

คู่มือ



กองวิศวกรรมการแพทย์
Medical Engineering Division

แนวทางมาตรฐานการตรวจสอบวิศวกรรมความปลอดภัยในโรงพยาบาล ฉบับปี 2561 เล่มที่ 1



กลุ่มส่งเสริมมาตรฐานวิศวกรรม กองวิศวกรรมการแพทย์
กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข

คำนำ

กองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพได้เริ่มจัดทำโครงการด้านวิศวกรรมความปลอดภัยในโรงพยาบาลมาตั้งแต่ปีงบประมาณ ๒๕๔๑ ในชื่อโครงการ วิศวกรรมอาชีวอนามัยในโรงพยาบาล โดยได้มีจัดทำหนังสือมาตรฐานวิศวกรรมความปลอดภัยในโรงพยาบาล เล่ม ๑ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้สำหรับเป็นคู่มืออ้างอิงในการออกตรวจงานระบบวิศวกรรมในโรงพยาบาล ซึ่งได้จัดพิมพ์และนำไปเผยแพร่ใช้งานมานานกว่า ๑๐ ปี โดยยังไม่มีมีการปรับปรุงเนื้อหาและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องให้เป็นปัจจุบันทำให้เกิดประเด็นปัญหาความไม่สอดคล้องกับข้อกำหนดทางกฎหมายและมาตรฐานด้านวิศวกรรมของประเทศไทยซึ่งจะมีการแก้ไขปรับปรุงตามเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่องเป็นประจำ

จากผลสรุปการลงพื้นที่ที่ตรวจเยี่ยมประเมินติดตามงานด้านวิศวกรรมการแพทย์ ของสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพทั้ง ๑๒ เขตประจำปีงบประมาณ ๒๕๖๐ ที่ผ่านมามีพบว่าวิธีการดำเนินงานด้านการตรวจสอบวิศวกรรมความปลอดภัยในโรงพยาบาลของสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพทั้ง ๑๒ เขตนั้นมีรูปแบบและวิธีการปฏิบัติที่ไม่เป็นมาตรฐานเดียวกัน ส่งผลให้โรงพยาบาลในเขตพื้นที่รับผิดชอบได้รับการตรวจสอบวิศวกรรมความปลอดภัยไม่ครอบคลุมทั้ง ๗ ระบบ กองวิศวกรรมการแพทย์โดยกลุ่มส่งเสริมมาตรฐานวิศวกรรมจึงได้จัดทำโครงการพัฒนา ควบคุม กำกับกระบวนการตรวจสอบด้านวิศวกรรมความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมในโรงพยาบาลเพื่อทบทวนและปรับปรุงกระบวนการด้านการตรวจสอบวิศวกรรมความปลอดภัยในโรงพยาบาลใหม่ทั้งหมด เพื่อกำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการและแนวทางการตรวจวิศวกรรมความปลอดภัยให้กับสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพทั้ง ๑๒ เขตให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน จึงได้จัดทำชุดคู่มือแนวทางการตรวจวิศวกรรมความปลอดภัยในโรงพยาบาล ฉบับปี ๒๕๖๑ ขึ้นมา มีทั้งหมดรวม ๓ เล่ม เนื้อหาเล่มที่ ๑ ประกอบด้วยแนวทางปฏิบัติในการตรวจสอบวิศวกรรมความปลอดภัย สำหรับผู้ปฏิบัติงานด้านวิศวกรรมความปลอดภัย เล่มที่ ๒ แนวทางการตรวจวิศวกรรมความปลอดภัยในโรงพยาบาล เล่มที่ ๓ แนวทางการบริหาร และการจัดการ ด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานของโรงพยาบาลรัฐให้สอดคล้องกับมาตรฐานแห่งพระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ.๒๕๕๔ และเล่มที่ ๔ รวบรวมกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับด้านความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน

คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า คู่มือแนวทางมาตรฐานการตรวจสอบวิศวกรรมความปลอดภัยในโรงพยาบาล ฉบับปี ๒๕๖๑ ทั้ง ๔ เล่มนี้ จะช่วยให้บุคลากรของสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพทั้ง ๑๒ เขต มีแนวทางในการปฏิบัติงานด้านการตรวจสอบวิศวกรรมความปลอดภัยในโรงพยาบาล มีความรู้ความเข้าใจด้านกฎหมายเกี่ยวกับความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในสถานพยาบาลมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้หากมีข้อบกพร่องประการใดกรุณาแจ้งคณะผู้จัดทำ เพื่อนำไปสู่การปรับปรุง ให้มีความเป็นปัจจุบันต่อไป

คณะผู้จัดทำ

กองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
บทที่ ๑	
ขอบเขตการตรวจวิศวกรรมความปลอดภัยในโรงพยาบาล	๑
๑.๑ ระบบไฟฟ้า	๑
๑.๒ ระบบการป้องกันอัคคีภัย	๒๖
๑.๓ ระบบปรับและระบายอากาศ	๒๙
๑.๔ ระบบก๊าซทางการแพทย์	๓๕
๑.๕ ระบบไอน้ำ	๓๙
๑.๖ ระบบลิฟต์	๔๓
๑.๗ ระบบสุขาภิบาล	๔๖
๑.๘ ระบบสื่อสาร	๔๙
บทที่ ๒	
ความรู้พื้นฐาน กฎหมายและมาตรฐานทางด้านวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับ	
สถานพยาบาล	๕๘
๒.๑ มลพิษทางอากาศภายในอาคาร	๕๘
๒.๒ ห้องสะอาด (Clean Room)	๖๑
๒.๓ การวัดเพื่อการประเมินคุณภาพอากาศ	๖๔
๒.๔ กฎหมาย และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย	๗๓
๒.๕ ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าสำรองฉุกเฉินสำหรับโรงพยาบาล	๘๕
๒.๖ แนวทางการตรวจสอบประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล	๑๐๙
บรรณานุกรม	๑๑๕
ภาคผนวก	
คำสั่งแต่งตั้งคณะทำงาน	๑๑๖

บทที่ ๑

ขอบเขตการตรวจวิศวกรรมความปลอดภัยในโรงพยาบาล

๑.๑ ระบบไฟฟ้า

ขอบเขตการตรวจ

๑. หม้อแปลงไฟฟ้า
๒. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง
๓. ตู้ควบคุมไฟฟ้าหลักของอาคาร , ตู้ควบคุมไฟฟ้าประจำชั้น/แผนกย่อยที่มีความเสี่ยง
๔. ระบบสายดินของอาคาร
๕. ระบบไฟฟ้าบริเวณสถานพยาบาลกลุ่ม ๒ (ห้องผ่าตัด ห้องปฏิบัติการสวนหัวใจ ฯลฯ)
๖. แสงสว่างบริเวณห้องงานระบบวิศวกรรมและห้องสำหรับการรักษาพยาบาล
๗. การต่อลงดินของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า
๘. จุดร้อนผิดปกติ

คำอธิบายการใช้ตารางการตรวจ

- ผล ✓ หมายถึง เป็นไปตามกฎหมาย/มาตรฐาน/ข้อกำหนด
 × หมายถึง ไม่เป็นไปตามกฎหมาย/มาตรฐาน/ข้อกำหนด ชำรุด ไม่พร้อมใช้งาน ไม่ปลอดภัย
 กรณีที่ไม่มีอุปกรณ์หรือไม่ได้ตรวจให้ใส่ N/A

วิธีการ

ประเมิน หมายถึง การประเมินสภาพด้วยสายตา จากเอกสาร การบันทึกผล อ่านค่าจาก
เครื่องวัดของอุปกรณ์หรือ จากnameplate

เครื่องมือ หมายถึง ผลที่ได้จากการใช้เครื่องมือตรวจวัดของทีมตรวจวิศวกรรมความ
ปลอดภัย

รายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่

ให้ระบุหมายเลขลำดับที่ของอุปกรณ์หรือระบบที่ต้องดำเนินการแก้ไขปรับปรุงโดยทันที หรือ
ข้อบกพร่องอื่น ๆ ที่ตรวจพบแล้วมีความเสี่ยงสูงอาจก่อให้เกิดอันตราย หรือประเด็นอื่น ๆ (พิจารณา
ตามความเหมาะสม) โดยรายละเอียดต่าง ๆ นำไปใส่ในส่วนที่ ๓.) รายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่..... ที่
ต้องดำเนินการแก้ไข/ปรับปรุง

ส่วนที่ ๑. หัวข้อการตรวจการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า,หม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าลูกที่ ๑.	จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอาคาร/ห้อง/แผนก ๑..... ๒..... ๓..... ๔.....

หัวข้อการตรวจ	ผล		วิธีการ		รายละเอียด อ้างอิง/ลำดับที่
	✓	×	ประเมิน	เครื่องมือ	
๑.การบำรุงรักษาประจำปี					
() เอกสารบันทึกผลการบำรุงรักษา () เอกชน () การไฟฟ้า () อื่น ๆ.....					
๒. หม้อแปลงไฟฟ้า					
๒.๑คุณลักษณะเฉพาะ					
พิกัด kVA					
พิกัดแรงดันด้านปฐมภูมิ/ทุติยภูมิKV/ v					
พิกัดกระแสด้านปฐมภูมิ/ทุติยภูมิ A/..... A					
Dry Type () Oil Type ()					
๒.๒ ภาระโหลดปัจจุบัน					
...../...../..... A					
๒.๓ ที่ว่างสำหรับปฏิบัติงาน					
ที่ว่างปฏิบัติงานบริเวณหม้อแปลงไฟฟ้า					
ความเข้มของแสงสว่างเฉลี่ย(ไม่น้อยกว่า ๒๐๐ลักซ์) ลักซ์					
วิธีการระบายอากาศ ทางกล () ธรรมชาติ () เครื่องปรับอากาศ ()					
การระบายฉนวนของเหลวในห้องหม้อ แปลงในอาคาร					
๓. ตำแหน่งติดตั้ง					

หัวข้อการตรวจ	ผล		วิธีการ		รายละเอียด อ้างอิง/ลำดับที่
	✓	×	ประเมิน	เครื่องมือ	
มาตรการป้องกันบุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าถึงได้					
๔.ลักษณะการติดตั้ง					
() ในอาคาร () ลานหม้อแปลง () นั่งร้าน () แขน					
สภาพของถัง การรั่วซึม เกจวัดระดับ น้ำมันและระดับน้ำมัน สารดูดความชื้น วาล์วระบายฉนวนของเหลว (เฉพาะ oil Type)					
สภาพฉนวนขดลวด ขั้วต่อสาย สภาพ โดยทั่วไปของเครื่องหล่อหุ้ม (เฉพาะ Dry Type)					
เทอร์มิเตอร์ อุปกรณ์แจ้งเตือนอุณหภูมิ สูง และการทำงานของพัดลมระบาย ความร้อน					
สภาพทั่วไปของกักดับเพลิง (แรงสูง, แรงต่ำ)					
สภาพทั่วไปของ Arcing Horn					
สภาพโดยทั่วไปของบushing แรงสูง การ ต่อสายไฟฟ้า					
สภาพโดยทั่วไปของบushing แรงต่ำ การ ต่อสายไฟฟ้า					
๕.ความมั่นคงแข็งแรง					
สภาพทั่วไปของนั่งร้าน/พื้นรองรับหม้อ แปลง					
๖.การต่อลงดิน					
การต่อลงดินของส่วนหม้อแปลงที่เป็น โลหะเปิดโล่งและไม่ใช้ทางเดินของ กระแสไฟฟ้า เช่น กักดับเพลิง ชิลด์ของ สายแรงสูง เครื่องหล่อหุ้มหม้อแปลง ร้ว/ ที่กั้น					
๗. จุดร้อนผิดปกติ					

ส่วนที่ ๑ หัวข้อการตรวจเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองชุดที่ ๑.	จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอาคาร/ห้อง/แผนก ๑..... ๒..... ๓..... ๔.....

หัวข้อการตรวจ	ผล		วิธีการ		รายละเอียด อ้างอิง/ลำดับที่
	✓	×	ประเมิน	เครื่องมือ	
เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง					
๑.การบำรุงรักษา () เอกสารบันทึกผลการบำรุงรักษา () เอกชน () การไฟฟ้า () อื่น ๆ.....					
๒ คุณสมบัติเฉพาะ					
พิกัด..... kVA kW					
พิกัดแรงดัน/กระแสต้านออกV/..... A					
ความถี่..... Hz ความเร็วรอบ..... rpm					
๓. ภาระโหลดปัจจุบัน					
.....Kw...../...../..... A					
๔. ที่ว่างสำหรับปฏิบัติงาน					
ที่ว่างปฏิบัติงานโดยรอบ					
ความเข้มของแสงสว่างเฉลี่ย (ไม่น้อยกว่า ๒๐๐ลักซ์) ลักซ์					
ตำแหน่งติดตั้งช่องระบายอากาศ ด้านเข้าและออก					
อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ () ความร้อน () คิว					
๕. ตำแหน่งติดตั้ง					
มาตรการป้องกันบุคคลที่ไม่เกี่ยวข้อง เข้าถึงได้					
๖. ลักษณะการติดตั้ง					

หัวข้อการตรวจ	ผล		วิธีการ		รายละเอียด อ้างอิง/ลำดับที่
	✓	×	ประเมิน	เครื่องมือ	
() ในอาคาร () นอกอาคาร () อื่น ๆ.....					
สภาพเครื่องยนต์ หม้อน้ำ ระบบระบาย ความร้อน การรั่วซึม					
สภาพข้อต่อสาย สภาพทั่วไปเครื่อง ห่อหุ้ม					
การติดตั้งมาตรวัดความดันน้ำมันเครื่อง มาตรวัด อุปกรณ์แจ้งเตือน(อุณหภูมิ ความดันน้ำมัน อื่น ๆ)					
การป้องกันการไหลย้อนไอเสียกลับเข้า มาในห้อง					
ความมั่นคงของการติดตั้งท่อไอเสีย การติดตั้ง spring isolator					
การหุ้มฉนวนกันความร้อน อุปกรณ์ลด เสียงดัง(silencer หรือ Muffler) ฝาปิด ปลายท่อ					
วาล์วปิด เปิดน้ำมันเชื้อเพลิง เกจวัด ระดับน้ำมัน ท่ออากาศ(vent) ป้อนเติม น้ำมัน					
การรั่วซึมของถังน้ำมันเชื้อเพลิง ขอบ กันรอบถังน้ำมันเชื้อเพลิง					
การติดตั้งแบตเตอรี่ และเครื่องประจุ แบตเตอรี่					
การต่อสายทางด้านแรงต่ำ					
๗. ความมั่นคงแข็งแรง					
สภาพทั่วไปของพื้นห้อง ฐาน/แท่น รองรับ					
๘. การต่อลงดิน					
การต่อลงดินของส่วนของเครื่องกำเนิด ไฟฟ้าที่เป็นโลหะเปิดโล่งและไม่ใช่ทางเดิน ของกระแสไฟฟ้า เครื่องห่อหุ้ม เครื่อง ควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและถังน้ำมัน เชื้อเพลิง					
๙. ฟังก์ชันการทำงาน					
การปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแส เกินของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า					

หัวข้อการตรวจ	ผล		วิธีการ		รายละเอียด อ้างอิง/ลำดับที่
	✓	×	ประเมิน	เครื่องมือ	
การเริ่มเดินเครื่องด้วยมือและอัตโนมัติ					
การทดสอบการทำงานสวิตช์ถ่ายโอน โหลด					
ระดับความดังเสียงภายใน.....dBA ระดับความดังเสียงภายใน.....dBA					
อุณหภูมิอากาศ..... องศาเซลเซียส ความเร็วลม m/s (วัดภายในห้องบริเวณช่องลมเข้า)					
๑๐.จุดร้อนผิดปกติ					

ส่วนที่ ๑ หัวข้อการตรวจห้องควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก

ห้องควบคุมระบบไฟฟ้า หลักของอาคาร	ควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอาคาร/ห้อง/แผนก ๑..... ๒..... ๓..... .. ๔..... ..

หัวข้อการตรวจ	ผล		วิธีการ		รายละเอียด อ้างอิง/ลำดับที่
	✓	×	ประเมิน	เครื่องมือ	
ห้องควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก					
๑. การบำรุงรักษา					
๒.คุณลักษณะเฉพาะ					
เมนเซอร์กิตเบรกเกอร์					
แบบชนิด () Air () Molded Case					
พิกัดกระแสลัดวงจรสูงสุด(IC)KA Rate currentA					
เซอร์กิตเบรกเกอร์ย่อย					
แบบชนิด () Air circuit breaker					

หัวข้อการตรวจ	ผล		วิธีการ		รายละเอียด อ้างอิง/ลำดับที่
	✓	×	ประเมิน	เครื่องมือ	
() Molded Case					
พิกัดกระแสลัดวงจรสูงสุด(IC)KA Rate currentA					
อุปกรณ์ปรับปรุง power factor					
ชนิดของเครื่องป้องกัน () ฟิวส์ () เซอร์กิตเบรกเกอร์ ขนาดปรับตั้ง.....A					
พิกัดแรงดันใช้งาน.....V					
จำนวน Step					
ค่า power factor ที่ปรับตั้ง					
จำนวนชุด Capacitor bank..... พิกัดCapacitor bank แรงดัน.....V กำลัง.....kVAR					
๓. ที่ว่างสำหรับปฏิบัติงาน					
ที่ว่างปฏิบัติงานโดยรอบ					
ความเข้มของแสงสว่างเฉลี่ย(ไม่น้อยกว่า ๒๐๐ลักซ์) ลักซ์					
๔. ตำแหน่งติดตั้ง					
มาตรการป้องกันบุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าถึงได้					
๕. ลักษณะการติดตั้ง					
การเชื่อมต่อท่อย่อยสาย รานเดินสาย รางเคเบิลหรือ บัสเวย์เข้ากับตู้ MDB					
ความถูกต้องของขนาดพื้นที่หน้าตัด และจำนวนของตัวนำไฟฟ้า สายไฟฟ้า ที่ต่อเข้ากับเซอร์กิตเบรกเกอร์แต่ละขั้ว หรือเฟส					
ความสะอาดของขั้วต่อสาย และความ แน่นหนาของการต่อตัวนำไฟฟ้า สายไฟฟ้า เข้ากับเซอร์กิตเบรกเกอร์					
๖. จุดร้อนผิดปกติ					
๗. ฟังก์ชันการทำงาน					
แผนผังแสดงลำดับการควบคุม					

หัวข้อการตรวจ	ผล		วิธีการ		รายละเอียด อ้างอิง/ลำดับที่
	✓	×	ประเมิน	เครื่องมือ	
เอกสารแสดงการระบุวงจรของเครื่อง ป้องกันกระแสเกิน เครื่องปลดวงจร ของตู้ MDB					
การระบุวงจร และพิกัดกระแสของ เครื่องป้องกันกระแสเกิน เครื่องปลด วงจรของตู้ MDB					
แผงสวิตช์					
๑.คุณลักษณะเฉพาะ					
เมนเซอร์กิตเบรกเกอร์					
แบบชนิด ()Air () Molded Case					
พิกัดกระแสลัดวงจรสูงสุด(IC)KARate currentA					
เซอร์กิตเบรกเกอร์ย่อย					
แบบชนิด ()Air () Molded Case					
พิกัดกระแสลัดวงจรสูงสุด(IC)KA Rate currentA					
๒.ที่ว่างสำหรับปฏิบัติงาน					
ที่ว่างปฏิบัติงานโดยรอบ					
ความเข้มของแสงสว่างเฉลี่ย(ไม่น้อย กว่า ๒๐๐ลักซ์) ลักซ์					
๓.ตำแหน่งติดตั้ง					
มาตรการป้องกันบุคคลที่ไม่เกี่ยวข้อง เข้าถึงได้					
๔. ลักษณะการติดตั้ง					
การเชื่อมต่อท่อย้ายสาย รานเดินสาย รางเคเบิลหรือ บัสเวย์เข้ากับแผงสวิตช์					
ความถูกต้องของขนาดพื้นที่หน้าตัด และจำนวนของตัวนำไฟฟ้า สายไฟฟ้า ที่ต่อเข้ากับเซอร์กิตเบรกเกอร์แต่ละขั้ว หรือเฟส					
ความสะอาดของขั้วต่อสาย และความ แน่นหนาของการต่อตัวนำไฟฟ้า สายไฟฟ้า เข้ากับเซอร์กิตเบรกเกอร์					

หัวข้อการตรวจ	ผล		วิธีการ		รายละเอียด อ้างอิง/ลำดับที่
	✓	×	ประเมิน	เครื่องมือ	
๕. จุดร้อนผิดปกติ					
๘. ฟังก์ชันการทำงาน					
แผนผังแสดงลำดับการควบคุม					
เอกสารแสดงการระบุวงจรของเครื่อง ป้องกันกระแสเกิน เครื่องปลดวงจร ของตู้แผงสวิตช์					
การระบุวงจร และพิกัดกระแสของ เครื่องป้องกันกระแสเกิน เครื่องปลด วงจรของตู้ แผงสวิตช์					

ส่วนที่ ๑ หัวข้อการตรวจห้องควบคุมระบบไฟฟ้าประจำชั้น, แผงย่อยเฉพาะพื้นที่

ห้องควบคุมระบบ ไฟฟ้าประจำชั้น/ แผงย่อยเฉพาะ พื้นที่ .	ควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับ ๑..... ๒..... ๓..... ๔.....

หัวข้อการตรวจ	ผล		วิธีการ		รายละเอียด อ้างอิง/ลำดับที่
	✓	×	ประเมิน	เครื่องมือ	
แผงย่อย					
๑ คุณลักษณะเฉพาะ					
เมนเซอร์กิตเบรกเกอร์					
แบบชนิด () MCCB () Miniature () ๑ เฟส () ๓ เฟส					
พิกัดกระแสลัดวงจรสูงสุด(IC)Ka Rate currentA					
เซอร์กิตเบรกเกอร์ย่อย					
แบบชนิด () MCCB () Miniature () ๑ เฟส () ๓ เฟส					
พิกัดกระแสลัดวงจรสูงสุด(IC)KA Rate currentA					

หัวข้อการตรวจ	ผล		วิธีการ		รายละเอียด อ้างอิง/ลำดับที่
	✓	×	ประเมิน	เครื่องมือ	
๓. ที่ว่างสำหรับปฏิบัติงาน					
ที่ว่างปฏิบัติงานโดยรอบแผงย่อย					
๔. ตำแหน่งติดตั้ง					
มาตรการป้องกันบุคคลที่ไม่เกี่ยวข้อง เข้าถึงได้					
๕. ลักษณะการติดตั้ง					
การเชื่อมต่อท่อร้อยสาย หรือราง เดินสาย เข้ากับแผงย่อย					
ความถูกต้องของขนาดพื้นที่หน้าตัด และจำนวนของตัวนำไฟฟ้า สายไฟฟ้า ที่ต่อเข้ากับเซอร์กิตเบรกเกอร์แต่ละขั้ว หรือเฟส					
ความสะอาดของขั้วต่อสาย และความ แน่นหนาของการต่อตัวนำไฟฟ้า สายไฟฟ้า เข้ากับเซอร์กิตเบรกเกอร์					
๖. การต่อลงดิน					
การติดตั้งสายดินบริษัทเข้ากับขั้วต่อ สายดินของแผงย่อย					
การประสานให้ศักย์เท่ากันกับฝาตู้ของ แผงย่อย					
การต่อฝากตัวนำดินทรีล กับสายดิน บริษัทภายในแผงย่อย					
๗. จุดร้อนผิดปกติ					
๘. ฟังก์ชันการทำงาน					
แผนผังแสดงลำดับการควบคุม					
เอกสารแสดงการระบุวงจรของเครื่อง ป้องกันกระแสเกิน เครื่องปลดวงจร ของตู้แผงย่อย					
การระบุวงจร และพิกัดกระแสของ เครื่องป้องกันกระแสเกิน เครื่องปลด วงจรของแผงย่อย					

ส่วนที่ ๑. หัวข้อการตรวจระบบไฟฟ้าบริเวณสถานพยาบาลกลุ่ม ๒ (ห้องผ่าตัด ห้องปฏิบัติการสวนหัวใจ ฯลฯ)

ห้องผ่าตัด / ห้องปฏิบัติการสวนหัวใจ ห้องที่ ๑	ข้อมูลจำเพาะ กรณีติดตั้งระบบ IT ยี่ห้อ..... รุ่น
การติดตั้งระบบไฟฟ้า () ระบบ TNCS () ระบบ IT	หม้อแปลง ISOLATE () single phase () ๓ phase พิกัดแรงดัน.....โวลต์ พิกัดกระแสสูงสุด.....แอมแปร์
ระบบสำรองไฟฟ้า	() เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง () ups ขนาด..... () ไม่มี
โคมไฟผ่าตัด	() ฮาโลเจน () LED

หัวข้อการตรวจ	ผล		วิธีการ		รายละเอียด อ้างอิง/ลำดับที่
	✓	×	ประเมิน	เครื่องมือ	
ระบบ IT					
๑.การบำรุงรักษา					
() เอกสารบันทึกการบำรุงรักษา					
๒. LIM (Line Insulation Monitor)					
๓.การทดสอบค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของระบบไฟฟ้า	ใช้เครื่องทดสอบการติดตั้งทางไฟฟ้าหรือตรวจประเมินจาก เอกสารการบำรุงรักษา				
Continuity test					
insulation					
Line impedance					
Fault loop impedance					
Voltage, frequency					
Phase shift					
FI /RCD functions					
Resistance to earth					
๔.ระบบสำรองไฟฟ้าของห้องผ่าตัด					
() เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง					
() upsขนาด.....kVA					
เวลาการร่อยจ่ายกระแสไฟฟ้า (<๐.๕ sec)					
ระยะเวลาการสำรองกระแสไฟฟ้า					
๕โคมไฟผ่าตัด					
() ฮาโลเจน () LED.					
ความสว่างใต้ดวงโคม					

หัวข้อการตรวจ	ผล		วิธีการ		รายละเอียด อ้างอิง/ลำดับที่
	✓	×	ประเมิน	เครื่องมือ	
(๔๐,๐๐๐-๑๖๐,๐๐๐ ลักซ์)					
อุณหภูมิสีของแสง (๓,๕๐๐-๔,๕๐๐ k)					
ค่าความถูกต้องของสี Ra (>๙๐)					
แสงสว่างเฉลี่ยภายในห้อง(๑๐๐๐ ลักซ์)					

ส่วนที่ ๑. หัวข้อการตรวจการต่อลงดินของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า

ข้อมูลทั่วไป อุปกรณ์/อาคาร/ห้อง	ระบบสายดินของอาคาร () มี () ไม่มี

หัวข้อการตรวจ	ผล		วิธีการ		รายละเอียด อ้างอิง/ลำดับที่
	✓	×	ประเมิน	เครื่องมือ	
๑.ระบบสายดินที่เข้ารับไฟฟ้า					
Loop impedance (L-N)					
Loop impedance (L-PE)					
Voltage, frequency					
๒.สายดินของอุปกรณ์/การติดตั้งระบบไฟฟ้าบริเวณที่เปี่ยงขึ้น					
สายดินของอุปกรณ์ต่อเข้ากับระบบสายดินอาคารที่เข้ารับ					
ขนาดสายดิน/สีของฉนวนถูกต้องตามมาตรฐาน					
การเข้าสาย/การเชื่อมต่อ					
การติดตั้ง RCD					

ส่วนที่ ๑. หัวข้อการตรวจจุดร้อน

หัวข้อการตรวจ	ผล		วิธีการ		รายละเอียด อ้างอิง/ลำดับที่
	✓	×	ประเมิน	เครื่องมือ	
๑.เซอร์กิตเบรกเกอร์					
จุดต่อสายไฟฟ้าและขั้วไฟฟ้าต่าง ๆ					
จุดเข้าหัวสายไฟฟ้าหรือทางปลาต่าง ๆ					
ความร้อนภายในตัวเซอร์กิตเบรกเกอร์ เนื่องจากหน้าสัมผัสภายในชำรุด					
๒.หม้อแปลงเครื่องมือวัด					
หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า (PT)					
หม้อแปลงกระแสไฟฟ้า (CT)					
จุดต่อและขั้วไฟฟ้าภายนอก					
จุดเข้าหัวสายหรือทางปลาต่าง ๆ (Cable lug)					
๓.ฟิวส์					
จุดต่อและขั้วไฟฟ้าต่าง ๆ					
จุดเข้าหัวสายหรือทางปลาต่าง ๆ (Cable lug)					
การเกิดความร้อนภายในกระบอกฟิวส์					
๔.หม้อแปลงไฟฟ้า					
จุดต่อและขั้วไฟฟ้าต่าง ๆ (Bushing)					
จุดเข้าหัวสายหรือทางปลาต่าง ๆ (Cable lug)					
ครีระบายความร้อน					
๕.คาปาซิเตอร์					
จุดต่อและขั้วไฟฟ้าต่าง ๆ (Bushing)					
จุดเข้าหัวสายหรือทางปลาต่าง ๆ (Cable lug)					
ตัวคาปาซิเตอร์ (เทียบกับคาปาซิ.เตอร์ ที่ติดตั้งใกล้เคียงกัน)					
๖.Bus duct หรือ Bus way					
๗.Magnetic contactor					
จุดต่อและขั้วไฟฟ้าต่าง ๆ					
จุดเข้าหัวสายหรือทางปลาต่าง ๆ (Cable lug)					

ส่วนที่ ๒ แนวทางการสรุปผลการตรวจ/ข้อเสนอแนะ

๑. หม้อแปลงไฟฟ้า

สถานที่/ตำแหน่ง	พิกัด (kVA)	พิกัด แรงดัน	พิกัด กระแส Full Load	ผลการตรวจวัด/อ่านค่า/ ประเมิน			หมายเหตุ
วันที่ เวลา				Phase A	Phase B	Phase C	
หม้อแปลง ๑							
หม้อแปลง ๒							
หม้อแปลง ๓							
หม้อแปลง ๔							
เกณฑ์มาตรฐาน	ตาม nameplate	ตาม nameplate	ตาม nameplate	๘๐ %	๘๐ %	๘๐ %	KVA = (V * I * ๑.๗๓๒) / ๑๐๐๐

จากตารางสรุปผลได้ดังนี้

หม้อแปลงไฟฟ้าจำนวนทั้งหมด.....ลูก มี/ไม่มีการบำรุงรักษาประจำปี

หม้อแปลง ๑ จ่ายกระแสโหลดที่.....% จ่ายเกินกว่า/น้อยกว่า พิกัดกระแสสูงสุด ต้องแก้ไขตามที่ตามรายละเอียดอ้างอิง
ที่...

หม้อแปลง ๒ จ่ายกระแสโหลดที่.....% จ่ายเกินกว่า/น้อยกว่า ของพิกัดกระแสสูงสุด

หม้อแปลง.....

ข้อเสนอแนะ(ถ้ามี)

๑.

๒ หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....

๓..... หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....

๒. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองจำนวน.....เครื่อง

แผนการบำรุงรักษา มี/ไม่มี

สภาพพร้อมใช้งาน/ไม่พร้อมใช้งานตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....

ข้อเสนอแนะ(ถ้ามี)

๑.
๒ หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....
๓..... หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....

๓. ตู้ควบคุมไฟฟ้าหลักของอาคาร , ตู้ควบคุมไฟฟ้าประจำชั้น/แผงย่อยที่มีความเสี่ยง
ตู้ควบคุมไฟฟ้าหลักของอาคาร..... แผนการบำรุงรักษา มี/ไม่มี
อุปกรณ์อยู่ในสภาพดี/ต้องดำเนินการแก้ไขตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....

ตู้ควบคุมไฟฟ้าประจำชั้น/แผงย่อยที่มีความเสี่ยง (ระบุสถานที่).....
อุปกรณ์อยู่ในสภาพดี/ต้องดำเนินการแก้ไขตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....

ข้อเสนอแนะ(ถ้ามี)

๑.
๒ หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....
๓..... หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....

๔. ระบบสายดินของอาคาร/การต่อลงดินของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า

อาคาร A มีระบบสายดิน/ไม่ถูกต้อง/ไม่มีระบบสายดิน/ต้องดำเนินการแก้ไขตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....

อาคาร B

อุปกรณ์ C การต่อสายดินไม่ถูกต้องตามมาตรฐาน/ต้องดำเนินการแก้ไขตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....

ข้อเสนอแนะ(ถ้ามี)

๑.
๒ หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....
๓..... หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....

๕. ระบบไฟฟ้าบริเวณสถานพยาบาลกลุ่ม ๒ (ห้องผ่าตัด ห้องปฏิบัติการสวนหัวใจ ฯลฯ)

อาคาร A ห้องผ่าตัด(หมายเลขห้อง) ไม่มีระบบไฟฟ้า IT /ต้องดำเนินการแก้ไขตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....

อาคาร B ห้องผ่าตัดติดตั้งระบบไฟฟ้า IT ไม่มีแผนบำรุงรักษา/อุปกรณ์.....ชำรุด/ต้องดำเนินการแก้ไขตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....

ข้อเสนอแนะ(ถ้ามี)

๑.
๒ หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....
๓..... หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....

๖. แบบบันทึกผลการตรวจวัดความสว่างบริเวณห้องงานระบบวิศวกรรมและห้องสำหรับการรักษาพยาบาล

สถานที่/ตำแหน่ง	เฉลี่ยภายใน ห้อง	ไคโคม (เฉพาะจุด)	อุณหภูมิสี	ค่าความถูกต้อง ของสี	หมายเหตุ
วันที่..... เวลา.....					
ห้องผ่าตัด 1					
ห้องทันตกรรม 2					
ห้องคลอด 3					
ห้องงานระบบไฟฟ้า 4					
เกณฑ์มาตรฐาน	มาตรฐานสมาคมแสงสว่างแห่งประเทศไทย				

ข้อเสนอแนะ(ถ้ามี)

๑.
- ๒ หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....
- ๓..... หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....

๗. จุดร้อนผิดปกติ (รายงานผลในตารางหรือตามแบบฟอร์ม)

ตัวอย่างตารางรายงานผลการตรวจจุดร้อน

อุปกรณ์	อุณหภูมิ Δt	สถานที่	การดำเนินการ			หมายเหตุ
			ตาม วาระ	แก้ไข ด่วน	แก้ไข ด่วน ที่สุด	
๑.เซอร์กิตเบรกเกอร์						
จุดต่อสายไฟฟ้า และขั้วไฟฟ้าต่าง ๆ						
จุดเข้าหัวสายไฟฟ้า หรือทางปลาต่าง ๆ						
ความร้อนภายใน ตู้เซอร์กิตเบรกเกอร์						

อุปกรณ์	อุณหภูมิ Δt	สถานที่	การดำเนินการ			หมายเหตุ
			ตาม วาระ	แก้ไข ด่วน	แก้ไข ด่วน ที่สุด	
เกอร์เนื่องจาก หน้าสัมผัสภายใน ชำรุด						
๒.หม้อแปลง เครื่องมือวัด						
หม้อแปลง แรงดันไฟฟ้า (PT)						
หม้อแปลง กระแสไฟฟ้า (CT)						
จุดต่อและขั้วไฟฟ้า ภายนอก						
จุดเข้าห้วสายหรือ หางปลาต่าง ๆ (Cable lug)						
๓.ฟิวส์						
จุดต่อและขั้วไฟฟ้า ต่าง ๆ						
จุดเข้าห้วสายหรือ หางปลาต่าง ๆ (Cable lug)						
การเกิดความร้อน ภายในกระบอก ฟิวส์						
๔.หม้อแปลงไฟฟ้า						
จุดต่อและขั้วไฟฟ้า ต่าง ๆ (Bushing)						
จุดเข้าห้วสายหรือ หางปลาต่าง ๆ						
ครีบบระบายความ ร้อน						
๕.คาปาซิเตอร์						
จุดต่อและขั้วไฟฟ้า ต่าง ๆ (Bushing)						

อุปกรณ์	อุณหภูมิ Δt	สถานที่	การดำเนินการ			หมายเหตุ
			ตาม วาระ	แก้ไข ด่วน	แก้ไข ด่วน ที่สุด	
จุดเข้าหัวสายหรือ หางปลาต่าง ๆ						
ตัวคาปาซิเตอร์ (เทียบกับคาปาซิ. เตอร์ที่ติดตั้ง ใกล้เคียงกัน)						
๖.Bus duct หรือ Bus way						
๗.Magnetic contactor						
จุดต่อและขั้วไฟฟ้า ต่าง ๆ						
จุดเข้าหัวสายหรือ หางปลาต่าง ๆ (Cable lug)						
มาตรฐาน	บำรุงรักษาตามวาระ $\Delta t < 30^{\circ}\text{C}$ แก้ไขด่วน $30^{\circ}\text{C} < \Delta t < 60^{\circ}\text{C}$ แก้ไขด่วนที่สุด $\Delta t > 60^{\circ}\text{C}$					

ข้อเสนอแนะ(ถ้ามี)

๑.
๒. หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....
- ๓..... หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....

