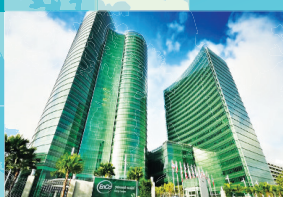


คู่มือ

แนะนำการใช้อุปกรณ์ ประหยัดพลังงานของอาคารควบคุมภาครัฐ



กระทรวงพลังงาน
MINISTRY OF ENERGY

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 จิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงาน	
1.1 สิ่งมีชีวิตและพลังงาน	1-1
1.2 คนไทยกับการใช้พลังงาน	1-2
1.2.1 การใช้ การผลิตและการนำเข้าพลังงานของประเทศไทย	1-2
1.2.2 ผลผลิตมวลรวมกับมูลค่าพลังงาน	1-3
บทที่ 2 เทคนิคการอนุรักษ์พลังงาน	
2.1 การรวบรวมและสำรวจข้อมูลการใช้พลังงาน	2-1
2.1.1 การสำรวจข้อมูลการใช้พลังงาน	2-2
2.1.2 มาตรการอนุรักษ์พลังงานและการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์	2-4
2.2 การอนุรักษ์พลังงานในระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า	2-5
2.2.1 กำลังไฟฟ้าสูงสุด	2-6
2.2.2 พลังงานไฟฟ้า	2-7
2.2.3 การคำนวณค่าไฟฟ้า	2-8
2.2.4 แนวทางการอนุรักษ์พลังงานเบื้องต้นในระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า	2-9
2.3 การอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ	2-12
2.3.1 หลักการทำงานของระบบทำความเย็น	2-13
2.3.2 ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์	2-18
2.3.3 ภาระการทำความเย็นของพื้นที่ปรับอากาศ	2-22
2.3.4 วิธีคำนวณพลังงานไฟฟ้า	2-23
2.3.5 มาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ	2-26

	หน้า
2.4 การอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	2-32
2.4.1 พื้นฐานความรู้เกี่ยวกับไฟแสงสว่าง	2-32
2.4.2 ส่วนประกอบของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	2-33
2.4.3 วิธีคำนวณพลังงานไฟฟ้า	2-40
2.4.4 มาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟแสงสว่าง	2-41
2.5 การอนุรักษ์พลังงานสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้า	2-46
2.5.1 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้า	2-46
2.5.2 ประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้า	2-47
2.5.3 คุณลักษณะการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าชนิดเหนี่ยวนำ	2-50
2.5.4 มาตรการอนุรักษ์พลังงานสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้า	2-50
บทที่ 3 การใช้ยานและการบำรุงรักษา	
3.1 การบำรุงรักษาระบบปรับอากาศ	3-1
3.2 การใช้ยานและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	3-11
3.3 การอนุรักษ์พลังงานเบื้องต้นในระบบอื่นๆ	3-13
3.3.1 ระบบลิฟท์และบันไดเลื่อน	3-13
3.3.2 อุปกรณ์สำนักงาน	3-16





บทที่ 1



1-1

จิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงาน

1.1 สิ่งมีชีวิตและพลังงาน

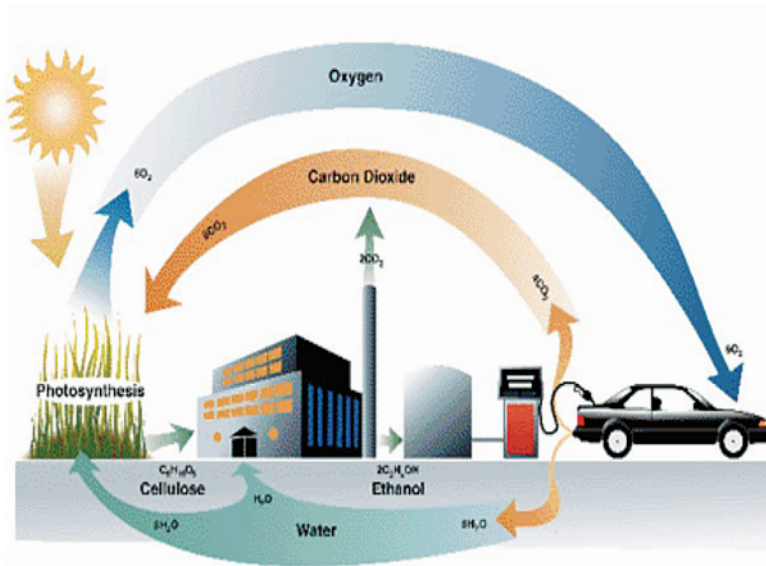
สิ่งมีชีวิตมีความจำเป็นต้องใช้พลังงานในการดำรงชีวิต ต้นไม้จะใช้แสงอาทิตย์ คลอโรฟิลล์และการออสโมซิสเพื่อการเจริญเติบโต สัตว์จะใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ และออกซิเจนในการเผาผลาญอาหารเพื่อการเจริญเติบโต ความร้อนที่สิ่งมีชีวิตต้องการใช้ในการดำรงชีวิตไม่เท่ากัน ตัวอย่างเช่น หมูที่ขี้โลกเหนือ จะต้องการความร้อนจากดวงอาทิตย์เพียงเล็กน้อย หากเรานำหมูที่ขี้โลกเหนือมาปล่อยที่ป่าเขตร้อน หมูที่ขี้โลกเหนือจะไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้หรือเจริญเติบโตแบบไม่ปกติ ดังนั้น พลังงานจากดวงอาทิตย์จึงมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างยิ่ง

มนุษย์เริ่มรู้จักพลังงานตั้งแต่ดึกดำบรรพ์ เช่น ลม แสงอาทิตย์ ความร้อน ได้พิภพ รวมไปถึงเครื่องจักรไอน้ำที่ใช้พลังงานความร้อน นอกจากนี้มนุษย์ยังค้นพบ ถ่านหินและปิโตรเลียมซึ่งเป็นพลังงานที่มีความสำคัญอย่างยิ่งและใช้ประโยชน์จากพลังงานดังกล่าวทั้งหมดในการดำรงชีวิตและสร้างความเจริญให้กับโลกสืบมา โดยเฉพาะในช่วง 400 ปี หลังจากที่มีมนุษย์มีความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นจึงได้นำความรู้ดังกล่าวมาพัฒนาวัสดุ เครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อช่วยในการดำรงชีวิตสุขสบายขึ้น ดังนั้น พลังงานจึงมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิต และพัฒนาการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยพลังงานที่มนุษย์ใช้สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ประเภทแรกคือ พลังงานสิ้นเปลือง ซึ่งหมายถึงพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป ส่วนใหญ่เป็นพลังงานที่มาจากน้ำมัน แก๊สธรรมชาติและถ่านหิน ส่วนประเภทที่สองคือ พลังงานหมุนเวียนหรือพลังงานทดแทนซึ่งหมายถึงพลังงานทางเลือกที่สามารถสร้างขึ้นเพื่อชดเชยส่วนที่ใช้ไปหรือเกิดขึ้นตามธรรมชาติ เช่น พลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานชีวมวล เป็นต้น

Ministry of energy

กระทรวงพลังงาน



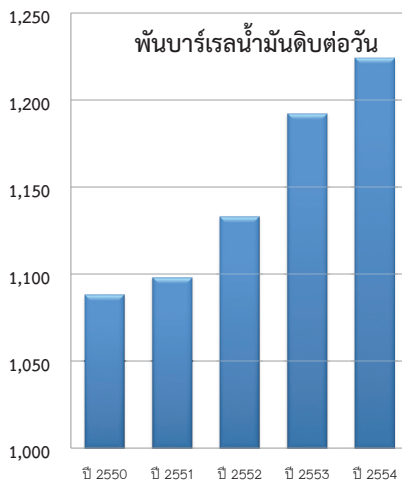


ในปัจจุบันมนุษย์ใช้พลังงานสิ้นเปลืองเป็นหลัก และหากยังมีปริมาณการใช้พลังงานสิ้นเปลืองนี้เพิ่มขึ้นต่อไปโดยสำรวจไม่พบแหล่งพลังงานเพิ่มเติมได้อีก พลังงานดังกล่าวก็จะหมดไปจากโลก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพที่สุดเพื่อสงวนรักษาพลังงานดังกล่าวไว้ให้นานที่สุด

1.2 คนไทยกับการใช้พลังงาน

1.2.1 การใช้ การผลิตและการนำเข้าพลังงานของประเทศไทย

ในแต่ละปีประเทศไทยต้องสูญเสียเงินตราต่างประเทศเป็นจำนวนมากเพื่อนำพลังงานมาใช้ให้เพียงพอภายในประเทศ ตัวอย่างเช่น ในปี พ.ศ. 2554 ประเทศไทยมีความต้องการใช้พลังงานรวมทั้งสิ้น 1,224 เทียบเท่าพันบาร์เรลน้ำมันดิบต่อวัน แต่ผลิตพลังงานได้เพียง 1,018 เทียบเท่าพันบาร์เรลน้ำมันดิบต่อวัน จึงต้องนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศสูง ถึงกว่า 1,017 เทียบเท่าพันบาร์เรลน้ำมันดิบต่อวัน ทำให้มีอัตราการพึ่งพาพลังงานต่างประเทศสูงถึงกว่าร้อยละ 55 ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่ของคนไทยทุกคนที่ต้องร่วมมือร่วมใจกันอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งสามารถทำได้ด้วยวิธีง่ายๆ และเป็นการช่วยรักษาสภาพแวดล้อมให้ดีขึ้นด้วย



1.2.2 ผลผลิตมวลรวมกับมูลค่าพลังงาน

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีแหล่งพลังงานและการผลิตพลังงานไม่เพียงพอต่อการใช้พลังงานในประเทศ ทำให้ประเทศไทยต้องนำเข้าพลังงานให้เพียงพอต่อการใช้ โดยตัวอย่างในปี พ.ศ. 2554 ประเทศไทยสามารถผลิตผลผลิตมวลรวมได้กว่า 7,511,920 ล้านบาท และมีมูลค่าการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายกว่า 1,237,000 ล้านบาท นั่นเท่ากับทุก 100 บาทของผลผลิตมวลรวมที่ทำได้จะมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานสูงอยู่ 16 บาท ซึ่งมีแนวโน้มที่จะขยายตัวเพิ่มขึ้น คนไทยจึงต้องใช้พลังงานอย่างถูกวิธีและเหมาะสมเพื่อไม่ให้ประเทศต้องมีการนำเข้าพลังงานและสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้แหล่งพลังงานในประเทศไทยยังต้องสำรองไว้ให้ลูกหลานของเราในอนาคตด้วย

บทที่ 2



เทคนิคการอนุรักษ์พลังงาน

การดำเนินการอนุรักษ์พลังงานให้ประสบผลสำเร็จนั้นนอกจากการมีระบบการจัดการด้านพลังงานที่ดีแล้ว ปัจจัยสำคัญอีกอย่างที่เราขาดไม่ได้ก็คือ ความรู้ ความเข้าใจพื้นฐานด้านพลังงาน รวมไปถึงเทคนิคของการอนุรักษ์พลังงานสำหรับอุปกรณ์ในระบบต่างๆ ที่มีในหน่วยงาน ดังนั้นในบทนี้จะเป็นพื้นฐานความรู้ที่จำเป็นสำหรับการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร การนำเสนอวิธีการรวบรวมและสำรวจข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์การใช้พลังงานของหน่วยงาน พร้อมทั้งแนวทางและเทคนิคในการอนุรักษ์พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ภายในอาคาร โดยจะแยกออกเป็น 1) ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า 2) ระบบปรับอากาศ 3) ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และ 4) มอเตอร์ไฟฟ้า โดยมีรายละเอียดของเนื้อหาดังต่อไปนี้

2.1 การรวบรวมและสำรวจข้อมูลการใช้พลังงาน

ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลการใช้พลังงานของหน่วยงานมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อกระบวนการวิเคราะห์การใช้พลังงาน เพื่อประเมินประสิทธิภาพด้านพลังงาน ซึ่งรวมไปถึงนำไปใช้ประกอบการวางแผนดำเนินการด้านการอนุรักษ์พลังงานของอาคารควบคุมหรือหน่วยงานนั้นๆ

การรวบรวมข้อมูล

- (ก) **ข้อมูลทั่วไป** ประกอบด้วย ชื่ออาคาร ประเภทอาคาร สถานที่ตั้ง ปีที่เปิดใช้งาน
- (ข) **ข้อมูลการใช้อาคาร** ประกอบด้วย เวลาทำงาน พื้นที่ทั้งหมด (ปรับอากาศ/ไม่ปรับอากาศ) พื้นที่ใช้สอยจริง (ปรับอากาศ/ไม่ปรับอากาศ)
- (ค) **ข้อมูลการใช้พลังงาน** แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ
การใช้พลังงานไฟฟ้า ประกอบด้วย อัตราการใช้ไฟฟ้า ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในแต่ละเดือนในรอบปี

การใช้เชื้อเพลิง ประกอบด้วย ชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ ปริมาณการใช้ในแต่ละเดือนในรอบปี ค่าความร้อนเฉลี่ย ปริมาณพลังงานรวมในรอบปี

(ง) **ข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องจักร** ประกอบด้วย

- 1) **ระบบแสงสว่าง** ประกอบด้วย ชนิดหลอดไฟฟ้า ประเภทของโคม จำนวนหลอด ขนาด(วัตต์) ประเภทของบัลลาสต์
- 2) **ระบบปรับอากาศ** ประกอบด้วย ชนิดเครื่องปรับอากาศ ขนาด จำนวน ลักษณะการใช้งาน อายุการใช้งาน
- 3) **ระบบอื่นๆ** เช่น คอมพิวเตอร์ เครื่องถ่ายเอกสาร กระติกน้ำร้อน ไฟฟ้า ปั๊มน้ำ และอื่นๆ ให้รวบรวมข้อมูล ชนิด ขนาด (วัตต์) และจำนวน

2.1.1 การสำรวจข้อมูลการใช้พลังงาน

ในการรวบรวมข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องจักรต่างๆ นั้น จำเป็นที่จะต้องดำเนินการสำรวจอย่างละเอียดเพื่อนำข้อมูลรายละเอียดของอุปกรณ์ ลักษณะการใช้งาน การดูแลและบำรุงรักษา รวมไปถึงความคิดเห็นของผู้ปฏิบัติในพื้นที่มาใช้ประกอบ ในการวางแผนและกำหนดเป้าหมายในการอนุรักษ์พลังงาน พร้อมทั้งจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระยะสั้น (มาตรการที่สามารถดำเนินการได้ทันที ไม่มีเงินลงทุน) มาตรการระยะกลาง (มาตรการที่มีเงินลงทุนไม่สูงมาก) และ มาตรการระยะยาว (มาตรการที่ต้องใช้เงินลงทุนสูงและเกี่ยวข้องกับหลายฝ่าย)

สำหรับการสำรวจข้อมูลการใช้พลังงานนี้สามารถแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

- (ก) การสำรวจลักษณะการใช้งาน โดยมีข้อมูลที่ต้องการดังนี้
- ประเภทและขนาดของอุปกรณ์
 - ชั่วโมงการใช้งานต่อวัน จำนวนวันของการใช้งานต่อสัปดาห์
 - อายุการใช้งาน และประสิทธิภาพการทำงานเบื้องต้น
 - ผู้รับผิดชอบในการควบคุมอุปกรณ์
 - ตารางการดูแลและบำรุงรักษา

ตัวอย่างของตารางบันทึกผลการสำรวจข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบต่างๆ ของหน่วยงานตัวอย่างสามารถแสดงผลการบันทึกได้ดังตารางตัวอย่างข้างล่าง



(ข) การสำรวจความคิดเห็น โดยสอบถามสภาพการทำงานหรือการใช้งานจากผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงาน ตลอดจนการกระตุ้นให้เกิดการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พลังงาน

ตัวอย่าง ตารางสำรวจระบบแสงสว่าง

ลำดับ ที่	บริเวณ	ชนิด หลอดไฟ	ขนาด (วัตต์)	จำนวน หลอดต่อโคม	จำนวน โคมไฟ	รวม (หลอด)	ชนิด บัลลาสต์	ชั่วโมง ใช้งาน ต่อวัน
1	ห้องธุรการ	ฟลูออเรสเซนต์	36	2	20	40	แกนเหล็ก	8
2	ห้องประชุม	หลอดไส้	60	1	10	10	-	2

ตัวอย่าง ตารางสำรวจระบบปรับอากาศ

ลำดับที่	บริเวณ	ขนาด (ปีที่youtu ชั่วโมง)	ชนิด	จำนวน(เครื่อง)				รวม (เครื่อง)	ชั่วโมงใช้งาน ต่อวัน
				อายุการใช้งาน (ปี)					
				<3	3-7	7-10	>10		
1	ห้องธุรการ	18,000	Split-type	-	3	-	1	4	8
2	ห้องประชุม	24,000	Split-type	-	1	-	-	1	2

ตัวอย่าง ตารางสำรวจอุปกรณ์อื่นๆ

ลำดับที่	บริเวณ	ชื่ออุปกรณ์	ข้อมูลเครื่องจาก Nameplate			จำนวน (เครื่อง)	ชั่วโมงใช้งาน ต่อวัน
			โวลท์	แอมป์	วัตต์		
1	ห้องธุรการ	คอมพิวเตอร์	-	-	60	8	8
2	ห้องประชุม	เครื่อง Projector	-	-	100	1	2



2.1.2 มาตรการอนุรักษ์พลังงานและการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ มาตรการอนุรักษ์พลังงาน

มาตรการอนุรักษ์พลังงานในที่นี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทคือ

(1) มาตรการใช้ระบบที่มีอยู่เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด (Housekeeping Measures)

เป็นมาตรการอนุรักษ์พลังงานที่มุ่งเน้นในส่วนของการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้ใช้ ไม่ว่าจะเป็นวิธีการใช้งานที่ถูกต้องหรือการบำรุงรักษาที่เหมาะสม ซึ่งสิ่งเหล่านี้หากถูกปล่อยปละละเลย ก็ย่อมจะนำไปสู่ความสูญเสียหรือสิ้นเปลืองพลังงานโดยไม่เกิดประโยชน์ ซึ่งอาจคิดได้เป็นจำนวนเงินไม่น้อย มาตรการด้านการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมนี้เป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญของการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานภายในทุกๆ องค์กร เนื่องจากเกี่ยวข้องกับพนักงานทุกๆ คน ซึ่งมีส่วนร่วมในการใช้พลังงาน นอกจากนี้การดำเนินการลักษณะนี้ไม่จำเป็นต้องใช้เงินลงทุน จึงทำให้เห็นผลตอบแทนในทันทีที่ดำเนินการ ตัวอย่างเช่น การปิดไฟแสงสว่างเมื่อไม่ใช้งาน การตั้งเทอร์โมสตรัทไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส หรือ การใช้บันไดแทนลิฟท์ เป็นต้น

(2) มาตรการปรับปรุงสิ่งที่มีอยู่ (Minor change Measures)

ในที่นี้หมายถึงการอนุรักษ์พลังงานโดยการปรับปรุงประสิทธิภาพของอุปกรณ์บางชิ้นในระบบหรือลดการสูญเสียโดยการเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่แทนอุปกรณ์เดิมที่มีประสิทธิภาพต่ำ ทั้งนี้เนื่องมาจากปัจจุบันวิวัฒนาการด้านเทคโนโลยีเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว รวมถึงการใช้เทคนิคและอุปกรณ์ที่ได้รับการพัฒนาให้ประหยัดพลังงานมากกว่าเดิมมาก มาตรการประเภทนี้ไม่ต้องใช้เงินลงทุนมากนักและมีระยะเวลาในการดำเนินงานไม่มากนัก จัดเป็นมาตรการระยะสั้นหรือระยะกลาง จำเป็นที่จะต้องมีการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของผลตอบแทนในการลงทุน ตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนไปใช้หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์แทนหลอดไส้ การเลือกใช้คอมสเกท่อนแสงเพื่อลดจำนวนหลอดไฟ การใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์แทนบัลลาสต์แกนเหล็กแบบเดิม หรือ การติดฉนวนกันความร้อนใต้หลังคา เป็นต้น

(3) มาตรการเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่ (Major change Measures)

วิธีการอนุรักษ์พลังงานโดยการเปลี่ยนแปลงเครื่องจักรนั้นจำเป็นที่ต้องใช้ความรู้ทางด้านเทคนิคในการวิเคราะห์ รวมถึงการประเมินความคุ้มค่าของผลตอบแทนในการลงทุนเนื่องจากมาตรการประเภทนี้ ต้องการเงินลงทุนสูง และอาจจัดเป็นมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระยะยาว ตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนไปใช้เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ประสิทธิภาพสูง หรือ การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 แทนเครื่องปรับอากาศเก่าที่มีอายุการใช้งานมาก เป็นต้น

การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์

การคำนวณหาระยะเวลาคืนทุน หรือ Payback period ทั้งนี้เนื่องจากเป็นวิธีหาผลตอบแทนทางการเงินอย่างง่าย โดยสามารถคำนวณได้จาก

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน [ปี]} = \frac{\text{เงินลงทุน [บาท]}}{\text{ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้น [บาท/ปี]}}$$

