กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

คู่มือ
การตรวจวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงาน
สำหรับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

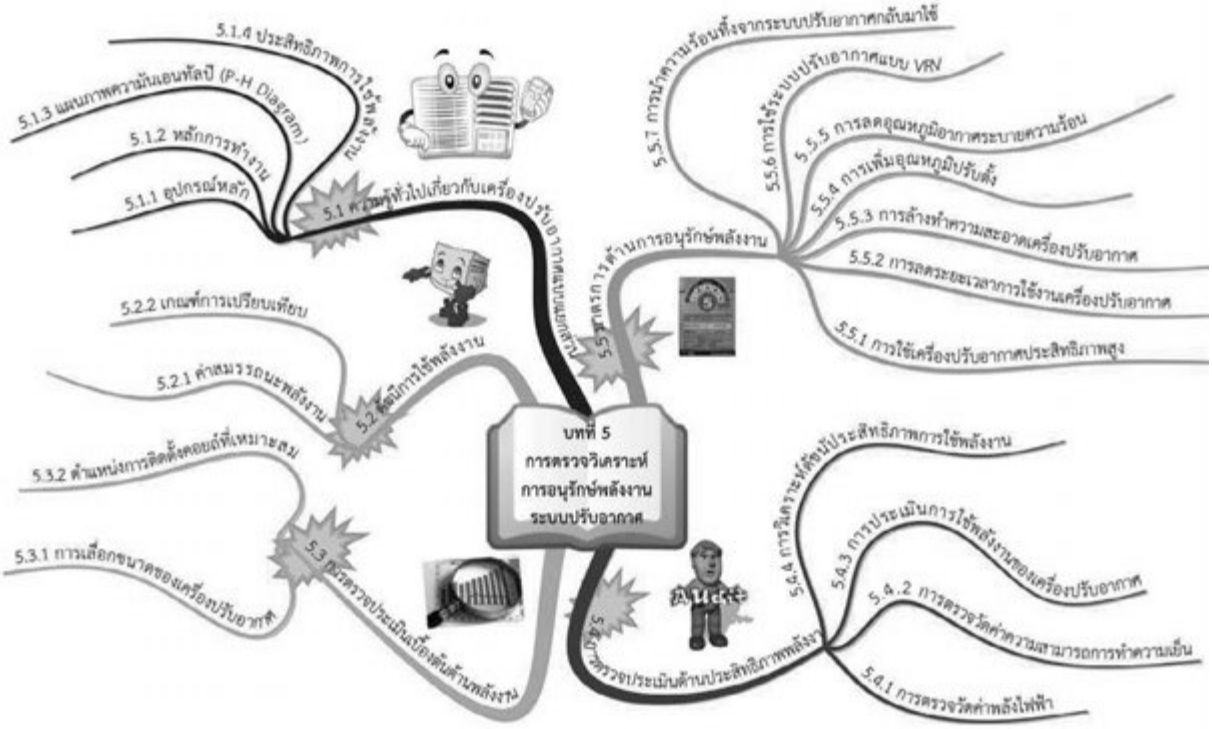
บทที่ 5
การตรวจวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงาน ระบบปรับอากาศ

บทนี้จะได้กล่าวถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ หลักการทำงาน และแนวทางในการประหยัดพลังงานสำหรับระบบปรับอากาศ ได้มุ่งเน้นไปในส่วนของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) ซึ่งนิยมใช้เป็นส่วนมากในวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม

วัตถุประสงค์

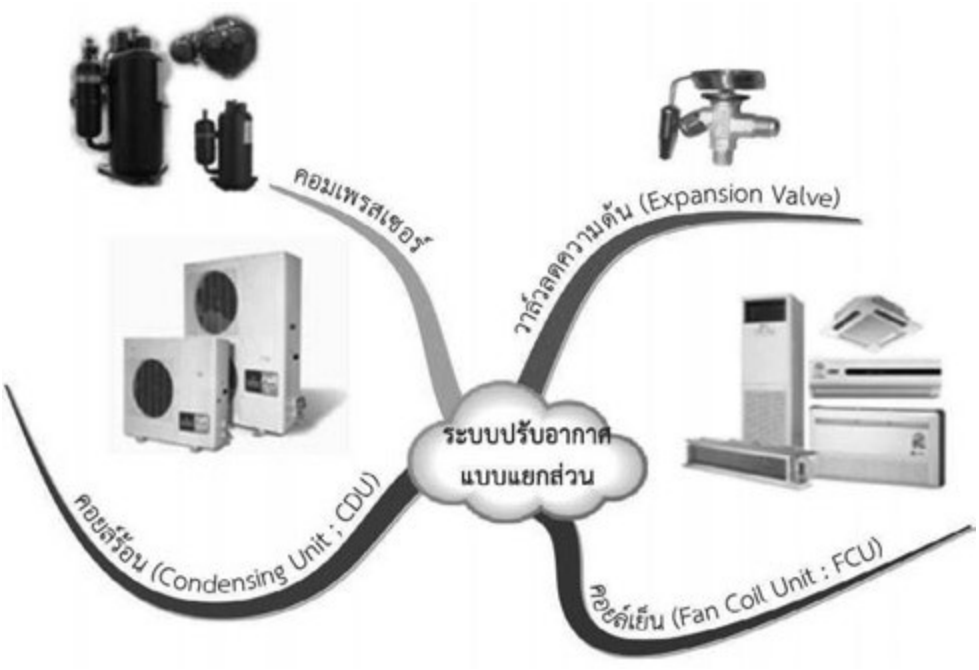
- เพื่อให้ทราบถึงหลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน
- เพื่อให้ทราบถึงวิธีการตรวจสอบความเหมาะสมในการติดตั้ง และใช้งานในเบื้องต้น
- เพื่อให้ทราบถึงวิธีการตรวจวัด และวิเคราะห์ประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน
- เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในระบบปรับอากาศ

การเข้าใจถึงหลักการทำงานและตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศอย่างถูกต้อง จะช่วยส่งผลให้สามารถนำความรู้ความเข้าใจดังกล่าว ไปประยุกต์ใช้เพื่อการประหยัดพลังงานได้เป็นอย่างดี



5.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

5.1.1 อุปกรณ์หลักของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนนั้นมีอยู่ 4 ส่วน ดังนี้

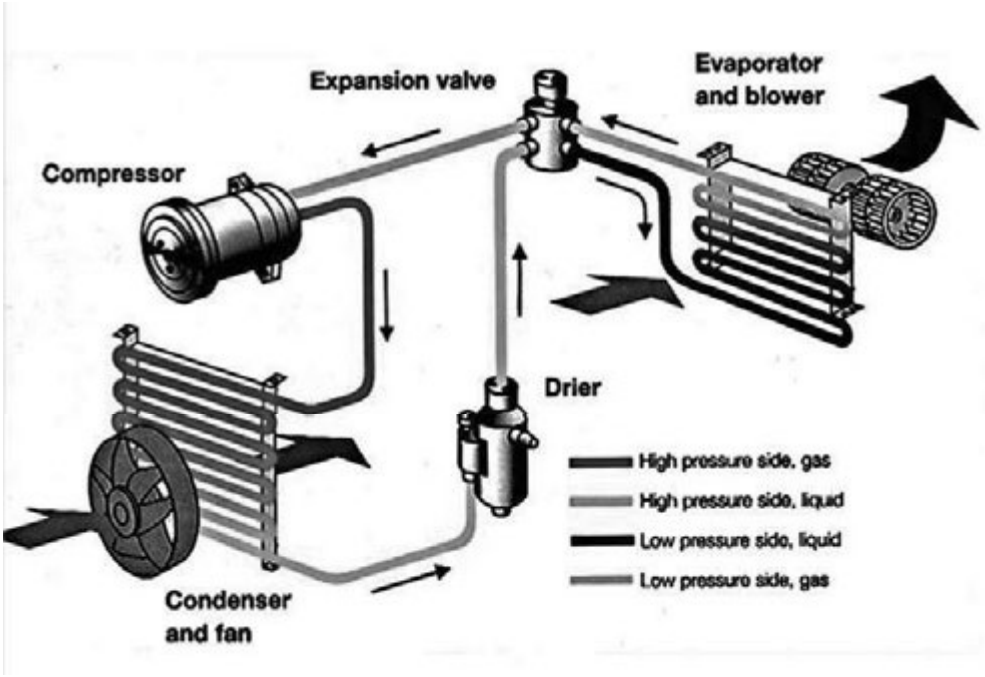


รูปที่ 5.1 อุปกรณ์ในระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

ตารางประกอบรูปที่ 5.1 อุปกรณ์ในระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

คอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน	คอมเพรสเซอร์ เป็นหัวใจหลักของการทำงานในระบบอัดไอ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเพิ่มความดันของสารทำความเย็น ทำให้สารทำความเย็นสามารถไหลเวียนได้ครบวงจรของระบบอัดไอ และเป็นอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานมากที่สุด คือประมาณ 80% ของพลังงานทั้งหมดที่ใช้สำหรับเครื่องปรับอากาศ
อุปกรณ์ควบแน่น (Condenser) หรือ คอยล์ร้อน (Condensing Unit ; CDU)	คอยล์ร้อน คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะจากไอเป็นของเหลว โดยการใช้พัดลมดูดอากาศมาระบายความร้อนให้กับสารทำความเย็นในแผงคอยล์ร้อน ซึ่งอุปกรณ์นี้มีการใช้พลังงานประมาณ 10% ไปกับพัดลมระบายความร้อน
วาล์วลดความดัน (Expansion Valve)	วาล์วลดความดัน เป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าที่ลดความดันของสารทำความเย็นหลังจากผ่านคอยล์ร้อน ซึ่งทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะจากของเหลวความดันสูงเป็นของเหลวผสมไอ (Mixture หรือ 2-Phases) ที่มีความดันต่ำ
อุปกรณ์ระเหย (Evaporator) หรือ คอยล์เย็น (Fan Coil Unit ; FCU)	คอยล์เย็น คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะจากของเหลวผสมไอ ให้กลายเป็นไออย่างสมบูรณ์ (ไออิ่มตัว) โดยการใช้พัดลมดูดอากาศจากภายในห้องปรับอากาศผ่านแผงคอยล์เย็น ซึ่งทำให้สารทำความเย็นรับความร้อนจากอากาศและเดือดกลายเป็นไอ ซึ่งอุปกรณ์นี้จะมีการใช้พลังงานประมาณ 10% ไปกับพัดลมคอยล์เย็น

5.1.2 หลักการทำงาน

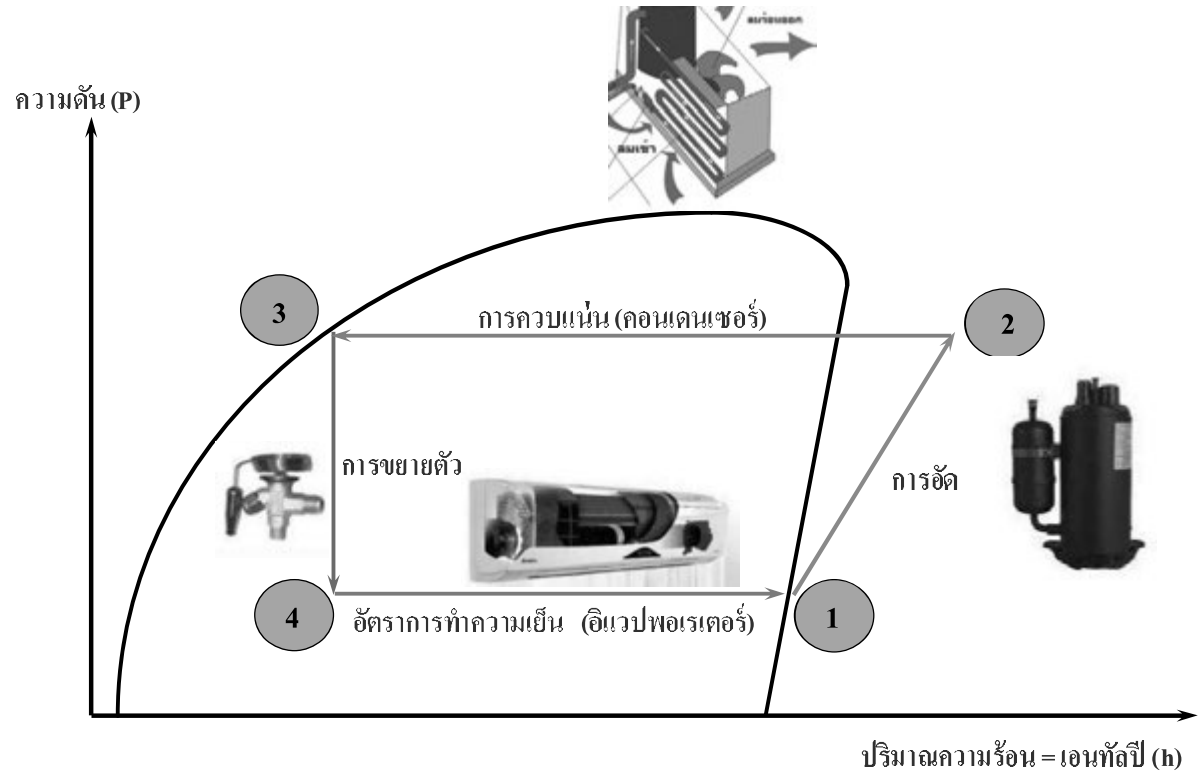


รูปที่ 5.2 แสดงวัฏจักรการทำงานแบบอัดไอของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

ใช้หลักการทำงานของกระบวนการอัดไอ ซึ่งมีหน้าที่หลักในการลดอุณหภูมิของอากาศในพื้นที่ โดยการใช้สารทำความเย็นหรือน้ำยาแอร์ เป็นตัวกลางในการรับความร้อนจากอากาศภายในห้อง ออกไประบายทิ้งทางด้านนอกห้องปรับอากาศ ซึ่งส่งผลให้อากาศภายในห้องเย็นลง และมีความชื้นที่ลดลง โดยสามารถแสดงวัฏจักรการทำงานแบบอัดไอของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน แสดงในรูปที่ 5.2

5.1.3 แผนภาพความดันเอนทัลปี (P-h Diagram)

เมื่อได้ทราบถึงอุปกรณ์หลักที่มีในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนแล้วนั้น ในลำดับถัดไปจะกล่าวถึงหลักการทำงานของระบบปรับอากาศแบบอัดไอ โดยสามารถอธิบายร่วมกับ รูปที่ 5.3 แผนภาพความดัน-เอนทาลปี (P-h Diagram) ได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.3 แผนภาพความดัน-เอนทาลปี (P-h Diagram)

จากแผนภาพ จะเห็นได้ว่ากระบวนการทำงานในระบบอัดไอนั้นมีอยู่ทั้งสิ้น 4 กระบวนการ ซึ่งสามารถอธิบายถึงรายละเอียดของแต่ละกระบวนการในแผนภาพได้ดังนี้

กระบวนการอัดเพิ่มความดัน 1 → 2	**ณ.จุดที่ 1 สารทำความเย็นที่ออกจากคอยล์เย็นในสถานะไออิ่มตัว ถูกดูดกลับเข้าไปยังคอมเพรสเซอร์เพื่ออัดสารทำความเย็นให้มีความดันสูงขึ้น ตามเส้น 1-2**
กระบวนการควบแน่น 2 → 3	สารทำความเย็น ณ.จุดที่ 2 ถูกส่งเข้าไปยังแผงคอยล์ร้อนเพื่อผ่านกระบวนการควบแน่น โดยพัดลมคอยล์ร้อนจะดึงอากาศในบริเวณด้านหลังแผงคอยล์ร้อน เข้ามาผ่านแผงคอยล์ร้อน เพื่อลดอุณหภูมิ และเปลี่ยนสถานะของสารทำความเย็น จากไอร้อนยิ่งยวด ณ.จุดที่ 2 เป็นของเหลวอิ่มตัว ณ.จุด 3 ซึ่งภาระความร้อนภายในห้องปรับอากาศจะถูกนำมาระบายทิ้งในกระบวนการนี้
กระบวนการลดความดัน 3 → 4	จากนั้นสารทำความเย็น ณ.จุดที่ 3 จะถูกส่งผ่านเข้าไปยังวาล์วลดความดัน เพื่อทำให้มีอุณหภูมิและความดันลดลง ตามเส้น 3-4 ซึ่งสารทำความเย็น ณ.จุดที่ 3 นี้ อยู่ในสถานะของผสม คือเป็นของเหลวผสมไอ และกระบวนการนี้ไม่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าแต่อย่างใด
กระบวนการระเหย 4 → 1	กระบวนการนี้เกิดขึ้นในแผงคอยล์เย็น โดยสารทำความเย็นในสถานะของผสม ณ.จุดที่ 3 จะถูกส่งเข้าไปยังแผงคอยล์เย็นเพื่อรับภาระความร้อนจากอากาศภายในห้อง และเปลี่ยนสถานะจากของผสมกลายเป็นไออิ่มตัว ก่อนที่จะถูกดูดกลับเข้าไปยังคอมเพรสเซอร์ และเข้าสู่กระบวนการอัดเพื่อเพิ่มความดันอีกครั้ง

