

คู่มือชุดความรู้

การอนุรักษ์พลังงานสำหรับโรงพยาบาล



กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)

กระทรวงพลังงาน

พลังงานเป็นปัจจัยสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ เราใช้พลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้า การคมนาคมขนส่ง การบริการ และการผลิต ทั้งในภาคเกษตรกรรมและภาคอุตสาหกรรม การใช้พลังงานในประเทศ โดยเฉพาะน้ำมันเชื้อเพลิงนับวันมีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกที ในขณะที่ประเทศของเราไม่มีแหล่งน้ำมันเพียงพอกับความต้องการใช้ในประเทศ ในแต่ละปีรัฐจึงต้องสูญเสียงบประมาณในการนำเข้าน้ำมันดิบเป็นจำนวนมหาศาล

แหล่งน้ำมันในโลกมีจำนวนจำกัดและต้องหมดไปในวันหนึ่งอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ แนวโน้มราคาน้ำมันจึงมีแต่จะสูงขึ้น ประเทศผู้นำเข้าน้ำมันอย่างประเทศไทยจึงมีความจำเป็นต้องรณรงค์สร้างความร่วมมือร่วมใจกันอนุรักษ์พลังงาน เพื่อให้สามารถใช้พลังงานที่เราต้องซื้อได้ด้วยราคาแพงให้คุ้มค่าที่สุด การรณรงค์อนุรักษ์พลังงานต้องทำในทุกส่วนของสังคม ทั้งภาครัฐและเอกชน

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน ได้ตระหนักถึงปัญหาเร่งด่วนดังกล่าว และเล็งเห็นความสำคัญของปัญหาด้านพลังงานที่ทุกคนควรมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการอนุรักษ์พลังงาน จึงได้จัดทำเอกสารขึ้น 2 ชุด ได้แก่ เอกสารเผยแพร่ชุด **รู้ อนุรักษ์พลังงาน จำนวน 16 เล่ม** สำหรับประชาชนทั่วไป และกลุ่มโรงงานและอาคารควบคุม เพื่อให้เกิดความตระหนักรู้เท่าทัน รู้วิธีประหยัดพลังงานอย่างเป็นรูปธรรม

นอกจากนี้ยังได้จัดทำ **คู่มือชุดความรู้ จำนวน 8 เล่ม** เพื่อใช้เป็นแนวทางการอนุรักษ์พลังงานสำหรับภาคอุตสาหกรรมและภาคการบริการ ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนการผลิตและบริการ และเป็นการลดการใช้พลังงานของประเทศได้อีกด้วย

พพ. หวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารทั้งสองชุดจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ใช้งานและประชาชนทั่วไป และก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานจนปรากฏผลลัพท์จริง พร้อมทั้งจะเป็นแรงจูงใจให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอนุรักษ์พลังงานเร็วยิ่งขึ้น

หากต้องการข้อมูลเพิ่มเติมหรือต้องการคำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และการแก้ปัญหาการอนุรักษ์พลังงานด้านต่างๆ สามารถติดต่อที่หน่วยลูกค้าสัมพันธ์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน หมายเลขโทรศัพท์ 0-2226-2311 หรือ www.dede.go.th E-mail: dedeoss@dede.go.th

รายชื่อเอกสารเผยแพร่ชุด รัฐ 'รักษ์พลังงาน' จำนวน 16 เล่ม

1. รู้เท่าทันสถานการณ์พลังงาน
2. การเลือกใช้วัสดุเพื่ออนุรักษ์พลังงาน
3. กฎหมายอนุรักษ์พลังงานสำหรับโรงงาน
และอาคารควบคุม
4. การจัดองค์กรเพื่ออนุรักษ์พลังงาน
5. การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า
6. ระบบทำความเย็น
7. ระบบแสงสว่าง
8. ระบบไอน้ำ
9. ระบบอากาศอัด
10. มอเตอร์
11. ตู้เย็นพาณิชย์
12. เครื่องปรับอากาศในบ้าน
13. ไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับบ้านพักอาศัย
14. เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน
15. บั๊มน้ำในบ้าน
16. การใช้รถยนต์อย่างประหยัด

หมายเหตุ

- เอกสารที่มีสันสีน้ำเงิน ส้ม เขียว เหมาะสำหรับประชาชนทั่วไป
- เอกสารที่มีสันสีน้ำเงิน ส้ม เหมาะสำหรับอาคารและโรงงาน
- เอกสารที่มีสันสีน้ำเงิน เหมาะสำหรับโรงงาน
- เอกสารที่มีสันสีส้ม เหมาะสำหรับอาคาร
- เอกสารที่มีสันสีเขียว เหมาะสำหรับบ้านพักอาศัย

รายชื่อคู่มือชุดความรู้ จำนวน 8 เล่ม

1. โรงแรม
2. อาคารสำนักงาน
3. ห้างสรรพสินค้า
4. โรงพยาบาล
5. อุตสาหกรรมสิ่งทอ
6. อุตสาหกรรมกระดาษ
7. อุตสาหกรรมอาหาร
8. อุตสาหกรรมโลหะมูลฐาน

บทที่ 1	6
บทนำ	
บทที่ 2	9
การวางแผนจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า	
บทที่ 3	17
ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	
บทที่ 4	22
ระบบทำความเย็นและปรับอากาศ	
บทที่ 5	42
ระบบขับเคลื่อนโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้า	
บทที่ 6	48
ระบบทำความร้อน	
เอกสารอ้างอิง	57

โรงพยาบาลเป็นสถานประกอบการที่ให้บริการทางการแพทย์ ทำการตรวจวินิจฉัยและรักษาโรคแก่ผู้เข้ามาใช้บริการ เป็นสถานประกอบการที่ต้องเปิดทำการอย่างต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง เพราะความเจ็บป่วยไม่สามารถคาดเดาล่วงหน้าได้

จากการสำรวจของสำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักงานรัฐมนตรีเมื่อปี พ.ศ. 2544 พบว่าโรงพยาบาลและสถานพยาบาลเอกชนทั้งประเภททั่วไปและเฉพาะทางมีจำนวนทั้งสิ้น 424 แห่ง อยู่ในกรุงเทพมหานคร 120 แห่ง ภาคเหนือ 61 แห่ง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 53 แห่ง ภาคใต้ 47 แห่ง และภาคกลาง 143 แห่ง ดังแสดงในตารางที่ 1 - 1

ตารางที่ 1 - 1

จำนวนของโรงพยาบาลและสถานพยาบาลเอกชน

จำแนกตามประเภทและขนาดของโรงพยาบาลตามภูมิภาค

(แห่ง)

ประเภท/ขนาดของโรงพยาบาล	ทั่วราชอาณาจักร	กรุงเทพมหานคร	ภาคกลาง	ภาคเหนือ	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ภาคใต้
ประเภทของโรงพยาบาล						
ทั่วไป	376	94	138	56	51	37
เฉพาะทาง	48	26	5	5	2	10
รวม	424	120	143	61	53	47
ขนาดของโรงพยาบาล						
ต่ำกว่า 11 เตียง	67	19	20	7	6	15
30 - 50	103	22	40	15	14	12
31 - 50	62	12	21	11	11	7
51 - 100	93	21	33	17	16	6
101 - 250	71	24	26	8	6	7
มากกว่า 250 เตียง	28	22	3	3		

ที่มา : รายงานการสำรวจโรงพยาบาลและสถานพยาบาลเอกชน พ.ศ. 2544 สำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักงานรัฐมนตรี

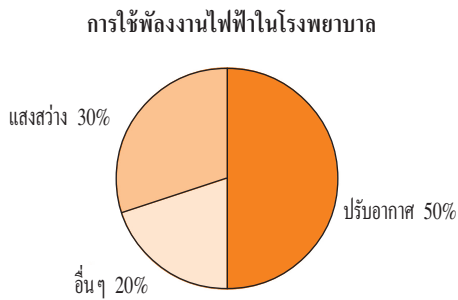
เมื่อต้องเปิดดำเนินงานตลอด 24 ชั่วโมง โรงพยาบาลจึงเป็นสถานประกอบการที่ใช้พลังงานสูงมากประเภทหนึ่ง ผู้บริหารของโรงพยาบาลจึงควรสนใจบริหารจัดการอนุรักษ์พลังงานในสถานประกอบการของตนเอง เพื่อให้ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงที่สุด เท่ากับเป็นการลดต้นทุนการประกอบการลง

1.1 การใช้พลังงานในระบบต่าง ๆ ของโรงพยาบาล

ภายในอาคารโรงพยาบาลประกอบด้วยพื้นที่ซึ่งมีลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกัน สามารถจำแนกการใช้พลังงานเป็นระบบได้ดังนี้

- ระบบแสงสว่าง
- ระบบปรับอากาศ
- ระบบที่ใช้มอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อน
- ระบบทำความร้อน

ระบบดังกล่าวใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนเป็นหลัก การใช้พลังงานไฟฟ้านั้นใช้ในระบบปรับอากาศมากที่สุดถึงร้อยละ 50 ของการใช้พลังงานทั้งหมด รองลงมาคือ ระบบแสงสว่างร้อยละ 30 และอื่น ๆ อีกร้อยละ 20 ดังแสดงในแผนภูมิ



เนื่องจากคู่มือเล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงานอนุรักษ์พลังงานในระบบต่างๆ ของโรงพยาบาล เนื้อหาจึงเน้นไปที่มาตรการและตารางการปฏิบัติงานที่ผู้อ่านสามารถนำไปใช้ได้ทันที ผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงานในแผนกต่างๆ ของโรงพยาบาลสามารถศึกษารายละเอียดได้ตามตารางที่ 1 - 2 หน้า 8 การใช้พลังงานในระบบต่างๆ ในโรงพยาบาล

หากท่านผู้อ่านต้องการศึกษาความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานในระบบต่างๆ ในตาราง 1 - 2 สามารถอ่านรายละเอียดได้จากเอกสารเผยแพร่ ซึ่งจัดทำโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน ตามหัวข้อที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้

- ความรู้ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับกฎหมายการอนุรักษ์พลังงาน การบริหารจัดการองค์กรเพื่ออนุรักษ์พลังงาน และการวางแผนอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในภาพรวม โปรดอ่านเอกสารเผยแพร่ชุดความรู้ 'รักษ์พลังงาน เรื่องกฎหมายอนุรักษ์พลังงานสำหรับโรงงานและอาคารควบคุม การจัดการองค์กรเพื่ออนุรักษ์พลังงาน และการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า
- ความรู้ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับระบบแสงสว่าง โปรดอ่านเอกสารเผยแพร่ชุดความรู้ 'รักษ์พลังงาน เรื่องระบบแสงสว่าง
- ความรู้ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับอากาศ โปรดอ่านเอกสารเผยแพร่ชุดความรู้ 'รักษ์พลังงาน เรื่องระบบทำความเย็น และการเลือกใช้วัสดุเพื่ออนุรักษ์พลังงาน
- ความรู้ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับระบบที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวขับเคลื่อน โปรดอ่านเอกสารเผยแพร่ชุดความรู้ 'รักษ์พลังงาน เรื่องมอเตอร์
- ความรู้ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับพลังงานความร้อน โปรดอ่านเอกสารเผยแพร่ชุดความรู้ 'รักษ์พลังงาน เรื่องระบบไอน้ำ และระบบอากาศอัด

การใช้พลังงานในระบบต่างๆ ในโรงพยาบาล

พื้นที่ในโรงพยาบาล	การใช้พลังงานในระบบต่างๆ				
	ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	ระบบทำความเย็น และปรับอากาศ	ระบบที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า		ระบบทำความร้อน
			มอเตอร์	ปั๊มน้ำ	
คูบทที่ 3	คูบทที่ 4	คูบทที่ 5		คูบทที่ 6	
ส่วนหน้าประชาสัมพันธ์	●	●			
สำนักงาน	●	●			
แผนกบริการผู้ป่วยนอก	●	●			
บริเวณจ่ายยา/เคาน์เตอร์	●	●			
ห้องอาหาร	●	●			
ห้องคนไข้	●	●			
ห้องผ่าตัด	●	●			
ห้องเก็บเครื่องมือแพทย์	●	●			
ห้องครัว/แผนกโภชนาการ	●	●			●
ลิฟต์และบันไดเลื่อน	●		●		
ห้องซักรีด	●				●
ทางเดินภายใน	●	●			
ทางเดินรอบนอก	●				
ห้องควบคุมไฟฟ้า	●				
ห้องควบคุมน้ำประปา	●		●	●	
ห้องบำบัดน้ำเสีย	●		●	●	

การวางแผนจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า ถือเป็นต้นทุนหนึ่งที่สำคัญในการประกอบกิจการโรงพยาบาล หากลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลงได้จะเป็นการเพิ่มกำไรโดยตรงในการประกอบการ ดังนั้น ผู้บริหารหรือผู้รับผิดชอบด้านพลังงานควรมีการวางแผนจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในโรงพยาบาลเสียก่อน เนื่องจากการจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าจะนำไปสู่การวางแผนและควบคุมการใช้เครื่องจักร อุปกรณ์ไฟฟ้าและแสงสว่างอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อประหยัดการใช้พลังงานและลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าควรทำความเข้าใจหลักการคิดคำนวณค่าไฟฟ้า โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ส่วนประกอบของค่าไฟฟ้า

ส่วนประกอบของค่าไฟฟ้ามีทั้งส่วนที่สามารถควบคุมได้ ได้แก่ พลังงานไฟฟ้า ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด และค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ส่วนที่ไม่สามารถควบคุมได้ ได้แก่ ค่าปรับปรุงต้นทุนการผลิตไฟฟ้า (ค่า Ft) ค่าบริการ และค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าไฟฟ้ารวมทั้งหมดยุติในแต่ละเดือน ดังนั้นจึงควรให้ความสำคัญและพิจารณาในส่วนที่สามารถควบคุมได้โดยมีวิธีการใช้อย่างระมัดระวังและมีประสิทธิภาพ

2.2 การจัดการต้นกมลใช้พลังงานไฟฟ้า

การจัดการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า หมายถึง การจัดการและควบคุมการใช้เครื่องจักร อุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อลดปริมาณพลังงานไฟฟ้า ลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด และลดค่าความต้องการพลังไฟฟารีแอกทีฟ (Reactive Power) สูงสุด ให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

2.2.1 การลดปริมาณพลังงานไฟฟ้า

การลดปริมาณพลังงานไฟฟ้า สามารถทำได้โดยลดการสูญเสียและลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบ เช่น ปิดเครื่องจักรในขณะไม่ใช้งาน เลือกขนาดอุปกรณ์ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับงาน ติดตั้งระบบอัตโนมัติควบคุมการเปิด - ปิดไฟฟ้าอย่างเหมาะสม

2.2.2 การลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

ในการพิจารณาเพื่อลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดลง จำเป็นต้องทำความเข้าใจกับคำว่าตัวประกอบโหลด (Load Factor : LF) เสียก่อน เนื่องจากตัวประกอบโหลดเป็นตัวประกอบสำคัญในการคิดต้นทุนการใช้พลังงานไฟฟ้า เมื่อตัวประกอบโหลดมีค่าสูงแสดงว่าค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ดังนั้น หากมีการปรับปรุงค่าตัวประกอบโหลดให้สูงขึ้น ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยก็จะลดลง ตัวประกอบโหลดเป็นค่าที่ได้จากการวัดความสม่ำเสมอของการใช้พลังงานไฟฟ้าในรอบเดือน โดยมีสมการการคำนวณดังนี้

$$\text{ตัวประกอบโหลด} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 1 เดือน (kW)}}{\text{กำลังไฟฟ้าสูงสุดใน 1 เดือน (kW)}} \times 100$$

