

คู่มือชุดความรู้

การอนุรักษ์พลังงานสำหรับสำนักงาน



กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)

กระทรวงพลังงาน

พลังงานเป็นปัจจัยสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ เราใช้พลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้า การคมนาคมขนส่ง การบริการ และการผลิต ทั้งในภาคเกษตรกรรมและภาคอุตสาหกรรม การใช้พลังงานในประเทศ โดยเฉพาะน้ำมันเชื้อเพลิงนับวันมีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกที ในขณะที่ประเทศของเราไม่มีแหล่งน้ำมันเพียงพอกับความต้องการใช้ในประเทศ ในแต่ละปีรัฐจึงต้องสูญเสียงบประมาณในการนำเข้าน้ำมันดิบเป็นจำนวนมหาศาล

แหล่งน้ำมันในโลกมีจำนวนจำกัดและต้องหมดไปในวันหนึ่งอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ แนวโน้มราคาน้ำมันจึงมีแต่จะสูงขึ้น ประเทศผู้นำเข้าน้ำมันอย่างประเทศไทยจึงมีความจำเป็นต้องรณรงค์สร้างความร่วมมือร่วมใจกันอนุรักษ์พลังงาน เพื่อให้สามารถใช้พลังงานที่เราต้องซื้อมาด้วยราคาแพงให้คุ้มค่าที่สุด 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. หวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารทั้งสองชุดจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ใช้พลังงานและประชาชนทั่วไป 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. รัฐเท่าทันสถานการณ์พลังงาน
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 เหมาะสำหรับผู้บริโภคทั่วไป
- เอกสารที่มีสันสีน้ำเงิน ส้ม เหมาะสำหรับผู้ประกอบการและโรงงาน
- เอกสารที่มีสันสีน้ำเงิน เหมาะสำหรับผู้ประกอบการ
- เอกสารที่มีสันสีส้ม เหมาะสำหรับผู้ประกอบการ
- เอกสารที่มีสันสีเขียว เหมาะสำหรับบ้านพักอาศัย

รายชื่อคู่มือชุดความรู้ จำนวน 8 เล่ม

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

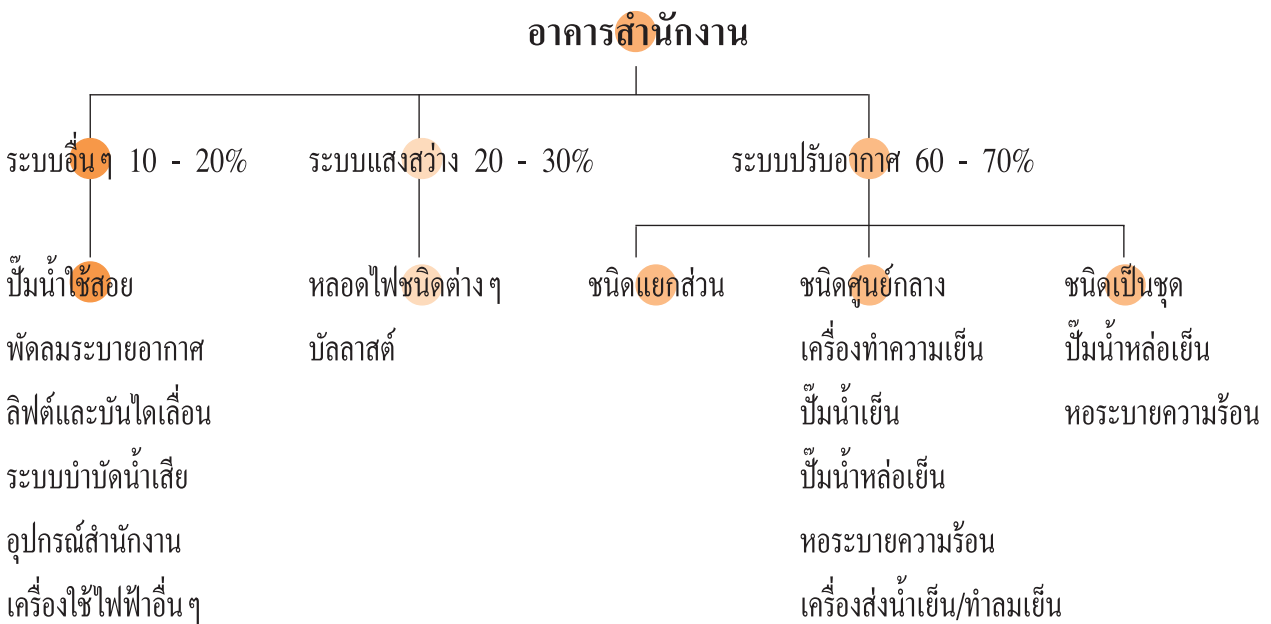
บทที่ 1	6
บทนำ	
บทที่ 2	8
การวางแผนจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า	
บทที่ 3	16
ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	
บทที่ 4	22
ระบบทำความเย็นและปรับอากาศ	
บทที่ 5	36
ระบบขับเคลื่อนโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้า	
เอกสารอ้างอิง	42

การประหยัดพลังงานที่ถูกต้องไม่ได้หมายถึงการเลิกใช้พลังงาน แต่เป็นการใช้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งเป็นผลจากการจัดระบบการบริหารจัดการการใช้พลังงานที่ดีนั่นเอง

การเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานสำหรับอาคารสำนักงาน จำเป็นต้องเข้าใจในกิจกรรมและอุปกรณ์ต่างๆ ในอาคารนั้น เพื่อแก้ไขจุดที่มีการรั่วไหลหรือการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลือง มีการกำหนดการใช้พลังงานเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ อย่างประหยัดและถูกต้อง มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในลักษณะใด และมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างไร รวมทั้งการวางมาตรการอนุรักษ์พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

การใช้พลังงานในอาคารสำนักงาน

ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าตามอาคารสำนักงาน ส่วนใหญ่เป็นเรื่องของการปรับอากาศประมาณร้อยละ 60 - 70 ที่เหลือจะเป็นการให้แสงสว่าง การตกแต่งเพื่อความสวยงามร้อยละ 20 - 30 และเพื่อขับเคลื่อนอุปกรณ์เครื่องจักรร้อยละ 10 - 20 ซึ่งแสดงรายละเอียดการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารสำนักงาน ดังนี้



เมื่อดูภาพรวมของอาคารสำนักงานแล้วสามารถจำแนกการใช้พลังงานในระบบต่างๆ ได้ดังแสดงในตารางที่ 1 - 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 - 1

การใช้พลังงานในระบบต่างๆ ในอาคารสำนักงาน

พื้นที่ในสำนักงาน	การใช้พลังงานในระบบต่างๆ			
	ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	ระบบทำความเย็นและปรับอากาศ	ระบบที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า	
			มอเตอร์	ปั๊มน้ำ
	ดูบทที่ 3	ดูบทที่ 4	ดูบทที่ 5	
ส่วนหน้าประชาสัมพันธ์	●	●		
ห้องทำงาน	●	●		
ห้องประชุม	●	●		
ห้องครัว	●	●		
ทางเดินภายใน	●	●		
ทางเดินรอบนอก	●			
ลิฟต์และบันไดเลื่อน	●		●	
ห้องควบคุมไฟฟ้า	●	●		
ห้องควบคุมน้ำประปา	●		●	●
ห้องบำบัดน้ำเสีย	●		●	●
ห้องเครื่องทำความเย็นที่จอดรถ	●	●	●	●

การวางแผนจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าถือว่าเป็นต้นทุนสำคัญที่สุดในการประกอบกิจการอาคารสำนักงาน หากลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลงได้จะเป็นการเพิ่มกำไรโดยตรงในการประกอบการ ดังนั้น ผู้บริหารหรือผู้รับผิดชอบด้านพลังงานควรมีการวางแผนจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในอาคารสำนักงานเสียก่อน เนื่องจากการจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าจะนำไปสู่การวางแผนและควบคุมการใช้เครื่องจักร อุปกรณ์ไฟฟ้าและแสงสว่างอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อประหยัดการใช้พลังงานและลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน ควรทำความเข้าใจหลักการคิดคำนวณค่าไฟฟ้าโดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ส่วนประกอบของค่าไฟฟ้า

ส่วนประกอบของค่าไฟฟ้ามีทั้งส่วนที่สามารถควบคุมได้ ได้แก่ พลังงานไฟฟ้า ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด และค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ส่วนที่ไม่สามารถควบคุมได้ ได้แก่ ค่าปรับปรุงต้นทุนการผลิตไฟฟ้า (ค่า Ft) ค่าบริการ และค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าไฟฟ้ารวมทั้งหมดในแต่ละเดือน ดังนั้นจึงควรให้ความสำคัญและพิจารณาในส่วนที่สามารถควบคุมได้โดยวิธีการใช้อย่างระมัดระวังและมีประสิทธิภาพ

2.2 การจัดการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า

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 วิธีการลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดสำหรับอาคารสำนักงานสามารถปฏิบัติได้ ดังนี้

- จัดสรรเวลาการทำงานของปั้มน้ำ ไม่ให้ทำงานในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด
- เพิ่มขนาดของถังเก็บน้ำให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อสำรองน้ำในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด
- ติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติ (PLC) เพื่อควบคุมการทำงานของปั้มน้ำ และหยุดการใช้งานปั้มน้ำที่ไม่จำเป็นในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด
- พยายามลดการใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ต่างๆ ในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดโดยใช้แรงงานคนแทน เช่น งดการขนส่งโดยใช้ลิฟต์ ในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด
- ใช้หลอดไฟและบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงในระบบแสงสว่าง ซึ่งนอกจากจะช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดแล้วยังสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าตลอดเวลาที่ใช้งานด้วย

2.2.3 การลดค่าความต้องการพลังไฟฟารีแอกทีฟสูงสุด

การลดค่าความต้องการพลังไฟฟารีแอกทีฟสูงสุดสามารถทำได้โดยการแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor Correction) ระบบไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ที่มีค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าต่ำ (Power Factor : PF) แสดงว่ามีการสูญเสียพลังงานในระบบมาก ส่งผลให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายด้านพลังงานมากตามไปด้วย การแก้ไขตัวประกอบกำลังไฟฟ้าให้สูงขึ้นจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งของการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานไฟฟ้า และช่วยลดการสูญเสียในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าภายในอาคารสำนักงาน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเครื่องปรับอากาศ และแสงสว่าง เพราะเครื่องปรับอากาศส่วนใหญ่จะมีค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าต่ำประมาณ 0.7 - 0.9

2.3 วิธีแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

- ตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าต่ำ
- นำผลที่ได้มาคำนวณหาค่าตัวเก็บประจุไฟฟ้าที่เหมาะสม
- แก้ไขค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้ารวมของอาคารสำนักงาน โดยสามารถหาได้จากการใช้ตารางหาค่าตัวเก็บประจุไฟฟ้า (รายละเอียดในการติดตั้งตัวเก็บประจุไฟฟ้าที่เหมาะสม ดูได้จากเอกสารเผยแพร่ชุด รั้ว รั้ว รั้ว รั้ว เรื่อง “การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า”)

2.4 การจัดการระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าหรือหม้อแปลงไฟฟ้า

การจัดการในระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าที่ดีจะช่วยลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าและช่วยยืดอายุอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งเกี่ยวข้องกับการใช้หม้อแปลงไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากความต้องการใช้กำลังไฟฟ้าในอาคารสำนักงานมีมากทำให้ต้องมีการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อเปลี่ยนไฟฟ้าแรงดันสูงที่จ่ายมาจากการไฟฟ้าให้เป็นไฟฟ้าแรงดันต่ำเพื่อใช้กับอุปกรณ์ต่างๆ ภายในอาคารสำนักงาน ดังนั้น การใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพจะช่วยลดค่าไฟฟ้าได้

2.4.1 การใช้หม้อแปลงไฟฟ้าภายในอาคารสำนักงานอย่างมีประสิทธิภาพ ทำได้โดย

- เก็บข้อมูลหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อมีการติดตั้งใหม่ (ตารางที่ 2 - 2 หน้า 14)
- ตรวจสอบสุขภาพการใช้งานอย่างสม่ำเสมอ เช่น ตรวจสอบวัดกระแส แรงดัน และกำลังไฟฟ้า (ตารางที่ 2 - 3 หน้า 15)
- นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ เพื่อหาแนวทางในการจัดโหลดให้สมดุลกันทุกเฟส
- ปรับแรงดันของหม้อแปลงไฟฟ้าให้อยู่ในระดับที่ใช้งานอย่างเหมาะสม โดยการปรับที่ TAP ของหม้อแปลงไฟฟ้า
- เลือกใช้หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดประสิทธิภาพสูง

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

ตารางที่ 2-1

การจดข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในรอบปีเพื่อหาค่าไฟฟ้ารวมและค่าตัวประกอบโหลด

เดือน	หมายเลขมิเตอร์ xxxxxxxx		ประเภทผู้ใช้ xxxxxxxx				Load Factor (%)	ค่าใช้จ่ายรวม (บาท)	
	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	อัตราปกติ	ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (kW)		TOU Tariff				
			TOD Tariff		On Peak	Off Peak			
			On Peak	Partial Peak		Off 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

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

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

อาคารสำนักงานหนึ่งใช้ไฟฟ้าเดือนมกราคมเป็นจำนวน 523,000 kWh ช่วงที่มีความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด 600 kW ช่วงตอนกลางวันมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด 950 kW

ช่วงตอนกลางคืนมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด 875 kW เสียอัตราค่าไฟฟ้าประเภท 4.1.2

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

วิธีคิดอัตราค่าไฟฟ้าประเภท 4.1.2

ส่วนที่ 1 ค่าไฟฟ้าฐาน

1. ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด

$$1.1 \text{ ช่วงตอนหัวค่ำ} = 285.05 \times 600 = 171,030.00 \text{ บาท} \quad 4. (\text{ค่าไฟฟ้าฐาน} + \text{ค่า Ft}) \times 0.07 = 1,219,123.80 \times 0.07 = 85,338.67 \text{ บาท}$$

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

$$2. \text{ ค่าพลังงานไฟฟ้า} = 523,000 \times 1.7034 = 890,878.20 \text{ บาท} \quad \text{ค่าไฟฟ้ารวม} = 1,219,123.80 + 85,338.67 = 1,304,462.47 \text{ บาท}$$