ห้องปรับอากาศเย็นได้ เนื่องจากน้ำยาแอร์นำความร้อนภายในห้องออกไปทิ้งด้านนอกคอยล์ร้อนที่ระบายความร้อนได้ดี ทำให้ห้องเย็นเร็ว และประหยัดพลังงาน

ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศนั้น วิเคราะห์บนพื้นฐานของ สิ่งที่ป้อนเข้าไป (Input) กับสิ่งที่จ่ายออกมา (Output) ซึ่งสามารถเขียนในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

สำหรับคำว่าประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศนั้น โดยทั่วไปเรามักกล่าวแทนด้วย **ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน** (EER ; Energy Efficiency Ratio) ซึ่งสามารถแสดงในเชิงของสมการได้ ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ (EER)} = \frac{\text{ความเย็นที่ทำได้}}{\text{พลังไฟฟ้าที่ใช้}} \left[\frac{\text{Btu/hr}}{\text{Watt}}\right]$$

หรือค่าประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ อาจแสดงในอีกรูปแบบหนึ่งที่มักเป็นที่นิยมใช้ คือ **ค่าพลังไฟฟ้าที่ใช้ต่อตันความเย็น** ที่ทำได้ โดยที่ 1 ตันความเย็น เท่ากับ 12,000 บีทียู/ชั่วโมง

$$\text{kW/TR} = \frac{\text{พลังไฟฟ้าที่ใช้}}{\text{ตันความเย็นที่ทำได้}} \left[\frac{\text{kW}}{\text{TR}}\right]$$

การกำหนดระดับประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ด้วยค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ได้กำหนดไว้ดังตารางที่ 5.1 และสามารถแสดงตัวอย่างฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 ของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนได้ ดังรูปที่ 5.4

ตารางที่ 5.1 ตัวเลขแสดงระดับประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

ระดับที่ (เบอร์)	ระดับประสิทธิภาพ	ค่า EER
5	ดีมาก	ตั้งแต่ 10.6 ขึ้นไป
4	ดี	ตั้งแต่ 9.6 ขึ้นไปแต่ไม่ถึง 10.6
3	ปานกลาง	ตั้งแต่ 8.6 ขึ้นไปแต่ไม่ถึง 9.6
2	พอใช้	ตั้งแต่ 7.6 ขึ้นไปแต่ไม่ถึง 8.6
1	ต่ำ	ตั้งแต่ 6.6 ขึ้นไปแต่ไม่ถึง 7.6

- ค่า kW/TR ยิ่งต่ำ ยิ่งดี
- ค่า EER ยิ่งสูง ยิ่งประหยัดไฟ

รูปที่ 5.4 แสดงตัวอย่างตราสัญลักษณ์ เครื่องปรับอากาศเบอร์ 5

5.1.4 การประเมินการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ

จากที่ทราบแล้วว่า พลังงานไฟฟ้าคือผลคูณของค่าพลังไฟฟ้า กับชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์นั้นๆ ดังนั้น สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน สามารถประเมินค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ได้ด้วยสมการ

$$\text{พลังงานที่ใช้} = \text{พลังไฟฟ้า} \times \text{ชั่วโมงการเปิดใช้งาน} \times \frac{\%\text{การทำงานของคอมเพรสเซอร์}}{100}$$

5.2 ดัชนีการใช้พลังงาน

ผู้ใช้ระบบปรับอากาศต้องตรวจสอบสมรรถนะของระบบและอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานในระบบอย่างสม่ำเสมอ เพื่อใช้เปรียบเทียบกับสมรรถนะความสามารถเดิมว่าลดลงเท่าใด แล้วจึงหาแนวทางในการปรับปรุงเพื่อเพิ่มสมรรถนะหรือทำการเปลี่ยนเครื่องใหม่

5.2.1 ค่าสมรรถนะการทำความเย็น

คือ ค่าพลังไฟฟ้าที่เครื่องปรับอากาศใช้ต่อความสามารถในการทำความเย็น ($\frac{kW}{TR}$)

$$\frac{kW}{TR} = \frac{kW}{(4.5 \times CFM \times \Delta h)/12,000}$$

kW = พลังไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องปรับอากาศมีหน่วยเป็น kW
CFM = อัตราการไหลของลมเย็นที่ผ่านขดท่อความเย็นมีหน่วยเป็น ft^3/min
Δh = ผลต่างของเอนธัลปีของอากาศที่ไหลเข้าและออกจากขดท่อทำความเย็น Btu/lb

5.2.2 เกณฑ์การเปรียบเทียบ

เกณฑ์ในการเปรียบเทียบดัชนีการใช้งานในปัจจุบันกับพิกัดของเครื่องปรับอากาศที่แนะนำ คือ

- ร้อยละของความสามารถในการทำความเย็นไม่ควร ≤ 90% ของพิกัด
- ร้อยละของค่า kW/TR เทียบกับพิกัดเครื่องที่ภาระเต็มพิกัดไม่ควร > 110% ของพิกัด

5.3 การตรวจประเมินเบื้องต้นด้านพลังงาน

เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้ตรวจวัดประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศมีราคาค่อนข้างสูง ประกอบกับการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างละเอียดนั้นจำเป็นต้องอาศัยผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ตรง ซึ่งวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ส่วนใหญ่ยังขาดความพร้อมในส่วนนี้

ดังนั้นในหัวข้อนี้จะกล่าวถึง วิธีการตรวจประเมินความเหมาะสมในการติดตั้งใช้งาน และพารามิเตอร์ต่างๆ ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพ และการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนในเบื้องต้น ซึ่งสามารถประเมินด้วยสายตาได้ ดังหัวข้อต่อไปนี้

5.3.1 การเลือกขนาดของเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสมกับพื้นที่

การติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่มีขนาดการทำความเย็นเหมาะสม จะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการลงทุนและค่าไฟฟ้าที่ใช้ ซึ่งหากจะทำการคำนวณโดยละเอียดนั้น จะต้องมีการพิจารณาถึงค่าภาระความร้อน (Cooling Load) ทั้งหมดภายในห้องนั้น ๆ ทั้งความร้อนจากแสงแดดที่เข้ามาสู่ห้องทางผนัง, กระจก, หลังคา และความร้อนภายในห้อง ซึ่งเกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้า, จำนวนคน, กิจกรรมที่ทำ เป็นต้น แต่ในทางปฏิบัติโดยทั่วไปสามารถประเมินขนาดเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมได้ จากพื้นที่ของห้องที่ต้องการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ดังแสดงในตารางที่ 5.2