ตัวอย่างที่ 1 มาตรการเปลี่ยนมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงทดแทนมอเตอร์เก่า ต้องใช้เงินลงทุนจำนวน 35,000 บาท โดยจากการประเมินผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์พบว่าสามารถลดค่าไฟฟ้าลงได้คิดเป็นเงิน 15,000 บาทต่อปี ดังนั้นระยะเวลาคืนทุนสามารถคำนวณหาได้ดังนี้

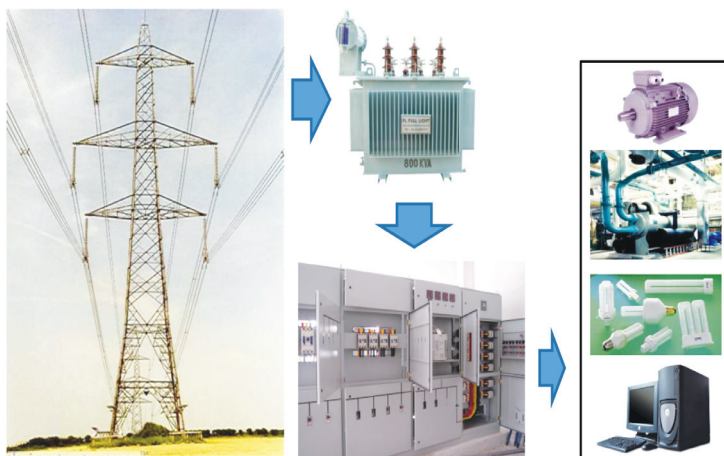
$$\begin{aligned}\text{ระยะเวลาคืนทุน} &= 35,000 \text{ บาท} / 15,000 \text{ บาทต่อปี} \\ &= 2.33 \text{ ปี}\end{aligned}$$

หมายเหตุ ข้อเสียของการใช้ระยะเวลาคืนทุนในการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินก็คือการไม่ได้พิจารณาถึงค่าของเงินที่ลดลงทุกปี ดังนั้น การวิเคราะห์มาตรการอนุรักษ์พลังงานที่มีระยะเวลาดำเนินโครงการเป็นระยะเวลานานๆ หรือมีระยะเวลาคืนทุน เกินกว่า 5 ปี เป็นต้น

2.2 การอนุรักษ์พลังงานในระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า (Power distribution system) เป็นส่วนประกอบหลักของระบบไฟฟ้าทั้งในอาคารและโรงงานทั่วไป มีหน้าที่จ่ายกำลังไฟฟ้าซึ่งอาจเป็นระบบไฟฟ้ากระแสสลับแบบ 1 เฟส หรือ 3 เฟส ไปยังโหลดทางไฟฟ้าเช่นอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องจักรต่างๆ โดยอาคารหรือโรงงานนั้นจะได้รับกำลังไฟฟ้าจากสายจำหน่ายโดยตรง หรือรับอาจรับกำลังไฟฟ้าจากสายจำหน่ายแรงสูงหรือสถานีไฟฟ้าย่อยผ่านหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer) เพื่อลดระดับแรงดันไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการใช้งาน สำหรับการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าต่อไปยังเครื่องจักรและอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ นั้น โดยทั่วไปอาคารและโรงงานจะมีแผงจ่ายไฟฟ้าหลัก (Main Distribution Board, MDB)

ซึ่งจะมีเซอร์กิตเบรกเกอร์หลัก (Main Circuit Breaker) ทำหน้าที่ควบคุมและป้องกันการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าไปยังโหลด ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

2.2.1 กำลังไฟฟ้าสูงสุด

กำลังไฟฟ้าสูงสุด หมายถึง ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าเป็น กิโลวัตต์เฉลี่ย ใน 15 นาทีที่สูงสุดในรอบเดือน ของการใช้ไฟฟ้าในโรงงานหรืออาคารต่างๆ ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดนี้จะเป็นส่วนหนึ่งที่ถูกนำไปใช้ในการคำนวณอัตราค่าไฟฟ้าต่อไป

เส้นโค้งภาระ (Load profile) หมายถึง เส้นโค้งซึ่งแสดงถึงปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์และเครื่องจักรต่างๆ ภายในโรงงานหรืออาคารที่ถูกบันทึกไว้ ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เส้นโค้งภาระนี้เป็นเครื่องมือที่แสดงถึงประสิทธิภาพในการใช้และการจัดการพลังงานไฟฟ้า โดยอาคารที่มีการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ดีนั้น เส้นโค้งภาระจะแสดงถึงความสม่ำเสมอของปริมาณกำลังไฟฟ้าที่ใช้ หรืออาจแสดงได้จาก อัตราส่วนระหว่างปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อเดือนและค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด ที่เรียกว่า ตัวประกอบภาระ (Load factor, LF) ซึ่งคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$LF = \frac{\text{ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อเดือน (kWh)} \times 100\%}{\text{ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดในเดือน (kW)} \times \text{จำนวนชั่วโมงในเดือน (h)}}$$

ตัวอย่างที่ 2 จากการตรวจสอบบิลค่าไฟฟ้าในเดือนมิถุนายนของอาคารขนาดใหญ่หลังหนึ่งพบว่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 56,000 กิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh) และมีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 120 กิโลวัตต์ (kW) อยากทราบค่าตัวประกอบภาระมีค่าเท่ากับเท่าไร

ตอบ ตัวประกอบภาระ = $(56,000 \text{ kWh} \times 100\%) / (120 \text{ kW} \times 24 \text{ h/d} \times 30 \text{ d}) = 65\%$

2.2.2 พลังงานไฟฟ้า

พลังงานไฟฟ้า (Electrical energy) คือเป็นผลคูณระหว่างกำลังไฟฟ้ากับเวลา เป็นค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณพลังงานที่ใช้ไปในเครื่องจักรและอุปกรณ์ไฟฟ้า รวมถึงเป็นค่าที่ถูกนำไปใช้ในการคำนวณค่าไฟฟ้าตามปริมาณการใช้ ตัวอย่าง เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดพิกัด 1,000 วัตต์ ทำงานเป็นเวลาหนึ่งชั่วโมงพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปจะเท่ากับ 3,600 กิโลจูล ซึ่งจะเท่ากับค่าพลังงานไฟฟ้า 1 กิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh) หรือบางครั้งอาจเรียกว่า ยูนิต ซึ่งเป็นหน่วยของการใช้พลังงานไฟฟ้า ที่อ่านได้จากมิเตอร์ไฟฟ้าที่ผู้จำหน่ายใช้อ้างอิงในการซื้อขายไฟฟ้า สามารถคำนวณได้สมการดังต่อไปนี้

$$kWh = \text{กำลังไฟฟ้า (W)} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน (h)} \times \frac{1}{1000} \text{ (kW/W)}$$



กิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh)
หน่วย (unit)

รูปที่ 2.2 หน่วยของการใช้พลังงานไฟฟ้า

ตัวอย่างที่ 3 หลอดไฟขนาด 100 วัตต์ ถูกเปิดใช้งานเป็นระยะเวลา 10 ชั่วโมง
 อยากทราบว่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปสำหรับหลอดไฟหลอดนี้มีค่าเป็นเท่าไร
 คำตอบ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = $100 \text{ W} \times 10 \text{ h} / 1,000 \text{ (W/kW)} = 1 \text{ kWh}$ หรือ
 เท่ากับการใช้ไฟฟ้า 1 หน่วย

2.2.3 การคำนวณค่าไฟฟ้า

การประเมิน ค่าใช้จ่ายจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในอุปกรณ์ เครื่องจักร รวมถึง
 วิธีคำนวณค่าไฟฟ้าตามบิลค่าไฟนั้น มีความสำคัญอย่างมากในการคำนวณหาต้นทุน
 ของพลังงานที่ใช้สำหรับใช้ในการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ ดังนั้นในส่วนนี้จะเน้น
 การอธิบายถึงวิธีการคำนวณค่าไฟฟ้าเบื้องต้นเพื่อใช้เป็นแนวทางการประเมินค่าใช้จ่าย
 ด้านพลังงานต่อไป โดยในวิธีการคำนวณค่าไฟฟ้าจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ก) ค่าไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องจักร

การประเมินค่าไฟฟ้าในอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือเครื่องจักรโดยทั่วไปนั้น
 สามารถคำนวณได้จาก

$$\text{ค่าไฟฟ้า} = \text{กำลังไฟฟ้า}^* (kW) \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน} (h) \times \text{ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (บาท/kWh)}$$

* หมายเหตุ กำลังไฟฟ้า ในที่นี้หมายถึงกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยที่ต้องการสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า
 หรือเครื่องจักรนั้น อาจได้จากแผ่นป้ายแสดงข้อมูล (Nameplate) หรือการตรวจวัด

ข) การคำนวณค่าไฟฟ้าตามบิลค่าไฟ

สำหรับการคำนวณค่าไฟฟ้าตามบิลค่าไฟนั้น ผู้จำหน่ายจะ
 คิดคำนวณค่าไฟฟ้าแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) ค่าพลังงานไฟฟ้า (Energy) ซึ่งเป็น
 ค่าใช้จ่ายตามปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้น และ 2) ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า
 (Demand) ซึ่งหมายถึง ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดในรอบเดือน โดยค่าไฟฟ้าตามบิลค่าไฟ
 จากค่าไฟฟ้าทั้งสองส่วนสามารถคำนวณได้จาก

$$\begin{aligned} \text{ค่าไฟฟ้า} = & \text{พลังงานไฟฟ้า} (kWh) \times \text{อัตราค่าพลังงาน}^* (\text{บาท/kWh}) \\ & + \text{กำลังไฟฟ้าสูงสุด} (kW) \times \text{อัตราค่าความต้องการ}^* (\text{บาท/kW}) \end{aligned}$$



ตัวอย่างที่ 4 จากตัวอย่างที่ 3 ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยของหน่วยงานเท่ากับ 3 บาท/หน่วย อยากทราบว่าค่าไฟฟ้าจากการเปิดหลอดไฟดังกล่าวมีค่าเป็นเท่าใด
คำตอบ ค่าไฟฟ้าของหลอดไฟ = 1 หน่วย \times 3 บาทต่อหน่วย = 3 บาท

ตัวอย่างที่ 5 จากตัวอย่างที่ 2 หากอาคารหลังดังกล่าวใช้อัตราค่าไฟฟ้าแบบตามช่วงเวลาของการใช้ (TOU) ที่แรงดัน 12-21 kV อยากทราบค่าไฟฟ้าโดยประมาณภายในเดือนดังกล่าว หากกำหนดให้ค่าพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดเกิดขึ้นในช่วง on peak

คำตอบ อาคารหลังดังกล่าวใช้ อัตราค่าพลังงานไฟฟ้า = 2.695 บาท/kWh และอัตราค่าความต้องการพลังไฟฟ้า = 132.93 บาท/kW

$$\begin{aligned}\text{ค่าไฟฟ้า} &= 56,000 \text{ kWh} \times 2.695 \text{ บาท/kWh} + 120 \text{ kW} \times 132.93 \text{ บาท/kW} \\ &= 166,871.60 \text{ บาท}\end{aligned}$$

2.2.4 แนวทางการอนุรักษ์พลังงานเบื้องต้นในระบบส่งจ่าย

กำลังไฟฟ้า

- การปรับปรุงค่าตัวประกอบภาระ (LF)
 กรณีที่ค่าตัวประกอบภาระมีค่าน้อยกว่า 80% ควรดำเนินการเพิ่มค่าตัวประกอบภาระให้สูงขึ้นดังนี้
 - (1) ปิดหรือลดการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นในช่วงเวลาที่มีความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Peak demand)
 - (2) จัดตารางการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ไฟฟ้าให้เหมาะสม โดยหลีกเลี่ยงการใช้งานเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดใหญ่พร้อมๆ กัน โดยปรับเลื่อนการทำงานให้ห่างกันในคาบเวลา 15 นาที
 - (3) ใช้อุปกรณ์ควบคุมความต้องการกำลังไฟฟ้า (Demand controller)
 - (4) นำอุปกรณ์เก็บกักพลังงานมาใช้ (Energy storage)

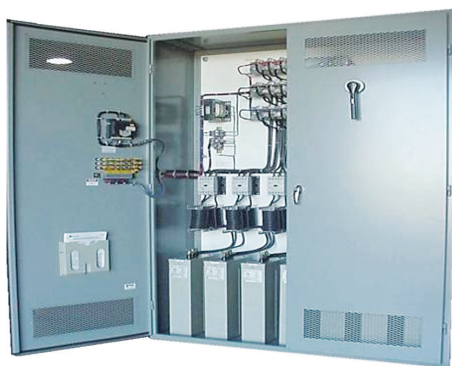
○ การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF)

กรณีที่ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้ามีค่าน้อยกว่า 0.85 ควรดำเนินการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้างดังนี้

- (1) ติดตั้งคาปาซิเตอร์แบงค์ เพื่อเพิ่มค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า
- (2) ติดตั้งมอเตอร์แบบซิงโครนัส

○ การเลือกใช้อัตราค่าไฟฟ้าที่เหมาะสม

การเลือกใช้อัตราค่าไฟฟ้าที่เหมาะสมอาจจะไม่ใช่การอนุรักษ์พลังงานโดยตรงแต่เป็นวิธีหนึ่งในการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าให้กับหน่วยงาน



ตัวอย่างการคำนวณผลประหยัดจากมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

1) มาตรการปรับปรุงค่าตัวประกอบภาระ

อาคารแห่งหนึ่งเปิดทำงาน 24 ชั่วโมงต่อวัน ใช้โครงสร้างค่าไฟฟ้าในอัตราปกติ สำหรับกิจการขนาดกลาง จากการตรวจสอบบิลค่าไฟฟ้าในเดือนมิถุนายนพบว่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวมมีค่าเท่ากับ 280,800 kWh ในขณะที่ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 600 kW อยากทราบว่าอาคารแห่งนี้จะสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าเท่าใด หากดำเนินการปรับปรุงค่าตัวประกอบภาระ

วิธีคำนวณ

ก่อนดำเนินการมาตรการ	
ค่าตัวประกอบภาระ	$\frac{280,000 \text{ (kWh/m)} \times 100\%}{600 \text{ (kW)} \times 24 \text{ h/d} \times 30 \text{ d/m}}$
	= 65%



จากการสำรวจพบว่าเครื่องจักรขนาดใหญ่ส่วนใหญ่ถูกเปิดใช้งานพร้อมๆ กัน วิศวกรประจำอาคารจึงได้ดำเนินการจัดตารางการทำงานของเครื่องจักรขนาดใหญ่ โดยปรับเปลี่ยนการทำงานให้ห่างกันในคาบเวลา 15 นาที พบว่าจะสามารถเพิ่มค่าตัวประกอบภาระเป็น 80%

หลังดำเนินการมาตรการ

หากปรับปรุงค่าตัวประกอบภาระเป็น 80% จะสามารถลดค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดได้เป็น

$$\begin{aligned} \text{ค่าตัวประกอบภาระ} &= \frac{280,800 \text{ (kWh/m)}}{80\% \times 24 \text{ h/d} \times 30 \text{ d/m}} \\ &= 487.5 \text{ kW} \end{aligned}$$

ค่าธรรมเนียมสำหรับค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดของอาคารเท่ากับ 196.26 บาทต่อกิโลวัตต์

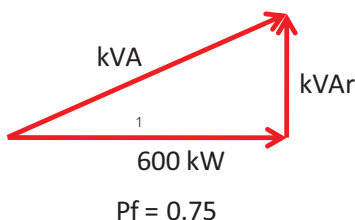
$$\begin{aligned} \text{ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้น} &= (600 \text{ kW} - 487.5 \text{ kW}) \times 196.26 \text{ บาทต่อ} \\ &\quad \text{กิโลวัตต์} \\ &= 22,079 \text{ บาทต่อปี} \end{aligned}$$

2) มาตรการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

หากอาคารตัวอย่างในมาตรการที่ 1 มีค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 0.75 อยากทราบว่าหากอาคารแห่งนี้สามารถปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าให้สูงกว่า 0.85 โดยการติดตั้งคาปาซิเตอร์แบงค์ จะช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าลงเท่าใด

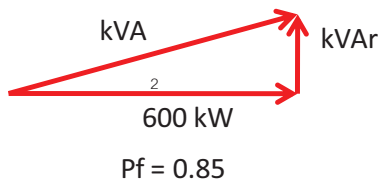
วิธีคำนวณ

ก่อนดำเนินการมาตรการ



$$\begin{aligned} \text{กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ} &= 600 \text{ kW} / 0.75 = 800 \text{ kVA} \\ \text{กำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ} &= \sqrt{800^2 - 600^2} = 529.15 \text{ kVar} \end{aligned}$$

หลังดำเนินการ



$$\text{กำลังไฟฟ้าที่ปรากฏ} = 600\text{kW} / 0.85 = 705.88 \text{ kVA}$$

$$\text{กำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ} = \sqrt{705.88^2 - 600^2} = 371.84 \text{ kVAr}$$

ค่าธรรมเนียมสำหรับค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ของอาคารเท่ากับ 56.07 บาทต่อกิโลวาร์
เริ่มใช้ มิย. 55 www.poa.co.th

$$\begin{aligned} \text{ผลประหยัดที่เกิดขึ้น} &= (529.15 \text{ kVAr} - 371.84 \text{ kVAr}) \times 56.07 \text{ บาทต่อกิโลวาร์} \\ &= 8,820.37 \text{ บาทต่อปี} \end{aligned}$$

หมายเหตุ การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้านั้นนอกจากจะสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าลงแล้วยังมีประโยชน์คือ 1) ลดภาระการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า 2) ลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบ 3) ลดแรงดันไฟฟ้าตกในสายส่งไฟฟ้า

2.3 การอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ

การใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารขนาดใหญ่โดยทั่วไปนั้น เรามักจะแยกการใช้พลังงานไฟฟ้าออกเป็นระบบหลักๆ ได้เป็นสามส่วนคือ ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบอื่นๆ (เช่น เครื่องไฟฟ้าสำนักงาน บิมน้ำ หรือ ลิฟต์โดยสาร เป็นต้น) หากพิจารณาสัดส่วนของปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าตามระบบทั้งสามตามชนิดของอาคารต่างๆ พบว่าระบบปรับอากาศนั้นเป็นระบบที่มีสัดส่วนของปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด คิดเป็น 50%-60% ของปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของอาคารทั่วไป ดังนั้นระบบปรับอากาศจึงน่าจะเป็นระบบที่มีศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงานสูงมากระบบหนึ่ง ซึ่งหากเราเข้าใจถึงพื้นฐาน หลักการทำงาน และเทคนิคการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศแล้ว ก็อาจจะนำไปสู่ผลสำเร็จในการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานในอาคารได้ต่อไป

2.3.1 หลักการทำงานของระบบทำความเย็น

ระบบปรับอากาศโดยทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นการปรับอากาศด้วย เครื่องปรับอากาศขนาดเล็กซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นแบบแยกส่วน (Split-type air conditioner) ซึ่งเหมาะกับห้องปรับอากาศขนาดเล็ก หรือ จะเป็นระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ ที่เหมาะสำหรับอาคารหรือพื้นที่ปรับอากาศขนาดใหญ่ นั้น ต่างก็มีระบบทำความเย็นแบบอัดไอเป็นระบบพื้นฐานในการสร้างความเย็นเพื่อใช้สำหรับการปรับอากาศด้วยกันทั้งสองแบบ การทำความเข้าใจถึงหลักการทำงานของระบบทำความเย็นแบบอัดไอ จึงเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งเมื่อพูดถึงระบบปรับอากาศ ดังนั้นเพื่อให้เข้าใจถึงหลักการทำงานพื้นฐานของการทำความเย็นในระบบปรับอากาศนั้น ในส่วนนี้จึงนำเอาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนมาใช้ในการอธิบาย เนื่องจากเป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไป และง่ายต่อความเข้าใจถึงระบบการปรับอากาศ รูปที่ 2.3 จะแสดงถึงระบบทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ซึ่งประกอบไปด้วยอุปกรณ์พื้นฐาน 4 อุปกรณ์ ดังนี้

(1) เครื่องระเหย (Evaporator) คืออุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอากาศร้อนภายในห้องกับสารทำความเย็น (Refrigerant) หรือ น้ำยาแอร์ ทำหน้าที่ดึงความร้อนออกจากพื้นที่ปรับอากาศ โดยใช้พัดลมดึงอากาศร้อนภายในห้องให้ผ่าน อีวาพอเรเตอร์ หรือ คอยล์เย็น ทำให้ได้ลมเย็นส่งจ่ายไปยังพื้นที่ปรับอากาศต่อไป

(2) เครื่องอัดไอ (Compressor) คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่อัดไอสารทำความเย็นจากเครื่องระเหยให้มีความดันและอุณหภูมิสูงขึ้น และส่งต่อไปยังเครื่องควบแน่น โดยทั่วไปเราจะเรียกเครื่องอัดไอนี้ว่า คอมเพรสเซอร์ และเป็นอุปกรณ์ที่ใช้กำลังไฟฟ้าสูงในการทำงาน

