตอรี่

๗.๒.๒ ระบบเครื่องยนต์ดีเซล ตรวจสอบสภาพ และวัดระดับน้ำมันเครื่อง / ตรวจสอบสภาพกรองน้ำมันเชื้อเพลิงไส้กรองอากาศ ตรวจเช็ค และเปลี่ยน ตรวจสอบสภาพของไส้กรองอากาศ ทำความสะอาด



รูปที่ ๗.๓ แสดงการ ตรวจสอบสภาพระบบเครื่องยนต์ดีเซล

๗.๒.๓ ระบบระบายความร้อนทำการตรวจสอบระดับน้ำในหม้อน้ำ ตรวจสอบรอยรั่วซึม ตรวจสอบท่อของระบบระบายความร้อน ตรวจเช็คระบบสายพานพัดลม และระบบปั้มน้ำหล่อเย็นทดสอบ Drain น้ำที่ปะปนอยู่กับน้ำมันในกรองดีเซลทั้งตรวจสอบถึงล่อน้ำ และระดับน้ำดับเพลิง



รูปที่ ๗.๔ แสดง ตรวจสอบสภาพและทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของ Jockey Pump



รูปที่ ๗.๕ แสดง ตรวจสอบ สภาพเปลี่ยนไส้กรองน้ำมันเครื่อง

๗.๒.๔ ขั้นตอนสำคัญที่จะทำให้เครื่องสูบน้ำดับเพลิงทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ ตรวจสอบสภาพถึงล่อน้ำ ระดับน้ำในถังล่อ และสภาพท่อสายส่งน้ำ ตรวจสอบสภาพ Jockey Pump และทดสอบประสิทธิภาพ พร้อมวัดค่าแรงดัน

๗.๒.๕ ตรวจสอบสภาพและทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบ Fire Pump ที่ตู้ Control ขั้นตอนสำคัญที่จะทำให้เครื่องสูบน้ำดับเพลิงทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ



รูปที่ ๗.๖ ตรวจสอบสภาพและทดสอบการทำงานของระบบ ควบคุมไฟฟ้า

๗.๒.๖ OS&Y Gate Valve ด้านจ่ายเปิดสุด Supervisory Switch อยู่ในตำแหน่ง N/O ตรวจสอบ Check Valve ท่อด้านจ่าย



รูปที่ ๗.๗ แสดงวาล์วต่างๆ Supervisory Switch

๗.๒.๗ ตรวจสอบ Flexible Joint ทั้งด้านดูด- ด้านจ่าย Flow Meter ของท่อ ด้าน Bypass Valve ตรวจสอบ Automatic Air Vent ตรวจสอบสภาพ Main Relief Valve ตรวจสอบการติดต่อการทำงาน Engine Fire Pump / Electrical Fire Pump / Jockey Pump Flow Meter ของท่อด้าน Bypass Valve ตรวจสอบ Main Relief Valve,



รูปที่ ๗.๘ แสดงสภาพอุปกรณ์ภายนอก วาล์วต่างๆ



รูปที่ ๗.๑๐ แสดง Pre Pressure Gauge บริเวณด้านดูดและด้านจ่าย

๗.๒.๘ การทดสอบประสิทธิภาพของระบบ Fire Pump, ชุดเพลลา , การทำงานของเกจวัดแรงดัน และทำความสะอาดเครื่องสูบน้ำดับเพลิง



รูปที่ ๗.๑๑ แสดง การทำงานของเกจวัดแรงดัน

๗.๒.๙ ตรวจสอบสภาพ และประสิทธิภาพ ตรวจสอบสภาพ และประสิทธิภาพของเครื่องยนต์การซ่อมบำรุงตรวจสอบอุณหภูมิของ Fire Pumpขณะทำการทดสอบ การตรวจสอบทดสอบ และบำรุงรักษาตู้สายฉีดน้ำดับเพลิง ตรวจสอบแผงควบคุมบริเวณเครื่องยนต์



