

คู่มือชุดความรู้

การอนุรักษ์พลังงานสำหรับห้างสรรพสินค้า



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. หวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารทั้งสองชุดจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ใช้งานและประชาชนทั่วไป และก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานจนปรากฏผลลัพธ์จริง พร้อมทั้งจะเป็นแรงจูงใจให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอนุรักษ์พลังงานเร็วยิ่งขึ้น

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

รายชื่อเอกสารเผยแพร่ชุด ฐั 'รักษ์พลังงาน จำนวน 16 เล่ม

1. ฐัเท่าทันสถานการณ์พลังงาน
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. บั้มน้ำในบ้าน
16. การใช้รถยนต์อย่างประหยัด

หมายเหตุ

- เอกสารที่มีสันสีน้ำเงิน สั้ม เขียว เหมาะสำหรับผู้ประชาชนทั่วไป
- เอกสารที่มีสันสีน้ำเงิน สั้ม เหมาะสำหรับอาคารและโรงงาน
- เอกสารที่มีสันสีน้ำเงิน เหมาะสำหรับโรงงาน
- เอกสารที่มีสันสีสั้ม 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	7
การวางแผนจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า	
บทที่ 3	15
ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	
บทที่ 4	21
ระบบทำความเย็นและปรับอากาศ	
บทที่ 5	35
ระบบขับเคลื่อนโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้า	
เอกสารอ้างอิง	41

ห้างสรรพสินค้าเป็นศูนย์กลางการจับจ่ายสินค้าอุปโภค-บริโภค รวมไปถึงเป็นสถานที่พักผ่อนให้ความบันเทิงต่างๆ สำหรับผู้คนในเมืองใหญ่ โดยภายในห้างสรรพสินค้าจะมีการให้บริการหลายรูปแบบ ซึ่งล้วนแล้วแต่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งสิ้น เช่น การติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพื่อความเย็นสบายของผู้บริโภคที่มาเดินเลือกซื้อสินค้าภายในร้านค้า ต้องมีแสงสว่างเพื่อดึงดูดความสนใจของผู้บริโภคและภายในสวนสนุกซึ่งมีเครื่องเล่นต่างๆ ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อขับเคลื่อน เป็นต้น ดังนั้น ห้างสรรพสินค้าจึงควรตระหนักถึงความสำคัญในการจัดการด้านพลังงาน เพื่อก่อให้เกิดการประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงาน และนอกจากนั้นยังเป็นการช่วยลดการใช้พลังงานโดยรวมของประเทศด้วย

ตารางที่ 1 - 1

การใช้พลังงานในระบบต่างๆ ในห้างสรรพสินค้า

พื้นที่สำคัญในห้างสรรพสินค้า	การใช้พลังงานในระบบต่างๆ			
	ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	ระบบทำความเย็นและปรับอากาศ	ระบบที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า	
			มอเตอร์	ปั๊มน้ำ
คูบทที่ 3	คูบทที่ 4	คูบทที่ 5		
ส่วนหน้าประชาสัมพันธ์	●	●		
ห้องทำงาน	●	●		
ทางเดินภายใน	●	●		
ทางเดินรอบนอก	●	●		
พื้นที่ขายสินค้า	●	●		
ลิฟต์และบันไดเลื่อน	●	●	●	
ห้องควบคุมไฟฟ้า	●	●		
ห้องควบคุมน้ำประปา	●		●	●
ห้องบำบัดน้ำเสีย	●		●	●
ห้องเครื่องทำความเย็นที่จอดรถ	●	●	●	●

การวางแผนจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า ถือเป็นต้นทุนสำคัญที่สุดในการประกอบกิจการห้างสรรพสินค้า หากลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลงได้จะเป็นการเพิ่มกำไรโดยตรงในการประกอบการ ดังนั้น ผู้บริหารหรือผู้รับผิดชอบด้านพลังงานควรมีการวางแผนจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในห้างสรรพสินค้าเสียก่อน เนื่องจากการจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า จะนำไปสู่การวางแผนและควบคุมการใช้เครื่องจักร อุปกรณ์ไฟฟ้าและแสงสว่างอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อประหยัดการใช้พลังงานและลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าควรทำความเข้าใจหลักการคิดคำนวณค่าไฟฟ้าโดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ส่วนประกอบของค่าไฟฟ้า

ส่วนประกอบของค่าไฟฟ้ามี่ทั้งส่วนที่สามารถควบคุมได้ ได้แก่ พลังงานไฟฟ้า ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด และค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ส่วนที่ไม่สามารถควบคุมได้ ได้แก่ ค่าปรับปรุงต้นทุนการผลิตไฟฟ้า (ค่า Ft) ค่าบริการ และค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าไฟฟ้ารวมทั้งหมดในแต่ละเดือน ดังนั้น จึงควรให้ความสำคัญและพิจารณาในส่วนที่สามารถควบคุมได้ โดยมีวิธีการใช้อย่างระมัดระวังและมีประสิทธิภาพ

2.2 การจัดการต้นทุนการใช้พลังงานไฟฟ้า

การจัดการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า หมายถึง การจัดการและควบคุมการใช้เครื่องจักร อุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อลดปริมาณพลังงานไฟฟ้า ลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด และลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้รีแอกทีฟ (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 เมื่อตัวประกอบโหลดมีค่าสูง แสดงว่าค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ดังนั้น หากมีการปรับปรุงค่าตัวประกอบโหลดให้สูงขึ้น ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยก็จะลดลง ตัวประกอบโหลดเป็นค่าที่ได้จากการวัดความสม่ำเสมอของการใช้พลังงานไฟฟ้าในรอบเดือน โดยมีสมการการคำนวณดังนี้

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

หรือ

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

การจัดเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในรอบปี (ตารางที่ 2 - 1 หน้า 11) จะช่วยให้ทราบค่าไฟฟ้ารวม และค่าตัวประกอบโหลด สามารถนำมาใช้ในการเพิ่มค่าตัวประกอบโหลดให้สูงขึ้น โดยการลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

ดังนั้นวิธีการลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดสำหรับห้างสรรพสินค้าสามารถปฏิบัติได้ ดังนี้