(3) เครื่องควบแน่น (Condenser) คืออุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างไอสารทำความเย็นกับอากาศภายนอกห้อง โดยมีพัดลมดึงเอาอากาศภายนอกให้ไหลผ่าน คอนเดนเซอร์ หรือ คอยล์ร้อน เพื่อระบายความร้อนจากไอสารทำความเย็นให้กับสิ่งแวดล้อม

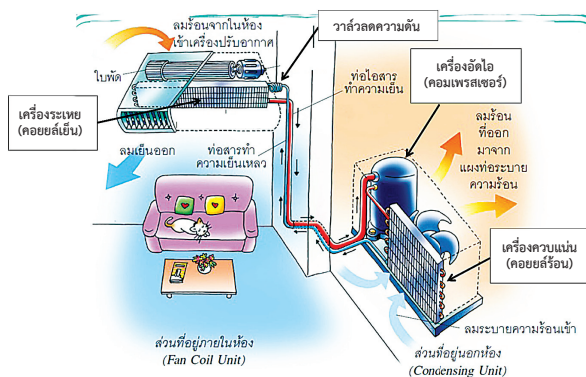
(4) วาล์วลดความดัน (Expansion valve) คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ลดความดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็นก่อนส่งต่อไปยังเครื่องระเหยอีกครั้ง



(ก) ชุดคอยล์เย็น



(ข) ชุดคอยล์ร้อน



ที่มา เอกสารเรื่องเครื่องปรับอากาศที่ใช้ในบ้านพักอาศัย

จาก www.eppo.go.th/encon/book-encon/book.html

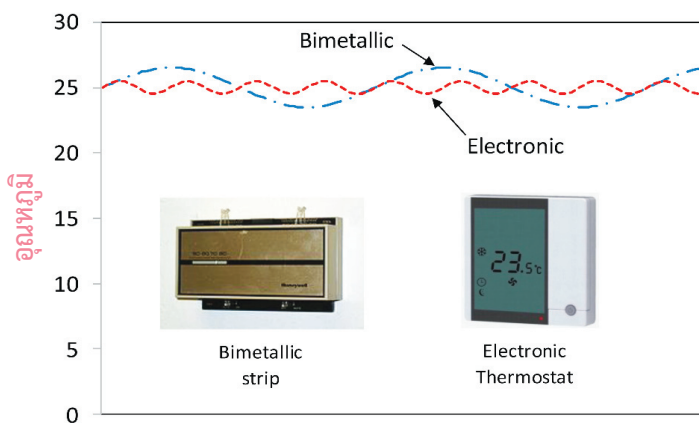
(ค) เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

รูปที่ 2.3 ระบบทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

การควบคุมการทำงานของระบบทำความเย็น

ในระบบทำความเย็นนั้นจะมีอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิหรือเทอร์โมสตัท (Thermostat) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบทำความเย็นเพื่อให้อากาศภายในห้องหรือพื้นที่ปรับอากาศมีอุณหภูมิตามที่ต้องการ (Set point temperature) ตัวอย่างเช่น เมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศเทอร์โมสตัทจะวัดอุณหภูมิของอากาศภายในห้อง หากอากาศภายในห้องมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิที่ตั้งค่าไว้ ชุดควบคุมจะสั่งการให้คอมเพรสเซอร์ทำงาน โดยความร้อนภายในห้องจะถูกดึงออกไปโดยเครื่องระเหย และคายออกให้กับอากาศภายนอกห้องโดยเครื่องควบแน่น ทำให้อุณหภูมิของอากาศภายในห้องปรับอากาศลดลง และเมื่ออุณหภูมิของอากาศภายในห้องลดลงต่ำกว่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้บนเทอร์โมสตัท ชุดควบคุมจะสั่งการให้คอมเพรสเซอร์หยุดทำงาน เป็นผลให้อุณหภูมิภายในห้องเริ่มสูงขึ้นอีกครั้งเนื่องจากความร้อนที่ไหลเข้าสู่ห้องปรับอากาศ และเมื่ออุณหภูมิของห้องสูงกว่าอุณหภูมิของเทอร์โมสตัทคอมเพรสเซอร์ก็จะเริ่มทำงานอีกครั้ง โดยช่วงอุณหภูมิของการตัดต่อการทำงานของคอมเพรสเซอร์โดยเทอร์โมสตัทนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดและประสิทธิภาพของเทอร์โมสตัทแต่ละตัว

เทอร์โมสตัทที่ใช้อยู่ในระบบปรับอากาศโดยทั่วไปอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ (1) แบบ Bimetallic strip เป็นเทอร์โมสตัทที่อาศัยหลักการของการยืดและหดตัวของแผ่นโลหะเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ เทอร์โมสตัทชนิดนี้มีช่วงอุณหภูมิของการตัดต่อการทำงานที่กว้าง และมีความแม่นยำน้อย (2) แบบ Electronic อาศัยอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิแบบอิเล็กทรอนิกส์ทำให้มีความแม่นยำสูง ช่วงอุณหภูมิของการตัดต่อการทำงานที่แคบกว่า



รูปที่ 2.4 การทำงานของเทอร์โมสตัท

สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก

สำหรับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไปมักจะบอกสมรรถนะการทำงานในรูปของประสิทธิภาพ (Efficiency) ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างพลังงานขาออก (Energy output) และพลังงานขาเข้า (Energy input) ทำให้ค่าประสิทธิภาพของเครื่องจักรจะมีค่าไม่เกิน 1.0 (100%) แต่ในกรณีของระบบทำความเย็นและปรับอากาศนั้นค่าสมรรถนะหรือประสิทธิภาพด้านพลังงานนั้นจะถูกแสดงอยู่รูปของค่าประสิทธิภาพเชิงสัมพัทธ์ (Relative efficiency) หรือที่เรียกว่าค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (Coefficient of Performance หรือ COP) ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างความสามารถในการทำความเย็นและพลังงานขาเข้าที่ป้อนให้กับระบบทำความเย็นซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$\text{COP} = \frac{\text{ขีดความสามารถในการทำความเย็น}}{\text{กำลังที่ใช้ในคอมเพรสเซอร์}}$$

โดยที่ ขีดความสามารถในการทำความเย็น (Cooling capacity) คืออัตราการดึงเอาความร้อนออกจากพื้นที่ทำความเย็นของเครื่องทำความเย็น มีหน่วยเป็นวัตต์ และกำลังที่ใช้ในคอมเพรสเซอร์คือกำลังไฟฟ้าที่ต้องให้กับคอมเพรสเซอร์เพื่อทำให้เครื่องทำความเย็นทำงานได้ มีหน่วยเป็นวัตต์เช่นกัน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะจะเป็นค่าตัวเลขที่ไร้หน่วยและอาจมีค่ามากกว่าหนึ่ง หากนำเครื่องทำความเย็นสองเครื่องมาเปรียบเทียบสมรรถนะการทำงานกัน เครื่องทำความเย็นเครื่องใดที่มีค่า COP สูงกว่า ก็หมายถึงการมีประสิทธิภาพด้านพลังงานที่สูงกว่าเครื่องทำความเย็นที่มีค่า COP น้อยกว่า

นอกจากค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ ในบางครั้งประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กอาจจะถูกแสดงอยู่ในรูปของอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency Ratio หรือ EER) ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก

$$\text{EER} = \frac{\text{ขีดความสามารถในการทำความเย็น (Btu/h)}}{\text{กำลังที่ใช้ในคอมเพรสเซอร์ (W)}}$$



ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานจะต่างจากค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะตรงที่หน่วยที่ใช้ในการคำนวณ โดยที่ขีดความสามารถในการทำควมเย็นนั้นจะอยู่ในหน่วยของ บีทียูต่อชั่วโมง ในขณะที่กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในคอมเพรสเซอร์จะมีหน่วยเป็นวัตต์ (1 วัตต์ เท่ากับ 3.412 บีทียูต่อชั่วโมง) โดยค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานดังกล่าวได้ถูกนำมาใช้ในการกำหนดประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศภายใต้โครงการฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต โดยกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศด้วยฉลากประหยัดไฟแสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์ระดับประสิทธิภาพพลังงาน

ระดับประสิทธิภาพ	อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER)
เบอร์ 5	มากกว่าหรือเท่ากับ 11.60
เบอร์ 4	มากกว่าหรือเท่ากับ 10.6 - น้อยกว่า 11.60
เบอร์ 3	มากกว่าหรือเท่ากับ 9.6 - น้อยกว่า 10.6

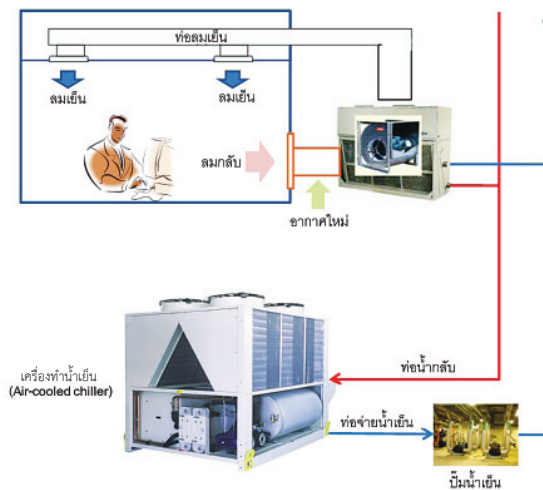
ที่มา http://www2.egat.co.th/labelNo5/air_Saving.htm



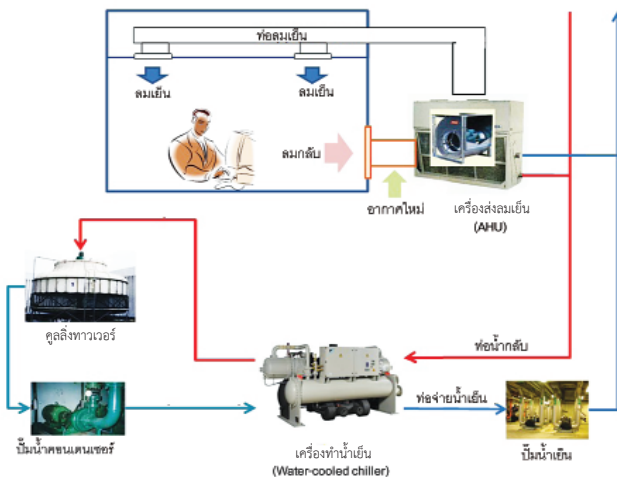
รูปที่ 2.5 ฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 สำหรับเครื่องปรับอากาศ

2.3.2 ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์

เป็นระบบปรับอากาศที่นิยมใช้ในพื้นที่ปรับอากาศขนาดใหญ่ ซึ่งอาจมีหลายห้อง หลายพื้นที่ หรือหลายอาคารก็ได้ มีเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) เป็นอุปกรณ์หลักทำหน้าที่ผลิตน้ำเย็นและมีปั้มน้ำเย็นทำหน้าที่ส่งจ่ายน้ำเย็นไปยังพื้นที่ที่ต้องการปรับอากาศ โดยมีเครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit, AHU) หรือ เครื่องเป่าลมเย็นขนาดเล็ก (Fan Coil Unit, FCU) ทำหน้าที่ส่งจ่ายลมเย็นไปยังพื้นที่ปรับอากาศต่อไป ระบบปรับอากาศแบบนี้อาจแบ่งออกเป็น 2 ระบบ ตามวิธีการระบายความร้อนออกจากเครื่องทำน้ำเย็นสู่สิ่งแวดล้อม คือ แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-cooled system) และแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water-cooled system) โดยระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศนั้นจะใช้อากาศในการระบายความร้อนออกคอนเดนเซอร์โดยตรง (ดูรูปที่ 2.6 ก) ในขณะที่แบบระบายความร้อนด้วยน้ำนั้นจะใช้น้ำในการระบายความร้อนออกจากคอนเดนเซอร์แทน การใช้อากาศซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพในการระบายความร้อนที่ต่ำกว่า ในขณะที่น้ำจากคอนเดนเซอร์จะถูกปั้มน้ำคอนเดนเซอร์ส่งต่อไปยังคูลลิ่งทาวเวอร์เพื่อระบายความร้อนให้กับอากาศต่อไป (ดูรูปที่ 2.6 ข)



(ก) ระบายความร้อนด้วยอากาศ



(ข) ระบายความร้อนด้วยน้ำ
รูปที่ 2.6 ระบบทำความเย็นแบบรวมศูนย์

เครื่องทำน้ำเย็น คือทำหน้าที่ผลิตน้ำเย็นเพื่อส่งจ่ายไปยังพื้นที่ปรับอากาศ โดยภายในเครื่องจะมีระบบทำความเย็นแบบอัดไอเหมือนกับระบบทั่วไป แต่การใช้งานต่างกันตรงที่หากเป็นระบบทำความเย็นสำหรับเครื่องปรับอากาศทั่วไปการแลกเปลี่ยนความร้อนจะเกิดระหว่างสารทำความเย็นกับอากาศภายในพื้นที่ปรับอากาศ ในขณะที่เครื่องทำน้ำเย็นจะเป็นการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างสารทำความเย็นกับน้ำ เพื่อผลิตน้ำเย็นเพื่อส่งต่อไปแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศภายในพื้นที่ปรับอากาศต่อไป

เครื่องส่งลมเย็น คืออุปกรณ์ส่งจ่ายลมเย็นในระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ ภายในเครื่องส่งลมเย็นจะมีคอยล์เย็น (Cooling coil) ซึ่งรับเอาน้ำเย็นจากเครื่องทำน้ำเย็นมาเพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศจากพื้นที่ปรับอากาศโดยอาศัยพัดลม โดยทั่วไปเครื่องเป่าลมเย็นจะถูกติดตั้งไว้ตามพื้นที่ หรือชั้นต่างๆ ของอาคาร ลมเย็นที่ผลิตได้จะถูกเป่าไปตามระบบท่อลมเพื่อส่งจ่ายให้กับพื้นที่ปรับอากาศ

เครื่องเป่าลมเย็น คืออุปกรณ์เป่าลมเย็นไปยังพื้นที่ปรับอากาศ ภายในเครื่องเป่าลมเย็นจะประกอบด้วย คอยล์เย็น (Cooling coil) และพัดลม เช่นเดียวกับเครื่องส่งลมเย็น แต่มีขนาดเล็กกว่า ดังนั้นจึงสามารถติดตั้งไว้ตามพื้นที่ต่างๆ ของอาคารตามความต้องการ ไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่อกับระบบท่อลม

쿨링ทาวเวอร์ คืออุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบสัมผัส ทำหน้าที่ระบายความร้อนของน้ำควบแน่นจากเครื่องทำน้ำเย็น โดยน้ำระบายความร้อนจะถูกสเปรย์ให้กลายเป็นละอองขนาดเล็กจากด้านบนของคูลิ่งทาวเวอร์ตกลงสู่ด้านล่างผ่านอากาศที่ถูกพัดลมดูดเข้ามาทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนพลังงานในรูปของความร้อนแฝงเนื่องจากน้ำบางส่วนระเหยกลายเป็นไอทำให้อุณหภูมิของน้ำลดลง และน้ำเย็นที่ได้ถูกส่งกลับไปยังเครื่องทำน้ำเย็นอีกครั้ง

ปั๊มน้ำ คืออุปกรณ์สำคัญที่หน้าที่ส่งจ่ายและหมุนเวียนน้ำเย็นในระบบการทำความเย็นแบบรวมศูนย์ อาจมีทั้งปั๊มน้ำเย็นและปั๊มน้ำคอนเดนเซอร์ อีกทั้งยังเป็นอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากรองจากเครื่องทำน้ำเย็น **สมรรถนะการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น**

เนื่องจากเครื่องทำน้ำเย็นนั้นใช้ระบบทำความเย็นแบบอัดไอเช่นเดียวกันกับเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก ดังนั้นประสิทธิภาพด้านพลังงานของเครื่องทำน้ำเย็นจึงสามารถแสดงได้อยู่ในรูปของค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตามในบางครั้งสมรรถนะการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นอาจจะถูกแสดงอยู่ในรูปของอัตราส่วนระหว่างกำลังงานที่ใช้ในคอมเพรสเซอร์ในหน่วยกิโลวัตต์ กับขีดความสามารถในการทำควมเย็นในหน่วยตันความเย็น (RT) โดย 1 ตันความเย็น มีค่าเท่ากับ 12,000 บีทียูต่อชั่วโมง สามารถคำนวณได้จาก สมการต่อไปนี้

$$kW/RT = \frac{\text{กำลังที่ใช้ในคอมเพรสเซอร์ (kW)}}{\text{ขีดความสามารถในการทำควมเย็น (RT)}}$$

จากสมการข้างต้นจะเห็นว่าค่า kW/RT คือส่วนกลับของค่า COP ซึ่งมีหน่วยของกำลังไฟฟ้าที่ใช้และขีดความสามารถในการทำควมเย็นเป็นกิโลวัตต์และตันความเย็นตามลำดับ ดังนั้นเครื่องทำน้ำเย็นที่ดีจึงควรมีค่า kW/RT น้อยๆ โดยหากนำเครื่องทำความเย็นสองเครื่องมาเปรียบเทียบสมรรถนะการทำงานกัน เครื่องทำความเย็นเครื่องใดที่มีค่า kW/RT สูงกว่า ก็หมายถึงการมีประสิทธิภาพด้านพลังงานที่ต่ำกว่าเครื่องทำความเย็นที่มีค่า kW/RT น้อยกว่า นอกจากค่า kW/RT สามารถนำมาใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างเครื่องทำความเย็นแล้ว ค่า kW/RT ของเครื่องทำน้ำเย็นแต่ละเครื่องอาจเปลี่ยนแปลงไปตามเปอร์เซ็นต์ภาระการทำงาน



(Load factor) ในแต่ละช่วงเวลา โดยเปอร์เซ็นต์ภาระการทำงานอาจแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ กรณีเครื่องทำน้ำเย็นทำงานที่ภาระเต็มพิกัด (Full load) ค่าเปอร์เซ็นต์ภาระการทำงานเท่ากับ 1 (100%) และ กรณีเครื่องทำน้ำเย็นทำงานที่ภาระบางส่วน (Part load) ค่าเปอร์เซ็นต์ภาระการทำงานน้อยกว่า 1 ซึ่งโดยทั่วไปค่า kW/RT จะมีค่าต่ำสุดเมื่อมีภาระการทำงานที่ 80%

ความสัมพันธ์ระหว่าง COP EER และ kW/RT

ค่า COP EER และ kW/RT เป็นค่าที่ใช้แสดงสมรรถนะการทำงานของระบบทำความเย็นดังที่กล่าวมาข้างต้น โดยค่าดังกล่าวเป็นค่าแสดงประสิทธิภาพพลังงานขณะที่ระบบทำความเย็นทำงานเต็มพิกัด ซึ่งมีความสัมพันธ์กันดังนี้

$$EER = 3.412 \times COP$$

$$kW/RT = 3.517 \times COP$$

$$kW/RT = 12 / EER$$

จากความสัมพันธ์ที่แสดงข้างต้น จะเห็นว่าหากเราทราบค่าหนึ่งค่าใดไม่ว่าจะเป็น COP EER หรือ kW/R เราก็จะสามารถแปลงค่าดังกล่าวให้อยู่ในรูปอื่นที่เหลือได้อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปแล้ว ค่า EER มักจะนิยมใช้แสดงสมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก ในขณะที่ค่า kW/RT จะถูกใช้สำหรับแสดงสมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็นขนาดใหญ่ ส่วนค่า COP จะเป็นค่าสากลในการแสดงประสิทธิภาพด้านพลังงานของเครื่องจักรความร้อนทั่วไปทางเทอร์โมไดนามิกส์

ตัวอย่างที่ 6 หากเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงขนาด 36,000 Btu/h มีค่า EER เท่ากับ 11 Btu/h/W อยากทราบว่า เครื่องปรับอากาศเครื่องนี้ (ก) มีค่า COP เท่ากับเท่าใด และ (ข) ต้องการกำลังไฟฟ้าเท่าใดหากต้องการทำความเย็นให้ได้ 1 ตัน

คำตอบ (ก) ค่า COP = $11/3.412 = 3.22$

(ข) กำลังไฟฟ้า = $12/11 = 1.09$ kW ต่อตันความเย็น

2.3.3 ภาระการทำความเย็นของพื้นที่ปรับอากาศ

ภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศนั้น จะขึ้นอยู่กับแหล่งความร้อนของห้องปรับอากาศ และภาระการทำความเย็นดังกล่าว เป็นตัวกำหนดขนาดและภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศ และโดยทั่วไปแหล่งความร้อนของห้องปรับอากาศสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