เกณฑ์พิจารณาแผนการบำรุงรักษาตามมาตรฐานของประเทศไทย

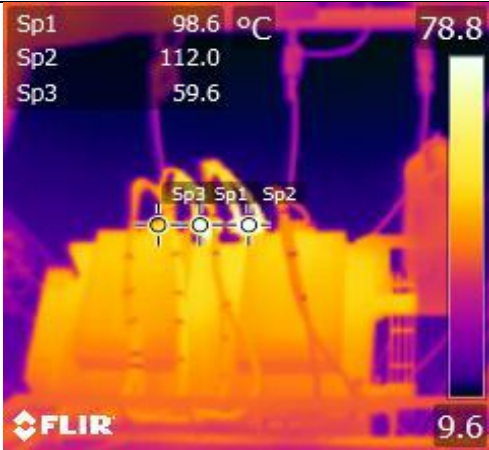
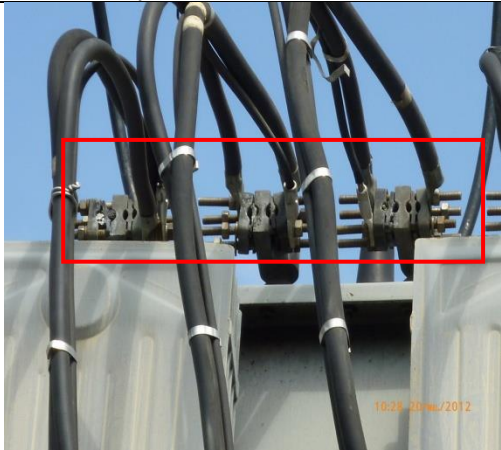
ระดับความสำคัญ	กฟภ. ($^{\circ}\text{C}$)	กฟน. ($^{\circ}\text{C}$)	
		HV	LV
บำรุงรักษาตามวาระ	$T < 30$	$T < 10$	$T < 10$
บำรุงรักษาตามวาระ		10 - 20	10 - 20
แก้ไขด่วน	$30 < T < 60$	20 - 40	20 - 30
แก้ไขด่วนที่สุด	$T > 60$	$T > 40$	$T > 30$

ส่วนที่ ๓ รายละเอียดอ้างอิง : ตัวอย่างแบบฟอร์มลงรายละเอียดข้อเสนอแนะเพิ่มเติม(กรณีที่ต้องแก้ไขโดยทันที)

ลำดับ	อาคาร/ ชั้น/ห้อง	รายละเอียดที่พบ	แนวทางแก้ไข / การพัฒนา/มาตรฐาน
1	ห้องผ่าตัด เล็ก1,2 ห้องผ่าตัด 17	- ห้องผ่าตัดเล็ก 1 ห้องผ่าตัดเล็ก 2 และห้องผ่าตัด 17 มีปริมาณอนุภาคในอากาศต่ำกว่า 10,000 อนุภาคต่ออากาศหนึ่งลูกบาศก์ฟุต แต่เริ่มมีปริมาณอนุภาคในอากาศที่เพิ่มสูงขึ้น โดยเริ่มเกิน 1,000 อนุภาคต่อหนึ่งลูกบาศก์ฟุต - ห้องผ่าตัด 2 และห้องผ่าตัด 17 ปริมาณฝุ่น (10µm) >0.012mg/m³	- ISO 14644-1:1999 (ISO7), Federal Standard 209E (Class10,000) ปริมาณอนุภาค (0.5µm)<10,000 PT/ft³ - ASHRAE Standard 62.1-2007 ปริมาณฝุ่น (10µm) <0.012mg/m³ แนวทางการแก้ไข/พัฒนา ควรตรวจสอบ บำรุงรักษา ทำความสะอาดบริเวณภายในห้องผ่าตัด Pre Filter, Medium Filter, HEPA Filter หรือเปลี่ยน Filter ที่มีส่วนเกี่ยวข้องให้ประสิทธิภาพในการกรองอากาศได้ดีขึ้น หรืออาจต้องเพิ่มอัตราการกรองอากาศให้มากขึ้นโดยปรับช่วงเวลาการเปิดหรืออัตราการไหลในการกรองอากาศเพิ่มขึ้น เพื่อได้อากาศที่สะอาดปริมาณอนุภาคในอากาศลดน้อยลง

ส่วนที่ ๓ รายละเอียดอ้างอิง : ตัวอย่างแบบฟอร์มรายงานผลการตรวจจุดร้อน(สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบได้ตามความเหมาะสม)

หม้อแปลงไฟฟ้า

โรงพยาบาลสระบุรี จังหวัดสระบุรี																																																				
																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Measurements °C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sp1</td> <td>98.6</td> </tr> <tr> <td>Sp2</td> <td>112.0</td> </tr> <tr> <td>Sp3</td> <td>59.6</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Dt1 Edit Delete</td> </tr> <tr> <td>Sp1 - Sp3</td> <td>38.9</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Dt2 Edit Delete</td> </tr> <tr> <td>Sp2 - Sp3</td> <td>52.4</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Parameters</td> </tr> <tr> <td>Emissivity</td> <td>0.95</td> </tr> <tr> <td>Refl. temp.</td> <td>27.0 °C</td> </tr> <tr> <td>Distance</td> <td>5.0m</td> </tr> <tr> <td>Atmospheric temp.</td> <td>20.0 °C</td> </tr> <tr> <td>Ext. optics temp.</td> <td>20.0 °C</td> </tr> <tr> <td>Ext. optics trans.</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Relative humidity</td> <td>50.0%</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Text annotations Hide ▲</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Add row +</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Image Information</td> </tr> <tr> <td>Camera model</td> <td>FLIR i50</td> </tr> <tr> <td>Camera serial</td> <td>399023234</td> </tr> <tr> <td>Lens</td> <td>Default X Lens</td> </tr> <tr> <td>IR resolution</td> <td>140 x 140</td> </tr> <tr> <td>File size</td> <td>98.7 KB</td> </tr> <tr> <td>Date created</td> <td>20/11/2555 10:35:10</td> </tr> </tbody> </table>	Measurements °C		Sp1	98.6	Sp2	112.0	Sp3	59.6	Dt1 Edit Delete		Sp1 - Sp3	38.9	Dt2 Edit Delete		Sp2 - Sp3	52.4	Parameters		Emissivity	0.95	Refl. temp.	27.0 °C	Distance	5.0m	Atmospheric temp.	20.0 °C	Ext. optics temp.	20.0 °C	Ext. optics trans.	1.00	Relative humidity	50.0%	Text annotations Hide ▲		Add row +		Image Information		Camera model	FLIR i50	Camera serial	399023234	Lens	Default X Lens	IR resolution	140 x 140	File size	98.7 KB	Date created	20/11/2555 10:35:10	อุปกรณ์ : หม้อแปลงจำหน่ายขนาดพิกัด ๕๐๐kVA ตำแหน่ง : บุษชิงด้านแรงต่ำ รายละเอียด: จุดต่อสายบริเวณบุษชิง หลวม ผลการวัด: SP๑ : ๙๘.๖ °C SP๒ : ๑๑๒.๐ °C Ref: SP๓ : ๕๙.๖ °C อุณหภูมิที่แตกต่าง Δt ๑ : (Sp๑-sp๓) : ๓๘.๙ °C Δt ๒ : (Sp๒-sp๓) : ๕๒.๔ °C	
	Measurements °C																																																			
	Sp1	98.6																																																		
	Sp2	112.0																																																		
Sp3	59.6																																																			
Dt1 Edit Delete																																																				
Sp1 - Sp3	38.9																																																			
Dt2 Edit Delete																																																				
Sp2 - Sp3	52.4																																																			
Parameters																																																				
Emissivity	0.95																																																			
Refl. temp.	27.0 °C																																																			
Distance	5.0m																																																			
Atmospheric temp.	20.0 °C																																																			
Ext. optics temp.	20.0 °C																																																			
Ext. optics trans.	1.00																																																			
Relative humidity	50.0%																																																			
Text annotations Hide ▲																																																				
Add row +																																																				
Image Information																																																				
Camera model	FLIR i50																																																			
Camera serial	399023234																																																			
Lens	Default X Lens																																																			
IR resolution	140 x 140																																																			
File size	98.7 KB																																																			
Date created	20/11/2555 10:35:10																																																			
การดำเนินการ <table border="1"> <thead> <tr> <th>บำรุงรักษาตามวาระ</th> <th>แก้ไขด่วน</th> <th>แก้ไขด่วนที่สุด</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$\Delta t < 30^{\circ}\text{C}$</td> <td>$30^{\circ}\text{C} < \Delta t < 60^{\circ}\text{C}$</td> <td>$\Delta t > 60^{\circ}\text{C}$</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">▲</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			บำรุงรักษาตามวาระ	แก้ไขด่วน	แก้ไขด่วนที่สุด	$\Delta t < 30^{\circ}\text{C}$	$30^{\circ}\text{C} < \Delta t < 60^{\circ}\text{C}$	$\Delta t > 60^{\circ}\text{C}$		▲																																										
บำรุงรักษาตามวาระ	แก้ไขด่วน	แก้ไขด่วนที่สุด																																																		
$\Delta t < 30^{\circ}\text{C}$	$30^{\circ}\text{C} < \Delta t < 60^{\circ}\text{C}$	$\Delta t > 60^{\circ}\text{C}$																																																		
	▲																																																			
หมายเหตุ :																																																				

โรงพยาบาลสระบุรี จังหวัดสระบุรี

Measurements °C	
Sp1	264.9
Sp2	203.6
Sp3	67.4
Sp4	67.2
Dt1	Edit Delete
Sp1 - Sp4	197.6
Dt2	Edit Delete
Sp2 - Sp3	136.2
Parameters	
Emissivity	0.95
Refl. temp.	27.0°C
Distance	3.0m
Atmospheric temp.	20.0°C
Ext. optics temp.	20.0°C
Ext. optics trans.	1.00
Relative humidity	50.0%
Text annotations	
Add row	+
Image Information	
Camera model	FLIR i50
Camera serial	399023234
Lens	Default X Lens
IR resolution	140 x 140
File size	99.0 KB
Date created	20/11/2555 11:30:00

อุปกรณ์ : ฟิวส์แรงต่ำ
ตำแหน่ง : บริเวณจุดต่อสาย
รายละเอียด: จุดต่อสายหลวม/ภาระโหลดของระบบไฟฟ้าไม่สมดุลย์

ผลการวัด: SP๑ : ๒๖๔.๙ °C ,SP๒ : ๒๐๓.๖ °C
Ref: SP๓ : ๖๗.๔ °C ,SP๔ : ๖๗.๒ °C

อุณหภูมิที่แตกต่าง
 Δt ๑ : (Sp๑-sp๔) : ๑๙๗.๖ °C
 Δt ๒ : (Sp๒-sp๓) : ๑๓๖.๒ °C

การดำเนินการ		
บำรุงรักษาตามวาระ	แก้ไขด่วน	แก้ไขด่วนที่สุด
$\Delta t < 30^{\circ}\text{C}$	$30^{\circ}\text{C} < \Delta t < 60^{\circ}\text{C}$	$\Delta t > 60^{\circ}\text{C}$

หมายเหตุ : หลังการแก้ไขแล้วควรตรวจวัดกระแสโหลด/จัดบาลานซ์โหลด

โรงพยาบาลพระนารายณ์ จังหวัดลพบุรี

Sp1 48.0 °C Sp2 115.9
Sp2 117.0
Dt1
Sp2 - Sp1 69.0
35.6
FLIR

Measurements °C	
Sp1	48.0
Sp2	117.0
Dt1	Edit Delete
Sp2 - Sp1	69.0
Parameters	
Emissivity	0.95
Refl. temp.	20.0°C
Distance	1.0m
Atmospheric temp.	20.0°C
Ext. optics temp.	20.0°C
Ext. optics trans.	1.00
Relative humidity	50.0%
Text annotations Hide ▲	
Add row	+
Image Information	
Camera model	FLIR i50
Camera serial	399023234
Lens	Default X Lens
IR resolution	140 x 140
File size	96.1 KB
Date created	19/3/2556 10:24:08

อุปกรณ์ : MAIN CB ตู้ควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ตำแหน่ง : จุดต่อบัสบาร์

รายละเอียด: จุดต่อหลวม

ผลการวัด: SP๑ : ๔๘.๐ °C

Ref: SP๒ : ๑๑๗.๐ °C

อุณหภูมิที่แตกต่างกัน

Δt ๑ : (Sp๒-Sp๑) : ๖๙.๐ °C

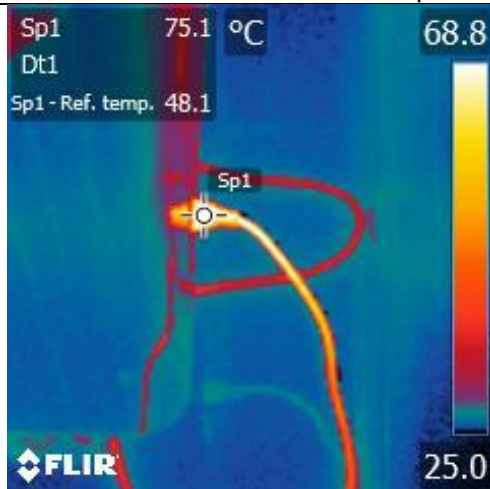
การดำเนินการ

บำรุงรักษาตามวาระ	แก้ไขด่วน	แก้ไขด่วนที่สุด
$\Delta t < 30^{\circ}\text{C}$	$30^{\circ}\text{C} < \Delta t < 60^{\circ}\text{C}$	$\Delta t > 60^{\circ}\text{C}$

หมายเหตุ :

อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า

โรงพยาบาลเวชการุณย์รัศมี สำนักงานการแพทย์ กรุงเทพมหานคร



Measurements		°C
Sp1	75.1	
Dt1		Edit Delete
Sp1 - Ref. temp.	48.1	
Parameters		
Emissivity	0.95	
Refl. temp.	20.0°C	
Distance	1.0m	
Atmospheric temp.	20.0°C	
Ext. optics temp.	20.0°C	
Ext. optics trans.	1.00	
Relative humidity	50.0%	
Text annotations		Hide ▲
Add row		+
Image Information		
Camera model	FLIR i50	
Camera serial	399023234	
Lens	Default X Lens	
IR resolution	140 x 140	
File size	96.2 KB	
Date created	25/2/2557 13:55:14	

อุปกรณ์ : หม้อต้มแผ่นประคบร้อน

ตำแหน่ง : เต้าเสียบไฟฟ้า

รายละเอียด: เต้าเสียบไฟฟ้าหลวมหน้าสัมผัสไม่แน่น

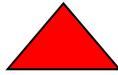
ผลการวัด: Sp๑ : ๗๕.๑ °C

TRef: อุณหภูมิห้อง ๒๗.๐ °C

อุณหภูมิที่แตกต่าง

Δt ๑ : (Sp๑ - TRef) : ๔๘.๑ °C

การดำเนินการ

บำรุงรักษาตามวาระ	แก้ไขด่วน	แก้ไขด่วนที่สุด
$\Delta t < 30^{\circ}\text{C}$	$30^{\circ}\text{C} < \Delta t < 60^{\circ}\text{C}$	$\Delta t > 60^{\circ}\text{C}$
		

หมายเหตุ :

๑.๒ ระบบการป้องกันอัคคีภัย

ขอบเขตการตรวจ

- ๑.ระบบป้องกันฟ้าผ่าสิ่งปลูกสร้าง
- ๒.ระบบสัญญาณแจ้งเตือนอัคคีภัย
- ๓.การติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิง
- ๔.ทางหนีไฟ
- ๕.ระบบควบคุมควันไฟ
- ๖.แผนป้องกันและระงับอัคคีภัย
- ๗.ลิฟต์พนักงานดับเพลิง

คำอธิบายการใช้ตารางการตรวจ

ผล ✓ หมายถึง เป็นไปตามกฎหมาย/มาตรฐาน/ข้อกำหนด
 × หมายถึง ไม่เป็นไปตามกฎหมาย/มาตรฐาน/ข้อกำหนด ชำรุด ไม่พร้อมใช้งาน
 กรณีที่ไม่มีอุปกรณ์หรือไม่ได้ตรวจให้ใส่ N/A

วิธีการ

ประเมิน หมายถึง การประเมินสภาพด้วยสายตา จากเอกสาร การบันทึกผล อ่านค่าจาก
เครื่องวัดของอุปกรณ์หรือ จากnameplate

เครื่องมือ หมายถึง ผลที่ได้จากการใช้เครื่องมือตรวจวัดของที่มตรวจวิศวกรรมความ
ปลอดภัย

รายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่

ให้ระบุหมายเลขลำดับที่ของอุปกรณ์หรือระบบที่ต้องดำเนินการแก้ไขปรับปรุงโดยทันที หรือ
ข้อบกพร่องอื่น ๆ ที่ตรวจพบแล้วมีความเสี่ยงสูงอาจก่อให้เกิดอันตราย หรือประเด็นอื่น ๆ (พิจารณาตาม
ความเหมาะสม) โดยรายละเอียดต่าง ๆ นำไปใส่ในส่วนที่ ๓.) รายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่..... ที่ต้อง
ดำเนินการแก้ไข/ปรับปรุง

ส่วนที่ ๑ หัวข้อการตรวจ

สถานที่..... วันที่.....	ผล		วิธีการ		รายละเอียด อ้างอิง/ ลำดับที่
	✓	×	ประเมิน	เครื่องมือ	
หัวข้อการตรวจ					
๑.ระบบป้องกันฟ้าผ่าสิ่งปลูกสร้าง					
๑.๑ แผนการบำรุงรักษา					
๑.๒ ระบบตัวนำล่อฟ้า					
๑.๓ ระบบตัวนำลงดิน					
๑.๔ ระบบกรายดิน					
๒.ระบบสัญญาณแจ้งเหตุและตรวจจับเพลิงไหม้					
๒.๑ อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ					
๒.๒ อุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้อัตโนมัติ					
๒.๓ แผงควบคุมระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้					
๒.๔ อุปกรณ์แจ้งเหตุเตือนภัย(กระดิ่ง แสง)					
๒.๕ อุปกรณ์ประกาศเรียกฉุกเฉิน					
๓.การติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิง					
๓.๑ ปืนน้ำดับเพลิง					
๓.๒ ระบบท่อน้ำดับเพลิง					
๓.๓ ระบบสปริงเกอร์					
๓.๔ ตู้สายฉีดน้ำดับเพลิง					
๓.๕ หัวรับ/หัวจ่ายน้ำดับเพลิง					
๓.๖ แหล่งน้ำสำรองสำหรับดับเพลิง					
๓.๗ เครื่องดับเพลิงมือถือ					
๓.๘ ระบบดับเพลิงสารสะอาด(เฉพาะพื้นที่)					
๔.ทางหนีไฟ					
๔.๑ ป้ายทางหนีไฟ					
๔.๒ แผนผังแสดงเส้นทางหนีไฟ					
๔.๓ โคมไฟส่องสว่างฉุกเฉิน					
๔.๔ ทางหนีไฟ					
๔.๕ จุดรวมพล					
๕.ระบบควบคุมควันไฟ(ระบบอัดอากาศ)					
๕.๑ แผงควบคุม					
๕.๒ ตำแหน่งติดตั้งชุดพัดลม					
๕.๓ ระบบป้องกัน ควบคุมการเริ่มและหยุดทำงาน					
๕.๔ ความดันในช่องบันไดหนีไฟ					
๕.๕ แผนการทดสอบและบำรุงรักษาระบบ					

สถานที่..... วันที่.....	ผล		วิธีการ		รายละเอียด อ้างอิง/ ลำดับที่
	✓	×	ประเมิน	เครื่องมือ	
๖.แผนป้องกันและระงับอัคคีภัย					
๗. ลิฟต์พนักงานดับเพลิง					

ส่วนที่ ๒ แนวทางการสรุปผลการตรวจ/ข้อเสนอแนะ (สรุปในภาพรวมของแต่ละอาคาร)

๑.อาคารอุบัติเหตุ

ระบบป้องกันฟ้าผ่าสิ่งปลูกสร้าง อุปกรณ์พร้อมใช้งาน มีแผนการบำรุงรักษา

ระบบสัญญาณแจ้งเตือนอัคคีภัย อุปกรณ์พร้อมไม่ใช้งาน ขาดการบำรุงรักษา/ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....

การติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิง

ทางหนีไฟ.....

ระบบควบคุมควันไฟ.....

แผนป้องกันและระงับอัคคีภัย.....

ลิฟต์พนักงานดับเพลิง.....

ข้อเสนอแนะ(ถ้ามี)

๑.

๒ หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....

๓..... หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....

ส่วนที่ ๓ รายละเอียดอ้างอิง : ตัวอย่างแบบฟอร์มลงรายละเอียดข้อเสนอแนะเพิ่มเติม(กรณีที่ต้องแก้ไขโดยทันที)

ลำดับที่	รายละเอียดที่พบ/รูปภาพ(ถ้ามี)	แนวทางแก้ไข / มาตรฐาน / การพัฒนา	หมายเหตุ

๑.๓ ระบบปรับและระบายอากาศ

ขอบเขตการตรวจ

๑. บริเวณผู้ป่วยรอตรวจ (OPD)
๒. จุดคัดกรองที่อยู่ภายในอาคาร
๓. ห้องตรวจโรค
๔. ห้องฉุกเฉิน
๕. ห้องปฏิบัติการทันตกรรม
๖. ห้องชันสูตร
๗. ห้องผ่าตัด
๘. ห้องคลอด
๙. ห้องไตเทียม
๑๐. ห้องผู้ป่วยหนัก
๑๑. หน่วยจ่ายกลาง (บริเวณห้องเก็บของสเตอร์ไรซ์)
๑๒. ระบบปรับอากาศแบบใช้เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

คำอธิบายการใช้ตารางการตรวจ

- ผล ✓ หมายถึง เป็นไปตามกฎหมาย/มาตรฐาน/ข้อกำหนด
 × หมายถึง ไม่เป็นไปตามกฎหมาย/มาตรฐาน/ข้อกำหนด ชำรุด ไม่พร้อมใช้งาน
 กรณีที่ไม่มีอุปกรณ์หรือไม่ได้ตรวจให้ใส่ N/A
- วิธีการ
- ประเมิน หมายถึง การประเมินสภาพด้วยสายตา จากเอกสาร การบันทึกผล อ่านค่าจาก
เครื่องวัดของอุปกรณ์หรือ จากnameplate
- เครื่องมือ หมายถึง ผลที่ได้จากการใช้เครื่องมือตรวจวัดของทีมนตรวจวิศวกรรมความ
ปลอดภัย

รายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่

ให้ระบุหมายเลขลำดับที่ของอุปกรณ์หรือระบบที่ต้องดำเนินการแก้ไขปรับปรุงโดยทันที
หรือข้อบกพร่องอื่น ๆ ที่ตรวจพบแล้วมีความเสี่ยงสูงอาจก่อให้เกิดอันตราย หรือประเด็นอื่น ๆ
(พิจารณาตามความเหมาะสม) โดยรายละเอียดต่าง ๆ นำไปใส่ในส่วนที่ ๓.) รายละเอียดอ้างอิง/
ลำดับที่..... ที่ต้องดำเนินการแก้ไข/ปรับปรุง

ส่วนที่ ๑ หัวข้อการตรวจ

หัวข้อการตรวจ	ผล		วิธีการ		รายละเอียด อ้างอิง/ ลำดับที่
	✓	×	ประเมิน	เครื่องมือ	
๑.การตรวจคุณภาพอากาศห้องผ่าตัด					
จำนวนอนุภาค					
อัตราการหมุนเวียนอากาศภายในห้อง					
ความดันอากาศภายในห้อง					
ปริมาณก๊าซตกค้าง/รั่ว คาร์บอนไดออกไซด์ CO ₂					
ปริมาณก๊าซตกค้าง/รั่ว ไนตรัสออกไซด์ N ₂ O					
อุณหภูมิห้อง					
ความชื้นสัมพัทธ์					
๒.การตรวจคุณภาพอากาศในอาคาร/ห้องปฏิบัติการทั่วไป					
ปริมาณฝุ่น mg/m ^๓					
ปริมาณก๊าซตกค้าง/รั่ว คาร์บอนไดออกไซด์ CO ₂					
อุณหภูมิ					
ความชื้นสัมพัทธ์					
เอทิลีนออกไซด์					
ฟอร์มัลดีไฮน์					
อัตราการหมุนเวียนอากาศภายในห้อง/พื้นที่					
ประสิทธิภาพการทำงานของระบบปรับอากาศและระบายอากาศ					
การติดตั้งระบบระบายอากาศ					
๓.ห้องแยกโรคผู้ป่วยแพร่เชื้อทางอากาศ					
ห้อง Ante Room					
รูรั่วของอากาศ					
ช่องเติมอากาศเข้าห้อง					
อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล					
อุปกรณ์ทำความสะอาดขณะจัดเก็บชุดที่ใช้แล้วและมูลฝอยติดเชื้อ					
ห้อง Isolation Room					
รูรั่วของอากาศ					
ช่องระบายอากาศออกที่หัวเตียงผู้ป่วย					
ช่องเติมอากาศเข้าห้อง					

หัวข้อการตรวจ	ผล		วิธีการ		รายละเอียด ตัวอย่าง/ ลำดับที่
	✓	×	ประเมิน	เครื่องมือ	
อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์					
อัตราการระบายอากาศ					
ระบบกล้อ่งวงจรปิดสำหรับฝ้าระวังผู้ป่วย					
ระบบสัญญาณขอความช่วยเหลือ					
ห้องน้ำ					
รูรั่วของอากาศ					
ช่องระบายอากาศออกจากห้องน้ำ					
ช่องเติมอากาศเข้าห้องน้ำ					
อัตราการระบายอากาศ					
แผนควบคุมระบบปรับอากาศระบายอากาศ					
ชุดควบคุมและแสดงผลสถานะการทำงานของอุปกรณ์ในระบบ					
ความดันอากาศของห้อง Ante room และ Isolate room					
มาตรวัดความดัน HEPA Filter					
การแสดงผล Pressure gaugeของห้อง ante room และ Isolate room					
๔.ระบบปรับอากาศแบบใช้เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)					
หอผึ่งน้ำ มีการควบคุมคุณภาพน้ำ และมีฐานเครื่องมั่นคงแข็งแรง					
เครื่องส่งลมขนาดใหญ่ที่จ่ายลมหลายห้อง หลายชั้นให้มีสวิตซ์และอุปกรณ์ตรวจจับควันตัดการทำงานได้					
เครื่องส่งลม และแผ่นกรองอากาศสะอาด					
ฉนวนหุ้มท่อเย็น ไม่มีร่องรอยของการกลั่นตัวของไอน้ำ และไม่พบเชื้อราบริเวณท่อน้ำ					

ส่วนที่ ๒ แนวทางการสรุปการตรวจ/ข้อเสนอแนะ

๑.ผลการตรวจคุณภาพอากาศห้องผ่าตัด

สถานที่/ตำแหน่ง	ปริมาณอนุภาค ($\geq 0.5 \mu\text{m}$)	ปริมาณฝุ่นละออง ($10 \mu\text{m}$)	CO ₂	N ₂ O	อุณหภูมิ	ความชื้น	ความดันห้อง
วันที่							
ห้องผ่าตัด OPERATING ROOM							
ห้องผ่าตัด 1							
ห้องผ่าตัด....							
ห้องเก็บของ STERILE แผนกผ่าตัด							
ห้องเก็บของ STERILE 1.							
ห้องเก็บของ STERILE 2							
เกณฑ์มาตรฐาน	< 10,000 PT/ft ³	< 0.012 mg/m ³	< 1,000 ppm	< 50 ppm	17-27 °C	45-55 % RH	> + 2.5 Pa.

ข้อเสนอแนะ(ถ้ามี)

๑.
- ๒ หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....
- ๓..... หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....

๒. ผลการตรวจคุณภาพอากาศในอาคารทั่วไป

ลำดับที่	สถานที่/รายการ	ปริมาณฝุ่น	CO ₂	อุณหภูมิ	ETO	ฟอร์มาลดีไฮด์ Formaldehyde	ความชื้นสัมพัทธ์
1	หอผู้ป่วยหนัก						
2	ห้องอุบัติเหตุและฉุกเฉิน						
3	ห้องไตเทียม						
4	ห้องเตรียมอุปกรณ์เครื่องมือ จ่ายกลาง						

ลำดับ ที่	สถานที่/รายการ	ปริมาณฝุ่น	CO ₂	อุณหภูมิ	ETO	ฟอร์มาล ดีไฮด์ Formal dehyde	ความชื้น สัมพัทธ์
5	ห้องเก็บของ STERILE						
6	ห้องอบแก๊ส ETO จำยกลาง						
7	ห้องปฏิบัติการทันตกรรม						
8	ห้องตรวจทั่วไป						
9	ห้องตรวจ TB						
10	ห้องตรวจตา						
11	OPD						
12	ห้องเวชระเบียน						
13	ห้อง X-Ray						
14	ห้องคลอด						
15	ห้อง LAB						
เกณฑ์มาตรฐาน		< 0.05 mg/m ³	< 1,000 ppm	18-27 °C	< 1 ppm	<0.75 ppm	40 - 60 % RH

ข้อเสนอแนะ(ถ้ามี)

๑.
- ๒ หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....
- ๓..... หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....

๓. ห้องแยกโรคผู้ป่วยแพร่เชื้อทางอากาศ

สถานที่/ตำแหน่ง	อัตรา ระบาย อากาศ	อุณหภูมิ	ความชื้น	ความดัน ห้อง	ความดัน ห้อง	HEPA Filter
ห้องที่ ๑						
ห้อง Ante Room						
ห้อง Isolation Room						
ห้องน้ำ						
มาตรวัดความดัน HEPA Filter						

สถานที่/ตำแหน่ง	อัตรา ระบาย อากาศ	อุณหภูมิ	ความชื้น	ความดัน ห้อง	ความดัน ห้อง	HEPA Filter
ห้องที่						
ห้อง Ante Room						
ห้อง Isolation Room						
ห้องน้ำ						
มาตรวัดความดัน HEPA Filter						
เกณฑ์มาตรฐาน	>๑๒ ACH	17-27 °C	45-55 % RH	> + 2.5 Pa.	>๕.๐ Pa	<๒.๕ in.wg

ข้อเสนอแนะ(ถ้ามี)

๑.
๒. หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....
- ๓..... หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....

๔. ระบบปรับอากาศแบบใช้เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

- ๔.๑ หอผึ่งน้ำ มี/ไม่มี การควบคุมคุณภาพน้ำ และมีฐานเครื่องมั่นคงแข็งแรง/ไม่มั่นคงแข็งแรง
- ๔.๒ เครื่องส่งลมขนาดใหญ่ที่จ่ายลมหลายห้อง หลายชั้น มี/ไม่มี สวิตช์และอุปกรณ์ตรวจจับควันตัดการทำงานได้ และระบบสามารถใช้งานได้/ใช้งานไม่ได้ต้องแก้ไข
- ๔.๓ เครื่องส่งลม และแผ่นกรองอากาศ สะอาด/ไม่สะอาด ขาดแผนการดูแลบำรุงรักษา
- ๔.๔ ฉนวนหุ้มท่อเย็น ไม่มี/มี ร่องรอยของการกลั่นตัวของไอน้ำ และ มี/ไม่มี เชื้อราบริเวณท่อน้ำ

ข้อเสนอแนะ(ถ้ามี)

๑.
๒. หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....
- ๓..... หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....

ส่วนที่ ๓ รายละเอียดอ้างอิง : ตัวอย่างแบบฟอร์มลงรายละเอียดข้อเสนอแนะเพิ่มเติม(กรณีต้องแก้ไขทันที)

ลำดับที่	รายละเอียดที่พบ/รูปภาพ(ถ้ามี)	แนวทางแก้ไข / มาตรฐาน / การพัฒนา	หมายเหตุ

๑.๔ ระบบก๊าซทางการแพทย์

ขอบเขตการตรวจระบบระบบก๊าซทางการแพทย์

- ๑.๑ การดูแลบำรุงรักษาระบบก๊าซทางการแพทย์
- ๑.๒ ระบบออกซิเจนเหลว (Liquid Oxygen)
- ๑.๓ ระบบจ่ายกลางก๊าซแบบท่อบรรจุสำหรับก๊าซออกซิเจน)
- ๑.๔ ระบบจ่ายกลางก๊าซแบบท่อบรรจุสำหรับก๊าซไนตรัสออกไซด์
- ๑.๕ ระบบจ่ายอากาศอัดทางการแพทย์
- ๑.๖ ระบบอากาศอัดความดันสูง
- ๑.๗ ระบบสุญญากาศทางการแพทย์
- ๑.๘ ระบบกำจัดยาตามสลบส่วนเกิน
- ๑.๙ การดูแลบำรุงรักษาระบบจ่ายก๊าซทางการแพทย์

คำอธิบายการใช้ตารางการตรวจ

- ผล ✓ หมายถึง เป็นไปตามกฎหมาย/มาตรฐาน/ข้อกำหนด
 × หมายถึง ไม่เป็นไปตามกฎหมาย/มาตรฐาน/ข้อกำหนด ชำรุด ไม่พร้อมใช้งาน
 กรณีที่ไม่มีอุปกรณ์หรือไม่ได้ตรวจให้ใส่ N/A
- วิธีการ

ประเมิน หมายถึง การประเมินสภาพด้วยสายตา จากเอกสาร การบันทึกผล อ่านค่าจาก
 เครื่องวัดของอุปกรณ์หรือ จากnameplate
เครื่องมือ หมายถึง ผลที่ได้จากการใช้เครื่องมือตรวจวัดของที่มีตรวจวิศวกรรมความ
 ปลอดภัย

รายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่

ให้ระบุหมายเลขลำดับที่ของอุปกรณ์หรือระบบที่ต้องดำเนินการแก้ไขปรับปรุงโดยทันที
 หรือข้อบกพร่องอื่น ๆ ที่ตรวจพบแล้วมีความเสี่ยงสูงอาจก่อให้เกิดอันตราย หรือประเด็นอื่น ๆ
 (พิจารณาตามความเหมาะสม) โดยรายละเอียดต่าง ๆ นำไปใส่ในส่วนที่ ๓.) รายละเอียดอ้างอิง/
 ลำดับที่..... ที่ต้องดำเนินการแก้ไข/ปรับปรุง

ส่วนที่ ๑ หัวข้อการตรวจ

หัวข้อการตรวจ	ผล		วิธีการ		รายละเอียด อ้างอิง/ ลำดับที่
	✓	×	ประเมิน	เครื่องมือ	
๑.ระบบออกซิเจนเหลว (Liquid Oxygen)					
สถานที่ติดตั้งถังออกซิเจนเหลว					
วาล์วควบคุมระบบและ Vaporizer					
ระบบเส้นท่อก๊าซที่เดินจากแหล่งจ่ายไปยังจุดใช้งาน (Outlet)					
ระบบลิ้นปิด-เปิด ก๊าซ ควบคุมเฉพาะจุด (Zone Valve)					
ทางเปิดออก ของก๊าซออกซิเจน (Station Outlet)					
ระบบสัญญาณเตือน (Alarm System)					
ระบบการจ่ายก๊าซสำรองกรณีระบบออกซิเจนเหลว ขัดข้อง					
๒.ระบบจ่ายกลางก๊าซแบบท่อบรรจุสำหรับก๊าซ ออกซิเจน					
สถานที่ติดตั้งชุดจ่ายกลางก๊าซ					

หัวข้อการตรวจ	ผล		วิธีการ		รายละเอียด อ้างอิง/ ลำดับที่
	✓	×	ประเมิน	เครื่องมือ	
ชุดจ่ายก๊าซจากท่อบรรจุ (Manifold)					
ระบบเส้นท่อก๊าซ (Pipeline Gas System)					
ระบบลิ้นปิด – เปิด ก๊าซ (Zone Valve)					
ระบบลิ้นปิด – เปิด ก๊าซ (Zone Valve)					
ทางเปิดออกของก๊าซออกซิเจน (Station Outlet)					
ระบบสัญญาณเตือน (Alarm System)					
๓. ระบบจ่ายกลางก๊าซแบบท่อบรรจุสำหรับก๊าซไนโตรเจนออกไซด์					
สถานที่ติดตั้งชุดจ่ายกลางก๊าซ					
ชุดจ่ายก๊าซจากท่อบรรจุ (Manifold)					
ระบบเส้นท่อก๊าซ (Pipeline Gas System)					
ระบบลิ้นปิด – เปิด ก๊าซ (Zone Valve)					
ทางเปิดออกของก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (Station Outlet)					
๓.๖ ระบบสัญญาณเตือน (Alarm System)					
๔. ระบบจ่ายอากาศอัดทางการแพทย์					
สถานที่ติดตั้ง					
ชุดผลิตอากาศอัดพร้อมอุปกรณ์					
ระบบไฟฟ้าและระบบควบคุม					
ระบบเส้นท่อ (Pipeline System)					
ระบบลิ้นปิด – เปิดอากาศอัด (Zone Valve)					
ทางเปิดออกของอากาศอัดทางการแพทย์ (Out Let)					
ระบบสัญญาณเตือน (Alarm System)					
๕. ระบบอากาศอัดความดันสูง					
สถานที่ติดตั้ง					
ชุดผลิตอากาศอัดพร้อมอุปกรณ์					
ระบบไฟฟ้าและระบบควบคุม					
ระบบเส้นท่อ (Pipeline System)					
ระบบลิ้นปิด – เปิดอากาศอัด (Zone Valve)					
ทางเปิดออกของอากาศอัดความดันสูง (Station Outlet)					
ระบบสัญญาณเตือน (Alarm System)					
๖. ระบบสุญญากาศทางการแพทย์					
สถานที่ติดตั้ง					
ชุดสุญญากาศพร้อมอุปกรณ์					
ระบบไฟฟ้าและระบบควบคุม					

หัวข้อการตรวจ	ผล		วิธีการ		รายละเอียด อ้างอิง/ ลำดับที่
	✓	×	ประเมิน	เครื่องมือ	
ระบบเส้นท่อ (Pipeline System)					
ระบบเส้นท่อ (Pipeline System)					
ทางเปิดเข้าของสุญญากาศ (Inlet)					
ระบบสัญญาณเตือน (Alarm System)					
๗. ระบบกำจัดยาตามสลับส่วนเกิน					
สถานที่ติดตั้ง					
ชุดผลิตสุญญากาศสำหรับการกำจัดยาตามสลับ ส่วนเกินและอุปกรณ์					
ระบบลิ้น ปิด – เปิด (Zone Valve)					
ทางเปิดเข้า (Inlet)					
สัญญาณเตือน (Alarm System)					
๘. การดูแลบำรุงรักษาระบบจ่ายก๊าซทางการแพทย์					
๘.๑ บุคลากร(ความรู้ การฝึกอบรม)					
๘.๒ แผน แบบบันทึกผลการดูแลบำรุงรักษา					

ส่วนที่ ๒ แนวทางการสรุปผลการตรวจ/ข้อเสนอแนะ

- ๑.การดูแลบำรุงรักษาระบบจ่ายก๊าซทางการแพทย์.....
- ๒.ระบบออกซิเจนเหลว (Liquid Oxygen).....
- ๓.ระบบจ่ายกลางก๊าซแบบท่อบรรจุสำหรับก๊าซออกซิเจน).....
- ๔.ระบบจ่ายกลางก๊าซแบบท่อบรรจุสำหรับก๊าซไนตรัสออกไซด์.....
- ๕.ระบบจ่ายอากาศอัดทางการแพทย์.....
๖. ระบบอากาศอัดความดันสูง.....
๗. ระบบสุญญากาศทางการแพทย์.....
๘. ระบบกำจัดยาตามสลับส่วนเกิน.....
๙. การดูแลบำรุงรักษาระบบจ่ายก๊าซทางการแพทย์.....

ข้อเสนอแนะ(ถ้ามี)

๑.
- ๒ หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....
- ๓..... หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....

ส่วนที่ ๓ รายละเอียดอ้างอิง : ตัวอย่างแบบฟอร์มลงรายละเอียดข้อเสนอแนะเพิ่มเติม(กรณีต้องแก้ไขทันที)

ลำดับที่	รายละเอียดที่พบ/รูปภาพ(ถ้ามี)	แนวทางแก้ไข / มาตรฐาน / การพัฒนา	หมายเหตุ

๑.๕ ระบบไอน้ำ

ขอบเขตการตรวจ

- ๑.เครื่องนึ่งsterize
- ๒.เครื่องอบก๊าซฆ่าเชื้อโรค
- ๓.เครื่องซักผ้า,เครื่องอบผ้า
- ๔.โรงเรือน หมอไอน้ำ, เครื่องนึ่งไอน้ำ
- ๕.ห้องเก็บ ก๊าซ เชื้อเพลิง
- ๖.หมอไอน้ำ, เครื่องนึ่ง และ อุปกรณ์

คำอธิบายการใช้ตารางการตรวจ

- ผล ✓ หมายถึง เป็นไปตามกฎหมาย/มาตรฐาน/ข้อกำหนด
 × หมายถึง ไม่เป็นไปตามกฎหมาย/มาตรฐาน/ข้อกำหนด ชำรุด ไม่พร้อมใช้งาน
 กรณีที่ไม่มีอุปกรณ์หรือไม่ได้ตรวจให้ใส่ N/A
- วิธีการ

ประเมิน หมายถึง การประเมินสภาพด้วยสายตา จากเอกสาร การบันทึกผล อ่านค่าจาก
 เครื่องวัดของอุปกรณ์หรือ จากnameplate
เครื่องมือ หมายถึง ผลที่ได้จากการใช้เครื่องมือตรวจวัดของที่มตรวจวิศวกรรมความ
 ปลอดภัย

รายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่

ให้ระบุหมายเลขลำดับที่ของอุปกรณ์หรือระบบที่ต้องดำเนินการแก้ไขปรับปรุงโดยทันที
 หรือข้อบกพร่องอื่น ๆ ที่ตรวจพบแล้วมีความเสี่ยงสูงอาจก่อให้เกิดอันตราย หรือประเด็นอื่น ๆ
 (พิจารณาตามความเหมาะสม) โดยรายละเอียดต่าง ๆ นำไปใส่ในส่วนที่ ๓.) รายละเอียดอ้างอิง/
 ลำดับที่..... ที่ต้องดำเนินการแก้ไข/ปรับปรุง

ส่วนที่ ๑ หัวข้อการตรวจ

หัวข้อการตรวจ	ผล		วิธีการ		รายละเอียด อ้างอิง/ ลำดับที่
	✓	×	ประเมิน	เครื่องมือ	
๑.โรงเรือนเครื่องนึ่งไอน้ำ					
มีโรงเรือนให้มั่นคงแข็งแรง ถ่ายเทอากาศได้ดี					
มีประตูเข้าออก ๒ ทางและอยู่ตรงข้ามกัน					
มีแสงสว่างไม่น้อยกว่า ๒๐๐ luxs					
ภายในโรงเรือนต้องไม่มีการเก็บเชื้อเพลิงอย่างอื่น นอกจากที่ใช้กับเครื่องนึ่งเท่านั้น					
มีเครื่องดับเพลิงขนาดความจุ ๑๕ lb ชนิด ABC อย่างน้อย ๑ ถัง					
มีป้ายแสดงขั้นตอนการทำงานและการใช้งานของ หม้อไอน้ำ					

หัวข้อการตรวจ	ผล		วิธีการ		รายละเอียด อ้างอิง/ ลำดับที่
	✓	×	ประเมิน	เครื่องมือ	
ภายในโรงเรือนที่มีการติดตั้งอุปกรณ์เสริม เช่น อุปกรณ์ปรับสภาพน้ำ หม้อทำน้ำร้อน ต้องติดตั้งห่างจากหม้อไอน้ำไม่น้อยกว่า ๒.๕ เมตร					
มีเครื่องตั้งแต่ ๒ เครื่องต้องห่างกันอย่างน้อย ๑.๕ เมตร					
๒. เครื่องหนึ่ง, ชุดผลิตไอน้ำและอุปกรณ์					
มาตรฐานวัดความดันไอน้ำอยู่ในสภาพทำงานปกติ					
ปลอดภัยวัดระดับน้ำ การติดตั้งต้องมองเห็นระดับน้ำได้ชัดเจน และมีกัณฑ์ครอบป้องกันปลอดภัย					
หม้อไอน้ำที่มีพื้นที่รับความร้อนตั้งแต่ ๕๐ ตารางเมตรขึ้นไป ต้องติดตั้งล้นนิรภัยไม่น้อยกว่า ๒ ตัว โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๑๕ มิลลิเมตร และสามารถระบายไอน้ำได้มากกว่าอัตราการผลิตไอน้ำของหม้อไอน้ำ					
หม้อไอน้ำที่มีพื้นที่รับความร้อนตั้งแต่ ๕๐ ตารางเมตรขึ้นไป ต้องติดตั้งล้นนิรภัยไม่น้อยกว่า ๒ ตัว โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๑๕ มิลลิเมตร และสามารถระบายไอน้ำได้มากกว่าอัตราการผลิตไอน้ำของหม้อไอน้ำ					
ล้นนิรภัยแบบสปริงที่มีคานจัดสำหรับทดสอบการทำงาน ต้องทำการทดสอบสภาพการทำงาน โดยการยกคานด้วยมืออย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง					
ล้นเปิด-ปิดท่อระบายน้ำทั้งต้องอยู่ในตำแหน่งที่เข้าไปปฏิบัติงานได้ง่าย ถ้าติดตั้งอยู่ต่ำมาก หรือในบริเวณที่คับแคบเข้าไปเปิด-ปิดไม่สะดวก ต้องต่อท่อนสำหรับเปิด-ปิดให้สามารถเปิด-ปิดได้สะดวกปลอดภัย					
ท่อระบายต้องติดตั้งให้ระบายลงในที่ที่เห็นได้ง่ายเมื่อเกิดการรั่ว และปลายท่อระบายต้องต่อลงในที่ที่ปลอดภัยและอยู่ในตำแหน่งที่สามารถมองเห็นและได้ยินเสียงชัดเจน					
ผู้ดูแลผ่านการอบรม การควบคุมหม้อไอน้ำ					
สายดินอุปกรณ์(กรณีใช้ไฟฟ้า)					
๓. ห้องเก็บก๊าซเชื้อเพลิง					

หัวข้อการตรวจ	ผล		วิธีการ		รายละเอียด อ้างอิง/ ลำดับที่
	✓	×	ประเมิน	เครื่องมือ	
ถังก๊าซหุงต้มต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมถังก๊าซปิโตรเลียมเหลวที่ กระทรวงอุตสาหกรรมประกาศกำหนด					
มิโซ่ หรืออุปกรณ์ยึดถังก๊าซหุงต้มเพื่อไม่ให้ถังเคลื่อน ตัวและล้มได้					
ห่างจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่สามารถเกิดประกายไฟ ไม่ น้อยกว่า ๒ เมตร					
ห่างจากแหล่งความร้อนสูง ประกายไฟ หรือเปลวไฟ ไม่น้อยกว่า ๑๕ เมตร					
มีแนวกันป้องกันมิให้ยานพาหนะหรือสิ่งอื่นใดมา กระทบ					
ต้องไม่รับแสงแดดหรือความร้อนโดยตรง หรือมี อุณหภูมิสะสม ไม่เกิน ๕๒ องศา C					
มีป้ายเตือน “อันตรายบริเวณวัตถุไวไฟ” รอบๆ บริเวณสถานที่เก็บ และที่มีการใช้ก๊าซหุงต้ม					
๔.เครื่องอบก๊าซฆ่าเชื้อโรค					
() เอทิลีนออกไซด์ () ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ พลาสมา					
สภาพอุปกรณ์ประกอบและความปลอดภัย					
การระบายก๊าซตกค้างภายในห้อง					
ก๊าซตกค้างภายในห้อง					
ระบบสัญญาณเตือนภัย					
ตัวเครื่องอบก๊าซ					
ฝาปิด ระบบล็อคประตู					
เก็จวัด หน้าจอ สวิตช์ควบคุม					
แนวท่อทิ้งก๊าซเหนืออาคาร					
สายดินอุปกรณ์					
เอกสารบันทึกการบำรุงรักษา					

ส่วนที่ ๒ แนวทางการสรุปผลการตรวจ/ข้อเสนอแนะ

- ๑.การดูแลบำรุงรักษาระบบไอน้ำ.....
- ๒.เครื่องนิ่งสเตรอไรด์.....
- ๓.เครื่องอบก๊าซฆ่าเชื้อโรค.....
- ๔.เครื่องซักผ้า,เครื่องอบผ้า.....
- ๕.โรงเรือน หมอไอน้ำ, เครื่องนิ่งไอ น้ำ.....

