บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กรณีศึกษาการพิจารณาเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

ปัจจัยที่ทำให้เกิดแนวความคิดในการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ของอาคาร มีหลายปัจจัย โดยปัจจัยหลักนั้นเป็นเรื่องของประสิทธิภาพการใช้พลังงาน เสถียรภาพการทำงานของเครื่องจักร และสารทำความเย็นที่ใช้กับเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) เป็นต้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการค้นคว้า และศึกษาการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ของโครงการอื่น ๆ เพื่อวิเคราะห์ถึงความเหมาะสม ความจำเป็นในการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นของระบบปรับอากาศ

2.1.1 โรงแรมโนโวเทล สยามสแควร์

สถานที่ : สยามสแควร์ จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ความเป็นมา และข้อมูลพื้นฐาน : โรงแรมโนโวเทล เป็นโรงแรมขนาด 429 ห้องพัก มีความสูง 18 ชั้น เวลาทำการ 24 ชั่วโมงต่อวัน 365 วันต่อปี พื้นที่ปรับอากาศ 27,440 ตารางเมตร สัดส่วนการใช้พลังงานสำหรับระบบปรับอากาศ 45.57%

สาเหตุที่เปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น :

1. โรงแรมมีนโยบายลดการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ จึงได้ศึกษาและทำการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นชนิดแรงเหวี่ยง (Centrifugal Type) ขนาด 450 ตันความเย็น เป็นเครื่องทำน้ำเย็นชนิดแรงเหวี่ยงที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพื่อทดแทนเครื่องทำน้ำเย็นเดิมที่ใช้งานมานาน และเพื่อปรับปรุงค่าสมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องให้ดีขึ้น ทำให้สามารถประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศได้ประมาณ 15%

วางแผนประหยัดพลังงานเป็นขั้นตอน มาตรการบางส่วนของโรงแรมที่ได้ดำเนินการไปแล้ว และมีการลงทุนในบางมาตรการ เช่น การติดตั้งระบบ Ozone System เพื่อนำโอโซนมาใช้กับระบบเครื่องซักผ้า ลดการใช้น้ำร้อน ต่อมามีการเปลี่ยน Chiller ขนาด 450 ตัน จำนวนสามเครื่อง เป็นขนาด 500 ตัน สองเครื่อง โดยยังเก็บ ขนาด 450 ตัน ไว้หนึ่งเครื่อง

2. มีการแก้ไขระบบน้ำยามาใช้แบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ผลสามารถประหยัดได้ถึง 770 MW/ปี เป็นเงินกว่าสองล้านบาท ต่อมามีการติดตั้ง VSD เพื่อควบคุมการทำงานของ Chiller ให้เหมาะสม สามารถประหยัดพลังงานได้ 140,000 kWh/ปี และยังได้ติดตั้ง Voltage Decorator ขนาด 1,000 kW. เข้ากับหม้อแปลงขนาด 2,000 kVA. จำนวนสองชุด ทำให้สามารถประหยัดไฟฟ้าได้ 5% ลดอัตราการเปลี่ยนหลอดไฟได้ 60,000 บาท/ปี นอกจากนี้ยังมีการติดตั้งอุปกรณ์รักษาความสะอาด Cooling Tower และ Chiller และติดตั้งระบบ Automatic สำหรับเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น

ลดการใช้ Cooling ประหยัดไฟ 166,356 บาท/ปี โรงแรมมี Chiller สามตัว บริษัทที่ปรึกษาได้แนะนำให้เดินเครื่อง Chiller ตัวที่มีประสิทธิภาพสูงสุดเป็นหลัก โดยควบคุมการเปิด-ปิดด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถเลือกได้ว่าจะเดินเครื่อง Chiller ตัวไหน ระยะเวลาใดโดยเลือกตัวที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการเดินเครื่อง ผลจากการดำเนินมาตรการสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้า 16,858 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 48,2143 บาท/ปี

นอกจากนี้ยังลดการเดิน Cooling Tower หรือหอผึ่งน้ำจากเดิมสามชุด เหลือสองชุด โดยไม่ทำให้ความเย็นลดลงผลจากการดำเนินมาตรการสามารถลดพลังงานไฟฟ้าได้ 58,166 kWh/ปี เป็นเงิน 166,356 บาท/ปี

ภาพประกอบที่ 3 การเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) โรงแรมโนโวเทล สยามสแควร์

กรณีศึกษาตามกล่าวข้างต้น ทำให้ทราบถึงมูลเหตุในการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) อันเนื่องมาจาก

1. เครื่องทำน้ำเย็นผ่านการใช้งานมานานจนเสื่อมสภาพ
2. มีค่าประสิทธิภาพการทำงานต่ำ
3. ใช้พลังงานไฟฟ้าสูง สิ้นเปลืองพลังงาน
4. ค่าบำรุงรักษาสูง
5. รัฐบาลส่งเสริมการใช้เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ประสิทธิภาพสูง

2.1.2 โครงการสาธิตการปรับเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศที่ใช้สารซีเอฟซีเป็นสารทำความเย็น

ประเทศไทยเป็นประเทศแรกของประเทศภาคีภายใต้พิธีสารมอนทรีออล ที่ได้รับเงินช่วยเหลือในรูปแบบเงินกู้ปลอดดอกเบี้ย (Concessional Loan) จำนวน 4.975 ล้านเหรียญสหรัฐ จากกองทุนพหุภาคีและกองทุนสิ่งแวดล้อมโลกเพื่อนำมาใช้ในการนำร่อง เพื่อปรับเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นที่ใช้ในระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ที่ใช้สารซีเอฟซีเป็นสารทำความเย็น หรือที่เรียกว่า CFC Chiller ภายใต้ โครงการสาธิตการปรับเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศที่ใช้สารซีเอฟซีเป็นสารทำความเย็น (The Pilot Project of Building Chiller Replacement Program) ระยะที่ 1 จำนวนไม่เกิน 24 เครื่อง เนื่องจากการปรับเปลี่ยน CFC Chiller จะช่วยให้ประเทศไทยสามารถลดปริมาณความต้องการใช้สารซีเอฟซีในการซ่อมบำรุง CFC Chiller ซึ่งจะสอดคล้องกับคำรับรองของรัฐบาลไทยในการลดเลิกการใช้สารซีเอฟซี ตามพันธกรณีที่กำหนดไว้ในพิธีสารมอนทรีออล และในขณะเดียวกันสารซีเอฟซีที่เก็บได้จาก CFC Chiller ที่ถูกปรับเปลี่ยนและรื้อถอนจะถูกทำให้สะอาดและนำกลับมาใช้ในการซ่อมบำรุง CFC Chiller ที่ยังมีอายุการใช้งานที่เหลืออยู่ในประเทศไทยเพื่อรองรับสภาพการขาดแคลนสารดังกล่าวที่จะเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้