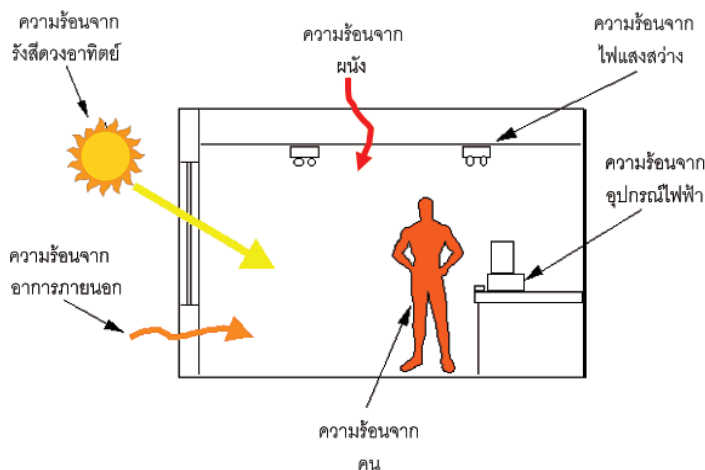
(1) แหล่งความร้อนภายนอก (External load) ได้แก่

ความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ เป็นความร้อนที่เข้าไปในพื้นที่ปรับอากาศในรูปการแผ่รังสีความร้อน (Radiation) ผ่านผนังโปร่งแสง เช่น หน้าต่าง หรือประตูกระจก เป็นต้น

ความร้อนจากผนัง เป็นความร้อนที่เข้ามาในพื้นที่ปรับอากาศในรูปการนำความร้อน (Conduction) ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากผลต่างระหว่างอุณหภูมิผิวของผนังภายนอกและภายในอาคาร

ความร้อนจากอากาศภายนอก เป็นความร้อนที่มากับอากาศร้อนภายนอกอาคารและผ่านเข้ามาภายในพื้นที่ปรับอากาศ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ความร้อนจากอากาศแทรกซึม (Infiltration) และความร้อนจากการระบายอากาศ (Ventilation)

(2) แหล่งความร้อนภายใน (Internal load) ได้แก่ คน ไฟแสงสว่าง และอุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นต้น



รูปที่ 2.7 แหล่งความร้อนของห้องปรับอากาศ

ดังที่กล่าวข้างต้นภาระการทำความเย็นจะเป็นตัวแปรที่ใช้ในการกำหนดขนาดที่เหมาะสมของระบบปรับอากาศสำหรับพื้นที่ปรับอากาศ ซึ่งสมารถที่จะคำนวณได้จากสมการคณิตศาสตร์ซึ่งแสดงปริมาณความร้อนที่มาจากแหล่งความร้อนต่างๆ ภายในพื้นที่ปรับอากาศ โดยขั้นตอนในการคำนวณภาระการทำความเย็นมีความซับซ้อนยุ่งยากในบางครั้งอาจจำเป็นต้องใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยในการคำนวณหาพื้นที่ปรับอากาศหรืออาคารมีขนาดใหญ่และมีความซับซ้อน ดังนั้นเพื่อความสะดวกและลดความยุ่งยากในการประมาณขนาดของเครื่องปรับอากาศแล้ว เราอาจใช้แนวทางการคำนวณอย่างง่ายในการกำหนดขนาดของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งแสดงดังตารางที่ 2.2 ดังนี้

ตารางที่ 2.2 ขนาดของเครื่องปรับอากาศสำหรับห้องแต่ละประเภท

ประเภท	ขนาดของเครื่องปรับอากาศ (บีทียูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร)
ห้องนอน	500 – 600
ห้องทำงานทั่วไป	750 – 900
ห้องอาหาร	1,000
ห้องพักคนไข้	600 – 750
ห้องตรวจโรค	600 – 750
ห้องผ่าตัด	1,200 – 1,500
ห้องประชุม	800 – 1,000

ที่มา: เทคนิคการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร กระทรวงพลังงาน

2.3.4 วิธีคำนวณพลังงานไฟฟ้า

โดยทั่วไปปริมาณการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ขนาด ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ ปริมาณความร้อนในพื้นที่ปรับอากาศ และจำนวนชั่วโมงการทำงาน เป็นต้น นอกจากนี้ปัจจัยบางอย่างก็อาจเปลี่ยนแปลงไปกับเวลาและสภาพแวดล้อมในการทำงานของระบบปรับอากาศ ดังนั้นการที่จะได้ค่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ถูกต้องนั้นจึงจำเป็นต้องอาศัยการตรวจวัดจาก

มิเตอร์ไฟฟ้า อย่างไรก็ดี เราอาจสามารถทำการประมาณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ด้วยวิธีการคำนวณอย่างง่ายด้วยสมการต่อไปนี้

กรณี เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

$$kWh = \frac{\text{ขนาดเครื่องปรับอากาศ (Btu/h)}}{\text{EER (Btu/h/W)} \times 1,000 \text{ (W/kW)}} \times \% \text{การทำงานคอมเพรสเซอร์} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน (h)}$$

โดยที่เปอร์เซ็นต์การทำงานคอมเพรสเซอร์ จะเป็นอัตราส่วนของระหว่าง เวลาทั้งหมดที่คอมเพรสเซอร์ทำงานและระยะเวลาทั้งหมดที่เครื่องปรับอากาศเปิดใช้งาน

กรณี เครื่องทำน้ำเย็น

$$kWh = kW/RT \times \text{ขนาดเครื่องทำน้ำเย็น (RT)} \times \% \text{ภาระ} \times \text{ชั่วโมงการทำงาน (h)}$$

โดยที่เปอร์เซ็นต์ภาระ จะแสดงค่าภาระการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น ที่ภาระบางส่วน ซึ่งจะเห็นได้ว่าภาระการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นตลอดทั้งปีนั้น จะเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา ดังนั้นในการ ประมาณค่าพลังงานไฟฟ้าโดยการคำนวณนั้นจำเป็นต้องมีการบันทึกและติดตาม การทำงานของเครื่องทำความเย็นเพื่อให้ได้ผลการคำนวณที่มีความแม่นยำ

ตัวอย่างที่ 7 หากเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงขนาด 12,000 Btu/h มีค่า COP เท่ากับ 3.25 เปิดทำงานเป็นเวลา 8 ชั่วโมง หากเปอร์เซ็นต์การทำงานของคอมเพรสเซอร์เท่ากับ 80% อยากทราบว่า เครื่องปรับอากาศเครื่องนี้ ใช้พลังงานไฟฟ้าไปเท่าใด

คำตอบ เครื่องปรับอากาศมีค่า COP เท่ากับ 3.25 จะมีค่า EER เท่ากับ $3.412 \times 3.25 = 11.09$ วัตต์ต่อตัน

เครื่องปรับอากาศถูกเปิดใช้งานเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ดังนั้น

$$\begin{aligned} \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้} &= \frac{12,000 \text{ (Btu/h)}}{11.09 \text{ (Btu/h/W)} \times 1,000 \text{ (W/kW)}} \times 80\% \times 8 \text{ (h)} \\ &= 6.925 \text{ kWh} \end{aligned}$$



ตัวอย่างที่ 8 อาคารสำนักงานแห่งหนึ่งใช้เครื่องทำน้ำเย็นขนาด 100 ตัน (RT) ในการปรับอากาศต้องการประมาณค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าตลอดเดือนมีนาคม ว่ามีการใช้พลังงานไปเท่าใด วิศวกรประจำอาคารได้บันทึกค่าการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นไว้แสดงดังตารางต่อไปนี้

%ภาระ	ชั่วโมงการทำงาน	kW/RT
100	41	1.19
80	80	1.04
60	55	1.09

คำตอบ

kW/RT	ขนาดเครื่อง ทำน้ำเย็น (RT)	%ภาระ	ชั่วโมง การทำงาน (h)	kWh
1.19	100	100	41	4,879
1.04	100	80	80	6,656
1.09	100	60	55	3,597
			รวม	15,132

ตลอดเดือนมีนาคมเครื่องทำน้ำเย็นใช้พลังงานไฟฟ้าไปจำนวน **15,132** กิโลวัตต์-ชั่วโมง

2.3.5 มาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ

มาตรการใช้ระบบปัจจุบันให้เกิดประโยชน์สูงสุด (Housekeeping Measures)

- 1) ลดการใช้งานเครื่องปรับอากาศ เช่น ปิดเครื่องปรับอากาศระหว่างพักเที่ยง หรือ ก่อนเลิกงานครึ่งชั่วโมง
- 2) ลดภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศ เช่น การปรับตั้งอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ 25 องศาเซลเซียส หรือการปรับตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทให้สูงขึ้น 1 องศาเซลเซียสจะประหยัดไฟได้ประมาณร้อยละ 3 – 5 หรือ การนำเอาอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นออกจากพื้นที่ปรับอากาศ
- 3) บำรุงรักษาและทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ เช่น การถอดล้างทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศและคอยล์จะสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้ประมาณร้อยละ 5 – 10 หรือ การล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นจะสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้ประมาณร้อยละ 5-10

มาตรการปรับปรุงสิ่งที่มีอยู่ (Minor change Measures)

- 4) เลือกใช้เทอร์โมสตัทอิเล็กทรอนิกส์แทนเทอร์โมสตัทแบบเดิม (Bimetallic strip)
- 5) หุ้มฉนวนกันความร้อน ให้กับท่อน้ำเย็น หรือผนังเพื่อป้องกันความร้อน
- 6) ปรับการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นให้เหมาะสม เช่น ติดตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์เพื่อปรับการทำงานของปั๊มน้ำและพัดลมให้เหมาะสม สามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้ประมาณร้อยละ 10-30 หรือการปรับตั้งอุณหภูมิน้ำเย็นให้สูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส ประหยัดไฟได้ประมาณร้อยละ 3 - 5

มาตรการเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่ (Major change Measures)

- 7) เลือกใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง เช่น เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศเดิมไปใช้เครื่องที่มีฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5
- 8) เปลี่ยนไปใช้เครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำแทนแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ

ตัวอย่างการคำนวณผลประหยัดจากมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

1) มาตรการลดการใช้งานเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ขนาดทำความเย็น 1 ตัน ถูกเปิดใช้งานวันละ 8 ชั่วโมง หากดำเนินการลดการใช้งานเครื่องปรับอากาศได้วันละ 1 ชั่วโมง โดยเป็นการปิดใช้งานในช่วงพักกลางวัน 30 นาที และก่อนเลิกงาน 30 นาที สมมติให้เครื่องปรับอากาศดังกล่าวมีค่า EER เท่ากับ 10 ปีที่อยู่ต่อชั่วโมงต่อวัตต์ ผลประหยัดสามารถคำนวณได้ ดังนี้



วิธีคำนวณ

การใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศในหนึ่งวัน

$$\begin{aligned} \text{kWh ก่อนดำเนินการ} &= [(12,000 \text{ Btu/h} / 10 \text{ Btu/h/W}) / 1,000 \text{ W/kW}] \\ &\quad \times 80\% \times 8\text{h} \\ &= 7.68 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{kWh หลังดำเนินการ} &= [(12,000 \text{ Btu/h} / 10 \text{ Btu/h/W}) / 1,000 \text{ W/kW}] \\ &\quad \times 80\% \times 7\text{h} \\ &= 6.72 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{พลังงานที่ประหยัดได้} &= \text{kWh ก่อนดำเนินการ} - \text{kWh} \\ &\quad \text{หลังดำเนินการ} \\ &= 7.68 - 6.72 \\ &= 0.96 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง} \end{aligned}$$

หากพิจารณาวันทำงาน 300 วันต่อปี และค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3 บาท

$$\begin{aligned} \text{ผลประหยัด} &= 0.96 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน} \times 300 \text{ วันต่อปี} \times 3 \text{ บาท} \\ &\quad \text{ต่อหน่วย} \\ &= 864 \text{ บาทต่อปี} \end{aligned}$$



2) มาตรการเพิ่มอุณหภูมิห้องเป็น 25 องศาเซลเซียส

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ขนาดทำความเย็น 1 ตัน ถูกเปิดใช้งานวันละ 8 ชั่วโมง โดยมีอุณหภูมิของเทอร์โมสตัทเท่ากับ 24 องศาเซลเซียส หากดำเนินมาตรการเพิ่มอุณหภูมิห้องขึ้น 1 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส สมมติให้เครื่องปรับอากาศดังกล่าวมีค่า EER เท่ากับ 10 ปีเทียบกับชั่วโมงต่อวัตต์ ผลประหยัดสามารถคำนวณได้ ดังนี้

วิธีคำนวณ

การใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศในหนึ่งวัน

$$\begin{aligned}\text{kWh ก่อนดำเนินการมาตรการ} &= [(12,000 \text{ Btu/h} / 10 \text{ Btu/h/W}) / 1,000 \text{ W/kW}] \\ &\quad \times 80\% \times 8 \text{ h} \\ &= 7.68 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง}\end{aligned}$$

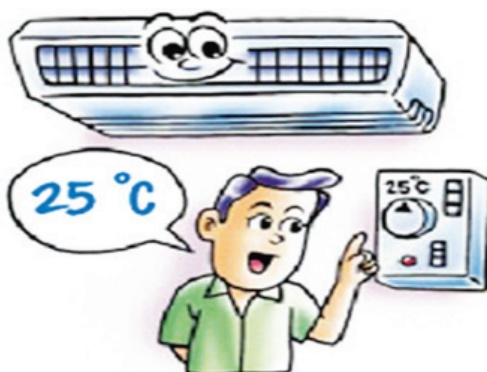
หลังดำเนินการมาตรการ

ผลประหยัดเนื่องจากการเพิ่มอุณหภูมิ 1 องศาเท่ากับ 3%

$$\begin{aligned}\text{พลังงานที่ประหยัดได้} &= \text{kWh ก่อนดำเนินการมาตรการ} \times \% \text{ผลประหยัด} \\ &= 7.68 \times 3\% \\ &= 0.23 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง}\end{aligned}$$

หากพิจารณาวันทำงาน 300 วันต่อปี และค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3 บาท

$$\begin{aligned}\text{ผลประหยัด} &= 0.23 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน} \times 300 \text{ วันต่อปี} \times 3 \text{ บาท} \\ &\quad \text{ต่อหน่วย} \\ &= 207.36 \text{ บาทต่อปี}\end{aligned}$$



3) มาตรการล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ขนาดทำความเย็น 1 ตัน ถูกเปิดใช้งานวันละ 8 ชั่วโมง ก่อนทำความสะอาดมีค่า EER เท่ากับ 8.5 บีทียูต่อชั่วโมงต่อวัตต์ หากดำเนินการล้างทำความสะอาดแล้วจะได้ผลประหยัดซึ่งสามารถคำนวณได้ ดังนี้

วิธีคำนวณ

การใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศในหนึ่งวัน

$$\begin{aligned} \text{kWh ก่อนดำเนินการมาตรการ} &= [(12,000 \text{ Btu/h} / 8.5 \text{ Btu/h/W}) / 1,000 \text{ W/kW}] \\ &\quad \times 80\% \times 8\text{h} \\ &= 9.04 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง} \end{aligned}$$

หลังดำเนินการมาตรการ

ผลประหยัดเนื่องจากการล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศเท่ากับ 5%

$$\begin{aligned} \text{พลังงานที่ประหยัดได้} &= \text{kWh ก่อนดำเนินการมาตรการ} \times \% \text{ผลประหยัด} \\ &= 9.04 \times 5\% \\ &= 0.45 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง} \end{aligned}$$

หากพิจารณาวันทำงาน 300 วันต่อปี และค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3 บาท

$$\begin{aligned} \text{ผลประหยัด} &= 0.45 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน} \times 300 \text{ วันต่อปี} \times 3 \text{ บาท} \\ &\quad \text{ต่อหน่วย} \\ &= 406.59 \text{ บาทต่อปี} \end{aligned}$$



4) มาตรการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ขนาดทำความเย็น 1 ตัน ถูกเปิดใช้งานวันละ 8 ชั่วโมง จากการทำการตรวจวัดพบว่ามีค่า EER เท่ากับ 7.2 ปีที่ยู่ต่อชั่วโมงต่อวัตต์ หากทำการเปลี่ยนไปใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงซึ่งมีค่า EER เท่ากับ 11.0 ปีที่อยู่ต่อชั่วโมงต่อวัตต์ ผลประหยัดจากการดำเนินมาตรการสามารถคำนวณได้ ดังนี้

วิธีคำนวณ

การใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศในหนึ่งวัน

$$\begin{aligned} \text{kWh ก่อนดำเนินการมาตรการ} &= [(12,000 \text{ Btu/h} / 7.2 \text{ Btu/h/W}) / 1,000 \text{ W/kW}] \\ &\quad \times 80\% \times 8\text{h} \\ &= 10.67 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{kWh หลังดำเนินการมาตรการ} &= [(12,000 \text{ Btu/h} / 11 \text{ Btu/h/W}) / 1,000 \text{ W/kW}] \\ &\quad \times 80\% \times 8\text{h} \\ &= 6.98 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{พลังงานที่ประหยัดได้} &= \text{kWh ก่อนดำเนินการมาตรการ} - \text{kWh} \\ &\quad \text{หลังดำเนินการมาตรการ} \\ &= 10.67 - 6.72 \\ &= 3.68 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง} \end{aligned}$$

หากพิจารณาวันทำงาน 300 วันต่อปี และค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3 บาท

$$\begin{aligned} \text{ผลประหยัด} &= 3.68 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน} \times 300 \text{ วันต่อปี} \times 3 \text{ บาท} \\ &\quad \text{ต่อหน่วย} \\ &= 3,316.4 \text{ บาทต่อปี} \end{aligned}$$



5) มาตรการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ เป็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ

เครื่องทำน้ำเย็นขนาด 100 ตัน (RT) แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ มีค่าประสิทธิภาพด้านพลังงานจากการตรวจวัดเท่ากับ 1.2 kW/RT หากเปลี่ยนไปใช้เครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำซึ่งมีค่าประสิทธิภาพด้านพลังงาน 0.9 kW/RT สมมติเครื่องทำน้ำเย็นดังกล่าวมีการทำงานที่ 80% และถูกเปิดใช้งานวันละ 8 ชั่วโมง ผลประหยัดที่เกิดขึ้นจากการดำเนินมาตรการสามารถคำนวณได้ ดังนี้

วิธีคำนวณ

การใช้พลังงานของเครื่องทำน้ำเย็นในหนึ่งวัน

$$\begin{aligned} \text{kWh ก่อนดำเนินมาตรการ} &= 1.2 \text{ kW/RT} \times 1,000 \text{ RT} \times 80\% \times 8\text{h} \\ &= 7,680 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{kWh หลังดำเนินมาตรการ} &= 0.9 \text{ kW/RT} \times 1,000 \text{ RT} \times 80\% \times 8\text{h} \\ &= 5,760 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{พลังงานที่ประหยัดได้} &= \text{kWh ก่อนดำเนินมาตรการ} - \text{kWh} \\ &\quad \text{หลังดำเนินมาตรการ} \\ &= 7,680 - 5,760 \\ &= 1,920 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง} \end{aligned}$$

หากพิจารณาวันทำงาน 300 วันต่อปี และค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3 บาท

$$\begin{aligned} \text{ผลประหยัด}^1 &= 1,920 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน} \times 300 \text{ วันต่อปี} \times 3 \text{ บาท} \\ &\quad \text{ต่อหน่วย} \\ &= 1,728,000 \text{ บาทต่อปี} \end{aligned}$$

หมายเหตุ 1) ผลประหยัดที่เกิดขึ้นพิจารณาเฉพาะการใช้พลังงานในเครื่องทำน้ำเย็นเพียงอย่างเดียวไม่รวมถึงปริมาณการใช้พลังงานในอุปกรณ์เพิ่มเติมอื่นๆ (เช่น ปั๊มน้ำคอนเดนเซอร์ และ พัดลมของคูลิ่งทาวเวอร์) ในระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ





2.4 การอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ระบบไฟฟ้าแสงสว่างเป็นระบบที่มีความสำคัญอีกระบบหนึ่งในทุกๆ อาคาร เนื่องจากคุณภาพของไฟแสงสว่างมักจะมีผลกระทบต่อคุณภาพในการทำงานของมนุษย์ อีกทั้งยังเป็นระบบที่ใช้ไฟฟ้ามากเป็นอันดับสองในอาคาร รองจากระบบปรับอากาศ

2.4.1 พื้นฐานความรู้เกี่ยวกับไฟแสงสว่าง

ไฟแสงสว่างมีความสำคัญต่อคุณภาพในการทำงานของมนุษย์ โดยการจัดให้อาคารหรือห้องทำงานมีแสงสว่างที่เหมาะสมทั้งปริมาณ (Quantity) และคุณภาพ (Quality) จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นในส่วนนี้จะเน้นพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับไฟแสงสว่างทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ ซึ่งจะถูกนิยามและอธิบายด้วยคำศัพท์ต่อไปนี้

ความส่องสว่าง (Illuminance) คือปริมาณแสงสว่างที่ตกกระทบบนพื้นผิวต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ มีหน่วยเป็น ลูเมนต่อตารางเมตร หรือ ลักซ์ (lux)

ระดับความส่องสว่าง (Light level)

เป็นระดับของความส่องสว่างที่เหมาะสมตามลักษณะการใช้งานของแต่ละพื้นที่ โดยสามารถแสดงได้โดยตารางที่ 2.3 ดังนี้

ตารางที่ 2.3 ค่าความส่องสว่างที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ภายในอาคาร