ส่วนที่ 2 ค่า Ft ค่าไฟฟ้าที่เรียกเก็บ

$$3. \text{ ค่า Ft} = 523,000 \times 0.2612 = 136,607.60 \text{ บาท} \quad \text{ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วย} = 1,304,462.50/523,000 = 2.49 \text{ บาท/หน่วย}$$

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

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

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					% ภาระการใช้งานของหม้อแปลงไฟฟ้า	
			แรงดัน (V)	กระแสในแต่ละเฟส			ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF)		กำลังไฟฟ้า (kW)
				เฟส R	เฟส S	เฟส T			

ตัวอย่าง

การเก็บข้อมูลหม้อแปลงไฟฟ้า

ชื่อสถานประกอบการ อาคารสำนักงานเป็นสุข

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 อาคารสำนักงานเป็นสุข

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

หมายเหตุ : ศึกษาเพิ่มเติมการใช้งานของหม้อแปลงได้จากเอกสารเผยแพร่ชุด รู้ รั้งษ์พลังงาน เรื่อง “การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า”

ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

แสงสว่างเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ในอาคารสำนักงาน ทั้งในด้านความสว่างเพื่อให้เกิดความสบายในการทำงาน และในด้านการตกแต่งเพื่อให้สถานที่มีความสวยงามน่าเชื่อถือ จึงทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับแสงสว่างของอาคารสำนักงานมากเกินกว่าร้อยละ 30 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด ดังนั้น จึงต้องมีการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับแสงสว่างให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งส่งผลต่อการอนุรักษ์พลังงาน โดยเริ่มตั้งแต่การรู้จักแหล่งกำเนิดแสงสว่าง การเลือกใช้แสงสว่างอย่างเหมาะสมจนถึงระบบการควบคุมแสงสว่างที่ทันสมัย

3.1 การเลือกใช้แสงสว่างที่เหมาะสมกับพื้นที่ในอาคารสำนักงาน

บริเวณทั่วไปของสำนักงานจะมีงานหลายๆ งานรวมอยู่ในบริเวณเดียวกัน เช่น งานพิมพ์ดีด งานคอมพิวเตอร์ และงานเอกสารต่างๆ และบ่อยครั้งมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนตำแหน่งของการติดตั้งอุปกรณ์และโต๊ะทำงาน เพื่อเป็นการปรับบรรยากาศในการทำงาน ตลอดจนการเพิ่มโต๊ะเก้าอี้เพื่อขยายแผนกหรือเพิ่มจำนวนบุคลากร ดังนั้น การออกแบบระบบแสงสว่างสำหรับสำนักงานมีความจำเป็นที่จะต้องออกแบบให้มีความสม่ำเสมอทั่วบริเวณที่ทำงาน จึงควรเลือกใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ และบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงร่วมกับโคมสะท้อนแสง หรือบางครั้งอาจจะติดตั้งดวงโคมเฉพาะจุดหรือเฉพาะบริเวณ เช่น หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ร่วมกับโคมดาวน์ไลท์ เพื่อให้ได้ปริมาณของแสงสว่างอย่างเพียงพอตามต้องการในจุดนั้น แต่ต้องระมัดระวังเรื่องของความจ้าของแสง และการแยงตาบุคคลที่อยู่ในบริเวณนั้นด้วย

นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงการถ่ายเทความร้อนที่เกิดจากหลอดไฟ บัลลาสต์และโคมไฟด้วย เพราะจะมีผลกระทบต่อระบบการทำความเย็นและการหมุนเวียนอากาศภายในห้อง สรุปได้ดังนี้

พื้นที่ของอาคารสำนักงาน	ลักษณะของแสงสว่างและประเภทของหลอดไฟที่ควรเลือกใช้
ส่วนหน้าประชาสัมพันธ์	<ul style="list-style-type: none"> ● ต้องมีแสงสว่างอย่างเพียงพอเพื่อให้เกิดความสบายตาและสามารถอ่านข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ● ควรเลือกใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงร่วมกับโคมสะท้อนแสง ● สำหรับอาคารสำนักงานที่มีห้องรับรองขนาดใหญ่ด้านหน้าอาคารสามารถใช้หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ร่วมกับโคมดาวน์ไลท์ในบางจุดได้
ห้องทำงาน	<ul style="list-style-type: none"> ● ใช้แสงสว่างค่อนข้างหลากหลายในแต่ละพื้นที่โดยประมาณตั้งแต่ 100 - 1,500 Lux ● ควรเลือกใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงร่วมกับโคมสะท้อนแสงโดยติดตั้งตามพื้นที่การทำงานของพนักงาน ● ควรมีสวิตช์สำหรับเปิด - ปิดหลอดแต่ละชุดแยกออกจากกัน หรืออาจจะมีโคมไฟแบบตั้งโต๊ะซึ่งสามารถควบคุมการเปิด - ปิดที่โต๊ะได้

พื้นที่ของอาคารสำนักงาน	ลักษณะของแสงสว่างและประเภทของหลอดไฟที่ควรเลือกใช้
ห้องประชุม โดยทั่วไปแล้วห้องประชุมจะใช้เป็นสถานที่ที่ใช้ในการประชุมผู้บริหาร พนักงาน ตลอดจนงานโชว์สินค้า ฯลฯ หรืออาจจะมีการแสดงข้อมูลที่เป็นตัวอักษร ตัวเลข หรือตารางแสดงค่าต่างๆ เพื่อใช้ประกอบการประชุม บางครั้งอาจจะมีการฉายสไลด์ การใช้เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ (Overhead Projector) ตลอดจนวิดีโอ ฯลฯ เพราะฉะนั้นในการออกแบบระบบแสงสว่างบริเวณห้องประชุม จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงที่จะต้องเอื้ออำนวยต่อการใช้งานภายในห้องได้หลายประเภท	<ul style="list-style-type: none"> ● แสงสว่างรวมในห้องควรใช้หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ร่วมกับโคมดาวน์ไลท์และหลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงร่วมกับโคมสะท้อนแสงและควรระวังเรื่องแสงแยงตา ● สำหรับพื้นที่ที่ต้องการเน้นความชัดเจนของข้อมูล ต้องมีแสงสว่างอย่างเพียงพอ เพื่อกล่อมเนื้อตาจะได้ไม่ต้องทำงานหนัก ควรติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงร่วมกับโคมสะท้อนแสงที่ปรับมุมได้เพื่อให้สามารถฉายแสงสว่างสอดเข้าไปเน้นความชัดเจนของข้อมูล ● อาจมีความจำเป็นจะต้องเสริมระบบการหรี่แสงสว่าง เพื่อควบคุมการเปลี่ยนแปลงระดับแสงสว่างในบางโอกาส
ห้องครัว	<ul style="list-style-type: none"> ● ควรเลือกใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงร่วมกับโคมสะท้อนแสง
ทางเดินภายใน ทางเดินรอบนอก ลิฟต์ และบันไดเลื่อน ห้องควบคุมไฟฟ้า ห้องควบคุมน้ำประปา ห้องบำบัดน้ำเสียและห้องเครื่องทำความเย็น	<ul style="list-style-type: none"> ● ควรใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงร่วมกับโคมสะท้อนแสง
ที่จอดรถภายในอาคาร	<ul style="list-style-type: none"> ● ต้องมีแสงสว่างเพียงพอเพียงเพื่อให้เกิดความปลอดภัย ● สามารถเลือกใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงร่วมกับโคมสะท้อนแสง ● ควรจะมีการแยกวงจรควบคุมเป็นช่วงเวลากลางวันและช่วงกลางคืนเพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้งานและประหยัดพลังงานในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งสามารถใช้แสงสว่างจากธรรมชาติได้