หรือ

$$\text{ตัวประกอบโหลด} = \frac{\text{จำนวนหน่วยที่ใช้ทั้งหมดใน 1 เดือน (kWh)}}{\text{กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ใช้ใน 1 เดือน (kW) x จำนวนชั่วโมงใน 1 เดือน (h)}} \times 100$$

การจัดเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในรอบปี (ตารางที่ 2 - 1 หน้า 12) จะช่วยให้ทราบค่าไฟฟ้ารวม และค่าตัวประกอบโหลด สามารถนำมาใช้ในการเพิ่มค่าตัวประกอบโหลดให้สูงขึ้น โดยการลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดลง

ดังนั้น วิธีการลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดสำหรับโรงพยาบาลสามารถปฏิบัติได้ ดังนี้

- ติดตั้ง Peak Demand Controller หรือระบบควบคุมอัตโนมัติ (PLC) เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ปั๊มน้ำ เครื่องปรับอากาศ ลิฟต์ เป็นต้น
- ธรงค์ให้มีการปิดเครื่องปรับอากาศตัวที่ไม่จำเป็นสำหรับช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด
- ใช้หลอดไฟและบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงในระบบแสงสว่าง ซึ่งนอกจากจะช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดแล้ว ยังสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าตลอดเวลาที่ใช้งานด้วย
- พยายามใช้แสงสว่างเฉพาะจุดที่จำเป็นในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด
- จัดสรรเวลาการทำงานของปั๊มไม่ให้งานในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด
- พยายามลดการใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ต่างๆ ในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด โดยใช้แรงงานคนแทน เช่น งดการใช้ลิฟต์เคลื่อนย้ายผู้ป่วยในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

2.2.3 การลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอกทีฟสูงสุด

การลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอกทีฟสูงสุดสามารถทำได้โดยการแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor Correction) ระบบไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ที่มีค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าต่ำ (Power Factor : PF) แสดงว่ามีการสูญเสียพลังงานในระบบมาก ส่งผลให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายพลังงานมากตามไปด้วย การแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าให้สูงขึ้นจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งของการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานไฟฟ้า และช่วยลดการสูญเสียในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าภายในอาคารโรงพยาบาล ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเครื่องปรับอากาศและแสงสว่าง เพราะเครื่องปรับอากาศส่วนใหญ่จะมีค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าต่ำประมาณ 0.7 - 0.9

2.3 วิธีการแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

- ตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าต่ำ
- นำผลที่ได้มาคำนวณหาค่าตัวเก็บประจุไฟฟ้าที่เหมาะสม
- การแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้ารวมของอาคาร สามารถหาได้จากการใช้ตารางหาค่าตัวเก็บประจุไฟฟ้า (รายละเอียดในการติดตั้งตัวเก็บประจุไฟฟ้าที่เหมาะสม ดูได้จากเอกสารเผยแพร่ชุด รั้ว รั้งษ์พลังงาน เรื่อง “การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า”)

ตัวอย่างการคิดค่าไฟฟ้าประเภท 4 กิจการขนาดใหญ่ อัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff : TOU Tariff)

แสดงให้เห็นถึงส่วนประกอบของค่าไฟฟ้าที่สามารถควบคุมได้

ค่าพลังงานไฟฟ้า
 = (จำนวนพลังงานไฟฟ้าช่วง On Peak x อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าช่วง On Peak) + (จำนวนพลังงานไฟฟ้าช่วง Off Peak x อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าช่วง Off Peak)
 = (1,801,000 x 2.695) + (3,005,000 x 1.1914) = 8,433,852 บาท

ค่าไฟฟ้าผันแปร (Ft)
 ค่า Ft ช่วง On Peak = จำนวนพลังงานไฟฟ้าช่วง On Peak x ค่า Ft = 1,801,000 x 0.2195 = 395,919.50
 ค่า Ft ช่วง Off Peak = จำนวนพลังงานไฟฟ้าช่วง Off Peak x ค่า Ft = 3,005,000 x 0.2195 = 659,597.50
 ค่าไฟฟ้าผันแปร Ft = ค่า Ft ช่วง On Peak + ค่า Ft ช่วง Off Peak = 1,054,917 บาท

ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (Demand)
 ช่วง On Peak = ความต้องการพลังงานไฟฟ้าช่วง On Peak x อัตราค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าช่วง On Peak
 = 7,552 x 132.93 = 1,003,887 บาท

ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า = จำนวน kVar ที่เกินกว่าร้อยละ 61.97 ของ ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด x อัตราค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า
 จำนวน kVar ที่ต้องเสียค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า = 0.6197 x 7,552 = 4,679.98 kVar
 ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าจริงที่ใช้ = 3,923 kVar < 4,679.98 kVar (ไม่ต้องเสียค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า)

รวมเงินที่ต้องชำระสุทธิ 11,227,386.00 บาท



การไฟฟ้านครหลวง รายละเอียดเพิ่มเติม (เดือนปัจจุบัน)

ประเภท 4.2.2	ตัวคูณ	1000
ค่าพลังงานไฟฟ้า		8,433,851.94 บาท
ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า		1,003,887.00
** 61.97% OF		7,552 kW
เพอร์เซ็นต์เพดเดอร์		
ค่าบริการ		228.17
(รวมค่าไฟฟ้าและค่าบริการ)		9,437,967.11
ค่า Ft (เพิ่ม/ลด)		1,054,917.00
ส่วนลด		-
ค่าไฟฟ้ารวม		10,492,884.11
ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%		734,501.89
รวมเงิน		11,227,386.00



อัตราค่าไฟฟ้าผันแปร (Ft.)	พ	21.95	สต.หน่วย
จำนวน	1*	1,801,000	หน่วย
จำนวน	2*	3,005,000	
จำนวน	1*	7,552	กิโลวัตต์
จำนวน	2*	7,468	
จำนวน		3,923	กิโลวัตต์

6749725

การจัดข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในรอบปีเพื่อหาค่าไฟฟ้ารวมและค่าตัวประกอบโหลด

เดือน	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	หมายเลขมิเตอร์ xxxxxxxx		ประเภทผู้ใช้ xxxxxxxx		Load Factor (%)	ค่าใช้จ่ายรวม (บาท)	
		ความต้องการพลังไฟสูงสุด (kW)		TOU Tariff				
		อัตราปกติ		On Peak	Off Peak			
		On Peak	Partial Peak		1*			2**
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
รวม								
เฉลี่ย								

* Off Peak 1 เวลา 22.00 - 09.00 น. ของวันจันทร์ - ศุกร์

** Off Peak 2 ตลอดทั้งวันของวันเสาร์, อาทิตย์ และวันหยุดราชการประจำปีตามปฏิทิน ไม่รวมวันหยุดชดเชย

$$\text{ตัวประกอบโหลด (Load Factor)} = \frac{\text{จำนวนหน่วยที่ใช้ทั้งหมดใน 1 เดือน (kWh)}}{\text{กำลังไฟสูงสุดที่ใช้ใน 1 เดือน (kW)} \times \text{จำนวนชั่วโมงใน 1 เดือน (h)}} \times 100$$

ตัวอย่างการคิดค่าไฟฟ้าประเภท 4 กิจการขนาดใหญ่ อัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของวัน (Time of Day Tariff : TOD Tariff)

โรงพยาบาลแห่งหนึ่งใช้ไฟฟ้าเดือนมกราคมเป็นจำนวน 523,000 kWh ช่วงหัวค่ำมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด 600 kW ช่วงตอนกลางวันมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด 950 kW ช่วงตอนกลางคืนมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด 875 kW เสียอัตราค่าไฟฟ้าประเภท 4.1.2

- ช่วงตอนหัวค่ำ (On Peak) เวลา 18.30 - 21.30 = 285.05 บาท/kW ● ค่าพลังงานไฟฟ้า = 1.7034 บาท/kWh
- ช่วงตอนกลางวัน (Partial Peak) เวลา 08.00 - 18.30 = 58.88 บาท/kW ● ค่า Ft = 0.2612 บาท/kWh

วิธีคิดอัตราค่าไฟฟ้าประเภท 4.1.2

ส่วนที่ 1 ค่าไฟฟ้าฐาน

1. ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด

$$1.1 \text{ ช่วงตอนหัวค่ำ} = 285.05 \times 600 = 171,030.00 \text{ บาท}$$

$$1.2 \text{ ช่วงตอนกลางวัน} = (950 - 600) \times 58.88 = 20,608.00 \text{ บาท}$$

$$2. \text{ ค่าพลังงานไฟฟ้า} = 523,000 \times 1.7034 = 890,878.20 \text{ บาท}$$

ส่วนที่ 2 ค่า Ft

$$3. \text{ ค่า Ft} = 523,000 \times 0.2612 = 136,607.60 \text{ บาท}$$

$$\text{รวมค่าไฟฟ้า (ข้อ 1 + 2 + 3)} = 1,219,123.80 \text{ บาท}$$

ส่วนที่ 3 ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%

$$4. (\text{ค่าไฟฟ้าฐาน} + \text{ค่า Ft}) \times 0.07 = 1,219,123.80 \times 0.07 = 85,338.67 \text{ บาท}$$

สรุป

$$\text{ค่าไฟรวม} = 1,219,123.80 + 85,338.67 = 1,304,462.47 \text{ บาท}$$

ค่าไฟฟ้าที่เรียกเก็บ

$$\text{ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย} = 1,304,462.50 / 523,000 = 2.49 \text{ บาท/หน่วย}$$

หมายเลขมิเตอร์ xxxxxxxxx		ประเภทผู้ใช้ 4.1.2					
เดือน	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (kW)		TOU Tariff		Load Factor (%)	ค่าใช้จ่ายรวม (บาท)
		อัตราปกติ	TOD Tariff	On Peak	Off Peak		
1	523,000	On Peak	Partial Peak	On Peak	Off Peak	1* 2**	1,304,462.47
		600	950	875		74	

2.4 การจัดการระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าหรือหม้อแปลงไฟฟ้า

การจัดการในระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าที่ดีจะช่วยลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าและช่วยยืดอายุอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งเกี่ยวข้องกับการใช้หม้อแปลงไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงพยาบาลมีมากทำให้ต้องมีการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อเปลี่ยนไฟฟ้าแรงดันสูงที่จ่ายมาจากการไฟฟ้าให้เป็นไฟฟ้าแรงดันต่ำ เพื่อใช้กับอุปกรณ์ต่างๆ ภายในโรงพยาบาล ดังนั้น การใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพจะช่วยลดค่าไฟฟ้าได้

2.4.1 การใช้หม้อแปลงไฟฟ้าภายในโรงพยาบาลอย่างมีประสิทธิภาพ ทำได้โดย

- เก็บข้อมูลหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อมีการติดตั้งใหม่ (ตารางที่ 2 - 2 หน้า 15)
- ตรวจสอบสภาพการใช้งานอย่างสม่ำเสมอ เช่น ตรวจสอบวัดกระแส แรงดัน และกำลังไฟฟ้า (ตารางที่ 2 - 3 หน้า 16)
- นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ เพื่อหาแนวทางในการจัดโหลดให้สมดุลกันทุกเฟส
- ปรับแรงดันของหม้อแปลงไฟฟ้าให้อยู่ในระดับที่ใช้งานอย่างเหมาะสม โดยการปรับที่ TAP ของหม้อแปลงไฟฟ้า
- เลือกใช้หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดประสิทธิภาพสูง

การเก็บข้อมูลหม้อแปลงไฟฟ้า

ชื่อสถานประกอบการ.....

รายละเอียด	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4
ประเภทหม้อแปลงไฟฟ้า	[] แบบแห้ง [] แบบเปียก	[] แบบแห้ง [] แบบเปียก	[] แบบแห้ง [] แบบเปียก	[] แบบแห้ง [] แบบเปียก
ขนาดพิกัด (kVA)				
พิกัดแรงดันสูง (kV)				
พิกัดแรงดันต่ำ (V)				
พิกัดกระแสด้านแรงดันสูง (A)				
พิกัดกระแสด้านแรงดันต่ำ (A)				
ระบบระบายความร้อน				
กลุ่มเวกเตอร์ (Vector Group)				
ผู้ผลิต				
ชั่วโมงการทำงาน/ปี				
เดือน/ปี ที่ติดตั้งใช้งาน				
สถานที่ติดตั้ง				

ตารางที่ 2 - 3

การตรวจวัดหม้อแปลงไฟฟ้าและระบบจ่ายย่อย

ชื่อสถานประกอบการ.....

ลำดับ	ตำแหน่งที่ทำการตรวจวัด	พิกัดหม้อแปลง (kVA)	ผลการตรวจวัด					% การการใช้งานของหม้อแปลงไฟฟ้า	
			แรงดัน (V)	กระแสในแต่ละเฟส			ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF)		กำลังไฟฟ้า (kW)
				เฟส R	เฟส S	เฟส T			

ตัวอย่าง

การเก็บข้อมูลหม้อแปลงไฟฟ้า

ชื่อสถานประกอบการ โรงพยาบาลเป็นสุข

รายละเอียด	ชุดที่ 1
ประเภทหม้อแปลงไฟฟ้า	[/] แบบแห้ง [] แบบเปียก
ขนาดพิกัด (kVA)	2,000
พิกัดแรงดันสูง (kV)	24
พิกัดแรงดันต่ำ (V)	416/240
พิกัดกระแสด้านแรงดันสูง (A)	48.1
พิกัดกระแสด้านแรงดันต่ำ (A)	2,775
ระบบระบายความร้อน	อากาศ
กลุ่มเวกเตอร์ (Vector Group)	Dy 11
ผู้ผลิต	xxx
ชั่วโมงการทำงาน/ปี	8,760
เดือน/ปี ที่ติดตั้งใช้งาน	1993
สถานที่ติดตั้ง	ห้องไฟฟ้าภายในอาคาร

หมายเหตุ : กลุ่มเวกเตอร์ (Vector Group) เป็นลักษณะการต่อหม้อแปลงในรูปแบบต่างๆ เช่น Dd 6, Dy 11 เป็นต้น

ตัวอย่าง

การตรวจวัดหม้อแปลงไฟฟ้าและระบบจ่ายย่อย

ชื่อสถานประกอบการ โรงพยาบาลเป็นสุข

ลำดับ	ตำแหน่งที่ทำการตรวจวัด	พิกัดหม้อแปลง (kVA)	ผลการตรวจวัด					% การการใช้งานของหม้อแปลงไฟฟ้า	
			แรงดัน (V)	กระแสในแต่ละเฟส			ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF)		กำลังไฟฟ้า (kW)
				เฟส R	เฟส S	เฟส T			
1	ห้องไฟฟ้าภายในโรงพยาบาล	2,000	380	1,720	1,805	1,750	0.89	1,032.7	58.02