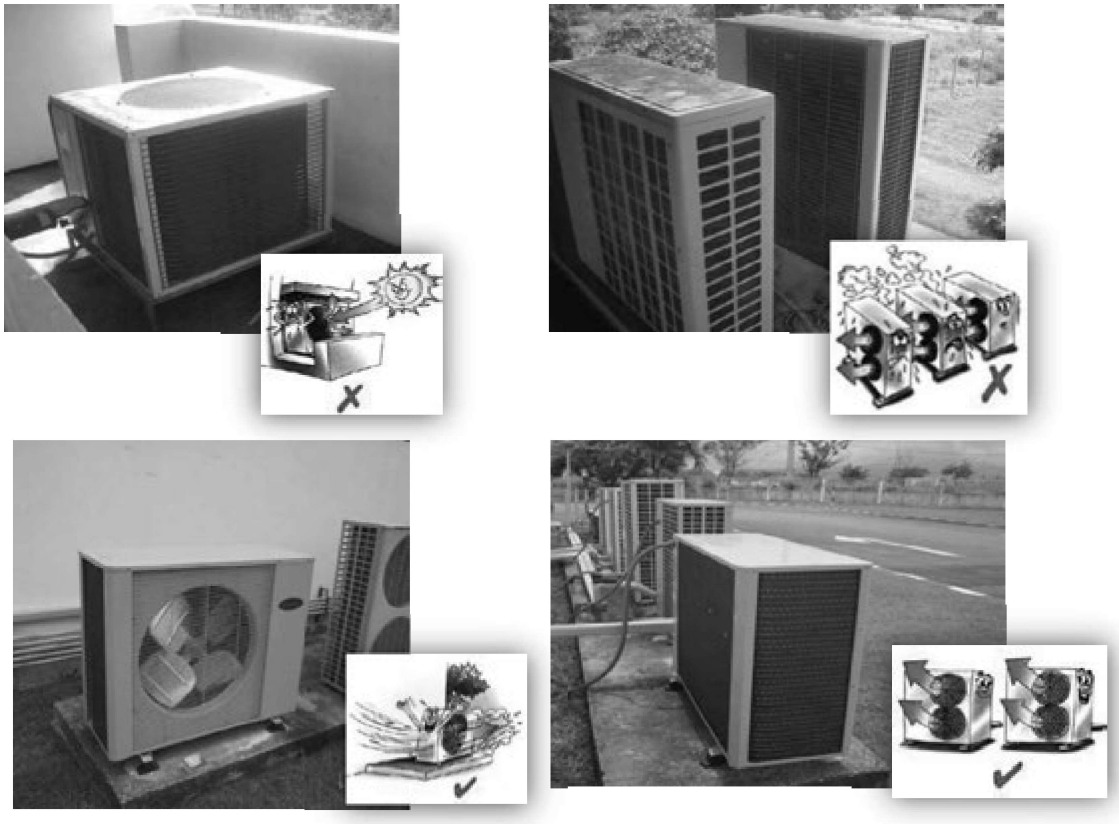
ตารางที่ 5.2 แสดงการเลือกขนาดเครื่องปรับอากาศ

ขนาดห้อง (ตารางเมตร)	ห้องทำงาน/ห้องรับแขก		ห้องนอน	
	ไม่โดนแดด (Btu/hr)	โดดแดด (Btu/hr)	ไม่โดนแดด (Btu/hr)	โดดแดด (Btu/hr)
9-12	8,000	9,000	7,000	8,000
13-14	9,000	11,000	8,000	9,000
15-17	11,000	13,500	9,500	11,000
18-20	13,500	16,500	12,000	13,500
21-24	16,500	20,000	15,000	16,500
25-33	20,000	26,500	18,000	20,000
34-44	26,500	30,000	24,000	26,500

- ประเมินขนาดแอร์จากพื้นที่ห้องได้ ประมาณ 700 – 900 / hr : ตารางเมตร

5.3.2 ตำแหน่งการติดตั้งคอยล์ร้อนและคอยล์เย็นที่เหมาะสม

ตำแหน่งการติดตั้งคอยล์ร้อนควรอยู่ในบริเวณที่อากาศถ่ายเทได้สะดวก และมีอุณหภูมิต่ำ เช่นในที่ร่ม, ไม่มีแหล่งความร้อนทั้งจากธรรมชาติ หรือเครื่องจักร และควรติดตั้งให้ด้านหลังของชุดคอยล์ร้อนอยู่ห่างจากผนังอย่างน้อย 15 เซนติเมตร และปราศจากสิ่งกีดขวางทางด้านหน้าอย่างน้อย 80 เซนติเมตร



รูปที่ 5.5 ตัวอย่างการติดตั้งชุดคอยล์ร้อนที่ดี และไม่ดี

ตำแหน่งการติดตั้งคอยล์เย็นที่เหมาะสมควรอยู่ในบริเวณที่สามารถกระจายอากาศเย็น (Supply Air) ได้อย่างทั่วถึงและลมกลับ (Return Air) สามารถหมุนเวียนกลับมาเข้าคอยล์เย็นได้สะดวก และไม่มีสิ่งกีดขวางทางทั้งลมจ่าย และลมกลับ รวมทั้งหลีกเลี่ยงการติดตั้งในบริเวณที่มีแหล่งความร้อน เช่น ใกล้ประตู, หน้าต่าง หรือบริเวณที่มีแดดส่องถึง

- การลดความร้อนจากภายนอก-ภายในห้อง และตำแหน่งการติดตั้งคอยล์เย็นที่เหมาะสม ช่วยลดขนาดแอร์ที่จะติดตั้งได้

จาก 2 หัวข้อที่กล่าวในข้างต้นนั้นเป็นการประเมินด้วยตา ซึ่งถ้าต้องการการประเมิณที่แม่นยำมากขึ้น จะต้องอาศัยการตรวจเช็คที่ละเอียดมากขึ้น โดยมีรายละเอียดการตรวจเช็คอุปกรณ์ต่างๆ ดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 รายการ Checklist ของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