๖. หองเก็บ ก๊าซ เชื้อเพลิง.....

๗. หม้อไอน้ำ, เครื่องนี้ และ อุปกรณ์.....

ข้อเสนอแนะ(ถ้ามี)

๑.

๒ หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....

๓..... หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....

ส่วนที่ ๓ รายละเอียดอ้างอิง : ตัวอย่างแบบฟอร์มลงรายละเอียดข้อเสนอแนะเพิ่มเติม(กรณีต้องแก้ไขทันที)

ลำดับที่	รายละเอียดที่พบ/รูปภาพ(ถ้ามี)	แนวทางแก้ไข / มาตรฐาน / การพัฒนา	หมายเหตุ

๑.๖ ระบบลิฟต์

ขอบเขตการตรวจ

๑.๑ การดูแลบำรุงรักษาระบบลิฟต์

๑.๒ ห้องเครื่อง

๑.๓ ห้องโดยสาร(ภายใน,ภายนอก)

๑.๔ ปล่องลิฟต์

๑.๕ โถงลิฟต์

คำอธิบายการใช้ตารางการตรวจ

ผล ✓ หมายถึง เป็นไปตามกฎหมาย/มาตรฐาน/ข้อกำหนด

× หมายถึง ไม่เป็นเป็นไปตามกฎหมาย/มาตรฐาน/ข้อกำหนด ชำรุด ไม่พร้อมใช้งาน
กรณีที่ไม่มียุกรณ์หรือไม่ได้ตรวจให้ใส่ N/A

วิธีการ

ประเมิน หมายถึง การประเมินสภาพด้วยสายตา จากเอกสาร การบันทึกผล อ่านค่าจาก
เครื่องวัดของอุปกรณ์หรือ จากnameplate
เครื่องมือ หมายถึง ผลที่ได้จากการใช้เครื่องมือตรวจวัดของทีมนตรวจวิศวกรรมความ
ปลอดภัย

รายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่

ให้ระบุหมายเลขลำดับที่ของอุปกรณ์หรือระบบที่ต้องดำเนินการแก้ไขปรับปรุงโดยทันที
หรือข้อบกพร่องอื่น ๆ ที่ตรวจพบแล้วมีความเสี่ยงสูงอาจก่อให้เกิดอันตราย หรือประเด็นอื่น ๆ
(พิจารณาตามความเหมาะสม) โดยรายละเอียดต่าง ๆ นำไปใส่ในส่วนที่ ๓.) รายละเอียดอ้างอิง/
ลำดับที่..... ที่ต้องดำเนินการแก้ไข/ปรับปรุง

ส่วนที่ ๑ หัวข้อการตรวจ

หัวข้อการตรวจ	ผล		วิธีการ		รายละเอียดอ้างอิง/ ลำดับที่
	✓	×	ประเมิน	เครื่องมือ	
๑ .การดูแลบำรุงรักษาระบบลิฟต์					
การตรวจความพร้อมใช้ของระบบลิฟต์ประจำวัน					
การบำรุงรักษาประจำปี					
แผนช่วยเหลือกรณีเหตุฉุกเฉิน					
๒. ห้องเครื่องลิฟต์					
การระบายอากาศ					
สภาพทั่วไปของห้องเครื่อง					
แสงสว่างในการปฏิบัติงาน(ปกติฉุกเฉิน)					
ระบบป้องกันและระงับอัคคีภัย					
อุปกรณ์ช่วยเหลือเมื่อลิฟต์ติด					

หัวข้อการตรวจ	ผล		วิธีการ		รายละเอียดอ้างอิง/ ลำดับที่
	✓	×	ประเมิน	เครื่องมือ	
ผู้ควบคุมการทำงานของระบบ					
ผู้ควบคุมระบบ ARD					
อุณหภูมิห้อง					
๓.ห้องโดยสาร(ภายใน,ภายนอก)					
การระบายอากาศ					
แสงสว่าง					
หมายเลขลิฟต์ คำแนะนำกรณีเหตุฉุกเฉิน					
ระบบสื่อสาร					
ความสะดวกหลังคาลิฟต์ น้ำมันหล่อลื่นรางลิฟต์					
๔. โถงลิฟต์					
ระบบสื่อสาร					
หมายเลขลิฟต์ ป้ายห้ามใช้ลิฟต์กรณีไฟไหม้					
๕.บ่อลิฟต์					

ส่วนที่ ๒ แนวทางการสรุปผลการตรวจ/ข้อเสนอแนะ

๑.การดูแลบำรุงรักษาระบบ.....

๒.ห้องเครื่อง

๓.ห้องโดยสาร(ภายใน,ภายนอก)

๔.ปล่องลิฟต์

๕.โถงลิฟต์

ข้อเสนอแนะ(ถ้ามี)

๑.

๒ หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....

๓..... หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....

ส่วนที่ ๓ รายละเอียดอ้างอิง : ตัวอย่างแบบฟอร์มลงรายละเอียดข้อเสนอแนะเพิ่มเติม(กรณีต้องแก้ไขทันที)

ลำดับที่	รายละเอียดที่พบ/รูปภาพ(ถ้ามี)	แนวทางแก้ไข / มาตรฐาน / การพัฒนา	หมายเหตุ

ลำดับที่	รายละเอียดที่พบ/รูปภาพ(ถ้ามี)	แนวทางแก้ไข / มาตรฐาน / การพัฒนา	หมายเหตุ

๑.๗ ระบบสุขภาพ

ขอบเขตการตรวจ

๑.ระบบบำบัดน้ำเสีย

๒.ระบบน้ำประปา

๓.ระบบการจัดการมูลฝอย

คำอธิบายการใช้ตารางการตรวจ

ผล ✓ หมายถึง เป็นไปตามกฎหมาย/มาตรฐาน/ข้อกำหนด
 × หมายถึง ไม่เป็นไปตามกฎหมาย/มาตรฐาน/ข้อกำหนด ชำรุด ไม่พร้อมใช้งาน
 กรณีที่ไม่มีอุปกรณ์หรือไม่ได้ตรวจให้ใส่ N/A

วิธีการ

ประเมิน หมายถึง การประเมินสภาพด้วยสายตา จากเอกสาร การบันทึกผล อ่านค่าจาก
 เครื่องวัดของอุปกรณ์หรือ จากnameplate

เครื่องมือ หมายถึง ผลที่ได้จากการใช้เครื่องมือตรวจวัดของทีมนตรวจวิศวกรรมความ
 ปลอดภัย

รายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่

ให้ระบุหมายเลขลำดับที่ของอุปกรณ์หรือระบบที่ต้องดำเนินการแก้ไขปรับปรุงโดยทันที
 หรือข้อบกพร่องอื่น ๆ ที่ตรวจพบแล้วมีความเสี่ยงสูงอาจก่อให้เกิดอันตราย หรือประเด็นอื่น ๆ
 (พิจารณาตามความเหมาะสม) โดยรายละเอียดต่าง ๆ นำไปใส่ในส่วนที่ ๓.) รายละเอียดอ้างอิง/
 ลำดับที่..... ที่ต้องดำเนินการแก้ไข/ปรับปรุง

ส่วนที่ ๑ หัวข้อการตรวจ

หัวข้อการตรวจ	ผล		วิธีการ		รายละเอียด อ้างอิง/ ลำดับที่
	✓	×	ประเมิน	เครื่องมือ	
๑.ระบบบำบัดน้ำเสีย					
การดูแลบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสีย					
สภาพแวดล้อมภายในพื้นที่					
ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย					
ขนาดการรองรับน้ำเสีย					
ปริมาณน้ำเสียที่เข้าระบบ					
อายุการใช้งาน					
สภาพระบบบำบัดน้ำเสีย					
บ่อรวบรวมน้ำเสีย (บ่อสูบ)					
บ่อเติมอากาศ					
บ่อดกตะกอน					
ระบบฆ่าเชื้อโรค					
ระบบท่อและวาล์วต่างๆ : อุปกรณ์และส่วนประกอบ ของระบบ					
๑.๑๔ ตัวควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย : อุปกรณ์และ ส่วนประกอบของระบบ					
๒. ระบบน้ำประปา					
๒.๑ แหล่งน้ำ					
๒.๒ ปริมาณการใช้น้ำ					
๒.๓ แผนการสำรองน้ำใช้					
๒.๔ การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ					
๒.๕ แผนการดูแลบำรุงรักษาลังเก็บน้ำ					
๒.๖ ผลการวัดปริมาณคลอรีนอิสระปลายท่อ					
๓.ระบบการจัดการมูลฝอย					
๓.๑ การบันทึกปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นแต่ละวัน แยก ตามประเภท					
๓.๒ สถานที่พักมูลฝอย(ทุกประเภท)					
๓.๓ การกำจัดมูลฝอย					

ส่วนที่ ๒ แนวทางการสรุปผลการตรวจ/ข้อเสนอแนะ

๑.ระบบบำบัดน้ำเสียขนาด.....คิว รองรับปริมาณน้ำเสียได้/ไม่ได้

๒.ระบบน้ำประปา.....

๓.ระบบการจัดการมูลฝอย.....

ข้อเสนอแนะ(ถ้ามี)

๑.

๒ หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....

๓..... หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....

ส่วนที่ ๓ รายละเอียดอ้างอิง : ตัวอย่างแบบฟอร์มลงรายละเอียดข้อเสนอแนะเพิ่มเติม(กรณีต้องแก้ไขทันที)

ลำดับที่	รายละเอียดที่พบ/รูปภาพ(ถ้ามี)	แนวทางแก้ไข / มาตรฐาน / การพัฒนา	หมายเหตุ

๑.๘ ระบบสื่อสาร

๑.ขอบเขตการตรวจ

คู่มือแนวทางมาตรฐานการตรวจสอบวิศวกรรมความปลอดภัยในโรงพยาบาล ฉบับปี ๒๕๖๑ เล่มที่

- ๒.ระบบบำบัดน้ำเสีย
- ๓.ระบบน้ำประปา
- ๔.ระบบการจัดการมูลฝอย

-

คำอธิบายการใช้ตารางการตรวจ

ผล ✓ หมายถึง เป็นไปตามกฎหมาย/มาตรฐาน/ข้อกำหนด
 × หมายถึง ไม่เป็นไปตามกฎหมาย/มาตรฐาน/ข้อกำหนด ชำรุด ไม่พร้อมใช้งาน
 กรณีที่ไม่มีอุปกรณ์หรือไม่ได้ตรวจให้ใส่ N/A

วิธีการ

ประเมิน หมายถึง การประเมินสภาพด้วยสายตา จากเอกสาร การบันทึกผล อ่านค่าจาก
 เครื่องวัดของอุปกรณ์หรือ จากnameplate
เครื่องมือ หมายถึง ผลที่ได้จากการใช้เครื่องมือตรวจวัดของทีมนตรวจวิศวกรรมความ
 ปลอดภัย

รายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่

ให้ระบุหมายเลขลำดับที่ของอุปกรณ์หรือระบบที่ต้องดำเนินการแก้ไขปรับปรุงโดยทันที
 หรือข้อบกพร่องอื่น ๆ ที่ตรวจพบแล้วมีความเสี่ยงสูงอาจก่อให้เกิดอันตราย หรือประเด็นอื่น ๆ
 (พิจารณาตามความเหมาะสม) โดยรายละเอียดต่าง ๆ นำไปใส่ในส่วนที่ ๓.) รายละเอียดอ้างอิง/
 ลำดับที่..... ที่ต้องดำเนินการแก้ไข/ปรับปรุง

ส่วนที่ ๑ หัวข้อการตรวจ

หัวข้อการตรวจ	ผล		วิธีการ		รายละเอียด อ้างอิง/ ลำดับที่
	✓	×	ประเมิน	เครื่องมือ	
สถานีวิทยุคมนาคม.	(หน่วยงาน)..... อ.จ.....				
ตำแหน่งที่ตั้ง..... ยี่ห้อ.....รุ่น..... ()ระบบVHF/FM ()ระบบHF/SSB					
() มือถือ () ประจำที่ () เคลื่อนที่ ติดตั้งในรถยนต์หมายเลขทะเบียน.....					
สภาพ ความพร้อมใช้ภาครับวิทยุคมนาคม					
สภาพ ความพร้อมใช้ภาคส่งวิทยุคมนาคม					
สภาพเสาอากาศ					
() เสากลมสูง.....เมตร () สามเหลี่ยมสูง.....เมตร () self supportสูง.....เมตร					
สภาพสายอากาศ					
สภาพสายนำสัญญาณ					
สภาพอุปกรณ์ยึดโยงของเสาอากาศ					
แหล่งจ่ายไฟวิทยุคมนาคม					
ระบบสำรองพลังงาน					
ความชัดเจนของสัญญาณ (ว๑๖)กับสถานีลูกข่าย					
ความชัดเจนของสัญญาณ (ว๑๖)กับสถานีแม่ข่าย					
ระบบสื่อสารคู่ขนาน (E-RADIO & TEAMSPEAK)					
ซอฟต์แวร์ระบบ E-RADIO & TEAMSPEAK					
การเชื่อมต่อ (INTERFACE) E-RADIO & TEAMSPEAKเข้าสู่ระบบอินเทอร์เน็ต					
()ระบบVHF/FM ()ระบบHF/SSB					
สภาพ ความพร้อมใช้ภาครับวิทยุคมนาคม					
สภาพ ความพร้อมใช้ภาคส่งวิทยุคมนาคม					
แหล่งจ่ายไฟวิทยุคมนาคม					
ระบบสำรองพลังงาน					
ความชัดเจนของสัญญาณ (ว๑๖)กับสถานีลูกข่าย					
ความชัดเจนของสัญญาณ (ว๑๖)กับสถานีแม่ข่าย					

ส่วนที่ ๒ แนวทางการสรุปการตรวจ/ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะ(ถ้ามี)

๑.

๒ หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....

๓..... หรือ ตามรายละเอียดอ้างอิง/ลำดับที่.....

ส่วนที่ ๓ รายละเอียดอ้างอิง : แบบฟอร์มลงรายละเอียดผลการตรวจ

สำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขต.....จังหวัด.....

แบบตรวจสอบสถานีวิทยุคมนาคม

ตำแหน่งที่ตั้งของของสถานีวิทยุคมนาคมชื่อ หน่วยงาน.....	 อำเภอ..... จังหวัด.....	หมายเหตุ
ตำแหน่งที่ตั้ง..... ยี่ห้อ.....รุ่น..... ☐ ระบบVHF/FM ☐ ระบบHF/SSB	ความถี่รับ (RX).....MHz ความถี่ส่ง (TX).....MHz เลขพัสดุ..... series.....	
ชนิดของเครื่องวิทยุคมนาคม	☐ มือถือ ☐ ประจำที่ ☐ เคลื่อนที่ ติดตั้งในรถยนต์หมายเลข ทะเบียน.....	
ภาครับวิทยุคมนาคม	☐ ดี ☐ ขำรุด	
ภาคส่งวิทยุคมนาคม	☐ ดี ☐ ขำรุด	
ชนิดเสาอากาศ	☐ เสากลม สูง.....เมตร ☐ สามเหลี่ยม สูง.....เมตร ☐ self support สูง.....เมตร	☐ ดี ☐ ขำรุด

ตำแหน่งที่ตั้งของของสถานีวิทยุคมนาคมชื่อ หน่วยงาน.....	 อำเภอ..... จังหวัด.....		หมายเหตุ
ชนิดสายอากาศ		☐ ดี ☐ ชำรุด	
ชนิดสายนำสัญญาณ		☐ ดี ☐ ชำรุด	
สภาพอุปกรณ์ยึดโยงของเสาอากาศ	☐ ดี ☐ ชำรุด		
แหล่งจ่ายไฟวิทยุคมนาคม	☐ ดี ☐ ชำรุด		
ระบบสำรองพลังงาน	☐ ดี ☐ ชำรุด		
ผลการตรวจเช็คความชัดเจน (ว๑๖) กับสถานีลูกข่าย	☐ ระดับ๑ ☐ ระดับ๒ ☐ ระดับ๓ ☐ ระดับ๔ ☐ ระดับ๕		
ผลการตรวจเช็คความชัดเจน (ว๑๖) กับสถานีแม่ข่าย	☐ ระดับ๑ ☐ ระดับ๒ ☐ ระดับ๓		

ตำแหน่งที่ตั้งของของสถานีวิทยุคมนาคมชื่อ หน่วยงาน.....	 อำเภอ..... จังหวัด.....	หมายเหตุ
	☐ ระดับ๔ ☐ ระดับ๕	
เจ้าหน้าที่ผู้ตรวจสอบ ๑..... ๒..... () () ตำแหน่ง ตำแหน่ง..... ๓..... ๔..... () () ตำแหน่ง..... ตำแหน่ง วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....	เจ้าหน้าที่หน่วยงาน (.....) ตำแหน่ง..... วันที่.....เดือน.....พ.ศ..... หมายเลขโทรศัพท์ของหน่วยงาน..... หมายเลขโทรศัพท์ประสานงานของเจ้าหน้าที่.....	

แบบตรวจสอบระบบสื่อสารคู่ขนาน (E-RADIO & TEAMSPEAK)

ตำแหน่งที่ตั้งของของสถานีวิทยุคมนาคมชื่อ หน่วยงาน.....	อำเภอ..... จังหวัด.....	หมายเหตุ
ซอฟต์แวร์ E-RADIO & TEAMSPEAK	☐ มี ☐ ไม่มี	
การเชื่อมต่อ (INTERFACE) E-RADIO & TEAMSPEAK เข้า สู่ระบบอินเทอร์เน็ต	☐ ได้ ☐ ไม่ได้	
ถ้ามีการเชื่อมต่อ ระบบกับเครื่องวิทยุคมนาคม ยี่ห้อ.....รุ่น..... ☐ ระบบVHF/FM ☐ ระบบHF/SSB	ความถี่รับ (RX).....MHz ความถี่ส่ง (TX).....MHz เลขพัสดุ..... series.....	
ภาครับวิทยุคมนาคม	☐ ดี ☐ ชำรุด	
ภาคส่งวิทยุคมนาคม	☐ ดี ☐ ชำรุด	
ชนิดสายอากาศ	☐ ดี ☐ ชำรุด	
ชนิดสายนำสัญญาณ	☐ ดี ☐ ชำรุด	

ตำแหน่งที่ตั้งของของสถานีวิทยุคมนาคมชื่อ หน่วยงาน.....	อำเภอ..... จังหวัด.....	หมายเหตุ
แหล่งจ่ายไฟวิทยุคมนาคม	☐ ดี ☐ ชำรุด	
ระบบสำรองพลังงาน	☐ ดี ☐ ชำรุด	
ผลการตรวจเช็คความชัดเจน (ว๑๖) กับสถานีลูกข่าย	☐ ระดับ๑ ☐ ระดับ๒ ☐ ระดับ๓ ☐ ระดับ๔ ☐ ระดับ๕	
ผลการตรวจเช็คความชัดเจน (ว๑๖) กับสถานีแม่ข่าย	☐ ระดับ๑ ☐ ระดับ๒ ☐ ระดับ๓ ☐ ระดับ๔ ☐ ระดับ๕	

เจ้าหน้าที่ผู้ตรวจสอบ	เจ้าหน้าที่หน่วยงาน
๑.....	
๒.....	(.....)
()	ตำแหน่ง.....
ตำแหน่ง	วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....
ตำแหน่ง.....	หมายเลขโทรศัพท์ของหน่วยงาน.....
๓.....	หมายเลขโทรศัพท์ประสานงานของเจ้าหน้าที่.....
๔.....	
()	
ตำแหน่ง.....ตำแหน่ง	
.....	
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....	

บทที่ ๒

ความรู้พื้นฐาน กฎหมายและมาตรฐานทางด้านวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับสถานพยาบาล

๒.๑ มลพิษทางอากาศภายในอาคาร

สิ่งเจือปนที่สะสมอยู่ภายในอาคารที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ส่วนใหญ่ เป็นสารมลพิษต่าง ๆ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้ใช้อาคารมีประสิทธิภาพในการทำกิจกรรมหรือทำงานลดลง และมีการขาดงานมากขึ้น เนื่องจากคุณภาพอากาศภายในอาคารไม่เป็นไปตามมาตรฐานหรือค่าแนะนำที่กำหนด โดยสารมลพิษทางอากาศภายในอาคารที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ มีดังนี้

- ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) การได้รับหรือสัมผัสกับก๊าซชนิดนี้ จะทำให้เม็ดเลือดแดงไม่สามารถรับออกซิเจนไปเลี้ยงเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของร่างกายได้ เนื่องจากก๊าซชนิดนี้สามารถ รวมตัวกับฮีโมโกลบินในเลือดได้ดีกว่าก๊าซออกซิเจนประมาณ ๒๐๐ - ๒๕๐ เท่า จึงก่อให้เกิดผลกระทบต่ออวัยวะ ที่สำคัญของร่างกายได้ เช่น หัวใจ สมอง และกล้ามเนื้อ เป็นต้น ซึ่งจะทำให้เกิดอาการมึนงง ปวดหรือวิงเวียน ศีรษะ อาเจียน แน่นหน้าอก เสียการทรงตัว อ่อนเพลีย หดแรงแรง รู้สึกสับสน และเกิดสภาวะสมองขาด ออกซิเจน รวมทั้งอาจทำให้หมดสติและเสียชีวิตได้ ถ้าได้รับหรือสัมผัสในปริมาณมาก ดังนั้นภายในอาคารควรมี ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ไม่เกิน ๙ ppm สำหรับค่าเฉลี่ย ๘ ชั่วโมงการทำงาน

- ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) หากได้รับหรือสัมผัสกับก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่มีความเข้มข้นมากกว่า ๒๘๒ mg/m³ (๑๕๐ ppm) อาจเสียชีวิตได้ แต่อย่างไรก็ตามถ้าได้รับหรือ สัมผัสที่มีความเข้มข้นอยู่ในช่วง ๙๔ - ๒๘๒ mg/m³ (๕๐-๑๕๐ ppm) อาจทำให้เป็นโรคปอดเรื้อรัง ดังนั้นคุณภาพอากาศภายในอาคารไม่ควรมากกว่า ๘๐ ppb (๐.๐๘ ppm) สำหรับ ค่าเฉลี่ย ๘ ชั่วโมงการทำงาน (สำนักงานยกรุงเทพมหานคร, ๒๕๕๖) หรือควรน้อยกว่า ๐.๑ ppm สำหรับการสัมผัส ตลอดเวลา (ASHRAE Standard ๖๒) เพื่อป้องกันปัญหาที่อาจก่ออันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ได้

- ก๊าซเรดอน (Radon) เป็นก๊าซกัมมันตรังสี ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของแร่เรเดียม โดยแร่เรเดียมเกิด จากการสลายตัวของธาตุยูเรเนียม ซึ่งจะอยู่ในดินและหินตามธรรมชาติ รวมทั้งในวัสดุอาคารที่มีเรเดียมปะปน อยู่ด้วยความเข้มข้นของก๊าซเรดอนที่ปนเปื้อนอยู่ภายในอาคารจะมากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ ในแต่ละวัน และฤดูกาล โดยอาคารชั้นล่างจะมีความเข้มข้นของเรดอนสูงกว่าชั้นบน ซึ่งตามมาตรฐานของ U.S. Environmental Protection Agency ถือว่าระดับเรดอนภายในอาคารมากกว่า ๔ พิคเคอรี/ ลิตร (๑๔๘ Becquerel/ m³) จะเป็นสัญญาณเตือนให้มีการกำจัดก๊าซเรดอนเพื่อให้มีปริมาณที่ลดลง โดยผู้ใช้อาคารควร ตรวจสอบทุกปี โดยวิธี ป้องกันก๊าซเรดอนเข้าสู่ภายในอาคาร(WHO,๒๐๑๐) ดังแสดงในรูป

วิธีการป้องกัน	ค่าติดตั้ง	ค่าดำเนินการ	ประสิทธิภาพ(%)	ข้อสังเกต
การดูดซับใต้พื้นคอนกรีต	สูง	ต่ำ	99+	ใช้หินย้อยหรือดินขุย
การระบายทางผนังกลวง	สูง	ต่ำ	99+	ห้องใต้ดินมีผนังกลวง
การดูดระบายทางท่อดินเผา	ปานกลาง-สูง	ต่ำ	99	ต้องระบายต่อเนื่อง
การปิดคลุมหน้าดินเปลี่ยน	ปานกลาง-สูง	ต่ำ	จำเพาะที่	ช่วยเสริมวิธีอื่นๆ
การอุดรอยรั่วและช่องเปิด	น้อยมาก-สูง	ไม่มี	จำเพาะที่	ช่วยเสริมวิธีอื่นๆ
การป้องกันความดันลมภายในอาคาร	ต่ำ-สูง	ต่ำ	จำเพาะที่ I	ช่วยเสริมวิธีอื่นๆ
การปรับความดันภายในอาคาร	ปานกลาง-สูง	ปานกลาง	90	ถ้าห้องใต้ดินไม่รั่ว
การใช้เครื่องระบายอากาศในห้องชั้นล่าง/ ห้องใต้ดิน	ต่ำ-ปานกลาง	สูงมาก	90	ดีกว่าระบายเอง
การระบายที่นำความร้อนคืนกลับ - โดยใส่ท่อ - โดยการติดตั้งผนัง	ปานกลาง-สูง ต่ำ-ปานกลาง	ต่ำ-ปานกลาง ต่ำ-ปานกลาง	50-75 ไม่มีข้อมูล	ลมเข้าออกต้องสมดุล
การระบายอากาศตามธรรมชาติในห้องชั้นล่างหรือห้องใต้ดิน	น้อยมาก	ปานกลาง-สูงมาก	90	เพื่อลดติดตั้งวิธีอื่นๆ
การฟอกอากาศ	ปานกลาง-สูง	ปานกลาง	90	ใช้ร่วมกับวิธีอื่นๆ

■ ก๊าซฟอรัมาลดีไฮด์ (Formaldehyde: HCHO) เป็นก๊าซไม่มีสี และมีกลิ่นฉุนที่เป็นเอกลักษณ์ ซึ่งจะ ถูกปล่อยออกมาจากวัสดุที่ใช้ก่อสร้าง หรือวัสดุตกแต่งอาคารที่มีส่วนประกอบของสารเคมี ก๊าซฟอรัมาลดีไฮด์ จะมีฤทธิ์กัดกร่อน ลักษณะอาการจะขึ้นอยู่กับการสัมผัส โดยถ้าสัมผัสทางการหายใจจะทำให้เกิดอาการไอ เจ็บคอ และหายใจติดขัด ถ้าสัมผัสทางผิวหนังจะทำให้เกิดผื่นแดง ปวดแสบปวดร้อน และผิวหนังไหม้ และ หากกินหรือกลืนเข้าไปจะทำให้เจ็บคอ ปวดท้อง และท้องร่วง รวมทั้งถ้าสัมผัสทางตาจะทำให้เป็นตาแดง เจ็บตา และทำให้การมองเห็นไม่ชัดเจน ซึ่งถ้าร่างกายได้รับการสะสมเป็นระยะเวลานานจะทำให้มีฤทธิ์กัด กร่อนต่อเยื่อปอดตา ผิวหนัง และระบบทางเดินหายใจ การหายใจเข้าไปจะทำให้ปอดอักเสบ การกลืนกินเข้าไป จะท าให้ ทาลายตับ ไต และหัวใจ รวมทั้งอาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมและเป็นสารก่อมะเร็งได้ ดังนั้นควรควบคุมคุณภาพอากาศภายในอาคารให้มีความเข้มข้นของก๊าซฟอรัมาลดีไฮด์ได้ไม่เกิน ๐.๑ ppm เพื่อป้องกันอันตรายที่จะส่งผลกระทบต่อร่างกายได้ โดยอันตรายของฟอรัมาลดีไฮด์ต่อร่างกายมนุษย์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ดังนี้

Concentration range or average (mg/m ³)	Time range or average	Health effects in general population
0.03	Repeated exposure	Odour detection threshold (10 th percentile) ^a
0.18	Repeated exposure	Odour detection threshold (50 th percentile) ^a
0.6	Repeated exposure	Odour detection threshold (90 th percentile) ^a
0.1-0.3	Single and repeated exposure	Throat and nose irritation threshold
0.6-1.2	Single and repeated exposure	Eye irritation threshold
0.5-2	3-5 hours	Decreased nasal mucus flow rate
2.4	40 minutes on 2 successive days with 10 minutes of moderate exercise on second day	Post-exposure (up to 24 hours) headache
2.5-3.7	- ^b	Biting sensation in eyes and nose
3.7	Single and repeated exposure	Decreased pulmonary function only at heavy exercise
5-6.2	30 minutes	Tolerable for 30 minutes with lachrymation
12.25	- ^b	Strong lachrymation, lasting for 1 hour
37-60	- ^b	Pulmonary oedema, pneumonia, danger to life
60-125	- ^b	Death

^aFrequency of effect in population.

^bTime range or average unspecified.

Sources : World Health Organization (1); International Agency for Research on Cancer (2); WHO Regional Office for Europe (3).

■ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Particulate Matters: PM)เป็นอนุภาคขนาดเล็กที่ลอยอยู่ภายในอากาศ โดยมีองค์ประกอบทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ และมีขนาดที่แตกต่างกันไป มักพบอยู่ในช่วงขนาด ๑๐ µm และ ๒ µm นอกจากนี้ยังพบฝุ่นที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า ๑ ไมครอน เป็นจำนวนมาก หากภายในอาคารมีการเผาไหม้วัตถุ เช่น ธูป เทียน ประกอบอาหาร เป็นต้น ทั้งนี้พารามิเตอร์ของฝุ่นละออง ที่กำหนดให้ใช้ในการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร ประกอบด้วย พารามิเตอร์ ๒ ชนิดคือ PM๑๐ (ฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า ๑๐ ไมครอน) และ PM๒.๕ (ฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า ๒.๕ ไมครอน) ทั้งนี้มีงานวิจัยจำนวนมากสนับสนุนว่า หากฝุ่นมีขนาดเล็กกว่า ๑๐ ไมครอน จะมีแนวโน้ม เข้าสู่ปอด และสะสมอยู่ในร่างกายของมนุษย์ได้ ในขณะที่ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า ๒.๕ µm จะเข้าสู่ปอดได้ลึกกว่า และมีแนวโน้มส่วนใหญ่มาจากปฏิกิริยาทางเคมี รวมถึงการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์อีกด้วย อันตรายของฝุ่นละอองขนาดเล็กต่อร่างกายมนุษย์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ดังนี้

PM ₁₀ (µg/m ³)	PM _{2.5} (µg/m ³)	ผลกระทบต่อร่างกายมนุษย์
150	75	เพิ่มอัตราการเสียชีวิตระยะสั้น 5%
100	50	เพิ่มอัตราการเสียชีวิตระยะสั้น 2.5%
75	37.5	เพิ่มอัตราการเสียชีวิตระยะสั้น 1.2%
50	25	ระดับที่กำหนดไว้ใน Air Quality Guideline

■ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)เกิดจากการหายใจของสิ่งมีชีวิต หรือการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ของสารประกอบอินทรีย์ และการได้รับสัมผัสในระดับความเข้มข้น ๓๐,๐๐๐ ppm อาจก่อให้เกิดผลกระทบแบบเฉียบพลัน แต่เนื่องจากสภาพอากาศภายในอาคารทั่วไปมีโอกาสเกิดการสะสมจนถึงระดับดังกล่าวได้น้อย เพราะในอาคารจะมีการรั่วไหลของอากาศอยู่อย่างต่อเนื่อง ระดับที่ WHO แนะนำสูงสุดที่อนุญาตให้สัมผัสได้

คือ ๕,๐๐๐ ppm อย่างไรก็ตามในการกำหนดมาตรฐานของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในอาคาร ส่วนใหญ่จะคำนึงถึงความรู้สึกสบาย และไม่เกิดอาการอ่อนเพลียจากขาดอากาศ ตลอดจนการมีระบบระบายอากาศที่เหมาะสม จึงได้กำหนดให้มีค่าความเข้มข้นอยู่ในค่าประมาณ ๓ เท่าของบรรยากาศภายนอก หรือประมาณ ๑,๐๐๐-๑,๕๐๐ ppm เพื่อให้อาคารดังกล่าวมีการระบายอากาศอย่างเหมาะสม ทั้งนี้อุณหภูมิ ความชื้น และการเคลื่อนที่ของอากาศ ในระดับที่พบทั่วไปในอาคารจะไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้อยู่อาศัย แต่จะส่งผลต่อความรู้สึกสบายของผู้ที่ใช้อาคาร

■ ละอองชีวภาพหรือจุลชีวะทางอากาศ (Bioaerosols) เป็นสิ่งมีชีวิตที่แขวนลอยในอากาศ ส่วนใหญ่ มาจากจุลชีพต่าง ๆ เช่น รา แบคทีเรีย ไวรัส ไรฝุ่น รวมถึงชิ้นส่วนเล็ก ๆ ที่หลุดออกจากสิ่งมีชีวิต เช่น ละออง เกสร สปอร์ของรา และชิ้นส่วนที่หลุดจากผิวหนังหรือขนสัตว์ เป็นต้น สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กเหล่านี้หากอยู่ในสภาพที่เหมาะสมจะสามารถเจริญเติบโต แบ่งตัวเพิ่มจำนวน ลอยปะปนในอากาศ และเข้าสู่ระบบปรับอากาศเมื่อคนที่อยู่ในอาคารหายใจเอาสิ่งเหล่านี้เข้าสู่ร่างกายอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพ โดยสามารถ เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้ ๓ ลักษณะ คือ เกิดอาการแพ้ การติดเชื้อและการเกิดพิษ

สำหรับภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลชีวะทางอากาศ ได้แก่ ๑) บริเวณที่มีแหล่งน้ำซึ่งในระบบระบายอากาศ เช่น ถาดรองน้ำในห้องจัดการอากาศ และมีแหล่งอาหาร ที่เป็นอินทรีย์สารในถาดรองน้ำ ๒) มีแหล่งน้ำที่มีการแตกกระจายหรือฟุ้งกระจายกลายเป็นอนุภาคขนาดเล็กแขวนลอยในอากาศ ๓) ระบบท่อน้ำมีปัญหารั่วซึม ทำให้น้ำซึม เกิดความชื้นที่ฝ้าเพดาน

ปัญหาที่มักพบภายในอาคารคือ เชื้อรา ถือเป็นปัญหาสำคัญ และพบบ่อยในอาคารที่ขาดการบำรุงรักษาที่ดี โดยเชื้อราสามารถเจริญเติบโตได้ดีบนพื้นผิวของวัตถุที่มีความชื้นสูง ทำลายพื้นผิวที่เกาะอยู่ ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นอับได้ หากผู้ป่วยสูดอากาศที่ปนเปื้อนเชื้อราเป็นระยะเวลานาน จะทำให้เกิดโรคหอบหืด ไข้ละอองฟาง แขนงหน้าอก คัดจมูก จาม ระคายเคืองตา เจ็บคอ หรือเมื่อผิวหนังอยู่ในสภาพเปียกชื้น เป็นเวลานาน อาจทำให้เกิดโรคน้ำกัดเท้าจากรา โรคหูในได้รื้อผ้า โรคกลากเกลื้อน เป็นต้น

๒.๒ ห้องสะอาด (Clean Room)

ห้องสะอาด หมายถึง ห้องที่มีการออกแบบ การก่อสร้าง และการใช้งาน ที่มีการควบคุมจำนวนอนุภาคและปัจจัยอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิ ความดันอากาศ ความชื้น ให้เป็นไปตามชนิด/มาตรฐานของห้องสะอาดนั้น และจะต้องมีการเฝ้าระวังโดยการติดตามตรวจสอบความสะอาดของห้องให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ตลอดระยะเวลาการใช้งาน หลักการที่สำคัญของห้องสะอาดมี ๔ ประการ คือ การป้องกันอนุภาคและมลสารจากภายนอกเข้าไปในห้อง การป้องกันการสะสมของอนุภาคและมลสารภายในห้อง การป้องกันการก่อให้เกิดอนุภาคและมลสารภายในห้อง และหากมีอนุภาคและมลสารเกิดขึ้นภายในห้อง ต้องรีบกำจัดออกไปทันที

ห้องสะอาดตามนิยามขององค์การอนามัยโลก (WHO) หมายถึงห้องหรือบริเวณ (room or zone) ที่มีการควบคุมสภาวะแวดล้อมเพื่อหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนของอนุภาคและเชื้อจุลินทรีย์ โดยมีการออกแบบและก่อสร้างเพื่อลดการกำเนิดและการนำพาและการกักเก็บของสิ่งปนเปื้อน

ห้องสะอาดมีหลายชนิดซึ่งหากแบ่งตามลักษณะการใช้งานจะแบ่งได้เป็น ๓ ชนิดคือห้องสะอาดทางอุตสาหกรรมเป็นห้องสะอาดที่ใช้กับอุตสาหกรรมการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ไมโครชิพอุตสาหกรรมการผลิตสีฟิล์ม และสารเคมีต่าง ๆ ห้องสะอาดทางชีววิทยา เป็นห้องสะอาดที่ใช้กับอุตสาหกรรมการผลิตยา ห้องปฏิบัติการทางด้านชีววิทยา ห้องผ่าตัด เป็นต้น และห้องสะอาดที่เกี่ยวข้องกับชีววัตถุอันตราย เป็นห้องสะอาดที่ใช้กับห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับเชื้อโรค เช่น เชื้อไวรัส หรือสารที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ

ในการใช้ห้องสะอาดนั้นผลิตภัณฑ์และกระบวนการ จะต้องเหมาะสมกับลักษณะของสิ่งแวดล้อม

ภายใต้การควบคุมภายในห้องด้วยเหตุนี้จึงได้มีการจำแนกระดับชั้นความสะอาดของห้องสะอาดตามมาตรฐานหลายชนิดมาตรฐานที่ใช้กันทั่วไปได้แก่ Federal Standard ๒๐๙(ยกเลิกแล้ว), ISO ๑๔๖๘๔ และ EU GMP ซึ่งไม่ว่าจะเป็นมาตรฐานใดก็ล้วนแล้วแต่กำหนดไว้ว่าจะต้องตรวจวัดจำนวนและขนาดของอนุภาคในอากาศต่อหน่วยปริมาตรอากาศภายในห้องสะอาดเป็นเกณฑ์สำคัญ

มาตรฐาน ISO ๑๔๖๘๔-๑:๒๐๑๕ ได้มีการปรับปรุงได้กำหนดขีดระดับของความสะอาด เพื่อกำหนดคุณสมบัติระดับความสะอาดของห้องสะอาดและสภาพแวดล้อม ตลอดจนระบุถึงข้อกำหนดมาตรฐานของวิธีการและกระบวนการในการทดสอบ เพื่อกำหนดระดับความเข้มข้นของฝุ่น โดยได้กำหนดระดับความเข้มข้นของฝุ่นสูงสุดแต่ละขนาด เพื่อเป็นต้นแบบในการกำหนดและออกแบบระดับความสะอาดโดยอาศัยความเข้มข้นของฝุ่นเป็นเครื่องชี้ระดับความสะอาด ได้แก่ มาตรฐาน ISO ๑๔๖๘๔-๑:๒๐๑๕ คลีนรูมและสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องที่มีการควบคุม เล่ม ๑ Cleanrooms and associated controlled environments – Part ๑: Classification of air cleanliness by particle concentration และ ISO ๑๔๖๘๔-๒:๒๐๑๕ คลีนรูมและสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องที่มีการควบคุม เล่ม ๒ Cleanrooms and associated controlled environments – Part ๒: Monitoring to provide evidence of cleanroom performance related to air cleanliness by particle concentration

คุณสมบัติเฉพาะของห้องสะอาด

คุณสมบัติเฉพาะของห้องสะอาดประกอบด้วยความสะอาดอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ความดันและปัจจัย อื่นๆดังนี้

- ความสะอาด จะพิจารณาจากปริมาณหรือจำนวนอนุภาคภายในห้อง ซึ่งอนุภาคที่แขวนลอยอยู่ใน อากาศเกิดจากภายนอกห้องที่ถูกนำเข้ามาโดยปนมากับอากาศเข้า(supply air)และการไหลเวียนของอากาศในระบบ ปรับอากาศและอนุภาคที่ถูกปลดปล่อยมาจากเครื่องจักรการผลิตและบุคคลที่ทำงานภายในห้องสะอาด
- อุณหภูมิ สำหรับห้องสะอาดที่เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับความต้องการของกระบวนการผลิต และข้อ กำหนดของมาตรฐานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน การผลิต และผลิตภัณฑ์โดยจะกำหนดอุณหภูมิและความชื้น ของห้องในย่านที่เชื้อโรคเจริญเติบโตช้า เครื่องจักรไม่เกิดสนิม และผู้ปฏิบัติงานมีความสบายพอสมควร สำหรับ ห้องสะอาดโดยทั่วไปส่วนใหญ่จะมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง ๒๐-๒๕ องศาเซลเซียส กรณีห้องผ่าตัดควบคุมอุณหภูมิอยู่ในช่วง ๑๗-๒๗°C และความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง ๔๕-๕๕% RH

ชนิดของห้องสะอาด แบ่งตามลักษณะการไหลของอากาศ

- ห้องสะอาดที่มีการไหลของอากาศแบบทั่วไป (conventional clean room) ห้องสะอาดชนิดนี้จะมี การไหลของอากาศเหมือนกับระบบปรับอากาศที่ใช้ทั่วไป แต่ใช้HEPA filter และจำนวนครั้งของการเปลี่ยนอากาศ มากกว่า เพื่อลดความสกปรกในห้อง ห้องสะอาดแบบนี้จะมีระดับความสะอาดประมาณ class ๖ ตามมาตรฐานของ ISO หรือ class ๑,๐๐๐ ขึ้นไป ตามมาตรฐานของ Federal Standard (ปัจจุบันยกเลิกแล้ว)
- ห้องสะอาดที่มีการไหลของอากาศตามแนวนราบ (horizontal laminar clean room) ลมที่ความเร็ว คงที่จะไหลผ่าน HEPA filter ที่ติดตั้งเต็มพื้นที่ผนังห้องด้านหนึ่งผ่านเข้าสู่ห้องสะอาดแล้วถูกดูดกลับขึ้นด้านบน เพดาน กลับไปสู่เครื่องเป่าลม ห้องชนิดนี้จะมีระดับความสะอาดประมาณ ISO class ๕-๖ หรือ class ๑๐๐-๑,๐๐๐ ตาม Federal Standard (ปัจจุบันยกเลิกแล้ว) นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ห้องปฏิบัติการทางชีววิทยา เป็นต้น

- ห้องสะอาดที่มีการไหลของอากาศตามแนวดิ่ง (vertical laminar flow clean room) ห้องสะอาด ชนิดนี้จะติดตั้ง HEPA filter เต็มเพดาน โดยอากาศจะถูกส่งลงจากเพดานผ่าน HEPA filter ในแนวดิ่ง และลมจะ กลับผ่านพื้นที่ด้านล่างที่ทำให้โปร่ง แล้วกลับสู่เครื่องเป่าลมเย็น มีระดับชั้นความสะอาดประมาณ class ๑๐๐ ในทาง ปฏิบัติเหมาะสำหรับอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ชนิดของห้องสะอาด แบ่งตามลักษณะการใช้งาน มีดังนี้

- ห้องสะอาดทางอุตสาหกรรม (industrial clean room) เป็นห้องสะอาดที่ใช้กับ อุตสาหกรรม การผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ไมโครชิพ อุตสาหกรรมการผลิตสีฟิล์ม และสารเคมีต่าง ๆ
- ห้องสะอาดทางชีววิทยา (biological clean room) เป็นห้องสะอาดที่ใช้กับอุตสาหกรรม การ ผลิตยาห้องปฏิบัติการทางด้านชีววิทยาห้องผ่าตัดเพื่อควบคุมปริมาณเชื้อแบคทีเรียซึ่งความดันอากาศใน ห้องจะต้อง สูงกว่าความดันอากาศห้องข้างเคียง เพื่อป้องกันมิให้สิ่งสกปรกจากห้องข้างเคียงไหลเข้าสู่ห้อง สะอาด
- ห้องสะอาดที่เกี่ยวข้องกับชีววัตถุอันตราย (biohazard clean room) เป็นห้องสะอาดที่ใช้ กับห้อง ปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับเชื้อโรค เช่น เชื้อไวรัสหรือสารที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ โดยความดันอากาศ ในห้องจะต้อง ต่ำกว่าความดันอากาศห้องข้างเคียง เพื่อป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อหรือสารที่เป็นอันตราย ต่อสุขภาพออกไปน เป็นสิ่งแวดล้อมภายนอก

ห้องสะอาดสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนก่อสร้าง รวมถึงการบำรุงรักษาสูง แต่ จำเป็น ต้องจัดให้มีห้องสะอาดเพื่อควบคุมในแง่คุณภาพของการผลิตและสินค้าที่ต้องควบคุมการปนเปื้อนต่าง ๆ ดังเช่นห้อง สะอาดที่ใช้ควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศที่ใช้ในอุตสาหกรรมยา อาหาร และผลิตภัณฑ์บำรุง สุขภาพ ซึ่งต้องเป็น ไปตามข้อกำหนดของ GMP (Good Manufacturing Practice) และระบบการวิเคราะห์ อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้อง ควบคุม(HACCP: Hazard Analysis and Critical ControlPointSystem) เนื่องจากในกระบวนการผลิตอาหาร หากอากาศมีการสัมผัสกับอาหาร เชื้อจุลินทรีย์ที่ลอยอยู่ในอากาศจะมี โอกาสปะปนในอาหารได้ โดยเฉพาะอาหารที่ ขึ้นราได้ง่าย เช่นขนมปัง เนยเนยเทียม เป็นต้น จึงต้องป้องกัน เชื้อจุลินทรีย์โดยการใช้ห้องสะอาด ส่วนห้องสะอาดภายในโรงพยาบาลหรือห้องปลอดเชื้อมีวัตถุประสงค์เพื่อ ป้องกันการติดเชื้อ ที่เป็นห้อง Positive pressure หรือห้องความดันบวก เช่นในห้องผ่าตัด ห้องรักษาแผลไฟ โไหม้ ห้องผสมยาเคมีบำบัด และห้องที่ต้องมีการควบคุมเชื้อโรคที่เป็น Negative pressure เช่น ห้องแยกผู้ป่วย ติดเชื้อทางอากาศ เป็นต้น

การจำแนกระดับชั้นความสะอาดตาม ISO ๑๔๖๘๔-๑:๒๐๑๕

องค์การ ระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน (The International Organization for Standardization; ISO) ได้ออก มาตรฐาน ISO ๑๔๖๘๔-๑:๒๐๑๕ สำหรับใช้เป็นมาตรฐานสากลในการ จำแนกระดับชั้นของห้องสะอาดทั่วโลก เพื่อขจัด ปัญหาความแตกต่างของมาตรฐานห้องสะอาดของแต่ละ ประเทศ โดยระดับชั้นความสะอาดของห้อง (cleanliness class) ตามมาตรฐานนี้แบ่งเป็น ๙ ระดับ ดังแสดง ในภาพ ในการแบ่งระดับของความสะอาดนี้อาศัย พื้นฐานจากจำนวนอนุภาคกับค่าสูงสุดที่ยอมให้มีได้ของ จำนวนอนุภาคต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของอากาศ

Table 1 Selected airborne particulate cleanliness classes						
ISO 14644-1:2015 Classification Number (N)	Maximum concentration limits (particles/m ³)					
	0.1 µm	0.2 µm	0.3 µm	0.5 µm	1.0 µm	5.0 µm
ISO Class 1	10					
ISO Class 2	100	24	10			
ISO Class 3	1 000	237	102	35		
ISO Class 4	10 000	2 370	1 020	352	83	
ISO Class 5	100 000	23 700	10 200	3 520	832	
ISO Class 6	1 000 000	237 000	102 000	35 200	8 320	298
ISO Class 7				352 000	83 200	2 930
ISO Class 8				3 520 000	832 000	29 300
ISO Class 9				35 200 000	8 320 000	293 000

รูปแสดงข้อกำหนดในการจำแนกระดับความสะอาดโดยปริมาณของฝุ่นในอากาศตาม ISO ๑๔๖๔๔-๑:๒๐๑๕

การตรวจสอบประสิทธิภาพห้องสะอาดตามมาตรฐาน ISO ๑๔๖๔๔ โดยทั่วไปที่ต้องดำเนินการมีดังนี้

- Airflow Velocity and Uniformity Tests
- Airflow Volume and Uniformity Tests
- HEPA Filter Installation Leak Tests (D.O.P Test)
- Airborne Particle Count Cleanliness Classification Tests
- Room Pressurization Tests

๓.๓ การวัดเพื่อประเมินคุณภาพอากาศ

หลักเกณฑ์ในการประเมินคุณภาพของอากาศในอาคารชั้นต้นมีอยู่ ๒ เรื่อง คือ ตัวแปรที่มีผลต่อความสบายและสุขภาพ ซึ่งความแตกต่างอยู่ที่หนทางที่บุคคลได้รับผลกระทบ และมีตัวแปรบางอย่างมีผลทั้งต่อความสบายและสุขภาพ

ความสบาย

เป็นแนวทางหนึ่งในการวัดความพอใจของผู้ใช้อาคาร ซึ่งสามารถส่งผลโดยตรงต่อสมาธิและผลการทำงาน ความสบายเกิดจากสภาพทั้งทางด้านจิตใจและทางกายภาพ และแตกต่างกันตามแต่ละบุคคล ความสบายขึ้นอยู่กับตัวแปรหลายอย่าง เช่น เสื้อผ้าที่สวมใส่, ระดับของกิจกรรมและสภาพแวดล้อมทางกายภาพ

วิธีการวัดแบบต่างๆ ที่มักจะนำมาใช้เป็นตัวแปรในการวัดระดับของความสบาย ในขณะที่ทำการวัดควรจะมีเวลาเพียงพอที่จะให้เครื่องมืออ่านค่าได้อยู่ในระดับคงที่ (Stable) เช่น หากใช้เครื่องวัดอุณหภูมิในบริเวณที่มีอากาศร้อนจัด แล้วเปลี่ยนไปวัดในบริเวณที่มีอุณหภูมิเย็นโดยทันที จะทำให้ความเที่ยงตรงของค่าที่วัดได้เกิดข้อผิดพลาดได้

■ การวัดอุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นตัวแปรพื้นฐานของคุณภาพอากาศในอาคาร ที่มีผลกระทบโดยตรงต่อความรู้สึกสบาย และมีผลต่อสมรรถนะในการทำงานและผลการทำงาน ตามมาตรฐาน ASHRAE ๕๕ ช่วงอุณหภูมิที่ถือว่า “สบาย” คือ ระหว่าง ๗๓°F ถึง ๗๙°F (๒๒°C ถึง ๒๖.๑°C) ในฤดูร้อน และ ๖๘°F ถึง ๗๔.๕°F (๒๐.๐°C ถึง ๒๓.๖°C) ในฤดูหนาว

วิธีการวัดอุณหภูมิ

การวัดอุณหภูมิควรจะเป็นระยะในจุดต่างๆ ของอาคาร เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าอากาศกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอและคงที่ เครื่องมือที่ใช้วัด เช่น Thermo hygrometers หรือพวก Multi-parameter ventilation meters เป็นต้น

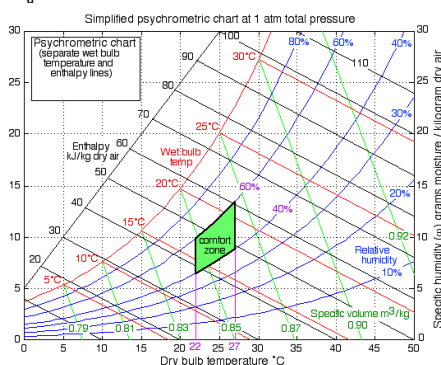
■ การวัดความชื้น

เนื่องจากว่า หากระดับความชื้นต่ำ จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าสถิต และคนจะรู้สึกผิวแห้งในทางตรงกันข้าม หากความชื้นสูงเกินไป คนจะรู้สึกเหนียวตัว ตามมาตรฐาน ASHRAE ๕๕ ระดับความชื้นที่เหมาะสมในอาคารควรจะรักษาไว้ให้อยู่ระหว่าง ๓๐%RH ถึง ๖๕%RH จะทำให้มีความสบายสูง

วิธีการวัดความชื้น

ความชื้นสามารถวัดได้หลายรูปแบบ ทั้งในรูปของการเทียบเคียง เช่น ความชื้นสัมพัทธ์, กระเปาะเปียก-กระเปาะแห้ง, อัตราส่วนความชื้น และความชื้นสัมบูรณ์ เป็นต้น และไม่จำเป็นต้องใช้วิธีการใดก็ตาม ควรจะทำการวัดเป็นระยะและกระจายให้ทั่วอาคาร เพื่อที่จะให้เกิดความมั่นใจว่าอากาศกระจายอย่างสม่ำเสมอและความชื้นอยู่ในระดับคงที่ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ซึ่งก็มีอุปกรณ์ที่ใช้ทำการวัด คือ Thermo hygrometers หรือพวก Multi-parameter ventilation meters เป็นต้น

มาตรฐาน ASHRAE ๕๕ ได้เชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นเข้าด้วยกัน เพื่อจะทำการวัดอุณหภูมิที่สบาย (Thermal Comfort) เป้าหมายหลักคือการกำหนดระดับอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมให้เกิดความสบายสูงสุด (Maximize occupant comfort) ในขณะเดียวกันก็ควบคุมการใช้พลังงานเขตสบาย (Comfort Zone) เป็นไปตามรูปที่ ๔.๑๐ ซึ่งได้จากการสำรวจในเชิงนามธรรม โดยทดสอบคนในสถานะต่าง ๆ และแสดงความรู้สึกออกมาในรูปแบบของความสบายหรืออึดอัดให้ทำการเทียบอุณหภูมิและความชื้นที่ทำการวัดได้กับกราฟ ว่าอยู่ในเขตสบายหรือไม่



รูปแสดงระดับของความสบายตามความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้น

■ การวัดการเคลื่อนตัวและกระแสลม (Air Movement and Flow)

๓ V's-Velocity (ความเร็ว), Volume (ปริมาณ), Ventilation (การระบาย)

ความเร็ว (Velocity) เป็นการตรวจวัดเพื่อให้ทราบถึงความเร็วในการผ่านเทอากาศให้เกิดความมั่นใจว่ามีการถ่ายเทของอากาศเข้ามาสู่อาคาร เพราะการถ่ายเทอากาศเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้รู้สึกสบาย หากลมแรงเกินไปอาจทำให้เกิดอาการ “หนาว” หรือรู้สึกมีลมกระโชก แต่ถ้าหากการถ่ายเทอากาศน้อยเกินไป ก็ทำให้เกิดการ “อบอ้าว หรืออึดอัด”

วิธีการวัดความเร็ว

การวัดเฉพาะจุดแบบคร่าวๆ และเร็ว ก็คือ วัดที่หัวลมง่าย เพื่อที่จะแสดงให้เห็นว่า มีลมเพียงพอในห้องหรือไม่ และยังชี้ให้เห็นว่า กระแสลมไม่ถูกกีดขวาง หรือใบบังลม (Damper) ถูกปิด และความเร็วลมยังแสดงให้เห็นว่า ลมนั้นถูกจ่ายเข้าสู่ห้องอย่างเท่าเทียมกันในจุดต่างๆ และมีการปรับสมดุลตลอดทั้งอาคาร ควรจะทำการวัดในเขตที่มีผู้ใช้งาน เพื่อประเมินถึงผลกระทบของความเร็วต่อแต่ละบุคคล เครื่องมือวัดความเร็วลมมีทั้งแบบ ใช้ใบพัด (Rotary Vane Anemometer) หรือแบบ Hot Wire Anemometer ซึ่งจะมีข้อจำกัดเรื่องความแม่นยำ หรือความเที่ยงตรงและความสามารถในการเข้าวัดหน้างานต่างกัน จึงต้องเลือกให้เหมาะสมกับการใช้งาน



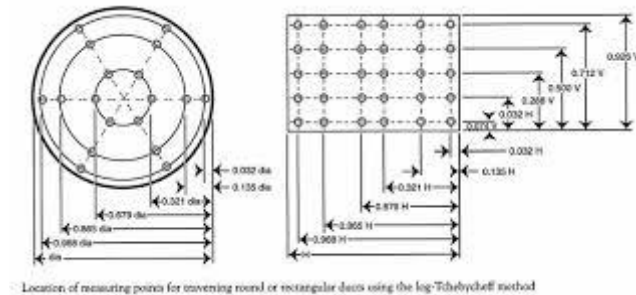
รูปแสดง การวัดความเร็วลมโดยใช้ Rotary Vane Anemometer

ปริมาณลม (Volume) ตามมาตรฐาน ASHRAE ๖๒ ได้กำหนดปริมาณของอากาศภายนอกอาคารที่จะต้องเติมเข้ามาในระบบในรูปแบบของปริมาณลมหน่วยเป็นลูกบาศก์ฟุตต่อคนที่ต่อคน ขึ้นอยู่กับลักษณะของห้องและกิจกรรมในห้อง อัตราส่วนของลมภายนอกสามารถคำนวณได้จากสูตรที่จะกล่าวถึงต่อไปในส่วนของ การระบายอากาศ ปริมาณอากาศภายนอกคำนวณได้จากการคูณอัตราส่วนที่เหมาะสมกับปริมาณลมที่วัดได้ ปริมาณลมหรือกระแสลมจะกระทบกับอัตราการการหมุนเวียนอากาศในอาคารหรืออัตราการเปลี่ยนแปลงของอากาศภายในและภายนอกอาคาร และมีผลสืบเนื่องมาจากรอยรั่วและระบบระบายอากาศทางธรรมชาติหรือทางกล การหมุนเวียนของอากาศมีผลกระทบอย่างมากต่อคุณภาพของอากาศภายในอาคาร เนื่องจากว่าหากมีการดึงอากาศจากภายนอกเข้ามามากอาจเป็นการเพิ่มมลพิษเข้าสู่อาคาร หรือในทางกลับกัน อาจช่วยเจือจางสิ่งปนเปื้อนหรือมลพิษในอาคาร

วิธีการวัดปริมาณลม

ความเร็วลมมักจะไม่สามารถวัดค่าที่หน้าตัดของลม เนื่องจากท่อลมรูปร่างต่างกัน ข้อต่อ, ข้องอ, ความโค้ง, ท่อย่อย หรือแรงเสียดทานในท่อลม ล้วนมีผลต่อการเคลื่อนที่ของลม โดยทั่วไปลมมักจะเคลื่อนที่ไปได้ช้าในส่วนที่ใกล้ขอบหรือมุมของท่อลม และจะเคลื่อนที่ได้เร็วตรงส่วนกลางของท่อลม ความเร็วลมเฉลี่ยหาได้จากค่าเฉลี่ยตรงทั้งท่อกลมหรือท่อเหลี่ยมโดยใช้วิธีการ log-Tchebycheff ซึ่งเป็นวิธีการที่

คำนึงถึงความเร็วที่สูญเสียไปเนื่องจากแรงเสียดทาน ดังรูปที่ ๔.๑๒ แสดงให้เห็นว่าการวัดค่าความเร็วลมสำหรับท่อเหลี่ยมนั้นต้องวัดอย่างน้อย ๒๕ จุด ส่วนท่อกลมให้วัดในจุดที่สมมาตรกันของเส้นผ่าศูนย์กลาง ซึ่งต้องวัดอย่างน้อยคู่ละ ๖ จุด



รูปแสดง วิธีการ log-Tchebycheff

เพื่อให้เกิดความแม่นยำในการวัด ควรจะวัดห่างจากจุดที่ลมเกิดภาวะปั่นป่วน เช่น ท่องอ, เวนจูลี่ คือประมาณ ๗.๕ เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อลมในกรณีทีวัดทางด้านใต้ลมกระแสลม (Down Stream) และห่างจากจุดลมปั่นป่วน ๓ เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหากทำการวัดที่ด้านเหนือลม (Up Stream) ซึ่งมาตรฐาน ASHRAE ๑๑๑ ได้กำหนดรายละเอียดการวัดในท่อลม

ในการคำนวณปริมาณลมให้คูณขนาดพื้นที่หน้าตัดของท่อลมกับความเร็วเฉลี่ยของท่อลม ตัวอย่างเช่น หากความเร็วเฉลี่ยเท่ากับ ๑๕๐ ฟุต/นาที และพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ ๔ ตารางฟุต ปริมาณลมจะเท่ากับ ๔ ตารางฟุต ปริมาณลมจะเท่ากับ ๑๕๐ ฟุต/นาที x ๔ ตร.ฟุต = ๖๐๐ ลบ.ฟุต/นาที เครื่องวัด Multi-parameter ventilation meter สามารถคำนวณปริมาณลมเองได้ เมื่อป้อนข้อมูลของขนาดพื้นที่หน้าตัดของท่อลม

เครื่องวัดบางตัวจะมีฮูดวัดลม (Capture Hood) ซึ่งสามารถวัดและให้ค่าของปริมาณลมจากหน้ากากกระจายลม หรือเวนจูลี่ ได้โดยตรงและทันที นอกจากนั้นแล้วยังสามารถใช้เก็บข้อมูล และวัดแบบต่อเนื่องตามจริง (Real Time) สะดวกต่อการปรับแต่งลมให้ได้สมดุลในระบบ เพื่อให้มีปริมาณลมที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่



การระบายอากาศ (Ventilation) การเติมอากาศภายนอกอาคารเข้ามาเพื่อเจือจางอากาศเสียภายในอาคาร ในขณะเดียวกันก็ดูดอากาศเสียภายในอาคารสู่ภายนอก มาตรฐาน ASHRAE ๖๒ ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการระบายอากาศโดยกำหนดเป็นค่าของอัตราส่วนอากาศภายนอกที่จะต้องดึงเข้าอาคาร และคำนวณเป็นปริมาณลมต่ำสุดต่อคนต่อเวลา ขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นที่และกิจกรรมที่ทำ โดยแสดงเป็นค่าของลูกบาศก์ฟุตต่อนาทีต่อคน

วิธีการวัดการระบายอากาศ

ข้อบ่งชี้ที่ดีที่แสดงให้เห็นว่ามีการระบายอากาศที่ดี คือ ระดับของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ในพื้นที่นั้น ๆ หากพื้นที่ใดมี CO₂ สูง แสดงว่าพื้นที่นั้นจำเป็นต้องเพิ่มการระบายอากาศ มาตรฐาน ASHRAE ๖๒ กำหนดให้ค่า CO₂ ในอาคารไม่ควรเกิน ๑,๐๐๐ ppm ซึ่งเป็นค่าที่มากกว่าระดับของ CO₂ ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของคน แม้ว่าจะมีความเข้มข้นสูงถึง ๑,๐๐๐ ppm แต่ก็อาจไม่กระทบต่อผู้ที่มีความแข็งแรง



รูปแสดงผลการวัด CO₂

ควรทำการวัดค่า CO₂ ในพื้นที่ต่าง ๆ ที่ลมกระจายไปถึง และวัดในระดับความสูงจากพื้นที่ต่าง ๆ กัน รวมทั้งวัดปริมาณทั้งภายในและภายนอกอาคาร ปริมาณของอากาศภายนอกอาคารที่ควรจะต้องเข้ามาในอาคารสามารถคำนวณเป็นอัตราส่วนของปริมาณลมทั้งหมด ซึ่งสามารถคำนวณจากอุณหภูมิหรือ CO₂ และจะต้องทำการวัดค่า ๓ อย่าง คือ ปริมาณลมกลับ ปริมาณลมจ่าย และปริมาณลมจากภายนอก

$$\text{ร้อยละของอากาศจากภายนอก} = \frac{RAM - SAM}{RAM - OAM} \times 100$$

เมื่อ	RAM	=	ค่าของลมกลับที่วัดได้ (Return air measure)
	SAM	=	ค่าของลมจ่ายที่วัดได้ (Supply air measure)
	OAM	=	ค่าอากาศภายนอกที่วัดได้ (Outdoor air measure)

เครื่องตรวจวัดคุณภาพอากาศในอาคารสามารถใช้วัดทั้งอุณหภูมิและ CO₂ พร้อมกัน และมีโปรแกรมคำนวณอัตราอากาศภายนอกอย่างอัตโนมัติเมื่อทำการป้อนข้อมูลที่วัดได้ทั้ง ๓ ค่า คือ ลมกลับ, ลมจ่าย และลมภายนอก เครื่องตรวจวัดส่วนใหญ่จะมีหน่วยความจำเพื่อเก็บข้อมูลที่วัดได้ เพื่อใช้ประเมินถึงความจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนรูปแบบหรือปริมาณในการระบายอากาศ

เมื่อสามารถกำหนดค่าของปริมาณลม (CFM) ก็จะสามารถคำนวณค่าของปริมาณของอากาศภายนอกที่ต้องเติมเข้าสู่อาคาร โดยการคูณปริมาณลมกับร้อยละของอากาศจากภายนอก

$$\text{ปริมาณลม (CFM)} \times \text{ร้อยละของอากาศจากภายนอก} = \text{ปริมาณอากาศภายนอก (CFM)}$$

ขั้นต่อไปคือ คำนวณค่าของปริมาณอากาศภายนอกต่อคน

$$\text{ปริมาณลมภายนอก (CFM)} / \text{จำนวนคน} = \text{ปริมาณของอากาศภายนอกต่อคน (CFM)}$$

หลังจากนั้นก็นำค่าที่ได้ไปเทียบกับตารางมาตรฐานของ ASHRAE ๖๒ เพื่อประเมินว่าปริมาณอากาศภายนอกอาคารเพียงพอต่อจำนวนคนตามลักษณะของพื้นที่ใช้งานหรือไม่

ตารางแสดง ค่ามาตรฐานอากาศภายนอกที่ต้องเติมสู่อาคารของมาตรฐาน ASHRAE ๖๒

Application	Estimated Maximum** Occupancy P/1000 ft ² or 100 m ²	Outdoor Air Requirements				Comments
		cfm/ person	L/s · person	cfm/ft ²	L/s · m ²	
Patient rooms	10	25	13			Special requirements or codes and pressure relationships may determine minimum ventilation rates and filter efficiency. Procedures generating contaminants may require higher rates.
Medical procedure	20	15	8			
Operating rooms	20	30	15			
Recovery and ICU	20	15	8			
Autopsy rooms	20			0.50	2.50	Air shall not be recirculated into other spaces.
Physical therapy	20	15	8			

สุขภาพและความปลอดภัย

ความสบายจะมีผลต่อการทำงานและสมาธิแต่ก็มีสิ่งปนเปื้อนหลายชนิดที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ คุณภาพของอากาศภายในอาคารที่ไม่ดีเกิดจากไอระเหย ก๊าซ หรืออนุภาคฝุ่นที่มีความเข้มข้นในระดับที่ส่งผลเสียต่อผู้ใช้อาคารคนใดคนหนึ่ง ที่จริงแล้วพวกมลพิษ สิ่งที่ทำให้เกิดการติดเชื้อ, ทำให้เกิดภูมิแพ้, ก่อความระคายเคืองต่อร่างกาย หรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพล้วนอยู่โดยรอบมนุษย์แต่อยู่ในระดับความเข้มข้นที่ต่ำกว่าที่จะกระตุ้นให้เกิดความรู้สึก (Threshold) และได้รับความสนใจน้อย แต่เมื่อไรก็ตามที่มีค่าอยู่ในระดับที่รับรู้ได้ก็จะเกิดปัญหา บางคนก็มีความรู้สึกไวต่อสารบางอย่าง ในขณะที่คนที่อยู่ในบริเวณเดียวกันก็อาจไม่รู้สึก แต่บางครั้งเมื่อความเข้มข้นสูงจนก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของผู้อยู่อาศัยโดยรวม และบางครั้งอาจสูงจนเป็นอันตรายถึงชีวิตของผู้ที่อยู่ในที่นั้น จึงจำเป็นต้องคอยตรวจวัดค่าของสารพิษก่อนที่อันตรายจะลุกลามและทำการแก้ไขอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

■ ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์

ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) เป็นก๊าซที่ไร้กลิ่นสีแต่เป็นพิษเกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ เมื่อหายใจเข้าไป CO จะไปจับกับเม็ดเลือดแดงแทนที่ออกซิเจนและขัดขวางการถ่ายเทออกซิเจนในเซลล์ต่างๆ ของร่างกาย เมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้วก็ไม่สามารถขับออกจากร่างกายได้ง่าย จนบางครั้งถึงอาจต้องถ่ายเลือด การได้รับ CO ในระดับที่สูงเกินไปอาจส่งผลให้ร่างกายบางส่วนเป็นอัมพาตอาจถึงขั้นตายได้ แม้ว่าจะมีปริมาณแค่ระดับหนึ่งในล้านก็ควรทำการวัดเพื่อป้องกันปัญหภายในอาคาร หน่วยพิทักษ์สิ่งแวดล้อมในอเมริกา (U.S. EPA) ได้กำหนดค่าของอากาศภายนอกอาคารที่จะต้องเติมในอาคารเพื่อระบายอากาศเสียในอาคาร โดย

กำหนดเวลาจำกัดของคนในการสูดดม CO ไว้ไม่เกิน ๑ ชั่วโมงต่อครั้งตลอดระยะเวลา ๑ ปี เมื่อค่าความเข้มข้นของ CO มีระดับเฉลี่ยที่ ๓๕ ส่วนในล้าน (ppm) และก็มีหน่วยงานอื่น ๆ ในอเมริกาที่ได้กำหนดปริมาณของ CO ในที่ทำงานโดยเฉพาะ

วิธีการวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

ควรทำการตรวจวัดค่า CO ในพื้นที่ที่มีการเผาไหม้ โดยเฉพาะจุดที่ใกล้กับรถยนต์ หรือที่มีการเผาไหม้ เช่น เตาเผาขยะ, เครื่องกำเนิดไอน้ำ, เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ, โรงครัว ที่จอดรถยนต์ เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าการระบายอากาศเป็นไปอย่างทั่วถึง อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัด เช่น เครื่องวัดคุณภาพอากาศ หรือเครื่องวัดการเผาไหม้ซึ่งมีทั้งแบบเคลื่อนที่ และติดตั้งอยู่กับที่



รูปที่ ๔.๑๕ การวัด CO

■ **ฝุ่น (Airborne Particle)**

การหายใจเอาฝุ่นเข้าสู่ร่างกายจะไปกระตุ้นกลไกการขับของอวัยวะภายในร่างกาย และถ้าหากสูดเอาฝุ่นเกินกำหนด อาจทำให้อวัยวะส่วนนั้นเกิดอาการตึงหรือหยุดการทำงาน ขนาดของฝุ่นที่แขวนลอยในอากาศมักจะมีขนาด ๑๐ ไมครอนหรือเล็กกว่า โดยได้มีการกำหนดไว้เป็นค่าอ้างอิงที่ PM๑๐ ฝุ่นที่สามารถเล็ดลอดเข้าสู่ปอดคนเรานั้นมีขนาดเล็กกว่า ๔ ไมครอน ซึ่งมักมีแหล่งมาจาก ฝุ่นละออง หมอกควัน แม้กระทั่งฝุ่นผงจากการเผาไหม้ ตามมาตรฐาน ASHRAE ๖๒ ได้จำกัดเวลานานที่สุดที่คนจะได้รับฝุ่นขนาด PM๑๐ ไม่เกิน ๒๔ ชั่วโมงสำหรับความเข้มข้นของ PM๑๐ ที่ ๐.๑๕ มก./ลบ.ม. และ ๐.๐๕ มก./ลบ.ม. สำหรับการสูดเข้าตลอดปี

วิธีการวัดฝุ่น

ในเบื้องต้นจำเป็นต้องลดปริมาณของฝุ่นให้เหลือน้อยที่สุดโดยวิธีพื้นฐาน เช่น การรักษาทำความสะอาดให้ถี่ขึ้น กำหนดข้อปฏิบัติเกี่ยวกับการทำความสะอาด การเพิ่มประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศ การรักษาระดับความดันสัมพัทธ์ภายในห้องให้เป็นบวก เมื่อเทียบกับภายนอก ตลอดจนถึงการออกแบบที่เหมาะสม

การวัดสามารถทำได้ ๒ แบบ คือการสุ่มตัวอย่างวัดเป็นระยะ และการวัดแบบแสดงค่าจริงตามเวลา (Real-Time Monitoring) โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวัดฝุ่นอยู่ ๓ ประเภท คือ

๑) เครื่องวัดอาศัยหลักความเข้มแสง (Photometer) เหมาะสำหรับวัดฝุ่นขนาดตั้งแต่ ๐.๑ ถึง ๑๐.๐ ไมครอน วัดปริมาณฝุ่นในรูปของความเข้มข้นระหว่าง ๐.๐๑ ถึง ๑๐๐.๐ มก./ลบ.ม. เหมาะในการวัดการรั่วของเครื่องกรองอากาศประสิทธิภาพสูง (HEPA Filter) ไม่เหมาะในการวัดระดับความสะอาดของห้องแต่เหมาะสำหรับวัดในโรงงาน

๒) เครื่องวัดฝุ่นอาศัยหลักการสะท้อนและการกระจายแสง (Optical Particle Counter) เหมาะสำหรับการวัดฝุ่นขนาด ๐.๑ ถึง ๒๐.๐ ไมครอน มักใช้ในการวัดห้องสะอาดเพื่อรับรองระดับความสะอาดของห้อง สามารถวัดปริมาณฝุ่นตามแต่ละขนาดที่ได้กำหนดไว้หรือที่เครื่องสามารถทำได้ แต่มีข้อจำกัด คือ ไม่ควรทำการวัดในบริเวณที่ปริมาณฝุ่นเกินกว่า 2×10^5 อนุภาค/ลบ.ฟุต หรือ ๗๐ อนุภาค/ลบ.ซม. สามารถใช้ได้กับการวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร

๓) เครื่องมือวัดโดยอาศัยหลักการกลั่นตัว (Condensation Particle Counter) เหมาะสำหรับการวัดฝุ่นขนาด ๐.๐๒ ถึง ๑.๐ ไมครอน เหมาะสมมากสำหรับการวัดฝุ่นเพื่อตรวจสอบคุณภาพอากาศภายในอาคาร และมีช่วงกำหนดวัดฝุ่นได้ไม่เกิน 1.5×10^{10} อนุภาค/ลบ.ฟุต หรือ ๕๐๐,๐๐๐ อนุภาค/ลบ.ซม.