หมายเหตุ : ศึกษาเพิ่มเติมการใช้งานของหม้อแปลงได้จากเอกสารเผยแพร่ชุด ฐู รัพย์พลังงาน เรื่อง “การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า”

ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

แสงสว่างเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ในโรงพยาบาล จึงทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับแสงสว่างของโรงพยาบาลมีมากถึงร้อยละ 30 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด ดังนั้น จึงต้องมีการจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับแสงสว่างให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งจะช่วยให้เกิดการประหยัดพลังงานได้

3.1 การเลือกใช้แสงสว่างที่เหมาะสมกับพื้นที่ในโรงพยาบาล

โรงพยาบาลเป็นพื้นที่ที่ต้องการใช้แสงสว่างที่มีความใกล้เคียงแสงธรรมชาติมาก และควรมีระดับความสว่างสม่ำเสมอภายในอาคาร ดังนั้น การใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงร่วมกับโคมสะท้อนแสงจึงเป็นแนวทางที่เหมาะสม บริเวณต่างๆ ภายใต้อาคารควรใช้หลอดไฟเหมือนกันทั้งหมดเพื่อไม่ให้หลอกตา เนื่องจากแสงที่ไม่เหมือนกันในพื้นที่ข้างเคียงกัน โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

พื้นที่ของอาคารโรงพยาบาล	ลักษณะของแสงสว่างและประเภทของหลอดไฟที่ควรเลือกใช้
ส่วนหน้าประชาสัมพันธ์ แผนกบริการ ผู้ป่วยนอกและบริเวณจ่ายยา/เคาน์เตอร์	<ul style="list-style-type: none"> ● ควรเลือกใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงร่วมกับโคมสะท้อนแสงหรือหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ร่วมกับโคมดาวน์ไลท์
สำนักงาน	<ul style="list-style-type: none"> ● ควรเลือกใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงร่วมกับโคมสะท้อนแสงโดยติดตั้งตามพื้นที่การทำงานของพนักงาน ● ควรมีสวิตช์สำหรับเปิด - ปิดหลอดแต่ละชุดแยกออกจากกัน หรืออาจจะมีโคมไฟแบบตั้งโต๊ะซึ่งสามารถควบคุมการเปิด - ปิดที่โต๊ะได้
ห้องคนไข้	<ul style="list-style-type: none"> ● ควรเลือกใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงร่วมกับโคมสะท้อนแสงในบริเวณต่างๆ ไป และเลือกหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ร่วมกับโคมดาวน์ไลท์ในบริเวณทางเข้าห้อง ● แสงสว่างในห้องผ่าตัดควรสว่างมาก เพื่อไม่ให้ต่างจากโคมไฟสำหรับการผ่าตัด
ทางเดินภายใน ลิฟต์และบันไดเลื่อน ทางเดินรอบนอก ห้องซักกรีด ห้องควบคุมไฟฟ้า ห้องควบคุมน้ำประปา ห้องบำบัดน้ำเสีย และห้องเครื่องทำความเย็น	<ul style="list-style-type: none"> ● ควรเลือกใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงร่วมกับโคมสะท้อนแสง

พื้นที่อื่นๆ เช่น ห้องครัว/แผนกโภชนาการ และห้องเก็บเครื่องมือแพทย์ ควรเลือกใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงร่วมกับโคมสะท้อนแสง ห้องอาหารสามารถใช้ได้ทั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ร่วมกับโคมสะท้อนแสงและหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ร่วมกับโคมดาวน์ไลท์

3.2 การอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

การอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเป็นเรื่องที่มีความสำคัญ ต้องการความสนใจและเอาใจใส่ทุกขั้นตอน ตั้งแต่การออกแบบระบบแสงสว่าง การเลือกใช้อุปกรณ์แสงสว่าง การใช้งาน และการบำรุงรักษาพิจารณาได้ดังนี้

3.2.1 การออกแบบระบบ

หลักการสำคัญในการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสำหรับแสงสว่าง ควรเริ่มด้วยการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างให้สามารถใช้แสงสว่างอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ประกอบด้วย

- พยายามใช้แสงสว่างจากแสงอาทิตย์ให้เกิดประโยชน์อย่างเต็มที่ โดยต้องทราบช่วงเวลาการใช้งานของอาคารก่อนการออกแบบระบบแสงสว่าง
 - อาคารที่ใช้งานเฉพาะเวลากลางวันควรออกแบบให้ได้รับแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นแสงธรรมชาติได้เต็มที่ โดยติดตั้งอุปกรณ์ตรวจระดับแสงสว่างของแสงอาทิตย์ที่ส่องเข้ามาเพื่อส่งสัญญาณควบคุมไฟเปิด - ปิดหรือหรี่แสงจากหลอดไฟโดยอัตโนมัติ
 - อาคารใช้งานทั้งกลางวันและกลางคืน ควรออกแบบระบบแสงสว่างที่เหมาะสมกับการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดทั้งสองช่วงเวลา โดยแบ่งสวิทช์เปิด - ปิดไฟเป็น 2 ชุด สำหรับกลางวันและกลางคืนแยกจากกัน
- เลือกวิธีให้แสงสว่างและระดับความสว่างที่ตรงกับความต้องการ ซึ่งมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ
 - ให้แสงสว่างแบบเท่ากันเป็นบริเวณกว้าง
 - ให้แสงสว่างแบบเป็นจุด เฉพาะตำแหน่ง

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการให้แสงสว่างทั้ง 2 ลักษณะ มีดังนี้

- ระดับความสว่างที่ต้องการในการใช้งาน (ดูได้จากเอกสารเผยแพร่ชุด รู้ 'รู้' อนุรักษ์พลังงาน เรื่อง “ระบบแสงสว่าง”)
- ความสบายตา
- ความสะดวกในการติดตั้งและซ่อมบำรุง

3.2.2 การเลือกใช้อุปกรณ์

การเลือกใช้หลอดไฟและอุปกรณ์ร่วมให้เหมาะสม สามารถพิจารณาได้ดังนี้

- เลือกใช้หลอดไฟที่ให้ความสว่างเหมาะสมกับงาน คือ ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ในสถานที่ที่มีระดับเพดานต่ำ ใช้หลอดแสงจันทร์ หรือหลอดโซเดียมความดันไอสูงในสถานที่ที่มีเพดานสูง และใช้หลอดไฟที่มีประสิทธิภาพการส่องสว่างสูง ซึ่งกินกระแสไฟมาก เฉพาะในตำแหน่งที่จำเป็นและเปิดในเวลาที่เป็นเท่านั้น
 - ใช้โคมไฟที่สะท้อนแสงเพื่อเพิ่มความสว่าง
 - เลือกใช้หลอดไฟและอุปกรณ์ร่วมที่มีประสิทธิภาพสูง

- ใช้อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวชนิดอัลตราโซนิก หรือชนิดพาสซีฟอินฟราเรด เพื่อเปิด - ปิดไฟในบริเวณที่ใช้แสงสว่างเป็นบางช่วงเวลา
- ติดตั้งระบบควบคุมแสงสว่าง ประกอบด้วย ชุดควบคุม (Light Controller) และ อุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) ซึ่งมีหลักการทำงาน คือ ชุดควบคุมรับสัญญาณจากอุปกรณ์ตรวจจับ เช่น อุปกรณ์ตั้งเวลา (Timer) อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว (Presence Detector) อุปกรณ์ตรวจวัดระดับแสงสว่าง (Photocell) เป็นต้น แล้วนำมาประมวลผลก่อนส่งสัญญาณไปควบคุมการเปิด - ปิดหรือหรี่แสงของหลอดไฟ

3.2.3 การใช้งาน

เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับแสงสว่าง ควรพิจารณาการใช้งานดังนี้

- เก็บข้อมูลระบบแสงสว่างเพื่อตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้า (ตารางที่ 3 -1 หน้า 20)
- นำตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพการส่องสว่างของหลอดไฟชนิดต่าง ๆ มาใช้ เพื่อออกแบบและปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับแสงสว่าง
- ลดการใช้ความสว่างที่เกินความจำเป็นโดย
 - ตัดวงจรหลอดไฟบริเวณที่สว่างมากเกินไป
 - หรี่ความสว่างของแสงสำหรับหลอดไฟที่ปรับระดับแสงได้
 - ปิดไฟในส่วนที่ไม่ใช้งาน

3.2.4 การบำรุงรักษา

หมั่นตรวจเช็คและทำความสะอาดหลอดไฟและโคมไฟอย่างสม่ำเสมอ เพราะฝุ่นละอองที่เกาะหลอดไฟและโคมไฟทำให้แสงสว่างลดลง

จะเห็นได้ว่าการอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างนี้สามารถทำได้หลายมาตรการ บางมาตรการจะต้องเสียค่าใช้จ่าย ซึ่งต้องพิจารณาความคุ้มค่าให้เหมาะสม แต่มีหลายมาตรการที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายแต่อย่างใดและสมควรจะลงมือทำโดยทันที เช่น การถอดหลอดไฟในบริเวณที่สว่างเกินไป การเปิดไฟเฉพาะเวลาใช้งาน การทำความสะอาดหลอดไฟและโคมไฟ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน

ตัวอย่าง

ตารางเก็บข้อมูลระบบแสงสว่าง

ชื่อสถานประกอบการ โรงพยาบาลพระหทัยพลัดงาน

ลำดับ	บริเวณที่ตรวจวัด	โคมไฟที่มีอยู่ในปัจจุบัน				ความเข้มการส่องสว่างมาตรฐาน (Lux)	ความเข้มการส่องสว่างที่วัดได้ (Lux)	ปรับปรุง	ไม่ปรับปรุง	แนวทางการปรับปรุง	ผลหลังปรับปรุง					ผลต่าง (kW)	
		ชนิดหลอด	จำนวนโคม	หลอดต่อโคม	กำลังไฟฟ้าต่อหลอด (W)						กำลังไฟฟ้าทั้งหมดต่อโคม (W)	กำลังไฟฟ้าทั้งหมดต่อหลอด (W)	กำลังไฟฟ้ารวม (kW)	ความเข้มการส่องสว่างที่วัดได้			
1	บริเวณตรวจ	FL	8	3	46	1.104	60	●		ทำการปลดหลอดออกโคมละ 1 ดวง	ชนิดหลอด	จำนวนโคม	หลอดต่อโคม	กำลังไฟฟ้าต่อหลอด (W)	กำลังไฟฟ้ารวม (kW)	ความเข้มการส่องสว่างที่วัดได้	0.368
2	แผนกโชนกการ	FL	60	2	46	5.52	100	●		ควบคุมโดยเปิดสวิตช์โคม	FL	30	2	46	2.76	100	2.76
3	ทางเดิน	Incan	44	1	20	0.88	30	●		เปลี่ยนมาใช้หลอด CFL ขนาด 5 W และควบคุมโดยเปิดสวิตช์โคม	CFL	22	1	5	0.11	80	0.77

กำลังไฟฟ้ารวม = กำลังไฟฟ้าต่อหลอด (W) x จำนวนหลอด

การคิดกำลังไฟฟ้าต่อหลอดของหลอด FL ให้รวมการสูญเสียที่บัลลาสต์ (Ballast) ด้วย

บัลลาสต์แกนเหน็ล็กกรรมตา มีกำลังสูญเสียประมาณ 10 วัตต์

บัลลาสต์แกนเหน็ล็กประสิทธิภาพสูง มีกำลังสูญเสียประมาณ 6 วัตต์

ระบบทำความเย็นและปรับอากาศ

โรงพยาบาลเป็นสถานประกอบการที่เน้นเรื่องความสะอาดเป็นสิ่งสำคัญเพื่อสุขภาพและอนามัยของผู้ใช้บริการ การปรับอากาศภายในตัวอาคารโรงพยาบาลจึงเป็นสิ่งสำคัญ และเป็นระบบที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากเพราะต้องทำงานตลอดเวลา ดังนั้น การจัดการที่ดีจะช่วยลดค่าใช้จ่ายทางด้านไฟฟ้าได้มาก และนอกจากนี้การใช้งานและบำรุงรักษาระบบทำความเย็นและปรับอากาศที่ถูกต้อง ช่วยให้เกิดการประหยัดอีกทางหนึ่งด้วย

4.1 ระบบปรับอากาศในโรงพยาบาล

ระบบปรับอากาศของโรงพยาบาลมีความแตกต่างจากระบบปรับอากาศของอาคารอื่น ๆ คือ

- ต้องควบคุมการเคลื่อนที่ของอากาศภายในและระหว่างแผนก
- มีความต้องการพิเศษในการควบคุมอัตราการระบายอากาศและการกรองอากาศ เพื่อเจือจางสิ่งปนเปื้อน ซึ่งอาจอยู่ในรูปกลิ่น จุลชีพ ไวรัส สารเคมี สารกัมมันตรังสี
- มีความต้องการอุณหภูมิและความชื้นแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่
- มีความต้องการระบบควบคุมที่แม่นยำเพื่อควบคุมสภาวะแวดล้อมที่ละเอียดอ่อนภายในโรงพยาบาล

4.1.1 การควบคุมคุณภาพอากาศ

- **คุณภาพอากาศ** ระบบปรับอากาศมีหน้าที่จ่ายอากาศที่ปราศจากฝุ่น กลิ่น สารเคมี สารกัมมันตรังสี รวมทั้งอากาศจากภายนอก ในบางกรณีอาจเป็นอันตรายแก่ผู้ป่วยโรคทางเดินหายใจได้
- **จุดนำอากาศเข้า (Outdoor Air Intake)** จุดนำอากาศเข้าควรอยู่ห่างมากที่สุด (อย่างน้อย 10 เมตร) จากท่อไอเสียของอุปกรณ์ที่มีการเผาไหม้ จุดปล่อยอากาศเสียของโรงพยาบาลและอาคารข้างเคียง ระบบดูดของเสียทางการแพทย์ (Medical-Surgical Vacuum System) หอระบายความร้อน (Cooling Tower) จุดที่มีควันไอเสียรถยนต์ จุดนำอากาศเข้าควรอยู่สูงจากพื้นดินอย่างน้อย 1.5 เมตร หากอยู่บนหลังคาควรอยู่สูงกว่าหลังคาอย่างน้อย 1 เมตรเช่นกัน
- **จุดระบายอากาศทิ้ง (Exhaust Air Outlet)** จุดระบายอากาศทิ้งควรอยู่สูงจากพื้นดินอย่างน้อย 3 เมตร และอยู่ห่างจากบริเวณที่มีคนใช้งาน ประตู หน้าต่าง จุดที่ดีที่สุดของการระบายอากาศทิ้งคือ ปล่อยขึ้นด้านบนเหนือหลังคา หรืออยู่ที่ทิศทางตรงข้ามกับจุดนำอากาศเข้า ควรให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับอากาศเสียที่เข้มข้นมาก เช่น ไอเสียจากเครื่องยนต์หรือหม้อไอน้ำ สารเคมีจากห้องปฏิบัติการ อากาศที่มีเชื้อโรค อากาศระบายทิ้งจากห้องครัวและทิศทางลม

4.1.2 แผงกรองอากาศ (Air Filter)