ลักษณะพื้นที่	ความส่องสว่าง (ลักซ์)	กำลังไฟฟ้า* (วัตต์/ตร.ม.)
ห้องทำงานทั่วไป	200 - 750	15-50
งานเขียนแบบหรืองานฝีมือ	500 - 1000	35-70
พื้นที่ทางเดินภายในอาคาร	50 - 150	5-10
โถงนั่งพัก	100 - 200	7-15
บันได บันไดเลื่อน ทางเลื่อน	100 - 200	7-15
ห้องอาหารทั่วไปภายในอาคาร	50 - 150	4-10
ห้องน้ำ ห้องสุขา	100 - 300	7-20
ห้องเก็บของ	100 - 150	7-10

*เป็นค่าประมาณสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยคิดที่ 7 วัตต์ /ตร.ม. ต่อ 100 ลักซ์

2.4.2 ส่วนประกอบของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ระบบไฟฟ้าแสงสว่างประกอบด้วยหลอดไฟ บัลลาสต์ โคมไฟ และส่วนควบคุม นอกจากนี้ในหลอดบางชนิดยังต้องมีอุปกรณ์ประกอบอื่นๆอีก โดยในการศึกษาจะเริ่มที่หัวใจของระบบคือหลอดไฟชนิดต่างๆ ดังนี้

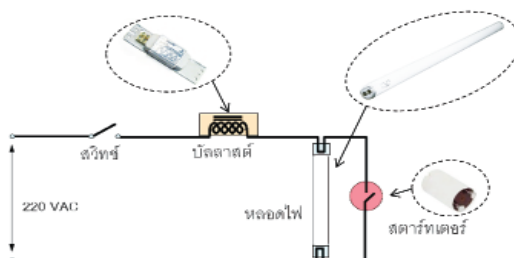
หลอดไฟ (Lamps)

○ **หลอดไส้ (Incandescent Lamp)** เป็นหลอดไฟที่มีใช้กันมาอย่างยาวนาน มีประสิทธิภาพต่ำ แสงสว่างที่ได้เกิดจากไส้หลอดที่ร้อนแดงเมื่อมีไฟฟ้าวิ่งผ่าน ไส้หลอดทำจากทังสเทน (Tungsten) เป็นหลอดที่มีความร้อนสูง ปัจจุบันได้มีการพัฒนาให้เป็นหลอดทังสเทนฮาโลเจน (Tungsten Halogen Lamp) ลักษณะการทำงานเหมือนกับหลอดไส้แบบดั้งเดิม แต่ในตัวหลอดบรรจุก๊าซฮาโลเจน ทำให้หลอดมีอายุการใช้งานมากขึ้น



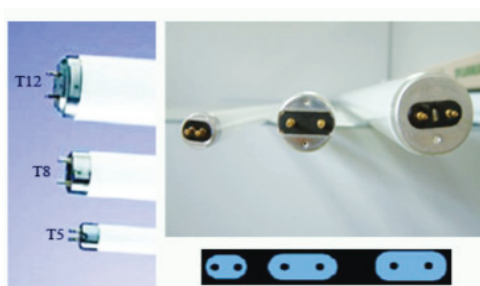
รูปที่ 2.8 หลอดไส้และหลอดทังสเทนฮาโลเจน

○ **หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp)** เป็นหลอดไฟที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในอาคารและบ้านเรือนทั่วไป เนื่องจากเป็นหลอดไฟที่มีประสิทธิภาพสูงและอายุการใช้งานนาน มีหลักการทำงานคือเมื่อประจุไฟฟ้าวิ่งผ่านแก๊สที่บรรจุในหลอด จะทำให้แก๊สแตกตัวเปล่งแสง UV เข้ากระทบผิวในของหลอดที่ฉาบสารเรืองแสง (เช่น ฟอสเฟอร์) ทำให้เกิดเป็นแสงที่มองเห็นออกมา คุณสมบัติเด่นคือมีความเพี้ยนของสีน้อย สีของแสงที่เหมาะสมกับระดับความสว่างที่ใช้ในการทำงาน หลอดชนิดนี้ต้องทำงานร่วมกับอุปกรณ์ประกอบคือบัลลาสต์ และสตาร์ทเตอร์ ซึ่งมียังจรรยาบรรณแสดงดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 วงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์

หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้แต่เดิมจะเป็นแบบ T12 จากนั้นได้พัฒนา มาเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบผอม T8 ซึ่งมีขนาด 18 วัตต์ และขนาด 36 วัตต์ ปัจจุบันได้มีการนำเอาหลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูงหรือหลอดผอมแบบใหม่ T5 มาใช้ โดยหลอดประสิทธิภาพสูงดังกล่าวจะมีขนาด 14 วัตต์ และ 28 วัตต์ ตามลำดับ ซึ่งสามารถทำให้ประหยัดพลังงานได้เกือบ 30 % และยังให้ปริมาณ แสงสว่างในระดับเดียวกัน เมื่อเทียบกับหลอดผอม T8 แบบเดิม



รูปที่ 2.10 หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบ T5 T8 และ T12

○ หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent Lamp : CFL) มีหลักการทำงานเหมือนหลอดฟลูออเรสเซนต์ เพียงแต่ย่อขนาดตัวหลอดไฟ บัลลาสต์ และสตาร์ทเตอร์ ให้รวมอยู่ในหลอด มีประสิทธิภาพสูงกว่าหลอดอินแคนเดสเซนต์สามารถใช้แทนหลอดอินแคนเดสเซนต์ได้ทันที

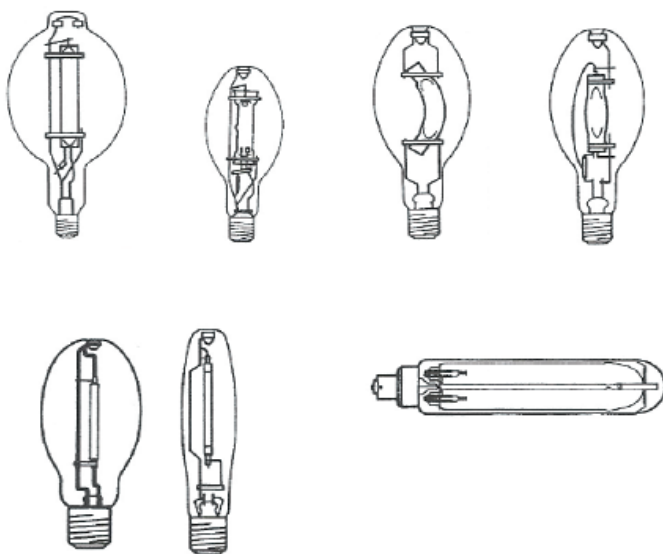


รูปที่ 2.11 หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์

○ หลอดดิสชาร์จ (HID - High Intensity Discharge Lamp) มีหลักการทำงานคล้ายคลึงกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ คือมีการปล่อยประจุไฟฟ้าวิ่งผ่านหลอดซึ่งบรรจุด้วยแก๊สภายในทำให้เกิดแสงสว่างเนื่องจากการเปล่งรังสีของแก๊ส (Gas Discharge) แตกต่างกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ตรงที่แก๊สที่บรรจุภายในหลอดชนิดนี้จะมี ความดันสูงกว่าจึงทำให้เกิดความร้อนและแสงสว่างที่มากกว่า (High intensity) มีอายุการใช้งานประมาณ 10,000 -25,000 ชั่วโมงนิยมติดตั้งในที่สูง หรือใช้งานลักษณะไฟส่องอาคาร สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

- หลอดไอปรอท (Mercury Vapor Lamp) หรือโดยทั่วไปอาจเรียกว่าหลอดแสงจันทร์ เป็นหลอดประเภทดิสชาร์จรุ่นแรกๆ มีประสิทธิภาพและความถูกต้องของสีค่อนข้างต่ำ แสงจะออกสีนวล
- หลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamp) คล้ายกับหลอดแสงจันทร์แต่หัวหลอดทำจากโลหะที่แตกต่างกัน ทำให้มีประสิทธิภาพสูงกว่า นอกจากนี้ความถูกต้องของสีค่อนข้างสูง ทำให้เป็นหลอดที่นิยมใช้กันมากเพราะแสงเหมือนธรรมชาติ
- หลอดโซเดียมความดันไอสูง (High Pressure Sodium Lamp) เป็นหลอดที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าหลอดเมทัลฮาไลด์ ความถูกต้องของสีค่อนข้างต่ำแสงมีสีเหลือง อมส้ม เหมาะสำหรับบริเวณที่ต้องการความสว่างแต่ไม่ต้องการความถูกต้องของสี นิยมใช้ตามถนนและลานจอดรถขนาดใหญ่ๆ

- หลอดโซเดียมความดันต่ำ (Low Pressure Sodium Lamp) เป็นหลอดที่มีประสิทธิภาพสูงสุด แต่ให้ความถูกต้องของสีต่ำที่สุด เหมาะสำหรับให้ความส่องสว่างเสริมจากหลอดไฟชนิดอื่นๆ



รูปที่ 2.12 หลอดดิสชาร์จประเภทต่างๆ

บัลลาสต์ (Ballasts)

บัลลาสต์ที่ใช้ในหลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอดดิสชาร์จนั้นจะมีความแตกต่างกัน ตามชนิดและประเภทของบัลลาสต์ อย่างไรก็ตามในส่วนนี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะบัลลาสต์ที่ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์เท่านั้นเนื่องจากเป็นหลอดที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย อีกทั้งยังมีหลากหลายชนิดให้เลือกใช้

ชนิดของบัลลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์

1) บัลลาสต์แกนเหล็ก

เป็นบัลลาสต์แบบเดิมที่ใช้ทั่วไปในอดีต มีประสิทธิภาพต่ำ บัลลาสต์ประเภทนี้อาจทำให้เกิดกำลังไฟฟ้าสูญเสียประมาณ 8-12 วัตต์

2) บัลลาสต์ความสูญเสียต่ำ

เป็นบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูง มีขนาดเล็กกว่าบัลลาสต์แกนเหล็กแบบเดิม กำลังไฟฟ้าสูญเสียประมาณ 5-6 วัตต์

3) บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

เป็นบัลลาสต์ที่ใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ในการควบคุมกระแสและแรงดันไฟฟ้า ทำให้บัลลาสต์ชนิดนี้มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา อีกทั้งมีกำลังไฟฟ้าสูญเสียต่ำประมาณ 1-3 วัตต์

ข้อดี

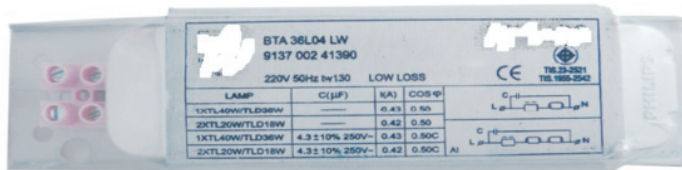
- (1) กำลังสูญเสียลดลงเหลือประมาณ 1 - 3 วัตต์
- (2) คงค่าความส่องสว่างของหลอดไฟได้ดี
- (3) ทำให้หลอดไฟติดง่ายและช่วยยืดอายุการใช้งานของหลอด
- (4) ไม่เกิดความร้อนสูงเมื่อเกิดการลัดวงจรที่ขั้วหลอด

ข้อเสีย

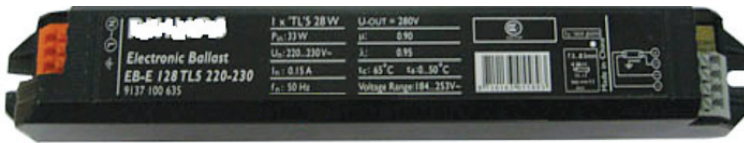
- (1) มีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารบกวน มากกว่าบัลลาสต์แบบขดลวด
- (2) ราคาสูงเมื่อเทียบกับบัลลาสต์แบบขดลวด
- (3) มีความทนทานน้อย ไม่เหมาะกับที่มีอุณหภูมิสูง
- (4) การเปิด-ปิดบ่อยๆ ทำให้อายุการใช้งานสั้น



(ก) บัลลาสต์แกนเหล็ก



(ข) บัลลาสต์ความสูญเสียต่ำ

(ค) บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์
รูปที่ 2.13 บัลลาสต์ชนิดต่างๆ

โคมไฟ (Fixtures หรือ Luminaires)

ทำหน้าที่ยึดหลอดและอุปกรณ์ประกอบเช่น บัลลาสต์ และควบคุมทิศทางแสงจากหลอดไฟให้กระจาย (Spread) หรือรวมแสง (Focus) ไปตกบนพื้นที่ที่เราต้องการ นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับหลอดไฟได้อีกด้วย การเลือกใช้โคมไฟต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน ความสวยงาม ความทนทาน และสะดวกต่อการบำรุงรักษา

การแบ่งแยกประเภทของโคมไฟสามารถทำได้หลายวิธี เช่น แบ่งตามลักษณะการใช้งาน แบ่งตามลักษณะการกระจายแสง แต่ในที่นี้จะแบ่งโคมไฟออกตามประเภทของหลอดไฟดังนี้

- โคมดาวน์ไลท์ ใช้กับหลอดไส้ หลอดทั้งสแตนฮาโลเจน และหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ นิยมติดตั้งไว้ที่ฝ้าเพดานเพื่อความสวยงาม



รูปที่ 2.14 โคมดาวน์ไลท์

- โคมหลอดฟลูออเรสเซนต์ มีทั้งโคมเปลือยและโคมแบบมีแผ่นสะท้อนแสงด้านหลังเพื่อเพิ่มความสว่างดังรูปที่ 2.15 เหมาะกับการติดตั้งที่ความสูงจากพื้นไม่เกิน 4 เมตร



รูปที่ 2.15 โคมหลอดฟลูออเรสเซนต์

- โคมโรงงาน เป็นโคมติดตั้งหลอดดิสชาร์จ์ที่บริเวณหลังคาโรงงาน ซึ่งโดยทั่วไปจะเรียกโคมที่ออกแบบสำหรับการติดตั้งที่ความสูงไม่มากนักว่าโคมโลว์เบย์ ส่วนโคมสำหรับการที่ความสูงมากๆ เช่น 7 เมตรขึ้นไปจะเรียกว่าโคมไฮเบย์



รูปที่ 2.16 โคมโลว์เบย์และโคมไฮเบย์

2.4.3 วิธีคำนวณพลังงานไฟฟ้า

โดยทั่วไปกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างนั้นจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 2 ส่วนคือ ขนาดของหลอดไฟ และ กำลังสูญเสียที่บัลลาสต์ ดังนั้นวิธีการคำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่างจะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังต่อไปนี้

กรณี หลอดไส้ (ไม่มีบัลลาสต์)

$$kWh = \left[\frac{\text{ขนาดหลอดไฟ (W)}}{1,000 (W/kW)} \right] \times \text{จำนวนหลอด} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน (h)}$$

กรณี หลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอดดิสชาร์จ (มีบัลลาสต์)

$$kWh = \left[\frac{\text{ขนาดหลอดไฟ (W)} + \text{กำลังไฟฟ้าสูญเสีย(W)}}{1,000 (W/kW)} \right] \times \text{จำนวนหลอด} \times \text{ชั่วโมงการใช้งาน (h)}$$

ตัวอย่างที่ 9 ห้องประชุมห้องหนึ่งมีหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 12 หลอด ทำงานร่วมกับบัลลาสต์แกนเหล็ก หากห้องประชุมดังกล่าว ถูกเปิดใช้งานเป็นเวลา 4 ชั่วโมง อยากทราบว่าระบบไฟฟ้าแสงสว่างของห้องประชุมใช้พลังงานไฟฟ้าไปเท่าใด

คำตอบ สมมุติกำลังไฟฟ้าสูญเสียในบัลลาสต์แกนเหล็กมีค่าเท่ากับ 10 วัตต์ ระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ถูกเปิดใช้งานเป็นเวลา 4 ชั่วโมง จะใช้พลังงานไฟฟ้าไป

$$\begin{aligned} \text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้} &= \left[\frac{36W + 10W}{1,000 (W/kW)} \right] \times 12 \text{ หลอด} \times 4 h \\ &= 2.208 \text{ kWh} \end{aligned}$$



2.4.4 มาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟแสงสว่าง

มาตรการใช้ประโยชน์ระบบปัจจุบันให้เกิดประโยชน์สูงสุด (Housekeeping Measures)

- 1) ปิดไฟเมื่อไม่ใช้งาน เช่น ปิดไฟแสงสว่างระหว่างพักเที่ยงหรือหลังเลิกงาน
- 2) ใช้แสงสว่างจากธรรมชาติ เช่น สำหรับอาคารทั่วไปพื้นที่บริเวณรอบอาคาร (perimeter zone) ซึ่งมีแสงสว่างจากธรรมชาติส่องถึง อาจปิดไฟในช่วงเวลาที่มีแสงสว่างจากภายนอกเพียงพอ
- 3) บำรุงรักษาและทำความสะอาดโคมไฟอย่างสม่ำเสมอ
- 4) วางตำแหน่งโคมไฟให้สัมพันธ์กับตำแหน่งพื้นที่ใช้งาน

มาตรการปรับปรุงสิ่งที่มีอยู่ (Minor change Measures)

- 5) เลือกใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์แทนบัลลาสต์แกนเหล็ก
- 6) ควบคุมความส่องสว่างให้เหมาะสม เช่น ลดจำนวนหลอดไฟฟ้า หรือติดตั้งอุปกรณ์หรี่แสง (Dimmer)
- 7) เลือกใช้หลอดไฟประสิทธิภาพสูง เช่น การใช้หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์แทนหลอดไส้ หรือการใช้หลอดผอมแบบใหม่ T5 แทนหลอดผอมแบบเก่า T8
- 8) เลือกใช้โคมสะท้อนแสงประสิทธิภาพสูง
- 9) จัดวงจรระบบไฟแสงสว่างให้เหมาะสม เช่น การแยกวงจรไฟแสงสว่างออกเป็นวงจรย่อยๆ ตามลักษณะการใช้งาน ทำให้สามารถปิดหรือเปิดใช้งานไฟแสงสว่างให้สอดคล้องกับความต้องการ
- 10) แยกสวิทช์ควบคุมหลอดไฟ เช่น การติดตั้งสวิทช์กระตุกให้กับหลอดไฟ ทำให้สามารถควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟให้เหมาะสมกับการใช้งาน
- 11) ใช้อุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ เช่น สวิทช์ตั้งเวลา (Timer) สวิทช์แสงแดด (Photocell switch) หรือเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว (Occupancy sensor)

ตัวอย่างการคำนวณผลประหยัดจากมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

1) มาตรการปิดไฟเมื่อไม่ใช้งาน

ห้องธุรการของอาคารแห่งหนึ่งมีหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 20 หลอดถูกเปิดใช้งานวันละ 8 ชั่วโมง หากดำเนินมาตรการปิดไฟระหว่างพักกลางวันเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ผลประหยัดสามารถคำนวณได้ ดังนี้

วิธีคำนวณ

การใช้พลังงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ในหนึ่งวัน

$$\begin{aligned} \text{kWh ก่อนดำเนินการ} &= [(36 \text{ W} + 10 \text{ W}) / 1,000 \text{ W/kW}] \times 20 \times 8 \text{ h} \\ &= 7.36 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{kWh หลังดำเนินการ} &= [(36 \text{ W} + 10 \text{ W}) / 1,000 \text{ W/kW}] \times 20 \times 7 \text{ h} \\ &= 6.44 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{พลังงานที่ประหยัดได้} &= \text{kWh ก่อนดำเนินการ} - \text{kWh หลังดำเนินการ} \\ &= 7.36 - 6.44 \\ &= 0.92 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง} \end{aligned}$$

หากพิจารณาวันทำงาน 300 วันต่อปี และค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3 บาท

$$\begin{aligned} \text{ผลประหยัด} &= 0.92 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน} \times 300 \text{ วันต่อปี} \times 3 \text{ บาทต่อหน่วย} \\ &= 828 \text{ บาทต่อปี} \end{aligned}$$



2) มาตรการใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์แทนบัลลาสต์แกนเหล็ก

ห้องธุรการของอาคารแห่งหนึ่งมีหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 20 หลอดถูกเปิดใช้งานวันละ 8 ชั่วโมง หากทำการเปลี่ยนไปใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์แทนบัลลาสต์แกนเหล็กเดิม ผลประหยัดจากการดำเนินมาตรการสามารถคำนวณได้ ดังนี้

วิธีคำนวณ

การใช้พลังงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ในหนึ่งวัน

$$\begin{aligned} \text{kWh ก่อนดำเนินการ} &= [(36 \text{ W} + 10 \text{ W}) / 1,000 \text{ W/kW}] \times 20 \times 8 \text{ h} \\ &= 7.36 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{kWh หลังดำเนินการ} &= [(36 \text{ W} + 2 \text{ W}) / 1,000 \text{ W/kW}] \times 20 \times 8 \text{ h} \\ &= 6.08 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{พลังงานที่ประหยัดได้} &= \text{kWh ก่อนดำเนินการ} - \text{kWh} \\ &\quad \text{หลังดำเนินการ} \\ &= 7.36 - 6.08 \\ &= 1.28 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง} \end{aligned}$$