3.2 มาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

การอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างสามารถทำได้หลายวิธี ทั้งแบบที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย และแบบที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพื่อติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

3.2.1 มาตรการที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

- เก็บข้อมูลระบบแสงสว่างเพื่อตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้า (ตารางที่ 3 - 1 หน้า 19)
- หมั่นตรวจเช็คทำความสะอาดหลอดไฟและโคมไฟอยู่เสมอ เพราะฝุ่นละอองที่เกาะหลอดไฟและโคมไฟจะทำให้แสงสว่างลดน้อยลง
- ใช้แสงจากธรรมชาติในเวลากลางวัน (Day Light) ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

- ลดการใช้ความสว่างที่เกินความจำเป็นโดยการ
 - ตัดวงจรหลอดบริเวณที่แสงสว่างมากเกินไป
 - หริ้ความสว่างของแสงสำหรับหลอดไฟที่ปรับระดับแสงสว่างได้
 - ปิดไฟในส่วนที่ไม่ใช้งาน
- เลือกวิธีให้แสงสว่างและระดับความสว่างที่ตรงกับความต้องการของแต่ละพื้นที่

3.2.2 มาตรการที่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

- ใช้โคมไฟที่ช่วยเพิ่มความสว่าง
- ติดตั้ง Photo Sensor ซึ่งจะตรวจวัดระดับแสงแล้วส่งสัญญาณไปควบคุมการหรี่แสงของหลอดไฟ
- ใช้อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวเพื่อเปิด - ปิดไฟฟ้าแสงสว่าง โดยติดตั้งอุปกรณ์จับการเคลื่อนไหวชนิดอัลตราโซนิกหรือชนิดพาสซีฟอินฟราเรด
- เลือกใช้หลอดไฟและอุปกรณ์ร่วมที่มีประสิทธิภาพสูง
- เลือกใช้สีอ่อนบนเพดาน ฝาผนัง พื้น และเฟอร์นิเจอร์ตกแต่ง

3.3 เทคนิคการควบคุมแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน

การควบคุมแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงานจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่ควบคุมแสงสว่าง ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณ (Sensor) ชุดควบคุม (Light Controller) และอุปกรณ์แสงสว่าง โดยมีหลักการทำงานคือ ชุดควบคุมรับสัญญาณจากอุปกรณ์ตรวจจับ เช่น อุปกรณ์ตั้งเวลา (Timer) อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว (Presence Detector) และอุปกรณ์ตรวจวัดระดับแสงสว่าง (Photocell) เป็นต้น แล้วนำมาประมวลผล และส่งสัญญาณไปควบคุมการเปิด - ปิด หรือหรี่แสงอุปกรณ์แสงสว่าง (ตารางที่ 3 - 2 หน้า 21)

ตารางการเก็บข้อมูลระบบแสงสว่าง

ลำดับ	บริเวณที่ตรวจวัด	โคมไฟที่มีอยู่ในปัจจุบัน					ความเข้มการส่องสว่างมาตรฐาน (Lux)	ความเข้มการส่องสว่างที่วัดได้ (Lux)	ปรับปรุง	ไม่ปรับปรุง	แนวทางการปรับปรุง	ผลหลังปรับปรุง					ผลต่าง (kW)			
		ชนิดหลอด	จำนวนโคม	หลอดต่อโคม	กำลังไฟฟ้าคือหลอด (W)	กำลังไฟฟ้ารวม (kW)						จำนวนโคม	หลอดต่อโคม	กำลังไฟฟ้าคือหลอด (W)	กำลังไฟฟ้ารวม (kW)	ความเข้มการส่องสว่างที่วัดได้ (Lux)				

ตัวอย่าง

ตารางการเก็บข้อมูลระบบแสงสว่าง

ชื่อสถานประกอบการ อาคารสำนักงานประหยัดพลังงาน

ลำดับ	บริเวณที่ตรวจวัด	โคมไฟที่มีอยู่ในปัจจุบัน					ความเข้มการส่องสว่างมาตรฐาน (Lux)	ความเข้มการส่องสว่างที่วัดได้ (Lux)	ปรับปรุง	ไม่ปรับปรุง	แนวทางการปรับปรุง	ผลหลังปรับปรุง					ผลต่าง (kW)	
		ชนิดหลอด	จำนวนโคม	หลอดต่อโคม	กำลังไฟฟ้าต่อหลอด (W)	กำลังไฟฟ้รวม (kW)						ชนิดหลอด	จำนวนโคม	หลอดต่อโคม	กำลังไฟฟ้าต่อหลอด (W)	กำลังไฟฟ้รวม (kW)		ความเข้มการส่องสว่างที่วัดได้ (Lux)
1	พื้นที่เคาน์เตอร์ประชาสัมพันธ์	FL	4	2	28	0.224	300	200	●		1. เปลี่ยนมาใช้บัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูง 2. ทำความสะอาดหลอดไฟและโคมไฟ	FL	4	2	24	0.192	300	0.032
2	ห้องประชุม	FL	10	3	46	1.38	300	400	●		1. เปลี่ยนมาใช้บัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูง 2. ลดจำนวนหลอดเหลือ 2 หลอด/โคม	FL	10	2	42	0.84	300	0.54
3	ห้องเก็บเอกสาร	FL	4	2	28	0.224	200	180	●		ทำความสะอาดหลอดไฟและโคมไฟ	FL	4	2	28	0.224	200	-

กำลังไฟฟ้รวม = กำลังไฟฟ้ต่อหลอด (W) x จำนวนหลอด

การคิดกำลังไฟฟ้ต่อหลอดของหลอด FL ให้รวมการสูญเสียที่บัลลาสต์ (Ballast) ด้วย

บัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา มีกำลังสูญเสียประมาณ 10 วัตต์

บัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูง มีกำลังสูญเสียประมาณ 6 วัตต์

เทคนิคการควบคุมแสงสว่าง	แนวทางปฏิบัติ
<p>1. การลดความสว่างที่เกินความจำเป็น</p> <p>1.1 การควบคุมแสงขณะใช้งาน</p> <p>1.2 การควบคุมเฉพาะช่วงเวลา</p> <p>2. การปรับความสว่างจากแสงธรรมชาติ</p> <p>3. การใช้อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวเพื่อเปิด - ปิดไฟฟ้าแสงสว่าง</p> <p>4. การใช้แสงธรรมชาติ</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ปลอดภัยตลอดที่ไม่จำเป็นออก ● ติดตั้งอุปกรณ์ตั้งเวลาเพื่อควบคุมการเปิด - ปิด ● ติดตั้งอุปกรณ์หรี่แสงสว่างในเวลาที่มีแสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามา ● ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวชนิดอัตโนมัติ หรือชนิดพาสซีฟอินฟราเรด ● ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับระดับแสงสว่างจากภายนอก เพื่อส่งสัญญาณควบคุมไปหรี่แสงสว่างจากหลอดไฟ