รูปที่ ๔.๑๖ การวัดฝุ่นแบบแสดงค่าจริงตามเวลา (Real-Time Monitoring)

■ ฝุ่นละเอียดมาก (Ultrafine Particle)

ฝุ่นละเอียดมากหมายถึง ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า ๐.๑ ไมครอน ซึ่งมักจะเกิดจากกระบวนการเผาไหม้หรือปฏิกิริยาทางเคมี ฝุ่นขนาดละเอียดนี้สามารถผ่านกลไกการป้องกันของร่างกายแล้วเข้าสู่ส่วนลึกที่สุดของปอด สำหรับบางคนแล้วจะมีความไวต่อฝุ่นที่ละเอียดมาก แม้ว่าจะไม่มีสารเคมีเข้ามาเกี่ยวข้องก็ตาม และเมื่อฝุ่นสะสมอยู่ในร่างกายจนเกินพื้นที่ในร่างกายมาก ก็จะก่อผลเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

ปัจจุบัน ยังไม่มีมาตรฐานที่แน่นอนเกี่ยวกับปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นขนาดละเอียดที่ยอมรับได้ในอาคาร แต่ก็มีผู้ป่วยซึ่งอยู่ในบริเวณที่มีความเข้มข้นของฝุ่นละเอียดในปริมาณที่สูง สามารถลดอาการป่วยลงได้เมื่อย้ายไปอยู่ที่อื่นสักพัก หรือมีการลดปริมาณฝุ่น โดยวิธีการทำความสะอาด หรือลดกิจกรรมที่ก่อให้เกิดฝุ่น

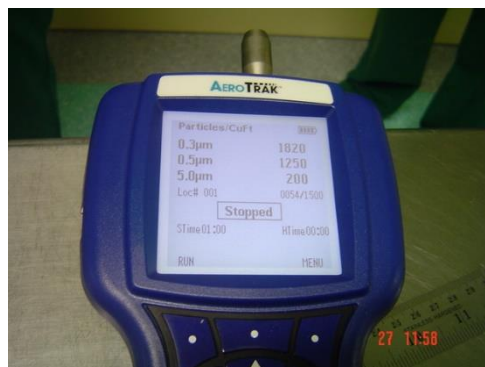
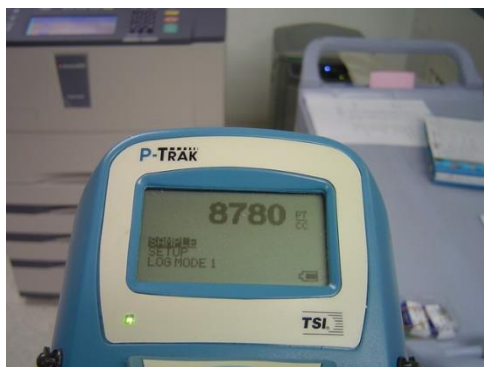
ฝุ่นขนาดละเอียดสามารถแขวนลอยอยู่ในอากาศได้เป็นเวลานานโดยไม่ตกลงสู่พื้น และสามารถแทรกซึมเข้าสู่อาคารได้หลายทาง แม้ว่าจะมีการอุดรอยรั่วไว้อย่างแน่นหนา และฝุ่นเหล่านี้สามารถกระจายไปได้ทั่วตามกระแสลมทั้งจากการจ่ายลมตามท่อลม หรือความดันต่างระหว่างห้อง

วิธีการวัดฝุ่นละเอียด

อุปกรณ์สำหรับวัดฝุ่นขนาดละเอียดในปัจจุบันนี้ คือ Condensation Particle Counter (CPC) ซึ่งสามารถนำมาใช้วัดฝุ่นละเอียดบริเวณโดยรอบอาคาร วิธีการในการตรวจหาแหล่งของฝุ่นละเอียด อาจกระทำได้โดยการคำนวณเบื้องต้นจากประสิทธิภาพของเครื่องกรองอากาศที่ติดตั้งที่ท่ออากาศที่นำอากาศเข้าอาคารหรือกรองผสมอากาศ เช่น เครื่องกรองอากาศมีประสิทธิภาพการกรองอากาศที่ ๗๕% หมายถึง สามารถให้ฝุ่นที่เหลืออีก ๒๕% เข้าสู่อาคาร ตามแต่ละขนาดของฝุ่น ดังนั้นจึงสามารถคำนวณปริมาณฝุ่นแต่ละขนาดที่กระจายอยู่ในอาคาร ว่าควรอยู่ในระดับความเข้มข้นเท่าใด และเป็นไปตามที่ตั้งเป้าหมายไว้หรือไม่ หากสูงเกินกว่าที่คาดการณ์ไว้มาก ก็จำเป็นต้องลดหรือย้ายกิจกรรมที่คาดว่าจะก่อให้เกิดฝุ่น เมื่อสามารถหาต้นตอของแหล่งที่กำเนิดฝุ่นได้แล้ว ก็กำหนดมาตรการป้องกันหรือลดฝุ่นที่จะเกิดขึ้น และฝุ่นที่เกิดจากภายในอาคารก็อาจ

ไม่ใช่สาเหตุเพียงอย่างเดียว แต่อาจมาจากหลายสาเหตุ และเมื่อค้นพบสาเหตุแรกก็อาจนำไปสู่การค้นพบเหตุอื่นๆ ต่อไป และการป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นแต่เนิ่นๆ ก็จะช่วยให้ปัญหาไม่ลุกลาม

ปัจจัยอีกสิ่งหนึ่งที่อาจก่อให้เกิดการนำพาของฝุ่นเข้าสู่อาคาร คือ ความดันแตกต่าง แม้ว่าจะเกิดความดันแตกต่างเล็กน้อยก็สามารถทำให้ฝุ่นขนาดเล็กเฉียดเข้าสู่อาคารได้ เนื่องจากมีขนาดละเอียดมาก และไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า



รูปแสดงการวัดฝุ่นละเอียด

■ สารเคมี-ในรูปของฝุ่นในอากาศ

มีสารเคมีหลายประเภทอยู่ในรูปของก๊าซซึ่งเป็นอันตรายต่อคน จนบางครั้งอาจต้องสวมอุปกรณ์ป้องกัน ไอระเหยสารเคมีที่ได้รับความสนใจและมีการกำหนดค่ามาตรฐานเช่น ฟอर्मาลดีไฮด์ หรือไอระเหยสารอินทรีย์ (Volatile Organic Compound) ซึ่งมีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ ไอสารเคมีเหล่านี้มีแหล่งกำเนิดจากภายในอาคารเองและจากภายนอกอาคาร และหน่วยงานต่างๆ ทั่วโลกก็ได้ออกมาตรการต่างๆ เกี่ยวกับค่าของไอเคมีสูงสุดที่ยอมรับได้ในสถานที่ต่างๆ โดยเฉพาะในที่ทำงาน

วิธีการวัดสารเคมี-ในรูปของฝุ่นในอากาศ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัด ไอสารเคมี เช่น Electro chemical and Infrared Gas Sensor (NDIR) เครื่องมือที่ได้รับการออกแบบให้สามารถแยกประเภทของก๊าซ เช่น การเผาไหม้ การปล่อยของเสีย หรือกิจกรรมอื่นที่มีผลกระทบต่อคุณภาพอากาศ เช่น เครื่องตรวจวัด Photoplization หรือ Flame-Ionization สามารถใช้ในการแยกประเภทไอระเหยสารอินทรีย์ ซึ่งมีผลกระทบต่อคุณภาพของอากาศ



รูปแสดงการวัดฟอर्मาลดีไฮด์

๒.๔ กฎหมาย และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย

กฎกระทรวงฉบับที่ ๓๓ (พ.ศ.๒๕๓๕), กฎกระทรวงฉบับที่ ๓๙ (พ.ศ.๒๕๓๗), กฎกระทรวงฉบับที่ ๔๗ (พ.ศ.๒๕๔๐), กฎกระทรวงฉบับที่ ๕๐ (พ.ศ.๒๕๓๕) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. ๒๕๒๒

๑) อาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่พิเศษ ที่ขออนุญาตก่อนกฎหมายอาคารสูงมีผลบังคับใช้ (กฎกระทรวงฉบับที่ ๓๓ (พ.ศ.๒๕๓๕) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.๒๕๒๒ มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ ๑๘ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๓๕) อาคารกลุ่มนี้ต้องมีระบบป้องกันและระงับอัคคีภัยในอาคารอย่างน้อยตามข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่องควบคุมการก่อสร้างอาคาร พ.ศ.๒๕๒๒ และกฎกระทรวงฉบับที่ ๔๗ (พ.ศ. ๒๕๔๐) ดังนี้

(ก.) บันไดหนีไฟและทางหนีไฟ

- มีพื้นที่ลาดฟ้าเพื่อใช้เป็นทางหนีไฟทางอากาศ
- มีบันไดหนีไฟที่ไม่ใช่บันไดในแนวดิ่งเพิ่มจากบันไดหลักของอาคารแต่ละชั้น และต้องสามารถลำเลียงบุคคลทั้งหมดในอาคารออกนอกอาคารได้ภายใน ๑ ชั่วโมง โดยบันไดหนีไฟต้องมีลักษณะ ดังนี้ บันไดหนีไฟในอาคารต้องมีผนังทุกด้านโดยรอบทำด้วยวัสดุที่ไม่ติดไฟ และช่องประตูบันไดหนีไฟต้องเป็นบานเปิด กว้างไม่น้อยกว่า ๐.๘๐ เมตร สูงไม่น้อยกว่า ๒ เมตร ทำด้วยวัสดุที่ไม่ติดไฟ พร้อมติดตั้งอุปกรณ์ชนิดที่บังคับให้บานประตูปิดได้เอง (Door Closer)

(ข.) เครื่องหมายและไฟป้ายบอกทางออกฉุกเฉิน ต้องมีป้ายบอกชั้นและป้ายบอกทางหนีไฟที่ด้าน

ในและด้านนอกของประตูหนีไฟทุกชั้นด้วยตัวอักษรที่มีขนาดไม่เล็กกว่า ๐.๑๐ เมตร พร้อมระบบไฟส่องสว่างสำรองเพื่อให้สามารถมองเห็นช่องทางเดินได้ขณะเพลิงไหม้

(ค.) ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ต้องติดตั้งระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้ทุกชั้น โดยระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้อย่างน้อยต้องประกอบด้วย

- อุปกรณ์ส่งสัญญาณเพื่อให้หนีไฟที่สามารถส่งเสียงหรือสัญญาณให้คนที่อยู่ในอาคารได้ยินหรือทราบอย่างทั่วถึง
- อุปกรณ์แจ้งเหตุที่มีทั้งระบบแจ้งเหตุอัตโนมัติ และระบบแจ้งเหตุที่ใช้มือเพื่อให้อุปกรณ์ของระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทำงาน

(ง.) ระบบติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิง ต้องติดตั้งเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ ๑ เครื่องต่อพื้นที่ไม่เกิน ๑,๐๐๐ ตารางเมตร ทุกระยะ ๔๕ เมตร แต่ต้องไม่น้อยกว่าชั้นละ ๑ เครื่อง การติดตั้งเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ ต้องติดตั้งให้ส่วนบนสุดของตัวเครื่องสูงจากระดับพื้นอาคารไม่เกิน ๑.๕๐ เมตร ในจุดที่สามารถนำมาใช้ได้สะดวก และต้องอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ตลอดเวลา

(จ.) ระบบป้องกันฟ้าผ่า ต้องติดตั้งระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า ซึ่งประกอบด้วย หัวล่อฟ้า สายล่อฟ้า สายตัวนำ สายนำลงดิน และหลักสายดินที่เชื่อมโยงกันเป็นระบบโดยให้เป็นไปตามมาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าของกรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงาน

(ฉ.) ติดตั้งแบบแปลนแผนผังของอาคาร ต้องติดตั้งแบบแปลนแผนผังอาคารแต่ละชั้นแสดงตำแหน่งห้องต่าง ๆ ทุกห้อง ตำแหน่งที่ติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิงต่าง ๆ ประตูหรือทางหนีไฟของชั้นนั้น ติดไว้ในตำแหน่งที่เห็นได้ ชัดเจนที่บริเวณห้องโถง หรือหน้าลิฟต์ทุกแห่งทุกชั้นในอาคาร และที่บริเวณพื้นที่ชั้นล่างของอาคารต้องจัดให้มีแบบแปลนแผนผังของอาคารทุกชั้นเก็บรักษาไว้เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์ได้กรณีเกิดเหตุเพลิงไหม้

๒.) อาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่พิเศษ ที่ขออนุญาตหลังกฎกระทรวงฉบับที่ ๓๓ (พ.ศ. ๒๕๓๕) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. ๒๕๒๒ มีผลบังคับใช้ (ขออนุญาตระหว่างวันที่ ๑๘ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๓๕ ถึงวันที่ ๑๑ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๔๐) อาคารกลุ่มนี้ต้องมีระบบป้องกันและระงับอัคคีภัยในอาคารอย่างน้อยตามกฎกระทรวงฉบับที่ ๓๓ (พ.ศ. ๒๕๓๕) ,กฎกระทรวงฉบับที่ ๓๙ (พ.ศ. ๒๕๓๗), กฎกระทรวงฉบับที่ ๔๗ (พ.ศ. ๒๕๔๐) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. ๒๕๒๒ ดังนี้

(ก.) บันไดหนีไฟและทางหนีไฟ อาคารสูงต้องมีบันไดหนีไฟจากชั้นสูงหรือดาดฟ้าสู่พื้นดินอย่างน้อย ๒ บันไดแต่ละบันไดหนีไฟต้องอยู่ห่างกันไม่เกิน ๖๐ เมตร เมื่อวัดตามแนวทางเดินและต้องมีลักษณะดังนี้

- ระบบบันไดหนีไฟต้องสามารถใช้ลำเลียงบุคคลทั้งหมดในอาคารออกนอกอาคารได้ภายใน ๑ ชั่วโมง
- บันไดหนีไฟต้องทำด้วยวัสดุทนไฟและไม่ผุกร่อน มีความกว้างไม่น้อยกว่า ๐.๙๐ เมตร ลูกนอนกว้างไม่น้อยกว่า ๐.๒๒ เมตร และลูกตั้งสูงไม่เกิน ๐.๒๐ เมตร มีชานพักกว้างไม่น้อยกว่า ๐.๙๐ เมตร และมีราวบันไดอย่างน้อยหนึ่งด้าน
- ห้ามสร้างบันไดหนีไฟเป็นแบบบันไดเวียน
- บันไดหนีไฟและชานพักส่วนที่อยู่ภายนอกอาคารต้องมีผนังด้านที่บันไดพาดผ่านเป็นผนังกันไฟ
- บันไดหนีไฟภายในอาคารต้องมีอากาศถ่ายเทจากภายนอกอาคารได้ แต่ละชั้นต้องมีช่องระบายอากาศที่มีพื้นที่รวมกันไม่น้อยกว่า ๑.๕ ตารางเมตร เปิดสู่ภายนอกอาคารได้ หรือมีระบบอัดลมภายในช่องบันไดหนีไฟที่ทำงานได้โดยอัตโนมัติเมื่อเกิดเพลิงไหม้
- บันไดหนีไฟที่อยู่ภายในอาคารต้องมีผนังกันไฟโดยรอบยกเว้นช่องระบายอากาศ และต้องมีแสงสว่างจากระบบไฟฟ้าฉุกเฉินให้มองเห็นช่องทางได้ขณะเพลิงไหม้
- ประตูหนีไฟต้องทำด้วยวัสดุทนไฟ เป็นบานเปิดชนิดผลักออกสู่ภายนอกพร้อมติดตั้งอุปกรณ์ชนิดที่บังคับให้บานประตูปิดได้เอง (Door Closer) มีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า ๐.๙๐ เมตร สูงไม่น้อยกว่า ๑.๙๐ เมตร และต้องสามารถเปิด

ออกได้โดยสะดวกตลอดเวลา ประตูหรือทางออกสู่บันไดหนีไฟต้องไม่มีชั้น หรือ ธรณีประตู หรือขอบกั้น

- มีป้ายบอกชั้นและป้ายบอกทางหนีไฟที่ด้านในและด้านนอกของประตูหนีไฟทุกชั้นด้วยตัวอักษรที่มีขนาดไม่เล็กกว่า ๐.๑๐ เมตร
- อาคารสูง ต้องมีช่องทางเฉพาะ สำหรับบุคคลภายนอกเข้าไปบรรเทาสา

ธารณภัยที่เกิดในอาคารได้ทุกชั้น ช่องทางเฉพาะนี้จะเป็นลิฟต์ดับเพลิงหรือช่องบันไดหนีไฟก็ได้โดยทุกชั้นต้องมีห้องว่างที่มีพื้นที่อย่างน้อย ๖ ตารางเมตร ที่เป็นพื้นที่ปลอดจากควันและเปลวไฟติดต่อกับช่องทางดังกล่าว และเป็นที่ตั้งของตู้หัวฉีดน้ำดับเพลิง (FHC) ประจำชั้นของอาคาร

(ข.) เครื่องหมายและไฟป้ายบอกทางออกฉุกเฉิน ต้องมีป้ายบอกชั้น และป้ายบอกทางหนีไฟด้วยตัวอักษรที่มีขนาดไม่เล็กกว่า ๐.๑๐ เมตร หรือสัญลักษณ์ที่อยู่ในตำแหน่งที่มองเห็นได้ชัดเจนตลอดเวลา และมีแสงสว่างจากระบบไฟฟ้าฉุกเฉินให้สามารถมองเห็นได้ชัดเจนขณะเพลิงไหม้

(ค.) ระบบไฟฟ้าสำรองฉุกเฉิน มีระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำรองสำหรับกรณีฉุกเฉินสามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติเมื่อระบบจ่ายไฟฟ้าปกติหยุดทำงาน โดยสามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้เพียงพอสำหรับใช้งาน ดังต่อไปนี้

- จ่ายพลังงานไฟฟ้าเป็นเวลาไม่น้อยกว่า ๒ ชั่วโมงสำหรับเครื่องหมายแสดงทางฉุกเฉิน ทางเดิน ห้องโถง บันได และระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้

(ง.) จ่ายพลังงานไฟฟ้าตลอดเวลาที่ใช้งานสำหรับลิฟต์ดับเพลิง เครื่องสูบน้ำดับเพลิง ห้องช่วยชีวิตฉุกเฉิน ระบบสื่อสารเพื่อความปลอดภัยของสาธารณะ และกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิต หรือสุขภาพอนามัยเมื่อกระแสไฟฟ้าขัดข้อง

(จ.) ระบบลิฟต์ดับเพลิง อาคารสูงต้องมีลิฟต์ดับเพลิงอย่างน้อยหนึ่งชุด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- ลิฟต์ดับเพลิงต้องจอดได้ทุกชั้นของอาคาร และต้องมีระบบควบคุมพิเศษสำหรับพนักงานดับเพลิงใช้ขณะเกิดเพลิงไหม้โดยเฉพาะ
- บริเวณห้องโถงหน้าลิฟต์ดับเพลิงทุกชั้นต้องติดตั้งตู้สายฉีดน้ำดับเพลิง (FHC) หรือหัวต่อสายฉีดน้ำดับเพลิงและอุปกรณ์ดับเพลิงอื่น ๆ
- ห้องโถงหน้าลิฟต์ดับเพลิงทุกชั้นต้องมีผนังหรือประตูที่ทำด้วยวัสดุทนไฟปิดกั้นมิให้เปลวไฟ หรือควันเข้าได้ มีหน้าต่างเปิดออกสู่ภายนอกอาคารได้โดยตรง หรือมีระบบอัดลมภายในห้องโถงหน้าลิฟต์ดับเพลิง และทำงานได้โดยอัตโนมัติเมื่อเกิดเพลิงไหม้

(ฉ.) ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ต้องติดตั้งระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้ทุกชั้น โดยระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้อย่างน้อยต้องประกอบด้วย

- อุปกรณ์ส่งสัญญาณเพื่อให้หนีไฟที่สามารถส่งเสียงหรือสัญญาณให้คนที่อยู่ในอาคารได้ยินหรือทราบอย่างทั่วถึง
- อุปกรณ์แจ้งเหตุที่มีทั้งระบบแจ้งเหตุอัตโนมัติ และระบบแจ้งเหตุที่ใช้มือเพื่อให้อุปกรณ์ของระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทำงาน

- ระบบการติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิง ต้องติดตั้งเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ ๑ เครื่อง ต่อพื้นที่ไม่เกิน ๑,๐๐๐ ตารางเมตร ทุกระยะ ๔๕ เมตร แต่ต้องไม่น้อยกว่าชั้นละ ๑ เครื่อง การติดตั้งเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ ต้องติดตั้งให้ส่วนบนสุดของตัวเครื่องสูงจากระดับพื้นอาคารไม่เกิน ๑.๕๐ เมตร และต้องมีขนาดบรรจุสารเคมีไม่น้อยกว่า ๔ กิโลกรัม

(ข.) ระบบการจ่ายน้ำดับเพลิง เครื่องสูบน้ำดับเพลิง และหัวฉีดน้ำดับเพลิง

- ทุกชั้นของอาคารต้องมีตู้หัวฉีดน้ำดับเพลิง (FHC) ที่ประกอบด้วยหัวต่อสายฉีดน้ำดับเพลิง พร้อมสายฉีดน้ำดับเพลิงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๒๕ มิลลิเมตร (๑ นิ้ว) และหัวต่อสายฉีดน้ำดับเพลิงชนิดหัวต่อสวมเร็วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๖๕ มิลลิเมตร (๒½ นิ้ว) พร้อมทั้งฝาครอบและโซ่ร้อย ติดไว้ทุกระยะไม่เกิน ๖๔.๐ เมตร และเมื่อใช้สายฉีดน้ำดับเพลิงยาวไม่เกิน ๓๐.๐ เมตรต่อจากตู้หัวฉีดน้ำดับเพลิงแล้วสามารถนำไปใช้ดับเพลิงในพื้นที่ทั้งหมดในชั้น
- อาคารสูงต้องมีที่เก็บน้ำสำรองเพื่อใช้เฉพาะในการดับเพลิงและให้มีประตูน้ำปิด - เปิด และประตูน้ำกันน้ำไหลกลับอัตโนมัติด้วย
- หัวรับน้ำดับเพลิงที่ติดตั้งภายนอกอาคารต้องเป็นชนิดข้อต่อสวมเร็วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๖๕ มิลลิเมตร (๒½ นิ้ว) สามารถรับน้ำจากกรดดับเพลิงที่มีข้อต่อสวมเร็วแบบมีเขี้ยวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๖๕ มิลลิเมตร (๒½ นิ้ว) ที่หัวรับน้ำดับเพลิงต้องมีฝาปิด-เปิดที่มีโซ่ร้อยติดไว้ด้วย ระบบท่อเย็นทุกชุดต้องมีหัวรับน้ำดับเพลิงนอก อาคาร ๑ หัวและอยู่ใกล้หัวท่อดับเพลิงสาธารณะมากที่สุด พร้อมป้ายข้อความเขียน ด้วยสีสะท้อนแสงว่า “หัวรับน้ำดับเพลิง”
- ปริมาณการส่งจ่ายน้ำสำรองต้องสามารถส่งจ่ายน้ำสำรองได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า ๓๐ นาที
- ระบบดับเพลิงอัตโนมัติ ต้องมีระบบดับเพลิงอัตโนมัติ เช่น Sprinkler System หรือระบบอื่นที่เทียบเท่าที่สามารถทำงานได้ทันทีเมื่อมีเพลิงไหม้ โดยครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดทุกชั้น
- ระบบป้องกันฟ้าผ่า ต้องติดตั้งระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า ซึ่งประกอบด้วย เสาล่อฟ้า สายล่อฟ้า สายนำลงดิน และหลักสายดินที่เชื่อมโยงกันเป็นระบบ โดยอาคารแต่ละหลังต้องมีสายตัวนำโดยรอบอาคาร และมีสายนำลงดินต่อจากสายตัวนำห่างกันทุกระยะไม่เกิน ๓๐ เมตร โดยวัดตามแนวขอบรอบอาคาร สายนำลงดินของอาคารแต่ละหลังต้องมีไม่น้อยกว่า ๒ สาย ทั้งนี้เหล็กเสริม หรือเหล็กรูปพรรณในโครงสร้างอาคารอาจใช้เป็นสายนำลงดินได้
- ติดตั้งแบบแปลนแผนผังของอาคาร ต้องติดตั้งแบบแปลน แผนผังอาคารแต่ละชั้น แสดงตำแหน่งห้องต่าง ๆ ทุกห้อง ตำแหน่งที่ติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิงต่าง ๆ ประตุ

หรือทางหนีไฟของชั้นนั้น ติดไว้ในตำแหน่งที่เห็นได้ชัดเจนที่บริเวณห้องโถง หรือ
หน้าลิฟต์ทุกแห่งทุกชั้นในอาคาร และที่บริเวณพื้นชั้นล่างของอาคารต้องจัดให้มี
แบบแปลนแผนผังของอาคารทุกชั้นเก็บรักษาไว้เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์ได้
กรณีเกิดเหตุเพลิงไหม้

๓.) อาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่พิเศษ ที่ขออนุญาตหลังกฎกระทรวงฉบับที่ ๕๐ (พ.ศ.
๒๕๔๐) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. ๒๕๒๒ บังคับใช้ (ขออนุญาตตั้งแต่วันที่ ๑๒
พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๔๐ เป็นต้นไป) อาคารกลุ่มนี้ต้องมีระบบป้องกันและระงับอัคคีภัยในอาคารอย่างน้อย
ตามกฎกระทรวงฉบับที่ ๓๓ (พ.ศ.๒๕๓๕), กฎกระทรวงฉบับที่ ๓๙ (พ.ศ.๒๕๓๗),กฎกระทรวงฉบับที่ ๔๗
(พ.ศ.๒๕๔๐),กฎกระทรวงฉบับที่ ๕๐ (พ.ศ.๒๕๔๐) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.
๒๕๒๒ และข้อบัญญัติกรุงเทพมหานครเรื่องควบคุมอาคาร พ.ศ. ๒๕๔๔ ดังนี้

(ก.) บันไดหนีไฟและทางหนีไฟ อาคารสูงต้องมีบันไดหนีไฟจากชั้นสูงหรือดาดฟ้าสู่พื้นดิน
อย่างน้อย ๒ บันไดแต่ละบันไดหนีไฟต้องอยู่ห่างกันไม่เกิน ๖๐ เมตร เมื่อวัดตามแนวทางเดินและต้องมี
ลักษณะ ดังนี้

- ระบบบันไดหนีไฟต้องสามารถใช้ลำเลียงบุคคลทั้งหมดในอาคารออกนอกอาคาร
ได้ภายใน ๑ ชั่วโมง
- บันไดหนีไฟต้องทำด้วยวัสดุทนไฟและไม่แผ่ความร้อน มีความกว้างไม่น้อยกว่า ๐.๙๐
เมตร ลูกนอนกว้างไม่น้อยกว่า ๐.๒๒ เมตร และลูกตั้งสูงไม่เกิน ๐.๒๐ เมตร มี
ชานพักกว้างไม่น้อยกว่า ๐.๙๐ เมตร และมีราวบันไดอย่างน้อยหนึ่งด้าน
- ห้ามสร้างบันไดหนีไฟเป็นแบบบันไดเวียน
- บันไดหนีไฟและชานพักส่วนที่อยู่ภายนอกอาคารต้องมีผนังด้านที่บันไดพาดผ่าน
เป็นผนังกันไฟ
- บันไดหนีไฟภายในอาคารต้องมีอากาศถ่ายเทจากภายนอกอาคารได้ แต่ละชั้น
ต้องมีช่องระบายอากาศที่มีพื้นที่รวมกันไม่น้อยกว่า ๑.๕ ตารางเมตร เปิดสู่
ภายนอกอาคารได้ หรือมีระบบอัดลมภายในช่องบันไดหนีไฟที่ทำงานได้โดย
อัตโนมัติเมื่อเกิดเพลิงไหม้
- บันไดหนีไฟที่อยู่ภายในอาคารต้องมีผนังกันไฟโดยรอบ ยกเว้นช่องระบายอากาศ
และต้องมีแสงสว่างจากระบบไฟฟ้าฉุกเฉินให้มองเห็นช่องทางได้ขณะเพลิงไหม้
- ประตูหนีไฟต้องทำด้วยวัสดุทนไฟ เป็นบานเปิดชนิดผลักออกสู่ภายนอกพร้อม
ติดตั้งอุปกรณ์ชนิดที่บังคับให้บานประตูปิดได้เอง (Door Closer) มีความกว้าง
สุทธิไม่น้อยกว่า ๐.๙๐ เมตร สูงไม่น้อยกว่า ๑.๙๐ เมตร และต้องสามารถเปิด
ออกได้โดยสะดวกตลอดเวลา ประตูหรือทางออกสู่บันไดหนีไฟต้องไม่มีขั้น หรือ
ธรณีประตู หรือขอบกั้น
- มีป้ายบอกชั้นและป้ายบอกทางหนีไฟที่ด้านในและด้านนอกของประตูหนีไฟทุก
ชั้นด้วยตัวอักษรที่มีขนาดไม่เล็กกว่า ๐.๑๐ เมตร

- อาคารสูง ต้องมีช่องทางเฉพาะสำหรับบุคคลภายนอกเข้าไปบรรเทาสาธารณภัยที่เกิดในอาคารได้ทุกชั้น ช่องทางเฉพาะนี้จะเป็นลิฟต์ดับเพลิงหรือช่องบันไดหนีไฟก็ได้โดยทุกชั้นต้องมีห้องว่างที่มีพื้นที่อย่างน้อย ๖ ตารางเมตร ที่เป็นพื้นที่ปลอดภัยจากควันและเปลวไฟติดต่อกับช่องทางดังกล่าว และเป็นที่ตั้งของตู้หัวฉีดน้ำดับเพลิง (FHC) ประจำชั้นของอาคาร

(ข.) เครื่องหมายและป้ายบอกทางออกฉุกเฉิน ต้องมีป้ายบอกชั้นและป้ายบอกทางหนีไฟด้วยตัวอักษรที่มีขนาดไม่เล็กกว่า ๐.๑๐ เมตร หรือสัญลักษณ์ที่อยู่ในตำแหน่งที่มองเห็นได้ชัดเจนตลอดเวลา และมีแสงสว่างจากระบบไฟฟ้าฉุกเฉินให้สามารถมองเห็นได้ชัดเจนขณะเพลิงไหม้

(ค.) ระบบระบายควันและควบคุมการแพร่กระจายควัน อาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษที่มีโถงภายในอาคารเป็นช่องเปิดทะลุพื้นของอาคารตั้งแต่ ๒ ชั้นขึ้นไป และไม่มีผนังปิดล้อม ต้องจัดให้มีระบบควบคุมการแพร่กระจายของควันและระบบระบายควันที่สามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติเมื่อเกิดเพลิงไหม้

(ง.) ระบบไฟฟ้าสำรองฉุกเฉิน มีระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำรองสำหรับกรณีฉุกเฉินและสามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติ เมื่อระบบจ่ายไฟฟ้าปกติหยุดทำงาน โดยสามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้เพียงพอสำหรับใช้งาน ดังต่อไปนี้

- จ่ายพลังงานไฟฟ้าเป็นเวลาไม่น้อยกว่า ๒ ชั่วโมงสำหรับเครื่องหมายแสดงทางฉุกเฉิน ทางเดิน ห้องโถง บันได และระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้
- จ่ายพลังงานไฟฟ้าตลอดเวลาที่ใช้งานสำหรับลิฟต์ดับเพลิง เครื่องสูบน้ำดับเพลิง ห้องช่วยชีวิตฉุกเฉิน ระบบสื่อสารเพื่อความปลอดภัยของสาธารณะ และกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิต หรือสุขภาพอนามัยเมื่อกระแสไฟฟ้าขัดข้อง
- ระบบลิฟต์ดับเพลิง อาคารสูงต้องมีลิฟต์ดับเพลิงอย่างน้อยหนึ่งชุด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

(๑) ลิฟต์ดับเพลิงต้องจอดได้ทุกชั้นของอาคาร และต้องมีระบบควบคุมพิเศษสำหรับ พนักงานดับเพลิงใช้ขณะเกิดเพลิงไหม้โดยเฉพาะ

(๒) บริเวณห้องโถงหน้าลิฟต์ดับเพลิงทุกชั้นต้องติดตั้งตู้สายฉีดน้ำดับเพลิง (FHC) หรือหัวต่อสายฉีดน้ำดับเพลิงและอุปกรณ์ดับเพลิงอื่น ๆ

(๓) ห้องโถงหน้าลิฟต์ดับเพลิงทุกชั้นต้องมีผนังหรือประตูที่ทำด้วยวัสดุทนไฟปิดกั้นมิให้เปลวไฟหรือควันเข้าได้ มีหน้าต่างเปิดออกสู่ภายนอกอาคารได้โดยตรง หรือมีระบบอัดลมภายในห้องโถงหน้าลิฟต์ดับเพลิงและทำงานได้โดยอัตโนมัติเมื่อเกิดเพลิงไหม้

(จ.) ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ต้องติดตั้งระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้ทุกชั้น โดยระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้อย่างน้อยต้องประกอบด้วย

- อุปกรณ์ส่งสัญญาณเพื่อให้หนีไฟที่สามารถส่งเสียงหรือสัญญาณให้คนที่อยู่ในอาคารได้ยินหรือทราบอย่างทั่วถึง
- อุปกรณ์แจ้งเหตุที่มีทั้งระบบแจ้งเหตุอัตโนมัติ และระบบแจ้งเหตุที่ใช้มือเพื่อให้อุปกรณ์ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทำงาน

- ระบบการติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิง ต้องติดตั้งเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ ๑ เครื่องต่อพื้นที่ไม่เกิน ๑,๐๐๐ ตารางเมตร ทุกระยะ ๔๕ เมตร แต่ต้องไม่น้อยกว่าชั้นละ ๑ เครื่อง การติดตั้งเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ ต้องติดตั้งให้ส่วนบนสุดของตัวเครื่องสูงจากระดับพื้นอาคารไม่เกิน ๑.๕๐ เมตร และต้องมีขนาดบรรจุสารเคมีไม่น้อยกว่า ๔ กิโลกรัม

(ฉ.) ระบบการจ่ายน้ำดับเพลิง เครื่องสูบน้ำดับเพลิง และหัวฉีดน้ำดับเพลิง

- ทุกชั้นของอาคารต้องมีตู้หัวฉีดน้ำดับเพลิง (FHC) ที่ประกอบด้วยหัวต่อสายฉีดน้ำดับเพลิงพร้อมสายฉีดน้ำดับเพลิงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๒๕ มิลลิเมตร (๑ นิ้ว) และหัวต่อสายฉีดน้ำดับเพลิงชนิดหัวต่อสวมเร็วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๖๕ มิลลิเมตร (๒½ นิ้ว) พร้อมทั้งฝาคูบและโซ่ร้อยติดไว้ทุกระยะไม่เกิน ๖๔.๐๐ เมตร และเมื่อใช้สายฉีดน้ำดับเพลิงยาวไม่เกิน ๓๐.๐ เมตรต่อจากตู้หัวฉีดน้ำดับเพลิงแล้วสามารถนำไปใช้ดับเพลิงในพื้นที่ทั้งหมดในชั้น
- อาคารสูงต้องมีที่เก็บน้ำสำรองเพื่อใช้เฉพาะในการดับเพลิงและให้มีประตูน้ำปิด - เปิด และประตูน้ำกันน้ำไหลกลับอัตโนมัติด้วย
- หัวรับน้ำดับเพลิงที่ติดตั้งภายนอกอาคารต้องเป็นชนิดข้อต่อสวมเร็วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๖๕ มิลลิเมตร (๒½ นิ้ว) สามารถรับน้ำจากกรดดับเพลิงที่มีข้อต่อสวมเร็วแบบมีเขี้ยวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๖๕ มิลลิเมตร (๒½ นิ้ว) ที่หัวรับน้ำดับเพลิงต้องมีฝาปิด-เปิดที่มีโซ่ร้อยติดไว้ด้วย ระบบท่อเย็นทุกชุดต้องมีหัวรับน้ำดับเพลิงนอก อาคาร ๑ หัวและอยู่ใกล้หัวท่อดับเพลิงสาธารณะมากที่สุด พร้อมป้ายข้อความเขียน ด้วยสีสะท้อนแสงว่า “หัวรับน้ำดับเพลิง”
- ปริมาณการส่งจ่ายน้ำสำรองต้องสามารถส่งจ่ายน้ำสำรองได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า ๓๐ นาที
- ระบบดับเพลิงอัตโนมัติ ต้องมีระบบดับเพลิงอัตโนมัติ เช่น Sprinkler system หรือระบบอื่นที่เทียบเท่าที่สามารถทำงานได้ทันทีเมื่อมีเพลิงไหม้ โดยครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดทุกชั้น

(ซ.) ระบบป้องกันฟ้าผ่า ต้องติดตั้งระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า ซึ่งประกอบด้วย เสาล่อฟ้า สายล่อฟ้า สายนำลงดิน และหลักสายดินที่เชื่อมโยงกันเป็นระบบ โดยอาคารแต่ละหลังต้องมีสายตัวนำโดยรอบอาคาร และมีสายนำลงดินต่อจากสายตัวนำห่างกันทุกระยะไม่เกิน ๓๐ เมตร โดยวัดตามแนวขอบรอบอาคาร สายนำลงดินของอาคารแต่ละหลังต้องมีไม่น้อยกว่า ๒ สาย ทั้งนี้เหล็กเสริม หรือเหล็กรูปพรรณในโครงสร้างอาคารอาจใช้เป็นสายนำลงดินได้

(ซ.) ติดตั้งแบบแปลนแผนผังของอาคาร ต้องติดตั้งแบบแปลนแผนผังอาคารแต่ละชั้นแสดงตำแหน่งห้องต่าง ๆ ทุกห้อง ตำแหน่งที่ติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิงต่าง ๆ ประตูหรือทางหนีไฟของชั้นนั้น ติดไว้ในตำแหน่งที่เห็นได้ ชัดเจนที่บริเวณห้องโถง หรือหน้าลิฟต์ทุกแห่งทุกชั้นในอาคาร และที่บริเวณพื้นชั้นล่างของ

อาคารต้องจัดให้มีแบบแปลนแผนผังของอาคารทุกชั้นเก็บรักษาไว้เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์ได้กรณีเกิดเหตุเพลิงไหม้

หมายเหตุ : กรณีอาคารอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและยื่นคำขออนุญาตตั้งแต่วันที่ ๔ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๔ เป็นต้นไปต้องมีระบบป้องกันและระงับอัคคีภัยตามข้อ ก.) – ข.) และต้องมีระบบป้องกันและระงับอัคคีภัยเพิ่มเติมตามข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่อง ควบคุมอาคาร พ.ศ. ๒๕๕๔ ดังนี้

(ณ.) ระบบระบายควันและควบคุมการแพร่กระจายควัน อาคารขนาดใหญ่ต้องจัดให้มีวัสดุทนไฟปิดกันช่องท่อดังต่อไปนี้ ระหว่างชั้นทุกชั้นของอาคาร

๔.) อาคารทั่วไปที่ไม่ใช่อาคารสูง หรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษ หมายถึง อาคารที่มีความสูงที่พื้นถึงชั้นดาดฟ้าไม่ถึง ๒๓ เมตรหรือมีพื้นที่รวมทุกชั้นในอาคารหลังเดียวกันไม่ถึง ๑๐,๐๐๐ ตารางเมตร อาคารกลุ่มนี้ต้องมีระบบป้องกันและระงับอัคคีภัยในอาคารตามกฎหมายกระทรวงฉบับที่ ๓๙ (พ.ศ. ๒๕๓๗) , กฎกระทรวงฉบับที่ ๔๗ (พ.ศ. ๒๕๔๐), กฎกระทรวงฉบับที่ ๕๕ (พ.ศ. ๒๕๔๓) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. ๒๕๒๒ และข้อบัญญัติกรุงเทพมหานครเรื่องควบคุมอาคาร พ.ศ. ๒๕๕๔ ดังนี้

(ก.) บันไดหนีไฟและทางหนีไฟ ต้องมีบันไดหนีไฟที่ไม่ใช่บันไดในแนวดิ่งเพิ่มจากบันไดหลักของอาคารแต่ละชั้นและต้องสามารถลำเลียงบุคคลทั้งหมดในอาคารออกนอกอาคารได้ภายในเวลา ๑ ชั่วโมง โดยบันไดหนีไฟต้องมีลักษณะ ดังนี้

- บันไดหนีไฟภายนอกอาคารต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า ๐.๖๐ เมตร และผนัง ส่วนที่บันไดหนีไฟพาดผ่านต้องเป็นผนังที่ก่อสร้างด้วยวัสดุทนไฟ บันไดหนีไฟนี้ถ้าลงไม่ถึงชั้นล่างต้องมีบันไดโลหะที่สามารถเลื่อนหรือยัดหรือหย่อนลงจนถึงชั้นล่างได้
- บันไดหนีไฟภายในอาคารต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า ๐.๘๐ เมตร และมีผนังที่ก่อสร้างด้วยวัสดุทนไฟและถาวรกันโดยรอบ เว้นแต่ส่วนที่เป็นช่องระบายอากาศและช่องประตูหนีไฟ และแต่ละชั้นต้องมีช่องระบายอากาศที่เปิดสู่ภายนอกอาคารได้มีพื้นที่รวมกันไม่น้อยกว่า ๑.๕๐ ตารางเมตร โดยต้องมีแสงสว่างให้เพียงพอทั้งกลางวัน และกลางคืน
- ประตูของบันไดหนีไฟต้องทำด้วยวัสดุทนไฟมีความกว้างไม่น้อยกว่า ๐.๘๐ เมตร สูง ไม่น้อยกว่า ๑.๙๐ เมตร สามารถทนไฟได้ไม่น้อยกว่า ๑ ชั่วโมง และต้องเป็นบานเปิดชนิดผลักเข้าสู่บันไดเท่านั้น สำหรับชั้นดาดฟ้า ชั้นล่างและชั้นที่ออกเพื่อหนีไฟสู่ภายนอกอาคารให้เปิดออกจากห่อบันไดหนีไฟพร้อมติดตั้งอุปกรณ์ชนิดที่บังคับให้ บานประตูปิดได้เอง ประตูหรือทางออกสู่บันไดหนีไฟต้องไม่มีขั้นหรือธรณีประตูหรือ ขอบกั้น
- ผนังหน้าบันไดหนีไฟต้องกว้างไม่น้อยกว่าความกว้างของบันได และอีกด้านหนึ่งต้องกว้างไม่น้อยกว่า ๑.๕๐ เมตร

(ข.) เครื่องหมายและไฟป้ายบอกทางออกฉุกเฉิน

- ต้องมีป้ายเรืองแสงหรือเครื่องหมายไฟแสงสว่างด้วยไฟสำรองฉุกเฉินบอกทางออกสู่บันไดหนีไฟ ติดตั้งเป็นระยะตามทางเดินบริเวณหน้าทางออกสู่บันไดหนีไฟ และทางออกจากบันไดหนีไฟสู่ภายนอกอาคาร หรือชั้นที่มีทางหนีไฟได้ปลอดภัยต่อเนื่องโดยป้ายดังกล่าวต้องแสดงข้อความทางหนีไฟเป็นอักษรมีความสูงไม่น้อยกว่า ๐.๑๕ เมตร หรือเครื่องหมายที่มีแสงสว่างและแสดงว่าเป็นทางหนีไฟให้ชัดเจน
- ติดตั้งระบบไฟส่องสว่างสำรองเพื่อให้มีแสงสว่างสามารถมองเห็นช่องทางเดินได้ขณะเกิดเพลิงไหม้และมีป้ายบอกชั้นและป้ายบอกทางหนีไฟที่ด้านในและด้านนอกของประตูหนีไฟทุกชั้น ด้วยตัวอักษรที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน โดยตัวอักษรต้องมีความสูงไม่น้อยกว่า ๐.๑๐ เมตร