- ติดตั้งระบบกักเก็บความเย็นด้วยน้ำแข็งในระบบปรับอากาศ เพื่อใช้ในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด
- ธรนรงค์ให้มีการปิดเครื่องปรับอากาศตัวที่ไม่จำเป็นสำหรับช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด
- ใช้หลอดไฟและบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงในระบบแสงสว่าง ซึ่งจะช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดแล้วยังสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าตลอดเวลาที่ใช้งานด้วย
- พยายามใช้แสงสว่างเฉพาะจุดที่จำเป็นในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด
- ติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติ (PLC) เพื่อควบคุมการทำงานของปั้มน้ำ และหยุดการใช้งานปั้มน้ำที่ไม่จำเป็นในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด
- ติดตั้งปั้มน้ำขนาดเล็กหลายตัวแทนปั้มน้ำขนาดใหญ่เพียงตัวเดียว เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการทำงานในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด
- จัดสรรเวลาการทำงานของปั้มน้ำไม่ให้ทำงานในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด
- พยายามลดการใช้เครื่องจักร อุปกรณ์ต่าง ๆ ในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด โดยใช้แรงงานคนแทน เช่น งดการใช้ลิฟต์ขนของในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

2.2.3 การลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอกทีฟสูงสุด

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

2.3 วิธีแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

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

2.4 การจัดการระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าหรือหม้อแปลงไฟฟ้า

การจัดการในระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าที่ดีจะช่วยลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าและช่วยยืดอายุอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งเกี่ยวข้องกับการใช้หม้อแปลงไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากความต้องการใช้กำลังไฟฟ้าในห้างสรรพสินค้ามีมากทำให้ต้องมีการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อเปลี่ยนไฟฟ้าแรงดันสูงที่จ่ายมาจากการไฟฟ้าให้เป็นไฟฟ้าแรงดันต่ำ เพื่อใช้กับอุปกรณ์ต่างๆ ภายในห้างสรรพสินค้า ดังนั้น การใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพจะช่วยลดค่าไฟฟ้าได้

2.4.1 การใช้หม้อแปลงไฟฟ้าภายในห้างสรรพสินค้าอย่างมีประสิทธิภาพทำได้โดย

- เก็บข้อมูลหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อมีการติดตั้งใหม่ (ตารางที่ 2 - 2 หน้า 13)
- ตรวจสอบเช็คสภาพการใช้งานอย่างสม่ำเสมอ เช่น ตรวจสอบวัดกระแส แรงดันและกำลังไฟฟ้า (ตารางที่ 2 - 3 หน้า 14)
- นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ เพื่อหาแนวทางในการจัดโหลดให้สมดุลกันทุกเฟส
- ปรับแรงดันของหม้อแปลงไฟฟ้าให้อยู่ในระดับที่ใช้งานอย่างเหมาะสมโดยการปรับที่ 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

การไฟฟ้านครหลวง

รายละเอียดเพิ่มเติม (เดือนปัจจุบัน)

ประเภท 4.2.2 **ตัวคูณ 1000**

ค่าพลังงานไฟฟ้า **8,433,851.94 บาท**

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า **1,003,887.00**

**** 61.97% OF**

เพอเวอร์แฟกเตอร์

ค่าบริการ **228.17**

(รวมค่าไฟฟ้าและค่าบริการ) **9,437,967.11**

ค่า FT (เพิ่ม/ลบ) พ **1,054,917.00**

ส่วนลด

ค่าไฟฟ้ารวม **10,492,884.11**

ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% **734,501.89**

รวมเงิน **11,227,386.00**

รวมเงินที่ต้องชำระสุทธิ 11,227,386.00 บาท

30002570007070134711227386000745

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	กิโลวาร์

6749725

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

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand)
 ช่วง On Peak = ความต้องการพลังไฟฟ้าช่วง On Peak x อัตราค่าความต้องการพลังไฟฟ้าช่วง On Peak
 = 7,552 x 132.93 = 1,003,887 บาท

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

ตารางที่ 2 - 1

การจดข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในรอบปีเพื่อหาค่าไฟฟ้ารวมและค่าตัวประกอบโหลด

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

ห้างสรรพสินค้าแห่งหนึ่งใช้ไฟฟ้าเดือนมกราคมเป็นจำนวน 523,000 kWh ช่วงหัวค่ำมีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด 600 kW ช่วงตอนกลางวันมีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด 950 kW

ช่วงตอนกลางคืนมีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด 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. ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

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

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

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

ส่วนที่ 2 ค่า Ft

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

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

		หมายเลขมิเตอร์ xxxxxxxx		ประเภทผู้ใช้ 4.1.2			
เดือน	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (kW)				Load Factor (%)	ค่าใช้จ่ายรวม (บาท)
		TOD Tariff		TOU Tariff			
		On Peak	Partial Peak	On Peak	Off Peak		
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	ตำแหน่งที่ ทำการตรวจวัด	พิกัดหม้อแปลง (kVA)	ผลการตรวจวัด						% ภาระการ ใช้งานของ หม้อแปลงไฟฟ้า
			แรงดัน (V)	กระแสในแต่ละเฟส			ตัวประกอบกำลัง ไฟฟ้า (PF)	กำลังไฟฟ้า (kW)	
				เฟส R	เฟส S	เฟส T			

ตัวอย่าง

การเก็บข้อมูลหม้อแปลงไฟฟ้า

ชื่อสถานประกอบการ ห้างสรรพสินค้าประหยัดพลังงาน

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	ห้องไฟฟ้าภายในห้างสรรพสินค้า

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

ตัวอย่าง

การตรวจวัดหม้อแปลงไฟฟ้าและระบบจ่ายย่อย

ชื่อสถานประกอบการ ห้างสรรพสินค้าประหยัดพลังงาน

ลำดับ	ตำแหน่งที่ ทำการตรวจวัด	พิกัดหม้อแปลง (kVA)	ผลการตรวจวัด						% ภาระการ ใช้งานของ หม้อแปลงไฟฟ้า
			แรงดัน (V)	กระแสในแต่ละเฟส			ตัวประกอบกำลัง ไฟฟ้า (PF)	กำลังไฟฟ้า (kW)	
				เฟส R	เฟส S	เฟส T			
1	ตู้ไฟฟ้าหลัก ภายใน ห้างสรรพสินค้า	2,000	380	1,720	1,805	1,750	0.89	1,032.7	58.02