ระบบทำความเย็นและปรับอากาศ

อาคารสำนักงานโดยทั่วไปจะมีลักษณะปิด จึงจำเป็นต้องมีการปรับอากาศภายในตัวอาคารสำนักงาน ซึ่งระบบการปรับอากาศนี้ เป็นระบบที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามาก เนื่องจากต้องทำงานตลอดเวลาในขณะที่พนักงานยังทำงานอยู่ ดังนั้น การจัดการที่ดีจะช่วยลดค่าใช้จ่ายทางด้านไฟฟ้าลงได้ นอกจากนี้การใช้งาน และการบำรุงรักษาระบบทำความเย็นและปรับอากาศที่ถูกต้อง จะช่วยให้เกิดการประหยัดอีกด้วย

4.1 วิธีการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

4.1.1 ปรับปรุงระบบปรับอากาศที่มีอยู่เดิมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยพิจารณาจากมาตรการอนุรักษ์พลังงาน (ตารางที่ 4 - 1 หน้า 23)

4.1.2 ออกแบบอาคาร ระบบปรับอากาศและวัสดุต่างๆ เพื่อให้ใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

4.1.3 บำรุงรักษาอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ

4.2 มาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบทำความเย็นและปรับอากาศ

การอนุรักษ์พลังงานในระบบทำความเย็นและปรับอากาศ สามารถทำได้ทั้งแบบที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย โดยการปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมในบริเวณที่ปรับอากาศ เพื่อเป็นการลดปริมาณความร้อนจากภายนอก และแบบที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายติดตั้งอุปกรณ์เพื่อช่วยในการประหยัดพลังงาน

4.2.1 มาตรการที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

- สำหรับพื้นที่ที่มีการใช้งานไม่เต็มพื้นที่ควรกำหนดให้เครื่องปรับอากาศทำงานเป็นส่วน ๆ ตามพื้นที่ใช้งาน
- ควบคุมปริมาณอากาศจากภายนอกเข้ามาภายในอาคารสำนักงาน
- ติดตั้งเครื่องปรับอากาศให้สูงจากพื้นพอสมควร เพื่อให้ลมเย็นกระจายไปทั่วถึงบริเวณต่างๆ ภายในห้อง
- ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าและหลอดไฟที่ไม่จำเป็น เพราะเป็นการเพิ่มปริมาณความร้อนให้กับระบบปรับอากาศ
- ตรวจสอบเครื่องปรับอากาศเป็นประจำเพื่อตรวจสอบว่าเครื่องปรับอากาศทำงานปกติหรือไม่และเป็นแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานต่อไป (ตารางที่ 4 - 2 ถึง 4 - 6 หน้า 26 - 32)
- ทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศเป็นประจำทุกเดือน
- ปิดประตูและหน้าต่างให้สนิท

4.2.2 มาตรการที่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

- ติดตั้งฉนวนบุเพดาน
- ติดตั้งกระจก 2 ชั้น เพื่อลดความร้อนจากภายนอก
- ติดตั้งเครื่องควบคุมการจ่ายลม เพื่อช่วยในการควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสม
- ติดตั้งม่านกันรังสแองอาทิตย์สำหรับกระจกหน้าต่าง เพื่อลดความร้อนจากภายนอก
- ติดตั้งแผ่นสะท้อนความร้อนจากแสงอาทิตย์
- เลือกใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง
- ปลุกต้นไม้รอบๆ อาคารสำนักงาน

หลักพื้นฐานสำหรับการอนุรักษ์พลังงานระบบปรับอากาศในอาคารสำนักงาน

วิธีการ	แนวทางปฏิบัติ
<ul style="list-style-type: none"> ● ลดความร้อนผ่านกรอบอาคาร 	<ul style="list-style-type: none"> ● การบังแสงอาทิตย์ ● การใช้กระจกกันความร้อน ● การบุฉนวน ● การป้องกันลมรั่วที่กรอบประตูและหน้าต่าง
<ul style="list-style-type: none"> ● ลดความร้อนจากการเติมอากาศจากภายนอก 	<ul style="list-style-type: none"> ● ปรับอัตราการเติมอากาศให้เหมาะสมกับจำนวนคน ● ติดตั้งอุปกรณ์วัดความเข้มข้นของก๊าซ CO₂ เพื่อปรับอัตราการเติมอากาศโดยอัตโนมัติ ● หยุดการเติมอากาศ เมื่อไม่มีคนใช้งานในพื้นที่ปรับอากาศ ● ติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน
<ul style="list-style-type: none"> ● ลดความร้อนที่เกิดภายในอาคาร 	<ul style="list-style-type: none"> ● ลดไฟฟ้าแสงสว่าง ● ลดอุปกรณ์ไฟฟ้า ● ลดจำนวนคน
<ul style="list-style-type: none"> ● เพิ่มประสิทธิภาพของอุปกรณ์ 	<ul style="list-style-type: none"> ● ติดตั้งอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง ● บำรุงรักษาอุปกรณ์อย่างถูกต้อง ● ทำความสะอาดอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนอย่างสม่ำเสมอ

4.3 เทคนิคการอนุรักษ์พลังงานในระบบทำความเย็นและปรับอากาศ

- เลือกประเภทของเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสมกับความต้องการ โดยทั่วไประบบปรับอากาศที่นิยมใช้กันมาก คือระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ (Central System) ซึ่งสามารถแบ่งตามลักษณะการจ่ายลมเย็นออกเป็น 2 กลุ่มหลัก ได้แก่
 - ระบบจ่ายลมเย็นแบบ Constant Volume, Variable Temperature System
 - ระบบจ่ายลมเย็นแบบ Variable Volume, Constant Temperature System
- เพิ่มประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนความร้อนของชุด Condenser
- ตรวจสอบระบบจ่ายลมเย็นทุกเดือนและทุก 6 เดือน (ตารางที่ 4 - 6 หน้า 32)
- ติดตั้งระบบ Variable Air Volume System : VAV ในระบบปรับอากาศ
- ติดตั้งระบบ Variable Speed Drive : VSD
- มาตรการลดภาระความต้องการทำความเย็นที่เกิดจากการระบายอากาศและการรั่วซึมของอากาศ
- ประหยัดพลังงานในเครื่องทำความเย็นแบบ Centrifugal Chiller
 - การปรับอุณหภูมิของน้ำเย็นให้สูงขึ้น
 - การลดอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น
- การลดค่า OTTV & RTTV ของตัวอาคาร
 - การลดความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารโดยการแผ่รังสี (Radiation) บริเวณผนังที่บดและหลังคา
 - การลดความร้อนที่เข้าสู่อาคารบริเวณช่องเปิด
- การใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

สรุปหลักการประหยัดพลังงานในการใช้เครื่องปรับอากาศ

- ใช้เครื่องปรับอากาศเท่าที่จำเป็น
- ป้องกันความร้อนให้กับอาคารโดยให้เกิดความร้อนน้อยที่สุด
- ใช้เครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงและเหมาะสมกับงาน
- ต้องมีความรู้ในการควบคุมเครื่องปรับอากาศให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและทำงานเท่าที่จำเป็น
- มีการนำเอาพลังงานที่จะทิ้งหรือประโยชน์จากสภาพแวดล้อมมาใช้ในการประหยัดพลังงานให้มากที่สุด
- ให้ความสำคัญติดตามเทคโนโลยีใหม่ๆ และส่งเสริมให้ช่วยกันประหยัดพลังงาน