ระบบปรับอากาศควรติดตั้งแผงกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในตารางที่ 4 - 1 หน้า 23 ซึ่งระบุให้มีแผงกรองอากาศสองชั้น ชั้นที่หนึ่ง ควรอยู่ด้านก่อนลมเข้าคอยล์ทำความเย็น และชั้นที่สอง ควรอยู่ด้านหลังคอยล์ทำความเย็น หากในระบบมีอุปกรณ์เพิ่มความชื้น ต้องระวังไม่ให้แผงกรองอากาศเปียกจากละอองน้ำที่พ่นเข้าไปในอากาศ หากตารางระบุให้มีแผงกรองอากาศชั้นเดียว แผงกรองอากาศควรอยู่ด้านก่อนลมเข้าคอยล์ (ประสิทธิภาพของแผงกรองอากาศในตาราง อ้างอิงจาก ASHRAE Standard 52.1)



Minimum Number of Filter Beds	Area Designation	Filter Efficiency %		
		No.1 *	No.2 *	No.3 *
3	Orthopedic operating room Bone marrow transplant operating room Organ transplant operating room	25%	90%	99.97%
2	General procedure operating room Delivery rooms Nurseries Intensive care units Patient care rooms Diagnostic and related area	25%	90%	
1	Laboratories Sterile storage	81%		
1	Food preparation areas Laundries Administrative areas Bulk storage Soiled holding areas	25%		
Note * : Based on ASHRAE Standard 52.1 : Based on DOP Test : HEPA Filter at Air Outlets				

4.1.3 แนวทางปฏิบัติในการติดตั้งแผงกรองอากาศ

- ควรติดตั้งแผงกรองอากาศแบบ HEPA* ที่ทดสอบด้วยวิธี DOP* มีประสิทธิภาพถึงร้อยละ 99.97 ทางด้านลมจ่ายของห้องรักษาผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อสูง เช่น ผู้ป่วยมะเร็งในเม็ดเลือดขาว (Leukemia) ผู้ป่วยบาดแผลไหม้ (Burn) ผู้ป่วยที่ได้รับการปลูกถ่ายไขกระดูก (Bone Marrow Transplant) ผู้ป่วยที่ได้รับการเปลี่ยนถ่ายอวัยวะ (Organ Transplant) หรือผู้ป่วยโรคภูมิคุ้มกันบกพร่อง (Acquired Immune Deficiency Syndrome : AIDS) และควรติดตั้งแผงกรองอากาศแบบ HEPA กรองอากาศทั้ง ทั้งที่ดูดมาจาก Fume Hood หรือ Safety Cabinet ที่มีการใช้งานที่มีเชื้อโรคหรือสารกัมมันตรังสี ระบบกรองอากาศควรติดตั้งให้มีความสะอาดและปลอดภัยในการบำรุงรักษา หรือเปลี่ยนแผงกรองอากาศใหม่
- การติดตั้งแผงกรองอากาศจะต้องไม่มีรอยรั่วระหว่างชั้นของแผงกรองอากาศ
- ควรติดตั้งมาโนมิเตอร์วัดความดันคร่อมแผงกรองอากาศ
- การติดตั้งแผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูง จะต้องมีพื้นที่ในการบำรุงรักษา
- ควรมีการจัดงบประมาณสำหรับเปลี่ยนแผงกรองอากาศที่หมดสภาพการใช้งาน
- ระหว่างการก่อสร้างหรือติดตั้งระบบท่อลมต้องมีวิธีการป้องกันฝุ่นหรือสิ่งสกปรกเข้าไปในระบบท่อ ซึ่งจะเป็แหล่งเพาะเชื้อโรคภายในระบบ และทำให้แผงกรองอากาศอุดตันอย่างรวดเร็ว

* หมายเหตุ : HEPA (High Efficiency Particulate Air) ประเภทของอุปกรณ์กรองอากาศประสิทธิภาพสูงที่ผ่านการทดสอบตาม DOP DOP (Diocyl Phthalate) วิธีการทดสอบความสามารถในการกรองอากาศของอุปกรณ์กรองอากาศที่สามารถทดสอบโดยผู้ผลิต

4.1.4 ระบบควบคุมควัน

ระบบควบคุมควันควรได้รับการออกแบบไปพร้อมๆ กับระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ระบบควบคุมควันแบบ Passive มีระบบปิดกั้นไฟและควันไฟ ร่วมกับระบบส่งหยุดพัดลมโดยอัตโนมัติ ส่วนระบบควบคุมควันแบบ Active ใช้ระบบปรับอากาศและระบายอากาศสร้างความดันเป็นบวกและลบ ร่วมกับผนังกันไฟและควันไฟซึ่งทำหน้าที่จำกัดการลุกลามของไฟและควันไฟ

การออกแบบระบบควบคุมควันควรอ้างอิงจาก NFPA (National Fire Protection Association) Standard 90A 92A 92B 99 และ 101

● ประมาณการขนาดเครื่องปรับอากาศกับพื้นที่ใช้งาน

1. ห้องปฏิบัติงานควรใช้ขนาด 700 - 800 BTU ต่อตารางเมตร
2. ห้องประชุมควรใช้ขนาด 800 - 900 BTU ต่อตารางเมตร
3. ห้อง Lab ควรใช้ขนาด 900 - 1,000 BTU ต่อตารางเมตร
4. ห้อง ICU ควรใช้ขนาด 1,000 - 1,200 BTU ต่อตารางเมตร
5. ห้อง OR ควรใช้ขนาด 1,200 - 1,500 BTU ต่อตารางเมตร
6. บุคคลควรใช้ขนาด 400 BTU ต่อคน
7. แหล่งความร้อนควรใช้ขนาด 34 BTU ต่อตารางเมตร

● อุณหภูมิการปรับอากาศ

1. ห้องทำงานทั่วไป 25 - 27 °C
2. ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ 24 - 26 °C
3. ห้อง Lab 23 - 25 °C
4. ห้อง ICU 23 - 24 °C
5. ห้อง OR 21 - 23 °C

4.1.5 การออกแบบระบบปรับอากาศเพื่อควบคุมการติดเชื้อทางอากาศสำหรับห้องต่าง ๆ

ห้องผ่าตัด (Operating Room)



ห้องผ่าตัด

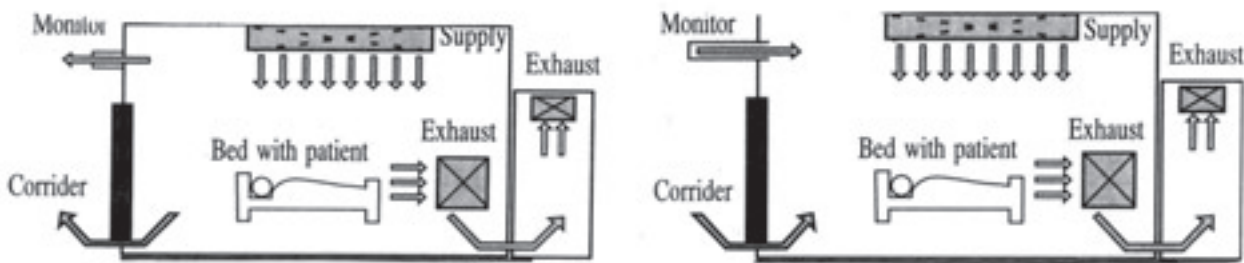
ห้องผ่าตัดโดยทั่วไปมีการใช้งานประมาณ 8 - 12 ชั่วโมงต่อวัน (ยกเว้นห้องผ่าตัดของห้องฉุกเฉิน) เพื่อการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ ควรลดอัตราการจ่ายลมเข้าห้องผ่าตัดช่วงระหว่างที่ไม่มีการผ่าตัดได้ อย่างไรก็ตามยังคงต้องรักษาความดันเป็นบวกภายในห้องผ่าตัดไว้ตลอดเวลาเพื่อรักษาความสะอาดของห้อง

คำแนะนำการออกแบบและติดตั้งระบบปรับอากาศสำหรับห้องผ่าตัด (สามารถใช้ได้กับห้อง Catheterization Cystoscopic และ Fracture ด้วย) มีดังนี้

- สามารถปรับอุณหภูมิได้ในช่วง 17 - 27 °C
- ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ในช่วงร้อยละ 45 - 55 rh
- ความดันภายในห้องเป็นบวกเมื่อเทียบกับห้องรอบๆ โดยการจ่ายลมเข้ามากกว่าลมออกร้อยละ 15
- ควรติดตั้งเครื่องวัดความดันแตกต่างภายในห้องเพื่อตรวจสอบได้ตลอดเวลา
- ควรติดตั้งเครื่องอ่านอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ให้ตรวจสอบได้สะดวก
- แผงกรองอากาศควรมีประสิทธิภาพอย่างน้อยตามตารางที่ 4 - 1 หน้า 23
- การติดตั้งควรเป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 99 Health Care Facilities
- ควรจ่ายลมทั้งหมดจากเพดานดูดลมกลับที่ใกล้ระดับพื้น โดยมีหน้าตารับลมกลับอย่างน้อย 2 จุด ติดตั้งให้ขอบล่างอยู่สูงกว่าพื้นอย่างน้อย 75 มม. อัตราการจ่ายลมไม่ควรน้อยกว่า 25 ACH หัวจ่ายควรเป็นแบบจ่ายลมทิศทางเดียว (Unidirectional) ควรหลีกเลี่ยงหัวจ่ายลมที่มีการเหนี่ยวนำลมสูง
- ไม่ควรติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงในระบบส่งลมยกเว้นมีแผงกรองอากาศประสิทธิภาพไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 (ASHRAE 52.1 Dust Spot) ติดตั้งอยู่ที่ปลายทาง (หลังจากลมผ่านวัสดุดูดซับเสียง)

ห้องแยกปลอดเชื้อ (Protective Isolation Room)

ผู้ป่วยที่มีภูมิคุ้มกันต่ำติดเชื้อโรคต่ำผิดปกติ เช่น ผู้ป่วยที่ปลูกถ่ายไขกระดูก ปลูกถ่ายอวัยวะ มะเร็งในเม็ดเลือดขาว แผลไหม้และเอดส์ มีโอกาสเสี่ยงสูงที่จะติดเชื้อได้ เพื่อลดความเสี่ยงจากการติดเชื้อทางอากาศ ระบบปรับอากาศในห้องจึงควรมีปริมาณลมหมุนเวียนไม่น้อยกว่า 15 ACH และมีการเติมอากาศจากภายนอกไม่น้อยกว่า 2 ACH เพื่อกำจัดและลดความเข้มข้นของเชื้อในอากาศ



(ก)

(ข)

การปรับความดันภายในห้อง (ก) ระดับความดันเป็นบวก (ข) ระดับความดันเป็นลบ

กรณีผู้ป่วยที่มีภูมิคุ้มกันต่ำติดเชื้อโรคต่ำผิดปกติ แต่ไม่เป็นโรคติดต่อที่แพร่เชื้อได้ ควรจ่ายลมทางด้านผู้ป่วย ดูดลมกลับทางด้านผู้มาเยี่ยมที่ระดับใกล้พื้น และรักษาความดันภายในห้องให้เป็นบวกตลอดเวลา แผงกรองอากาศควรมีประสิทธิภาพอย่างน้อยร้อยละ 90 (ASHRAE Standard 52.1 Dust Spot) กรณีที่ผู้ป่วยมีภูมิคุ้มกันต่ำและเป็นโรคติดต่อที่แพร่เชื้อได้ด้วย ควรรักษาความดันในห้องให้เป็นลบเพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของเชื้อออกไปนอกห้อง หรืออาจออกแบบให้สามารถปรับเปลี่ยนความดันเป็นบวกหรือลบได้ตามต้องการ

* ACH = air change per hour (ปริมาตรอากาศภายในห้องต่อชั่วโมง)

ห้องแยกติดเชื้อ (Infections Isolation Room)

ห้องแยกสำหรับผู้ป่วยที่เป็นโรคติดต่อที่สามารถแพร่เชื้อโรคได้ ควรออกแบบให้สามารถควบคุมไม่ให้เชื้อแพร่กระจายออกจากห้องได้ โดยการให้ความดันภายในห้องเป็นลบตลอดเวลา มีการหมุนเวียนอากาศภายในห้องอย่างน้อย 12 ACH ตาม AIA Guideline 2001 (ASHRAE Handbook 1999 แนะนำให้ใช้เพียง 6 ACH) และมีการเติมอากาศจากภายนอกอย่างน้อย 2 ACH แผงกรองอากาศควรเป็นแบบ HEPA เพื่อกำจัดเชื้อออกจากอากาศหมุนเวียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ อากาศที่ระบายทิ้งจากห้องแยกติดเชื้อ ควรผ่านแผงกรองแบบ HEPA ก่อนปล่อยทิ้งสู่ภายนอกเพื่อป้องกันการแพร่กระจายเชื้อ

การจ่ายลมควรจ่ายลมที่บริเวณใกล้ประตูทางเข้าและดูดออกด้านหัวเตียงผู้ป่วยที่ระดับใกล้พื้นเพื่อให้อากาศสะอาดผ่านจากเจ้าหน้าที่หรือญาติไปสู่ผู้ป่วยและถูกดูดออกจากห้องไป ห้องแยกติดเชื้อควรมีการตรวจสอบความดันหรือทิศทางกาลไหลของลม (ต้องไหลเข้าห้อง) อย่างสม่ำเสมอ หรือติดตั้งอุปกรณ์วัดความดันเพื่อตรวจสอบและส่งสัญญาณเตือนหากความดันหรือทิศทางกาลไหลของลมไม่ถูกต้อง

ห้อง ไอ.ซี.ยู. (Intensive Care Unit)

ห้อง ไอ.ซี.ยู. เป็นห้องสำหรับผู้ป่วยหนักหรือผู้ป่วยหลังการผ่าตัดที่ต้องได้รับการดูแลเป็นพิเศษ ความดันภายในห้องควรให้เป็นบวกเพื่อป้องกันเชื้อโรคจากภายนอก ควรมีอากาศหมุนเวียนอย่างน้อย 6 ACH แผงกรองอากาศควรมีประสิทธิภาพอย่างน้อยร้อยละ 90 (ASHRAE Standard 52.1 Dust Spot) อุณหภูมิควรอยู่ระหว่าง 24 - 27 °C และความชื้นสัมพัทธ์ควรอยู่ระหว่างร้อยละ 30 - 60 rh

4.2 การเลือกใช้ระบบปรับอากาศที่เหมาะสมกับพื้นที่ในโรงพยาบาล

พื้นที่ในโรงพยาบาลส่วนใหญ่มักจะมีการปรับอากาศ ดังนั้น การเลือกระบบปรับอากาศที่เหมาะสมจะช่วยให้เกิดความปลอดภัยและประหยัดพลังงานไฟฟ้า โดยอาจพิจารณาตามพื้นที่ได้ดังนี้