หมายเหตุ : ศึกษาเพิ่มเติมการใช้งานของหม้อแปลงได้จากเอกสารเผยแพร่ชุด รู้ รั้งษ์พลังงาน เรื่อง “การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า”

แสงสว่างเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ในห้างสรรพสินค้า จึงทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับแสงสว่างของห้างสรรพสินค้ามีมากถึงร้อยละ 30 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด ดังนั้น จึงต้องมีการจัดการพลังงานไฟฟ้าสำหรับแสงสว่างให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งจะช่วยให้เกิดการประหยัดพลังงานได้

3.1 การเลือกใช้แสงสว่างที่เหมาะสมกับพื้นที่ในห้างสรรพสินค้า

ห้างสรรพสินค้ามีความต้องการแสงสว่างค่อนข้างมาก แหล่งกำเนิดแสงโดยทั่วไป จะต้องให้แสงครบทุกสีและสามารถนำมาใช้เน้นสินค้าเป็นจุดๆ ได้ สำหรับบริเวณทั่วไปในห้างสรรพสินค้า ควรเลือกใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงร่วมกับโคมสะท้อนแสง และหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ร่วมกับโคมดาวน์ไลท์ ในบางจุดอาจจำเป็นต้องลดแสงแยงตา โดยใช้โคมไฟแบบมีตัวกรองแสงขาวขุ่น แต่บริเวณที่สูงอาจเลือกใช้หลอดเมทัลฮาไลด์ หลอดทังสเตนฮาโลเจน หลอดโซเดียมความดันสูงร่วมกับโคมไฮเบย์ (High Bay) และการติดตั้งต้องพิจารณาร่วมกับระบบการทำความเย็น และการหมุนเวียนอากาศภายในห้อง ไม่ควรติดตั้งหลอดไฟ บัลลาสต์และดวงโคม ใกล้เคียงบริเวณหัวจ่ายลมเย็นภายในอาคาร เพราะการถ่ายเทความร้อนที่เกิดจากอุปกรณ์แสงสว่าง จะมีผลกระทบต่อระบบการทำความเย็นภายใน สำหรับการเลือกใช้แสงสว่างในแต่ละจุดของห้างสรรพสินค้า สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3 - 1 หน้า 16

การเลือกใช้แสงสว่างในบริเวณต่างๆ ของห้างสรรพสินค้า

พื้นที่ของอาคารห้างสรรพสินค้า	ลักษณะของแสงสว่างและประเภทของหลอดไฟที่ควรเลือกใช้
ส่วนหน้าประชาสัมพันธ์	<ul style="list-style-type: none"> ● จำเป็นที่จะต้องมีแสงสว่างอย่างเพียงพอเพื่อให้เกิดความสบายตาและสามารถอ่านข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ● ควรเลือกใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงร่วมกับโคมสะท้อนแสง ● ควรเลือกใช้หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ร่วมกับโคมดาวน์ไลท์ในจุดที่พนักงานนั่งทำงาน ● อาจมีการเน้นที่บริเวณป้ายประชาสัมพันธ์ โดยใช้หลอดทังสเตนฮาโลเจนร่วมกับโคมดาวน์ไลท์
พื้นที่ขายสินค้าหรือร้านค้า การให้แสงสว่างต้องพิจารณาคุณภาพและปริมาณแสงควบคู่ไปกับสถาปัตยกรรมภายในร้านค้าและความสวยงามที่เป็นเอกลักษณ์ของแต่ละร้าน นอกจากนี้ยังต้องใช้แสงสว่างเน้นตัวสินค้าในร้าน สร้างความรู้สึกให้สินค้านั้นมีค่าและยกระดับความดึงดูดใจของตัวสินค้าขึ้นมา	<ul style="list-style-type: none"> ● บริเวณทั่วไปสามารถใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงร่วมกับโคมสะท้อนแสงได้ ● บริเวณที่ต้องการเน้นควรใช้หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ร่วมกับโคมดาวน์ไลท์ หรืออาจใช้หลอดทังสเตนฮาโลเจนร่วมกับโคมดาวน์ไลท์ เพื่อให้แสงสว่างส่องไปที่ตัวสินค้า เช่น สินค้าที่วางแสดงในตู้
ห้องทำงาน	<ul style="list-style-type: none"> ● ควรเลือกใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงร่วมกับโคมสะท้อนแสง โดยติดตั้งตามพื้นที่การทำงานของพนักงาน
ทางเดินภายใน ลิฟต์ และบันไดเลื่อน	<ul style="list-style-type: none"> ● ควรมีสวิตช์สำหรับเปิด - ปิดหลอดแต่ละชุดแยกออกจากกัน ● ควรใช้หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ร่วมกับโคมดาวน์ไลท์ ซึ่งติดตั้งเป็นจุดๆ ตามแนวทางเดิน
ทางเดินรอบนอก ห้องควบคุมไฟฟ้า ห้องควบคุมน้ำประปา ห้องบำบัดน้ำเสียและห้องเครื่องทำความเย็น	<ul style="list-style-type: none"> ● สามารถเลือกใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงร่วมกับโคมสะท้อนแสงได้
ที่จอดรถสำหรับห้างสรรพสินค้า โดยทั่วไปจะอยู่ภายในอาคาร	<ul style="list-style-type: none"> ● ต้องมีแสงสว่างอย่างเพียงพอเพื่อให้เกิดความปลอดภัย ● ควรเลือกใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงร่วมกับโคมสะท้อนแสง ● ควรจะมีการแยกวงจรควบคุมเป็นช่วงกลางวันและช่วงกลางคืน เพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้งานและประหยัดพลังงานในช่วงกลางวัน ซึ่งสามารถใช้แสงสว่างจากธรรมชาติได้
ห้องอาหาร	<ul style="list-style-type: none"> ● ควรเลือกใช้หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ร่วมกับโคมดาวน์ไลท์
พื้นที่อื่น ๆ เช่น ห้องครัว	<ul style="list-style-type: none"> ● ควรเลือกใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงร่วมกับโคมสะท้อนแสง