จากข้อมูลการสำรวจโดยกรมโรงงานอุตสาหกรรมในปี พ.ศ. 2542 พบว่ามีเครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศ ที่ใช้สารซีเอฟซีเป็นสารทำความเย็น (CFC Chiller) ซึ่งได้รับการติดตั้งก่อนปี พ.ศ. 2536 ประมาณ 1,400 เครื่องโดยใช้ CFC -11 และ CFC-12 เป็นสารทำความเย็น CFC Chiller มีความสามารถในการทำความเย็น (Cooling Capacity) เฉลี่ยประมาณ 400-500 ตันความเย็น มีอายุการใช้เฉลี่ยประมาณ 8 ปี และยังสามารถใช้งานต่อไปได้อีกประมาณ 17 ปี ก่อนที่จะหมดอายุการใช้งาน CFC Chiller เหล่านี้มีอัตราเฉลี่ยในการรั่ว (Leakage Rate) ของสาร CFCs ประมาณ 10% ต่อปี และมีอัตราการใช้กระแสไฟฟ้า (Power Consumption) อยู่ในช่วง

ในโครงการสาธิตได้กำหนดเงื่อนไขให้ผู้เข้าร่วมโครงการสามารถนำส่วนต่างของค่ากระแสไฟฟ้าที่ลดลงจากการปรับเปลี่ยน CFC Chiller มาชำระเงินคืนกองทุนได้ภายในระยะเวลาที่กำหนด ทั้งนี้หากเครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศที่นำมาทดแทนไม่มีประสิทธิภาพตามที่กำหนด อันเนื่องมาจากเทคโนโลยีไม่เหมาะสมกับสภาวะการปฏิบัติงานในภูมิอากาศของประเทศไทย จำนวนเงินกู้ที่จะต้องนำส่งคืนจะถูกลดไปตามสัดส่วนของประสิทธิภาพที่แท้จริงของเครื่องนำมาทดแทน (Technology Risk) หลังดำเนินโครงการระยะที่ 1 เสร็จสิ้น มีเจ้าของ CFC Chiller จำนวน 7 ราย เข้าร่วมโครงการเพื่อเปลี่ยน CFC Chiller ทั้งสิ้น 17 เครื่อง ดังนี้

1.	Rama Garden Hotel		2	เครื่อง
2.	Thai CRT		1	เครื่อง
3.	Venus Thread		1	เครื่อง
4.	Toshiba Semicon		2	เครื่อง
5.	Jong Stit Factory		1	เครื่อง
6.	Novotel Bangna		2	เครื่อง
7.	Grand Amarin Group		8	เครื่อง
	- Amarin Plaza		3	เครื่อง
	- SOGO		2	เครื่อง
	- Grand Hyatt Erawan		3	เครื่อง

ตารางที่ 1 รายชื่อผู้เข้าร่วมโครงการเปลี่ยน CFC Chiller

รายการ	ดัชนีชี้วัดผลการดำเนินโครงการ	ผลหลังการดำเนินโครงการ
จำนวนผู้เข้าร่วมโครงการ	20-24	17
ลดปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้า (เมกะวัตต์ชั่วโมง/ปี)	14,400	12,653
ลดปริมาณการใช้สารซีเอฟซี (โอดีพีตัน/17 ปี)	20.40	38.59

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณการลดปริมาณการใช้สารซีเอฟซี และการประหยัดพลังงานไฟฟ้า (แหล่งที่มา: รายงานฉบับกลางปี ระหว่างเดือน กรกฎาคม – ธันวาคม พ.ศ.2547 บรรษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย)

จากการกำหนดดัชนีเพื่อชี้วัดผลการดำเนินโครงการ แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยสามารถดำเนินการลดปริมาณในการใช้สารซีเอฟซีได้มากกว่าปริมาณที่กำหนดถึง 18.19 โอดีพี ตันเมื่อคำนวณจากอายุการใช้งานเฉลี่ยที่ยังเหลืออยู่อีก 17 ปี ซึ่งเป็นเป้าหมายหลักในการดำเนินโครงการ ในขณะเดียวกันยังสามารถลดปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าได้ใกล้เคียงกับดัชนีชี้วัดที่กำหนดถึง 87.86 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งมีผู้เข้าร่วมโครงการใกล้เคียงกับดัชนีชี้วัดถึง 85 เปอร์เซ็นต์

โครงการสาธิตการปรับเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศ (Chiller) ที่ใช้สาร CFC เป็นสารทำความเย็น

ภาพประกอบที่ 4 การเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ที่ใช้สาร ซีเอฟซี

วัตถุประสงค์

เพื่อแสดงให้เห็นว่าการปรับเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศ (Chiller) ที่มีอยู่ด้วยเครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง ไม่ใช้สาร CFCs เป็นสารทำความเย็น สามารถลดอัตราการใช้กระแสไฟฟ้าลงได้ และสามารถนำค่าใช้จ่ายที่ประหยัดจากการลดอัตราการใช้กระแสไฟฟ้าลงได้ และสามารถนำค่าใช้จ่ายที่ประหยัดจากการลดอัตราการใช้กระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการปรับเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศ (CFC Chiller) มาใช้คืนกองทุนในการลงทุนปรับเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศภายในระยะเวลาที่กำหนดไว้ และเพื่อให้มั่นใจว่าประเทศไทยจะมีสาร CFCs เพียงพอต่อการซ่อมบำรุงเครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศที่ยังมีอายุการใช้งานอยู่โดยการนำสาร CFCs ที่เก็บได้จากเครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศที่ได้รับการปรับเปลี่ยนกลับมาใช้ในการซ่อมบำรุงใหม่ต่อไป