- ส่วนหน้าประชาสัมพันธ์ โดยปกติจะอาศัยความเย็นจากหัวจ่ายลมเย็นในพื้นที่ที่ผู้ป่วยรอการตรวจรักษา หรือใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนในกรณีที่มีประชาสัมพันธ์แยกออกเป็นห้องเล็ก ๆ และพื้นที่ที่ผู้ป่วยรอการตรวจรักษาไม่มีการปรับอากาศ
- สำนักงานและแผนกบริการต่าง ๆ สามารถใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์โดยการจ่ายลมเย็นและระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนได้ แต่ถ้าสำนักงานถูกแบ่งเป็นห้องเล็ก ๆ ควรเลือกใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนดีกว่า เพราะง่ายต่อการดูแลรักษาและควบคุมการทำงาน
- ห้องอาหาร ห้องครัว และแผนกโภชนาการสามารถเลือกใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์โดยการจ่ายลมเย็นหรือระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนในบริเวณห้องอาหาร และติดพัดลมดูดอากาศทิ้งให้ไหลผ่านพื้นที่บริเวณห้องครัว
- ห้องคนไข้ควรใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนแยกจากพื้นที่อื่น ๆ เพื่อความปลอดภัยและสามารถควบคุมการใช้งานได้ง่าย
- ห้องผ่าตัด สามารถใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์โดยการจ่ายลมเย็นที่สะอาด และผ่านการฆ่าเชื้อตามมาตรฐานดังได้กล่าวมาแล้ว หรือระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนแยกจากพื้นที่อื่น ๆ

- ห้องเก็บเครื่องมือแพทย์ สามารถใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์โดยการจ่ายลมเย็นและระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนได้ แต่ต้องปรับให้มีความชื้นต่ำ
- พื้นที่อื่นๆ เช่น ห้องซักกรีด ห้องควบคุมไฟฟ้า ห้องควบคุมน้ำประปา ห้องบำบัดน้ำเสีย โดยปกติจะไม่มีปรับอากาศ ยกเว้นห้องพักรักษาผู้ป่วยใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

4.3 วิธีการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศสำหรับโรงพยาบาล มีดังนี้

- ออกแบบอาคาร ระบบปรับอากาศ และวัสดุต่างๆ เพื่อให้ใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด
- ปรับปรุงระบบปรับอากาศที่มีอยู่เดิมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยพิจารณาจากมาตรการอนุรักษ์พลังงาน
- ควรมีการตรวจวัดและเก็บข้อมูลอย่างสม่ำเสมอ (ตารางที่ 4 - 3 ถึง 4 - 5 หน้า 32 - 36)
- บำรุงรักษาอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศสม่ำเสมอ (ตารางที่ 4 - 6 ถึง 4 - 7 หน้า 37 - 38)

4.4 มาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบทำความเย็นและปรับอากาศ

การอนุรักษ์พลังงานในระบบทำความเย็น และปรับอากาศสามารถทำได้ทั้งแบบที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย โดยการปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมในบริเวณที่ปรับอากาศเพื่อลดปริมาณความร้อนจากภายนอก และแบบที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายติดตั้งอุปกรณ์เพื่อช่วยในการประหยัดพลังงาน โดยมีแนวทางดำเนินการดังนี้

4.4.1 มาตรการที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

- ปรับความเย็นให้อยู่ในระดับที่ต้องการเท่านั้น ไม่ควรต่ำจนเกินไป
- สำหรับห้องประชุมหรือห้องสัมมนาที่มีการใช้งานไม่เต็มพื้นที่ ควรกำหนดให้เครื่องปรับอากาศทำงานเป็นส่วนๆ ตามพื้นที่ที่ใช้งาน
- ควบคุมปริมาณอากาศจากภายนอกที่จะเข้ามาภายในอาคาร
- ควรติดตั้งเครื่องปรับอากาศให้สูงจากพื้นพอสมควร เพื่อให้ลมเย็นกระจายไปทั่วถึงบริเวณต่างๆ เช่น ห้องพักรักษาผู้ป่วย ห้องทำงาน
- ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าและหลอดไฟที่ไม่จำเป็น ช่วยลดปริมาณความร้อนภายในอาคาร
- นำคูมัตั้งชนิดผนังด้านที่รับแสงอาทิตย์เพื่อลดความร้อนจากภายนอกเข้าสู่อาคารโดยตรง
- ทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศทุกๆ เดือน
- ปิดประตู หน้าต่างและผ้าม่านให้สนิท
- ตรวจสอบห้องเป็นประจำเพื่อลดการสูญเสียความเย็นตามจุดรั่วต่างๆ

4.4.2 มาตรการที่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

- ติดตั้งฉนวนบุเพดาน
- ติดตั้งกระจก 2 ชั้น เพื่อลดความร้อนจากภายนอก

- ติดตั้งเครื่องควบคุมการจ่ายลม เพื่อช่วยควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสม
- ติดตั้งม่านกันแสงอาทิตย์ที่กระจกหน้าต่าง เพื่อลดความร้อนจากภายนอก
- ติดตั้งแผ่นสะท้อนความร้อนจากแสงอาทิตย์
- ติดตั้งระบบกักเก็บน้ำฝน - ปิดไฟฟ้าอัตโนมัติในห้องพักผู้ป่วย
- เลือกใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง
- ปลุกต้นไม้รอบๆ อาคารโรงพยาบาล

ระบบปรับอากาศจะทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ ต้องอาศัยการระบายความร้อนที่ดี ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ระบายความร้อนออกจากระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ คือ หอระบายความร้อน (Cooling Tower) ดังนั้นควรเอาใจใส่ดูแลรักษาหอระบายความร้อนให้สามารถระบายความร้อนได้อย่างเต็มประสิทธิภาพด้วย (โปรดอ่านรายละเอียดเพิ่มเติมในเอกสารเผยแพร่ชุด ฐู รั้งษ์พลังงาน เรื่อง “ระบบทำความเย็น”)

4.5 การอนุรักษ์พลังงานหอระบายความร้อน

การอนุรักษ์พลังงานในหอระบายความร้อน สามารถดำเนินการได้ดังนี้

- 4.5.1 ติดตั้งให้ถูกต้องในบริเวณเปิด ให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก เว้นระยะห่างตามกฏผู้ผลิตกำหนด
- 4.5.2 ตรวจสอบเช็คทุกเดือน ทุกสัปดาห์ ทุกวัน เป็นประจำ อย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง เพื่อนำข้อมูลนี้มาเปรียบเทียบ โดยทำการตรวจเช็คในขณะที่เครื่องกำลังทำงาน (ตารางที่ 4 - 8 และ 4 - 9 หน้า 39 - 40)
- 4.5.3 นำความร้อนจากระบบปรับอากาศมาใช้ใหม่
- 4.5.4 ตรวจสอบคุณภาพน้ำสม่ำเสมอ (ตารางที่ 4 - 10 หน้า 41)
- 4.5.5 ระบายน้ำทิ้งเพื่อลดความเข้มข้นของสารต่างๆ ที่หอระบายความร้อนระบายทิ้งที่ท่อน้ำล้น (Over Flow)

4.6 ระบบห้องสะอาด

ห้องสะอาด (Clean Room) คือ ห้องที่สร้างขึ้นเป็นพิเศษเพื่อควบคุมตัวแปรต่างๆ เช่น ความดัน อุณหภูมิ และความชื้นของห้อง รวมทั้งปริมาณฝุ่นและอนุภาคแขวนลอยในอากาศ ให้ได้ตามคุณลักษณะที่ใช้งาน

4.6.1 สิ่งสำคัญในการรักษาคุณภาพอากาศในโรงพยาบาล

การออกแบบระบบการไหลของอากาศควรคำนึงถึงปัจจัยดังต่อไปนี้

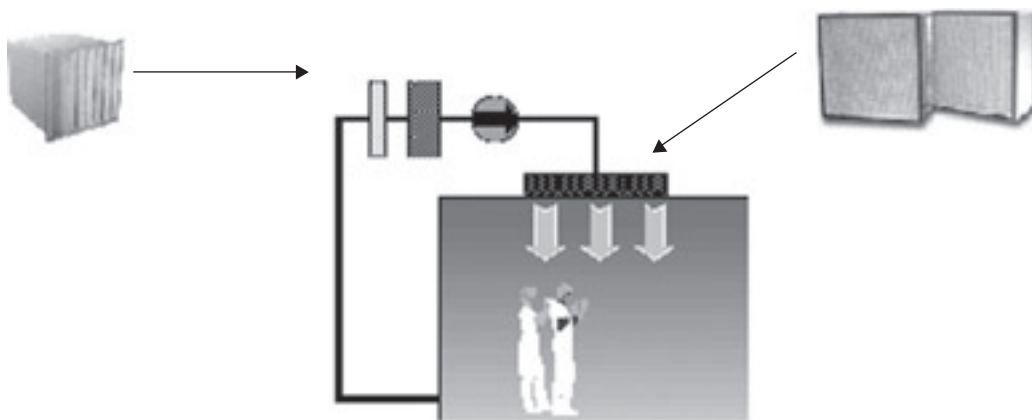
- ออกแบบระบบปรับอากาศให้ได้มาตรฐาน เช่น ใช้มาตรฐาน ASHRAE Application AIA Health Care Facilities Guideline
- ปริมาณอากาศบริสุทธิ์ (Fresh Air)

- ควบคุมแรงดัน (Pressure)
- ควบคุมทิศทางการไหลของลมส่งและลมกลับ
- ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสม
 - ต้องมีระบบควบคุมแจ้งเตือนประสิทธิภาพการทำงานในสถานะต่างๆ ให้ถูกต้อง
 - การซ่อมบำรุงและดูแลรักษา

4.6.2 หลักในการควบคุมการติดเชื้อทางอากาศ

- ป้องกันเชื้อโรคเข้าหรือออกจากห้อง
 - ป้องกันทางกายภาพ
 - สร้างความดันภายในห้องให้สูงกว่าหรือต่ำกว่าภายนอกห้อง
- กำจัดเชื้อออกจากอากาศ

การกำจัดเชื้อจากภายนอกทำได้โดยให้อากาศที่เดิมเข้ามาในระบบผ่านการกรองก่อนที่จะจ่ายเข้าสู่ห้อง สำหรับการกำจัดเชื้อที่เกิดภายในห้องจากอากาศ สามารถทำได้โดยการหมุนเวียนลมปริมาณมากๆ ภายในห้องไปผ่านแผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูง



การติดตั้งแผงกรองอากาศสำหรับห้องปลอดเชื้อ

- การเจือจางเชื้อในอากาศ

การเติมอากาศจากภายนอก (Outdoor Air : OA) เข้ามาผสมกับอากาศภายในห้องจะทำให้ความเข้มข้นของเชื้อลดลง ดูรายละเอียดในตารางที่ 4 - 2 หน้า 30

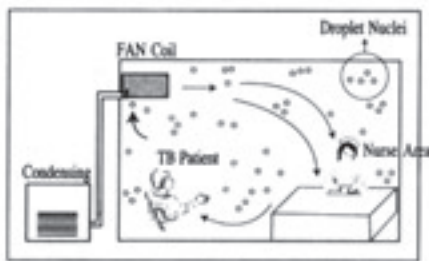
อัตราการเติมอากาศจากภายนอกและปริมาณอากาศหมุนเวียนสำหรับห้องต่างๆ ในโรงพยาบาล (1999 ASHRAE App. Handbook)

AREA	ASHRAE Handbook (1999)		
	Min.OA, ACH	Min.Total Air, ACH	Pressure Relationship
ห้องผ่าตัด (ระบบระบายอากาศสู่ภายนอก)	15	15	P
ห้องผ่าตัด (ระบบอากาศหมุนเวียนภายใน)	5	25	P
ห้องคลอด (ระบบระบายอากาศสู่ภายนอก)	15	15	P
ห้องคลอด (ระบบอากาศหมุนเวียนภายใน)	5	25	P
ห้องพักฟื้น	2	6	E
ห้องเด็กอ่อน	5	12	P
ห้องไต	2	6	P
ห้องผู้ป่วย	2	4	+/-
ห้องตรวจรักษา	2	6	+/-
ห้องชันสูตรศพ	2	12	N
ห้องกายภาพบำบัด	2	6	N
ห้องแยกผู้ป่วยติดเชื้อ	2	15	P
ห้องแยกผู้ป่วยแพร่เชื้อ	2	6	N

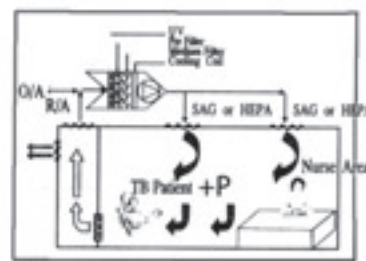
ACH = air change per hour : P = positive, N = negative : E = equal, +/- = continuous directional control not required

- ควบคุมทิศทางการไหลของอากาศจากที่สะอาดมากไปยังจุดที่สะอาดน้อย

เพื่อไม่ให้อากาศพาเชื้อจากบริเวณที่สกปรกไปสู่บริเวณสะอาด การจ่ายลมเข้าห้องซึ่งเป็นลมสะอาดผ่านการกรองเข้ามาแล้วจะต้องจ่ายให้ใกล้กับจุดที่ต้องการความสะอาดมากที่สุด



(ก)



(ข)

การควบคุมการไหลเวียนของอากาศ (ก) แบบไม่ถูกต้อง (ข) แบบที่ถูกต้อง

โคมไฟแบบฝังหน้ากากเรียบ
ที่ใช้ติดตั้งในห้องผู้ป่วย



- ป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อภายในห้องฆ่าเชื้อเพื่อควบคุมจำนวนจุลชีพในอากาศจะต้องควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องไม่ให้สูงเกินร้อยละ 60 โดยตลอด ป้องกันไม่ให้พื้นผิวใดๆ ในห้องมีความเปียกชื้น พื้น ผนังและเพดานต้องใช้วัสดุผิวเรียบและทำความสะอาดง่าย ห้ามมีท่อลมและท่อน้ำภายในห้อง โคมไฟควรใช้แบบฝังและมีหน้ากากเรียบ

- การฆ่าเชื้อในอากาศ

ใช้แสงอัลตราไวโอเลตฆ่าเชื้อ (UVGI - Ultraviolet Germicidal Irradiation) สามารถนำมาใช้ได้ 2 ลักษณะ คือ

- การติดตั้งในท่อลมจะฆ่าเชื้อในอากาศที่ผ่านท่อลมก่อนที่จะจ่ายเข้ามาในห้อง
- การติดตั้งที่ส่วนบนของห้อง (Upper Room) จะใช้หลอด UV ติดตั้งอยู่ที่เพดานหรือผนังห้อง โดยมีการป้องกันไม่ให้แสง UV ส่องลงมาด้านล่าง

4.7 การอนุรักษ์พลังงานในระบบห้องสะอาด

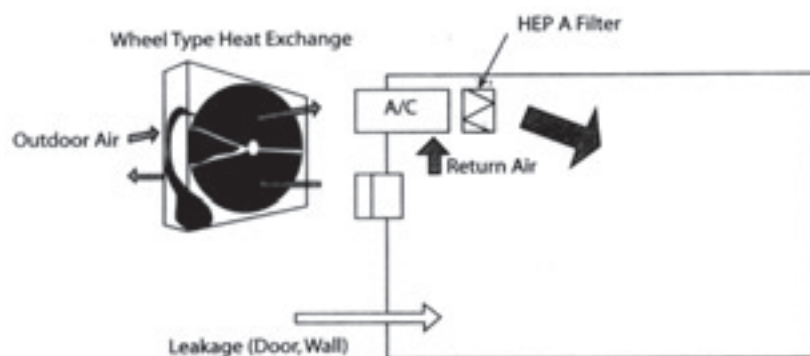
4.7.1 ปรับลักษณะการจ่ายอากาศแบบระบายอากาศสู่ภายนอกทั้งหมด (All Outdoor Air System) เป็นแบบระบบอากาศหมุนเวียนภายใน (Recirculate Air System)