3.2 การอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

การอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างเป็นเรื่องที่มีความสำคัญ ต้องการความสนใจและเอาใจใส่ทุกขั้นตอน ตั้งแต่การออกแบบระบบแสงสว่าง การเลือกใช้อุปกรณ์แสงสว่าง การใช้งานและการบำรุงรักษา ซึ่งอาจพิจารณาได้ดังนี้

3.2.1 การออกแบบระบบ

หลักการสำคัญในการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสำหรับแสงสว่าง ควรเริ่มด้วยการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างให้สามารถใช้แสงสว่างอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ประกอบด้วย

■ พยายามใช้แสงสว่างจากดวงอาทิตย์ให้เกิดประโยชน์อย่างเต็มที่ โดยต้องทราบช่วงเวลาการใช้งานของอาคารก่อนการออกแบบระบบแสงสว่าง

- อาคารที่ใช้งานทั้งกลางวันและกลางคืน ควรออกแบบระบบแสงสว่างที่เหมาะสมกับการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดทั้งสองช่วงเวลา โดยแบ่งสวิทช์เปิด - ปิดไฟเป็น 2 ชุด สำหรับกลางวันและกลางคืนแยกจากกัน

■ เลือกใช้วิธีให้แสงสว่างและระดับความสว่างที่ตรงกับความต้องการ ซึ่งมีอยู่สองลักษณะคือ

- ให้แสงสว่างแบบเท่ากันเป็นบริเวณกว้าง
- ให้แสงสว่างแบบเป็นจุด เฉพาะตำแหน่ง

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการให้แสงสว่างทั้ง 2 ลักษณะ มีดังนี้

- ระดับความสว่างที่ต้องการในการใช้งาน (ดูได้จากเอกสารเผยแพร่ชุด รู้ ‘รักษ์พลังงาน เรื่อง “ระบบแสงสว่าง”)
- ความสบายตา
- ความสะดวกในการติดตั้งและซ่อมบำรุง

3.2.2 การเลือกใช้อุปกรณ์

การเลือกใช้หลอดไฟและอุปกรณ์ร่วมให้เหมาะสม สามารถพิจารณาได้ดังนี้

■ เลือกใช้หลอดไฟที่ให้แสงสว่างเหมาะสมกับงาน คือใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ในสถานที่ที่มีระดับเพดานต่ำ ใช้หลอดแสงจันทร์หรือหลอดโซเดียมความดันไอสูงในสถานที่ที่มีเพดานสูง และใช้หลอดไฟที่มีประสิทธิภาพการส่องสว่างสูงซึ่งกินกระแสไฟมากในตำแหน่งที่จำเป็น และเปิดในเวลาที่เป็นที่จำเป็นเท่านั้น

- ใช้โคมไฟที่สะท้อนแสงเพิ่มความสว่าง
- เลือกใช้หลอดไฟและอุปกรณ์ร่วมที่มีประสิทธิภาพสูง
- ใช้อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวชนิดอัลตราโซนิกหรือชนิดพาสซีฟอินฟราเรด เพื่อเปิด - ปิดไฟในบริเวณที่ใช้แสงสว่างเป็นบางช่วงเวลา

- ติดตั้งระบบควบคุมแสงสว่าง ประกอบด้วยชุดควบคุม (Light Controller) และอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณ (Sensor) ซึ่งมีหลักการทำงาน คือชุดควบคุมรับสัญญาณจากอุปกรณ์ตรวจจับ เช่น อุปกรณ์ตั้งเวลา (Timer) อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว (Presence Detector) อุปกรณ์ตรวจวัดระดับแสงสว่าง (Photocell) เป็นต้น แล้วนำมาประมวลผลและส่งสัญญาณไปควบคุมการเปิด - ปิดหรือหรี่แสงของหลอดไฟ

3.2.3 การใช้งาน

เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าด้านแสงสว่าง ควรพิจารณาการใช้งานดังนี้

- เก็บข้อมูลระบบแสงสว่างเพื่อตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้า (ตารางที่ 3 - 2 หน้า 19)
- นำตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพการส่องสว่างของหลอดไฟชนิดต่างๆ มาใช้เพื่อออกแบบและปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าด้านแสงสว่าง
- ลดการใช้ความสว่างที่เกินความจำเป็น โดยการ
 - ตัดวงจรหลอดไฟบริเวณที่สว่างมากเกินไป
 - หรี่ความสว่างของแสงสำหรับหลอดไฟที่ปรับระดับแสงสว่างได้
 - ปิดไฟในส่วนที่ไม่ใช้งาน

3.2.4 การบำรุงรักษา

หมั่นตรวจเช็คและทำความสะอาดหลอดไฟและโคมไฟอย่างสม่ำเสมอ เพราะฝุ่นละอองที่เกาะหลอดไฟและโคมไฟทำให้แสงสว่างลดลง

จะเห็นได้ว่าการอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างนี้ สามารถทำได้หลายมาตรการ บางมาตรการจะต้องเสียค่าใช้จ่ายซึ่งต้องพิจารณาความคุ้มค่าให้เหมาะสม แต่มีหลายมาตรการที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายแต่อย่างใด สมควรจะลงมือทำโดยทันที เช่น การถอดหลอดไฟในบริเวณที่สว่างเกินไป การเปิดไฟเฉพาะเวลาใช้งาน การทำความสะอาดหลอดไฟและโคมไฟ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน

ตัวอย่าง

ตารางการเก็บข้อมูลระบบแสงสว่าง

ชื่อสถานประกอบการ ห้างสรรพสินค้าเป็นสุข

ลำดับ	บริเวณที่ตรวจวัด	โคมไฟที่มีอยู่ในปัจจุบัน					ความเข้มการส่องสว่างมาตรฐาน (Lux)	ความเข้มการส่องสว่างที่วัดได้ (Lux)	ปรับปรุง	ไม่ปรับปรุง	แนวทางการปรับปรุง	ผลหลังปรับปรุง					ผลต่าง (kW)	
		ชนิดหลอด	จำนวนโคม	หลอดต่อโคม	กำลังไฟฟ้ายต่อหลอด (W)	กำลังไฟฟ้ายรวม (kW)						ชนิดหลอด	จำนวนโคม	หลอดต่อโคม	กำลังไฟฟ้ายต่อหลอด (W)	กำลังไฟฟ้ายรวม (kW)		ความเข้มการส่องสว่างที่วัดได้ (Lux)
1	ซูเปอร์มาร์เก็ต	FL	8	3	46	1.104	60	150	●		ทำการปลดหลอดออกโคมละ 1 ดวง	FL	8	2	46	0.736	100	0.368
2	ฟู้ดเซ็นเตอร์	FL	60	2	46	5.52	100	200	●		ควบคุมโดยเปิดสลับโคม	FL	30	2	46	2.76	100	2.76
3	ทางเดิน	Incan	44	1	20	0.88	30	130	●		เปลี่ยนมาใช้หลอด CFL ขนาด 5 W และควบคุมโดยเปิดสลับโคม	CFL	22	1	5	0.11	80	0.77

กำลังไฟฟ้ายรวม = กำลังไฟฟ้ายต่อหลอด (W) x จำนวนหลอด

การคิดกำลังไฟฟ้ายต่อหลอดของหลอด FL ให้รวมการสูญเสียที่บัลลาสต์ (Ballast) ด้วย

บัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา มีกำลังสูญเสียประมาณ 10 วัตต์

บัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูง มีกำลังสูญเสียประมาณ 6 วัตต์

ระบบทำความเย็นและปรับอากาศ

ห้างสรรพสินค้าเป็นอาคารธุรกิจที่ดำเนินการจำหน่ายสินค้าและบริการ ภายในห้างมีระบบปรับอากาศ และทำความเย็น เพื่อให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจในบริการ โดยระบบดังกล่าวเป็นระบบที่ต้องการพลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อนระบบจำนวนมาก ดังนั้น ในแต่ละปีห้างสรรพสินค้าต้องจ่ายค่าไฟฟ้าจำนวนมากด้วยเช่นกัน การที่จะลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าให้น้อยลงนั้น ห้างสรรพสินค้าจำเป็นต้องดำเนินการตามมาตรการการอนุรักษ์พลังงานและบำรุงรักษาระบบอย่างถูกต้องก็จะสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบทำความเย็นและปรับอากาศลงได้

4.1 วิธีการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

4.1.1 ปรับปรุงระบบปรับอากาศที่มีอยู่เดิมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยพิจารณาจากมาตรการอนุรักษ์พลังงาน (ตามตารางที่ 4 - 1 หน้า 22)

4.1.2 ออกแบบอาคาร ระบบปรับอากาศและวัสดุต่างๆ เพื่อให้ใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

4.1.3 บำรุงรักษาอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ

4.2 มาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบทำความเย็นและปรับอากาศ

การอนุรักษ์พลังงานในระบบทำความเย็นและปรับอากาศ สามารถทำได้ทั้งแบบที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย โดยการปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมในบริเวณที่ปรับอากาศ เพื่อเป็นการลดปริมาณความร้อนจากภายนอก และแบบที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายติดตั้งอุปกรณ์เพื่อช่วยในการประหยัดพลังงาน

4.2.1 มาตรการที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

- สำหรับพื้นที่ที่มีการใช้งานไม่เต็มพื้นที่ ควรกำหนดให้เครื่องปรับอากาศทำงานเป็นส่วนๆ ตามพื้นที่ที่ใช้งาน
- ควบคุมปริมาณอากาศจากภายนอกเข้ามาภายในห้างสรรพสินค้า เช่น การจัดทำประตู 2 ชั้น
- ติดตั้งเครื่องปรับอากาศให้สูงจากพื้นพอสมควร เพื่อให้ลมเย็นกระจายไปทั่วถึงบริเวณต่างๆ ในห้างสรรพสินค้า
- ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าและหลอดไฟที่ไม่จำเป็น เพราะเป็นการเพิ่มปริมาณความร้อนให้กับระบบปรับอากาศ

- ตรวจสอบเครื่องปรับอากาศเป็นประจำเพื่อตรวจสอบว่าเครื่องปรับอากาศทำงานปกติหรือไม่และเป็นแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานต่อไป (ตารางที่ 4 - 2 ถึง 4 - 7 หน้า 25 - 32)
- ทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศทุกๆ เดือน
- ปิดจุดรั่วต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นในห้างสรรพสินค้า เพื่อลดการสูญเสียความเย็น

4.2.2 มาตรการที่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

- ติดตั้งฉนวนบุเพดาน
- ติดตั้งกระจก 2 ชั้น เพื่อลดความร้อนจากภายนอก
- ติดตั้งเครื่องควบคุมการจ่ายลม เพื่อช่วยในการควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสม
- ติดตั้งม่านกันกันแสงอาทิตย์สำหรับกระจกหน้าต่าง เพื่อลดความร้อนจากภายนอก
- ติดตั้งแผ่นสะท้อนความร้อนจากแสงอาทิตย์
- เลือกใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง
- ปลุกต้นไม้รอบๆ อาคารห้างสรรพสินค้า