หากพิจารณาวันทำงาน 300 วันต่อปี และค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3 บาท

$$\begin{aligned} \text{ผลประหยัด} &= 1.28 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน} \times 300 \text{ วันต่อปี} \times 3 \text{ บาท} \\ &\quad \text{ต่อหน่วย} \\ &= 1,152 \text{ บาทต่อปี} \end{aligned}$$



3) มาตรการใช้หลอดผอมแบบใหม่ T5 แทน หลอดผอมแบบเดิม T8

ห้องธุรการของอาคารแห่งหนึ่งมีหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 20 หลอดถูกเปิดใช้งานวันละ 8 ชั่วโมง หากทำการเปลี่ยนไปใช้หลอดผอมแบบใหม่ T5 ซึ่งมีขนาด 28 วัตต์ ผลประหยัดจากการดำเนินมาตรการสามารถคำนวณได้ดังนี้

หลักการ การเปลี่ยนไปใช้หลอดผอมแบบใหม่ T5 จำเป็นที่จะต้องใช้งานร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ รวมทั้งต้องมีการปรับปรุงขั้วหลอดเดิมให้เหมาะกับหลอดผอมแบบใหม่ด้วย

วิธีคำนวณ

การใช้พลังงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ในวัน

$$\begin{aligned}\text{kWh ก่อนดำเนินมาตรการ} &= [(36 \text{ W} + 10 \text{ W}) / 1,000 \text{ W/kW}] \times 20 \times 8\text{h} \\ &= 7.36 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{kWh หลังดำเนินมาตรการ} &= [(28 \text{ W} + 2 \text{ W}) / 1,000 \text{ W/kW}] \times 20 \times 8\text{h} \\ &= 4.8 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{พลังงานที่ประหยัดได้} &= \text{kWh ก่อนดำเนินมาตรการ} - \text{kWh} \\ &\quad \text{หลังดำเนินมาตรการ} \\ &= 7.36 - 4.8 \\ &= 2.56 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง}\end{aligned}$$

หากพิจารณาวันทำงาน 300 วันต่อปี และค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3 บาท

$$\begin{aligned}\text{ผลประหยัด} &= 2.56 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน} \times 300 \text{ วันต่อปี} \times 3 \text{ บาท} \\ &\quad \text{ต่อหน่วย} \\ &= 2,304 \text{ บาทต่อปี}\end{aligned}$$



4) มาตรการใช้โคมสะท้อนแสงประสิทธิภาพสูงแทนโคมเปลือย

ห้องธุรการมีโคมไฟแบบเปลือยสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ x 2 จำนวน 10 โคม ถูกเปิดใช้งานวันละ 8 ชั่วโมง หากทำการเปลี่ยนไปใช้โคมสะท้อนแสงประสิทธิภาพสูงสำหรับหลอดขนาด 36 วัตต์ x 1 ผลประหยัดจากการดำเนินการสามารถคำนวณได้ ดังนี้

หลักการ การใช้โคมสะท้อนแสงประสิทธิภาพสูงจะช่วยลดจำนวนหลอดไฟแสงสว่างลงได้ครึ่งหนึ่งจากจำนวนหลอดไฟเดิม

วิธีคำนวณ

การใช้พลังงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ในหนึ่งวัน

$$\begin{aligned} \text{kWh ก่อนดำเนินการ} &= [(36 \text{ W} + 10 \text{ W}) / 1,000 \text{ W/kW}] \times 2 \times 10 \times 8 \text{ h} \\ &= 7.36 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{kWh หลังดำเนินการ} &= [(36 \text{ W} + 10 \text{ W}) / 1,000 \text{ W/kW}] \times 1 \times 10 \times 8 \text{ h} \\ &= 3.68 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{พลังงานที่ประหยัดได้} &= \text{kWh ก่อนดำเนินการ} - \text{kWh หลังดำเนินการ} \\ &= 7.36 - 3.68 \\ &= 3.68 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง} \end{aligned}$$

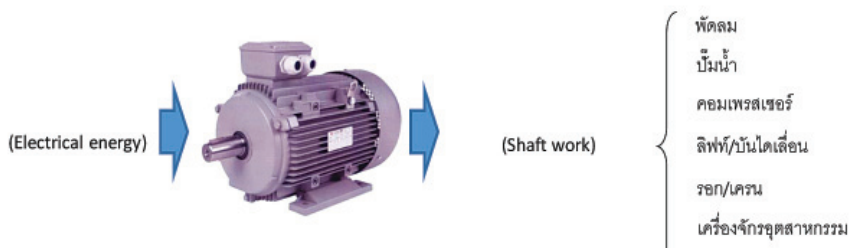
หากพิจารณาวันทำงาน 300 วันต่อปี และค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3 บาท

$$\begin{aligned} \text{ผลประหยัด} &= 3.68 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน} \times 300 \text{ วันต่อปี} \times 3 \text{ บาทต่อหน่วย} \\ &= 3,312 \text{ บาทต่อปี} \end{aligned}$$



2.5 การอนุรักษ์พลังงานสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าคืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลในรูปของงานเนื่องจากเพลาลมุน (Shaft work) ซึ่งงานจากเพลาลมุน จะถูกนำไปใช้เป็นตัวนำหลักในการขับเคลื่อนเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ จำนวนมากทั้งภาคอุตสาหกรรมและครัวเรือน เช่น พัดลม ปั๊มน้ำ คอมเพรสเซอร์ และ รอก/เครน เป็นต้น (ดูรูปที่ 2.17 ประกอบ)



รูปที่ 2.17 มอเตอร์ไฟฟ้า

2.5.1 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีมากมายหลายชนิดทั้งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC motor) และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC motor)

มอเตอร์ไฟฟ้าแบบ เฟสเดียว (Single phase) เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้กับระบบไฟฟ้าแบบเฟสเดียว แรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์ ส่วนใหญ่เป็นมอเตอร์ที่มีขนาดเล็ก ไม่สามารถสตาร์ทการหมุนด้วยตัวเอง ต้องใช้คาปาซิเตอร์ช่วยสำหรับเริ่มต้นการหมุน (Capacitor start) โดยทั่วไปขนาดกำลังน้อยกว่า 3-4 แรงม้า นิยมใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือน เช่น ปั๊มน้ำ และพัดลมขนาดเล็ก เป็นต้น

มอเตอร์ไฟฟ้าแบบ สามเฟส (Three phase) เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้กับระบบไฟฟ้าสามเฟส แรงเคลื่อนไฟฟ้า 380 โวลต์ มีขนาดตั้งแต่ 1/3 แรงม้าขึ้นไป สามารถสตาร์ทการหมุนด้วยตัวเอง (Self-starting) เหมาะสำหรับงานที่ต้องการกำลังขับเคลื่อนสูงโดยเฉพาะอย่างยิ่งอุปกรณ์หรือเครื่องจักรในภาคอุตสาหกรรม



รูปที่ 2.18 มอเตอร์ไฟฟ้าชนิดเหนี่ยวนำ

2.5.2 ประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้า

เนื่องจากมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานกล ดังนั้นประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้า (Efficiency) จะแสดงด้วยอัตราส่วนระหว่างกำลังงานทางกลต่อกำลังงานทางไฟฟ้า ซึ่งสามารถแสดงได้ดังสมการต่อไปนี้

$$\begin{aligned} \text{ประสิทธิภาพ (\%)} &= \frac{\text{กำลังงานทางกล}}{\text{กำลังงานไฟฟ้าขาเข้า}} \times 100\% \\ &= \frac{746 \times \text{แรงม้า [วัตต์]}}{\text{วัตต์}} \times 100\% \end{aligned}$$

สำหรับการพิจารณาว่ามอเตอร์แต่ละตัวเป็นมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงหรือไม่นั้น เราอาจอ้างอิงได้จากมาตรฐานสากลซึ่งเป็นที่ยอมรับทั่วไป ได้แก่ มาตรฐานที่กำหนดโดยองค์กรผู้ผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าแห่งชาติ ของประเทศสหรัฐอเมริกา หรือ National Electrical Manufacturers Association (NEMA) โดยมอเตอร์ที่มีค่าประสิทธิภาพสูงกว่าหรือเทียบเท่ากับค่าที่กำหนดโดย NEMA ในตารางที่ 2.5 จะถูกจัดว่าเป็นมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง ในขณะที่หากพิจารณาประสิทธิภาพของมอเตอร์ตามมาตรฐานที่กำหนดโดยสหภาพยุโรปนั้นประสิทธิภาพของมอเตอร์จะถูกแบ่งออกเป็น 3 ระดับคือ Eff1 Eff2 และ Eff3 เรียงตามลำดับประสิทธิภาพจากมากไปหาน้อย โดยมีป้ายระบุระดับประสิทธิภาพของมอเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 2.18 และกำหนดค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.5 มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงกำหนดโดย NEMA

Open Motors					Enclosed Motors				
hp	3600	1800	1200	900	hp	3600	1800	1200	900
1	—	82.5	80.0	74.0	1	72.5	82.5	80.0	74.0
1.5	82.5	84.0	84.0	75.5	1.5	82.5	84.0	85.5	77.0
2	84.0	84.0	85.5	85.5	2	84.0	84.0	86.5	82.5
3	84.0	86.5	86.5	86.5	3	85.5	87.5	87.5	84.0
5	85.5	87.5	87.5	87.5	5	87.5	87.5	87.5	85.5
7.5	87.5	88.5	88.5	88.5	7.5	88.5	89.5	89.5	85.5
10	88.5	89.5	90.2	89.5	10	89.5	89.5	89.5	88.5
15	89.5	91.0	90.2	89.5	15	90.2	91.0	90.2	88.5
20	90.2	91.0	91.0	90.2	20	90.2	91.0	90.2	89.5
25	91.0	91.7	91.7	90.2	25	91.0	92.4	91.7	89.5
30	91.0	92.4	92.4	91.0	30	91.0	92.4	91.7	91.0
40	91.7	93.0	93.0	91.0	40	91.7	93.0	91.7	91.0
50	92.4	93.0	93.0	91.7	50	92.4	93.0	93.0	91.7
60	93.0	93.6	93.6	92.4	60	93.0	93.6	93.0	91.7
75	93.0	94.1	93.6	93.6	75	93.0	94.1	93.6	93.0
100	93.0	94.1	94.1	93.6	100	93.6	94.5	93.6	93.0
125	93.6	94.5	94.1	93.6	125	94.5	94.5	94.1	93.6
150	93.6	95.0	94.5	93.6	150	94.5	95.0	94.1	93.6
200	94.5	95.0	94.5	93.6	200	95.0	95.0	95.0	94.1
250	94.5	95.4	95.4	94.5	250	95.4	95.0	95.0	94.5
300	95.0	95.4	95.4	—	300	95.4	95.4	95.0	—
350	95.0	95.4	95.4	—	350	95.4	95.4	95.0	—
400	95.4	95.4	—	—	400	95.4	95.4	—	—
450	95.8	95.8	—	—	450	95.4	95.4	—	—
500	95.8	95.8	—	—	500	95.4	95.8	—	—

ตารางที่ 2.6 ประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฟฟ้าตามมาตรฐานสหภาพยุโรป
4 ขั้ว (4 Poles) 2 ขั้ว (2 Poles)

Kw	EFF3 motors η_n	EFF2 motors η_n	EFF1 motors η_n	Kw	EFF3 motors η_n	EFF2 motors η_n	EFF1 motors η_n
1.1	< 76.2	\geq 76.2	\geq 83.8	1.1	< 76.2	\geq 76.2	\geq 82.8
1.5	< 78.5	\geq 78.5	\geq 85.0	1.5	< 78.5	\geq 78.5	\geq 84.1
2.2	< 81.0	\geq 81.0	\geq 86.4	2.2	< 81.0	\geq 81.0	\geq 85.6
3	< 82.6	\geq 82.6	\geq 87.4	3	< 82.6	\geq 82.6	\geq 86.7
4	< 84.2	\geq 84.2	\geq 88.3	4	< 84.2	\geq 84.2	\geq 87.6
5.5	< 85.7	\geq 85.7	\geq 89.2	5.5	< 85.7	\geq 85.7	\geq 88.6
7.5	< 87.0	\geq 87.0	\geq 90.1	7.5	< 87.0	\geq 87.0	\geq 89.5
11	< 88.4	\geq 88.4	\geq 91.0	11	< 88.4	\geq 88.4	\geq 90.5
15	< 89.4	\geq 89.4	\geq 91.8	15	< 89.4	\geq 89.4	\geq 91.3
18.5	< 90.0	\geq 90.0	\geq 92.2	18.5	< 90.0	\geq 90.0	\geq 91.8
22	< 90.5	\geq 90.5	\geq 92.6	22	< 90.5	\geq 90.5	\geq 92.2
30	< 91.4	\geq 91.4	\geq 93.2	30	< 91.4	\geq 91.4	\geq 92.9
37	< 92.0	\geq 92.0	\geq 93.6	37	< 92.0	\geq 92.0	\geq 93.3
45	< 92.5	\geq 92.5	\geq 93.9	45	< 92.5	\geq 92.5	\geq 93.7
55	< 93.0	\geq 93.0	\geq 94.2	55	< 93.0	\geq 93.0	\geq 94.0
75	< 93.6	\geq 93.6	\geq 94.7	75	< 93.6	\geq 93.6	\geq 94.6
90	< 93.9	\geq 93.9	\geq 95.0	90	< 93.9	\geq 93.9	\geq 95.0

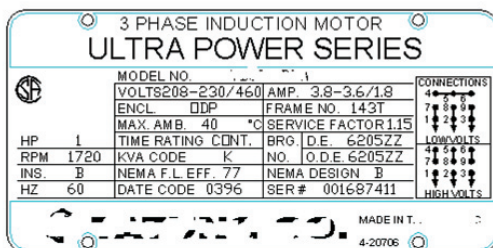
EFF1

EFF2

EFF3

2.5.3 คุณลักษณะการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าชนิดเหนี่ยวนำ

โดยทั่วไปข้อมูลพื้นฐานของมอเตอร์ไฟฟ้า เช่น แรงม้า (HP) ของเพลอาหมุน ความเร็วรอบ กระแสไฟฟ้า หรือประสิทธิภาพของมอเตอร์ เป็นต้น จะถูกระบุอยู่บนแผ่นป้ายแสดงข้อมูล (Nameplate) ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะเป็นข้อมูลการทำงานของมอเตอร์ที่ภาระเต็มพิกัด (Full load) กำหนดโดยขนาดของแรงม้า หรือในบางประเทศอาจจะระบุในรูปของวัตต์หรือกิโลวัตต์ (1 แรงม้า เท่ากับ 746 วัตต์)



รูปที่ 2.19 ตัวอย่างแผ่นป้ายแสดงข้อมูลของมอเตอร์ไฟฟ้า

2.5.4 มาตรการอนุรักษ์พลังงานสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้า

- เลือกขนาดของมอเตอร์ให้เหมาะสมกับภาระการทำงาน
- ใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงแทนมอเตอร์เก่า

การเลือกใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงนอกจากจะช่วยประหยัดพลังงานแล้ว ยังมีความร้อนจากการใช้งานน้อยกว่า ทำให้อายุการใช้งานของฉนวนและลูกปืน มีการสั่นสะเทือนน้อยกว่า และค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์สูง

- นำอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมาใช้

อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบ (Variable Frequency Drive, VFD) หรือ อินเวอร์เตอร์ (Inverter) จะทำหน้าที่ควบคุมความเร็วรอบโดยอาศัยการเปลี่ยนความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่ป้อนให้กับมอเตอร์ ช่วยให้สามารถปรับเปลี่ยนความเร็วรอบการหมุนของมอเตอร์ให้เหมาะสมกับภาระการใช้งาน

- ใช้อุปกรณ์ช่วยสตาร์ทในมอเตอร์ขนาดใหญ่
กรณีมีมอเตอร์ขนาดใหญ่ที่มีการสตาร์ท หรือต้องการเปลี่ยนทิศทางการหมุนบ่อยๆ นั้น ค่ากำลังไฟฟ้าที่ต้องการจะมีค่าสูงกว่าค่ากำลังเต็มพิกัด (Rated) จึงควรมีอุปกรณ์ช่วยสตาร์ทที่เหมาะสมเช่น soft starter

ตัวอย่างการคำนวณผลประหยัดจากมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

1) มาตรการเปลี่ยนมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

มอเตอร์ขนาด 45 kW ทำงานที่ภาระบางส่วนเท่ากับ 75% ประสิทธิภาพเท่ากับ 91.5% โดยถูกใช้งานวันละ 8 ชั่วโมง หากเปลี่ยนไปใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงที่มีคุณลักษณะคล้ายคลึงโดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 93.5% ที่ภาระ 75% หากดำเนินการมาตรการดังกล่าว ผลประหยัดสามารถคำนวณได้ ดังนี้

วิธีคำนวณ

การใช้พลังงานของมอเตอร์ไฟฟ้าในหนึ่งวัน

$$\begin{aligned} \text{kWh ก่อนดำเนินการ} &= [(45 \text{ kW} \times 75\%) / 91.5\%] \times 8\text{h} \\ &= 295.1 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{kWh หลังดำเนินการ} &= [(45 \text{ kW} \times 75\%) / 93.5\%] \times 8\text{h} \\ &= 288.8 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{พลังงานที่ประหยัดได้} &= \text{kWh ก่อนดำเนินการ} - \text{kWh หลังดำเนินการ} \\ &= 295.1 - 288.8 \\ &= 6.3 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง} \end{aligned}$$

หากพิจารณาวันทำงาน 300 วันต่อปี และค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3 บาท

$$\begin{aligned} \text{ผลประหยัด} &= 6.3 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน} \times 300 \text{ วันต่อปี} \times 3 \text{ บาทต่อหน่วย} \\ &= 5,654 \text{ บาทต่อปี} \end{aligned}$$

2) มาตรการปรับความเร็วรอบมอเตอร์

ปั๊มน้ำใช้มอเตอร์ขนาด 2 แรงม้าทำงานเต็มภาระที่ความเร็วรอบ 1,750 รอบต่อนาที และประสิทธิภาพ 91.5% โดยเปิดใช้งานวันละ 4 ชั่วโมง หากสามารถลดการทำงานของปั๊มลงโดยลดความเร็วรอบมอเตอร์ลงเป็น 1,500 รอบต่อนาที ซึ่งมีประสิทธิภาพ 90% โดยใช้อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบ อยากทราบว่า การดำเนินมาตรการดังกล่าว จะได้ผลประหยัดเป็นเท่าใด

วิธีคำนวณ

การใช้พลังงานของมอเตอร์ไฟฟ้าในหนึ่งวัน

$$\begin{aligned} \text{kWh ก่อนดำเนินมาตรการ} &= [(2 \text{ HP} \times 0.746 \text{ kW/HP}) / 91.5\%] \times 4\text{h} \\ &= 6.52 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง} \end{aligned}$$

หลังดำเนินมาตรการ

$$\begin{aligned} \text{กำลังเพลาลดลงเป็น HP2} &= (1,500/1,750)^3 \times 2 = 1.26 \text{ แรงม้า} \\ \text{kWh หลังดำเนินมาตรการ} &= [(1.26 \text{ HP} \times 0.746 \text{ kW/HP}) / 90\%] \times 4\text{h} \\ &= 4.18 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{พลังงานที่ประหยัดได้} &= \text{kWh ก่อนดำเนินมาตรการ} - \text{kWh} \\ &\quad \text{หลังดำเนินมาตรการ} \\ &= 6.52 - 4.18 \\ &= 2.34 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมง} \end{aligned}$$

หากพิจารณาวันทำงาน 300 วันต่อปี และค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3 บาท

$$\begin{aligned} \text{ผลประหยัด} &= 2.34 \text{ กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน} \times 300 \text{ วันต่อปี} \times 3 \text{ บาท} \\ &\quad \text{ต่อหน่วย} \\ &= 2,108 \text{ บาทต่อปี} \end{aligned}$$

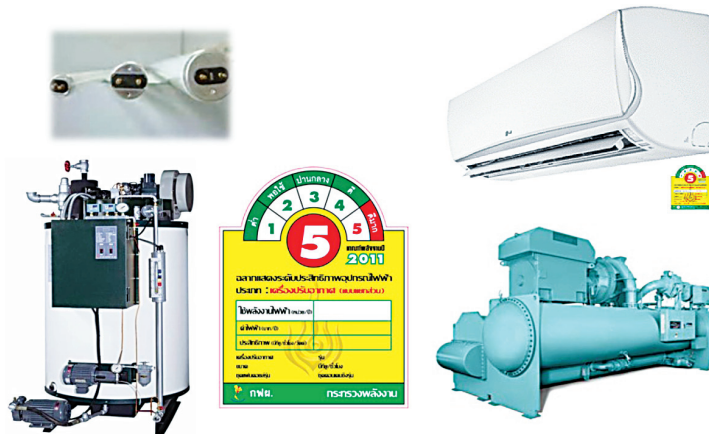


บทที่ 3



การใช้งานและการบำรุงรักษา

- ระบบปรับอากาศ
- ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
- ระบบอื่นๆ



3.1 การบำรุงรักษาระบบปรับอากาศ

แนวทางเบื้องต้นสำหรับการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่ง ประโยชน์นอกจากตรวจสอบให้อุปกรณ์ให้ทำงานได้ตามปกติ และยืดอายุการใช้งานอุปกรณ์ให้นานที่สุดเท่าที่เป็นไปได้แล้ว ยังทำให้อุปกรณ์ต่างๆ สามารถทำงานได้ประสิทธิภาพสูงสุดเพื่อการประหยัดพลังงานอีกด้วย

การบำรุงรักษาในเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก
การดูแลรักษาชุดคอยล์เย็นหรือเครื่องเป่าลมเย็น

- ทำความสะอาดแผงกรองอากาศ
- การทำความสะอาดเครื่องเป่าลมเย็น



การบำรุงรักษาชุดคอยล์ร้อนหรือชุดควบแน่น

- ทำความสะอาดแผงระบายความร้อน และตรวจสอบไม่ให้มีสิ่งกีดขวางทางไหลของอากาศ
- ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า ก่อนและหลังทำความสะอาด
- ตรวจสอบความเรียบร้อยของสายไฟ และความแน่นหนาของข้อต่อสายไฟ
- ตรวจสอบรอยรั่วต่างๆ ของท่อสารทำความเย็น
- ตรวจสอบปริมาณสารทำความเย็นโดยสังเกตจากช่องกระจกมองสารทำความเย็น
- ตรวจสอบแรงดันของสารทำความเย็น

รายการการตรวจสอบสำหรับบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแสดงดังตารางที่ 3.1.1

ตัวอย่างรายการตรวจสอบสำหรับการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ				
รายการตรวจสอบ	ความถี่และระยะเวลา			
	ทุก 1 เดือน	ทุก 3 เดือน	ทุก 6 เดือน	ทุก 1 ปี
• ตรวจสอบสภาพโดยทั่วไปของเครื่องปรับอากาศ	✓			
• ทำความสะอาดแผงกรองอากาศ	✓			
• ทำความสะอาดถาดน้ำทิ้ง	✓			
• บันทึกละเอียดงานไฟฟ้าที่ใช้และความดันของสารทำความเย็น	✓			
• ตรวจสอบอุณหภูมิห้องปรับอากาศ	✓			
• ทำความสะอาดเครื่องควบแน่น (คอนเดนซิงยูนิต, Condensing Unit)	✓			
• รายงานผลประจำเดือน	✓			
• หล่อลื่นลูกปืนต่างๆ ของพัดลม		✓		
• ตรวจสอบปริมาณสารทำความเย็นในระบบ		✓		
• ทำความสะอาดท่อความเย็นที่เครื่องเป่าลมเย็นและถาดรองน้ำทิ้ง			✓	
• ตรวจสอบการทำงานของเทอร์โมสตัท			✓	
• ถัดล้างเครื่องควบแน่น (คอนเดนซิงยูนิต, Condensing Unit) ด้วยน้ำแรงดันสูง			✓	
• ตรวจสอบการทำงานของพัดลมและหล่อลื่นลูกปืน			✓	
• ตรวจสอบเข็ปริมาณน้ำมันที่เครื่องอัด (คอมเพรสเซอร์, Compressor)				✓
• ตรวจสอบระบบไฟฟ้า ข้อต่อสายไฟต่างๆ และอุปกรณ์ป้องกัน				✓
• ตรวจสอบอุปกรณ์ในระบบท่อสารทำความเย็นและฉนวนหุ้มท่อ				✓
• สรุปรายงานประจำปี				✓

ตารางที่ 3.1.1 รายการการตรวจสอบสำหรับบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ
(ที่มา: เทคนิคการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร กระทรวงพลังงาน)

ตัวอย่างสาเหตุข้อขัดข้องและการแก้ไข (Trouble Shooting) เบื้องต้นสำหรับเครื่องปรับอากาศ

อาการที่แสดง	ตรวจสอบสาเหตุที่เกิดขึ้น	การแก้ไข
1. เครื่องปรับอากาศให้ความเย็นน้อย (เครื่องทั้งชุดทำงานปกติ)	ตรวจสอบว่ามีสิ่งใดบังลมที่เครื่องควบแนน	ให้เอาสิ่งบังลมออก
	ตรวจสอบแผงกรองอากาศว่าไม่มีการอุดตัน	ล้างและทำความสะอาด
	ตรวจสอบการรั่วของสารทำความเย็น	ซ่อมแซมจุดที่รั่ว
	ตรวจสอบวันที่หุ้มท่อซารุหรือไม่	ซ่อมแซมฉนวนหุ้มท่อ
2. เครื่องไม่ทำงานทั้งชุด	ตรวจสอบว่ามีกระแสไฟเข้าหรือไม่	
	ตรวจสอบที่ฟิวส์หรือเบรกเกอร์	เปลี่ยนฟิวส์หรือตรวจสอบไฟฟ้า
	ตรวจสอบปลั๊กเสียบว่าแน่นดีหรือไม่	ทั้งระบบ
	ตรวจสอบสายไฟฟ้าว่าขาดตอนหรือไม่	ทำการซ่อมสายไฟใหม่
3. พัฒลมของเครื่องเป่าลมเย็นไม่หมุน	ตรวจสอบลูกปืนของมอเตอร์พัดลมหรือบูช	ถ้าเสียหรือไหม้ควรเปลี่ยนใหม่
	ตรวจสอบขดลวดของมอเตอร์พัดลมว่าขาดหรือไม่	ถ้าขาดควรเปลี่ยนใหม่
	ตรวจสอบคาปาซิเตอร์ของพัดลม	ถ้าเสียควรเปลี่ยนใหม่
4. พัฒลมของชุดระบายความร้อนไม่หมุน	ตรวจสอบลูกปืนของมอเตอร์พัดลมว่าเสียหรือไม่	เปลี่ยนพัดลมที่เสียใหม่
	ตรวจสอบขดลวดของมอเตอร์พัดลมว่าขาดหรือไม่	ถ้าขาดควรเปลี่ยนใหม่
	ตรวจสอบคาปาซิเตอร์ของพัดลม	ถ้าเสียควรเปลี่ยนใหม่
5. คอมเพรสเซอร์ไม่ทำงาน	ตรวจสอบสตาท์คาปาซิเตอร์ของรันคาปาซิเตอร์ว่าเสียหรือไม่	ถ้าไม่ถูกควรตั้งระบบการทำงานใหม่
	ตรวจสอบการลัดวงจรของคอมเพรสเซอร์	ถ้าเสียหรือเกิดการลัดวงจรควรเปลี่ยนคอมเพรสเซอร์หรือซ่อม
6. คอมเพรสเซอร์และมอเตอร์พัดลมชุดระบายความร้อนและเครื่องเป่าลมเย็นทำงานพร้อมกันเมื่อเปิดสวิทช์	ตรวจสอบว่าตั้งระบบการทำงานถูกตำแหน่งหรือไม่	ถ้าไม่ถูกควรตั้งระบบการทำงานใหม่
	ตรวจสอบรีโมทคอนโทรลว่าตั้งไว้ที่ตำแหน่งอุณหภูมิสูงไปหรือไม่	ปรับตำแหน่งที่ถูกต้อง
	ตรวจสอบหน้าคอนแทคและขดลวดของสวิทช์ไฟฟ้า	ถ้าเสียควรเปลี่ยนใหม่
7. น้ำหยดลงมาจากเครื่อง	ตรวจสอบว่าท่อน้ำทิ้งอุดตันหรือไม่	ทำความสะอาดหรือเปลี่ยนท่อน้ำทิ้งใหม่
	ตรวจสอบดูน้ำไหลในท่อน้ำทิ้งหรือไม่ และตรวจสอบวันที่หุ้มท่อว่าหนาเพียงพอหรือไม่	แก้ไขการลาดเอียงของท่อและเพิ่มฉนวนให้เพียงพอ

การบำรุงรักษาระบบปรับอากาศขนาดใหญ่

รายการการตรวจสอบและการบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบปรับอากาศขนาดใหญ่แสดงดังตารางที่ 3.1.3

ตารางที่ 3.1.3 รายการตรวจสอบและบำรุงรักษาอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศขนาดใหญ่

หัวข้อ	รายการตรวจสอบ	ทุกวัน	ทุกเดือน	ทุก 6 เดือน	ทุกปี
1.	คอมเพรสเซอร์				
1.1	ตรวจสอบความดันน้ำมันหล่อลื่นด้าน High		•		
1.2	ตรวจสอบความดันน้ำมันหล่อลื่นด้าน Low		•		
1.3	ตรวจสอบ CUTOUT SETTING ของความดันน้ำมันหล่อลื่น				•
1.4	ตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่น		•		
1.5	ตรวจสอบ Oil Heater				•
1.6	ตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อลื่นเพื่อตรวจเติม				•
1.7	ตรวจสอบระบบการไหลกลับของน้ำมันหล่อลื่นจาก คอมเพรสเซอร์		•		
1.8	เปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นหรือตามระยะเวลา				•
1.9	เปลี่ยนไส้กรองน้ำมันหล่อลื่นหรือตามระยะเวลา				•
1.10	ตรวจสอบความดันของสารทำความเย็นใน Evaporator	•			
1.11	ตรวจสอบความดันของสารทำความเย็นใน Condenser	•			
1.12	ตรวจสอบอุณหภูมิของสารทำความเย็นใน Evaporator	•			



หัวข้อ	รายการตรวจสอบ	ทุกวัน	ทุกเดือน	ทุก 6 เดือน	ทุกปี
1.13	ตรวจสอบอุณหภูมิของสารทำความเย็นใน Condenser	•			
1.14	ตรวจสอบกระแสไฟป้อนแต่ละเฟส	•			
1.15	ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าแต่ละเฟส	•			
1.16	ตรวจสอบกำลังไฟฟ้า	•			
1.17	ตรวจสอบ Power Factor	•			
1.18	ตรวจสอบอุณหภูมิขดลวด	•			
1.19	ตรวจสอบชั่วโมงการทำงาน	•			
1.20	ตรวจสอบ % LOAD	•			
2.	เครื่องควบแน่น (Condenser)				
2.1	ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นด้านเข้า	•			
2.2	ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นด้านออก	•			
2.3	ตรวจสอบความดันของน้ำหล่อเย็นด้านเข้า	•			
2.4	ตรวจสอบความดันของน้ำหล่อเย็นด้านออก	•			
2.5	ตรวจสอบสวิตช์ควบคุมการไหล (Flow switch)				•
2.6	ตรวจสอบ Pipe Connection				•
3.	อีแวพอเรเตอร์ (Evaporator)				
3.1	ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำเย็นด้านเข้า	•			
3.2	ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำเย็นด้านออก	•			
3.3	ตรวจสอบความดันของน้ำเย็นด้านเข้า	•			
3.4	ตรวจสอบความดันของน้ำเย็นด้านออก	•			
3.5	ตรวจสอบสวิตช์ควบคุมการไหล (Flow switch)				•

หัวข้อ	รายการตรวจสอบ	ทุกวัน	ทุกเดือน	ทุก 6 เดือน	ทุกปี
3.6	ตรวจสอบ Pipe Connection				•
3.7	ตรวจสอบ FROST DEVICES				•
3.8	ตรวจสอบ SIGHT GLASS				•
3.9	เปลี่ยน REFRIGERANT DRYER				•
4.	ระบบไฟฟ้าและระบบควบคุม				
4.1	ตรวจสอบ FUSE				•
4.2	ตรวจสอบ CONTROL RELAY				•
4.3	ตรวจสอบและกวดขันข้อต่อสายไฟ				•
4.4	ตรวจสอบ CURRENT LIMITING CONTROL				•
4.5	ตรวจสอบ COMPRESSOR WINDING				•
5.	อื่น ๆ				
5.1	ตรวจสอบข้อมูลใน LOG SHEET ที่บันทึกไว้	•			
5.2	ตรวจสอบสภาพภายนอก เช่น ระดับ แท่นเครื่อง, สปริงกันสะเทือน, ฉนวน กันความร้อน, สายไฟ				•
5.3	ตรวจสอบการทำงานของ VALVE ต่าง ๆ หน้าเครื่อง				•

หอผึ่งลม (Cooling tower)

แนวทางเบื้องต้นในการตรวจสอบหอผึ่งลม แสดงดังตารางที่ 3.1.4

ตารางที่ 3.1.4 แนวทางในการตรวจสอบและบำรุงรักษาหอผึ่งลม

หัวข้อ	รายการตรวจสอบ	ทุกวัน	ทุกสัปดาห์	ทุกเดือน	ทุก 6 เดือน	ทุกปี
1.	พัดลม					
1.1	ตรวจสอบเสียงดังผิดปกติ	•				
1.2	ตรวจสอบการสั่นสะเทือน	•				
1.3	กวาดน๊อต				•	
1.4	ทำความสะอาด				•	
1.5	ตรวจสอบลิม				•	
2.	มอเตอร์ขับเคลื่อน					
2.1	ตรวจสอบเสียงดังผิดปกติ	•				
2.2	กวาดน๊อต				•	
2.3	ทำความสะอาด				•	
2.4	ตรวจสอบข้อต่อของสายไฟ				•	
2.5	วัดกระแสที่ใช้	•				
2.6	วัดแรงดันไฟฟ้า	•				
3.	เกียร์					
3.1	ตรวจสอบเสียงดังผิดปกติ	•				
3.2	ตรวจสอบการรั่วซึมของน้ำมันเกียร์	•				
3.3	ตรวจสอบระดับน้ำมันเกียร์		•			
3.4	ตรวจสอบน้ำในน้ำมันเกียร์			•		
3.5	กวาดน๊อต				•	
3.6	ทำความสะอาด				•	
3.7	เปลี่ยนน้ำมันเกียร์					•

หัวข้อ	รายการตรวจสอบ	ทุกวัน	ทุกสัปดาห์	ทุกเดือน	ทุก 6 เดือน	ทุกปี
4.	ฟิลเลอร์					
4.1	ทำความสะอาด				•	
5.	ระบบจ่ายน้ำ					
5.1	ตรวจการอุดตัน			•		
5.2	ทำความสะอาด			•		
5.3	ตรวจความเร็วรอบ			•		
6.	เปลือกนอก/ตัวถัง					
6.1	กัดน้ำออก					•
6.2	ทำความสะอาด					•
7.	ลูกลอย					
7.1	ตรวจการรั่วซึม		•			
8.	ฐานมอเตอร์					
8.1	ตรวจความแข็งแรง					•
9.	ช่องทางลมเข้า					
9.1	ทำความสะอาด				•	
10.	ระบบน้ำทิ้ง					
10.1	ตรวจระบายน้ำทิ้ง	•				

3-8

Ministry of energy

ปั๊มน้ำเย็น

แนวทางเบื้องต้นในการตรวจสอบปั๊มน้ำเย็นแสดงดังตารางที่ 3.1.5

ตารางที่ 3.1.5 แนวทางในการตรวจสอบปั๊มน้ำเย็น

หัวข้อ	รายการตรวจสอบ	ทุกวัน	ทุกเดือน	ทุก 6 เดือน	ทุกปี
1.	ตรวจสอบ COUPLING และ ALIGNMENT				•
2.	ตรวจสอบ BEARINGS เพื่อตรวจเติมจาระบี		•		
3.	ตรวจสอบ MECHANICAL SEAL		•		
4.	ตรวจสอบ FLEXIBLE JOINT		•		
5.	ตรวจสอบการทำงานของ VALVE หน้าเครื่องสูบน้ำ		•		
6.	ทำความสะอาด STRAINER			•	
7.	ตรวจสอบและกวดขันขั้วต่อสายไฟ				•
8.	ตรวจสอบแผงไฟฟ้าควบคุม				•
9.	ตรวจสอบความดันด้านดูด	•			
10.	ตรวจสอบความดันด้านส่ง	•			
11.	ตรวจสอบกระแสไฟฟ้าป้อนแต่ละเฟส	•			
12.	ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าแต่ละเฟส	•			
13.	ตรวจสอบชั่วโมงการทำงาน	•			
14.	ตรวจสอบข้อมูลใน LOG SHEET ที่บันทึกไว้	•			
15.	ตรวจสอบสภาพภายนอก เช่น ระดับ แท่นเครื่อง, สปริงกันสะเทือน, สายไฟ				•

เครื่องเป่าลมเย็น

แนวทางในการตรวจสอบเครื่องเป่าลมเย็นแสดงดังตารางที่ 3.1.6

ตารางที่ 3.1.6 แนวทางในการตรวจสอบเครื่องเป่าลมเย็น

หัวข้อ	รายการตรวจสอบ	ทุกวัน	ทุกเดือน	ทุก 6 เดือน	ทุกปี
1.	ทำความสะอาด AIR FILTER		•		
2.	ตรวจสอบ BEARING เพื่อตรวจเดิมจาระบี		•		
3.	ตรวจสอบความตึงของสายพาน			•	
4.	ตรวจสอบอุปกรณ์ THERMOSTAT			•	
5.	ตรวจสอบการทำงานของ CONTROL VALVE			•	
6.	ตรวจสอบการทำงานของ BALANCING VALVE			•	
7.	ตรวจสอบการทำงานของ AIR DAMPER			•	
8.	ตรวจสอบรอยรั่วของ Cooling Coil				•
9.	ทำความสะอาด Cooling Coil			•	
10.	ทำความสะอาดถาดรองรับน้ำทิ้ง				•
11.	ตรวจสอบและกวดขันข้อต่อสายไฟ				•
12.	ตรวจสอบแผงไฟฟ้าควบคุม				•
13.	ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำเย็นเข้า	•			
14.	ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำเย็นออก	•			
15.	ตรวจสอบอุณหภูมิ/ความชื้นของลมจ่าย	•			
16.	ตรวจสอบอุณหภูมิ/ความชื้นของลมกลับ	•			
17.	ตรวจสอบกระแสไฟฟ้าป้อนแต่ละเฟส	•			
18.	ตรวจสอบแรงเคลื่อนไฟฟ้าแต่ละเฟส	•			



หัวข้อ	รายการตรวจสอบ	ทุกวัน	ทุกเดือน	ทุก 6 เดือน	ทุกปี
19.	ตรวจสอบชั่วโมงการทำงาน		•		
20.	ตรวจสอบข้อมูลใน LOG SHEET ที่บันทึกไว้	•			
21.	ตรวจสอบสภาพภายนอก เช่น ระดับแท่นเครื่อง, สปริงกันสะเทือน, สายไฟฟ้า				•

3.2 การใช้งานและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

การใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่างอย่างเหมาะสม จะนำไปสู่การอนุรักษ์พลังงานได้ เริ่มตั้งแต่การเลือกใช้หลอดไฟให้เหมาะกับลักษณะงาน ตามตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.2.1 แนะนำคุณสมบัติเฉพาะของหลอดไฟ

ชนิด	การใช้งาน และ คุณสมบัติเฉพาะ
หลอดไส้	ประดับตกแต่ง, ประสิทธิภาพต่ำที่สุด
หลอดทังสเตนฮาโลเจน	แสดงสินค้า, อ่านหนังสือ, ความร้อนสูง
หลอดฟลูออเรสเซนต์	ส่องสว่างทั่วไป
หลอดเมทัลฮาไลด์	สนามกีฬา, ป้ายโฆษณา, ความเพี้ยนของสีน้อย มีลักษณะแสงคล้ายแสงแดด
หลอดโซเดียมความดันไอสูง	ลานจอดรถ, ไฟถนน, สีส้ม, ประหยัดที่สุด
หลอดแสงจันทร์	ลานจอดรถ, แสงสีขาวอมฟ้า, ไม่ค่อยประหยัด

ในการใช้งานของหลอด ฟลูออเรสเซนต์ควรเลือกสีหลอดใช้ให้ถูกต้องจะทำให้คุณภาพการให้แสงดีขึ้น สีของหลอดฟลูออเรสเซนต์มีทั้งหลอด เตไลท์ (6500 K) คูลไวท์ (4200- 4500 K) และวอร์มไวท์ (2700-3000K)

- งานที่ต้องการความส่องสว่างสูงกว่า 500 ลักซ์ ควรใช้หลอดเตไลท์
- งานที่ต้องการความส่องสว่าง 300-500 ลักซ์ ควรใช้หลอดคูลไวท์
- งานที่ต้องการความส่องสว่างต่ำกว่า 300 ลักซ์ ควรใช้หลอดวอร์มไวท์

นอกจากความส่องสว่างแล้ว ความสม่ำเสมอของการส่องสว่างก็มีความสำคัญต่อการทำงาน ซึ่งแนวทางที่เหมาะสมคือ

- ในสำนักงานที่มีการโยกย้ายโต๊ะทำงานบ่อยๆ ควรมีอัตราความส่องสว่างต่ำสุดต่อความส่องสว่างเฉลี่ย ไม่ต่ำกว่า 0.8
- ในพื้นที่ทำงานที่ไม่จำเป็นต้องมีความส่องสว่างสม่ำเสมอ ความส่องสว่างโดยรอบบริเวณทำงานไม่ควรมีความส่องสว่างน้อยกว่า $1/3$ ของความส่องสว่างที่โต๊ะ หรือ พื้นที่ทำงาน เช่น ในห้องผู้จัดการ ที่โต๊ะทำงานมีความส่องสว่าง 500 ลักซ์ บริเวณรอบข้างไม่ควรมีความส่องสว่างน้อยกว่า $500/3 = 170$ ลักซ์ เป็นต้น
- ในพื้นที่ทำงานข้างเคียงไม่ควรมีความส่องสว่างต่างกันมากกว่า 5:1 เช่น ในห้องทำงานมีความส่องสว่าง 500 ลักซ์ เมื่อเดินออกนอกห้องแล้วความส่องสว่างด้านนอกไม่ว่าจะเป็นทางเดินหรืออะไรก็แล้วแต่ไม่ควรมีความส่องสว่างน้อยกว่า 100 ลักซ์ เป็นต้น