การที่ระบบปรับอากาศจะทำงานได้เต็มประสิทธิภาพต้องอาศัยการระบายความร้อนที่ดี ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ระบายความร้อนออกจากระบบปรับอากาศ คือ หอระบายความร้อน (Cooling Tower) ดังนั้น ควรให้ความสนใจในการดูแลรักษาหอระบายความร้อนให้สามารถระบายความร้อนได้เต็มประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถทำได้ดังนี้

4.4 แนวทางการอนุรักษ์พลังงานของระบบระบายความร้อน

4.4.1 ติดตั้งให้ถูกต้อง เช่น ติดตั้งไว้ในบริเวณเปิด อากาศถ่ายเทได้สะดวก ซึ่งจะช่วยให้การระบายความร้อนของระบบระบายความร้อนมีประสิทธิภาพสูง เว้นระยะห่างระหว่างระบบระบายความร้อนกับสิ่งก่อสร้างอื่นๆ หรือในกรณีที่ติดตั้งระบบระบายความร้อนหลายตัว ต้องเว้นระยะห่างตามที่ผู้ผลิตกำหนด โดยหลีกเลี่ยงการติดตั้งระบบระบายความร้อนไว้ใกล้กับบริเวณที่มีก๊าซจากสารเคมี ความร้อนจากหม้อไอน้ำ ปล่องควันไอเสีย สายไฟแรงสูง หรือหม้อแปลงไฟฟ้า และที่สำคัญพื้นที่ที่ทำการติดตั้งระบบระบายความร้อน ต้องได้ระดับ ไม่เอียง

4.4.2 ตรวจสอบเช็คทุกเดือน ทุกสัปดาห์ ทุกวันเป็นประจำ อย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง เพื่อนำข้อมูลนี้มาเปรียบเทียบได้ โดยทำการตรวจเช็คในขณะที่เครื่องกำลังทำงาน (ตารางที่ 4 - 7 และ 4 - 8 หน้า 33 - 34)

4.4.3 นำความร้อนจากระบบปรับอากาศกลับมาใช้ใหม่

4.5 การบำรุงรักษาของระบบระบายความร้อน

น้ำที่ใช้หมุนเวียนอยู่ในระบบระบายความร้อน ควรจะเป็นน้ำสะอาด ผ่านการกรองและปรับปรุงคุณภาพน้ำ (ตารางที่ 4 - 9 หน้า 35) อย่างไรก็ตาม เนื่องจากระบบน้ำที่ใช้ระบายความร้อนเป็นระบบเปิด จึงมีฝุ่นละออง สิ่งสกปรก และเกิดตะไคร่น้ำจากระบบระบายความร้อนเข้ามาอยู่ในระบบได้ รวมทั้งน้ำยาส่วนที่ระเหยออกไป จึงทำให้มีตะกอนและสารละลายตกค้างสะสมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้เกิดการอุดตันในคอยล์ร้อน (Condenser)

การแก้ไขปัญหาดังกล่าวทำได้โดยระบายน้ำทิ้งและเติมน้ำเข้ามาใหม่ เพื่อลดการสะสมของสารละลายต่างๆ ซึ่งจะช่วยให้ประสิทธิภาพในการระบายความร้อนดีขึ้น ช่วยประหยัดพลังงานและยืดอายุการใช้งานของคอยล์ร้อน

4.6 การระบายน้ำทิ้ง

การระบายน้ำทิ้งเพื่อลดความเข้มข้นของสารต่างๆ ที่ระบบระบายความร้อนสามารถทำได้ 3 วิธี คือ

4.6.1 ระบายน้ำทิ้งที่ท่อน้ำล้น (Over Flow)

4.6.2 ระบายน้ำทิ้งที่ท่อน้ำทิ้ง (Drain)

4.6.3 ระบายน้ำทิ้งที่ท่อส่งปั๊มน้ำคอยล์ร้อน (Condenser Water Pump)

หมายเหตุ : 1) ควรเปลี่ยนน้ำหมุนเวียนระบบระบายความร้อนและล้างอ่างระบายความร้อนอย่างน้อยเดือนละครั้ง
2) ถ้าน้ำที่ใช้หมุนเวียนมีคุณภาพดี และมีค่า Total Dissolve Solid น้อยกว่า 50 PPM ก็สามารถลดปริมาณน้ำทิ้งได้

การตรวจวัดเครื่องทำความเย็นชนิดความเย็นด้วยน้ำ

ชื่อสถานประกอบการ

ลำดับ	อุปกรณ์	พิกัด (kW)	ผลการตรวจวัดไฟฟ้า						กำลังไฟฟ้า (kW)	การใช้น้ำ/เดือน	การใช้น้ำมัน (%)	การแก้ไขปรับปรุง		วิธีปรับปรุง	กำลังไฟฟ้าที่วัดได้ หลังการปรับปรุง (kW)
			แรงดัน (V)	กระแส (A)	เฟส R	เฟส S	เฟส T	ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF)				ไม่ปรับปรุง	ปรับปรุง		
1	เครื่องที่ 1 - เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) - ปั๊มน้ำเย็น (Chilled Water Pump) - ปั๊มระบายความร้อน (Condenser Water Pump) - หอระบายความร้อน (Cooling Tower) - ชุดจ่ายลมเย็น (Air Handling Unit)														
รวม															

ตัวอย่าง

การตรวจวัดเครื่องทำความเย็นชนิดระเหยความร้อนด้วยน้ำ

ชื่อสถานประกอบการ อาคารสำนักงานประหยัดพลังงาน

ลำดับ	อุปกรณ์	พิกัด (kW)	ผลการตรวจวัดไฟฟ้า						การใช้งาน			การแก้ไขปรับปรุง		วิธีปรับปรุง	กำลังไฟฟ้าที่วัดได้ หลังการปรับปรุง (kW)	
			แรงดัน (V)	กระแส (A)			ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF)	กำลังไฟฟ้า (kW)	ชม./วัน	วัน/เดือน	ภาระ (%)	ไม่ปรับปรุง	ปรับปรุง			
				เฟส R	เฟส S	เฟส T										
1	เครื่องที่ 1															
	- เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)	250	380	471	472	472	0.79	247	24	30	99.13	●	●			
	- ปั๊มทำน้ำเย็น (Chilled Water Pump)	11	380	16.5	16.5	16.5	0.75	8.14	24	30	74	●	●			
	- ปั๊มระบายความร้อน (Condenser Water Pump)	15	380	18.5	18.5	18.5	0.8	9.74	24	30	64.9	●	●			
	- หอระเหยความร้อน (Cooling Tower)	15	380	23.2	23.2	23.2	0.8	12.21	24	30	81.43	●	●			
	- ชุดจ่ายลมเย็น (Air Handling Unit)	0.75	380	1.77	1.82	1.75	0.56	0.65	24	30	87.47			●	ทำความสะอาดแผงกรองอากาศ	0.6
	รวม															

ตารางที่ 4-3

การเก็บข้อมูลและตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนและแบบติดตั้งต่าง

ชื่อสถานประกอบการ

ลำดับที่		1	2	3	4	5	6	7	8
อาคาร									
ชื่อห้อง									
เครื่องส่งลมเย็น	ยี่ห้อ								
	รุ่น (Model)								
หมายเลขเครื่อง									
พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง (BTU/hr)									
พื้นที่ห้องจ่ายลม	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							
คอนเดนซิ่งยูนิท	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		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)
00:00														
02:00														
04:00														
06:00														
08:00														
10:00														
12:00														
14:00														
16:00														
18:00														
20:00														
22:00														