ตารางที่ 4 - 1

หลักพื้นฐานสำหรับการอนุรักษ์พลังงานระบบปรับอากาศในห้างสรรพสินค้า

วิธีการ	แนวทางปฏิบัติ
● ลดความร้อนผ่านกรอบอาคาร	<ul style="list-style-type: none"> ● การบังแสงอาทิตย์ ● การใช้กระจกกันความร้อน ● การบุฉนวน ● การป้องกันลมรั่วที่กรอบประตูและหน้าต่าง
● ลดความร้อนจากการเติมอากาศจากภายนอก	<ul style="list-style-type: none"> ● ปรับอัตราการเติมอากาศให้เหมาะสมกับจำนวนคน ● ติดตั้งอุปกรณ์วัดความเข้มข้นของก๊าซ CO₂ เพื่อปรับอัตราการเติมอากาศโดยอัตโนมัติ ● หยุดการเติมอากาศ เมื่อไม่มีคนใช้งานในพื้นที่ปรับอากาศ ● ติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน
● ลดความร้อนที่เกิดภายในอาคาร	<ul style="list-style-type: none"> ● ลดไฟฟ้าแสงสว่าง ● ลดอุปกรณ์ไฟฟ้า ● ลดจำนวนคน
● 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
- ตรวจสอบเช็คระบบจ่ายลมเย็นทุกเดือนและทุก 6 เดือน (ตารางที่ 4 - 6 หน้า 31)
- ติดตั้งระบบ Variable Air Volume System : VAV ในระบบปรับอากาศ
- ติดตั้งระบบ Variable Speed Drive : VSD
- มาตรการลดภาระความต้องการทำความเย็นที่เกิดจากการระบายอากาศและการรั่วซึมของอากาศ
- ประหยัดพลังงานในเครื่องทำความเย็นแบบ Centrifugal Chiller
 - การปรับอุณหภูมิของน้ำเย็นให้สูงขึ้น
 - การลดอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น
- การลดค่า OTTV & RTTV ของตัวอาคาร
 - การลดความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารจากการแผ่รังสี (Radiation) บริเวณผนังทึบและหลังคาอาคาร
 - การลดความร้อนที่เข้าสู่อาคารบริเวณช่องเปิด
- การใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง สำหรับเครื่องจ่ายลมเย็น

สรุปหลักการประหยัดพลังงานในการใช้เครื่องปรับอากาศ

- ใช้เครื่องปรับอากาศเท่าที่จำเป็น
- ป้องกันความร้อนให้กับอาคารโดยให้เกิดความร้อนน้อยที่สุด
- ใช้เครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงและเหมาะสมกับงาน
- ต้องมีความรู้ในการควบคุมเครื่องปรับอากาศให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและทำงานเท่าที่จำเป็น
- มีการนำเอาพลังงานที่จะทิ้งหรือประโยชน์จากสภาพแวดล้อมมาใช้ในการประหยัดพลังงานให้มากที่สุด
- ให้ความสำคัญติดตามเทคโนโลยีใหม่ ๆ และส่งเสริมให้ช่วยกันประหยัดพลังงาน

การที่ระบบปรับอากาศจะทำงานได้เต็มประสิทธิภาพต้องอาศัยการระบายความร้อนที่ดี ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ระบายความร้อนออกจากระบบปรับอากาศ คือ หอระบายความร้อน (Cooling Tower) ดังนั้น ควรให้ความเอาใจใส่ในการดูแลรักษาหอระบายความร้อนให้สามารถระบายความร้อนได้เต็มประสิทธิภาพสามารถทำได้ดังนี้

4.4 แนวทางการอนุรักษ์พลังงานของระบบระบายความร้อน

4.4.1 ติดตั้งให้ถูกต้อง เช่น ติดตั้งไว้ในบริเวณเปิด อากาศถ่ายเทได้สะดวก จะทำให้การระบายความร้อนของระบบระบายความร้อนมีประสิทธิภาพสูง ระยะห่างระหว่างระบบระบายความร้อนกับสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ หรือในกรณีที่ต้องติดตั้งระบบระบายความร้อนหลายตัวต้องเว้นระยะห่างตามที่ผู้ผลิตกำหนด โดยหลีกเลี่ยงการติดตั้งระบบระบายความร้อนไว้ใกล้กับบริเวณที่มีก๊าซจากสารเคมี ความร้อนจากหม้อไอน้ำ ปล่องควันไอเสีย สายไฟแรงสูง หรือหม้อแปลงไฟฟ้า และที่สำคัญพื้นที่ทำการติดตั้งระบบระบายความร้อนต้องได้ระดับไม่เอียง

4.4.2 ตรวจสอบเช็คทุกเดือน ทุกสัปดาห์ ทุกวันเป็นประจำ อย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง เพื่อนำข้อมูลขึ้นมาเปรียบเทียบได้ โดยทำการตรวจเช็คในขณะที่เครื่องกำลังทำงาน (ตารางที่ 4- 7 และ 4 - 8 หน้า 32 - 33)

4.4.3 นำความร้อนจากระบบปรับอากาศกลับมาใช้ใหม่

4.5 การบำรุงรักษาของระบบระบายความร้อน

น้ำที่ใช้หมุนเวียนอยู่ในระบบระบายความร้อน ควรจะเป็นน้ำสะอาดผ่านการกรองและปรับปรุงคุณภาพน้ำ (ตารางที่ 4 - 9 หน้า 34) อย่างไรก็ตามเนื่องจากระบบน้ำที่ใช้ระบายความร้อนเป็นระบบเปิด จึงมีฝุ่นละอองสิ่งสกปรกและเกิดตะไคร่น้ำจากความร้อนเข้ามาอยู่ในระบบได้ รวมทั้งน้ำยาส่วนที่ระเหยออกไป จึงทำให้มีตะกอนและสารละลายตกค้างสะสมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้เกิดการอุดตันในคอยล์ร้อน (Condenser)

การแก้ไขปัญหาดังกล่าวทำได้โดยระบายน้ำทิ้งและเติมน้ำเข้ามาใหม่ เพื่อลดการสะสมของสารละลายต่างๆ ซึ่งจะช่วยให้ประสิทธิภาพในการระบายความร้อนดีขึ้น ช่วยประหยัดพลังงานและยืดอายุการใช้งานของคอยล์ร้อน

4.6 มรรยาธน้ำทิ้ง

การระบายน้ำทิ้งเพื่อลดความเข้มข้นของสารต่างๆ ที่ระบายความร้อนสามารถทำได้ 3 วิธี คือ

4.6.1 ระบายน้ำทิ้งที่ท่อน้ำล้น (Over Flow)

4.6.2 ระบายน้ำทิ้งที่ท่อน้ำทิ้ง (Drain)

4.6.3 ระบายน้ำทิ้งที่ท่อส่งปั๊มน้ำคอยล์ร้อน (Condenser Water Pump)