การดำเนินงาน

ในอาคารสำนักงาน จะมีการใช้ระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ โดยความเย็นจะส่งผ่านมาตามท่อเรียกสั้น ๆ ว่า Chiller ความเย็นที่ได้นั้นเกิดจากการระเหยตัวของสารทำความเย็น ก่อนที่จะถูกควบแน่นกลายเป็นของเหลวอีกครั้ง สารทำความเย็นที่ใช้ใน Chiller นั้นมีอยู่หลายชนิด เช่น สาร CFCs, HCFCs, HFCs และสาร Hidrocarbon

Chiller ประเภทที่ใช้สาร CFC เป็นสารทำความเย็น 1 เครื่อง ที่มีความสามารถในการทำความเย็นเฉลี่ยประมาณ 400 – 500 ตันความเย็นและต้องใช้สาร CFC ประมาณ 1 กิโลกรัมต่อตันความเย็น ดังนั้น Chiller 1 เครื่องจะใช้ซีเอฟซีทั้งหมดถึงประมาณ 500 กิโลกรัม ประเทศไทยมี CFC Chiller ประมาณ 1,500 เครื่อง ดังนั้นถ้าหากมีการรั่วไหลของ CFC Chiller เพียงแค่ 10% ต่อปี จะมีปริมาณ CFC Chiller รั่วไหลสู่ชั้นบรรยากาศโอโซนถึง 75,000 กิโลกรัม กรมโรงงานอุตสาหกรรมร่วมกับธนาคารโลก และบรรษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยจัดทำโครงการเพื่อสาธิตการปรับเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศ (Chiller) ที่ใช้สาร CFC-12 เป็นสารทำความเย็น โดยบรรษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยเป็นผู้บริหารเงินโครงการเพื่อปรับเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศ (Chiller) ที่มีศักยภาพต่อการปรับเปลี่ยนจำนวน 24 เครื่อง ในรูปแบบของเงินกู้แบบปลอดดอกเบี้ย ในเบื้องต้นได้มีการกำหนดคุณสมบัติของ CFC Chiller เข้าข่ายที่จะได้รับการพิจารณาในโครงการไว้ดังนี้

1. เครื่อง Chiller ที่มีอยู่เป็นแบบหอยโข่ง (Centrifugal Type) และใช้สาร CFCs เป็นสารทำความเย็น

2. อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า (Power Consumption) ต้องมีค่าสูงกล่า 0.8 กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น
3. เครื่อง Chiller ที่มีความสามารถในการทำความเย็น (Cooling Capacity) 500 ตันความเย็นหรือมากกว่าจะได้รับสิทธิ์พิจารณาก่อน
4. ชั่วโมงการใช้งานสะสม (Cumulative Operating Hours) ต้องไม่เกิน 15 ปี
5. การปรับเปลี่ยน Chiller มีกำหนดระยะเวลาคืนเงิน (Payback Period) ให้แก่กองทุนไม่เกิน 48 เดือน

เครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศ (Chiller) ที่ได้รับการปรับเปลี่ยนเรียบร้อยแล้ว จะต้องนำเงินที่ได้จากการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นผลมาจากการปรับเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศ (Chiller) คืนสู่กองทุนสิ่งแวดล้อมโลกและกองทุนพหุภาคี ระยะเวลาดำเนินโครงการ พ.ศ. 2544 – 2549

2.1.3 ขั้นตอนการบริหารการใช้พลังงานภายในอาคาร

Building Energy Management (BEM) Process

นับตั้งแต่วิกฤติการณ์พลังงานครั้งแรกของโลกในทศวรรษที่ 1970's ประเทศอุตสาหกรรมต่างๆ ได้มอง เห็นความสำคัญของพลังงานมากขึ้น โดยทุกภาคการใช้พลังงานหลักๆอันได้แก่ ภาคอุตสาหกรรม ภาคคมนาคม ขนส่ง และภาคอาคารบ้านเรือนได้มีการตื่นตัวอย่างมากในการหาทางประหยัดพลังงาน ซึ่งภาคดังกล่าวต่างก็มี นโยบายที่ประกอบไปด้วยทั้งการงดใช้ และการเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้พลังงาน สำหรับภาคอาคารบ้านเรือน ก็ได้มีการคิดค้นหลักวิธีการออกแบบอาคารที่ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม และใช้ประโยชน์จากแหล่งพลังงานหมุน เวียน (Renewable Energy) มากขึ้น

สำหรับภาคอาคารบ้านเรือน ก็ได้มีนโยบายส่งเสริมการประหยัดพลังงานทั้งในรูปการบริหารปรับลดการ ใช้ (Demand Side Management – DSM) และมาตรการลงโทษอาคารที่ใช้พลังงานสูงเช่น การใช้ Peak Load Penalty ในการคิดค่าไฟฟ้าในหลายประเทศ สำหรับประเทศไทยก็ได้มีพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานใน อาคารปี พ.ศ. 2535 ซึ่งกำหนดค่า OTTV และ RTTV สำหรับอาคารใหม่ และสำหรับอาคารเก่าก็จะต้องมีการจัดหาผู้ จัดการพลังงาน (Energy Manager) เข้ามาจัดทำรายงานแผนข้อมูลการใช้และแผนการปรับลดการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่อง (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน 2535) แต่อย่างไรก็ดี จนถึงบัดนี้ยังไม่มีการ

คำว่า "ประสิทธิภาพ" ในความหมายของ BEM

การบริหารจัดการการใช้พลังงานภายในอาคาร (Building Energy Management – BEM) คือกระบวนการ วางแผนการใช้พลังงานในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งจะรวมถึงการงดใช้และการใช้น้อยที่สุดเท่าๆที่จะไม่ ทำให้ประสิทธิภาพการทำกิจกรรมอื่นๆ *(Productivity)* ในอาคารต้องเสียหายลง หรือก่อให้เกิดผลเสียทางสุขภาพ ใดๆกับผู้ใช้อาคาร จะเห็นว่าคำว่า "ประสิทธิภาพ" (Efficiency) เป็นคำที่สำคัญมากที่สุดของ BEM ดังนั้นการ ประหยัดพลังงานโดยไม่ใช้พลังงานเลยแม้แต่น้อย ถึงแม้จะดีที่สุดในแง่การประหยัดทรัพยากร แต่จะไม่ถือว่าเป็น การบริหารการใช้พลังงานที่เหมาะสม ถ้าหากการประหยัดที่ได้มาจะต้องแลกมาด้วยประสิทธิภาพการทำงานที่ด้อย ลงของผู้ใช้อาคาร คำว่าประสิทธิภาพในความหมายของ BEM จะประกอบด้วย 3 ส่วน สำคัญคือ **1) Efficient Purchasing, 2) Efficient Equipment,** และ **3) Efficient Operation** (Herzog 1997)