(ก) การจ่ายอากาศแบบระบายอากาศสู่ภายนอก

(ข) การจ่ายอากาศแบบระบบอากาศหมุนเวียนภายใน

4.7.2 ติดตั้งเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจากอากาศสู่อากาศ (Air - to - Air Heat Exchanger) เพื่อช่วยลดภาระความร้อนจากอากาศภายนอก



การติดตั้ง Air - to - Air Heat Exchanger

4.7.3 ลดปริมาณอากาศจากภายนอกในช่วงที่ไม่ได้เข้าห้อง

4.7.4 ใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงพร้อมกับอุปกรณ์ปรับความเร็ว

4.7.5 นำความร้อนจากการถ่ายเทอากาศกลับเข้ามาใช้

การตรวจวัดเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

ชื่อสถานประกอบการ

ลำดับ	อุปกรณ์	พิกัด (kW)	ผลการตรวจวัดไฟฟ้า				การใช้งาน			การแก้ไขปรับปรุง		วิธีปรับปรุง	กำลังไฟฟ้าที่วัดได้ หลังการปรับปรุง (kW)
			แรงดัน (V)	กระแส (A)	ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF)	กำลังไฟฟ้า (kW)	วัน/เดือน	การแก้ไขปรับปรุง	การปรับปรุง				
			เฟส R	เฟส S	เฟส T								
1	เครื่องที่ 1												
	- เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)												
	- น้ำเย็น (Chilled Water Pump)												
	- มีน้ำระบายความร้อน (Condenser Water Pump)												
	- หอระบายความร้อน (Cooling Tower)												
	- ชุดจ่ายลมเย็น (Air Handling Unit)												
	รวม												

ตัวอย่าง

การตรวจวัดเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

ชื่อสถานประกอบการ โรงพยาบาลประหยัดพลังงาน

ลำดับ	อุปกรณ์	พิกัด (kW)	ผลการตรวจวัดไฟฟ้า				การใช้งาน			การแก้ไขปรับปรุง		วิธีปรับปรุง	กำลังไฟฟ้าที่วัดได้หลังการปรับปรุง (kW)
			แรงดัน (V)	กระแส (A)	ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF)	กำลังไฟฟ้า (kW)	ช.ม./วัน	วัน/เดือน	ภาระ (%)	ไม่ปรับปรุง	ปรับปรุง		
			เฟส R	เฟส S	เฟส T								
1	เครื่องที่ 1												
	- เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)	250	471	472	472	0.79	247	24	30	99.13	●		
	- บิมน้ำเย็น (Chilled Water Pump)	11	16.5	16.5	16.5	0.75	8.14	24	30	74	●		
	- บิมน้ำระบายความร้อน (Condenser Water Pump)	15	18.5	18.5	18.5	0.8	9.74	24	30	64.9	●		
	- หอระบายความร้อน (Cooling Tower)	15	23.2	23.2	23.2	0.8	12.21	24	30	81.43	●		
	- ชุดจ่ายลมเย็น (Air Handling Unit)	0.75	1.77	1.82	1.75	0.56	0.65	24	30	87.47		●	ทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศ
	รวม												

ตารางที่ 4 - 4

การเก็บข้อมูลและตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนและแบบติดหน้าต่าง

ชื่อสถานประกอบการ

ลำดับที่		1	2	3	4	5	6	7	8
อาคาร									
ชื่อห้อง									
เครื่องส่งลมเย็น	ยี่ห้อ								
	รุ่น (Model)								
หมายเลขเครื่อง									
พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง (BTU/hr)									
พื้นที่ช่องจ่ายลม	กว้าง (cm)								
	ยาว (cm)								
ด้านลมจ่าย	ความเร็วลม (m/s)	จุดที่ 1							
		จุดที่ 2							
		จุดที่ 3							
	อุณหภูมิ (°C)	จุดที่ 1							
		จุดที่ 2							
		จุดที่ 3							
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	จุดที่ 1							
		จุดที่ 2							
		จุดที่ 3							
ด้านลมกลับ	ความเร็วลม (m/s)	จุดที่ 1							
		จุดที่ 2							
		จุดที่ 3							
	อุณหภูมิ (°C)	จุดที่ 1							
		จุดที่ 2							
		จุดที่ 3							
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	จุดที่ 1							
		จุดที่ 2							
		จุดที่ 3							
คอนเดนซิ่งยูนิต	ยี่ห้อ								
	รุ่น								

ลำดับที่	รุ่น	1	2	3	4	5	6	7	8
อุณหภูมิ ภายนอกอาคาร	อุณหภูมิ (°C)								
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)								
อุณหภูมิ คอนเดนซึ่งยูนิิต	เข้า (°C)								
อุณหภูมิห้อง	อุณหภูมิ (°C)								
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)								
พิกัดทางไฟฟ้า	แรงดันไฟฟ้า (V)								
	กระแสไฟฟ้า (A)								
	กำลังไฟฟ้า (kW)								
การตรวจวัด ทางไฟฟ้า	แรงดันไฟฟ้า (V)								
	กระแสไฟฟ้า (A)								
	เฟส R								
	เฟส S								
	เฟส T								
	กำลังไฟฟ้า (kW)								
	ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า								
● ประเภท									
● ลักษณะการติดตั้ง									
● ชนิดของเทอร์โมสแตท									
● อายุการใช้งาน									
● การบำรุงรักษา									
● สภาพของ Filter									
● เวลาเปิด - ปิด หรือชั่วโมงการใช้/วัน									
● จำนวนวันทำงาน/ปี									

- ประเภท (1) แบบแยกส่วน (2) แบบติดตั้งต่าง
- ลักษณะการติดตั้ง (1) แวนเพดาน (2) ติดผนัง (3) ตั้งพื้น (4) ติดหน้าต่าง (5) ซ่อนในฝ้า (6) ฝังฝ้า
- ชนิดของเทอร์โมสแตท (1) โลหะผสม (2) อิเล็กทรอนิกส์
- การบำรุงรักษา (1) ทุก 1 เดือน (2) ทุก 3 เดือน (3) ทุก 6 เดือน (4) ทุก 1 ปี (5) อื่นๆ
- สภาพของ Filter (1) สะอาด (2) สกปรก (3) สกปรกมาก (4) ไม่มี Filter

บันทึกการทำงานประจำวันของเครื่องทำความเย็นชนิดระเหยความร้อนด้วยน้ำ

เวลา	คอยล์ร้อน		คอยล์เย็น		น้ำมัน		มอเตอร์เครื่องอัดสารทำความเย็น		น้ำเข้าคอยล์เย็น		น้ำออกคอยล์เย็น		น้ำเข้าคอยล์ร้อน		น้ำออกคอยล์ร้อน	
	ความดัน (Psig)	อุณหภูมิ (°C)	ความดัน (Psig)	อุณหภูมิ (°C)	ความดัน (Psig)	อุณหภูมิ (°C)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	ความดัน (Psig)	อุณหภูมิ (°C)	ความดัน (Psig)	อุณหภูมิ (°C)	ความดัน (Psig)	อุณหภูมิ (°C)	ความดัน (Psig)	อุณหภูมิ (°C)
00:00																
02:00																
04:00																
06:00																
08:00																
10:00																
12:00																
14:00																
16:00																
18:00																
20:00																
22:00																

การบำรุงรักษาเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

ประจำทุก 3 เดือน 1 ปี

วันที่.....เดือน.....ปี.....

ยี่ห้อเครื่องทำความเย็น.....รุ่น.....หมายเลขเครื่อง.....

ชื่อผู้ทำการบำรุงรักษา.....ชื่อหัวหน้าผู้ควบคุม.....

รายการที่ต้องบำรุงรักษา	ผลการบำรุงรักษาและการแก้ไข				หมายเหตุ
	ปกติ	ผิดปกติ	สาเหตุ	การแก้ไข	
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบทุก 3 เดือน					
1. ตรวจสอบและทำความสะอาดโซลินอยด์วาล์วของคอยล์คอมเพรสเซอร์					
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบประจำปี					
1. ตรวจสอบค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า					
2. ตรวจสอบการรั่วซึม					
3. ตรวจสอบสวิทช์และหน้าสัมผัสทุกตัว					
4. ตรวจสอบจุดต่อที่ขันด้วยน็อตให้แน่น					
5. ตรวจสอบและทำความสะอาดตู้ควบคุม					
6. ตรวจสอบค่าความสะอาดของคอยล์ของท่อคอนเดนเซอร์ในซิลเลอร์โดยใช้สารเคมี					
7. ตรวจสอบอุปกรณ์หลักๆ ของซิลเลอร์					
8. เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องอัดน้ำยาพร้อมไส้กรองน้ำมัน					
9. เปลี่ยนตัวไส้กรองน้ำยาหรือสารทำความเย็น					
10. ตรวจสอบเสียงที่ดังผิดปกติเนื่องจากการสั่นสะเทือน					
11. ตรวจสอบการทำงานของเกจวัดความดันต่างๆ					

การบำรุงรักษาชุดจ่ายลมเย็น (Air Handling Unit & Fan Coil Unit)

ประจำทุก 1 เดือน 6 เดือน

วันที่.....เดือน.....ปี.....

ยี่ห้อชุดจ่ายลมเย็น.....รุ่น.....หมายเลขเครื่อง.....

ชื่อผู้ทำการบำรุงรักษา.....ชื่อหัวหน้าผู้ควบคุม.....

รายการที่ต้องบำรุงรักษา	ผลการบำรุงรักษาและการแก้ไข				หมายเหตุ
	ปกติ	ผิดปกติ	สาเหตุ	การแก้ไข	
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบทุก 1 เดือน					
1. ทำความสะอาดคอยล์					
2. ทำความสะอาดถาดน้ำทิ้ง					
3. ทำความสะอาดท่อระบายน้ำ					
4. ทำความสะอาดโบลเวอร์ (Blower)					
5. ตรวจสอบอัตราการบีบอัด					
6. ตรวจสอบหน้าสัมผัสสวิตช์แม่เหล็ก					
7. ทำการล้างกรองสเตรนเนอร์					
8. ตรวจสอบการทำงานของวาล์วที่มอเตอร์					
9. ตรวจสอบการทำงานของเทอร์โมสแตท					
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบทุก 6 เดือน					
1. ทำความสะอาดตัวกรองอากาศ					
2. ตรวจสอบคอยล์					
3. ตรวจสอบสายพาน					
4. การปรับตั้งสายพาน					
5. ตรวจสอบท่อระบายน้ำ					
6. ตรวจสอบหน้าสัมผัสสวิตช์แม่เหล็ก					
7. ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ควบคุม					
8. ตรวจสอบการรั่วของท่อน้ำเย็นและน้ำกลับ					
9. ตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำ					
10. ตรวจสอบความดันน้ำ					
11. ตรวจสอบอุณหภูมิของลมกลับ					
12. ตรวจสอบดูการสั่นและเสียงที่ดังผิดปกติ					
13. ตรวจสอบค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า					

การบำรุงรักษาหอระบายความร้อน

ประจำทุก 1 เดือน 3 เดือน 6 เดือน 1 ปี

วันที่.....เดือน.....ปี.....

ยี่ห้อหอระบายความร้อน.....รุ่น.....หมายเลขเครื่อง.....

ชื่อผู้ทำการบำรุงรักษา.....ชื่อหัวหน้าผู้ควบคุม.....

รายการที่ต้องบำรุงรักษา	ผลการบำรุงรักษาและการแก้ไข				หมายเหตุ
	ปกติ	ผิดปกติ	สาเหตุ	การแก้ไข	
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบทุก 1 เดือน					
1. กระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์					
2. การทำงานของลูกลอยและระดับน้ำ					
3. ตรวจสอบระบบไฟฟ้าที่ควบคุมมอเตอร์					
4. ตรวจสอบสายพานหรือพูลเลย์ (Pulley)					
5. ตรวจสอบระดับของน้ำมันเกียร์ (ถ้ามี)					
6. ตรวจสอบการรั่วซึมของน้ำมันเกียร์ (ถ้ามี)					
7. ตรวจสอบถาดรองน้ำ					
8. ตรวจสอบลูกลอย					
9. ตรวจสอบเสียงที่ดังผิดปกติ					
10. ตรวจสอบการสั่นสะเทือนที่ผิดปกติ					
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบทุก 3 เดือน					
1. ตรวจสอบขั้วสายไฟฟ้าและข้อต่อต่างๆ					
2. ตรวจสอบความตึงของลวดยึดโยงท่อน้ำ					
3. ตรวจสอบและล้างตัวกรองสเตรนเนอร์					
4. ตรวจสอบและหล่อลื่นแบร์ริงมอเตอร์					
5. ตรวจสอบการทำงานของหัวฉีดว่าอุดตันหรือไม่					
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบทุก 6 เดือน					
1. ตรวจสอบและทำความสะอาดพัดลม					
2. ตรวจสอบและทำความสะอาดมอเตอร์และเกียร์ (ถ้ามี)					
3. ตรวจสอบและทำความสะอาดตัวกรองและถาดรองน้ำ					
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบทุก 1 ปี					
1. ตรวจสอบการทำงานและเปลี่ยนน้ำมันเกียร์ (ถ้ามี)					

ตารางที่ 4 - 10

การตรวจสอบคุณภาพน้ำสำหรับหอยความอ่อน

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)		ค่าความกระด้าง		ค่าสารคลอไรด์		ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)		ค่าความกระด้าง		ค่าสารคลอไรด์		รอบการทำงาน *	ความสะอาดของน้ำ **
วัดได้	มาตรฐาน	วัดได้	มาตรฐาน	วัดได้	มาตรฐาน	วัดได้	มาตรฐาน	วัดได้	มาตรฐาน	วัดได้	มาตรฐาน		

$$\text{* รอบการทำงาน} = \frac{\text{ค่าสารคลอไรด์ในน้ำเย็นที่ได้}}{\text{ค่าสารคลอไรด์ในน้ำเดิม}}$$

$$\text{** ความสะอาดของน้ำ} = (\text{จำนวนรอบการทำงาน} \times \text{ค่าความกระด้างของน้ำเดิม}) - \text{ค่าความกระด้างของน้ำเย็นที่ได้}$$

ระบบขับเคลื่อนโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในหลายๆ จุดของอาคารโรงพยาบาล เช่น ระบบขนส่งภายในโรงพยาบาล ได้แก่ ลิฟต์ บันไดเลื่อน ระบบประปา และระบบบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ ปั๊มน้ำ เป็นต้น ปกติมอเตอร์มีอายุการทำงานอยู่ในช่วงประมาณ 10 - 20 ปี แต่หากใช้งานมอเตอร์ไม่เหมาะสม ประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์ย่อมต่ำลง ส่งผลให้มอเตอร์ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงกว่าที่ควรเป็น ทำให้เสียค่าใช้จ่ายจำนวนมาก ดังนั้น การบำรุงรักษามอเตอร์และการเลือกใช้งานมอเตอร์อย่างเหมาะสมจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง

5.1 มาตรการอนุรักษ์พลังงานมอเตอร์ไฟฟ้า

การอนุรักษ์พลังงานในมอเตอร์ไฟฟ้าสามารถทำได้ทั้งแบบที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายและแบบที่ต้องเสียค่าใช้จ่าย ซึ่งได้แก่

5.1.1 มาตรการที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

- ทำการเก็บข้อมูลมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อนำไปเปรียบเทียบระหว่างค่าฟักต์มอเตอร์กับค่าที่วัดได้แต่ละครั้ง (ตารางที่ 5 - 1 หน้า 43) จะทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์ เพื่อนำไปประกอบการตัดสินใจเลือกใช้มอเตอร์ที่มีขนาดเหมาะสม
- ตรวจสอบสภาพการระบายความร้อนของมอเตอร์เป็นประจำ
- ตรวจสอบระบบทางกลไกของมอเตอร์เป็นประจำ
- หลีกเลี่ยงการเดินมอเตอร์ตัวเปล่า

5.1.2 มาตรการที่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

- ใช้เครื่องควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ปรับความเร็วมอเตอร์ให้ช้าหรือเร็ว สำหรับงานที่ต้องการความเร็วหลากหลาย เช่น มอเตอร์ปั๊มน้ำ มอเตอร์พัดลม ชุดส่งลมเย็นในระบบปรับอากาศ
- เลือกใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงแทนมอเตอร์เดิม เมื่อมอเตอร์เสีย

ตารางที่ 5 - 1

การตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์

อุปกรณ์	ชนิด (AC/DC)	ชั่วโมงใช้งาน (ชม./วัน)	พิกัดมอเตอร์ (ค่าจากป้ายเครื่อง)			ผลจากการตรวจวัด				การปรับปรุงแก้ไข		วิธีปรับปรุง	กำลังไฟฟ้า หลุดจากการปรับปรุง (kW)		
			กำลังไฟฟ้า (kW)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กำลังไฟฟ้า (kW)	ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF)	ไม่ปรับปรุง			ปรับปรุง	
						เฟส R	เฟส S	เฟส T							

สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$\text{ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้าที่วัดได้}}{\sqrt{3} \times \text{แรงดัน} \times \text{กระแส}} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times I}$$

$$\text{การแก้ไขงาน} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้าที่วัดได้}}{\text{กำลังไฟฟ้าที่ป้ายเครื่อง}} \times 100$$

$$\text{หมายเหตุ : } \sqrt{3} = 1.732$$

ตัวอย่าง

โรงพยาบาลแห่งหนึ่งติดตั้งมอเตอร์ขนาด 22 kW, 380 V 50 Hz, 43 A เพื่อขับเคลื่อนบมน์น้ำ กำลังของมอเตอร์เมื่อวัดค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏว่าวัดได้ 10.06 kW เมื่อคำนวณหาภาระจะได้

$$\text{ภาระการใช้งาน} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้าที่วัดได้}}{\text{กำลังไฟฟ้าที่ป้ายเครื่อง}} \times 100 = \frac{10.06}{22} \times 100 = 45.74 \%$$

เมื่อทำการตรวจวัดปรากฏว่าได้ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

$$\text{ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้าที่วัดได้}}{\sqrt{3} \times \text{แรงดัน} \times \text{กระแส}} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times I} \quad \text{หมายเหตุ : } \sqrt{3} = 1.732$$

$$= \frac{10.06 \times 1,000}{1.732 \times 378 \times \left(\frac{29.7 + 28.7 + 28.6}{3} \right)}$$

$$= 0.53$$

อุปกรณ์	ชนิด (AC/DC)	ชั่วโมงใช้งาน (ชม./วัน)	พิกัดมอเตอร์ (ค่าจากป้ายเครื่อง)			ผลจากการตรวจวัด				การปรับปรุงแก้ไข		กำลังไฟฟ้าหลังจากการปรับปรุง (kW)				
			แรงดัน (V)	กระแส (A)	ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF)	กำลังไฟฟ้า (kW)	แรงดัน (V)	กระแส (%)	ไม่ปรับปรุง	ปรับปรุง	วิธีปรับปรุง					
มอเตอร์ปั๊มน้ำ	AC	24	380	43	0.87	22	29.7	28.7	28.6	28.6	378	45.74		●	เปลี่ยนขนาดมอเตอร์เป็นขนาด 11 kW	9.43

จะเห็นว่ามอเตอร์มีขนาดใหญ่เกินไปสามารถทำการเปลี่ยนมอเตอร์ให้เป็นขนาด 11 kW ซึ่งจะใช้งานได้เต็มสมรรถนะมากกว่า

5.2 การใช้ออเตอร์ไฟฟ้าและเทคนิคการอนุรักษ์พลังงานในโรงพยาบาล

เนื่องจากในโรงพยาบาลโดยทั่วไปมีระบบที่ใช้มอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อนอยู่หลายระบบ และแต่ละระบบก็จะใช้พลังงานไฟฟ้าแตกต่างกันไป ดังนั้น เทคนิคของการอนุรักษ์พลังงานก็จะแตกต่างกันไปด้วย ซึ่งสามารถสรุปเป็นตารางได้ดังนี้

ส่วนต่าง ๆ ภายในโรงพยาบาลที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวขับเคลื่อน	ลักษณะของการใช้พลังงานและแนวทางการอนุรักษ์พลังงาน
<p>ลิฟต์ (ตารางที่ 5 - 2 หน้า 46)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● พลังงานไฟฟ้าที่ใช้จะแปรผันตามน้ำหนักบรรทุกและความเร็วของลิฟต์ ● ปิดลิฟต์บางชุดในช่วงที่มีการใช้งานน้อย เช่น เวลากลางคืน ● รณรงค์ให้ใช้บันไดแทนลิฟต์ในกรณีที่ขึ้นลงน้อยชั้น ● รณรงค์ให้กดปุ่มเรียกลิฟต์เฉพาะทิศทางที่ต้องการไปเท่านั้น ● ดูแลรักษาและเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งานตามที่บริษัทกำหนด ● ติดตั้งระบบควบคุมการทำงานเพื่อให้ลิฟต์หยุดทำงานในขณะไม่มีการใช้งานโดยอาศัยอุปกรณ์ตรวจจับอัตโนมัติ
<p>บันไดเลื่อน (ตารางที่ 5 - 3 หน้า 46)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● พลังงานไฟฟ้าจะถูกใช้อย่างสูญเปล่าในช่วงเวลาที่ไม่มีคนใช้บันไดเลื่อน ● ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวอัตโนมัติสำหรับการควบคุมให้บันไดเลื่อนทำงานเมื่อมีการใช้เท่านั้น ● ดูแลรักษาและเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งานตามที่กำหนด
<p>ระบบประปาและระบบบำบัดน้ำเสีย (ตารางที่ 5 - 4 หน้า 46) (ตารางที่ 5 - 5 หน้า 47)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าในการขับเคลื่อนปั๊มน้ำ ซึ่งส่วนมากเป็นชนิดแรงเหวี่ยง (Centrifugal) ● เลือกปั๊มน้ำซึ่งมีการทำงานที่มีประสิทธิภาพสูงสุดใกล้เคียงกับจุดใช้งาน ● ไม่ควรเพื่อขนาดปั๊มน้ำให้ใหญ่จนเกินไป ● บันทึกข้อมูลการใช้งานปั๊มน้ำอย่างสม่ำเสมอ (ตารางที่ 5 - 4 หน้า 46) ● พยายามเลือกใช้ปั๊มน้ำขนาดเล็กจำนวนหลายตัว ดีกว่าใช้ขนาดใหญ่แต่มีจำนวนน้อย ● เลือกใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงในปั๊มน้ำแทนการใช้มอเตอร์แบบมาตรฐานทั่วไป ● เลือกขนาดใบพัดให้เหมาะสมกับขนาดของตัวมอเตอร์และปั๊มน้ำ ● ใช้ระบบปรับความเร็วรอบ (VSD Control) ในปั๊มน้ำแทนการปิดวาล์ว หรือแทนการเปิดให้ไหลวนกลับ (Bypass) สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มากกว่า ● จัดรายการซ่อมบำรุงรักษาปั๊มน้ำอย่างสม่ำเสมอ (ตารางที่ 5 - 5 หน้า 47) ● คำนวณความเสียดทานของระบบท่อโดยละเอียด เพื่อนำไปคำนวณหาจำนวนแรงม้าที่ปั๊มน้ำได้อย่างแม่นยำ

ตารางที่ 5 - 2

ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและระยะทางเคลื่อนที่ของลิฟต์

ประเภทอาคาร	ขนาดรับน้ำหนัก (กิโลกรัม)	จำนวนคน (คน)	ความเร็วขั้นต่ำ (เมตร/วินาที)	ระยะทางเคลื่อนที่ของลิฟต์ (เมตร)
โรงพยาบาล	1,600 - 1,800	24 - 28	45	0.20
			60 - 75	20 - 30
			75 - 90	30 - 40
			105 - 120	40 - 50
			150 - 180	60 - 75
			210	สูงกว่า 75

ตารางที่ 5 - 3

ขนาดมอเตอร์ปกติของบันไดเลื่อน (Typical Escalator Motor Size)

ความกว้าง (เมตร)	ความเร็ว (เมตร/นาที)	ความสูง (เมตร)	ขนาดมอเตอร์ (kW)
0.8	30 - 40	4.3	3.7
0.8	30 - 40	5.2	5.5
1.2	30	5.2	5.5
1.2	30	6.4	7.5
1.2	30 - 40	7.6	11

อ้างอิงจาก คู่มือและเอกสารประกอบการฝึกอบรมการเป็นวิทยากรหรือผู้ชำนาญการด้านการอนุรักษ์พลังงานอาคารประเภทโรงแรมและโรงพยาบาล, บริษัท อีอีซี - อีเนอร์จีดีคัล จำกัด, ต.ค. 2543

ตารางที่ 5 - 4

การบันทึกข้อมูลการใช้งานปั๊มน้ำ

หมายเลข	ตำแหน่งติดตั้ง	ขนาดมอเตอร์ (kW)	กระแส (A)			แรงดัน (V)	ความดัน (Psig)		การทำงาน		หมายเหตุ
			เฟส R	เฟส S	เฟส T		ด้านดูด	ด้านจ่าย	เริ่ม	หยุด	

การบำรุงรักษาปั้มน้ำประเภทแรงเหวี่ยงชนิดเพลานอนในแนวราบ

ประจำทุก วัน 6 เดือน 1 ปี

วันที่.....เดือน.....ปี.....

ยี่ห้อปั้มน้ำ.....รุ่น.....หมายเลขเครื่อง.....

ชื่อผู้ทำการบำรุงรักษา.....ชื่อหัวหน้าผู้ควบคุม.....

รายการที่ต้องบำรุงรักษา	ผลการบำรุงรักษาและการแก้ไข				หมายเหตุ
	ปกติ	ผิดปกติ	สาเหตุ	การแก้ไข	
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบทุกวัน					
1. อุณหภูมิร่อนลิน					
2. ความดันทางท่อดูดและท่อจ่าย					
3. การรั่วจากกันรั้ว					
4. การหล่อลื่นกันรั้ว					
5. โหลด (Load) ของปั้มน้ำ					
6. ระดับเสียงและการสั่นสะเทือน					
7. ระดับน้ำมันหล่อลื่นที่มาหล่อเลี้ยงร่อนลิน					
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบทุก 6 เดือน					
1. การได้ศูนย์ระหว่างปั้มน้ำกับต้นกำลัง					
2. การเติมน้ำมันหรือไขให้กับร่อนลิน					
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบทุก 1 ปี					
1. การรั่วตามเพลลาและการซ่อมบำรุงกันรั้ว					
2. การสึกของปลอกเพลลา					
3. ช่องว่างระหว่างใบพัดและแหวนกันสึก					
4. ทดสอบและปรับแก้เกจวัดต่าง ๆ ที่ใช้วัดน้ำและ กระแสไฟฟ้า					
5. เปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นและไขที่ร่อนลิน					

ระบบทำความร้อน

โดยทั่วไปโรงพยาบาลจะใช้ความร้อนในส่วนของห้องซักรีดและห้องครัว ความร้อนที่ได้จะเป็นไอน้ำ ซึ่งใช้หม้อไอน้ำในการผลิตไอน้ำ แล้วส่งไปยังส่วนต่างๆ ที่มีความต้องการใช้ความร้อน อุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำภายในโรงพยาบาล ได้แก่

- เครื่องอบผ้า
- เครื่องอบฆ่าเชื้อ
- เครื่องรีดผ้า
- เครื่องซักผ้า
- เครื่องหุงต้ม

หมายเหตุ : โรงพยาบาลแต่ละแห่งอาจมีอุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำแตกต่างกันไป แต่หลักการทำงานของอุปกรณ์เหล่านั้นจะเหมือนกัน

6.1 การอนุรักษ์พลังงานในระบบไอน้ำ

การอนุรักษ์พลังงานในระบบไอน้ำสามารถทำได้หลายวิธี ทั้งแบบที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายและแบบที่ต้องเสียค่าใช้จ่าย เพื่อติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

6.1.1 มาตรการที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

- ปรับตั้งแรงดันไอน้ำให้เหมาะสมกับงาน
- เดินเครื่องหม้อไอน้ำให้เหมาะสมกับภาระการใช้งาน
- เก็บข้อมูลและตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ (ตารางที่ 6 - 1 และ 6 - 2 หน้า 49 - 50)
- ตรวจสอบสภาพการทำงานของหม้อไอน้ำเป็นประจำ (ตารางที่ 6 - 3 ถึง 6 - 4 หน้า 52 - 53)
- บำรุงรักษาหม้อไอน้ำอย่างสม่ำเสมออย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง (ตารางที่ 6 - 5 ถึง 6 - 6 หน้า 54 - 55)
- ตรวจสอบสภาพอุปกรณ์และเครื่องจักรที่ใช้ความร้อนอย่างสม่ำเสมอ (ตารางที่ 6 - 7 หน้า 56)
- นำไอน้ำมาอุ่นน้ำมันเตาแทนการใช้อุปกรณ์ทำความร้อนด้วยไฟฟ้า (Heater)
- อุ่นน้ำมันเตาให้ได้อุณหภูมิที่เหมาะสม
- ปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ให้ทำงานอย่างสมบูรณ์เกิดเขม่าน้อย
- นำน้ำโบล์ดวอร์น (น้ำร้อนที่ปล่อยทิ้งจากหม้อไอน้ำ) กลับมาอุ่นน้ำที่ป้อนเข้าหม้อไอน้ำ
- นำคอนเดนเสท (น้ำที่เกิดจากการควบแน่นหลังจากถูกใช้งาน) กลับมาอุ่นน้ำที่ป้อนเข้าหม้อไอน้ำ

6.1.2 มาตรการที่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

- หุ้มฉนวนท่อไอน้ำป้องกันการสูญเสียความร้อนไปในอากาศ
- ติดตั้งชุดอุ่นน้ำ (Economizer) ก่อนเข้าหม้อไอน้ำ
- ติดตั้งเครื่องอุ่นอากาศซึ่งจะช่วยลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิง
- ใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงสำหรับพัดลมเป่าอากาศ เพื่อใช้ในการเผาไหม้
- ใช้อุปกรณ์ปรับความเร็วกับพัดลมเป่าอากาศ (Combustion Fan)
- ใช้ชุดควบคุมปริมาณออกซิเจน (O₂ Trim Control)
- นำพลังงานแสงอาทิตย์มาอุ่นน้ำที่ป้อนเข้าหม้อไอน้ำ

ตารางเก็บข้อมูลและตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ

รายละเอียด		ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3
ประเภทหม้อไอน้ำ				
ขนาดที่ออกแบบไว้	ความดันไอน้ำ (กก./ซม. ²)			
	อัตราการระเหย (ตัน/ชั่วโมง)			
รูปร่างภายนอก	กว้าง (เมตร)			
	ยาว (เมตร)			
	สูง (เมตร)			
	เส้นผ่านศูนย์กลาง (เมตร)			
พื้นที่ผิวถ่ายเทความร้อน (ตารางเมตร)				
ชนิดเชื้อเพลิงที่ใช้				
อัตราการใช้เชื้อเพลิง (ลิตร/ชั่วโมง)				
ประสิทธิภาพ (%)				
ชื่อผู้ผลิต				
เดือน/พ.ศ. ที่ติดตั้งใช้งาน				
สถานที่ใช้งาน				
ชั่วโมงการใช้งาน/ปี				
ข้อมูลการตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้				
อุณหภูมิไอเสีย (°C)				
อุณหภูมิแวดล้อม (°C)				
ปริมาณของออกซิเจน (%)				
ปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ (%)				
ปริมาณของคาร์บอนมอนอกไซด์ (%)				
ความดันไอเสีย (นิ้วน้ำ)				
ประสิทธิภาพการเผาไหม้ (%)				
หมายเหตุ				

ตารางที่ 6 - 2

ตารางจัดบันทึกข้อมูลประจำวันของหม้อไอน้ำ

บันทึกรายงานประจำวันของหม้อไอน้ำ (สำหรับเชื้อเพลิงเหลว)

วันที่.....เดือน.....ปี.....พ.ศ.....