รูปที่ ๗.๑๒ แสดงมาตรวัดต่างๆหน้าเครื่อง ตรวจสอบแผงควบคุมบริเวณเครื่องยนต์



รูปที่ ๗.๑๓ แสดง การติดตั้งจุดตรวจวัดการไหลด้วยเครื่อง Ultrasonic Flowmeter
 เชื่อมต่อเครื่อง Ultrasonic Flowmeter กับจัดรับ-ส่งสัญญาณเครื่อง Ultrasonic Flowmeter
 ประมวลผลการทดสอบ



รูปที่ ๗.๑๔ แสดง การตรวจวัดความเร็วรอบขณะทำการทดสอบ Performance Test
 Fire Pump



รูปที่ ๗.๑๕ แสดงทดสอบที่อัตราการไหล ๐% Rated Flowmeter ทดสอบที่อัตราการ
 ไหล ๑๕๐% Rated อ่านค่าแรงดันที่ Pressure Gauge ด้านจ่าย

๗.๒.๑๐ สอบการฉีดน้ำจากตู้ FHC ตรวจวัดอัตราการไหลของน้ำดับเพลิงที่บริเวณหัวจ่าย
 น้ำดับเพลิงตรวจสอบและทดสอบการเปิด - ปิด วาล์วน้ำตู้ FHC Performance Test การทดสอบ
 ประสิทธิภาพ Fire Pump ตามมาตรฐาน NFPA ๒๕



รูปที่ ๗.๑๖ แสดง การทดสอบการปล่อยน้ำดับเพลิง

เครื่องสูบน้ำดับเพลิง (Fire Pump) เป็นอุปกรณ์ต้นกำลังหลักที่สำคัญในระบบน้ำดับเพลิง
 ที่ใช้ในการขับเคลื่อนน้ำจากแหล่งน้ำสำรองไปยังตู้สายฉีดน้ำ และระบบ Sprinkler หากเครื่องสูบน้ำ
 ดับเพลิง ขาดการดูแล และบำรุงรักษาอย่างถูกต้อง ก็ไม่อาจมั่นใจได้ว่า จะสามารถทำงานได้อย่างมี
 ประสิทธิภาพและทันท่วงทีในการส่งน้ำไปยังอุปกรณ์ดับเพลิง ต่าง ๆ อีกทั้งตามประกาศกระทรวง
 อุตสาหกรรม เรื่องการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ.๒๕๕๒ และกฎกระทรวงแรงงาน พ.ศ. ๒๕๕๕ ได้
 กำหนดให้สถานประกอบการที่มีการติดตั้งระบบน้ำดับเพลิงต้องมีการตรวจสอบ ทดสอบและบำรุงรักษา
 ตามช่วงระยะเวลาที่เหมาะสม

บรรณานุกรม

สมาคมวิศวกรรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ : มาตรฐานใหม่การออกแบบและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า รุ่นที่ ๔, พ.ศ. ๒๕๖๐

สมาคมวิศวกรรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ : มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย, พ.ศ. ๒๕๕๖

<http://www.หลักการเครื่องกำเนิดไฟฟ้า>, เข้าถึงข้อมูล ๕ มีค.๒๕๖๑

บ. อาชีฟ้า จำกัด (มหาชน) : งานสัมมนา เรื่อง ความเสียหายของระบบและสวิตช์บอร์ดไฟฟ้าและเทคโนโลยีสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อการอนุรักษ์พลังงานในสถานพยาบาล, ๒๖ กค. ๒๕๖๐

http://www.nichawells.com/documents/mdb/SCOPE_OF_WORK_MDB.pdf, เข้าถึงข้อมูล ๘ สค.๒๕๖๐

http://aookaui.fireexit.co.th/MJUnew/pro_detail/๔/%E๐%B๘%๙E%๐%B๘%๘๗%๐๓๒๑%๒๐-Lighting-Part๒.pdf, เข้าถึงข้อมูล ๒๘ พฤษภาคม ๒๕๖๑

สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย : คู่มือแนวทางการออกแบบการส่องสว่างภายในอาคาร แนวทางประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง

นางสาวกนกอร สีแสง : แนวทางการประหยัดพลังงานภายในสำนักงาน

สถาบันบำราศนราดูรกรมควบคุมโรคกระทรวงสาธารณสุข BAMRASNARADURA INFECTIOUS DISEASES INSTITUTE : คู่มือการปรับปรุงอากาศภายในอาคารสถานพยาบาล

สมาคมวิศวกรรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ : มาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ, พ.ศ. ๒๕๕๖

<http://www.somkiatsafety.in.th/service/firepump/>, เข้าถึงข้อมูล ๑ มิถุนายน ๒๕๖๑

<http://ei-auditor.com/index๒.php?id=๙/>, เข้าถึงข้อมูล ๑ มิถุนายน ๒๕๖๑

ภาคผนวก



คำสั่งกองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ

ที่ ๕๐ /๒๕๖๐

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการจัดทำหลักสูตร พัฒนาศักยภาพบุคลากรภาคีเครือข่าย
ด้านวิศวกรรมงานระบบประกอบอาคารและสภาพแวดล้อมสาธารณสุข

ด้วยกองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักในการออกแบบอาคารและสภาพแวดล้อมสาธารณสุข มีความประสงค์ดำเนินการพัฒนาขีดความสามารถของบุคลากรภาคีเครือข่ายด้านวิศวกรรมงานระบบประกอบอาคาร เพื่อเสริมสร้างศักยภาพของบุคลากรของกระทรวงสาธารณสุข ให้มีความรู้ทักษะและความสามารถที่จะดำเนินการบริหารจัดการด้านอาคารและสภาพแวดล้อม อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มสูงขึ้น โดยจัดทำโครงการจัดทำหลักสูตรพัฒนาศักยภาพบุคลากรภาคีเครือข่ายด้านวิศวกรรมงานระบบประกอบอาคารและสภาพแวดล้อมสาธารณสุข เพื่อใช้ในการอบรมบุคลากรภาคีเครือข่าย

เพื่อให้การดำเนินงานโครงการดังกล่าวบรรลุตามวัตถุประสงค์ กองแบบแผน จึงแต่งตั้งคณะกรรมการจัดทำหลักสูตรพัฒนาศักยภาพบุคลากรภาคีเครือข่ายด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและวิศวกรรมเครื่องกลประกอบด้วย

คณะกรรมการด้านวิศวกรรมไฟฟ้า

- | | |
|--------------------------------------|------------------------|
| ๑. นายชาติรี ปัญญาพรวิทยา | |
| รักษาการในตำแหน่งวิศวกรโยธาเชี่ยวชาญ | ที่ปรึกษา |
| ๒. นายบุญยืน อยู่พิพัฒน์ | |
| วิศวกรไฟฟ้าชำนาญการพิเศษ | ประธานคณะกรรมการ |
| ๓. นายวรสิทธิ์ พันธุ์เกษร | |
| วิศวกรไฟฟ้าชำนาญการ | คณะกรรมการ |
| ๔. นายไพรัช พงศธรกุล | |
| วิศวกรไฟฟ้าปฏิบัติการ | คณะกรรมการ |
| ๕. นายสุเทพ เข้มขัน | |
| วิศวกรไฟฟ้าปฏิบัติการ | คณะกรรมการ |
| ๖. นายอภิญญา ภูศรี | |
| วิศวกรไฟฟ้าปฏิบัติการ | คณะกรรมการ |
| ๗. นางสาวเสาวภา พินทอง | |
| วิศวกรไฟฟ้า | คณะกรรมการและเลขานุการ |

คณะกรรมการด้านวิศวกรรมเครื่องกล...

คณะทำงานด้านวิศวกรรมเครื่องกล

- | | |
|--------------------------------------|----------------------|
| ๑. นายชาติรี ปัญญาพรวิทยา | |
| รักษาการในตำแหน่งวิศวกรโยธาเชี่ยวชาญ | ที่ปรึกษา |
| ๒. นายประสิทธิ์ พรหมศิริไพบูรณ์ | |
| วิศวกรเครื่องกลปฏิบัติการ | ประธานคณะทำงาน |
| ๓. นายเวย์นนต์ กลั่นกลสิกรณ์ | |
| วิศวกรเครื่องกลปฏิบัติการ | คณะทำงาน |
| ๔. นายสรรค์ หอมกลิ่นจันทร์ | |
| วิศวกรเครื่องกลปฏิบัติการ | คณะทำงาน |
| ๕. นายเสรี ใจชื่อ | |
| นายช่างเครื่องกลชำนาญงาน | คณะทำงาน |
| ๖. นายวาเรศ พิทักษ์นคราช | |
| นายช่างเครื่องกลชำนาญงาน | คณะทำงาน |
| ๗. ว่าที่ ร.ต.สุรพงษ์ พินขาว | |
| วิศวกรเครื่องกล | คณะทำงานและเลขานุการ |