ตารางที่ 4-5

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. ตรวจสอบและทำความสะอาดโซลินอยด์วาล์วของออยล์คูลเลอร์					
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบประจำปี					
1. ตรวจสอบค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า					
2. ตรวจสอบการรั่วซึม					
3. ตรวจสอบสวิตช์และหน้าสัมผัสทุกตัว					
4. ตรวจสอบจุดต่อที่ขันด้วยนอตให้แน่น					
5. ตรวจสอบและทำความสะอาดตู้ควบคุม					
6. ตรวจสอบค่าความสะอาดของคอยล์ของท่อคอนเดนเซอร์ในซิลเลอร์โดยใช้สารเคมี					
7. ตรวจสอบอุปกรณ์หลัก ๆ ของซิลเลอร์					
8. เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องอัดน้ำยาพร้อมไส้กรองน้ำมัน					
9. เปลี่ยนตัวไส้กรองน้ำยาหรือสารทำความเย็น					
10. ตรวจสอบเสียงที่ดังผิดปกติเนื่องจากการสันสะเทือน					
11. ตรวจสอบการทำงานของเกจวัดความดันต่างๆ					

ตารางที่ 4-6

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. ตรวจสอบหน้าสัมผัสสวิทช์แม่เหล็ก					
7. ทำการล้างกรองสเตรนเนอร์					
8. ตรวจสอบการทำงานของวาล์วทีมเมอร์					
9. ตรวจสอบการทำงานของเทอร์โมสแตท					
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบทุก 6 เดือน					
1. ทำความสะอาดตัวกรองอากาศ					
2. ตรวจสอบคอยล์					
3. ตรวจสอบสายพาน					
4. การปรับตั้งสายพาน					
5. ตรวจสอบท่อระบายน้ำ					
6. ตรวจสอบหน้าสัมผัสสวิทช์แม่เหล็ก					
7. ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ควบคุม					
8. ตรวจสอบการรั่วของท่อน้ำเย็นและน้ำกลับ					
9. ตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำ					
10. ตรวจสอบความดันน้ำ					
11. ตรวจสอบอุณหภูมิของลมกลับ					
12. ตรวจสอบดูการสั่นและเสียงที่ดังผิดปกติ					
13. ตรวจสอบค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า					

การตรวจวัดหอระบายความร้อน

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

ตารางที่ 4-8

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. ตรวจสอบความตึงของลวดยึดโยงท่อ					
3. ตรวจสอบและล้างตัวกรองสเตรนเนอร์					
4. ตรวจสอบและหล่อลื่นเบริงมอเตอร์					
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 4-9

การตรวจสอบคุณภาพน้ำสำหรับหอยระบายน้ำ

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

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

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

ระบบขับเคลื่อนโดยใช้อิเล็กทรอนิกส์

มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในหลายๆ จุดของอาคารสำนักงาน เช่น ระบบขนส่งภายในอาคารสำนักงาน ได้แก่ ลิฟต์ บันไดเลื่อน ระบบประปา และระบบบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ ปั๊มน้ำ เป็นต้น โดยปกติมอเตอร์มีอายุการทำงานอยู่ในช่วงประมาณ 10 - 20 ปี แต่หากใช้งานมอเตอร์ไม่เหมาะสม ประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์ย่อมต่ำลง ทำให้มอเตอร์ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ต้องเสียค่าไฟฟ้าเพิ่มตามไปด้วย ดังนั้น การบำรุงรักษามอเตอร์และการเลือกใช้งานมอเตอร์อย่างเหมาะสมจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง

5.1 เกณฑ์การบำรุงรักษามอเตอร์ไฟฟ้า

การอนุรักษ์พลังงานในมอเตอร์ไฟฟ้าสามารถทำได้ทั้งแบบที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายและแบบที่ต้องเสียค่าใช้จ่าย ได้แก่

5.1.1 มาตรการที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

- ทำการเก็บข้อมูลมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อนำไปเปรียบเทียบระหว่างค่าพิกัดมอเตอร์กับค่าที่วัดได้แต่ละครั้ง (ตารางที่ 5 - 1 หน้า 37) จะทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์ เพื่อนำไปประกอบการตัดสินใจเลือกใช้อิเล็กทรอนิกส์ที่มีขนาดเหมาะสม
- ตรวจสอบสภาพการระบายความร้อนของมอเตอร์เป็นประจำ
- ตรวจสอบระบบทางกลไกของมอเตอร์เป็นประจำ
- หลีกเลี่ยงการเดินมอเตอร์ตัวเปล่า

5.1.2 มาตรการที่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

- ใช้เครื่องควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ปรับความเร็วมอเตอร์ให้ช้าหรือเร็ว สำหรับงานที่ต้องการความเร็วหลากหลาย เช่น มอเตอร์ปั๊มน้ำ มอเตอร์พัดลม ชุดส่งลมเย็นในระบบปรับอากาศ
- เลือกใช้อิเล็กทรอนิกส์ประสิทธิภาพสูงแทนมอเตอร์เดิมเมื่อมอเตอร์เสีย

ตารางที่ 5 - 1

การตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์

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

สมการที่ใช้ในการคำนวณ

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

$$\text{ประสิทธิภาพใช้งาน} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้าที่วัดได้}}{\text{กำลังไฟฟ้าที่จ่ายเครื่อง}} \times 100$$

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

ตัวอย่าง

อาคารสำนักงานแห่งหนึ่งติดตั้งมอเตอร์ขนาด 22 kW, 380 V 50 Hz, 43 A เพื่อขับเคลื่อนปั้มน้ำ 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		วิธีปรับปรุง	กำลังไฟฟ้าหลังจากการปรับปรุง (kW)
			กำลังไฟฟ้า (kW)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF)	กระแส (%)	ไม่ปรับปรุง	ปรับปรุง	เปลี่ยนขนาดมอเตอร์เป็นขนาด 11 kW			
มอเตอร์ปั้มน้ำ	AC	24	22	380	43	0.87	0.53	45.74	●			9.43	
						29.7	28.7	28.6	378	10.06	0.53		

จะเห็นว่ามอเตอร์ขนาดใหญ่มักไม่สามารรถทำการเปลี่ยนมอเตอร์ให้เป็นขนาด 11 kW ซึ่งจะใช้งานได้เต็มสมรรถนะมากกว่า

5.2 การใช้ออเตอร์ไฟฟ้าและเทคนิคการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงาน

เนื่องจากในอาคารสำนักงานโดยทั่วไปมีระบบที่ใช้มอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อนอยู่หลายระบบ และแต่ละระบบก็จะใช้พลังงานไฟฟ้าแตกต่างกันไป ดังนั้น เทคนิคของการอนุรักษ์พลังงานก็จะแตกต่างกันไปด้วย สามารถสรุปเป็นตารางได้ดังนี้