หลอดไฟและโคมไฟเมื่อใช้งานไปได้ระยะหนึ่ง ประสิทธิภาพการส่องสว่างจะเริ่มลดลง เนื่องจากฝุ่นละอองที่เกาะบริเวณหลอดไฟและโคมไฟ จึงควรหมั่นทำความสะอาดหลอดไฟและโคมไฟอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ประสิทธิภาพการส่องสว่างมีความใกล้เคียงกับตอนติดตั้งใหม่ๆ



รูปที่ 3-2.1 การทำความสะอาดโคมไฟ

การใช้งานอย่างเหมาะสม

- ควรเลือกใช้หลอดไฟที่มีค่าประสิทธิภาพการส่องสว่างสูงสุดในเงื่อนไขของการใช้งานที่ต้องการ
- วางตำแหน่งโคมไฟให้สัมพันธ์กับตำแหน่งทำงาน
- ใช้โคมไฟตั้งโต๊ะหากต้องการความสว่างเป็นพิเศษ
- เลือกหลอดชนิดที่เหมาะสมกับประเภทของงาน
- ใช้ความส่องสว่างที่เหมาะสมกับพื้นที่
- ติดตั้งสวิตช์ปิด-เปิดอย่างเหมาะสมและเพียงพอ



รูปที่ 3-2.2 การติดตั้งสวิตช์กระตุกเพื่อปิดหลอดไฟที่ไม่ได้ใช้งาน

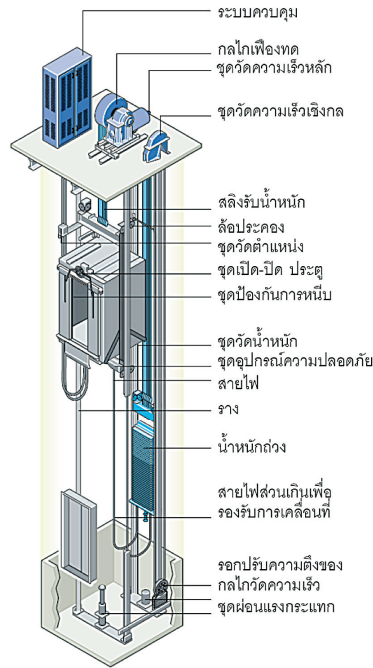
3.3 การอนุรักษ์พลังงานเบื้องต้นในระบบอื่นๆ

ระบบอื่นๆ ในอาคาร แม้ปริมาณการใช้พลังงานในส่วนนี้จะไม่มากเท่าระบบหลักทั้งสองระบบข้างต้น แต่ก็ยังมีมาตรการที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมเพื่อการอนุรักษ์พลังงานได้ ดังต่อไปนี้

3.3.1 ระบบลิฟท์และบันไดเลื่อน

ระบบลิฟท์โดยสาร

ระบบลิฟท์มีหลักการทำงานคือใช้มอเตอร์หมุนลวดสลิงเพื่อยกหรือหย่อนตู้ลิฟท์ในแนวดิ่ง โดยในการทำงานจำเป็นต้องมีน้ำหนักรถ่วงที่ใกล้เคียงกับน้ำหนักของตู้ลิฟท์ เพื่อลดภาระแรงบิดของมอเตอร์ ส่วนประกอบสำคัญของระบบลิฟท์แสดงดังรูปที่ 3.3.1



รูปที่ 3.3.1 ส่วนประกอบของระบบลิฟท์โดยสาร

การใช้พลังงานของระบบลิฟท์ประกอบด้วยระบบควบคุมและระบบขับเคลื่อน ระบบไฟแสงสว่างและระบบระบายอากาศในลิฟท์ และระบบเปิด-ปิด ประตูลิฟท์ นอกจากนี้ยังมีการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศสำหรับห้องเครื่องลิฟท์

การใช้พลังงานหลักเกิดในการขับเคลื่อนลิฟท์ ซึ่งจะใช้พลังงานมากในเวลาที่ลิฟท์เริ่มเคลื่อนที่ ด้วยเหตุนี้การอนุรักษ์พลังงานที่ง่ายที่สุดคือการลดการใช้ลิฟท์ โดยเฉพาะการใช้ลิฟท์ขึ้นหรือลงเพียงชั้นเดียว นอกจากนี้ยังมีมาตรการอนุรักษ์พลังงานและข้อควรรู้กับการใช้ลิฟท์อีกหลายข้อ ดังนี้

- ลดการใช้ลิฟท์ โดยเฉพาะการใช้ลิฟท์ขึ้นหรือลงเพียงชั้นเดียวควรใช้บันได (ยกเว้นในอาคารที่มีแต่บันไดหนีไฟแบบควบคุมความดัน)
- รอคอยคนอื่นเพื่อขึ้น-ลงลิฟท์พร้อมๆ กัน เป็นการลดจำนวนครั้งในการเคลื่อนที่ของลิฟท์
- ควบคุมอุณหภูมิและระบายความร้อนในห้องเครื่องลิฟท์ตามที่ผู้ผลิตแนะนำ (ไม่ปรับอากาศห้องเครื่องลิฟท์จนเย็นเกินไปจะเป็นการสิ้นเปลืองพลังงาน)

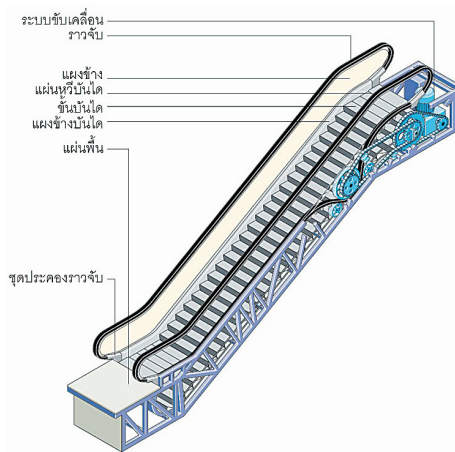
- ลิฟท์รุ่นใหม่จะปิดไฟแสงสว่างในตู้ลิฟท์เมื่อไม่มีการใช้งาน ซึ่งสามารถตัดแปลงติระบบนี้ในลิฟท์รุ่นเก่าได้
- อาคารที่ออกแบบให้ใช้ลิฟท์หลายตัว การลดจำนวนลิฟท์ลงอาจไม่เป็น การประหยัดพลังงาน หากจำนวนลิฟท์ไม่เพียงพอต่อความต้องการของ ผู้ใช้ จะทำให้ลิฟท์ต้องเคลื่อนที่เป็นจำนวนครั้งที่มากขึ้น



รูปที่ 3.3.2 การอนุรักษ์พลังงานในระบบลิฟท์

ระบบบันไดเลื่อน

มีหน้าที่คล้ายระบบลิฟท์ แต่เป็นระบบเปิดที่ทำงานต่อเนื่อง โดยจะมีการใช้พลังงานสูงกว่าระบบลิฟท์ในการขนส่งคนที่ความสูงเท่าๆกัน เนื่องจากโครงสร้างที่เป็น บันไดและราวจับ มีแรงเสียดทานมากกว่า แต่ระบบบันไดเลื่อนมีข้อดีที่ความต่อเนื่อง และโปร่งสบาย จึงเป็นที่นิยมใช้เพื่อการบริการในอาคารธุรกิจขนาดใหญ่



รูปที่ 3.3.3 ส่วนประกอบของระบบบันไดเลื่อน

การอนุรักษ์พลังงานที่ง่ายที่สุดสำหรับระบบบันไดเลื่อนคือการลดการใช้งาน โดยการปิดในช่วงที่มีผู้ใช้น้อย นอกจากนี้ในอาคารที่มีการใช้งานไม่สม่ำเสมอสามารถติดตั้งระบบอัตโนมัติเพื่อตรวจจับผู้ใช้เพื่อเปิด-ปิดบันไดเลื่อนตามความจำเป็นจะช่วยประหยัดพลังงานได้ โดยผู้ติดตั้งระบบจะทำการศึกษาลักษณะการใช้งานเพื่อประเมินความคุ้มค่าในการติดตั้งระบบอัตโนมัติให้

3.3.2 อุปกรณ์สำนักงาน

ปัจจุบันมีอุปกรณ์สำนักงานหลายประเภทที่ช่วยอำนวยความสะดวก และเพิ่มประสิทธิภาพให้กับการทำงานในสำนักงานต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ผล เครื่องถ่ายเอกสารและเครื่องโทรสาร เป็นต้น

การทำงานของอุปกรณ์สำนักงานเหล่านี้ เมื่อมีการใช้งานจะมีช่วงเวลาในการอุ่นเครื่อง หรือบางครั้งจะอยู่ในสภาวะรอทำงาน ซึ่งล้วนแต่เป็นช่วงที่สูญเสียพลังงาน โดยไม่ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ นอกจากนี้ช่วงที่อุปกรณ์เหล่านี้ถูกเปิดใช้งาน จะมีการระบายความร้อนออกสู่ภายนอก ทำให้อุณหภูมิในห้องเพิ่มขึ้นหรือเป็นผลให้เครื่องปรับอากาศต้องทำงานสิ้นเปลืองไฟฟ้ามากขึ้นด้วย ดังนั้น เจ้าของสำนักงาน และผู้ใช้อุปกรณ์ในสำนักงานจึงควรร่วมมือกันใช้งานอย่างถูกต้องเพื่อช่วยกันประหยัดพลังงาน และช่วยลดค่าใช้จ่ายต่างๆ ให้กับสำนักงานได้ โดยในเบื้องต้น การเลือกซื้ออุปกรณ์สำนักงาน ควรเลือกซื้ออุปกรณ์ที่มีสัญลักษณ์รับรองการประหยัดพลังงาน เช่น Energy Star สำหรับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ และ ฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป



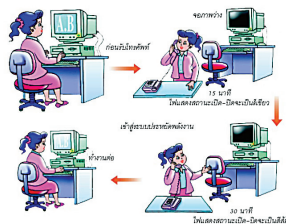
รูปที่ 3.3.4 สัญลักษณ์ Energy Star และ ฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5

คอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดพิมพ์ข้อมูล การวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลในเวลาอันรวดเร็ว ถูกต้องและแม่นยำ และยังเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการค้นคว้าหาข้อมูล ติดต่อสื่อสารกับแหล่งข้อมูลทั่วทุกมุมโลก เราสามารถแบ่งคอมพิวเตอร์ออกเป็น 2 ส่วน คือตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ และจอภาพ

การใช้พลังงานของคอมพิวเตอร์ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดและความละเอียดการแสดงผลของจอภาพ เป็นสำคัญ กล่าวคือ

- คอมพิวเตอร์ชนิดตั้งโต๊ะ (Desktop) ที่มีจอภาพแบบ LCD 17 นิ้ว ใช้กันมากในสำนักงานทั่วไปจะใช้กำลังไฟฟ้า 100 วัตต์ ส่วนคอมพิวเตอร์ชนิดกระเป๋าคือ (Notebook) จะใช้กำลังไฟฟ้า 20 วัตต์
- จอภาพที่มีขนาดใหญ่ ใช้กำลังไฟฟ้ามากกว่าจอภาพที่มีขนาดเล็กกว่า เช่น จอภาพขนาด 19 นิ้ว ใช้กำลังไฟฟ้ามากกว่าจอภาพขนาด 17 นิ้ว
- จอภาพรุ่นเก่าแบบ CRT ที่มีขนาดใหญ่และหนักจะกินไฟมาก จอ CRT ขนาด 17 นิ้วจะกินไฟกว่า 80 วัตต์ ขณะที่จอ LCD ขนาดเดียวกันจะกินไฟประมาณ 20 วัตต์
- ผู้ใช้คอมพิวเตอร์ควรตรวจสอบดูว่า ระบบประหยัดพลังงานในคอมพิวเตอร์ ถูกสั่งให้ทำงานแล้วหรือไม่ ถึงแม้ว่าระบบประหยัดพลังงาน มักจะถูกตั้งให้ทำงานจากผู้ผลิตแล้วก็ตามแต่มีบางรุ่นที่ระบบประหยัดพลังงานไม่ได้ถูกสั่งให้ทำงาน ดังนั้นผู้จึงควรตรวจสอบหรือสั่งให้ระบบนี้ทำงาน
- ปิดเครื่องคอมพิวเตอร์หลังเลิกงาน
- ปิดจอภาพในเวลาพักเที่ยง หรือขณะที่ไม่ใช้งานเกินกว่า 15 นาที ซึ่งจะไม่ผลทำให้อายุการใช้งานลดลง
- การพักหน้าจอด้วยภาพนิ่งหรือเคลื่อนไหว (screen saver) ไม่ใช่การประหยัดพลังงาน



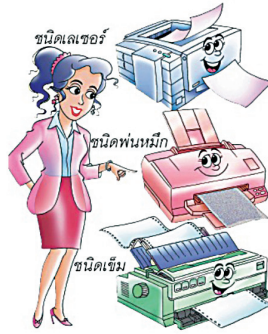
รูปที่ 3.3.5 ระบบประหยัดพลังงานโดยปิดหน้าจออัตโนมัติ

เครื่องพิมพ์ผล

เครื่องพิมพ์ผล เป็นอุปกรณ์ต่อพ่วงกับคอมพิวเตอร์ เพื่อการแสดงผลข้อมูลที่ได้บันทึกลงในคอมพิวเตอร์

เครื่องพิมพ์ผลจะใช้พลังงานมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดและความเร็วในการพิมพ์เป็นสำคัญ กล่าวคือ เครื่องพิมพ์ผลต่างชนิดมีการใช้กำลังไฟฟ้าต่างกัน

- เครื่องพิมพ์ผลชนิดเลเซอร์ มีความเร็วในการพิมพ์สูง คุณภาพดี เจียบ และใช้พลังงานสูง กำลังไฟฟ้าขณะรอทำงาน 60 - 70 วัตต์
- เครื่องพิมพ์ผลชนิดพ่นหมึก คุณภาพในการพิมพ์ดี แต่ด้อยกว่าเครื่องพิมพ์ผลเลเซอร์ สามารถพิมพ์เป็นสีได้ ใช้กำลังไฟฟ้าขณะรอทำงาน 3 - 5 วัตต์
- เครื่องพิมพ์ผลชนิดเข็ม คุณภาพในการพิมพ์ต่ำ ในขณะที่พิมพ์มีเสียงดัง ใช้กำลังไฟฟ้าขณะรอทำงาน 7 - 15 วัตต์
- ความเร็วของเครื่องมีผลต่อการใช้พลังงาน เครื่องพิมพ์ผลที่มีความเร็วในการพิมพ์สูงจะใช้พลังงานขณะรอทำงานมากกว่า เช่น ชนิดเลเซอร์ที่มีความเร็ว 12 หน้าต่อนาที ใช้กำลังไฟฟ้าขณะรอทำงาน 70 วัตต์ ส่วนชนิดเลเซอร์ที่มีความเร็ว 8 หน้าต่อนาที ใช้กำลังไฟฟ้าขณะรอทำงาน 60 วัตต์



รูปที่ 3.3.6 เครื่องพิมพ์ผลชนิดต่างๆ

การใช้อย่างฉลาด

- ปิดเครื่องพิมพ์ผลเมื่อไม่ใช้งาน
- ควรตรวจทานข้อความบนจอภาพโดยใช้คำสั่ง Print Preview ก่อนพิมพ์
- ใช้กระดาษใช้แล้ว 1 หน้า(Reused Paper) สำหรับพิมพ์เอกสารที่ไม่สำคัญ หรือเพื่อต้องการตรวจทานความถูกต้องของข้อความ และเลือกชนิดของการพิมพ์ (Mode) ประหยัด (Economy Fast) เพื่อเป็นการประหยัดหมึกพิมพ์
- ใช้ Electronic Mail (E-Mail) โดยไม่จำเป็นต้องพิมพ์ออกมาเป็นเอกสาร

เครื่องถ่ายเอกสาร

เครื่องถ่ายเอกสารเป็นอุปกรณ์สำนักงานที่ใช้พลังงานสูงที่สุดในบรรดาอุปกรณ์สำนักงานที่กล่าวมาแล้ว การใช้พลังงานของเครื่องถ่ายเอกสารขึ้นอยู่กับความเร็วของเครื่องถ่ายเอกสาร ปริมาณงาน และจำนวนเอกสารต่องาน กำลังไฟฟ้าของเครื่องถ่ายเอกสารโดยทั่วไปขณะรอทำงานประมาณ 50 – 200 วัตต์

ควรซื้อหรือเช่าเครื่องถ่ายเอกสารที่มีระบบถ่ายได้ 2 หน้า (ถ่ายได้ทั้งด้านหน้าและด้านหลัง) และเครื่องถ่ายเอกสารที่มีระบบประหยัดพลังงาน หรือเครื่องถ่ายเอกสาร Energy Star จะประหยัดพลังงานในขณะรอทำงาน

การใช้อย่างฉลาด

- สั้ระบบประหยัดพลังงานให้ทำงาน ควรตั้งเวลาหน่วง 30 นาที ก่อนเข้าสู่ระบบประหยัดพลังงาน ทั้งนี้เครื่องถ่ายเอกสารต้องใช้เวลาในการอุ่นเครื่อง 1 – 2 นาที ก่อนจะกลับสู่สภาวะใช้งานอีกครั้ง ซึ่งถ้าตั้งเวลา

หน่วงน้อยไปเมื่อจะใช้เครื่องอีกจะต้องเสียเวลารออุ่นเครื่องบ่อยอาจจะทำให้ผู้ใช้รู้สึกรำคาญในการรถ่ายเอกสาร

- ปิดเครื่องถ่ายเอกสารหลังเลิกงาน และถอดปลั๊กออกด้วย เนื่องจากถ้ายังเสียบปลั๊กอยู่เครื่องถ่ายเอกสารจะใช้กำลังไฟฟ้าในการอุ่นเครื่องถึง 10 -15 วัตต์
- ใช้ระบบถ่าย 2 หน้า จะช่วยลดการใช้กระดาษ (ถ่ายได้ทั้งด้านหน้าและด้านหลัง)
- ใช้กระดาษที่ใช้แล้ว 1 หน้า (Reused Paper) โดยเป็นกระดาษที่ยังอยู่ในสภาพใช้งานได้



รูปที่ 3.3.9 ถอดปลั๊กเครื่องถ่ายเอกสารหลังเลิกงาน

กาต้มน้ำร้อน

กาต้มน้ำร้อนเป็นอุปกรณ์ที่มักพบในสำนักงานทั่วไป โดยบ่อยครั้งที่พบกาต้มน้ำร้อนอยู่ในห้องปรับอากาศ ซึ่งเป็นการสูญเสียถึงสองต่อ คือทั้งกาต้มน้ำร้อนและเครื่องปรับอากาศต้องทำงานหนักขึ้น การอนุรักษ์พลังงานในกาต้มน้ำร้อนทำได้ดังนี้

- เลือกใช้กาหรือหม้อที่ขนาดพอดีกับความต้องการ
- ไม่วางกาต้มน้ำร้อนไว้ในห้องปรับอากาศ
- จัดเวลาเปิด-ปิดกาให้เหมาะสม
- ชักปลั๊กเมื่อเลิกใช้



รูปที่ 3.3.10 กาต้มน้ำร้อน

ตู้เย็น

ปัจจุบันตู้เย็นมักเป็นส่วนหนึ่งของอุปกรณ์สำนักงาน แต่มักถูกมองข้ามเมื่อพูดถึงการอนุรักษ์พลังงาน ตู้เย็นขนาด 6 คิว จะกินไฟประมาณ 60 วัตต์ ซึ่งแม้จะเป็นกำลังไฟที่ไม่มาก แต่หากมีการใช้ที่ไม่ถูกวิธี ก็จะทำให้สิ้นเปลืองพลังงานโดยใช้เหตุ การอนุรักษ์พลังงานในตู้เย็นเริ่มตั้งแต่การเลือกซื้อ ไปจนถึงการใช้งาน ดังนี้

- เลือกซื้อตู้เย็นที่ประหยัดพลังงานเบอร์ 5
- เลือกตู้ที่มีขนาดพอเหมาะ
- ตู้วันเดียว ประตูน้อย มักประหยัดกว่าตู้สูงผอมประตูมาก
- ไม่เปิด-ปิดตู้เย็นบ่อยๆ
- รอให้ของหายร้อนก่อนจึงแช่ตู้เย็น
- ควรวางตู้เย็นห่างจากผนังอย่างน้อย 15 ซม.
- การวางตู้เย็นไว้ในห้องปรับอากาศทำให้ค่าไฟฟ้าโดยรวมมากขึ้น



รูปที่ 3.3.11 วางตู้เย็นห่างจากผนังอย่างน้อย 15 ซม.



พิมพ์ที่:

โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, พ.ศ. 2555

โทรศัพท์ 0-2564-3105 ถึง 11

โทรสาร 0-2564-3119

<http://www.tu.ac.th/org/tuprint>