เวลา	ชื่อผู้ควบคุม	ความดันไอน้ำ bar หรือ kg/cm ²	ระดับน้ำในหม้อต้มน้ำ		ปริมาณน้ำหม้อไอน้ำ		เชื้อเพลิง				อุณหภูมิที่ปล่อยไฟ	หมายเหตุ	
			ระดับน้ำในหม้อต้มน้ำ	ระดับน้ำในหม้อต้มน้ำ	ความดัน	อุณหภูมิเข้า	ความดัน	อุณหภูมิ	หมายเลขดีเซล	อุณหภูมิที่ถึงพัก			
01:00			1	2									
02:00													
03:00													
04:00													
05:00													
06:00													
07:00													
08:00													
09:00													
10:00													
11:00													
12:00													

ความดันไอน้ำโดยเฉลี่ย kg/cm²

อุณหภูมิที่ปล่อยไฟโดยเฉลี่ย °C

อัตราการไหลของน้ำป้อนเข้าหม้อไอน้ำ kg/hr

ชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้

อัตราการไหลของเชื้อเพลิง kg/hr หรือ ลิตร/hr

ปริมาณน้ำป้อนเข้าความประมาณ วินาที จำนวน ครั้งต่อ 12 ชั่วโมง

ตรวจสอบสัญญาณเตือนภัยเวลา

ตรวจสอบเครื่องควบคุมระดับน้ำเวลา

ตรวจสอบสวิตช์นิรภัยเวลา

ข้อสังเกต

(ลงชื่อ)

ผู้ควบคุมหม้อไอน้ำ

หมายเหตุ : ให้กรอกข้อมูลทุก 1 ชั่วโมง

บันทึกรายงานประจำวันของหม้อไอน้ำ (สำหรับเชื้อเพลิงเหลว)

วันที่.....เดือน.....ปี.....พ.ศ.....

เวลา	ชื่อผู้ควบคุม	ความดันไอน้ำ bar หรือ kg/cm ²	ระดับน้ำในหลอดแก้วที่		ปริมาณน้ำที่หม้อไอน้ำ		เชื้อเพลิง				อุณหภูมิที่ปล่องไฟ	หมายเหตุ	
			1	2	ความดัน	อุณหภูมิเข้า	ความดัน	อุณหภูมิ	หมายเลขมิเตอร์	อุณหภูมิที่ถังพัก			
13:00													
14:00													
15:00													
16:00													
17:00													
18:00													
19:00													
20:00													
21:00													
22:00													
23:00													
24:00													

ความดันไอน้ำโดยเฉลี่ย kg/cm² ตรวจสอบสัณฐานเดือนกับเวลา

อุณหภูมิที่ปล่องไฟโดยเฉลี่ย °C ตรวจสอบเครื่องควบคุมระดับน้ำเวลา

อัตราการไหลของน้ำป้อนเข้าหม้อไอน้ำ kg/hr ตรวจสอบเดินนิรภัยเวลา

ชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ ข้อสังเกต

อัตราการไหลของเชื้อเพลิง kg/hr หรือ ลิตร/hr

ปริมาณน้ำใบ้ความประมาณ วินาที จำนวน ครั้งต่อ 12 ชั่วโมง (ลงชื่อ)
 ผู้ควบคุมหม้อไอน้ำ

ตารางการตรวจสอบสภาพการทำงานของหม้อไอน้ำ

ประจำทุก วัน สัปดาห์ เดือน

วันที่.....เดือน.....ปี.....

หม้อไอน้ำลำดับที่.....ขนาดของหม้อไอน้ำ.....ตันไอน้ำ/ช.ม.

ชนิดของหัวเผา.....เกรดของน้ำมันเตา.....

ชื่อผู้ทำการตรวจสอบ.....ชื่อหัวหน้าผู้ควบคุม.....

รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบและการแก้ไข				หมายเหตุ
	ปกติ	ผิดปกติ	สาเหตุ	การแก้ไข	
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบประจำวัน					
1. หลอดแก้วแสดงระดับน้ำในหม้อไอน้ำ					
2. เครื่องควบคุมระดับน้ำ					
3. คุณสมบัติของน้ำที่ป้อนเข้าหม้อไอน้ำ					
4. สัญญาณเตือนภัยหากระดับน้ำผิดปกติ					
5. วาล์วข้อต่อและท่อ					
6. วาล์วถ่าน้ำทิ้ง					
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบประจำสัปดาห์					
1. บั๊มน้ำ					
2. เครื่องปรับปรุงคุณภาพน้ำ					
3. วาล์วนิรภัย					
4. ชุดหัวฉีดน้ำมัน					
5. อุปกรณ์อุ่นน้ำมัน					
6. เต้าไฟ					
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบประจำเดือน					
1. กระจกส่องตรวจสอบเพื่อดูการเผาไหม้					
2. วาล์วกันกลับ					

ตารางการตรวจสอบสภาพการทำงานของหม้อไอน้ำ

ประจำทุก 3 เดือน 6 เดือน

วันที่.....เดือน.....ปี.....

หม้อไอน้ำลำดับที่.....ขนาดของหม้อไอน้ำ..... ตันไอน้ำ/ชม.

ชนิดของหัวเผา.....เกรดของน้ำมันเตา.....

ชื่อผู้ทำการตรวจสอบ.....ชื่อหัวหน้าผู้ควบคุม.....

รายการการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบและการแก้ไข				หมายเหตุ
	ปกติ	ผิดปกติ	สาเหตุ	การแก้ไข	
1. ท่อน้ำ					
2. ท่อไฟ					
3. เพดานเตาด้านสัมผัสไฟ					
4. อิฐทนไฟ					
5. ฉนวนกันความร้อน					
6. เหล็กยึดโครง					
7. ฝาหอย					
8. ช่องทำความสะอาด					
9. ถังพักไอน้ำ					
10. อุปกรณ์แยกน้ำ					
11. เครื่องดักไอน้ำ					

ตารางการบำรุงรักษา การปรับปรุงแก้ไขและทำความสะอาดหม้อไอน้ำ

ประจำทุก 3 เดือน 6 เดือน

วันที่.....เดือน.....ปี.....

หม้อไอน้ำลำดับที่.....ขนาดของหม้อไอน้ำ.....ตันไอน้ำ/ช.ม.

ชนิดของหัวเผา.....เกรดของน้ำมันเตา.....

ชื่อผู้ทำการบำรุงรักษา.....ชื่อหัวหน้าผู้ควบคุม.....

รายการที่ต้องบำรุงรักษา	ผลการบำรุงรักษาและการแก้ไข				หมายเหตุ
	ปกติ	ผิดปกติ	สาเหตุ	การแก้ไข	
1. หลอดแก้วแสดงระดับน้ำ					
2. วาล์วและท่อต่างๆ					
3. วาล์วถ่ายน้ำทิ้ง					
4. เครื่องควบคุมระดับน้ำ					
5. ป้อนน้ำ					
6. วาล์วกันกลับ					
7. ชุดหัวฉีด					
8. อุปกรณ์อุ่นน้ำมัน					
9. ใส้กรองน้ำมัน					
10. วาล์วนิรภัย					
11. เต้าไฟ					

ตารางการบำรุงรักษา การปรับปรุงแก้ไขและทำความสะอาดหม้อไอน้ำประจำปี

วันที่.....เดือน.....ปี.....

หม้อไอน้ำลำดับที่.....ขนาดของหม้อไอน้ำ..... ตันไอน้ำ/ช.ม.

ชนิดของหัวเผา.....เกรดของน้ำมันเตา.....

ชื่อผู้ทำการบำรุงรักษา.....ชื่อหัวหน้าผู้ควบคุม.....

รายการที่ต้องบำรุงรักษา	ผลการบำรุงรักษาและการแก้ไข				หมายเหตุ
	ปกติ	ผิดปกติ	สาเหตุ	การแก้ไข	
1. สวิตช์ควบคุมความดันไอน้ำ					
2. เกจวัดความดันไอน้ำ					
3. ท่อที่ต่อเข้าเกจวัดความดัน					
4. สัญญาณเตือนภัยหากระดับน้ำผิดปกติ					
5. ถังเก็บน้ำมัน					
6. ท่อน้ำ					
7. ท่อไฟ					
8. เพดานด้านสัมผัสไฟ					
9. อิฐทนไฟ					
10. ฉนวนกันความร้อน					
11. ปลั๊กหลอมละลาย					
12. เหล็กยึดโครง					
13. อุปกรณ์แยกน้ำ					
14. เครื่องดักไอน้ำ					
15. ความปลอดภัยอื่นๆ ของหม้อไอน้ำ					

ตารางที่ 6 - 7

การตรวจสอบสภาพอุปกรณ์และเครื่องจักรที่ใช้ความร้อน

ลำดับ	รายการเครื่องจักรและอุปกรณ์	รุ่น/แบบ	อายุการใช้งาน	ผลการตรวจสอบ							ปรับปรุงแก้ไข	หมายเหตุ
				จำนวน	สนิม	ความสกปรก	เสียง	รอยร้าว	รอยแตก	สายพาน		

หมายเหตุ

ระดับ	จำนวน	สนิม	ความสกปรก	เสียงสะท้อน	รอยร้าวซึม	รอยแตกร้าว	สายพาน
1	ชำรุดมาก	100%	มาก	ดังมาก	มาก	มาก	หย่อน/ตึง
2	ชำรุดปานกลาง	80%	ค่อนข้างมาก	ค่อนข้างดังมาก	ค่อนข้างมาก	ค่อนข้างมาก	
3	ชำรุดน้อย	60%	ปานกลาง	ดังปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ค่อนข้างหย่อน/ตึง
4	เสื่อม	40%	น้อย	ดังกน้อย	น้อย	น้อย	
5	สมบูรณ์	20%	ไม่มี	ไม่ดัง	ไม่มี	ไม่มี	พอดี

ตัวอย่าง

การตรวจสอบสภาพอุปกรณ์และเครื่องจักรที่ใช้ความร้อน

ลำดับ	รายการเครื่องจักรและอุปกรณ์	รุ่น/แบบ	อายุการใช้งาน	ผลการตรวจสอบ							ปรับปรุงแก้ไข	หมายเหตุ
				จำนวน	สนิม	ความสกปรก	เสียง	รอยร้าว	รอยแตก	สายพาน		
1	เครื่องอบแห้ง	TB 20	5	3	5	2	5	5	5	-	ทำความสะอาด	
2	เครื่องรีดผ้า	RE 1	3	5	-	4	5	5	5	-	-	
3	เครื่องซักผ้า	B 52	7	3	5	3	3	3	3	5	ซ่อมแซมรอยร้าว	

เอกสารอ้างอิง

1. คู่มือผู้จัดการพลังงานที่ดี (The Good Energy Manager's Guide) แนวทางการปฏิบัติงานที่ดีในการจัดการด้านพลังงาน, ศูนย์ทรัพยากรฝึกอบรมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, กองฝึกอบรม, กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
 2. รูปแบบของการจัดการด้านพลังงาน (Aspects of Energy Management), ศูนย์ทรัพยากรฝึกอบรมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, กองฝึกอบรม, กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
 3. ข้อเสนอแนะการใช้หม้อน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ, กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, พิมพ์ครั้งที่ 3, เมษายน 2543, ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
 4. ข้อเสนอแนะการประหยัดไฟฟ้าในอาคาร (B3), เอกสารเผยแพร่, พิมพ์ครั้งที่ 6, สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน, กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, สิงหาคม 2544.
 5. การลดค่าใช้จ่ายด้วยการประหยัดพลังงาน (I7), เอกสารเผยแพร่, พิมพ์ครั้งที่ 5, สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน, กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, เมษายน 2543.
 6. ศิริพรรณ ธงชัย, การประหยัดพลังงาน, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2535.
 7. ขวัญชัย กุลสันติธำรงค์, การปรับปรุงคุณภาพพลังงานไฟฟ้าและเพาเวอร์แฟคเตอร์, เทคนิคเครื่องกลไฟฟ้าอุตสาหกรรม, ฉบับที่ 104, หน้า 72 - 76, กันยายน 2541.
 8. คู่มือและเอกสารประกอบการฝึกอบรมการเป็นวิทยากรหรือผู้ชำนาญการด้านการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานสิ่งทอ, บริษัท อีอีซี-อีเนอร์จีสตีส์ จำกัด, ตุลาคม 2543.
 9. คู่มือและเอกสารประกอบการฝึกอบรมการเป็นวิทยากรหรือผู้ชำนาญการด้านการอนุรักษ์พลังงานอาคารประเภทโรงแรมและโรงพยาบาล, บริษัท อีอีซี-อีเนอร์จีสตีส์ จำกัด, ตุลาคม 2543.
 10. ประสิทธิ์ นางทิน, การควบคุมมอเตอร์, สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน, 2545.
 11. Frank D. Borsenik & Alan T. Stutts, The Management of Maintenance & Engineering Systems in The Hospitality Industry, John Wiley & Son, Inc., Third Edition, October 1991.
 12. อัตราค่าไฟฟ้า, การไฟฟ้านครหลวง, การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, เริ่มใช้ตั้งแต่ค่าไฟฟ้าประจำเดือนตุลาคม 2543.
- พิมพ์ครั้งที่ 1 จำนวน 5,000 เล่ม พ.ศ.2547 ● พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับปรับปรุง) จำนวน 2,000 เล่ม พ.ศ. 2548



กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)

กระทรวงพลังงาน

พัฒนาพลังงานไทย ลดใช้พลังงานชาติ