โดยมีอำนาจหน้าที่จัดทำหลักสูตรพัฒนาศักยภาพบุคลากรภาคีเครือข่ายด้านวิศวกรรมงานระบบ ประกอบอาคารและสภาพแวดล้อมสาธารณสุข เพื่อใช้ในการอบรมบุคลากรภาคีเครือข่าย ด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและ วิศวกรรมเครื่องกล ให้บรรลุตามวัตถุประสงค์

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๑๙ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๐



(นายชาติรี ปัญญาพรวิทยา)

วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ (ด้านออกแบบและคำนวณ)

รักษาการในตำแหน่งวิศวกรโยธาเชี่ยวชาญ (ด้านมาตรฐานอาคารและสิ่งก่อสร้าง)

รักษาราชการแทนผู้อำนวยการกองแบบแผน



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ..... กองแบบแผน..... กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ..... โทร. ๐ ๒ ๑๙๓ ๗๐๐๖

ที่..... สธ.๐๗๐๓.๐๖/๑๖๘..... วันที่..... ๑๙ มกราคม ๒๕๖๑

เรื่อง..... ขออนุมัติแต่งตั้งเพิ่มเติมคณะทำงานโครงการจัดทำหลักสูตรพัฒนาศักยภาพบุคลากรภาคีเครือข่ายด้าน
วิศวกรรมงานระบบอาคารและสภาพแวดล้อมสาธารณสุข

เรียน ผู้อำนวยการกองแบบแผน

ตามคำสั่งกองแบบแผน กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ ที่ ๕๐/๒๕๖๐ เรื่องแต่งตั้งคณะทำงานจัดทำหลักสูตรพัฒนาศักยภาพบุคลากรภาคีเครือข่ายด้านวิศวกรรม งานระบบอาคารและสภาพแวดล้อม ลงวันที่ ๑๙ ตุลาคม ๒๕๖๐ นั้น ทางคณะทำงานได้ประชุมในครั้งที่ ๔ (๑/๒๕๖๑) เมื่อวันที่ ๑๒ มกราคม ๒๕๖๑ มีมติเห็นควรให้เพิ่มเติมเนื้อหาหลักสูตรด้านสุขาภิบาล เพื่อให้ครอบคลุมงานระบบประกอบอาคารทั้ง ๓ ระบบ จึงขออนุมัติคณะทำงานด้านสุขาภิบาล เพิ่มเติม จำนวน ๓ ท่าน ดังนี้

- | | |
|---------------------------|------------------------------------|
| ๑. นายสมนึก ธรรมรัตน์ศิริ | ตำแหน่ง วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ |
| ๒. นายพิเชฐ เชี่ยวภาษา | ตำแหน่ง วิศวกรโยธาชำนาญการ |
| ๓. นายจักรภพ วงศ์พันธ์ | ตำแหน่ง นายช่างเครื่องกลปฏิบัติงาน |

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติต่อไปด้วย จะเป็นพระคุณ

(นายชาติรี ปัญญาพรวิทยา)

วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ (ด้านออกแบบและคำนวณ)

รักษาการในตำแหน่งวิศวกรโยธาเชี่ยวชาญ (ด้านมาตรฐานอาคารและสิ่งก่อสร้าง)

หัวหน้ากลุ่มมาตรฐานสาธารณสุขการ

(นายชาติรี ปัญญาพรวิทยา)

วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ (ด้านออกแบบและคำนวณ)

รักษาการในตำแหน่งวิศวกรโยธาเชี่ยวชาญ (ด้านมาตรฐานอาคารและสิ่งก่อสร้าง)

รักษาราชการแทนผู้อำนวยการกองแบบแผน

๑๙ ม.ค. ๒๕๖๑