หัวข้อ	รายการ	เกณฑ์การพิจารณา	ผลการตรวจสอบ		แนวทางแก้ไขและข้อแนะนำ
			สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	
1	ตรวจสอบแผงระบายความร้อน	ครีบระบายความร้อนต้องสะอาดเพื่อให้ประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนความร้อนดีและต้องไม่มีสิ่งใดบังลมเอาไว้ เพราะจะส่งผลให้ประสิทธิภาพต่ำ สิ้นเปลืองพลังงาน เครื่องปรับอากาศให้ความเย็นน้อย			- ควรทำความสะอาดโดยเป่าฝุ่นด้วยเครื่องดูดฝุ่นหรือเครื่องเป่าลมเดือนละครั้ง - ควรฉีดล้างทำความสะอาดเครื่องควบแน่นด้วยน้ำแรงดันสูงทุก 6 เดือน - ถ้าพบให้เอาสิ่งที่บังลมออก
2	ตรวจสอบแผงกรองอากาศ	กรองอากาศต้องสะอาดและไม่ตัน จะส่งผลให้อัตราการไหลของอากาศที่เข้าไปรับความเย็นมีปริมาณตามต้องการ			- ทำความสะอาดด้วยเครื่องดูดฝุ่นหรือล้างเบาๆด้วยน้ำทุกๆเดือน - เปลี่ยนกรองอากาศเมื่อหมดอายุการใช้งาน
3	เครื่องเป่าลมเย็น	ตรวจสอบความสกปรกของตัวเครื่อง			- ควรทำความสะอาดตัวเครื่อง รวมทั้งช่องจ่ายลมเข้า จ่ายลมกลับด้วยผ้าชุบน้ำหรือน้ำสบู่แล้วเช็ดให้แห้งควรดำเนินการทุกเดือน
4	ตรวจสอบสภาพถาดน้ำทิ้งและท่อน้ำทิ้ง	หากพบว่ามีน้ำหยดลงมาจากตัวเครื่อง ตรวจสอบดูว่าท่อน้ำทิ้งอุดตันหรือไม่ ตรวจดูว่ามีน้ำไหลในท่อน้ำทิ้งหรือไม่			- ทำความสะอาดหรือเปลี่ยนท่อน้ำทิ้งใหม่ - แก้ไขการลาดเอียงของท่อ - เพิ่มฉนวนให้เพียงพอ - ควรทำความสะอาดถาดน้ำทิ้งทุกๆ 3 เดือน
5	ตรวจเช็คปริมาณสารทำความเย็นในระบบ	ตรวจสอบจาก Sight glass ที่ติดตั้งที่ Condensing ถ้าปกติกระจกจะใส แผ่นสีตรงกลางจะเป็นม่วงหรือน้ำเงิน หากน้ำยาพร่องน้อยจะเห็นฟองสลับกับใส หากน้ำยาพร่องมากจะเห็นเป็นฟอง (น้ำยาในระบบน้อยไม่เย็น น้ำยามากคอมเพรสเซอร์พัง!)			- ควรตรวจสอบด้วย Sight glass ทุก 1 เดือน - แก้ไขจุดรั่วไหลของสารทำความเย็นในระบบ - ตรวจสอบให้แน่ใจว่าไม่มีการรั่วไหลจากนั้นจึง เติมน้ำยาให้ได้ตามมาตรฐาน
6	ตรวจสอบกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ	ถ้าตรวจสอบค่ากระแสพบว่าสูงกว่าพิกัดเครื่องมากๆ อาจมีสาเหตุจาก แผงกรองอากาศอุดตัน ตั้งอุณหภูมิห้องต่ำเกินไป ขดท่อสารทำความเย็นอุดตัน หรือ สารทำความเย็นมีปริมาณมากเกินไป			- ควรเร่งดำเนินการแก้ไขให้ตรงสาเหตุ - ควรบันทึกพลังไฟฟ้าที่ใช้ทุกๆ 1 เดือน
7	ตรวจสภาพระบบไฟฟ้า ข้อต่อสายไฟและอุปกรณ์ป้องกัน	ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความเรียบร้อยของสายไฟ ความแน่นของข้อต่อ สายไฟ			- ควรตรวจสอบปีละ 1 ครั้ง
8	ตรวจวัดอุณหภูมิห้องปรับอากาศ	ไม่ควรตั้งอุณหภูมิต่ำกว่า 25^{o}C เนื่องจากสิ้นเปลืองพลังงานมาก พึงระลึกเสมอทุก 1^{o}C ที่ปรับเพิ่มขึ้นประหยัดไฟฟ้าได้ 10%			- ปรับเพิ่มอุณหภูมิในห้องขึ้น 2-3 C แล้วเปิดพัดลมเบาๆ เพื่อช่วยหมุนเวียนอากาศจะรู้สึกสบายมากขึ้น
9	ตรวจสอบภาระความร้อนจากภายนอกที่ผ่านผนังกระจก	ภาระความร้อนจากภายนอกที่ผ่านกระจกควรน้อยที่สุดโดยเฉพาะทิศตะวันตก ตะวันตกเฉียงใต้ และทิศใต้			- ลดพื้นที่กระจกโดยการติดโฟมหรือไม้อัด - ติดฟิล์มกันความร้อน - ติดกันสาดหรือครีบ - ปลูกต้นไม้ใหญ่
10	ตรวจสอบภาระที่เกิดขึ้นในพื้นที่ปรับอากาศ	ภาระภายในพื้นที่ปรับอากาศควรต่ำสุด			- ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าในพื้นที่ปรับอากาศให้น้อยลง - เลือกใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง - นำแหล่งความร้อนย้ายออก

5.4 การตรวจวิเคราะห์ด้านประสิทธิภาพพลังงาน

ในการประเมินสมรรถนะการทำงานและประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศจำเป็นต้องมีรายการตรวจวัดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.4 ข้อมูลที่ควรดำเนินการสำรวจและตรวจวัดของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

การตรวจวัด/ วิธีการตรวจวัด	จุดประสงค์	ค่าที่บันทึก	จุดตรวจวัด	เครื่องมือที่ใช้	ระยะเวลาบันทึก
สำรวจชนิด ขนาด จำนวน ยี่ห้อ รุ่น	Specification และข้อมูลประสิทธิภาพจากผู้ผลิต	- พิกัดกำลังไฟฟ้า - พิกัดการทำความเย็น - kW/TR	- Nameplate	-	-
อัตราการไหลของอากาศ	ปริมาณอากาศที่รับความเย็น	- ความเร็วของลม (m/s)	-หน้าตัดช่องลมกลับ -วัดให้ทั่วๆหลายจุด แล้วหาค่าเฉลี่ย	Anemometer	ช่วงเวลาที่คอมเพรสเซอร์ทำงาน
ตรวจวัดขนาด	ขนาดพื้นที่หน้าตัดช่องลมกลับ	- ความกว้าง x ยาว	หน้าตัดช่องลมกลับ	ไม้บรรทัด ตลับเมตร	-
อุณหภูมิและความชื้น	วิเคราะห์เอนธาลปีของลมจ่ายและลมกลับ	- อุณหภูมิ - ความชื้น	-หน้าตัดช่องลมจ่าย -หน้าตัดช่องลมกลับ	เครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้น	ช่วงเวลาที่คอมเพรสเซอร์ทำงาน
ตรวจวัดค่ากำลังไฟฟ้า	หาค่ากำลังไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ พัดลม Evaporator พัดลม Condenser	- แรงดันไฟฟ้า (Volt) - กระแสไฟฟ้า (Amp) - Power factor -กำลังไฟฟ้า (kW) ของ	-ตู้ควบคุม หรือ -แผงไฟฟ้าใน condensing unit	-Power meter	ช่วงเวลาที่คอมเพรสเซอร์ทำงาน

การที่จะทราบประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศต้องมีข้อมูล 2 ส่วน (Input & Output) ซึ่งการที่จะทราบข้อมูลแต่ละส่วนอย่างถูกต้อง แม่นยำได้นั้นจำเป็นต้องมีการใช้เครื่องมือในการตรวจวัด และวิธีการตรวจวัดโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.4.1 การตรวจวัดค่าพลังไฟฟ้า

สามารถตรวจวัดได้โดยใช้เครื่องมือวัดค่าพลังไฟฟ้า (Power Meter) ซึ่งสามารถอ่านค่าพลังไฟฟ้าซึ่งมีหน่วยเป็น กิโลวัตต์ (kW) ได้โดยตรง หรือคำนวณค่าพลังไฟฟ้าจาก สมการ

พลังไฟฟ้า = แรงดัน x กระแส x ค่าตัวประกอบกำลัง (กรณีไฟฟ้า 1 เฟส)

พลังไฟฟ้า = $\sqrt{3}$ x แรงดัน x กระแส x ค่าตัวประกอบกำลัง (กรณีไฟฟ้า 3 เฟส)

รูปที่ 5.6 แสดงการตรวจวัดค่าพลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ

5.4.2 การตรวจวัดค่าความสามารถการทำความเย็น

การที่จะทราบถึงค่าความสามารถในการทำความเย็น (Btu/hr) นั้นต้องมีการตรวจวัดข้อมูล ดังนี้

- **ปริมาณลมจ่าย**
  ตรวจวัดได้โดยใช้เครื่องมือวัดความเร็วลม (ฟุต/นาที ; fpm) และพื้นที่ช่องจ่ายลม (ตารางฟุต) และคำนวณหาปริมาณลมจ่ายจากสมการ

รูปที่ 5.7 แสดงอุปกรณ์ตรวจวัดค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลมของเครื่องปรับอากาศ

ปริมาณลมจ่าย (ลูกบาศก์ฟุต/นาที ; cfm) = ความเร็วลม x พื้นที่ช่องจ่ายลม

- **อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (%RH)**
  ตรวจวัดได้โดยใช้เครื่องมือวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ทั้งด้านลมจ่าย (Supply) และลมดูดกลับ (Return) จากนั้นจึงนำค่าอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ของอากาศแต่ละด้านไปหาค่าเอนทาลปี (h ; Btu/lb) โดยใช้ ไซโครเมตริกชาร์ต

รูปที่ 5.8 การตรวจวัดค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลมของเครื่องปรับอากาศ

เมื่อตรวจวัดข้อมูลทั้งหมดแล้วจึงนำมาคำนวณค่าความสามารถการทำความเย็น ได้ด้วยสมการ

ความสามารถในการทำความเย็น (Btu/hr) = 4.5 x ปริมาณลม x (h_r-h_s)

5.4.3 การประเมินการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ

จากที่ทราบแล้วว่า พลังงานไฟฟ้าคือผลคูณของค่าพลังไฟฟ้า กับชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์นั้นๆ ดังนั้น สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน สามารถประเมินค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ได้ด้วยสมการ