หมายเหตุ: 1) ควรเปลี่ยนน้ำหมุนเวียนระบายความร้อนและล้างอ่างระบายความร้อนอย่างน้อยเดือนละครั้ง
2) ถ้าน้ำที่ใช้หมุนเวียนมีคุณภาพดี และมีค่า Total Dissolve Solid น้อยกว่า 50 PPM ก็ สามารถลดปริมาณน้ำทิ้งได้

การตรวจวัดเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

ชื่อสถานประกอบการ

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) - ปั๊มน้ำเย็น (Chilled Water Pump) - ปั๊มน้ำระบายความร้อน (Condenser Water Pump) - หอระบายความร้อน (Cooling Tower) - ชุดจ่ายลมเย็น (Air Handling Unit)												
รวม													

ตัวอย่าง

การตรวจวัดเครื่องทำความเย็นชนิดระเหยความร้อนด้วยน้ำ

ชื่อสถานประกอบการ ห้างสรรพสินค้าประหยัดพลังงาน

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

การเก็บข้อมูลและตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนและแบบติดตั้ง

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 คอนเดนซิ่งยูนิต	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) แขนงเพดาน (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

บันทึกการทำงานประจำวันของเครื่องทำความเย็นชนิดระบายน้ำ

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. ตรวจสอบและทำความสะอาดโซลินอยด์วาล์วของออยล์คูลเลอร์					
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบประจำปี					
1. ตรวจสอบค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า					
2. ตรวจสอบการรั่วซึม					
3. ตรวจสอบสวิตช์และหน้าสัมผัสทุกตัว					
4. ตรวจสอบจุดต่อที่ขันด้วยน็อตให้แน่น					
5. ตรวจสอบและทำความสะอาดตู้ควบคุม					
6. ตรวจสอบค่าความสะอาดของคอยล์ของท่อคอนเดนเซอร์ในซิลเลอร์โดยใช้สารเคมี					
7. ตรวจสอบอุปกรณ์หลัก ๆ 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. ตรวจสอบอัตราบีบมอเตอร์					
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)					

การตรวจสอบคุณภาพน้ำสำหรับหอยความร้อน

ค่าความเป็นกรด-ต่าง (pH)		น้ำเย็นที่ไดจากหอยความร้อน		ค่าสารคลอไรด์		ค่าความเป็นกรด-ต่าง (pH)		น้ำดื่มหอยความร้อน		ค่าสารคลอไรด์		รอบการทำงาน *	ความสะอาดของน้ำ **
มาตรฐาน	วัดได้	มาตรฐาน	วัดได้	มาตรฐาน	วัดได้	มาตรฐาน	วัดได้	มาตรฐาน	วัดได้	มาตรฐาน	วัดได้		

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

** ความสะอาดของน้ำ = (จำนวนรอบการทำงาน x ค่าความกระด้างของน้ำดื่ม) - 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 มาตรการอนุรักษ์พลังงานในมอเตอร์ไฟฟ้า

การอนุรักษ์พลังงานในมอเตอร์ไฟฟ้าสามารถทำได้ทั้งแบบที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายและแบบที่ต้องเสียค่าใช้จ่าย ได้แก่

5.1.1 มาตรการที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

- ทำการเก็บข้อมูลมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อนำไปเปรียบเทียบระหว่างค่าพิกัดมอเตอร์กับค่าที่วัดได้แต่ละครั้ง (ตารางที่ 5 - 1 หน้า 36) จะทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์ เพื่อนำไปประกอบการตัดสินใจเลือกใช้มอเตอร์ที่มีขนาดเหมาะสม
- ตรวจสอบสภาพการระบายความร้อนของมอเตอร์เป็นประจำ
- ตรวจสอบระบบทางกลไกของมอเตอร์เป็นประจำ
- หลีกเลี่ยงการเดินมอเตอร์ตัวเปล่า

5.1.2 มาตรการที่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

- ใช้เครื่องควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ปรับความเร็วมอเตอร์ให้ช้าหรือเร็ว สำหรับงานที่ต้องการความเร็วหลากหลาย เช่น มอเตอร์ปั๊มน้ำ มอเตอร์พัดลม ชุดส่งลมเย็นในระบบปรับอากาศ
- เลือกใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงแทนมอเตอร์เดิมเมื่อมอเตอร์เสีย

การตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์

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

สมการที่ใช้ในการคำนวณ

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

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

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

ตัวอย่าง

ห้างสรรพสินค้าแห่งหนึ่งติดตั้งมอเตอร์ขนาด 22 kW, 380 V 50 Hz, 43 A เพื่อขับเคลื่อนปั๊มน้ำ 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				ภาระ (%)	การปรับปรุงแก้ไข		วิธีปรับปรุง	กำลังไฟฟ้าหลังจากการปรับปรุง (kW)		
			แรงดัน (V)	กระแส (A)	ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF)	เฟส R	เฟส S	เฟส T	แรงดัน (V)		กำลังไฟฟ้า (kW)	ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF)			ไม่ปรับปรุง	ปรับปรุง
มอเตอร์ปั๊มน้ำ	AC	24	380	43	0.87	29.7	28.7	28.6	378	10.06	0.53	45.74	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	เปลี่ยนขนาดมอเตอร์เป็นขนาด 11 kW	9.43

จะเห็นว่ามอเตอร์มีขนาดใหญ่เกินไปสามารถทำการเปลี่ยนมอเตอร์ให้เป็นขนาด 11 kW ซึ่งจะใช้งานได้เต็มสมรรถนะมากกว่า

5.2 การใช้ออเตอร์ไฟฟ้าและเทคนิคการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงาน

เนื่องจากในห้างสรรพสินค้าโดยทั่วไปมีระบบที่ใช้มอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อนอยู่หลายระบบ และแต่ละระบบก็จะใช้พลังงานไฟฟ้าแตกต่างกันไป ดังนั้น เทคนิคของการอนุรักษ์พลังงานก็จะแตกต่างกันไปด้วย สามารถสรุปเป็นตารางได้ดังนี้