Efficient Purchasing หมายถึงการจัดซื้อพลังงานได้ถูกที่สุด ซึ่งก็คือการใช้พลังงานในช่วงเวลาที่พลังงาน มีราคาถูกที่สุดนั่นเอง สำหรับอาคารพาณิชย์ พลังงานจะราคาถูกที่สุดในช่วงที่มีคนใช้ร่วมกันน้อยที่สุด ซึ่งมักจะเป็น ช่วงเวลากลางคืน ทั้งนี้เพราะกำลังผลิตของโรงไฟฟ้าแต่ละโรงมีจำกัด การที่ทุกอาคารใช้พลังงานพร้อมกันมากๆ จะ ส่งผลให้ต้องก่อสร้างโรงไฟฟ้าเพิ่ม ทำให้สูญเสียงบประมาณจำนวนมหาศาล นั่นคือเหตุผลว่าทำไมอัตราค่าไฟฟ้าจึง ต้องแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา ตัวอย่างของการหลีกเลี่ยงการใช้ ไฟฟ้าในช่วงเวลาที่แพง ก็เช่นการใช้คลังนำแข็ง (Ice Storage) ในอาคารสำนักงานใหญ่ธนาคารไทยพาณิชย์ (SCB) ทางด้าน Efficient Equipment ก็หมายถึงการเลือก ใช้อุปกรณ์ (ซึ่งรวมถึงตัวสถาปัตยกรรมเองด้วย) ที่มีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานสูงสุด รวมทั้งการปรับปรุง Upgrade & Replace อุปกรณ์เหล่านี้เมื่อมี อุปกรณ์ประสิทธิภาพสูงกว่าเข้ามา ตัวอย่างเช่นการเลือกใช้เครื่องปรับ อากาศเบอร์ 5, หลอดผอม หรือการใช้ วัสดุกันความร้อนที่เหมาะสม เป็นต้น สำหรับข้อสุดท้าย Efficient Operation จัดเป็นส่วนที่มักจะถูกมองข้ามอยู่เสมอ ทั้งนี้เพราะผู้ดูแลอาคารจำนวนมาก ขาดความรู้ที่จะบริหารอาคารอย่างเหมาะสม เพียงแค่การปิดไฟในเวลาที่ไม่ใช้งานอาจจะไม่เพียงพอสำหรับการบริหารอาคารสมัยใหม่ที่ซับซ้อนในปัจจุบันนี้

ขั้นตอนโดยสังเขปของ BEM

หนึ่งในองค์กรที่ทำงานด้าน BEM ในสหรัฐอเมริกา ได้แก่ Energy Systems Laboratory (ESL), Texas A&M University ได้กำหนดวิธีดำเนินการของ BEM ไว้ว่า BEM จะประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ ๆ 5 ส่วน คือ **2A** และ **3C** ซึ่ง 2A ก็คือ **A**udit และ **A**nalysis ส่วน 3C ก็คือ **C**onservation, **C**alculation, และ **C**ommissioning ซึ่งจะขยายความ ได้ดังต่อไปนี้

1. Audits (Energy and Indoor Condition Audits)
2. Analysis (Analysis of Building Energy Consumption)
3. Conservation (Energy Conservation Measures)
4. Calculation (Calculation of Energy and Money Savings)
5. Commissioning (Continuous Commissioning)

1. Audits (Energy and Indoor Condition Audits)

Audits คือการตรวจสภาพของอาคาร ซึ่งเป็นขั้นตอนเริ่มแรกสุดของ BEM การที่ผู้จัดการพลังงานจะเริ่ม ทำการใดๆได้จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องรู้สภาพการใช้พลังงานและสภาพแวดล้อมภายในที่มีผลเกี่ยวเนื่องกับการทำงาน ระบบต่างๆของอาคารก่อน ซึ่งยังรวมถึงสภาพการใช้พลังงานของอุปกรณ์อาคารแต่ละชิ้น การทำ Energy Audit ใน อาคารอาจจะเริ่มตั้งแต่การเดินสำรวจอาคาร การใช้อุปกรณ์วัดแบบพกพา (Handheld Equipment) ไปจนกระทั่ง การติดตั้งเครื่องมือวัดเก็บข้อมูล (Data Logger) ของส่วนต่างๆโดยละเอียด เป็นระยะเวลาเป็นปี

1.1 Walk-Through Audit

การ Audit แบบนี้จะประกอบด้วยการตรวจอาคารในระยะสั้นๆ เพื่อหาว่าส่วนใดในอาคารที่มีปัญหาชัดเจน และสามารถทำการปรับปรุงแบบง่ายๆและประหยัดได้ในทันที การAudit แบบนี้ในหมู่วิศวกรจะหมายถึง Operating and Maintenance (O&M) (Krarti 2000) ซึ่งจะได้แก่การวัดอุณหภูมิและความชื้นภายในอาคารเพื่อหาทาง ปรับ Set Point ของ Thermostat การวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซค์เพื่อปรับเพิ่ม-ลดอัตราการระบายอากาศรวมทั้ง การตรวจหาจุดเสียหายในอาคารที่อาจก่อให้เกิดการสูญเสียพลังงานโดยไม่จำเป็น การ Audit แบบนี้อาจจะทำให้พบ ปัญหาและหาทางแก้ไขได้ทันทีโดยอาจจะไม่จำเป็นต้องทำการ Audit แบบอื่นๆที่จะใช้ เวลาและงบประมาณลงทุน ที่สูงกว่า ในกรณีที่ผู้จัดการพลังงานต้องการแยกแยะการใช้พลังงานของส่วนต่างๆ ของอาคาร(Disaggregation) อย่าง รวดเร็วภายในวันเดียว การทำ Blink Test (Soebarto and Degelman 1996) ก็จะช่วยทำนายได้ถูกต้องพอสมควร โดย Blink Test ก็คือการที่ทีมงานพร้อมอุปกรณ์วัดกระแสไฟฟ้าแอมป์มิเตอร์แบบ Clamp-on เข้าไป ในอาคารในวันหยุด เพื่อเปิด-