พลังงานที่ใช้ = พลังไฟฟ้า x ชั่วโมงการเปิดใช้งาน x % การทำงานของคอมเพรสเซอร์

ซึ่งสามารถประเมินการใช้พลังงานต่อปี ของเครื่องปรับอากาศขนาด 1 ตันความเย็น สำหรับชั่วโมงการเปิดใช้งานต่างๆ อย่างคร่าวๆ ได้จากตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 แสดงปริมาณพลังงานไฟฟ้าต่อปี (kWh/ปี) สำหรับเครื่องปรับอากาศขนาด 12,000 Btu/hr

ชั่วโมงใช้งาน (ชั่วโมง/วัน)	จำนวนวันที่เปิดใช้งาน (วัน/สัปดาห์)						
	1	2	3	4	5	6	7
1	42	83	125	166	208	250	291
2	83	166	250	333	416	499	582
3	125	250	374	499	624	749	874
4	166	333	499	666	832	998	1,165
5	208	416	624	832	1,040	1,248	1,456
6	250	499	749	998	1,248	1,498	1,747
7	291	582	874	1,165	1,456	1,747	2,038
8	333	666	998	1,331	1,664	1,997	2,330
9	374	749	1,123	1,498	1,872	2,246	2,621
10	416	832	1,248	1,664	2,080	2,496	2,912
11	458	915	1,373	1,830	2,288	2,746	3,203
12	499	998	1,498	1,997	2,496	2,995	3,494
13	541	1,082	1,622	2,163	2,704	3,245	3,786
14	582	1,165	1,747	2,330	2,912	3,494	4,077
15	624	1,248	1,872	2,496	3,120	3,744	4,368
16	666	1,331	1,997	2,662	3,328	3,994	4,659
17	707	1,414	2,122	2,829	3,536	4,243	4,950
18	749	1,498	2,246	2,995	3,744	4,493	5,242
19	790	1,581	2,371	3,162	3,952	4,742	5,533
20	832	1,664	2,496	3,328	4,160	4,992	5,824
21	874	1,747	2,621	3,494	4,368	5,242	6,115
22	915	1,830	2,746	3,661	4,576	5,491	6,406
23	957	1,914	2,870	3,827	4,784	5,741	6,698
24	998	1,997	2,995	3,994	4,992	5,990	6,989

หมายเหตุ : เงื่อนไขที่ใช้ในการประเมิน 1) เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 12,000 Btu/hr ใช้พลังไฟฟ้า 1 kW 2) เปอร์เซ็นต์การทำงาน (Load Factor) เท่ากับ 80%

5.4.4 การวิเคราะห์ดัชนีประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการตรวจสอบค่าดัชนีการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับติดตามการทำงานให้มีประสิทธิภาพอยู่ตลอดเวลาโดยใช้การเปรียบเทียบกับค่าพิกัด

ตารางที่ 5.6 การวิเคราะห์ดัชนีประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ

รายการ	สัญลักษณ์	หน่วย	ข้อมูล			แหล่งที่มาของข้อมูล
			ตัวอย่าง	No2	No3	
1. ข้อมูลเบื้องต้น						
1.1 ขนาดพิกัดของทำความเย็น	TR_R	TR	1.00			Nameplate
1.2 ค่า kW/TR พิกัดของเครื่อง	ChP_R	kW/TR	1.100			Nameplate
1.3 เอนธาลปีอากาศเข้าเครื่อง	h_R	Btu/lb	32.11			ไซโครเมตริก
1.4 เอนธาลปีอากาศออกจากเครื่อง	h_S	Btu/lb	22.19			ไซโครเมตริก
2. ข้อมูลตรวจวัด						
2.1 พื้นที่หน้าตัดของช่องอากาศเข้าหรือออก	A	FT^2	0.47			พื้นที่อากาศเข้าหรือออก
2.2 ความเร็วลมเฉลี่ยของอากาศ	V_{AV}	Ft/min	434.00			วัดความเร็วลมเฉลี่ย
2.3 อุณหภูมิอากาศเย็นเข้าเครื่อง	T_R	^oC	25.20			จากการตรวจวัด
2.4 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเย็นเข้าเครื่อง	RH_R	%RH	61.20			จากการตรวจวัด
2.5 อุณหภูมิอากาศเย็นออกจากเครื่อง	T_S	^oC	12.77			จากการตรวจวัด
2.6 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเย็นออกจากเครื่อง	RH_S	%RH	89.80			จากการตรวจวัด
2.7 พลังไฟฟ้าทั้งระบบที่ใช้	EL	kW	1.01			จากการตรวจวัด
3. การวิเคราะห์ทางเทคนิค						
3.1 อัตราการไหลของอากาศผ่านเครื่อง $FL = V_{AV} \times A$	FL	CFM	203.40			
3.2 ความสามารถในการทำความเย็น $TR_A=(4.5xFLx(h_R-h_S)/12,0000$	TR_A	TR	0.76			
3.3 ค่าkW/TR ของเครื่องปรับอากาศ $ChP_A = EL/TR_A$	ChP_A	kW/TR	1.33			
3.4 ร้อยละความสามารถในการทำความเย็นเทียบกับพิกัดเครื่อง $\%TR = TR_A / TR_R \times 100$	%TR	%	76.00			
3.5 ร้อยละของค่า kW/TR เทียบค่าพิกัดเครื่อง $\%ChP_R = ChP_A / ChP_R \times 100$	$\%ChP_R$	%	120.91			

จากตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์ดัชนีของเครื่องปรับอากาศประเภทแยกส่วน มีร้อยละของ kW/TR เทียบกับพิกัดไม่ผ่านตามเกณฑ์แนะนำ แสดงถึงประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศลดลง โดยเมื่อพิจารณาดูจากตัวเลขค่าพลังไฟฟ้าที่ใช้ยังคงใกล้เคียงพิกัดแต่ความสามารถในการทำความเย็นน้อยลงมาก ซึ่งจำเป็นต้องหาแนวทางปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศต่อไป โดยอาจจะพิจารณาความผิดปกติจากรายการ Checklist ในตารางที่ 5.3

5.5 มาตรการด้านอนุรักษ์พลังงาน

5.5.1 การใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง สมการที่ใช้ประเมินผลประหยัดคือ

พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง (KWh/y) = พลังไฟฟ้าที่ใช้เดิม (kW) x (% kW/TR ที่ลดลง) x ชั่วโมงการใช้งาน (h/y) x % Load factor

ตารางที่ 5.7 % ผลประหยัดจากการเลือกใช้เครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 รุ่นต่างๆ

รายละเอียดเครื่องปรับอากาศตัวใหม่		ค่า kW/TR ของเครื่องปรับอากาศเก่า										
รุ่น & EER	kW/TR	1.2	1.25	1.3	1.35	1.4	1.45	1.5	1.6	14.7	1.7	1.75
เบอร์ 5 ปี 2006 EER 10.6	1.13	6	9	13	16	19	22	25	29	31	33	35
เบอร์ 5 Premium ปี 2006 EER 11.5	1.04	13	17	20	23	25	28	30	25	37	39	40
HAH Hybrid Saijo Denki EER 15.5	0.77	35	38	40	43	45	47	48	52	53	54	56

ตัวอย่าง เดิมเครื่องปรับอากาศขนาด 12,000 Btu/hr มีค่า kW/TR = 1.75 ใช้งาน 3,600 ชม/ปี Load Factor 80% ต้องการเปลี่ยนเป็นเครื่องปรับอากาศ ที่มี EER = 11.5 จะประหยัดพลังงานปีละเท่าไร?

จากตารางที่ 5.7 kW/TR ที่ลดลง = 40 %

พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง = $\frac{12,000}{12,000}$ x 1.75 x 40% x 3, 600 x 80%

= 2,016 kWh/ปี

5.5.2 การลดระยะเวลาการใช้งานเครื่องปรับอากาศ

โดยการเปิดใช้เครื่องปรับอากาศเท่าที่จำเป็น ตลอดจนการปรับเวลาการเปิดใช้งานให้ช้าลง และปิดการใช้งานให้เร็วขึ้น

ตัวอย่าง เครื่องปรับอากาศขนาด 12,000 Btu/hr เปิดใช้งาน 10 ชั่วโมง/วัน และทำงาน 5 วัน/สัปดาห์ ลดระยะเวลาการใช้งานเครื่องปรับอากาศโดยปิดเครื่องปรับอากาศก่อนพักเที่ยงครึ่งชั่วโมง และก่อนเลิกงานครึ่งชั่วโมง รวมเป็น 1 ชั่วโมง จะได้ผลประหยัดปีละเท่าไหร่?