ส่วนต่างๆ ภายในอาคารสำนักงาน ที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวขับเคลื่อน	ลักษณะของการใช้พลังงานและแนวทางการอนุรักษ์พลังงาน
ลิฟต์	<ul style="list-style-type: none"> ● พลังงานไฟฟ้าที่จะแปรผันตามน้ำหนักบรรทุกและความเร็วของลิฟต์ <p>อาคารเก่า</p> <ul style="list-style-type: none"> ● เพิ่มระยะเวลา Interval ของลิฟต์ในช่วงการใช้งาน Non-Peak ● ติดตั้งระบบควบคุม Thyristor Sets แทน Motor-Generator Sets ● นำความร้อนในช่องลิฟต์กลับมาใช้ประโยชน์ ● ควบคุมเวลาการทำงานของระบบลิฟต์ให้เหมาะสม ● รมรงค์ให้ใช้บันไดแทนลิฟต์ในกรณีขึ้นลงชั้นใกล้เคียง <p>อาคารใหม่</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ออกแบบระบบลิฟต์ให้มีค่า Trip Time สูงสุด <ul style="list-style-type: none"> - กำหนดความเร็วของลิฟต์ให้ต่ำสุดตามประเภทของระบบ (ตารางที่ 5 - 2 หน้า 40) - ใช้ระบบ Gearless Equipment แทนระบบ Geared Equipment - ปรับปรุงระบบลิฟต์ภายหลังการติดตั้งให้เหมาะสม ● รมรงค์ให้ใช้บันไดแทนลิฟต์ในกรณีขึ้นลงชั้นใกล้เคียง
บันไดเลื่อน	<ul style="list-style-type: none"> ● พลังงานไฟฟ้าจะถูกใช้อย่างสูญเปล่าในช่วงเวลาที่ไม่มีคนใช้บันไดเลื่อน ● ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวอัตโนมัติสำหรับการควบคุมให้บันไดเลื่อนทำงานเมื่อมีการใช้เท่านั้น ● ดูแลรักษาและเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้ตามเวลาที่กำหนด
ระบบประปาและระบบบำบัดน้ำเสีย	<ul style="list-style-type: none"> ● ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าในการขับเคลื่อนปั๊มน้ำ ซึ่งส่วนมากเป็นชนิดแรงเหวี่ยง (Centrifugal) ● เลือกปั๊มน้ำซึ่งมีการทำงานที่มีประสิทธิภาพสูงสุดใกล้เคียงกับจุดใช้งาน ● ไม่ควรเผื่อขนาดปั๊มน้ำให้ใหญ่เกินไป ● บันทึกข้อมูลการใช้งานปั๊มน้ำอย่างสม่ำเสมอ (ตารางที่ 5 - 3 หน้า 40) ● พยายามเลือกใช้ปั๊มน้ำขนาดเล็กจำนวนหลายตัว ดีกว่าใช้ขนาดใหญ่แต่มีจำนวนน้อย ● เลือกใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงในปั๊มน้ำแทนการใช้มอเตอร์แบบมาตรฐานทั่วไป ● เลือกขนาดใบพัดให้เหมาะสมกับขนาดของตัวมอเตอร์และปั๊มน้ำ ● ใช้ระบบปรับความเร็วรอบ (VSD Control) ในปั๊มน้ำแทนการปิดวาล์วหรือแทนการเปิดให้น้ำไหลวนกลับ (Bypass) สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มากกว่า ● จัดรายการซ่อมบำรุงรักษาปั๊มน้ำอย่างสม่ำเสมอ (ตารางที่ 5 - 4 หน้า 41) ● คำนวณความเสียดทานของระบบท่อโดยละเอียด เพื่อนำไปคำนวณหาจำนวนแรงม้าที่ปั๊มน้ำได้อย่างแม่นยำ

ตารางที่ 5-2

ความเร็วของลิฟต์ที่เหมาะสม

หน่วย : m/min

จำนวนชั้นของอาคาร	ขนาดของลิฟต์			
	เล็ก	กลาง	ใหญ่	บริการ
ชั้นที่ 1 - 5	60	90 - 120	120	60
ชั้นที่ 6 - 10	120	120	150	120
ชั้นที่ 11 - 15	120	150	150	120
ชั้นที่ 16 - 25	150	210	210	150
ชั้นที่ 26 - 35		300	300	150
ชั้นที่ 36 - 45		300 - 360	300 - 360	210
ชั้นที่ 46 - 60		360 - 420	360 - 420	180
สูงกว่าชั้นที่ 60				180

ตารางที่ 5-3

การบันทึกข้อมูลการใช้งานปั๊มน้ำ

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

ตารางที่ 5-5

การบำรุงรักษาปั๊มน้ำประเภทแรงเหวี่ยงชนิดเพลานอนในแนวราบ

ประจำทุก วัน 6 เดือน 1 ปี

วันที่.....เดือน.....ปี.....

ยี่ห้อปั๊มน้ำ.....รุ่น.....หมายเลขเครื่อง.....

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

รายการที่ต้องบำรุงรักษา	ผลการบำรุงรักษาและการแก้ไข				หมายเหตุ
	ปกติ	ผิดปกติ	สาเหตุ	การแก้ไข	
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบทุกวัน					
1. อุณหภูมิร่องลื่น					
2. ความดันทางท่อดูดและท่อจ่าย					
3. การรั่วจากกันรั่ว					
4. การหล่อลื่นกันรั่ว					
5. โหลด (Load) ของปั๊มน้ำ					
6. ระดับเสียงและการสั่นสะเทือน					
7. ระดับน้ำมันหล่อลื่นที่มาหล่อเลี้ยงร่องลื่น					
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบทุก 6 เดือน					
1. การได้ศูนย์ระหว่างปั๊มน้ำกับต้นกำลัง					
2. การเติมน้ำมันหรือไขให้กับร่องลื่น					
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบทุก 1 ปี					
1. การรั่วตามเพลลาและการซ่อมบำรุงกันรั่ว					
2. การสีของปลอกเพลลา					
3. ช่องว่างระหว่างใบพัดและแหวนกันสึก					
4. ทดสอบและปรับแก้เกจวัดต่างๆ ที่ใช้วัดน้ำและ กระแสไฟฟ้า					
5. เปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นและไขที่ร่องลื่น					

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. ข้อเสนอแนะการประหยัดไฟฟ้าในอาคาร (B3), เอกสารเผยแพร่, พิมพ์ครั้งที่ 6, สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน, กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, สิงหาคม 2544.
 4. การลดค่าใช้จ่ายด้วยการประหยัดพลังงาน (I7), เอกสารเผยแพร่, พิมพ์ครั้งที่ 6, สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน, กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, เมษายน 2543.
 5. ศิริพรรณ ชงชัย, การประหยัดพลังงาน, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2535.
 6. ขวัญชัย กุลสันติธำรงค์, การปรับปรุงคุณภาพพลังงานไฟฟ้าและเพาเวอร์แฟกเตอร์, เทคนิคเครื่องกลไฟฟ้าอุตสาหกรรม, ฉบับที่ 104, หน้า 72 - 76, กันยายน 2541.
 7. คู่มือและเอกสารประกอบการฝึกอบรมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงาน, กองฝึกอบรม, กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
 8. คู่มือและเอกสารประกอบการฝึกอบรมการเป็นวิทยากรหรือผู้ชำนาญการด้านการอนุรักษ์พลังงานอาคารประเภทโรงแรมและโรงพยาบาล, บริษัท อีอีซี - อีเนอร์จีดีคส์ จำกัด, ตุลาคม 2543.
 9. ประสิทธิ์ นางทิน, การควบคุมมอเตอร์, สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน, 2545.
 10. 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