1.2 Utility Cost Analysis

หลังจากที่ทำ Walk-Through Audit แล้วหากไม่พบจุดเสียหายใดๆในอาคาร ผู้จัดการพลังงานจะเก็บรวบ รวมบิลล์ค่าพลังงานรายเดือนทุกเดือนถอยหลังไปเป็นระยะเวลาหลายๆปี เพื่อวิเคราะห์รูปแบบการใช้ พลังงาน, Peak Demand, อิทธิพลของสภาพอากาศภายนอก รวมทั้งความเป็นไปได้ที่จะลดการใช้พลังงาน การวิเคราะห์บิลล์ค่าไฟ ยังสามารถทำได้ด้วยการหาปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ใช้สอย (กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อปี -- $kWh/m^2.yr$) เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับอาคารอื่นๆ หรืออาจจะนำไปจัดทำฐานข้อ มูลดัชนีการใช้พลังงาน (Energy Use Indices) ตัวอย่างเช่นการจัดทำ BEPS (Building Energy Performance Standards) ของอาคารแต่ละประเภทในสหรัฐ อเมริกา อย่างไรก็ดี ถ้าจะวิเคราะห์ในเรื่องที่เกี่ยวกับตัวเงินค่าพลังงาน ผู้จัดการพลังงานจำเป็นที่จะต้องเข้าใจอย่างดี เกี่ยวกับโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าที่อาคารถูกเรียกเก็บ ทั้งนี้เพราะ อัตราค่าไฟฟ้าสำหรับอาคารพาณิชย์และอุตสาหกรรมจะมีวิธีเรียกเก็บที่ซับซ้อนกว่ากว่าอาคารบ้านพักอาศัย เนื่องมาจากการใช้ Demand Charge ในอาคาร ประเภทดังกล่าว นอกจากนี้ประโยชน์ของการตรวจวิเคราะห์บิลล์ค่าไฟฟ้าก็คือการที่จะทำให้ผู้จัดการพลังงาน สามารถตัดสินใจเปลี่ยนรูปแบบการเลือกซื้อพลังงาน ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าได้ เช่น การเปลี่ยนการคิดค่าไฟจากแบบ ปกติไปเป็นแบบ TOU (Time of Use) ของการไฟฟ้านครหลวง (การไฟฟ้านครหลวง 2546) สำหรับบ้านพักอาศัย และกิจการขนาดเล็ก ซึ่งจะตั้งอัตราค่าไฟอยู่ที่ 1.22 บาทต่อ หน่วยในช่วงเวลา Off Peak (22:00 – 9:00 น. วันจันทร์ ถึงศุกร์ และ 24 ชม. ในวันเสาร์-อาทิตย์) และ 4.31 บาท ต่อหน่วยในช่วงเวลา On Peak (9:00 – 22:00 น. วันจันทร์ ถึงศุกร์)

1.3 Standard Energy Audit

จุดประสงค์ของการทำ Standard Energy Audit ก็เพื่อหา Baseline การใช้พลังงานของแต่ละอาคารเพื่อที่จะ คาดคะเนค่าการประหยัดพลังงาน (Saving) ถ้าหากอาคารจะทำการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเพื่อให้ประหยัด พลังงาน เนื่องจากการคำนวณ Saving เป็นเรื่องที่ซับซ้อนถ้าหากต้องการทำให้ถูกต้อง ทั้งนี้เพราะเมื่ออาคารได้รับการปรับปรุง ไปแล้ว จะไม่สามารถรู้ได้เลยว่าค่าไฟฟ้าน่าจะเป็นเท่าใดถ้าหากอาคารไม่ได้รับการปรับปรุง **เปรียบเสมือนการเอาค่าไฟฟ้าหลังการปรับปรุงไปเปรียบเทียบกับค่าไฟฟ้าของอาคารที่ไม่มีอยู่จริงอีกแล้ว** ส่วนการเอาค่าไฟฟ้าหลังการปรับ ปรุงไปหักออกจากค่าไฟฟ้าของปีก่อนหน้าการปรับปรุงอาจจะไม่ถูกต้องนัก เพราะสภาพอากาศของแต่ละปีอาจจะไม่ เหมือนกัน ถ้าอากาศของปีก่อนการปรับปรุงร้อนกว่าปีหลังการปรับปรุง ค่า Saving ที่ได้ก็จะสูงเกินจริง ถ้าอากาศ ของปีก่อนปรับปรุงเย็นกว่าปีหลังการปรับปรุง ค่า Saving ก็จะต่ำเกินไป ซึ่งค่า Saving นี้จะมีผลต่อการเรียกเก็บค่า บริการของผู้จัดการพลังงานในกรณีที่ผู้จัดการพลังงานคิดค่าจ้างเป็นสัดส่วนของค่า Saving ที่ได้หลังจากอาคารได้รับการปรับปรุงไปแล้ว

1.4 Detailed Energy Audit

ในกรณีที่มีงบประมาณสูงขึ้นและต้องการความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น ผู้จัดการพลังงานอาจเลือกใช้ Detailed Energy Audit ซึ่งก็จะมีขั้นตอนคล้ายกับ Standard Energy Audit เพียงแต่จะประกอบไปด้วยการติดตั้ง อุปกรณ์วัดการใช้พลังงานรายชั่วโมงหรือราย 15 นาที เป็นระยะเวลาหลายๆ เดือน หรืออาจจะเป็นปีขึ้นอยู่กับสัญญา ที่ทำร่วมกัน อุปกรณ์ที่ใช้วัดมักจะแบ่งแยกการวัดเป็นส่วนๆ ตามประเภทของการใช้พลังงาน เช่นไฟฟ้า แสงสว่าง (Lightings) อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า (Receptacles) เครื่องChiller แต่ละตัว และอุปกรณ์ปั๊มป์น้ำและ พัดลมเป่าอากาศ (Pumps and Fans) ในกรณีของอาคารขนาดใหญ่อาจจะต้องการติดตั้งเครื่องวัดแยกๆเป็นชั้นๆ เพื่อแยกแยะปริมาณ การใช้พลังงานของแต่ละแผนก ทางด้านอุปกรณ์ตรวจวัดกระแสไฟฟ้าอาจจะแยกได้เป็น สองประเภทคือ 1) ประเภท Clamp-on คือทำการคล้องแอมป์มิเตอร์เข้ากับสายไฟฟ้าที่ต่อเข้าสู่มิเตอร์ย่อยๆ (Sub-Meter) ของอาคารในส่วนของ End Users (Herzog 1997) และ 2) ประเภท Non-Intrusive Load Monitoring (NILM) ที่จะเชื่อมต่อเข้ากับสายไฟเมน เข้าอาคารในจุดๆเดียว ด้วยอุปกรณ์ประเภท Circuit Transducer (Haberl et al. 1992) การใช้ NILM จะประหยัดและ ดูแลรักษาง่ายกว่าเพราะเป็นการติดตั้งจุดเดียว ณ ภายนอกอาคาร แต่ผลเสียก็คือการที่ไม่สามารถแยกแยะปริมาณการ ใช้เป็นโซนๆ ได้ ซึ่งถ้าหากต้องการทำอย่างนั้น จะต้องทำ Blink Test ในวันหยุดเป็นระยะๆ ดังที่ได้กล่าวถึงไปแล้ว สำหรับอุปกรณ์วัดภาระการทำความเย็นของเครื่อง Chiller ทาง Energy Systems Lab (ESL), Texas A&M University แนะนำให้แยกวัด