จากตารางที่ 5.5

พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุง = 2,080 kWh/ปี

หลังปรับปรุงเหลือ 9 ชั่วโมง = 1,872 kWh/ปี

พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง = 2,080 – 1,872

= 208 kWh/ปี

5.5.3 การล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศจะมีประสิทธิภาพดี เมื่อคอยล์ร้อนสามารถระบายความร้อนได้ดี และคอยล์เย็นสามารถกระจายลมเย็นได้ดี ซึ่งโดยทั่วไปเมื่อใช้งานไประยะหนึ่งฝุ่นละอองในอากาศจะถูกดูดด้วยพัดลม และเกาะตัวบริเวณ ฟิลเตอร์ และแผงคอยล์

ดังนั้น จึงต้องมีการบำรุงรักษาด้วยการล้างทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ โดยทั่วไปกรองอากาศคอยล์เย็นซึ่งสามารถถอดล้างเองได้ง่าย ควรทำความสะอาดทุกๆ 2-4 เดือน และแผงคอยล์ร้อน, แผงคอยล์เย็นและพัดลม ควรล้างทำความสะอาดโดยช่างผู้ชำนาญทุกๆ 4-6 เดือน ซึ่งความถี่ในการล้าง ขึ้นอยู่กับชั่วโมงการ

เปิดใช้งาน และสภาพอากาศในบริเวณที่ใช้งาน และสามารถประหยัดพลังงานได้สูงถึง 10% เมื่อเทียบกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ก่อนล้างทำความสะอาด

ตรวจสอบความสะอาดของแผงคอยล์ร้อน, คอยล์เย็น และกรองอากาศบริเวณคอยล์เย็นอย่างสม่ำเสมอ รวมทั้งควรจัดให้มีแผนการบำรุงรักษา โดยการล้างทำความสะอาดฟิลเตอร์คอยล์เย็นทุกๆ 2-4 สัปดาห์ และล้างแผงคอยล์ร้อน, คอยล์เย็นทุกๆ 3-6 เดือน

รูปที่ 5.9 รูปคอยล์ร้อน และคอยล์เย็นที่สกปรก

ตัวอย่าง เดิมเครื่องปรับอากาศขนาด 12,000 Btu/hr มีค่า KW = 1.75 ใช้งาน 3,600 ชม/ปี Load Factor 80% เมื่อทำการล้างทำความสะอาด สามารถลดการใช้พลังงานได้ปีละเท่าไหร่?

พลังไฟฟ้าก่อนปรับปรุง	=	1.75	kW
พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุง	=	1.75 x 3,600 x 80%	
	=	5,040.00	kWh/ปี

การล้างทำความสะอาดสามารถประหยัดพลังงานได้สูงถึง 10% เมื่อเทียบกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ก่อนล้างทำความสะอาด

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	=	5,040.00 x 10%	
	=	504.00	kWh/ปี

5.5.4 การเพิ่มอุณหภูมิปรับตั้ง (Set Point) ของเครื่องปรับอากาศ

คอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนจะทำงานเมื่ออุณหภูมิอากาศด้านลมกลับ (Return Air) มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิปรับตั้ง (Set Point) และจะหยุดทำงานเมื่ออุณหภูมิอากาศเย็นเท่ากับค่าที่ตั้งไว้ และเริ่มทำงานอีกครั้งเมื่ออุณหภูมิอากาศสูงกว่าที่ตั้งค่าไว้ประมาณ 0.5 $^{\circ}$C สำหรับการทำงานเมื่อใช้อุปกรณ์ควบคุมแบบอิเล็คทรอนิกส์ โดยเซนเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิอากาศติดตั้งไว้บริเวณแผงคอยล์เย็นด้านลมกลับ เป็นตัวส่งสัญญาณเพื่อควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์

จะเห็นได้ว่าเมื่อตั้งอุณหภูมิต่ำจะส่งผลให้เครื่องปรับอากาศต้องทำงานหนักและในทางตรงกันข้าม หากทำการปรับเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น ก็จะช่วยลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศลง ซึ่งโดยทั่วๆไป การปรับตั้งอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศให้สูงขึ้น 1 $^{\circ}$C จะทำให้สามารถประหยัดพลังงานได้ 10% โดยสามารถใช้ตารางที่ 5.8 ในการประเมินผลประหยัดที่ได้รับจากการปรับเพิ่มอุณหภูมิ Set Point ให้สูงขึ้นได้

ตารางที่ 5.8 % ผลประหยัดจากการปรับเพิ่มอุณหภูมิ Set point

หลังปรับปรุง (^{O}C)	ก่อนปรับปรุง (^{O}C)						
	22	23	24	25	26	27	28
22		-10 %	-20 %	-30 %	-40 %	-50 %	-60 %
23	10 %		-10 %	-20 %	-30 %	-40 %	-50 %
24	20 %	10 %		-10 %	-20 %	-30 %	-40 %
25	30 %	20 %	10 %		-10 %	-20 %	-30 %
26	40 %	30 %	20 %	10 %		-10 %	-20 %
27	50 %	40 %	30 %	20 %	10 %		-10 %
28	60 %	50 %	40 %	10 %	20 %	10 %	

ตัวอย่าง เครื่องปรับอากาศขนาด 12,000 Btu/hr เปิดใช้งาน 10 ชั่วโมง/วัน และวันทำงาน 5 วัน/สัปดาห์ มีการปรับตั้งอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 23 ^{O}C หากดำเนินการปรับตั้งอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศใหม่เป็น 25 ^{O}C จะได้ผลประหยัดปีละเท่าไหร่?

จากตาราง 5.5 พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุง	=	2,080.00	kWh/ปี
จากตาราง 5.8 % ผลประหยัด	=	20	%
พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง	=	2,080.00 x 20%	
	=	416.00	kWh/ปี

Set Point ↑ การใช้พลังงาน ↓

- การปรับตั้งอุณหภูมิต่ำๆ ไม่ช่วยให้ห้องเย็นเร็ว
- การเปิดพัดลมในห้องแอร์ ช่วยทำให้สามารถปรับตั้งอุณหภูมิให้สูงขึ้นได้

ซึ่งการปรับตั้งอุณหภูมิสูงขึ้น 1 ^{O}C ช่วยให้ประหยัดพลังงานได้ 10%

5.5.5 การลดอุณหภูมิอากาศระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ

จากหลักการทำงานของระบบปรับอากาศ คือ การนำความร้อนในห้องไประบายทิ้งที่ด้านนอก ดังนั้น หากคอยล์ร้อนสามารถระบายความร้อนได้ดี ก็เท่ากับการที่สามารถทำให้ห้องเย็นเร็ว และประหยัดพลังงาน ซึ่งอากาศที่ใช้ในการระบายความร้อนที่มีอุณหภูมิต่ำ ทำให้สามารถระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นได้ดี โดยทั่วไปเมื่ออากาศระบายความร้อนมีอุณหภูมิต่ำลง 1 ^{O}C จะช่วยประหยัดพลังงานได้ 2% หรือสามารถใช้ตารางที่ 5.9 ช่วยในการคำนวณเปอร์เซ็นต์ผลประหยัดได้

ตารางที่ 5.9 % ผลประหยัดจากการลดอุณหภูมิอากาศระบายความร้อนที่เครื่อง

หลังปรับปรุง (^{O}C)	ก่อนปรับปรุง (^{O}C)										
	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
30		2%	4%	6%	8%	10%	12%	14%	16%	18%	20%
31	-2%		2%	4%	6%	8%	10%	12%	14%	16%	18%
32	-4%	-2%		2%	4%	6%	8%	10%	12%	14%	16%
33	-6%	-4%	-2%		2%	4%	6%	8%	10%	12%	14%
34	-8%	-6%	-4%	-2%		2%	4%	6%	8%	10%	12%
35	-10%	-8%	-6%	-4%	-2%		2%	4%	6%	8%	10%
36	-12%	-10%	-8%	-6%	-4%	-2%		2%	4%	6%	8%
37	-14%	-12%	-10%	-8%	-6%	-4%	-2%		2%	4%	6%
38	-16%	-14%	-12%	-10%	-8%	-6%	-4%	-2%		2%	4%
39	-18%	-16%	-14%	-12%	-10%	-8%	-6%	-4%	-2%		2%
40	-20%	-18%	-16%	-14%	-12%	-10%	-8%	-6%	-4%	-2%	