ส่วนต่างๆ ภายในห้างสรรพสินค้าที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวขับเคลื่อน	ลักษณะของการใช้พลังงานและแนวทางการอนุรักษ์พลังงาน
ลิฟต์	<ul style="list-style-type: none"> ● พลังงานไฟฟ้าที่ใช้จะแปรผันตามน้ำหนักบรรทุกและความเร็วของลิฟต์ ● ปิดลิฟต์บางชุดในช่วงที่มีการใช้งานน้อย เช่น เวลากลางคืน ● รณรงค์ให้ใช้บันไดแทนลิฟต์ในกรณีที่ยังนั่งน้อยชั้น ● รณรงค์ให้กดปุ่มเรียกลิฟต์เฉพาะทิศทางที่ต้องการไปเท่านั้น ● ดูแลรักษาและเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งานตามที่บริษัทกำหนด ● ติดตั้งระบบควบคุมการทำงานเพื่อให้ลิฟต์หยุดทำงานในขณะไม่มีการใช้งาน โดยอาศัยอุปกรณ์ตรวจจับอัตโนมัติ
บันไดเลื่อน (ตารางที่ 5 - 2 หน้า 39)	<ul style="list-style-type: none"> ● พลังงานไฟฟ้าจะถูกใช้อย่างสูญเปล่าในช่วงเวลาที่ไม่มีคนใช้บันไดเลื่อน ● ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวอัตโนมัติสำหรับการควบคุมให้บันไดเลื่อนทำงานเมื่อมีการใช้เท่านั้น ● ดูแลรักษาและเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งานตามที่กำหนด
ระบบประปาและระบบบำบัดน้ำเสีย	<ul style="list-style-type: none"> ● ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าในการขับเคลื่อนปั้มน้ำ ซึ่งส่วนมากเป็นชนิดแรงเหวี่ยง (Centrifugal) ● เลือกปั้มน้ำซึ่งมีการทำงานที่มีประสิทธิภาพสูงสุดใกล้เคียงกับจุดใช้งาน ● ไม่ควรเพื่อขนาดปั้มน้ำที่ใหญ่เกินไป ● บันทึกข้อมูลการใช้งานปั้มน้ำอย่างสม่ำเสมอ (ตารางที่ 5 - 3 หน้า 39) ● พยายามเลือกใช้ปั้มน้ำขนาดเล็กจำนวนหลายตัว ดีกว่าใช้ขนาดใหญ่แต่มีจำนวนน้อย ● เลือกใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงในปั้มน้ำแทนการใช้มอเตอร์แบบมาตรฐานทั่วไป ● เลือกขนาดใบพัดให้เหมาะสมกับขนาดของตัวมอเตอร์และปั้มน้ำ ● ใช้ระบบปรับความเร็วรอบ (VSD Control) ในปั้มน้ำแทนการปิดวาล์วหรือแทนการเปิดให้น้ำไหลวนกลับ (Bypass) สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มากกว่า ● จัดรายการซ่อมบำรุงรักษาปั้มน้ำอย่างสม่ำเสมอ (ตารางที่ 5 - 4 หน้า 40) ● คำนวณความเสียหายของระบบท่อโดยละเอียด เพื่อนำไปคำนวณหาจำนวนแรงม้าที่ปั้มน้ำได้อย่างแม่นยำ

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. อุณหภูมิร่อนลิ้น					
2. ความดันทางท่อดูดและท่อจ่าย					
3. การรั่วจากกันรั้ว					
4. การหล่อลื่นกันรั้ว					
5. โหลด (Load) ของปั้มน้ำ					
6. ระดับเสียงและการสั่นสะเทือน					
7. ระดับน้ำมันหล่อลื่นที่หล่อเลี้ยงร่อนลิ้น					
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบทุก 6 เดือน					
1. การได้ศูนย์ระหว่างปั้มน้ำกับต้นกำลัง					
2. การเติมน้ำมันหรือไขให้กับร่อนลิ้น					
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบทุก 1 ปี					
1. การรั่วตามเพลลาและการซ่อมบำรุงกันรั้ว					
2. การสึกของปลอกเพลลา					
3. ช่องว่างระหว่างใบพัดและแหวนกันสึก					
4. ทดสอบและปรับแก้เกจวัดต่างๆ ที่ใช้วัดน้ำและ กระแสไฟฟ้า					
5. เปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นและไขที่ร่อนลิ้น					

เอกสารอ้างอิง

1. คู่มือผู้จัดการพลังงานที่ดี (The Good Energy Manager's Guide) แนวทางการปฏิบัติงานที่ดีในการจัดการด้านพลังงาน, ศูนย์ทรัพยากรฝึกอบรมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, กองฝึกอบรม, กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
2. รูปแบบของการจัดการด้านพลังงาน (Aspects of Energy Management), ศูนย์ทรัพยากร ฝึกอบรมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, กองฝึกอบรม, กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
3. ข้อเสนอการประหยัดไฟฟ้าในอาคาร (B3), เอกสารเผยแพร่, พิมพ์ครั้งที่ 6, สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน, กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, สิงหาคม 2544.
4. การลดค่าใช้จ่ายด้วยการประหยัดพลังงาน (I7), เอกสารเผยแพร่, พิมพ์ครั้งที่ 5, สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน, กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, เมษายน 2543.
5. ศิริพรรณ ธงชัย, การประหยัดพลังงาน, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2535.
6. ขวัญชัย กุลสันติธำรงค์, การปรับปรุงคุณภาพพลังงานไฟฟ้าและเพาเวอร์แฟกเตอร์, เทคนิคเครื่องกลไฟฟ้าอุตสาหกรรม, ฉบับที่ 104, หน้า 72 - 76, กันยายน 2541.
7. คู่มือและเอกสารประกอบการฝึกอบรมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงาน, กองฝึกอบรม, กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
8. คู่มือและเอกสารประกอบการฝึกอบรมการเป็นวิทยากรหรือผู้ชำนาญการ ด้านการอนุรักษ์พลังงาน อาคารประเภทโรงแรมและโรงพยาบาล, บริษัท อีอีซี - อีเนอร์จีดีคิส 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

Note......

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)

กระทรวงพลังงาน

พัฒนาพลังงานไทย ลดใช้พลังงานชาติ