2. Analysis (Building Energy Analysis)

การวิเคราะห์รูปแบบและปริมาณการใช้พลังงานในเบื้องต้นสามารถกระทำได้ด้วยการทำ Audit ตามที่ได้ กล่าวมาเบื้องต้น แต่อย่างไรก็ดี หากผู้จัดการพลังงานต้องการที่จะนำผลการ Audit ที่ได้ไปเปรียบ เทียบกับอาคารอื่นๆ หรือต้องการจะวิเคราะห์หาแนวทางในการปรับปรุงอาคารในลำดับต่อไป การวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างละเอียด ก็สามารถทำได้ด้วยการจำลองการใช้พลังงานในอาคารด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Krarti (2000) ได้จำแนกขั้นตอนของการวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารเป็น 3 ขั้นตอนหลัก เรียงลำดับตามความ ยากง่าย และเวลาที่ผู้จัดการพลังงานจะต้องใช้ในการวิเคราะห์ดังนี้

2.1 Ratio-Based Methods

Ratio-Based Methods เป็นการวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างง่ายที่สุด คือการหาสัดส่วนการใช้พลังงาน ต่อ หนึ่งหน่วยพื้นที่ใช้สอยของอาคาร, ต่อจำนวนผู้ใช้อาคาร, ต่อเงินค่าก่อสร้างและบริหารอาคาร, ต่ออุณหภูมิอากาศ เฉลี่ยภายนอก หรือต่อหนึ่งหน่วยการผลิต (ในกรณีที่อาคารใช้เป็นโรงงานอุตสาหกรรม) ส่วนค่าการใช้ พลังงานที่จะ นำมาคิดสัดส่วน ก็อาจจะเป็นค่าการใช้พลังงานรวมทั้งอาคารเป็น kWh หรือเป็น BTU หรืออาจจะเป็นการใช้พลังงาน ในส่วนย่อยๆ (End-Use) เช่นปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพื่อการปรับเย็น การทำน้ำร้อน การใช้พลัง งานไฟฟ้าแสงสว่าง การใช้พลังงานโดยอุปกรณ์อาคาร เป็นต้น นอกจากนี้การใช้ค่าความต้องการพลังงาน (Energy Demand) ในหน่วย Kilowatt (kW) ก็ยังเป็นที่นิยมเพราะสามารถช่วยให้เห็นภาพความต้องการ

ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างของการวิเคราะห์สัดส่วนการใช้พลังงานในอาคารประเภทต่างๆ ของสหรัฐอเมริกา (EIA 1996) และฝรั่งเศส (CEREN 1997) สำหรับประเทศไทยนั้น เท่าที่ผู้เขียนศึกษามา ยังไม่มีการจัด ทำดัชนีการใช้ พลังงานของอาคารแต่ละประเภทอย่างเป็นจริงเป็นจังนัก เป็นเพียงแค่การเก็บข้อมูล การใช้พลัง งานเฉลี่ยของอาคาร บางประเภทเท่านั้น และยิ่งกว่านั้นยังไม่มีการจัดทำดัชนีการใช้พลังงานที่สามารถนำมาเป็น มาตรฐานชี้วัดสภาพการ ใช้พลังงานของอาคารประเภทต่างๆอีกด้วย ถ้าหากจะมีการจัดทำดัชนีดังกล่าว ควรจะต้องมีการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแยกแยะเป็นดัชนีสำหรับภาคต่างๆ ซึ่งในประเทศที่มีพื้นที่กว้างใหญ่ เช่นสหรัฐ อเมริกา สภาพอากาศก็จะแตกต่างกัน มากตั้งแต่เขตอากาศหนาว ทางตอนเหนือ จนถึงเขตอากาศร้อนชื้น ทางตอนใต้ การกำหนดดัชนีการใช้พลังงานของ อาคารแต่ละประเภทจึงต้องทำแตกต่างกันสำหรับแต่ละสภาพภูมิอากาศ

ต่อพื้นที่อาคาร 1 ตารางเมตร (kWh/m^2) ของประเทศฝรั่งเศสและสหรัฐอเมริกา ประเภทอาคาร	ฝรั่งเศส	สหรัฐอเมริกา
สำนักงาน	395	300
สถานศึกษา	185	250
สถานพยาบาล	360	750
โรงแรม	305	395
ภัตตาคาร	590	770
ศูนย์การค้า	365	240

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยสัดส่วนการใช้พลังงานในอาคารประเภทหลักๆ ในหน่วย กิโลวัตต์-ชั่วโมง

2.2 กฎหมาย และมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

ทั้งนี้ เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาความจำเป็นในการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ของอาคารเสริมมิตรฯ ว่า มีความจำเป็นอย่างไรที่ต้องเปลี่ยน ผู้ทำการวิจัยจึงได้ทำศึกษาค้นคว้าและรวบรวมกฎหมาย และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับอากาศ โดยสรุปรายละเอียดได้ดังนี้

1. **กฎหมายที่เกี่ยวข้อง**

1.1พระราชบัญญัติ

1.1.1 พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535

1.2กฎกระทรวง

1.2.1 กฎกระทรวงฉบับที่ 5 พ.ศ. 527

- กำหนดประเภทอาคารควบคุมการใช้ตามมาตรา 32(2)
- ว่าาด้วยกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการอนุรักษ์พลังงานในอาคารควบคุม
- ออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ 2535
- เรื่องการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็น และค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งใช้งานในอาคาร พ.ศ. 2552

กฎกระทรวง

(พ.ศ. ๒๕๓๘)

ออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. ๒๕๓๕

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๖ และมาตรา ๑๙ แห่งพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. ๒๕๓๕ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม โดยคำแนะนำของคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ ออกกฎกระทรวงไว้ดังต่อไปนี้

หมวด ๑

ขอบเขตการบังคับใช้

ข้อ ๑ กฎกระทรวงนี้ให้ใช้บังคับกับอาคารควบคุมตามพระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม พ.ศ. ๒๕๓๘

ข้อ ๒ ในกฎกระทรวงนี้

"อาคารเก่า" หมายความว่า อาคารที่ได้ก่อสร้างแล้วเสร็จหรือกำลังก่อสร้างหรือยังไม่ได้ก่อสร้างแต่ได้ยื่นขออนุญาตก่อสร้างไว้ก่อนวันที่พระราชกฤษฎีกากำหนดให้อาคารนั้นเป็นอาคารควบคุมตามมาตรา ๑๘ มีผลใช้บังคับ

"อาคารใหม่" หมายความว่า อาคารที่ยื่นขออนุญาตก่อสร้างหลังวันที่พระราชกฤษฎีกากำหนดให้อาคารนั้นเป็นอาคารควบคุมตามมาตรา ๑๘ มีผลใช้บังคับ

ข้อ ๕ มาตรฐานการปรับอากาศในอาคาร

ระบบปรับอากาศที่ติดตั้งในอาคารจะต้องมีค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น ที่ภาระเต็มพิกัด (full load) หรือที่ภาระใช้งานจริง (actual load) ไม่เกินกว่าค่าตามตารางดังต่อไปนี้

(๑) เครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

ชนิดส่วนทำความเย็น/เครื่องทำความเย็น	อาคารใหม่	อาคารเก่า
	(กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น)	
ก. ส่วนทำน้ำเย็นแบบหอยโข่ง (centrifugal chiller)		
ขนาดไม่เกิน ๒๕๐ ตันความเย็น	๐.๗๕	๐.๙๐
ขนาดเกินกว่า ๒๕๐ ตันความเย็น ถึง ๕๐๐ ตันความเย็น	๐.๗๐	๐.๘๔
ขนาดเกินกว่า ๕๐๐ ตันความเย็น	๐.๖๗	๐.๘๐
ข. ส่วนทำเย็นแบบลูกสูบ (reciprocating chiller)	๐.๙๘	๑.๑๘
ขนาดไม่เกิน ๓๕ ตันความเย็น	๐.๙๑	๑.๑๐
ขนาดเกินกว่า ๓๕ ตันความเย็น	๐.๘๘	๑.๐๖
ค. เครื่องทำความเย็นแบบเป็นชุด (package unit)	๐.๗๐	๐.๘๔
ง. ส่วนทำน้ำเย็นแบบสกรู (screw chiller)		

ตารางที่ 4 ค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น ของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งในอาคาร

ข้อ ๘ การประเมินค่าการใช้ไฟฟ้าในอาคาร

(๒) มาตรฐานการปรับอากาศในอาคาร

(ก) สำหรับอาคารใหม่

เครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ และชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ ให้คำนวณค่าสมรรถนะของเครื่องทำความเย็นที่ติดตั้งในอาคาร โดยวิธีดังต่อไปนี้

(ก.๑) ส่วนทำน้ำเย็นแบบหอยโข่ง (centrifugal chiller) ส่วนทำน้ำเย็นแบบลูกสูบ (reciprocating chiller) หรือส่วนทำน้ำเย็นแบบสกรู (screw chiller)

$$\mathrm{ChP} = \frac{\mathrm{KW}}{\mathrm{TON}}$$

ChP คือ ค่าสมรรถนะของส่วนทำน้ำเย็น โดยมีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ต่อตันความเย็น

KW คือ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของส่วนทำน้ำเย็นที่ภาระเต็มพิกัด โดยมีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ ให้ใช้ค่าจากการทดสอบหรือรับรอง โดยผู้ผลิตอุปกรณ์หรือสถาบันการ ทดสอบที่เชื่อถือได้

TON คือ ความสามารถในการทำความเย็นที่ภาระเต็มพิกัด โดยมีหน่วยเป็นตันความเย็น ให้ใช้ค่าจากผลการทดสอบหรือรับรอง โดยผู้ผลิตอุปกรณ์หรือสถาบันการทดสอบที่เชื่อถือได้

ประกาศกระทรวงพลังงาน
เรื่อง การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็น และค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งใช้งานในอาคาร พ.ศ. ๒๕๕๒

อาศัยอำนาจตามความในข้อ ๕ แห่งกฎกระทรวงกำหนดประเภทหรือขนาดของอาคารและมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. ๒๕๕๒ ออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.๒๕๓๕ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๐ อันเป็นกฎหมายที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๙ ประกอบกับมาตรา ๓๓ มาตรา ๔๑ และมาตรา ๔๓ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงพลังงานจึงออกประกาศไว้ดังนี้

ข้อ ๒ ระบบปรับอากาศประเภทและขนาดต่างๆ ที่ติดตั้งใช้งานในอาคาร ต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็นในรูปของอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน และค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็นดังต่อไปนี้

(๒) ระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ต้องมีค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็นและส่วนประกอบอื่นของระบบปรับอากาศดังต่อไปนี้

(ก) เครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศต้องมีค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นไม่เกินกว่าที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้

ประเภทของเครื่องทำน้ำเย็น สำหรับระบบปรับอากาศ		ขนาดความสามารถในการทำความเย็นที่ภาระพิกัดของเครื่องทำน้ำเย็น (ตันความเย็น)	ค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น (กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น)
ชนิดการระบายความร้อน	แบบแรงเหวี่ยง	น้อยกว่า 500 มากกว่า 500	0.76 0.62

ตารางที่ 5 ค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น ของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งในอาคารตามประกาศปี 2552

1.3ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม

1.3.1 ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม นโยบายเพื่อควบคุมให้มีการลดและเลิกใช้สารทำลายชั้นบรรยากาศโอโซนของประเทศไทย ตามข้อกำหนดของพิธีสารมอนทรีออล ตามที่ประเทศไทยได้เข้าร่วมเป็นภาคีของอนุสัญญาเวียนนา ที่ต้องปฏิบัติการลด-เลิกใช้สารทำลายชั้นบรรยากาศโอโซน

อนุสัญญาเวียนนาพิธีสารมอนทรีออล และประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม

อนุสัญญาเวียนนา (Vienna Convention)