(ค.) ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ต้องติดตั้งระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้ทุกชั้น โดยระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้อย่างน้อยต้องประกอบด้วย

- อุปกรณ์ส่งสัญญาณเพื่อให้หนีไฟที่สามารถส่งเสียงหรือสัญญาณให้คนที่อยู่ในอาคารได้ยินหรือทราบอย่างทั่วถึง
- อุปกรณ์แจ้งเหตุที่มีทั้งระบบแจ้งเหตุอัตโนมัติ และระบบแจ้งเหตุที่ใช้มือเพื่อให้อุปกรณ์ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทำงาน

(ง.) ระบบติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิง ต้องติดตั้งเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ ๑ เครื่องต่อพื้นที่ไม่เกิน ๑,๐๐๐ ตารางเมตร ทุกระยะ ๔๕ เมตร แต่ต้องไม่น้อยกว่าชั้นละ ๑ เครื่อง การติดตั้งเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ ต้องติดตั้งให้ส่วนบนสุดของตัวเครื่องสูงจากระดับพื้นอาคารไม่เกิน ๑.๕๐ เมตร ในจุดที่สามารถนำมาใช้ได้สะดวก และต้องอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ตลอดเวลา

(จ.) ระบบป้องกันฟ้าผ่า ต้องติดตั้งระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า ซึ่งประกอบด้วย หัวล่อฟ้า สายล่อฟ้า สายตัวนำ สายนำลงดิน และหลักสายดินที่เชื่อมโยงกันเป็นระบบโดยให้เป็นไปตามมาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

(ช.) ติดตั้งแบบแปลนแผนผังของอาคาร ต้องติดตั้งแบบแปลนแผนผังอาคารแต่ละชั้นแสดงตำแหน่งห้องต่าง ๆ ทุกห้อง ตำแหน่งที่ติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิงต่าง ๆ ประตูหรือทางหนีไฟของชั้นนั้น ติดไว้ในตำแหน่งที่เห็นได้ ชัดเจนที่บริเวณห้องโถง หรือหน้าลิฟต์ทุกแห่งทุกชั้นในอาคาร และที่บริเวณพื้นที่ชั้นล่างของอาคารต้องจัดให้มีแบบแปลนแผนผังของอาคารทุกชั้นเก็บรักษาไว้เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์ได้กรณีเกิดเหตุเพลิงไหม้

หมายเหตุ : กรณีอาคารอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและยื่นคำขออนุญาตตั้งแต่วันที่ ๔ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๔ เป็นต้นไปต้องมีระบบป้องกันและระงับอัคคีภัยตามข้อ ก.) -ข.) และต้องมีระบบป้องกันและระงับอัคคีภัยเพิ่มเติมตามข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่อง ควบคุมอาคาร พ.ศ. ๒๕๕๔ ดังนี้

(ซ.) บันไดหนีไฟและทางหนีไฟ

- บันไดหนีไฟต้องทำด้วยวัสดุทนไฟและถาวร มีความกว้างไม่น้อยกว่า ๐.๙๐ และไม่เกิน ๑.๕๐ เมตร ลูกลอนกว้างไม่น้อยกว่า ๐.๒๒ เมตร และลูกตั้งสูงไม่

เกิน ๐.๒๐ เมตร มีขนาดกว้างไม่น้อยกว่าความกว้างของบันได และมีราวบันไดสูง ๐.๙๐ เมตร

- ห้ามสร้างบันไดหนีไฟเป็นแบบบันไดเวียน
- บันไดหนีไฟภายในอาคารต้องสามารถลงจากชั้นสูงสุดหรือดาดฟ้าสู่พื้นดินได้ถ้าเป็นบันไดหนีไฟภายนอกอาคาร ต้องสามารถลงจากชั้นสูงสุด หรือดาดฟ้าถึงพื้นชั้นสองได้
- ระยะห่างระหว่างบันไดหนีไฟตามทางเดินต้องไม่เกิน ๖๐ เมตร

(ณ.) ระบบการจ่ายน้ำดับเพลิง เครื่องสูบน้ำดับเพลิง และหัวฉีดน้ำดับเพลิง อาคารขนาดใหญ่ต้องจัดให้มีระบบท่ออื่น สายฉีดน้ำพร้อมอุปกรณ์หัวรับน้ำดับเพลิงชนิดข้อต่อสวมเร็วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๖๕ มิลลิเมตร (๒½ นิ้ว) เพื่อดับเพลิงได้ทุกส่วนของอาคาร

ญ. ระบบระบายควันและควบคุมการแพร่กระจายควัน

- อาคารขนาดใหญ่ต้องจัดให้มีวัสดุทนไฟปิดกั้นช่องท่อดังกล่าว ๖ ระหว่างชั้นทุกชั้นของอาคาร

(ฎ.) อาคารที่สูงตั้งแต่ ๖ ชั้นขึ้นไป และมีพื้นที่อาคารเกิน ๒,๐๐๐ ตารางเมตร ต้องมีผนัง หรือประตูปิดกั้นมิให้เปลวไฟหรือควันเข้าไปในบริเวณบันไดหลักของอาคารที่ต่อเนื่องตั้งแต่ ๒ ชั้นขึ้นไป โดยผนังและประตูดังกล่าวต้องสามารถทนไฟได้ไม่น้อยกว่า ๑ ชั่วโมง

กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. ๒๕๕๕

กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. ๒๕๕๕ มีทั้งหมด ๘ หมวด สามารถสรุปประเด็นที่สำคัญได้ ดังนี้

๑.) สถานที่เสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัยอย่างเบาคือสถานที่ซึ่งมีวัตถุซึ่งไม่ติดไฟเป็นส่วนใหญ่ หรือมีวัตถุติด ไฟได้ในปริมาณน้อยหรือมีวัตถุไวไฟในปริมาณน้อยที่เก็บไว้ในภาชนะปิดสนิท

๒.) สถานที่เสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัยอย่างปานกลางคือสถานที่ซึ่งมีวัตถุติดไฟได้หรือวัตถุไวไฟปริมาณไม่มาก

๓.) สถานที่เสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัยอย่างร้ายแรงคือสถานที่ซึ่งมีวัตถุติดไฟได้หรือวัตถุไวไฟปริมาณมาก

๔.) จัดทำป้ายข้อปฏิบัติเกี่ยวกับการดับเพลิงและการอพยพหนีไฟและปิดประกาศให้เห็นชัดเจน

๕.) สถานประกอบกิจการที่มีลูกจ้างตั้งแต่ ๑๐ คนขึ้นไป ให้จัดทำแผนป้องกันและระงับอัคคีภัย ประกอบด้วย การตรวจตราการอบรมการณรงค์ป้องกันอัคคีภัยการดับเพลิงการอพยพหนีไฟ และการบรรเทาทุกข์โดยจัดเก็บแผนดังกล่าวให้สามารถตรวจสอบได้

๖.) จัดให้มีเส้นทางหนีไฟทุกชั้นของอาคารอย่างน้อยชั้นละ ๒ เส้นทาง ซึ่งสามารถอพยพลูกจ้างทั้งหมด ภายในไม่เกิน ๕ นาที

๗.) ประตู่ทางหนีไฟต้องทำด้วยวัสดุทนไฟ ไม่มีธรณีประตูหรือขอบกั้น และเป็นชนิดที่เปิดออกไปตามทิศทางของการหนีไฟโดยบานประตูต้องติดอุปกรณ์ที่บังคับให้บานประตูปิดได้เองห้ามใช้ประตูเลื่อน ประตูม้วน หรือประตูหมุนและห้ามปิดตายใส่กลอนกุญแจหรือล๊ามโซ่

๘.) สถานประกอบกิจการที่มีอาคารตั้งแต่ ๒ ชั้นขึ้นไป หรือมีพื้นที่ประกอบกิจการตั้งแต่ ๓๐๐ ตารางเมตร ขึ้นไปต้องจัดให้มีระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทุกชั้นของอาคาร

๙.) อุปกรณ์แจ้งเหตุเพลิงไหม้ต้องเห็นได้ชัดเจนเข้าถึงได้ง่ายหรืออยู่ในเส้นทางหนีไฟโดยติดตั้งห่างจากจุดที่ลูกจ้างทำงานไม่เกิน ๓๐ เมตร

๑๐.) จัดให้มีแสงสว่างอย่างเพียงพอสำหรับเส้นทางหนีไฟ รวมทั้งจัดให้มีแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองที่สามารถจ่ายไฟฟ้าเพื่อการอพยพหนีไฟและสำหรับใช้กับอุปกรณ์ดับเพลิงขั้นต้นหรืออุปกรณ์อื่นๆที่เกี่ยวข้อง

๑๑.) ป้ายบอกทางหนีไฟต้องมีขนาดตัวหนังสือสูงไม่น้อยกว่า ๑๕ เซนติเมตรและเห็นได้ชัดเจนต้องมีแสงสว่างในตัวเอง หรือใช้ไฟส่องให้เห็นได้ชัดเจนตลอดเวลา โดยสีที่ใช้ต้องไม่กลมกลืนไปกับของตกแต่งอื่น ๆ หรืออาจใช้เป็นรูปภาพบอกทางหนีไฟตามมาตรฐานของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

๑๒.) จัดให้มีระบบน้ำดับเพลิงและอุปกรณ์ประกอบที่ใช้ในการดับเพลิงขั้นต้นได้อย่างเพียงพอในทุกส่วนของอาคาร

๑๓.) ระบบการส่งน้ำ ที่เก็บกักน้ำ เครื่องสูบน้ำดับเพลิง และการติดตั้งจะต้องได้รับการตรวจสอบ และรับรองจากวิศวกร และต้องมีการป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายจากเพลิงไหม้ยานพาหนะหรือสิ่งอื่น

๑๔.) ในกรณีที่ไม่มีท่อน้ำดับเพลิงของทางราชการ หรือมีแต่มีปริมาณน้ำไม่เพียงพอให้จัดเตรียมน้ำสำรองใน ปริมาณดังนี้

- พื้นที่อาคารไม่เกิน ๒๕๐ ตารางเมตรต้องมีปริมาณน้ำสำรอง ๙,๐๐๐ ลิตร
- พื้นที่อาคาร ๒๕๐ - ๔๙๙ ตารางเมตรต้องมีปริมาณน้ำสำรอง ๑๕,๐๐๐ ลิตร
- พื้นที่อาคาร ๕๐๐ - ๙๙๙ ตารางเมตรต้องมีปริมาณน้ำสำรอง ๒๗,๐๐๐ ลิตร
- พื้นที่อาคารตั้งแต่ ๑,๐๐๐ ตารางเมตรต้องมีปริมาณน้ำสำรอง ๓๖,๐๐๐ ลิตร

ถ้ามีอาคารหลายหลังตั้งอยู่ในบริเวณเดียวกันอาจเตรียมน้ำสำรองในปริมาณที่ใช้กับอาคารที่มีพื้นที่ มากที่สุด

๑๕.) ข้อต่อและสายน้ำดับเพลิงต้องเป็นระบบเดียวกับหน่วยดับเพลิงของทางราชการส่วนท้องถิ่น หรือมี อุปกรณ์ช่วยสวม

๑๖.) สายส่งน้ำดับเพลิงต้องมีความยาวหรือต่อกันให้มีความยาวเพียงพอที่จะควบคุมบริเวณที่เกิดเพลิงไหม้

๑๗.) เครื่องดับเพลิงแบบเคลื่อนย้ายได้ต้องมีเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์แสดงว่าเป็นชนิดใด ใช้ดับเพลิงประเภทใด โดยเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์นั้นต้องมีขนาดที่มองเห็นได้ชัดเจนในระยะไม่น้อยกว่า ๑.๕๐ เมตร

๑๘.) ห้ามใช้เครื่องดับเพลิงแบบเคลื่อนย้ายได้ที่อาจเกิดไอระเหยของสารพิษเช่นคาร์บอนเตตระคลอไรด์

๑๙.) เครื่องดับเพลิงแบบเคลื่อนย้ายได้ที่ใช้ดับเพลิงประเภท A ต้องมีระยะเข้าถึงไม่เกิน ๒๒.๕ เมตร

๒๐.) เครื่องดับเพลิงแบบเคลื่อนย้ายได้ที่ใช้ดับเพลิงประเภท C ในการติดตั้งให้พิจารณาจากเชื้อเพลิงว่าเป็นประเภท A หรือ B แล้วติดตั้งตามหลักเกณฑ์ของเชื้อเพลิงประเภทนั้นๆ

- ๒๑.) เครื่องดับเพลิงแบบเคลื่อนย้ายได้ที่ใช้ดับเพลิงประเภท D ต้องมีระยะเข้าถึงไม่เกิน ๒๓ เมตร
- ๒๒.) ต้องมีการจัดทำรายละเอียดเกี่ยวกับชนิดและวิธีใช้เป็นภาษาไทยติดไว้ที่ตัวถังหรือบริเวณที่ติดตั้ง
- ๒๓.) ทำการตรวจสอบเครื่องดับเพลิงแบบเคลื่อนย้ายได้ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ไม่น้อยกว่า ๖ เดือนต่อครั้ง พร้อมติดป้ายแสดงผลการตรวจสอบและวันที่ทำการตรวจสอบและเก็บผลการตรวจสอบให้สามารถตรวจสอบได้
- ๒๔.) มีการซ่อมบำรุงและเปลี่ยนถ่ายสารดับเพลิงตามข้อกำหนดของผู้ผลิต
- ๒๕.) ต้องเปิดวาล์วประจักษ์ที่ควบคุมระบบจ่ายน้ำหรือสารดับเพลิงของระบบดับเพลิงอัตโนมัติอยู่ตลอดเวลา และจัดให้มีผู้ควบคุมให้ใช้งานได้ตลอดเวลา
- ๒๖.) ต้องติดตั้งสัญญาณเพื่อเตือนภัยในขณะที่ระบบดับเพลิงอัตโนมัติกำลังทำงาน และต้องไม่มีสิ่งกีดขวางทางน้ำ หรือสารดับเพลิงจากหัวฉีดโดยรอบ
- ๒๗.) สถานที่ซึ่งเสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัยอย่างเบาอาจจัดให้มีเครื่องดับเพลิงแบบเคลื่อนย้ายได้อย่างเดียวก็ได้ แต่สถานที่ซึ่งเสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัยอย่างปานกลางและร้ายแรงต้องจัดให้มีระบบน้ำดับเพลิงและเครื่องดับเพลิงแบบเคลื่อนย้ายได้
- ๒๘.) ต้องมีการดูแลรักษา และตรวจสอบอุปกรณ์ดับเพลิง ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ไม่น้อยกว่าเดือนละ ๑ ครั้งพร้อมติดป้ายแสดงผลการตรวจสอบ และวันที่ทำการตรวจสอบไว้ที่อุปกรณ์ดังกล่าวและเก็บผลไว้ให้สามารถตรวจสอบได้
- ๒๙.) ในกรณีที่เก็บถังก๊าซไว้ภายนอกอาคารต้องเก็บไว้ในที่โล่งที่มีการป้องกันไม่ให้มีอุณหภูมิสูงกว่าที่ผู้ผลิตกำหนด
- ๓๐.) ในกรณีที่เก็บถังก๊าซไว้ในอาคาร ต้องแยกเก็บไว้ในห้องที่มีผนังทนไฟ และมีการระบายอากาศที่ดี มีระบบตรวจจับก๊าซอัตโนมัติ ปริมาณเก็บรวมกันแต่ละแห่งต้องไม่เกิน ๒๐๐๐ ลิตรโดยแต่ละแห่งต้องห่างไม่น้อยกว่า ๒๐ เมตร
- ๓๑.) มีโซ่หรือวัตถุอื่นรัดถังก๊าซกันล้มและติดตั้งฝาครอบหัวถังเพื่อความปลอดภัย

มาตรฐานระบบป้องกันอัคคีภัยของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

เนื้อหาในภาคที่ ๔ ของหนังสือมาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย โดยสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ได้จำแนกระบบป้องกันอัคคีภัยออกเป็นทั้งหมด ๑๑ หมวด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ประกอบกับมาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย ในการเชื่อมโยงไปยังมาตรฐานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันอัคคีภัย ทำให้การออกแบบ และก่อสร้างอาคารตามมาตรฐานของการป้องกันอัคคีภัยมีความสมบูรณ์และนำไปสู่ความปลอดภัยต่อชีวิต ทรัพย์สินความต่อเนื่องทางธุรกิจ และสิ่งแวดล้อม มีหัวข้อหลัก ดังต่อไปนี้

หมวดที่ ๑ วัตถุประสงค์และขอบเขต

หมวดที่ ๒ ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

หมวดที่ ๓ ระบบป้องกันฟ้าผ่า

หมวดที่ ๔ ลิฟต์พนักงานดับเพลิง

หมวดที่ ๕ ระบบสื่อสารฉุกเฉิน

หมวดที่ ๖ ระบบไฟฟ้าสำรองฉุกเฉิน

หมวดที่ ๗ ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและโคมไฟป้ายทางออกฉุกเฉิน

หมวดที่ ๘ ระบบควบคุมควันไฟ

หมวดที่ ๙ ศูนย์สั่งการดับเพลิง

หมวดที่ ๑๐ เครื่องหมายแสดงทางหนีไฟ และอุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัย

หมวดที่ ๑๑ มาตรฐานการป้องกันอัคคีภัยสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม

มาตรฐานระบบป้องกันอัคคีภัย ของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยได้แบ่งประเภทของพื้นที่
ครอบครอง ออกเป็น ๓ ประเภท ดังนี้

๑.) พื้นที่ครอบครองอันตรายน้อย (Light Hazard Occupancies)

๒.) พื้นที่ครอบครองอันตรายปานกลาง (Ordinary Hazard Occupancies) แบ่งย่อยเป็น ๒ กลุ่ม

๓.) พื้นที่ครอบครองอันตรายมาก (Extra Hazard Occupancies) แบ่งย่อยเป็น ๒ กลุ่ม

โดยโรงพยาบาล (ควบคุมวัสดุตามมาตรฐานโรงพยาบาล) และสถานพยาบาลและพักฟื้น (ควบคุมวัสดุ
ตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง) นั้นจะอยู่ในกลุ่มของพื้นที่ครอบครองอันตรายน้อย

**ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๔๓๗๙ (พ.ศ. ๒๕๕๔) กำหนดมาตรฐาน
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การติดตั้งโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินชนิดส่องสว่างจากภายในสำหรับอาคาร**

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การติดตั้งโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินชนิดส่องสว่างจากภายใน
สำหรับอาคารนี้ จะครอบคลุมคุณลักษณะที่ต้องการสำหรับการติดตั้งโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินชนิดส่อง
สว่างจากภายใน สำหรับอาคาร ทั้งการติดตั้งใหม่ การเปลี่ยนแปลง การออกแบบ และการตรวจสอบภาคสนาม
สำหรับงานติดตั้งและบำรุงรักษาโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน โดยมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้มีเนื้อหา
ครอบคลุมถึงข้อกำหนดการติดตั้ง การตรวจสอบ ใบรับรองและสมุดบันทึก เพื่อให้บุคคลออกจากพื้นที่ได้อย่าง
รวดเร็วจนถึงทางออกที่ปลอดภัย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมฉบับดังกล่าวนี้ไม่ครอบคลุมถึงการติดตั้งต่อไปนี้

- โคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินชนิดส่องสว่างจากภายนอก
- โคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินในห้องเย็น
- โคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินในพื้นที่อันตราย
- โคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินชนิดไม่มีแหล่งจ่ายพลังงานในตัวเอง
- โคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินชนิดสว่างในตัวชนิดความส่องสว่างต่ำ

๒.๕ ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าสำรองฉุกเฉินสำหรับโรงพยาบาล

ระบบไฟฟ้าสำรองฉุกเฉิน

โรงพยาบาลเป็นสถานที่ซึ่งให้การรักษาและช่วยเหลือผู้ป่วยตลอด ๒๔ ชั่วโมง จำเป็นต้องใช้เครื่อง
สำรองไฟฟ้า เพื่อป้องกันความเสียหายแก่อุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องมือแพทย์ จากปัญหาทางไฟฟ้าที่เกิดขึ้น
เนื่องจากระบบไฟฟ้าในเมืองไทยยังไม่ค่อยมีเสถียรภาพมากนัก ในช่วงฤดูกลางต่าง ๆ มักประสบปัญหาของ
คุณภาพไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น ปัญหาจากไฟฟ้าตก ไฟฟ้าดับ ระบบไฟฟ้าสำรองฉุกเฉินจึงเป็นระบบที่มีความสำคัญ
และจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับโรงพยาบาลทุกแห่งเพื่อใช้ทดแทนระบบไฟฟ้าปกติในยามเกิดเหตุวิกฤติ

โดยทั่วไประบบไฟฟ้าสำรองฉุกเฉินในโรงพยาบาล ที่มีใช้ในโรงพยาบาลนั้นจะแบ่งได้เป็น ๒ ประเภท
คือ ระบบกักเก็บไฟฟ้าต่อเนื่อง (UPS ,ยูพีเอส) และ ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (Standby Generator Sets)

ระบบกักเก็บไฟฟ้าต่อเนื่อง (UPS (Uninterruptable Power Supply),ยูพีเอส)

ระบบกักเก็บไฟฟ้าต่อเนื่อง หรือเรียกว่า ระบบ UPS คือระบบจ่ายไฟฟ้ากำลังชนิดจ่ายได้ต่อเนื่อง
ตลอดเวลา โดยไม่มีการกระพริบของไฟฟ้าเมื่อกระแสไฟฟ้าของการไฟฟ้าดับลง ซึ่งมักจะใช้สำรองไฟ เพื่อรอให้

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำงานจนสามารถจ่ายไฟให้กับระบบได้ก่อน สามารถแบ่งได้เป็น ๒ ประเภทใหญ่ คือ STATIC UPS และ Dynamic UPS หรือ Rotary UPS



รูปภาพจาก <http://www.rmutphysics.com/>

STATIC UPS



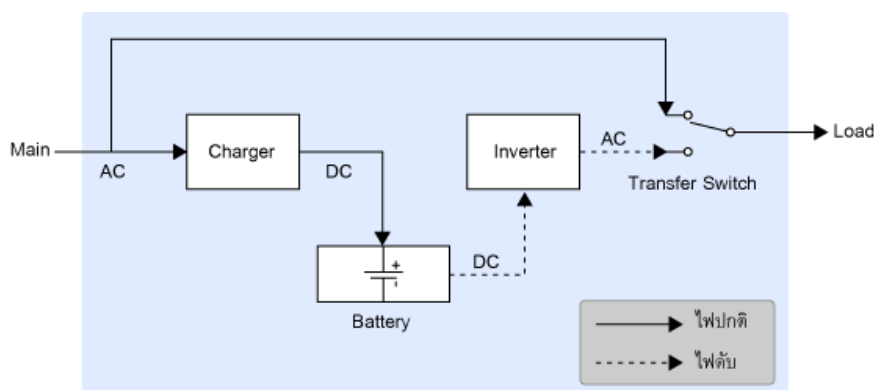
รูปภาพจาก <http://www.tech-develop.com/>

Rotary UPS

รูปแสดงลักษณะของ STATIC UPS และ Rotary UPS

STATIC UPS System คือ ระบบที่สำรองพลังงานไฟฟ้าโดยการเก็บไว้ในชุดแบตเตอรี่ ในกรณีที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าปริมาณมากในยามฉุกเฉิน จะต้องใช้ UPS ระบบใหญ่ จึงต้องใช้แบตเตอรี่จำนวนมากติดตั้งอยู่รวมกันในห้องซึ่งแยกต่างหาก อย่างไรก็ตาม พลังงานที่สะสมอยู่มักจะถูกใช้ได้ในเวลาสั้น ๆ เท่านั้น การใช้งาน Static UPS system สามารถแบ่งออกเป็น ๓ ประเภทตามลักษณะการทำงาน ดังนี้

๑) **Standby UPS** ซึ่งบางครั้งเรียกว่า Offline UPS เป็นระบบไฟฟ้าสำรองที่จะช่วยจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับภาระไฟฟ้าในกรณีที่เกิดไฟฟ้าดับเท่านั้น ระบบไฟฟ้าที่สำรองพลังงานไฟฟ้าเก็บไว้ในแบตเตอรี่ โดยใช้ Rectifier ช่วยแปลงไฟฟ้ากระแสสลับจากระบบไฟฟ้าหลักไปเป็นไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อชาร์จแบตเตอรี่ แต่เมื่อเกิดเหตุระบบจ่ายไฟฟ้าขัดข้อง เช่น ไฟฟ้าดับ, ไฟฟ้าตกหรือเกินจากค่าที่กำหนด เช่น $(220 \pm 15\%)$ ระบบควบคุมจะสั่งให้ Static Transfer Switch (STS) ทำการสับเปลี่ยนวงจรเพื่อใช้พลังงานไฟฟ้าสำรองจากแบตเตอรี่มาจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับภาระไฟฟ้า โดยใช้ Inverter ช่วยแปลงไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ปัญหาของการจ่ายไฟผ่าน Inverter คือเมื่อเกิดกระแสลัดวงจรขึ้นที่ภาระไฟฟ้า แต่ Inverter มีความสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้จำกัด การตรวจจับกระแสลัดวงจรจึงทำได้ยาก การปลดวงจรจึงทำได้ช้า ทั้งนี้ ในระหว่างการโอนย้าย Switch จะมีรูปคลื่นไฟฟ้าขาดหายไปประมาณ ๒-๖ ms ซึ่งจะเรียกว่า Transfer Time



รูปภาพจาก <http://www.leonics.co.th/>

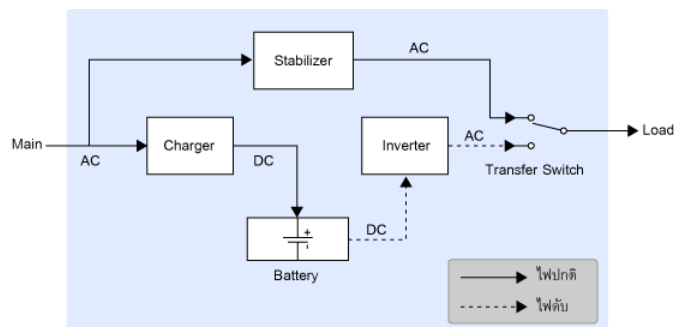
รูปที่ ๒.๒ แผนผังการทำงานของระบบ Standby UPS

คุณสมบัติของ UPS ชนิด Offline

- มีขนาดเล็กและราคาถูก
- มีรูปคลื่นไฟฟ้าขาดหายไปประมาณ ๒-๖ ms ในระหว่างโอนย้ายจากการจ่ายไฟฟ้าปกติไปยังแหล่งจ่ายแบตเตอรี่
- ควบคุมขนาดแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือโหลดได้จำกัด (ประมาณ $\pm 10-15\%$)
- ไม่สามารถรับแรงดันไฟฟ้าด้านขาเข้าได้กว้าง (ประมาณ $\pm 10-15\%$)
- ไม่เหมาะสำหรับใช้งานในพื้นที่ที่อยู่ใกล้แหล่งกำเนิดไฟฟ้า, สถานีไฟฟ้าและโรงงานอุตสาหกรรม
- อายุการใช้งานของแบตเตอรี่และ UPS สั้น

๒) Online Protection UPS หรือ Line Interactive UPS with Stabilizer เป็น

ระบบไฟฟ้าสำรองที่มีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับ Standby UPS แต่มีการใช้ Voltage Stabilizer เพื่อช่วยแก้ปัญหาคุณภาพคลื่นแรงดันไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าหลัก



รูปภาพจาก <http://www.leonics.co.th/>

รูปแสดง แผนผังการทำงานของระบบ Line Interactive UPS

จากผังแสดงการทำงาน จะพบว่ามีความคล้ายคลึงกับ Offline UPS แต่จะมีส่วนที่เพิ่มขึ้นมา คือ ระบบปรับแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติ (Stabilizer) การทำงานในกรณีที่สถานะไฟฟ้าปกติ อุปกรณ์ไฟฟ้า (Load) จะได้รับพลังงานไฟฟ้าจากระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้า (Main) จากการไฟฟ้า โดยผ่านระบบปรับแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติ ซึ่งจะมีหน้าที่รักษาระดับแรงดันไฟฟ้าให้คงที่ ป้องกันปัญหาไฟตก, ไฟเกิน และไฟกระชาก พร้อมกันนี้ เครื่องประจุกระแสไฟฟ้า (Charger) ก็จะทำการประจุกระแสไฟฟ้าเก็บไว้ในแบตเตอรี่ เมื่อไฟดับจะจ่ายพลังงานให้กับเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter) ทำการแปลงกระแสไฟฟ้า และจ่ายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยใช้ตัวสับเปลี่ยน (Transfer Switch) สำหรับเลือกแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าระหว่างระบบปรับแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติหรือเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า

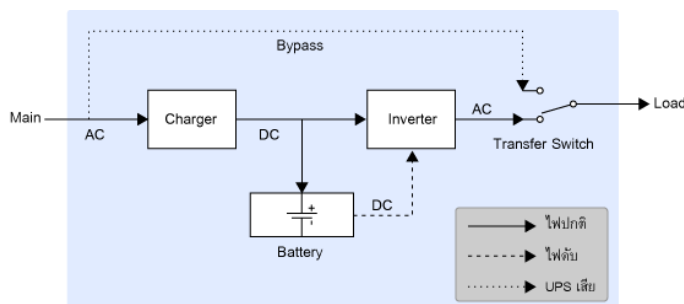
UPS ชนิดนี้ถูกพัฒนามาจาก Offline UPS โดยเพิ่มระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงหรือต่ำอัตโนมัติ (Stabilizer) เพื่อป้องกันปัญหาทางไฟฟ้า ช่วยให้ UPS ไม่จำเป็นต้องจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำรองจากแบตเตอรี่ทุกครั้งที่เกิดไฟตกหรือไฟเกินไม่มากนัก

Online Protection UPS หรือ Line Interactive UPS with Stabilizer จัดได้ว่าเป็น UPS ที่นิยมมากที่สุดเนื่องจาก ราคาไม่แพงและคุณภาพไฟฟ้าที่ได้อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

คุณสมบัติของ UPS ชนิด Line interactive

- มีขนาดเล็กและราคาถูก
- มีระบบปรับแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติ (Stabilizer) เพื่อป้องกันปัญหาไฟเกินและไฟตก
- ป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าจากปัญหาทางไฟฟ้าได้ดีกว่า Offline UPS
- ควบคุมขนาดแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ดีกว่าแบบ Offline UPS (ประมาณ $\pm 10\%$)
- สามารถรับแรงดันไฟฟ้าด้านขาเข้าได้กว้างกว่าแบบ Offline UPS (ประมาณ $\pm 20-25\%$)
- มีรูปคลื่นไฟฟ้าขาตกหายไปประมาณ 2-6 ms ในระหว่างโอนย้ายจากการจ่ายไฟฟ้าปกติไปยังแหล่งจ่ายแบตเตอรี่
- ไม่เหมาะสำหรับนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีความไวต่อคุณภาพของกระแสไฟฟ้ามากๆ เช่น เครื่องมือแพทย์และเครื่องจักรในโรงงาน ฯลฯ

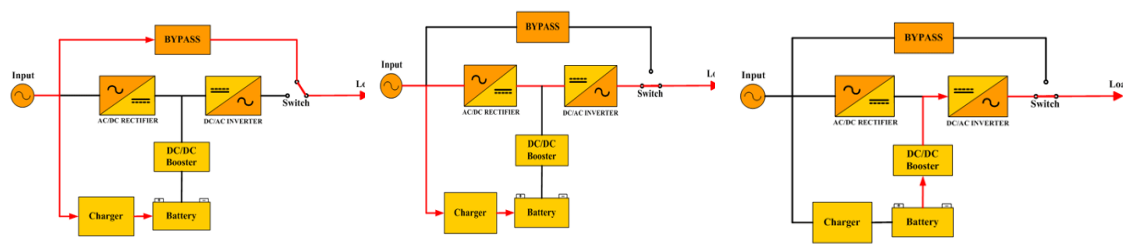
๓) True Online Double Conversion UPS เป็น UPS ที่มีศักยภาพสูงสุด กล่าวคือ เครื่องประจุกระแสไฟฟ้า (Charger) และเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter) จะทำงานตลอดเวลา ไม่ว่าคุณภาพไฟฟ้าจะเป็นอย่างไร ก็สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า (Load) ได้ตามปกติ ยกเว้นกรณีเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าเสีย จึงจะจ่ายพลังงานไฟฟ้าจากระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้า (Main) ไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้า True Online UPS เป็น UPS สามารถป้องกันปัญหาทางไฟฟ้าได้ทุกกรณี ไม่ว่าจะเป็น ไฟดับ, ไฟตก, ไฟเกิน หรือ สัญญาณรบกวนใดๆ และให้คุณภาพไฟฟ้าที่ดี ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้ UPS ชนิดนี้มีราคาสูงกว่า UPS ชนิดอื่นๆ



รูปภาพจาก <http://www.leonics.co.th/>

รูปแสดงแผนผังการทำงานของระบบ True Online Double Conversion UPS

ในสภาวะปกติของระบบไฟฟ้าหรือขนาดแรงดันไฟฟ้าขาเข้าอยู่ในช่วงที่กำหนดซึ่งโดยทั่วไปจะมีช่วงที่กว้างกว่าแบบ Line interactive UPS (ตามขนาดของโหลด) พลังงานไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายการไฟฟ้าจะถูกแปลงผันจากไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงโดยวงจร AC/DC RECTIFIER จากนั้นไฟฟ้ากระแสตรงดังกล่าวจะถูกแปลงผันให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่มีขนาดและความถี่คงที่, มีรูปคลื่นเป็น Pure sine wave และปราศจากสัญญาณรบกวน (Noise) อีกครั้งก่อนที่จะนำไปจ่ายให้กับโหลดหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าโดยใช้วงจร DC/AC INVERTER และในขณะเดียวกันเครื่องประจุกระแสไฟฟ้า (Charger) ก็จะทำประจุกระแสไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ไปด้วยเพื่อให้แบตเตอรี่เต็มอยู่ตลอดเวลา ดังแสดงในรูป (ก)



รูปภาพจาก <http://www.buycomsonline.com/>

(ก) การทำงานในสภาวะปกติ

(ข) การทำงานเมื่อเกิดปัญหาทางไฟฟ้า

(ค) การทำงานในโหมด BYPASS

รูปแผนผังการทำงานของระบบ True Online Double Conversion UPS

ในขณะที่ระบบไฟฟ้าเกิดปัญหาเช่น ไฟฟ้าดับ, ไฟฟ้าตกหรือเกินจากค่าที่กำหนด พลังงานไฟฟ้าที่ถูกเก็บสะสมไว้ในแบตเตอรี่จะถูกนำไปผ่านวงจร DC/DC Booster เพื่อปรับระดับแรงดันของแบตเตอรี่ให้มีค่าสูงขึ้นจากนั้นไฟฟ้ากระแสตรงดังกล่าวจะถูกแปลงผันให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่มีขนาดและความถี่คงที่, มีรูปคลื่นเป็น pure sine wave และปราศจากสัญญาณรบกวน (Noise) ก่อนที่จะนำไปจ่ายให้กับโหลดหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าโดยใช้วงจร DC/AC INVERTER โดยไม่มีรูปคลื่นไฟฟ้าขาดหายในช่วงไฟฟ้าดับ (Zero transfer time) ในระหว่างการโอนย้ายการจ่ายไฟฟ้าจากแหล่งไฟฟ้าปกติไปยังแหล่งไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ ดังแสดงในรูป (ข)

การทำงานในโหมด BYPASS ในขณะที่ UPS เกิดสิ่งผิดปกติเช่น โหลดมีขนาดเกินพิกัด, เอาท์พุทลัดวงจร, อุณหภูมิภายในมีค่าสูง หรือเมื่อวงจรภายในเกิดความเสียหาย UPS จะถูกสั่งให้ทำงานในโหมด BYPASS โดยอัตโนมัติกล่าวคือโหลดหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าจะได้รับพลังงานไฟฟ้าโดยตรงจากแหล่งจ่ายการไฟฟ้าเพื่อให้โหลดได้รับพลังงานไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องและป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดกับอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือกับตัว UPS เอง และในขณะเดียวกันเครื่องประจุกระแสไฟฟ้า (Charger) ก็ทำการประจุกระแสไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ไปด้วยเพื่อให้แบตเตอรี่เต็มอยู่ตลอดเวลา ดังแสดงในรูป(ค)

คุณสมบัติของ UPS ชนิด True online

- มีศักยภาพสูงสุดสามารถป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าจากปัญหาคุณภาพไฟฟ้าได้ในทุกกรณี
- รูปคลื่นแรงดันไฟฟ้าจะไม่ขาดหายในระหว่างเกิดไฟฟ้าดับ (Zero Transfer time)
- สามารถควบคุมขนาดแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ดี (๒๒๐ ±๑%)
- มี Automatic Bypass switch เมื่อเกิดสิ่งผิดปกติขึ้นกับ UPS
- เหมาะสำหรับนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีความไวต่อคุณภาพกำลังไฟฟ้าสูงๆ เช่น เครื่องมือแพทย์, ระบบ Data center, อุปกรณ์ควบคุมในโรงงานอุตสาหกรรม ฯลฯ
- มีขนาดใหญ่และราคาสูงเมื่อเทียบกับ UPS ประเภทอื่นๆ

Rotary UPS System (ระบบยูพีเอสโรตารี) คือ ระบบที่สำรองพลังงานไฟฟ้าโดยไม่จำเป็นต้องใช้ชุดแบตเตอรี่ แต่จะเก็บพลังงานสำรองในรูปของพลังงานจลน์ (Kinetic Energy) ซึ่งจะช่วยให้อุปกรณ์ไฟฟ้าได้ทันทีที่เกิดไฟฟ้าดับในช่วงเวลาสั้น ๆ และมีเครื่องยนต์ดีเซลเพื่อขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อจ่ายไฟฟ้าได้หากเกิดไฟฟ้าขัดข้องเป็นเวลานาน Rotary UPS จะถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับขนาดพิกัดกำลังไฟฟ้า ๑๒๕kAV ขึ้นไป

เครื่องยูพีเอสโรตารีสามารถจำแนกอุปกรณ์ที่ช่วยในการจ่ายพลังงานสำรองได้เป็นสองประเภท คือ เครื่องยูพีเอสโรตารีที่ใช้พลังงานสำรองจากแบตเตอรี่ (with battery) และ เครื่องยูพีเอสโรตารีที่ใช้พลังงานสำรองจากเครื่องยนต์ดีเซล (with diesel engine)

๑) เครื่องยูพีเอสโรตารีที่ใช้พลังงานสำรองจากแบตเตอรี่ (with battery) มีหลักในการทำงาน คือ ให้พลังงานไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ จ่ายเข้าอุปกรณ์ที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรงแล้วทำการประจุไฟแบตเตอรี่ให้เต็ม โดยมีชุดมอเตอร์-เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขับเคลื่อนด้วยเพลาร่วมกัน เพื่อจ่ายเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าต่อไป

๒) เครื่องยูพีเอสโรตารีที่ใช้พลังงานสำรองจากเครื่องยนต์ดีเซล (with diesel engine) จะมีการใช้พลังงานสำรองเมื่อไฟฟ้าด้านเข้าผิดปกติเป็นเครื่องยนต์ดีเซล แทนที่จะเป็นแบตเตอรี่ที่เหมือนเครื่องยูพีเอสโรตารีที่ใช้พลังงานสำรองจากแบตเตอรี่ ทั้งนี้การจ่ายไฟฟ้าที่ต่อเนื่องไม่ขาดตอนก่อนที่เครื่องยนต์ดีเซลจะจ่ายพลังงานสำรองนั้น เกิดจากความเฉื่อยจากการหมุนของชุดมอเตอร์-เครื่องกำเนิดไฟฟ้านั่นเอง



รูปภาพจาก <http://blogs.cisco.com/>

รูปตัวอย่างของระบบ Rotary UPS

เครื่องยูพีเอสโรตารีที่ใช้พลังงานสำรองจากเครื่องยนต์ดีเซล โดยทั่วไป จะมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ

๑. Electromagnetic Clutch จะทำหน้าที่ต่อแกนหมุนของเครื่องยนต์ดีเซลกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถจ่ายไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่องจากแรงขับของเครื่องยนต์
๒. Brush Less Exciter ระบบ excitation ที่รับพลังงานจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับและติดตั้งอยู่บน rotor ของ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหลัก ส่งผลให้ระบบดังกล่าวไม่ต้องใช้ Brush และอุปกรณ์เชื่อมต่อ
๓. Flywheel จะทำหน้าที่เก็บพลังงานไว้ในรูปของพลังงานจลน์ และใช้แรงเฉื่อยเพื่อขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทันทีที่ไฟฟ้าดับ ช่วยให้การจ่ายไฟฟ้าไม่ขาดตอน
๔. แผงควบคุมระบบ
๕. Wound Rotor Induction Motor-Generator ซึ่งทำหน้าที่เป็นมอเตอร์เพื่อขับเคลื่อน Flywheel ในขณะที่ระบบไฟฟ้าหลักเป็นปกติ และจะเปลี่ยนไปเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเมื่อเกิดไฟฟ้าดับ
๖. Diesel Engine คือเครื่องยนต์ที่ใช้ขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในช่วงที่ไฟฟ้าดับเป็นเวลานานเกินกว่า ๒ วินาที