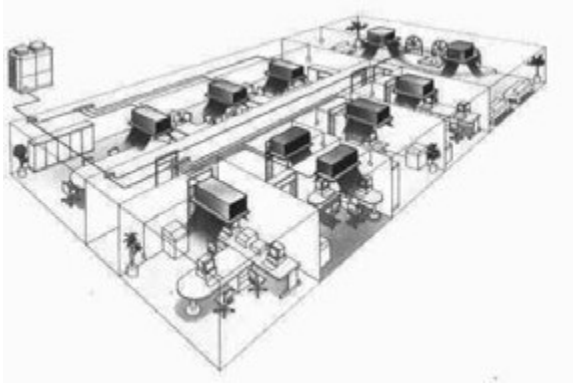
ตัวอย่าง เครื่องปรับอากาศขนาด 36,000 Btu/hr เปิดใช้งาน 12 ชั่วโมง/วัน และวันทำงาน 7 วัน/สัปดาห์ มีอุณหภูมิอากาศระบายความร้อนประมาณ 36 ^{O}C ทำการลดอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศลงโดยทำการติดตั้งระบบ Evaporative Pre-cooled ทำให้อุณหภูมิลดลงเหลือ 30 ^{O}C จะได้ผลประหยัดปีละเท่าไหร่?

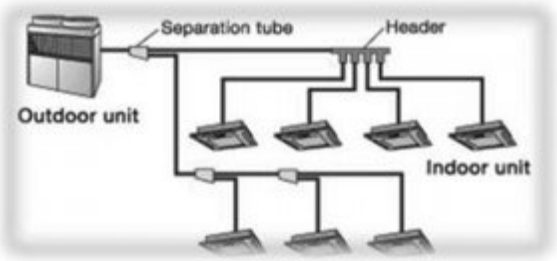
จากตาราง 5.5 พลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุง	=	3,494.00 x 3	
	=	10,482.00	kWh/ปี
จากตาราง 5.9 ผลประหยัดจากการลดอุณหภูมิ	=	12	%
พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง	=	10,482.00 x 12%	
	=	1,257.84	kWh/ปี

5.5.6 มาตรการใช้ระบบปรับอากาศแบบ VRV (Variable refrigerant volume)

ระบบปรับอากาศแบบ VRV คือ เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ที่มีคอยล์เย็นหลายชุดต่ออยู่กับ คอยล์ร้อนชุดเดียว โดยควบคุมปริมาณการไหลของน้ำยาไปยัง Evaporator แต่ละตัวได้อย่างอิสระ ทำให้ระบบปรับอากาศทำงานได้หลายโซนที่ต้องการอุณหภูมิและความชื้นแตกต่างกัน

หัวใจสำคัญของระบบอยู่ที่ Variable speed compressor เหมาะสมกับการใช้งานในอาคารขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ และการปรับปรุงหรือติดตั้งเครื่องปรับอากาศสำหรับอาคารเก่า ถึงแม้จะว่าจะเป็นระบบที่มีความซับซ้อนภายในวงจรควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ แต่ในแง่ของผู้ใช้ ผู้ดูแลรักษา การใช้งานและดูแลรักษาจะเหมือนกับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนทั่วไป



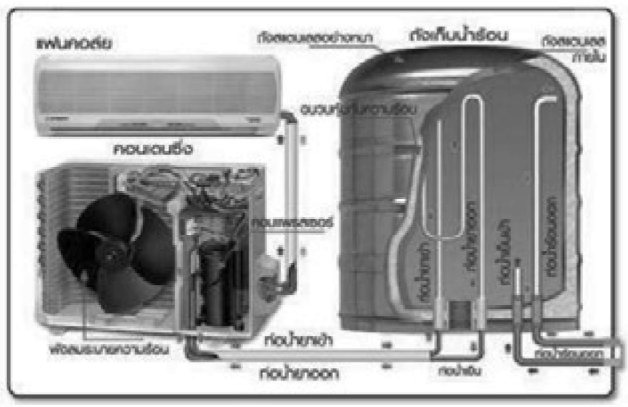


รูปที่ 5.10 เครื่องปรับอากาศแบบ VRV

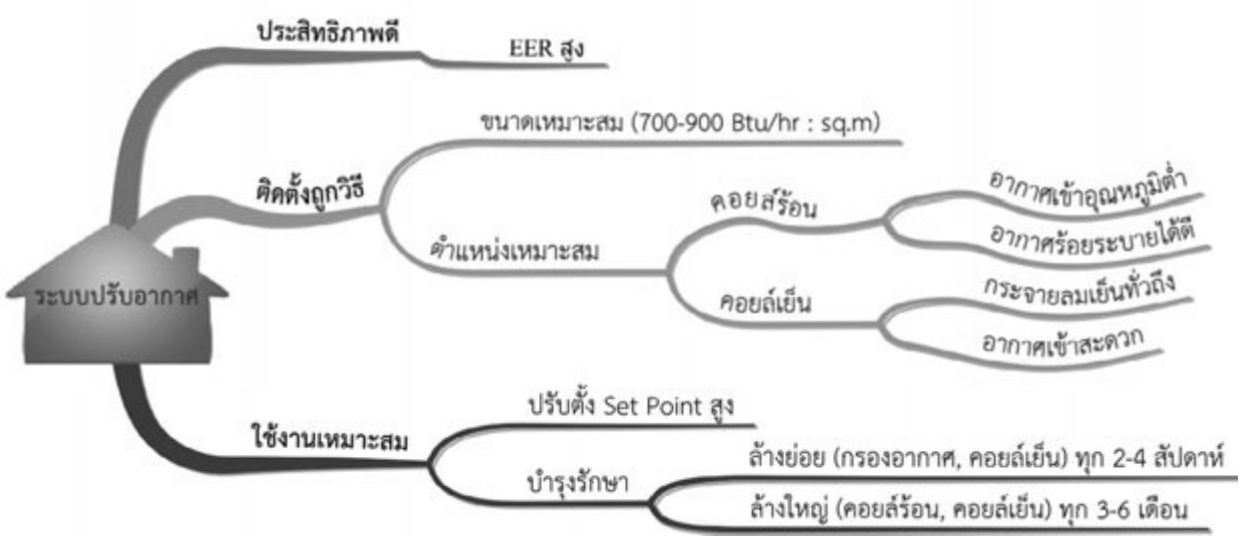
5.5.7 มาตรการนำความร้อนทิ้งจากระบบปรับอากาศกลับมาใช้

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน มีการระบายความร้อนด้วยอากาศที่ชุดคอยล์ร้อน ซึ่งอุณหภูมิผิวท่อน้ำยาร้อน สูงถึง 80-90^{O}C จึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการทำน้ำให้มีอุณหภูมิสูงประมาณ 60-70^{O}C

โดยสามารถใช้น้ำร้อนที่ได้สำหรับการอาบน้ำ หรือกระบวนการผลิตต่างๆ ที่ต้องการใช้น้ำร้อน ซึ่งนอกจากจะช่วยลดค่าไฟฟ้าจากการต้มน้ำแล้ว ยังส่งผลให้ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศสูงขึ้นได้ เนื่องจากการระบายความร้อนที่ดีขึ้น โดยทั่วไปการดำเนินการตามแนวทางนี้ สามารถประหยัดพลังงานได้ประมาณ 10-30%



รูปที่ 5.11 ระบบทำน้ำร้อนจากเครื่องปรับอากาศ *รูปที่ 5.12 การติดตั้งระบบทำน้ำร้อนสำหรับห้องพัก*



รูปที่ 5.13 แนวทางการประหยัดพลังงานสำหรับระบบปรับอากาศ