อนุสัญญาเวียนนาตั้งขึ้นเพื่อให้นานาประเทศร่วมกันดำเนินการป้องกันชั้นโอโซนในบรรยากาศมิให้ถูกทำลาย และร่วมกันแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจารูโหว่ของชั้นโอโซน โดยสนับสนุนให้เกิดการวิจัย และความร่วมมือในการแลกเปลี่ยนข่าวสารระหว่างประเทศต่างๆ นอกจากนี้อนุสัญญายังประกอบด้วยข้อตกลงระหว่างประเทศที่จะลดและเลิกการใช้สารเคมีที่ก่อให้เกิดการทำลายชั้นโอโซนอีกด้วย

หน่วยงานรับผิดชอบ

1. United Nations Environment Program : UNEP
2. กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

สถานภาพการดำเนินการ

อนุสัญญามีผลบังคับใช้เมื่อเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2528 ประเทศไทยให้สัตยาบันเข้าเป็นภาคยานุวัติเมื่อวันที่ 7 กรกฎาคม พ.ศ. 2532

พิธีสารมอนทรีออลว่าด้วยสารทำลายชั้นบรรยากาศโอโซน

(Montreal Protocol on Substances That Deplete the Ozone Layer)

คือสนธิสัญญาสากลที่ถูกกำหนดขึ้นเพื่อควบคุม, ยับยั้ง, และรณรงค์ให้ลดการผลิตและการใช้สารทำลายชั้นบรรยากาศโอโซน เพื่อรักษาชั้นบรรยากาศโอโซนที่เริ่มจะสูญสลายไปเนื่องจากสารเหล่านี้ โดยพิธีสารได้เปิดให้ประเทศต่างๆ ลงนามเป็นประเทศภาคีสมาชิกในวันที่ 16 กันยายน พ.ศ. 2530 (1987) และเริ่มการบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2532 (1989) เป็นต้นมา ตั้งแต่นั้นได้มีการแก้ไขปรับปรุงพิธีสาร 5 ครั้งด้วยกัน

บรรดาประเทศที่ลงนามในสัญญายินยอมที่จะดำเนินการจำกัดการผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีสารคลอโรฟลูโอโรคาร์บอน (CFC) ประกอบอยู่ด้วย รวมไปถึงควบคุมระดับการใช้และการผลิตสารที่อยู่ในประเภทที่ 1 ของ Annex A จนกระทั่งยุติการใช้ใน พ.ศ.2539

สารประกอบที่อยู่ในกลุ่มสารประเภทที่ 1 ของ Annex A ได้แก่

CFCl3 (CFC-11)

CF2Cl2 (CFC-12)

C2F3Cl3 (CFC-113)

C2F4Cl2 (CFC-114)

C2F5Cl (CFC-115)

ส่วนในสารชนิดอื่นๆ ที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มสารประเภทที่ 1 ของ Annex A (เช่น สารฮาลอน 1211, 1301, 2402; สาร CFC 13, 111, 112 ฯลฯ) , สารเคมีบางชนิดที่ต้องการมาตรการเฉพาะในการจำกัดการใช้และการผลิต (เช่น คาร์บอนเตตระคลอไรด์) และการใช้สาร HCFC ที่มีผลต่อสภาพแวดล้อมคาดว่าจะสามารถหยุดการใช้และการผลิตอย่างสมบูรณ์ภายใน พ.ศ.2573

มีข้อยกเว้นให้กับการใช้สารเหล่านี้ในกรณีที่เป็น "การใช้ที่สำคัญยิ่งยวด" และยังไม่สามารถหาตัวทดแทนได้ เช่นยาแบบพ่นเพื่อรักษาอาการหอบหืดและความผิดปกติอื่นๆ ของระบบทางเดินหายใจ เป็นต้น

ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม
เรื่อง การกำหนดปริมาณการนำเข้าสาร ซี เอฟ ซี

ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมมีหน้าที่ออกใบอนุญาตนำเข้าสาร ซี เอฟ ซี ซึ่งเป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ ๓ ตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. ๒๕๓๕ และสารดังกล่าวเป็นสารควบคุมตามพิธีสารมอนทรีออลที่ประเทศไทยให้สัตยาบันไว้และต้องดำเนินการควบคุมปริมาณการใช้อย่างเข้มงวด

ดังนั้น เพื่อให้ประเทศไทยสามารถควบคุมปริมาณการใช้สารดังกล่าวให้เป็นไปตามข้อกำหนดกรมโรงงานอุตสาหกรรมจึงออกประกาศกำหนดปริมาณการนำเข้าสาร ซี เอฟ ซี ตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๕๔๖ถึง พ.ศ. ๒๕๕๓ไว้ดังนี้

ปี พ.ศ.	ปริมาณสาร ซี เอฟ ซี ที่อนุญาตให้นำเข้าไม่เกิน (เมตริกตัน)
2546	2,560
2547	2,291
2548	1,364
2549	1,121
2550	912
2551	704
2552	496
2553	0

ตารางที่ 6 ปริมาณสาร ซี เอฟ ซี ที่อนุญาตให้นำเข้าตั้งแต่ปี 2546 - 2553

จากแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ทำให้ทราบว่าถึงความจำเป็นในการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ของอาคารโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เครื่องทำน้ำเย็นของอาคาร มีอายุการใช้งานของเครื่องจักรนานกว่า 18 ปี ซึ่งเกินกว่าอายุการใช้งานของเครื่องจักรโดยทั่วไป มีสภาพเสื่อมโทรม ประสิทธิภาพต่ำ มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูง มีปัญหาขัดข้องในด้านการทำงาน ขาดเสถียรภาพ และมีประวัติการหยุดชะงักการทำงานของเครื่องจักร (Machinery Breakdown) ทำให้มีผลกระทบต่อผู้ใช้อาคาร และชื่อเสียงของอาคาร ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสูง

2. มีกฎหมายบังคับใช้ เกี่ยวกับการกำหนดค่ามาตรฐานประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็นของระบบปรับอากาศ ให้มีค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นไม่เกินกว่าที่กำหนด เพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน

3. จากข้อกำหนดของ Montreal Protocol (1996) มีการกำหนดให้งดการใช้น้ำยาที่ก่อให้เกิดการทำลายโอโซนบนชั้นบรรยากาศ ซึ่งเน้นที่สาร CFC (R11, R12) ที่เป็นสารทำความเย็นในเครื่องทำน้ำเย็นของอาคาร