๗. Bi-directional Converter ทำหน้าที่ควบคุมการจ่ายกระแสให้กับภาระไฟฟ้า โดยรักษาระดับแรงดันและความถี่ไฟฟ้าให้คงที่ตลอดเวลา
๘. Electronic Power Controller จะทำหน้าที่ควบคุมระบบการจ่ายไฟของชุด Rotary UPS ทั้งหมด



รูปตัวอย่างของระบบ Rotary UPS ที่ติดตั้งใช้งานจริงในโรงพยาบาล

ข้อดีของ Rotary UPS เทียบกับ Static UPS คือ

- สามารถจ่ายไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องได้นาน
- สามารถจ่ายไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องได้นาน
- มีขนาดพิกัดกำลังไฟฟ้ามากกว่า
- ไม่มีปัญหาในการตรวจจบบรรยากาศและปลดวงจรที่เกิดฟอลต์ได้อย่างรวดเร็ว
- ไม่มีการต่อ Non-Linear Load โดยตรงเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลัก จึงเกิดฮาร์โมนิกน้อยกว่า
- ใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อยกว่า Static UPS
- ประหยัดค่าบำรุงรักษา และค่าอุปกรณ์ทดแทน
- ทนต่อสภาพแวดล้อมมากกว่า
- สามารถใช้จ่ายกระแสไฟฟ้าปริมาณมากจาก Inrush Load ได้
- ถ้าใช้ Motor-Generator เป็นแบบ Synchronous Machine จะสามารถช่วยทำหน้าที่เป็น Power Factor Controller ได้ด้วย

ข้อเสียของ Rotary UPS เทียบกับ Static UPS คือ

- ขณะทำการสตาร์ทมอเตอร์ขนาดใหญ่ของ Rotary UPS จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตก
- มอเตอร์ขนาดใหญ่ที่ใช้กับ Rotary UPS จะทำให้กระแสลัดวงจรในระบบสูงขึ้น
- การทำงานของ Rotary UPS จะทำให้เกิดเสียงรบกวนค่อนข้างมาก
- การติดตั้งยุ่งยาก และการบำรุงรักษาจะใช้เวลานานกว่า
- การใช้ M-G set ของ Rotary UPS ทำให้เกิดความร้อนสูงกว่า Static UPS

- Rotary UPS ที่มีขนาดพิกัดต่ำกว่า ๓๐๐kVA จะมีราคาแพงกว่า Static UPS
- จะต้องมีการเปลี่ยน Bearing เป็นระยะ ๆ โดยจะต้องทดสอบสภาพความพร้อมใช้งานอยู่เสมอ
- การเพิ่มขยายพิกัดกำลังไฟฟ้าทำได้ยาก
- มีผู้ผลิต Rotary UPS น้อยราย การใช้งานไม่แพร่หลาย

ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (Standby Generator Sets)

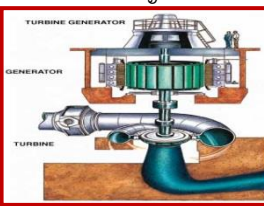
ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองที่นำมาใช้ในโรงพยาบาลมีวัตถุประสงค์หลักคือใช้เป็นระบบไฟฟ้าฉุกเฉินเพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องมือแพทย์ที่ใช้รักษาชีวิตผู้ป่วย ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิด ๓ เฟส (Three Phase Generator) ให้แรงดันไฟฟ้าระบบ ๓ เฟส ๒๒๐/๓๘๐ โวลต์ ๕๐ เฮิร์ตซ์ มีขนาดตั้งแต่ ๒๕ KVA ขึ้นไป

ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองจะทำงานเมื่อระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้า ฯ เกิดขัดข้อง โดยทั่วไปจะมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ

- เครื่องต้นกำลัง (Engine Prime Mover)
- เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Alternator)
- แผงควบคุม (Control Panel)
- สวิตช์สับเปลี่ยน (Transfer Switch)



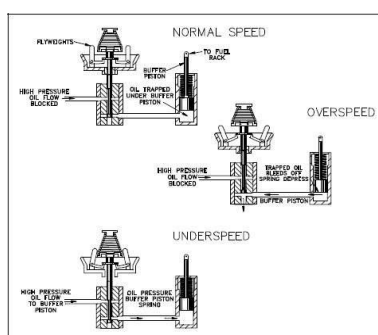
๒.๑.๒.๑ เครื่องต้นกำลัง (Engine Prime Mover) คือเครื่องยนต์ที่ผลิตพลังงานกลเพื่อนำไปจุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ให้สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าจ่ายไปยังโหลดที่ต้องการได้ โดยเครื่องต้นกำลังที่ใช้ในชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองมีอยู่หลายชนิด ขึ้นอยู่กับลักษณะของการใช้งาน เช่น เครื่องยนต์ดีเซล (Diesel Engine) เครื่องกังหันแก๊ส (Gas Turbine) เครื่องกังหันไอน้ำ (Steam Turbine) และเครื่องกังหันน้ำ (Water Turbine) ซึ่งชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าส่วนใหญ่ที่ใช้ในโรงพยาบาลจะใช้เครื่องยนต์ดีเซล เป็นหลัก



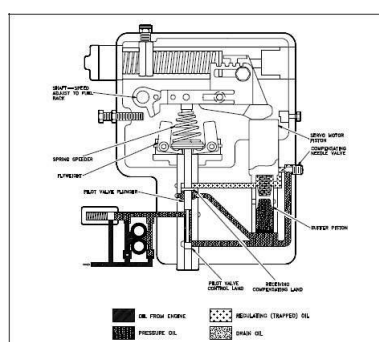
(ก) ใช้กังหันไอน้ำเป็นตัว (ข) ใช้เครื่องกังหันน้ำ (ค) ใช้เครื่องกังหันแก๊ส (ง) ใช้เครื่องยนต์ดีเซล
 ต้นกำลัง เป็นตัวต้นกำลัง เป็นตัวต้นกำลัง เป็นตัวต้นกำลัง

รูปแสดง ลักษณะเครื่องต้นกำลัง (Engine Prime Mover) ชนิดต่าง ๆ

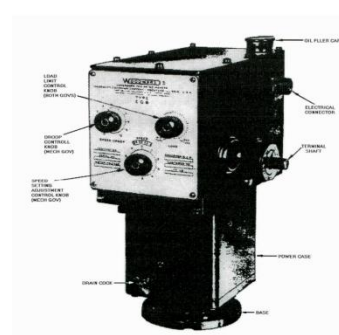
เครื่องยนต์ดีเซลจะมีอุปกรณ์ที่สำคัญสำหรับใช้ในการควบคุมความเร็วรอบของเครื่องยนต์(หมายถึง ความถี่ ไฟฟ้าด้วย) นั่นคือ กังพวินเนอร์ (Governor) ซึ่งจะทำหน้าที่ควบคุมปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่เข้าห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ ในปัจจุบันจะมีใช้งานอยู่หลายแบบด้วยกัน เช่น กังพวินเนอร์ทางกล (Mechanical Governor) กังพวินเนอร์ไฮดรอลิก (Hydraulic Governor) กังพวินเนอร์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Governor) และกังพวินเนอร์แบบผสม ลักษณะของกังพวินเนอร์ชนิดต่างๆ ดังแสดงไว้ในรูป



(ก) กังพวินเนอร์ไฮดรอลิก
(Hydraulic Governor)



(ข) กังพวินเนอร์ทางกล
(Mechanical Governor)



(ค) กังพวินเนอร์
อิเล็กทรอนิกส์
(Electronic Governor)

รูปแสดงลักษณะของกังพวินเนอร์ชนิดต่าง ๆ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Alternator) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ทั่วไปเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (A.C. Generator or Alternator) ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ

- ส่วนที่หมุน (Rotor)
- ส่วนที่อยู่กับที่ (Stator)
- ส่วน Brushless Rotating with Rotating Rectifier)
- ส่วนควบคุมแรงดัน (Voltage Regulator)



รูปเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Alternator) ขนาด ๘๐๐ kVA

สวิตช์สับเปลี่ยน (Transfer Switch) ใช้สำหรับการสับเปลี่ยนโหลดจากแหล่งจ่ายไฟปกติ (Normal Source) ไปยังชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือกลับกัน สวิตช์สับเปลี่ยนอาจแบ่งได้เป็น ๒ ชนิด คือ

- สวิตช์สับเปลี่ยนไม่อัตโนมัติ (Non Automatic Transfer Switch)
- สวิตช์สับเปลี่ยนอัตโนมัติ (Automatic Transfer Switch หรือ ATS)

สวิตช์สับเปลี่ยนไม่อัตโนมัติเหมาะสำหรับงานที่มีเจ้าหน้าที่ควบคุมประจำ และโหลดเป็นแบบที่ไม่จำเป็นต้องการกำลังไฟฟ้าในทันทีทันใด

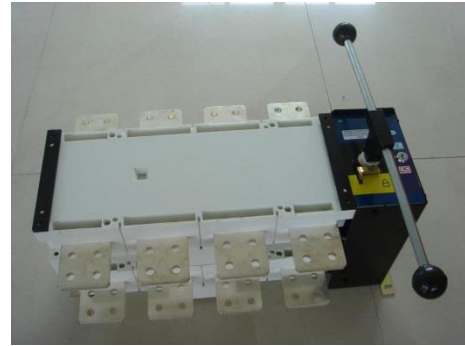
สวิตช์สับเปลี่ยนอัตโนมัติ เป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่สับเปลี่ยนโหลดโดยอัตโนมัติจากการจ่ายไฟฟ้าของทางการไฟฟ้า ๓ มาเป็นการจ่ายโดยระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าสำรองเมื่อเกิดกรณีไฟฟ้าของทางการไฟฟ้า ๓ ที่จ่ายมาขัดข้องและสับเปลี่ยนคืนตามเดิมเมื่อไฟฟ้าจากทางการไฟฟ้า ๓ กลับมาจ่ายตามเดิม

โดยทั่วไปชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (Standby Generator Sets) ที่นิยมติดตั้งใช้งานสามารถแบ่งออกได้เป็น ๓ แบบ ด้วยกัน ได้แก่

๑) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดเปลือยติดตั้งอยู่กับที่ (Bare Generator) เป็นชนิดที่นิยมใช้งานกันโดยทั่วไป เครื่องยนต์ที่เป็นต้นกำลังและเครื่องกำเนิดจะเป็นชนิดเปลือย มีชุดควบคุมติดตั้งอยู่ด้านท้ายของเครื่องกำเนิด มีขนาดใหญ่และน้ำหนักมากจึงไม่นิยมเคลื่อนย้าย

๒) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดตู้ครอบเก็บเสียง (Canopied and Sound Proof) เป็นชนิดที่ต้องการย้ายพื้นที่การใช้งานบ่อยๆ หรือต้องการเก็บเสียงหรือพื้นที่ที่ไม่มีห้องสำหรับติดตั้งเครื่องกำเนิด ส่วนประกอบที่สำคัญทั้งหมดจะถูกออกแบบให้อยู่ในตู้ครอบ เช่น ถังน้ำมันเชื้อเพลิง ชุดควบคุมสตาร์ทอัตโนมัติ และสวิตช์ถ่ายโอนกระแสไฟฟ้า

๓) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดเคลื่อนย้าย (Mobile Generator Trailer) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดนี้ใช้ในสถานที่ชั่วคราว เช่น งานพิธีการต่างๆ งานกู้ภัย งานเฉพาะกิจภาคสนาม สามารถเคลื่อนย้ายนำไปใช้งานในสถานที่ต่างๆ ได้ มีทั้งชนิดลากจูง (Trailer) และแบบบรรทุกบนรถยนต์ (Mobile Generator)



รูปสวิตช์สับเปลี่ยนอัตโนมัติ (Automatic Transfer Switch หรือ ATS)



(ก) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิด
เปลี่ยนติดตั้งอยู่กับที่



(ข) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดตู้
ครอบเก็บเสียง



(ค) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิด
เคลื่อนย้าย

รูปชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (Standby Generator Sets) ชนิดต่าง ๆ

ขนาดพิกัดของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง คิดเป็น kW ที่ตัวประกอบกำลัง (Power Factor : P.F.) เท่ากับ ๘๐% Lagging เสมอ เช่น ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ๑๐๐ kW , ๓๘๐ v , P.F. ๘๐%

$$\text{คิดเป็น kVA ได้} = \frac{100}{0.8} = ๑๒๕ \text{ kVA}$$

มาตรฐาน ISO-๘๕๒๕-๑:๒๐๐๕ Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating sets - Part ๑: Application, ratings and performance และมาตรฐาน วสท.๑๑๒๐๐๒-๕๕ มาตรฐานออกแบบและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ได้จำแนกพิกัดกำลังของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็น ๓ ประเภทหลัก ได้แก่ พิกัดกำลังแบบต่อเนื่อง (Continuous power (COP) หรือ Base load power) พิกัดกำลังพร้อมใช้ (Prime power (PRP)) พิกัดกำลังสำรองฉุกเฉิน (Emergency standby power : ESP)

พิกัดกำลังแบบต่อเนื่อง (Continuous power (COP) หรือ Base load power) คือพิกัดกำลังของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งสามารถจ่ายให้กับโหลดได้อย่างต่อเนื่องจนถึง ๑๐๐ เปอร์เซ็นต์ของพิกัดกำลังแบบต่อเนื่องโดยไม่จำกัดเวลาได้ตลอดเวลา ยกเว้น ช่วงเวลาที่ต้องใช้ในการซ่อมบำรุงรักษา เช่น เปลี่ยนไส้กรอง น้ำมันหล่อลื่น, กรองน้ำมันเชื้อเพลิง, ใส่ น้ำมันหล่อลื่น เป็นต้นเท่านั้น พิกัดกำลังของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบนี้เหมาะสำหรับการใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนานเข้ากับระบบไฟฟ้าหลัก

พิกัดกำลังพร้อมใช้ (Prime power (PRP)) คือพิกัดกำลังของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสูงสุด ซึ่งสามารถจ่ายให้โหลดได้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลาในกรณีที่ไฟฟ้าหลักขัดข้อง แบ่งออกเป็น

- พิกัดกำลังพร้อมใช้แบบไม่จำกัดเวลา (Unlimited Running Time Prime Power) คือพิกัดกำลัง ซึ่งสามารถจ่ายให้โหลดได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่จำกัดเวลาสำหรับโหลดประเภทไม่คงที่ (Variable Load Applications) โดยค่าเฉลี่ยของโหลดไม่ควรเกิน ๗๐ เปอร์เซ็นต์ ของพิกัดกำลัง การจ่ายกำลังสามารถจ่ายได้สูงกว่าพิกัดกำลังปกติ ๑๐ เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา ๑ ชั่วโมง ใน ๑๒ ชั่วโมง แต่ต้องไม่เกิน ๒๕ ชั่วโมงต่อปี และสามารถใช้งานที่พิกัดกำลังนี้ไม่เกิน ๕๐๐ ชั่วโมงต่อปี ยกเว้นช่วงเวลาที่ต้องใช้ในการซ่อมบำรุงรักษา เช่น เปลี่ยนไส้กรอง น้ำมันหล่อลื่น, กรองน้ำมันเชื้อเพลิง, ใส่น้ำมันหล่อลื่น เป็นต้นเท่านั้น
- พิกัดกำลังพร้อมใช้แบบจำกัดเวลา (Limited- Time running power : LTP) คือพิกัดกำลังของ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่จ่ายได้คงที่ (constant) คือ ๑๐๐ เปอร์เซ็นต์พิกัดของกำลังพร้อมใช้ภายในเวลาที่กำหนด ซึ่งพิกัดกำลังของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดนี้ไม่สามารถจ่ายได้เกินปีละ ๗๕๐ ชั่วโมง ยกเว้นช่วงเวลาที่ต้องใช้ในการซ่อมบำรุงรักษา ซึ่งถ้าต้องการจ่ายโหลดกระแสไฟฟ้าให้โหลด นานกว่านี้ให้เลือกใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดพิกัดกำลังแบบต่อเนื่อง (Continuous power หรือชนิด Base load power)

พิกัดกำลังสำรองฉุกเฉิน (Emergency standby power : ESP) คือพิกัดกำลังของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งสามารถจ่ายให้เพื่อทดแทนกำลังไฟฟ้าหลัก ในกรณีไฟฟ้าหลักดับหรือขัดข้อง ซึ่งพิกัดกำลัง ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้เป็นพิกัดกำลังสูงสุดไม่สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้เกินกว่าพิกัดนี้ได้อีกแล้ว พิกัด กำลังสำรองฉุกเฉินของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถจ่ายให้โหลดประเภทไม่คงที่ (Variable Load Applications) ได้เฉลี่ย ๘๐ เปอร์เซ็นต์ ปีละไม่เกิน ๒๐๐ ชั่วโมง และ ๑๐๐ เปอร์เซ็นต์ ได้ปีละไม่เกิน ๒๕ ชั่วโมง ถ้าต้องการจ่ายโหลดเกินที่กำหนดข้างต้นนี้ ให้เลือกใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดพิกัดกำลังพร้อมใช้ (Prime power : PRP)

STAMFORD®					
SERIAL NUMBER	X13L511464		DUTY	STAND-BY (S10)	
FRAME/CORE			EXCITATION VOLTAGE V	57.0	
FREQUENCY	50 HERTZ	60 HERTZ	EXCITATION CURRENT A	2.5	
RPM	1500	1800	INSULATION CLASS	CLASS H	
VOLTAGE	400	440	AMBIENT TEMPERATURE	27 °C	
PEAK RATING kVA	275.0 (PR)	320.0 (PR)	TEMPERATURE RISE	163 K	
PEAK RATING kW	220.0	256.0	THERMAL CLASSIFICATION	180 (H)	
AMPERES PR	396.9	419.9	ENCLOSURE	IP23	
TL	0.84 (ISO 8528-3)		STATOR WINDING	311	
PHASE	3		STATOR CONNECTION	SERIES STAR	
PF	0.80		MOUNTING TYPE	IM B15	
AVR	AS440		COOLING METHOD	IC01	
WEIGHT kg	727.00				
BASE CONTINUOUS RATING					
BS 5000, PART 3 IEC 60034-1 ISO 8528-3					
NEMA MG 1-32 BS EN 60034-1					
					
UL 1446 NIBL					
STAMFORD®					
UL File # 60034-1 1000000					
Designation: AL UL 1446					
Factory "G" Code: 3P					

CE

UL 1446 NIBL
STAMFORD®
UL File # 60034-1 1000000
Designation: AL UL 1446
Factory "G" Code: 3P

ภาพจาก <http://hiersunenergy.blogspot.com/>

รูปเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีพิกัดกำลังแบบต่อเนื่อง (Continuous power (COP))

มาตรฐานทางไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าสำรองฉุกเฉินสำหรับโรงพยาบาล

มาตรฐานในประเทศ

EIT ๒๐๐๖-๕๒ มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าในสถานที่เฉพาะ : บริเวณสถานพยาบาล

ได้จัดแบ่งบริเวณสถานพยาบาล ออกเป็น ๓ กลุ่ม ดังนี้

สถานพยาบาล กลุ่ม ๐ (group ๐)

บริเวณสถานพยาบาลที่ (medical location) ไม่มีการใช้ส่วนใช้งาน (applied part)



ภาพจาก www.bender-de.com

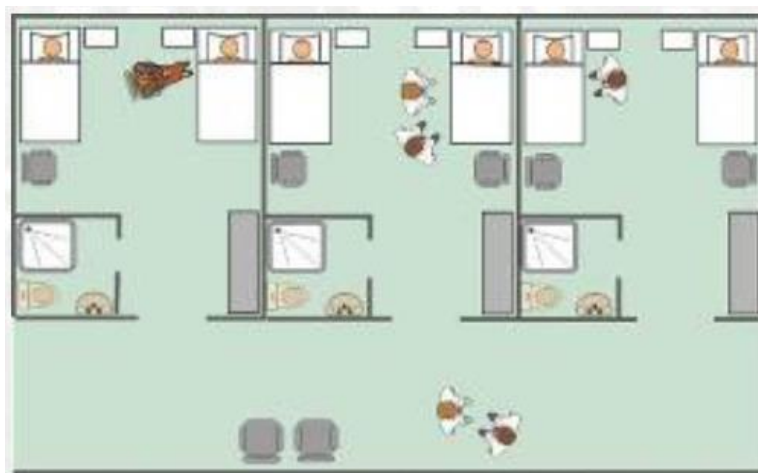
รูปสถานพยาบาล กลุ่ม ๐

สถานพยาบาล กลุ่ม ๑ (group ๑)

บริเวณสถานพยาบาล (medical location) ที่มีการใช้ส่วนใช้งาน (applied part) ทั้ง

๑) ภายนอก

๒) ภายในกับส่วนใด ๆ ของร่างกาย ยกเว้น ที่ระบุไว้ในกลุ่ม ๒



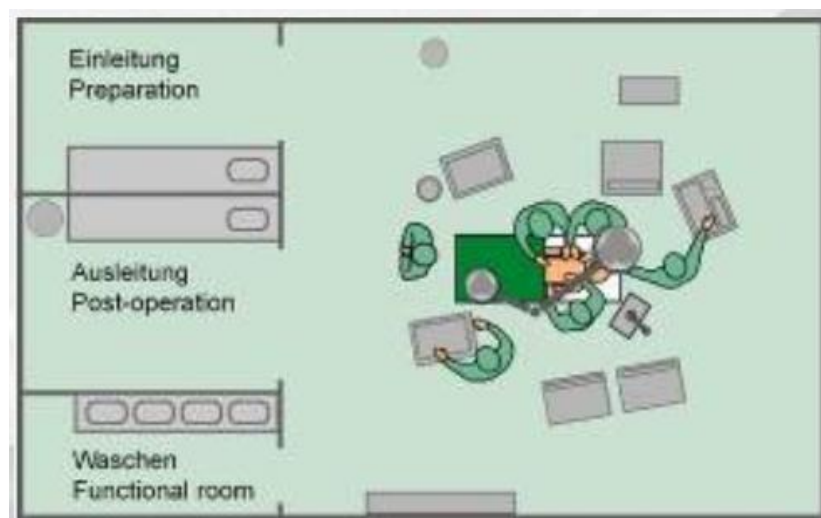
ภาพจาก www.bender-de.com

รูปสถานพยาบาล กลุ่ม ๑

สถานพยาบาล กลุ่ม ๒ (group ๒)

บริเวณสถานพยาบาล (medical location) ที่มีการใช้ส่วนใช้งาน (applied part) มาประยุกต์ใช้ในการรักษาที่สำคัญมาก ๆ เช่นการบำบัดภายในหัวใจ ห้องผ่าตัด ซึ่งการจ่ายไฟฟ้าที่ไม่ต่อเนื่อง สามารถก่อให้เกิดอันตรายถึงชีวิต

หมายเหตุ การบำบัดภายในหัวใจเป็นกระบวนการที่ตัวนำทางไฟฟ้าจะถูกลงในหัวใจของผู้ป่วยหรือสัมผัสกับหัวใจ ซึ่งร่างกายภายนอกของผู้ป่วยสามารถเข้าถึงตัวนำนี้ได้ ในที่นี้ตัวนำทางไฟฟ้ารวมถึงสายไฟที่มีฉนวน เช่น อิเล็กโทรดของเครื่องกำหนดจังหวะการเต้นของหัวใจ (cardiac pacing electrode) หรืออิเล็กโทรดสำหรับตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (intracardiac ECG electrode) หรือท่อมีฉนวนซึ่งบรรจุโพลที่เป็นตัวนำ



ภาพจาก www.bender-de.com

รูปสถานพยาบาล กลุ่ม ๒

ส่วนใช้งาน (applied part)

ส่วนของบริเวณไฟฟ้าทางการแพทย์ที่พร้อมใช้งานตามปกติ

๑) ผู้ป่วยจำเป็นต้องสัมผัสเพื่อให้บริเวณทำงาน หรือ

๒) ผู้ป่วยสามารถสัมผัสได้ หรือ

๓) ผู้ป่วยจำเป็นต้องสัมผัส

(ปรับจากมาตรฐาน IEC ๖๐๖๐๑-๑ ส่วนเพิ่มเติม ๒ ข้อ ๒.๑๕)

บริเวณสถานพยาบาล (medical location)

สถานที่เพื่อการตรวจวินิจฉัยโรค การบำบัดรักษา (รวมถึงศัลยกรรมตกแต่ง) การเฝ้าระวังและดูแลผู้ป่วย

หมายเหตุ เพื่อให้แน่ใจในการป้องกันผู้ป่วยจากอันตรายทางไฟฟ้าที่อาจเกิดขึ้นได้ จำเป็นต้องมีมาตรการป้องกันเพิ่มเติมในบริเวณสถานพยาบาล ประเภทและลักษณะของอันตรายเหล่านี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามการรักษาพยาบาล ลักษณะการใช้งานของห้องจำเป็นต้องแบ่งพื้นที่ตามกระบวนการทางการแพทย์ที่แตกต่างกันไป

มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าในสถานที่เฉพาะ : บริเวณสถานพยาบาล EIT ๒๐๐๖-๕๒

มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าในสถานที่เฉพาะ : บริเวณสถานพยาบาล ของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (EIT ๒๐๐๖-๕๒) และ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สิ่งติดตั้งทางไฟฟ้าของอาคาร : ข้อกำหนดสำหรับสิ่งติดตั้งหรือสถานที่พิเศษ - สถานพยาบาล มาตรฐานเลขที่ มอก. ๒๔๓๓ - ๒๕๕๕

โดยมาตรฐานทั้งสองฉบับ ใช้สำหรับการติดตั้งทางไฟฟ้าในบริเวณสถานพยาบาลเพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ป่วยและเจ้าหน้าที่ทางการแพทย์ ซึ่งครอบคลุมถึงการติดตั้งทางไฟฟ้าในโรงพยาบาล คลินิก เอกชน สถานฝึกหัดของแพทย์และทันตแพทย์ ศูนย์ดูแลสุขภาพ และห้องพยาบาลในสถานที่ทำงาน

ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าสำรองฉุกเฉินนั้นจะบรรจุอยู่ใน หัวข้อ ๖.๕ ระบบไฟฟ้านิรภัยของบทที่ ๖ การเลือกและการติดตั้งบริภัณฑ์ไฟฟ้า โดยมีรายละเอียดตามหัวข้อย่อย ๖.๕๒ - ๖.๕๓ เรื่องระบบไฟฟ้านิรภัย ได้แก่

- ข้อกำหนดด้านแหล่งจ่ายไฟฟ้า เนื้อหาจะประกอบด้วยข้อกำหนดโดยทั่วไปสำหรับแหล่งจ่ายระบบไฟฟ้านิรภัยของบริเวณสถานพยาบาลกลุ่ม ๑ และกลุ่ม ๒ และรายละเอียดข้อกำหนดสำหรับแหล่งจ่ายระบบไฟฟ้านิรภัย

โดยได้จัดประเภทของระบบไฟฟ้านิรภัยสำหรับบริเวณสถานพยาบาลออกเป็น ๕ ประเภท ดังแสดงในตาราง

ตารางแสดงการแบ่งประเภทระบบไฟฟ้านิรภัยที่จำเป็นสำหรับบริเวณสถานพยาบาล

ประเภท ๐ (ไม่ขาดตอน)	การจ่ายไฟฟ้าอัตโนมัติไม่มีการขาดตอน
ประเภท ๐.๑๕ (ขาดตอนสั้นมาก)	การจ่ายไฟฟ้าอัตโนมัติภายในเวลา ๐.๑๕ วินาที
ประเภท ๐.๕ (ขาดตอนสั้น)	การจ่ายไฟฟ้าอัตโนมัติภายในเวลา ๐.๕ วินาที
ประเภท ๑๕ (ขาดตอนปานกลาง)	การจ่ายไฟฟ้าอัตโนมัติภายในเวลา ๑๕ วินาที
ประเภท > ๑๕ (ขาดตอนนาน)	การจ่ายไฟฟ้าอัตโนมัติในเวลามากกว่า ๑๕ วินาที
หมายเหตุ ๑ โดยทั่วไปไม่จำเป็นต้องจัดเตรียมแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่ไม่ขาดตอน สำหรับบริภัณฑ์ไฟฟ้าทางการแพทย์ แต่บริภัณฑ์บางชนิดที่ควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์อาจมีความจำเป็น	

- ข้อกำหนดดวงจรให้แสงสว่างนิรภัย เนื้อหาจะประกอบด้วย บริเวณที่กำหนดให้ต้องมีระบบแสงสว่างนิรภัย ในสถานะที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าหลักล้มเหลวโดยรับไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายระบบไฟฟ้านิรภัยภายในเวลาไม่เกิน ๑๕ วินาที ระบบสาธารณูปโภคอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากแสงสว่างซึ่งต้องเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายระบบไฟฟ้านิรภัยภายในระยะเวลาไม่เกิน ๑๕ วินาที

และมาตรฐานฉบับดังกล่าวยังได้จัดทำตัวอย่างการแบ่งกลุ่มประเภทของระบบไฟฟ้านิรภัย โดยแบ่งบริเวณสถานพยาบาลไว้ ๓ กลุ่ม และความต้องการไฟฟ้าฉุกเฉินตามกลุ่มของบริเวณสถานพยาบาลนั้น เพื่อใช้เป็นข้อมูล แนวทางในการนำไปใช้งานจริง ดังแสดงไว้ในตาราง

ตารางแสดงรายการตัวอย่าง (อ้างอิงจากตาราง ข.๑ รายการตัวอย่างของมาตรฐาน EIT ๒๐๐๖-๕๒)

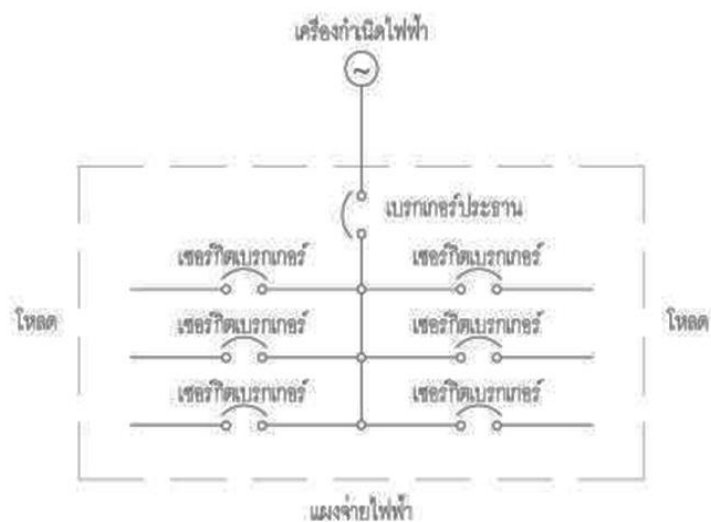
สถานพยาบาล	กลุ่ม			ประเภท	
	๐	๑	๒	$t \leq 0.5$ วินาที	$0.5 < t \leq 1.5$ วินาที
๑. ห้องนวด (massage room)	x	x			x
๒. ห้องนอนพักผู้ป่วย (bedroom)		x			
๓. ห้องคลอด (delivery room)		x		X ^ก	x
๔. ห้องตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (electrocardiography room, ECG) ห้องตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง (electroencephalography room, EEG) ห้องตรวจคลื่นไฟฟ้ามดลูก (electrohysterography room, EHG)		x			x
๕. ห้องส่องกล้อง (endoscopic room)		x ^ข			x ^ข
๖. ห้องตรวจรักษา (examination or treatment room)		x			x
๗. ห้องศัลยศาสตร์ทางเดินปัสสาวะ (urology room)		x ^ข			x ^ข
๘. ห้องรังสีวินิจฉัยและรักษานอกเหนือจาก ข้อ ๒๑. (radiological diagnostic and therapy room, other than mentioned under ๒๑)					
๙. ห้องธาราบำบัด (hydrotherapy room)		x			x
๑๐. ห้องกายภาพบำบัด (physiotherapy room)		x			x
๑๑. ห้องดมยาสลบ (วิสัญญี) (anaesthetic room)			x	X ^ก	x
๑๒. ห้องผ่าตัด (operating theatre)			x	X ^ก	x
๑๓. ห้องเตรียมผ่าตัด (operating preparation room)		x	x	X ^ก	x
๑๔. ห้องเฝือก (operating plaster room)		x	x	X ^ก	x
๑๕. ห้องพักฟื้นหลังผ่าตัด (operating recovery room)		x	x	X ^ก	x
๑๖. ห้องสวนเส้นเลือดหัวใจ (heart catheterization room)			x	X ^ก	x
๑๗. ห้องอภิบาลผู้ป่วยหนัก (intensive care room)			x	X ^ก	x
๑๘. ห้องฉีดสีเส้นเลือด (angiographic examination room)			x	X ^ก	x
๑๙. ห้องล้างไต (haemodialysis room)		x			x
๒๐. ห้องตรวจด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (MRI) (magnetic resonance imaging (MRI) room)		x			x
๒๑. ห้องเวชศาสตร์นิวเคลียร์ (nuclear medicine room)		x			
๒๒. ห้องทารกเกิดก่อนกำหนด (premature baby room)			x	X ^ก	x

^ก คอมพิวเตอร์และบริภัณฑ์ไฟฟ้าทางแพทย์เพื่อช่วยชีวิต ซึ่งจำเป็นต้องได้รับไฟฟ้ากำลังภายใน ๐.๕ วินาที หรือ น้อยกว่า

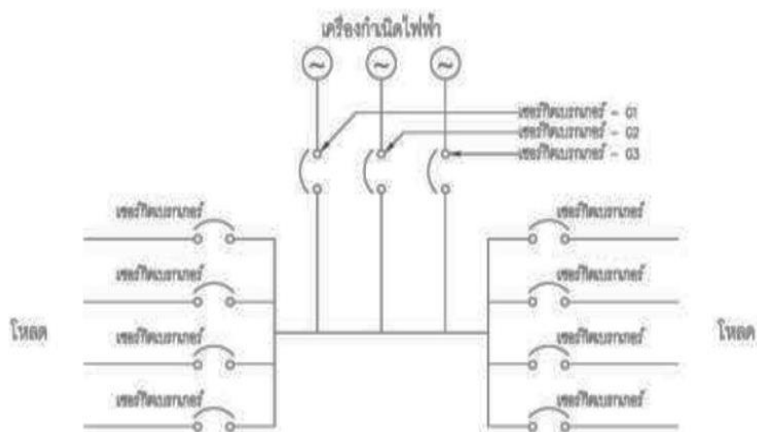
^ข ไม่ถือว่าเป็นห้องผ่าตัด

มาตรฐานออกแบบและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า EIT standard ๑๒๐๐๒-๕๙

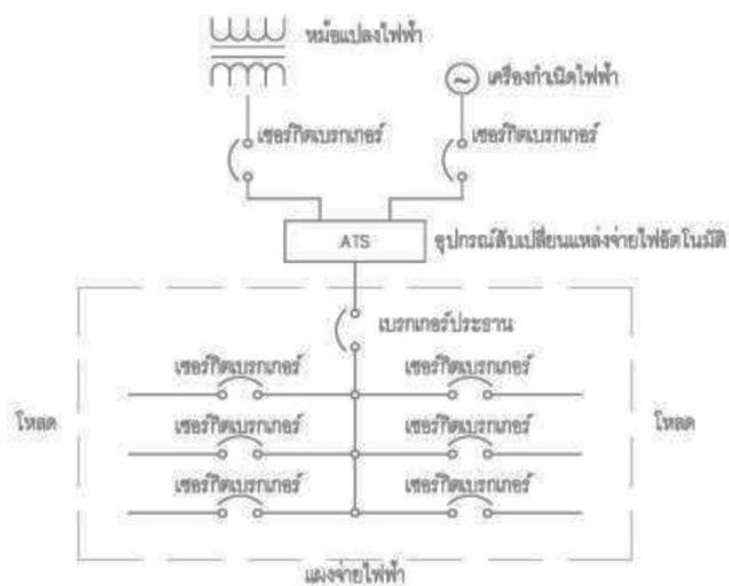
การติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับระบบจ่ายไฟฟ้าสำรอง (Standby Electrical System Installation) เป็นเนื้อหาซึ่งบรรจุอยู่ในบทที่ ๕ ของ มาตรฐานออกแบบและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จัดทำโดยสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ได้แบ่งรูปแบบการติดตั้งทั่วไปของระบบจ่ายไฟฟ้าสำรองในระบบแรงดันต่ำ ออกเป็น ๔ รูปแบบด้วยกัน ดังแสดงในรูป



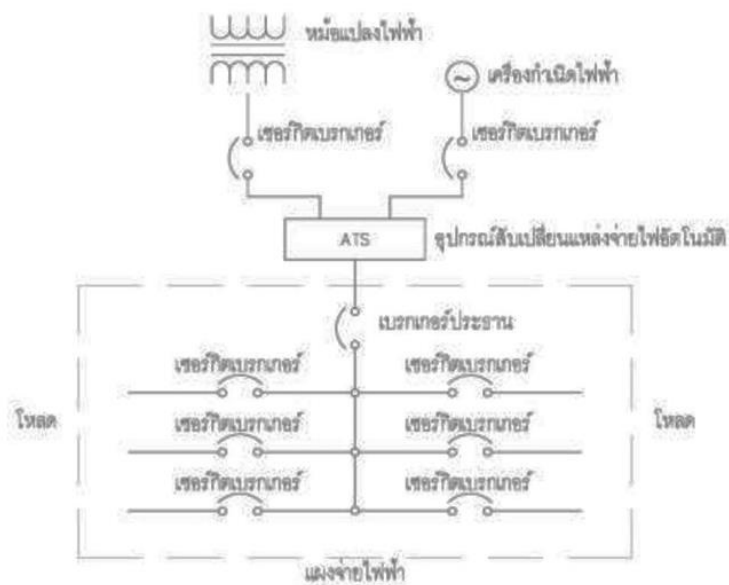
รูปแสดงเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ๑ ชุด ติดตั้งเพื่อรองรับการจ่ายโหลดทั้งหมด



รูปแสดงเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามากกว่า ๑ ชุดติดตั้งเพื่อรองรับการจ่ายโหลดทั้งหมด



รูปแนวทางการจัดวางระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ๑ ชุดติดตั้งเพื่อสำรองไว้สำหรับการจ่ายโหลดที่จัดไว้



รูปแนวทางการจัดวางระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามากกว่า ๑ ชุดติดตั้งเพื่อสำรองไว้สำหรับการจ่ายโหลดที่จัดไว้

การจัดระดับความสำคัญการจ่ายโหลดของระบบจ่ายไฟฟ้าสำรอง การจัดประเภทของระบบตามเวลาการเปลี่ยนถ่ายแหล่งจ่ายไฟที่กำหนดไว้เป็นค่าสูงสุดที่ยอมรับได้เป็น วินาที และการจัดระดับชั้น (Class) ของระบบการจ่ายไฟฟ้าสำรองให้โหลดนั้น มาตรฐาน วสท.๑๑๒๐๐๒-๕๙ มาตรฐานออกแบบและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะมีข้อกำหนดและการจัดแบ่งเหมือนกับมาตรฐาน Life Safety Code NFPA ๑๑๐ Standard for Emergency and Standby Power Systems , ๒๐๐๕ Edition

ในการพิจารณาการจัดระดับชั้น (Class) ของระบบการจ่ายไฟฟ้าสำรองตามมาตรฐานที่อ้างอิงดังกล่าวมาข้างต้น ในหัวข้อ ๑.๒.๑ จะต้องพิจารณาถึงความสามารถใน การจัดหาและจัดส่งเชื้อเพลิงสำรองไป

ยังสถานที่นั้นเป็นหลักโดยให้คำนึงถึงเงื่อนไขทางภูมิอากาศ การขนส่ง ภูมิศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม ความเสี่ยงในการเกิดภัยพิบัติ เช่น น้ำท่วม แผ่นดินไหว เป็นต้น ทั้งนี้ ้ การจัดระดับชั้นของระบบการจ่ายไฟฟ้าสำรองให้โหลดระดับ๑(Level๑) ไม่น้อยกว่าระดับชั้น(Class) ๖ ยกเว้น โหลดในสถานที่ดังต่อไปนี้ ให้สำรองเชื้อเพลิงไว้ไม่น้อยกว่าระดับชั้น (Class) ๔๘

- ICU (intensive care units)
- CCU (coronary care units)
- ห้องฉายรังสีและถ่ายภาพเอ็กซเรย์ (angiography laboratories)
- ห้องปฏิบัติการระบบ หัวใจ (cardiac catheterization laboratories)
- ห้องคลอด delivery(rooms)
- ห้องผ่าตัด (operating rooms)
- ห้องพักฟื้นหลังดมยา (postanesthesia recovery rooms)
- แผนกผู้ป่วยฉุกเฉิน(Emergency Departments)
- รวมทั้งพื้นที่อื่นที่เกี่ยวข้องหรือคล้ายคลึงกัน กระบวนการ การรักษาผู้ป่วยเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ต้องจ่ายไฟฟ้าจากแผงควบคุมที่รับไฟจากอู ถ่ายโอนแหล่งจ่ายไฟอัตโนมัติ (Automatic Transfer Switch) หนึ่งตัวแยกต่างหาก โดยการจ่าย ไฟฟ้าให้กับพื้นที่วิกฤติ (CriticalCare Area) นี้ต้องมีอย่างน้อยดวงจร ที่มาจากแหล่งจ่ายไฟปกติ หรือจากอุปกรณ์ ถ่ายโอนแหล่งจ่ายไฟ(Transfer Switch) จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองฉุกเฉินตัว อื่น

มาตรฐานต่างประเทศ

มาตรฐาน NFPA ๑๑๐ (The National Fire Protection Association,๒๐๐๕ Edition) หัวข้อ Standard for Emergency and Standby Power Systems ได้กำหนด Types, Classes, และ Level ของระบบไฟฟ้าสำรองไว้ใน Table ๑๐-๑: NFPA ๑๑๐ emergency power system types ,Table ๑๐-๒ : NFPA ๑๑๐ emergency power system classes และ Table ๑๐-๓ : NFPA ๑๑๐ emergency power system Levels ดังแสดงในตารางที่ ๑.๑ ,ตารางที่ ๑.๒ และตารางที่ ๑.๓

ตารางแสดง emergency power system types ตามมาตรฐาน NFPA ๑๑๐

Type	Power Restoration
U	Basically Uninterruptible (UPS Systems)
๑๐	๑๐
๖๐	๖๐
๑๒๐	๑๒๐
M	Manual stationary or nonautomatic – no time limit

ที่มา : Table ๑๐-๑: NFPA ๑๑๐ emergency power system types

ตารางแสดง emergency power system classes ตามมาตรฐาน NFPA ๑๑๐

Class	power restoration time
๐.๐๘๓	๐.๐๘๓ hr. (๕ min)
๐.๒๕	๐.๒๕ hr.(๑๕ min)
๒	๒ hr.
๖	๖ hr.
๔๘	๔๘ hr.
X	Other time, in hours, as required by the application, code, or user

ที่มา : Table ๑๐-๒ : NFPA ๑๑๐ emergency power system classes

ตารางแสดง emergency power system Levels ตามมาตรฐาน NFPA ๑๑๐

ระดับ (Level)	การใช้งาน (When Installed)
๑	ระบบการจ่ายไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์ที่กรณีเกิดความล้มเหลวของระบบการจ่ายไฟฟ้าแล้วอุปกรณ์นั้นไม่สามารถทำงานตามปกติได้ และเป็นเหตุให้เกิดการสูญเสียชีวิต หรือการบาดเจ็บหนักได้
๒	เป็นระบบการจ่ายไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์ที่กรณีเกิดความล้มเหลวของระบบจ่ายไฟฟ้าแล้วอุปกรณ์นั้นไม่สามารถทำงานตามปกติได้ และยังไม่มีความกระทบต่อความปลอดภัยในชีวิตของผู้ใช้งาน หรือ อุปกรณ์ในระดับที่ ๑ ที่ได้รับการพิจารณาแล้วจากผู้ใช้งานยินยอมให้มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน สูงขึ้น

ที่มา : Table ๑๐-๓ : NFPA ๑๑๐ emergency power system Levels

ระดับ ๑ (Level ๑) เป็นระบบการจ่ายไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์ที่กรณีเกิดความล้มเหลวของระบบการจ่ายไฟฟ้าแล้วอุปกรณ์นั้นไม่สามารถทำงานตามปกติได้ และเป็นเหตุให้เกิดการสูญเสียชีวิต หรือการบาดเจ็บหนักได้ เช่น

ระดับ ๒ (Level ๒) เป็นระบบการจ่ายไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์ที่กรณีเกิดความล้มเหลวของระบบจ่ายไฟฟ้าแล้วอุปกรณ์นั้นไม่สามารถทำงานตามปกติได้ และยังไม่มีความกระทบต่อความปลอดภัยในชีวิตของผู้ใช้งาน หรือ อุปกรณ์ในระดับที่ ๑ ที่ได้รับการพิจารณาแล้วจากผู้ใช้งานยินยอมให้มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน สูงขึ้น เช่น

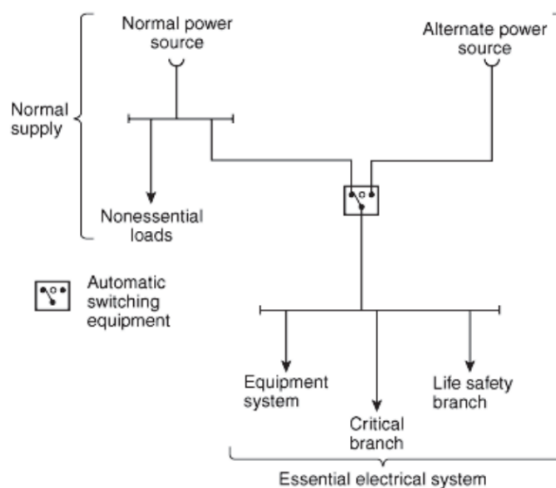
รายละเอียดและข้อกำหนดต่าง ๆ สามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากเล่มมาตรฐานดังกล่าว

มาตรฐาน NFPA ๙๙ ,Standard for Health Care Facilities , The National Fire Protection Association, ๒๐๐๕ Edition

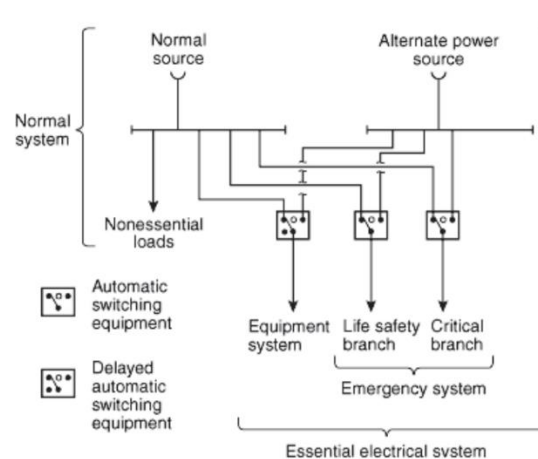
มาตรฐานฉบับดังกล่าวจะมีเนื้อหาเกี่ยวกับการจัดวางระบบไฟฟ้าในพื้นที่เฉพาะสำหรับ โรงพยาบาล ซึ่งบรรจุอยู่ในบทที่ ๔ Electrical Systems และบทที่ ๘ Electrical Equipment ซึ่งเนื้อหาจะครอบคลุมทั้งงานระบบไฟฟ้าและเครื่องมือทางการแพทย์

NFPA ๙๙ Standard for Health Care Facility ,๒๐๐๕ Edition ได้กำหนดความต้องการในการจัดวางระบบไฟฟ้า (System Arrangement) ขั้นต่ำ สำหรับโรงพยาบาล ไว้ดังนี้

๑) สำหรับโรงพยาบาลที่มีการใช้ไฟฟ้าไม่เกิน ๑๕๐ kVA และ ตั้งแต่ ๑๕๐ kVA ให้เป็นไปตามรูป



ไม่เกิน ๑๕๐ kVA



ตั้งแต่ ๑๕๐ kVA

จากรูปอธิบายความหมายต่าง ๆ ได้ดังนี้

- ๑) วงจรวิกฤติ (Critical Branch) เป็นวงจรย่อยของระบบไฟฟ้าฉุกเฉินประกอบไปด้วย สายป้อนและ วงจรย่อย ที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับระบบไฟฟ้าแสงสว่าง วงจรไฟฟ้ากำลังพิเศษ และเต้ารับที่เลือก ไว้เพื่อรองรับการใช้งานในบริเวณบริบาลผู้ป่วยซึ่งวงจรนั้นถูกต่อเข้ากับแหล่งพลังงานทำ โดยอุปกรณ์สลับแหล่งจ่ายไฟหนึ่งตัวหรือมากกว่าในขณะที่ไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟปกติเกิดเหตุ
- ๒) อุปกรณ์ไฟฟ้าช่วยชีวิต (Electrical Life-Safety Equipment) เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานอย่างต่อเนื่อง ด้วยระบบไฟฟ้าซึ่งจำเป็นในการรักษาชีวิตผู้ป่วย
- ๓) ระบบจ่ายไฟฟ้าฉุกเฉิน (Emergency System) เป็นระบบของวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งได้ กำหนดไว้และจำเป็นสำหรับการช่วยชีวิตและความปลอดภัย โดยรับไฟจากแหล่งจ่ายไฟทางเลือกอื่น นอกเหนือจากแหล่งจ่ายไฟปกติ
- ๔) ระบบอุปกรณ์เครื่องมือ (Equipment System) ระบบของวงจรและอุปกรณ์ที่จัดให้มีการหน่วงเวลา ทั้งแบบอัตโนมัติหรือด้วยมือ ในการเชื่อมต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟทางเลือกอื่น นอกเหนือแหล่งจ่ายไฟปกติเพื่อรองรับอุปกรณ์ไฟฟ้า ๓ เฟส เป็นพื้นฐาน
- ๕) ระบบจ่ายไฟฟ้าที่จำเป็น (Essential Electrical System) เป็นระบบที่ประกอบด้วย แหล่งจ่ายไฟ ทางเลือกอื่นนอกเหนือจากแหล่งจ่ายไฟปกติรวมทั้งระบบจำหน่ายและอุปกรณ์

ประกอบที่จำเป็นตามที่ได้ออกแบบไว้เพื่อให้มีไฟฟ้าจ่ายในพื้นที่ที่กำหนดไว้รวมถึงการใช้งานของระบบ สาธารณูปโภคในสถานพยาบาลเป็นไปอย่างต่อเนื่องในขณะที่ไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟปกติเกิด เหตุขัดข้อง รวมทั้งการเกิดจากเหตุขัดข้องเนื่องจากระบบการเดินสายภายใน

- ๖) สำหรับโรงพยาบาลหรือสถานพยาบาลที่มีโหลดตั้งแต่ ๑๕๐ kVA ลงมาวงจรสำหรับอุปกรณ์เครื่องมือ แพทย์, วงจรช่วยชีวิต และวงจรวิกฤตอาจใช้ไฟจากสวิตช์ถ่ายโอนชุดเดียวกันได้
- ๗) สวิตช์ถ่ายโอนสำหรับวงจรอุปกรณ์เครื่องมือ(Equipment System) ที่มีขนาดมากกว่า ๑๕๐ kVA จะต้องเป็นชนิดหน่วงเวลา

มาตรฐานไฟฟ้าสำรองฉุกเฉินสำหรับโรงพยาบาลตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

มาตรฐานไฟฟ้าสำรองฉุกเฉินสำหรับโรงพยาบาล

การจัดระดับชั้น (Class) ของระบบการจ่ายไฟฟ้าสำรองให้โหลดเป็นระยะเวลาต่ำสุด โดยไม่ต้องเติมเชื้อเพลิง หรืออัดประจุซ้ำ มีหน่วยชั่วโมง

ระดับชั้น(Class)	เวลาน้อยที่สุดที่ไม่ต้องการเติมเชื้อเพลิงหรืออัดประจุซ้ำ (Power restoration time)
0.083	0.083 ชั่วโมง (5 นาที)
0.25	0.25 ชั่วโมง (15 นาที)
2	2 ชั่วโมง
6	6 ชั่วโมง
48	48 ชั่วโมง
x	ระยะเวลาอื่นที่กำหนดเป็นชั่วโมงตามความต้องการโดยการใช้งานตามข้อกำหนดอื่นหรือโดยผู้ใช้งาน

การจัดระดับชั้นของระบบการจ่ายไฟฟ้าสำรองให้โหลดระดับ 1 (Level 1) ไม่น้อยกว่าระดับชั้น(Class) **6 ยกเว้น โหลดในสถานที่ดังต่อไปนี้** ให้สำรองเชื้อเพลิงไว้ไม่น้อยกว่าระดับชั้น (Class) 48

☐ ICU (intensive care units)

☐ CCU (coronary care units)

☐ ห้องฉายรังสีและถ่ายภาพรังสี (angiography laboratories)

☐ ห้องปฏิบัติการระบบหัวใจ (cardiac catheterization laboratories)

☐ ห้องคลอด delivery (rooms)

☐ ห้องผ่าตัด (operating rooms)

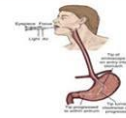
☐ ห้องพักฟื้นหลังดมยา (Postanesthesia Recovery Rooms)

☐ แผนกผู้ป่วยฉุกเฉิน(Emergency Departments)

งานส่งเสริมคุณภาพมาตรฐาน กองวิศวกรรมการแพทย์

โทร. ๐-๒๐๔๙-๕๖๔๐-๙๑ ต่อ ๑๑๑๐ www.facebook.com/seehosp

ข้อกำหนดของแหล่งจ่ายระบบไฟฟ้านิรภัยสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ในบริเวณ สถานพยาบาลกลุ่ม 1 และกลุ่ม 2 ในสภาวะที่เกิดความล้มเหลวของ แรงดันไฟฟ้าของเฟสใดเฟสหนึ่งหรือหลายเฟสที่แบ่งจ่ายไฟ		
เวลาในการสับเปลี่ยน	อุปกรณ์/สถานที่	ระยะเวลาต่ำสุดในการจ่ายไฟ
ไม่เกิน 0.5 วินาที (ในสภาวะที่เกิดความล้มเหลวของ แรงดันไฟฟ้าของเฟสใดเฟสหนึ่ง หรือหลายเฟสที่แบ่งจ่ายไฟ)	คอมไฟฟ้สำหรับเตียงผ่าตัดและคอม ไฟฟ้อื่น ๆ ที่จำเป็น เช่น คอมไฟที่ใช้ สำหรับส่องกล้องอวัยวะภายใน (endoscope) เป็นต้น	อย่างน้อย 3 ชั่วโมง



งานส่งเสริมคุณภาพมาตรฐาน กองวิศวกรรมการแพทย์

โทร. ๐-๒๕๔๙-๕๖๔๐-๙๑ ต่อ ๑๑๑๐ www.facebook.com/seehosp



ข้อกำหนดของแหล่งจ่ายระบบไฟฟ้านิรภัยสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ในบริเวณสถานพยาบาลกลุ่ม 1 และกลุ่ม 2 ในสภาวะที่เกิด ความล้มเหลวของแรงดันไฟฟ้าของเฟสใดเฟสหนึ่งหรือหลายเฟสที่แบ่งจ่ายไฟ		
เวลาในการสับเปลี่ยน	อุปกรณ์/สถานที่	ระยะเวลาต่ำสุดในการจ่ายไฟ
ไม่เกิน 15 วินาที (เมื่อแรงดันไฟฟ้าในระบบเฟสใดเฟส หนึ่งหรือหลายเฟสในแผงบริกเกอร์ ประธาน ที่จ่ายให้ระบบไฟฟ้านิรภัยตก มากกว่าร้อยละ 10 ของค่าแรงดันที่ระบุ ในระยะเวลามากกว่า 3 วินาที)	1) แหล่งจ่ายนิรภัย ได้แก่ - ทางหนีภัย - คอมไฟฟ้ทางออกฉุกเฉิน - สถานที่ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันและควบคุม สำหรับ ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉิน และแม่เหล็กไฟฟ้า ประธานของแหล่งจ่ายไฟฟ้าปกติและแหล่งจ่าย ไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้านิรภัย - คอมไฟฟ้อย่างน้อยหนึ่งคอม ในห้องสำหรับ บริเวณสถานพยาบาลกลุ่ม 1 - คอมไฟฟ้อย่างน้อยร้อยละ 50 ของจำนวน คอมไฟฟ้ทั้งหมดที่รับไฟฟ้าจากแหล่งจ่าย ไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้านิรภัย ในห้อง สำหรับบริเวณสถานพยาบาลกลุ่ม 2 2) ระบบสารอุปโภคอื่น ๆ, ลิฟต์ดับเพลิง, ระบบระบายควัน, เสี่ยงประกาศฉุกเฉิน (paging system), ระบบก๊าซทางการแพทย์, ระบบตรวจจับ เพลิงไหม้ ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ และระบบ ดับเพลิง, บริภัณฑ์ไฟฟ้าทางการแพทย์ที่ใช้ใน บริเวณสถานพยาบาลกลุ่ม 2 ที่เกี่ยวข้องกับการ ผ่าตัด	อย่างน้อย 24 ชั่วโมง (ระยะเวลา 24 ชั่วโมงสามารถลดลงเหลือ เพียง 3 ชั่วโมง ได้หากเป็นความต้องการ ทางการแพทย์ และการใช้สถานที่รวมถึง การรักษาสามารถแล้วเสร็จและหากจะมี การเคลื่อนย้ายออกจากอาคารภายใน ระยะเวลาที่เหมาะสมได้เป็นอย่างดีภายใน 24 ชั่วโมง)

งานส่งเสริมคุณภาพมาตรฐาน กองวิศวกรรมการแพทย์

โทร. ๐-๒๕๔๙-๕๖๔๐-๙๑ ต่อ ๑๑๑๐ www.facebook.com/seehosp



ข้อกำหนดของแหล่งจ่ายระบบไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ในบริเวณสถานพยาบาลกลุ่ม 1 และกลุ่ม 2 ในสภาวะที่เกิดความล้มเหลวของแรงดันไฟฟ้าของเฟสใดเฟสหนึ่งหรือหลายเฟสที่แผ่จ่ายไฟ

เวลาในการสับเปลี่ยน	อุปกรณ์/สถานที่	ระยะเวลาต่ำสุดในการจ่ายไฟ
มากกว่า 15 วินาที	- บริเวณที่ซึ่งมีไว้เพื่อการซ่อมบำรุงของการบริการของโรงพยาบาลโดยทั่วไป อาจเชื่อมต่ออย่างอัตโนมัติหรือด้วยตัวผู้ดูแลกับแหล่งจ่ายระบบไฟฟ้ากริด รวมถึง - อุปกรณ์ฆ่าเชื้อโรค - อุปกรณ์ในงานระบบของอาคาร เช่น ระบบปรับอากาศ ระบบการจัดการของเสีย - บริเวณที่ทำความเย็น - บริเวณที่ทำอาหาร - เครื่องประจุแบตเตอรี่	อย่างน้อย 24 ชั่วโมง

ตารางที่ 7.1 คำแนะนำวิธีการซ่อมบำรุงรักษาและควมดีในการซ่อมบำรุง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการซ่อมบำรุงรักษาราว ๆ กรณีไม่มีคู่มือหรือคำแนะนำจากบริษัทผู้ผลิต

7. เครื่องดันกำลัง (Prime mover) ขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

- ทดสอบโดยไม่จ่ายโหลดเป็นเวลา 10 นาที (ทุกสัปดาห์)
- ทดสอบโดยจ่ายโหลดอย่างน้อย 30% ของ Nameplate Kw เป็นเวลา 30 นาที (ทุกเดือน)
- ทดสอบจ่ายโหลด (ทุกปี)
 - อย่างน้อย 50% ของ Nameplate Kw เป็นเวลา 30 นาที
 - อย่างน้อย 75% ของ Nameplate Kw เป็นเวลา 60 นาที
- ทดสอบจ่ายโหลดวิกฤติระดับ 1
 - อย่างน้อย 30% ของ Name plate KW เป็นเวลา 30 นาที
 - อย่างน้อย 50% ของ Nameplate Kw เป็นเวลา 30 นาที
 - 75% ของ Nameplate Kw เป็นเวลา 60 นาที
 - 100% ของ Nameplate Kw เป็นเวลา 120 นาที

ที่มา : มาตรฐาน วสท.112002-59 มาตรฐานออกแบบและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

๒.๖ แนวทางการตรวจสอบประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล

ระบบตะกอนเร่งชนิดคลองวนเวียน

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงระบบ

๑. ความสามารถในการบำบัดน้ำเสียต่อวันของระบบบำบัดน้ำเสีย

- คำนวณจากปริมาตรรับน้ำในคลองวนเวียน ปริมาตรคลองวนเวียนเท่ากับ ๑๕๕ ม.^๓ ระยะเวลาที่น้ำอยู่ในระบบ ๘ – ๓๖ ชั่วโมง ดังนั้นระบบจะสามารถรับน้ำ ได้ สูงสุด $155 \times 24 / 8 = 462$ ม.^๓/วัน ต่ำสุด ๗๗ ม.^๓/วัน ค่าเฉลี่ย ๑๒๕ ม.^๓/วัน

๒. ปริมาณน้ำเสียเข้าระบบต่อวัน

- ประเมินจากจำนวนเตียงผู้ป่วยใน ๘๐๐ เตียง/เตียง/วัน โรงพยาบาลเกาะสมุย ปัจจุบันมีจำนวนเตียง ๑๔๔ เตียง ดังนั้นปริมาตรน้ำเสียเข้าระบบจะอยู่ที่ ๑๑๕.๒ ม.^๓/วัน ค่าในทางคำนวณสูงสุด จะเท่ากับ ๑๔๔ ม.^๓/วัน



หมายเหตุ

อัตราเฉลี่ยน้ำเสียเข้าระบบสามารถหาได้จาก

๑. อัตราร้อยละ ๘๐ ของจำนวนการใช้น้ำประปา สามารถหาได้จากการบันทึกค่ามิเตอร์ น้ำประปาใน ๒๔ ชั่วโมง
๒. ปริมาณการสูบน้ำเสียเข้าระบบ ใน ๒๔ ชั่วโมง โดยอ่านค่าจากเครื่องบันทึกเวลาการทำงานของปั๊มสูบน้ำเสีย(Hour Meter)

หน่วยบำบัด	เกณฑ์การออกแบบ	
	พารามิเตอร์	ค่าที่ให้ออกแบบ
3. แบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch)	- F/M Ratio - อายุสลัดจ์ (Sludge Age) - อัตราภาระอินทรีย์ (Organic Loading) - MLSS - เวลาเก็บกักน้ำ (HRT) - อัตราส่วนการสูบสลัดจ์กลับ - ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดี	0.05-0.3 กก. บีโอดี/กก. MLSS-วัน 10-30 วัน 0.1-0.5 กก. บีโอดี/ลบ.ม.-วัน 3,000-6,000 มก./ล. 8-36 ชั่วโมง 0.75-1.5 ร้อยละ 75-95
3. ถังตกตะกอนชั้นสอง (Sedimentation Tank)	- อัตราน้ำล้น (Overflow Rate) - อัตราไหลเฉลี่ย - อัตราไหลสูงสุด - อัตราภาระของแข็ง (Solid Loading Rate) - อัตราไหลเฉลี่ย - อัตราไหลสูงสุด - ความลึก - อัตราภาระฝาย (Weir Loading Rate)	16-32 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน 40-48 ลบ.ม./ตร.ม.-วัน 3-6 กก./ตร.ม.-ชม. 10 กก./ตร.ม.-ชม. 3-4.5 เมตร 250 ลบ.ม./ม.-วัน
4. บ่อเติมคลอรีน (Chlorine Contact Tank)	- เวลาสัมผัส - อัตราไหลเฉลี่ย - อัตราไหลสูงสุด - ความเข้มข้นของคลอรีนที่ต้องการ - คลอรีนคงเหลือทั้งหมด (Total Residual Chlorine)	15-30 นาที 30 15 6 มก./ล. 0.3-2 มก./ล. (0.5-1 มก./ล.)*



๓. ภาระถังตกตะกอน จากเกณฑ์การออกแบบ กำหนดไว้ว่าอัตราน้ำล้นมีอัตราไหลสูงสุด
ที่ ๔๐ - ๔๘ ม.^๓/ม.^๒/วัน

๓.๑ บ่อตกตะกอน (Clarifier Tank) แบบ: บ่อคอนกรีตเสริมเหล็ก

ปริมาตรบ่อ : $๒.๕ \times ๒.๕ \times ๒/๓ \times ๔ = ๒๕$ ลบ.ม.

ระยะเวลาเก็บ : $\frac{๒๕ \times ๒๔}{๒๐๐} = ๓$ ชั่วโมง

ความสามารถการรับอัตราน้ำล้นของถังตกตะกอน = ๔๐ ลบ.ม. / ตร.ม.-วัน
พื้นที่ผิวของถังตกตะกอน = ๒.๕×๒.๕
= ๖.๒๕ ตร.ม.

ความสามารถของถังตกตะกอน
ม.-วัน

$$= 6.25 \text{ ตร.ม.} \times 40 \text{ ลบ.ม. / ตร.}$$

$$= 250 \text{ ลบ.ม./วัน}$$

ระบบมีถังตกตะกอน จำนวน 2 ถัง ดังนั้นสามารถรับน้ำล้นได้ = $250 \times 2 = 500$ ลบ.ม./วัน

ดังนั้นระบบที่ออกแบบไว้จึงเพียงพอกับความต้องการ

อัตราน้ำล้นปัจจุบัน = 200 ลบ.ม./วัน แต่ความสามารถรับน้ำของถังตกตะกอน = 500 ลบ.ม./วัน



๔. บ่อเก็บตะกอน (Sludge Storage Tank)

สำหรับระบบ Activated Sludge ปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นหลังการสูบล้าง คิดเป็น 20 %

โดยประมาณ (ปริมาณ BOD เข้าระบบ = 80 mg/L ปริมาณ BOD ออกจากระบบ = 10 mg/L

ดังนั้น ปริมาณตะกอนคิดจาก กก./วัน BOD Loading = $32.2 \times 0.2 = 6.44$ กก. /วัน

ความหนาแน่นในบ่อเก็บตะกอน คิดที่ 40,000 mg/L = 40 kg/m³

ดังนั้นปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้น = $\frac{6.44}{40} = 0.161$ ลบ.ม./วัน

แบบ : บ่อคอนกรีตเสริมเหล็ก

ปริมาตรบ่อ : $0.5 \times 0.8 \times 0.2 = 0.08$ ลบ.ม.

ระยะเวลากักเก็บ : $\frac{0.161}{0.08} = 20.1$ วัน

จะต้องสูบน้ำตะกอนเข้าลานตาก ในระยะเวลา 20 วัน/ครั้ง จำนวนลานตากตะกอน 2 บ่อ สามารถรองรับ
ตะกอนได้ในระยะเวลา $20 \times 2 = 40$ วัน



ระยะเวลากักเก็บประมาณ 20 วัน หรือ 3 สัปดาห์



๕. บ่อฆ่าเชื้อโรค (Chlorine Contact Tank)

ใช้ Sodium Hypochlorite ความเข้มข้น ๑๐ % เติมลงในบ่อฆ่าเชื้อโรคก่อนระบายออก

แบบ	บ่อคอนกรีตเสริมเหล็ก		
ปริมาตรบ่อ	$๒.๐ \times ๒.๗ \times ๐.๘$	=	๔.๓ ลิบ.ม.
ระยะเวลาพักเก็บ	$\frac{๔.๓ \times ๒๔}{๒๐๐}$	=	๐.๕๑ ชั่วโมง
		=	๓๑.๑ นาที
ตามทฤษฎี ระยะเวลาสัมผัสควรมีค่ามากกว่า		=	๑๕.๔๕ นาที
ดังนั้นระบบที่ออกแบบไว้จึงเพียงพอกับความต้องการ			

การเพิ่มประสิทธิภาพเชิงระบบ (แนวทางแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้น)

๑. ติดตั้งเครื่องบันทึกเวลาการทำงานของปั๊มสูบน้ำเสีย เพื่อใช้คำนวณหาปริมาณน้ำเสียเข้าระบบ
๒. เร่งดำเนินการเลี้ยงตะกอนในระบบให้อยู่ในระดับ ๒๕๐-๓๕๐
๓. ดำเนินการบันทึกปริมาณการใช้น้ำประปาประจำวันเพื่อเทียบเคียงกับปริมาณน้ำเสียที่เข้าระบบ
๔. ตรวจวัดค่าBODอย่างสม่ำเสมอ(เพิ่มความถี่ในการตรวจวัด)
๕. ปรับปรุงลานทรายตากตะกอนให้อยู่ในสภาพใช้งาน
๖. รณรงค์การใช้น้ำอย่างประหยัด รักษาทรัพยากร ลดการสิ้นเปลือง
๗. ปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียให้เหมาะสมกับสภาพปัจจุบัน ตามแนวทางวิเคราะห์
๘. อบรมความรู้เรื่องการบำบัดน้ำเสียให้กับเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องและผู้ดูแลระบบ
๙. จัดระบบการติดตามตัวชี้วัดคุณภาพของระบบ การรายงาน และเป้าหมายที่ชัดเจน

ลำดับความสำคัญในการแก้ปัญหาระบบบำบัดน้ำเสีย

๑. ปัญหาตะกอนในคลองวนเวียนมีปริมาณน้อยน้อย
สามารถแก้ไขได้โดยวิธีการจัดการควบคุมปริมาณน้ำเสียเข้าระบบ หรือเพิ่มปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และเวียนตะกอนกลับให้มากขึ้น



๒. ติดตั้งเครื่องบันทึกเวลาการทำงานของปั๊มสูบน้ำเสีย เพื่อใช้คำนวณหาปริมาณน้ำเสียเข้าระบบ



๓. ปรับปรุงลานทรายตากตะกอนให้อยู่ในสภาพใช้งาน



๔. ตรวจวัดค่าBODอย่างสม่ำเสมอ(เพิ่มความถี่ในการตรวจวัด)



๕. การฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน ที่เหมาะสม จะช่วยให้คุณภาพน้ำทิ้งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน และประหยัดงบประมาณ

บรรณานุกรม

- [๑] ดร.ยุทธพงศ์ ทัพผดุง และคณะ, “การใช้เทคโนโลยีภาพถ่ายความร้อนอินฟราเรดอย่างมืออาชีพ”, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, พิมพ์ครั้งที่ ๑ พ.ศ. ๒๕๕๕
- [๒] ลือชัย ทองนิล, “คู่มือวิศวกรไฟฟ้า”, สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., พิมพ์ครั้งที่ ๓ พ.ศ. ๒๕๔๗
- [๓] ลือชัย ทองนิล, “การตรวจความปลอดภัยระบบไฟฟ้า”, สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., พ.ศ. ๒๕๔๘
- [๔] ดร.ยุทธพงศ์ ทัพผดุง, กิตติพงศ์ รัตนวงกต, “การจัดทำรายงานภาพถ่ายความร้อนอย่างไรให้เหมือนมืออาชีพ” .[online]. แหล่งที่มา: http://gsc.nmc.ac.th/th/article_details.php?id=P๙V๖๕T [๒๕ มิถุนายน ๒๕๕๘]
- [๕] ดร.ยุทธพงศ์ ทัพผดุง, กนก โพธิ์เวส, “การประยุกต์ระบบพีซีเพื่อกำหนดลำดับความสำคัญการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า” .[online]. แหล่งที่มา: http://gsc.nmc.ac.th/th/article_details.php?id=๒๙WBLQ [๒๕ มิถุนายน ๒๕๕๘]
- [๖] ชีระศักดิ์ เสภากล่อม, “ความก้าวหน้าของการวัดอุณหภูมิด้วยอินฟราเรด” .[online]. แหล่งที่มา: <http://thailandindustry.com/guru/view.php?id=๑๙๒๔๙§ion=๙&rcount=Y> [๑๘ กรกฎาคม ๒๕๕๘]
- [๗] คณะอนุกรรมการมาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมเครื่องกล, “มาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย”, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, พิมพ์ครั้งที่ ๑ กันยายน ๒๕๕๑
- [๘] “คู่มือเทคนิคการตรวจสอบอาคารเพื่อความปลอดภัย(สำหรับการตรวจสอบอาคารตามกฎหมาย)”, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, พิมพ์ครั้งที่ ๑ ตุลาคม ๒๕๕๑
- [๙] ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๔๓๗๙ (พ.ศ. ๒๕๕๔) กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การติดตั้งโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินชนิดส่องสว่างจากภายในสำหรับอาคาร
- [๑๐] กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน ในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับไฟฟ้า พ.ศ. ๒๕๕๘
- [๑๑] คู่มือการปฏิบัติงาน ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องการป้องกันและระงับอัคคีภัยในโรงงาน พ.ศ. ๒๕๕๒
- [๑๒] กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. ๒๕๕๕
- [๑๓] ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๔๔๐๗ (พ.ศ. ๒๕๕๕) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ข้อกำหนดในการป้องกันอัคคีภัย เล่ม ๖ ระบบอัดอากาศเพื่อควบคุมควันไฟ
- [๑๔] คู่มือการปฏิบัติตามมาตรฐานการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานให้สอดคล้องกับมาตรฐานแห่งพระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. ๒๕๕๔ สำหรับหน่วยงานราชการ
- [๑๕] “คู่มือระบบก๊าซทางการแพทย์ ๒๕๕๕” ,สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุขและราชวิทยาลัยวิสัญญีแพทย์แห่งประเทศไทย

ภาคผนวก

คำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการ



คำสั่งกองวิศวกรรมการแพทย์

ที่ ๒๑ /๒๕๖๐

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการพัฒนากระบวนการตรวจสอบด้านวิศวกรรมความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม
ของโรงพยาบาล

ตามที่กองวิศวกรรมการแพทย์ มีโครงการพัฒนากระบวนการตรวจสอบด้านวิศวกรรมความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมของโรงพยาบาล ซึ่งจะดำเนินการในปีงบประมาณ พ.ศ.๒๕๖๑ เพื่อทบทวนและปรับปรุงกระบวนการด้านการตรวจสอบวิศวกรรมความปลอดภัยในโรงพยาบาล ให้สถานบริการสุขภาพได้รับบริการตามมาตรฐาน ดังนั้น เพื่อให้การปฏิบัติงานของคณะกรรมการฯ สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพและบรรลุวัตถุประสงค์ ตามแผนการดำเนินงาน จึงเห็นควรแต่งตั้งคณะกรรมการ ดังมีรายนามดังต่อไปนี้

๑. นายปริญญา	คุ้มตระกูล	วิศวกรเชี่ยวชาญ (ด้านวิศวกรรมการแพทย์)	ที่ปรึกษา
๒. นายสาธิต	นฤภัย	วิศวกรไฟฟ้าชำนาญการพิเศษ	ที่ปรึกษา
๓. นายอตุลย์	ขมิ้นเขียว	วิศวกรไฟฟ้าชำนาญการพิเศษ	ประธานคณะกรรมการ
๔. นายวินัย	ฉายากุล	วิศวกรไฟฟ้าสื่อสารชำนาญการพิเศษ	คณะกรรมการ
๕. นายถาวร	ขมิ้นวิหก	นายช่างเทคนิคอาวุโส	คณะกรรมการ
๖. นายอานภาพ	ละอ	วิศวกรเครื่องกลชำนาญการ	คณะกรรมการ
๗. นายเกรียงศักดิ์	สุริยะป้อ	วิศวกรเครื่องกลชำนาญการ	คณะกรรมการ
๘. นายกิตติรักษ์	ชูกำลัง	วิศวกรเครื่องกลชำนาญการ	คณะกรรมการ
๙. นายมนัส	รัตนสุวรรณ	นายช่างไฟฟ้าชำนาญงาน	คณะกรรมการ
๑๐. นายเอกนรินทร์	สายทอง	นายช่างไฟฟ้าชำนาญงาน	คณะกรรมการ
๑๑. นายรพจน์	ราชสีห์วรรณ	นายช่างไฟฟ้าชำนาญงาน	คณะกรรมการ
๑๒. นายภิญโญ	รัตนตรัย	นายช่างไฟฟ้าชำนาญงาน	คณะกรรมการ
๑๓. นายประวิทย์	สัพพะเลข	นายช่างเทคนิคชำนาญงาน	คณะกรรมการ
๑๔. นางสาวกมลรัตน์	สุวรรณวัฒน์	วิศวกรปฏิบัติการ	คณะกรรมการ
๑๕. นายรักศักดิ์	นิลฉาย	วิศวกรไฟฟ้าชำนาญการ	คณะกรรมการ และเลขานุการ

/มีอำนาจ...

มีอำนาจหน้าที่

๑. กำหนดแนวทางมาตรฐานวิธีการดำเนินงานตรวจสอบด้านการตรวจสอบวิศวกรรมความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมในโรงพยาบาลของกองวิศวกรรมการแพทย์และสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพทั้ง ๑๒ เขต ให้เป็นรูปแบบเดียวกัน

๒. ทบทวนมาตรฐานการตรวจสอบงานระบบวิศวกรรมที่มีความเสี่ยงสูงทั้ง ๗ ระบบในโรงพยาบาล

๓. ปฏิบัติหน้าที่อื่นๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๑๒ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๐



(นายปริญญ์ คุ้มตระกูล)

วิศวกรเชี่ยวชาญ(ด้านวิศวกรรมการแพทย์)

รักษาราชการแทนผู้อำนวยการกองวิศวกรรมการแพทย์

บรรณานุกรม

- [๑] ดร.ยุทธพงศ์ ทัพผดุง และคณะ, “การใช้เทคโนโลยีภาพถ่ายความร้อนอินฟราเรดอย่างมืออาชีพ”, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, พิมพ์ครั้งที่ ๑ พ.ศ. ๒๕๕๕
- [๒] ลือชัย ทองนิล, “คู่มือวิศวกรไฟฟ้า”, สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., พิมพ์ครั้งที่ ๓ พ.ศ. ๒๕๔๗
- [๓] ลือชัย ทองนิล, “การตรวจความปลอดภัยระบบไฟฟ้า”, สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., พ.ศ. ๒๕๔๘
- [๔] ดร.ยุทธพงศ์ ทัพผดุง, กิตติพงษ์ รัตนวงกต, “การจัดทำรายงานภาพถ่ายความร้อนอย่างไรให้เหมือนมืออาชีพ” .[online]. แหล่งที่มา: http://gsc.nmc.ac.th/th/article_details.php?id=P๙V๖๕T [๒๕ มิถุนายน ๒๕๕๘]
- [๕] ดร.ยุทธพงศ์ ทัพผดุง, กนก โพธิเวส, “การประยุกต์ระบบพีซีเพื่อกำหนดลำดับความสำคัญการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้า” .[online]. แหล่งที่มา: http://gsc.nmc.ac.th/th/article_details.php?id=๒๙WBLQ [๒๕ มิถุนายน ๒๕๕๘]
- [๖] อิระศักดิ์ เสภากล่อม, “ความก้าวหน้าของการวัดอุณหภูมิด้วยอินฟราเรด” .[online]. แหล่งที่มา: <http://thailandindustry.com/guru/view.php?id=๑๙๒๔๙§ion=๙&count=Y> [๑๘ กรกฎาคม ๒๕๕๘]
- [๗] คณะอนุกรรมการมาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมเครื่องกล, “มาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย”, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, พิมพ์ครั้งที่ ๑ กันยายน ๒๕๕๑
- [๘] “คู่มือเทคนิคการตรวจสอบอาคารเพื่อความปลอดภัย(สำหรับการตรวจสอบอาคารตามกฎหมาย)”, วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, พิมพ์ครั้งที่ ๑ ตุลาคม ๒๕๕๑
- [๙] ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๔๓๗๙ (พ.ศ. ๒๕๕๔) กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การติดตั้งคอมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉินชนิดส่องสว่างจากภายในสำหรับอาคาร
- [๑๐] กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน ในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับไฟฟ้า พ.ศ. ๒๕๕๘
- [๑๑] คู่มือการปฏิบัติงาน ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องการป้องกันและระงับอัคคีภัยในโรงงาน พ.ศ. ๒๕๕๒
- [๑๒] กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับการป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. ๒๕๕๕
- [๑๓] ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๔๔๐๗ (พ.ศ. ๒๕๕๕) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ข้อกำหนดในการป้องกันอัคคีภัย เล่ม ๖ ระบบอัดอากาศเพื่อควบคุมควันไฟ
- [๑๔] คู่มือการปฏิบัติตามมาตรฐานการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานให้สอดคล้องกับมาตรฐานแห่งพระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. ๒๕๕๔ สำหรับหน่วยงานราชการ
- [๑๕] “คู่มือระบบก๊าซทางการแพทย์ ๒๕๕๕” ,สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุขและราชวิทยาลัย

วิสัญญีแพทย์แห่งประเทศไทย

ภาคผนวก

คำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการ