

การศึกษาเพื่อการตัดสินใจในการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)
ของระบบปรับอากาศ กรณีศึกษา : อาคารจีพีเอฟ วิทยุ ทาวเวอร์

วิเชียร ก้อนศรี

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีอาคาร คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
พ.ศ. 2556

**The Study for the Decision Making to Change the Centrifugal Chiller of
Air Conditioning Systems : Case Study of GPF Witthayu Towers**

Wichien Konsri

A Thematic Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Integrated Engineering Management

Faculty of Engineering, Dhurakij Pundit University

2013

หัวข้อสารนิพนธ์	การศึกษาเพื่อการตัดสินใจในการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นของระบบปรับอากาศ กรณีศึกษา : อาคารจีพีเอฟ วิทยุ ทาวเวอร์
ชื่อผู้เขียน	วิเชียร ก้อนศรี
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภรัชชัย วรรณัน
สาขาวิชา	การจัดการเทคโนโลยีอาคาร
ปีการศึกษา	2555

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับระบบอาคารจีพีเอฟ วิทยุ ทาวเวอร์ เป็นอาคารสำนักงานและร้านค้า เปิดใช้งานตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 ซึ่งวัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้คือต้องการลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาอุปกรณ์ นอกจากนี้ยังพบว่าเครื่องทำน้ำเย็นของอาคารมีการเสื่อมสภาพ อีกทั้งในอนุภาคสารซีเอฟซี (CFCs) ที่ใช้เป็นสารทำความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็นบางชนิดจะเลิกผลิตและบางชนิดมีการควบคุมไม่ให้มีการใช้แล้ว โดยโครงการใช้งบประมาณในการดำเนินการทั้งสิ้น 18,000,000 บาท รวมงานติดตั้งและอุปกรณ์ประกอบและรับประกันผลงานการติดตั้งและอะไหล่เป็นระยะเวลา 5 ปีเข้าบริการบำรุงรักษา 2 เดือนครึ่ง

การวิจัยนี้จึงทำการศึกษาพิจารณาเปลี่ยนแปลงระบบประกอบอาคารเป็นการเปลี่ยนทดแทนระบบที่มีอยู่เดิม โดยเลือกใช้เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) กับระบบปรับอากาศของอาคาร โดยทำการสำรวจ และรวบรวมข้อมูล และศึกษาถึงมาตรฐาน ข้อกำหนดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับอากาศในอาคาร เพื่อให้ได้ข้อมูลนำเสนอเจ้าของโครงการเพื่อการตัดสินใจเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น

ผลจากการศึกษาพบว่า การประเมินความเป็นไปได้ของโครงการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 500 ตันจำนวน 3 เครื่อง โดยการวิเคราะห์ทางการเงินและใช้อัตราคิดลด 2 อัตรา คือ 5% และ 8% อายุโครงการ 20 ปี เปรียบเทียบระยะเวลาคืนทุน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ ซึ่งจากการศึกษาจะมีระยะเวลาคืนทุน 4 ปี 6 เดือนและ 4 ปี 11 เดือนตามลำดับมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value) เท่ากับ 28,306, 852 บาทและ 19,235,673 บาท ตามลำดับและอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal Rate of Return) เท่ากับ 22.40% ดังนั้นถึงแม้ว่าจะใช้อัตราคิดลดทั้ง 2 อัตราข้างต้นเปรียบเทียบ โครงการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นของอาคารจีพีเอฟ วิทยุ ทาวเวอร์ ยังคงมีผลตอบแทนที่ดีและมีความคุ้มค่าในการลงทุนเป็นอย่างยิ่ง

Thematic Paper The Study for the Decision Making to Change the Centrifugal Chiller
of Air Conditioning Systems : Case Study of GPF Witthayu Towers

Author: Mr. Wichien Konsri

Adviser: Assistant Prof. Dr. Suparatchai Vorarat

Department: Building Technology Management

Academic Year: 2012

ABSTRACT

The case study of this research is the GPF Witthayu Towers in Bangkok, where has been built since 1990 for renting offices and retails businesses. The purpose of this research aims to save the maintenance cost due to the over time limit of the equipments of the air conditioning system. Moreover, some of the CFC substances, which have been used as the significant refrigerants of the centrifugal chiller, will not be further produced in the future following to the Government forbidden regulation launched. The replacement cost of this project shall be approximately at 18,000,000 baht, which the cost has been included the service fee for installation, equipments and 5 years service warranty by checking the air conditioning systems twice a month.

The research has considered changing the old processing by replacing the centrifugal chiller of the air conditioning systems which has been done with the investigation, the data collection and to study the limitation and the air conditioning standard systems of the building in order to summarize and present to the managerial team for further decision.

The analyzed result of this research shows the possibility of the project of replacing three centrifugal chillers, size 500 metric ton, based on the financial analysis with two discount rates at 5% and 8% for 20 years project cycle, respectively. For the 5% discount rate, the break-even point is at 4 years 6 months, and the net present value is at 28,306,852 baht. While the break-even point of the 8% discount rate is at 4 years 11 months, and the net present value is at 19,235,673 baht. The result of the internal rate of return is at 22.40%. Therefore, the replacement of the centrifugal chiller of the air conditioning systems in the GPF Witthayu Towers is considered to be as good investment after comparison with both discount rates.

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระเรื่อง “การศึกษาเพื่อการตัดสินใจในการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ของระบบปรับอากาศ” กรณีศึกษา อาคารจีพีเอฟ วิทยุ ทาวเวอร์ ฉบับนี้ประสบความสำเร็จตามที่กำหนดไว้ทุกประการ ทั้งนี้ด้วยความกรุณาอย่างสูงจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภรัชชัย วรรัตน์ อาจารย์นิเทศา จันเรื่อง มหาผล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชาติ โกมลสุทธิ และอาจารย์ ดร.สมหญิง งามพรประเสริฐ ที่ได้กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่ดีมาโดยตลอด ทำให้การค้นคว้าอิสระฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ครบถ้วนทุกประการ

ผู้จัดทำระลึกถึงบุญคุณของคณาจารย์ และท่านผู้ทรงคุณวุฒิ และอาจารย์ผู้เกี่ยวข้องที่ไม่กล่าวนามอีกหลายๆ ท่าน ที่มีส่วนในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ เจ้าหน้าที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ทุกท่าน รวมถึงคุณอุษณีย์ วิสิทธิ์ ที่อำนวยความสะดวกและช่วยติดต่อประสานงานต่างๆ ให้เป็นที่เรียบร้อยเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยี อาคาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ รวมทั้งอาจารย์พิเศษทุกๆ ท่าน ของมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ที่ได้ถ่ายทอดวิชาความรู้ และประสบการณ์ต่างๆ ที่มีคุณประโยชน์เป็นอย่างยิ่ง อีกทั้งต้องขอขอบคุณทุกๆ คนรอบข้างที่มอบกำลังใจและกำลังใจรวมทั้งกำลังความคิดซึ่งล้วนเป็นสิ่งสำคัญในความสำเร็จในครั้งนี้

คุณประโยชน์ใดๆ ที่เกิดจากการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้จัดทำขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน โดยทั่วกัน

วิเชียร ก้อนศรี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	๗
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	๘
กิตติกรรมประกาศ.....	๑
สารบัญตาราง.....	๗
สารบัญภาพ.....	๘
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2. แนวคิดทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 กรณีสื่อศึกษาการพิจารณาเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller).....	7
2.2 กฎหมายและมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง.....	21
3. วิธีการศึกษาและค้นคว้า.....	22
3.1 เครื่องมือวิจัย.....	22
3.2 วิธีการเก็บข้อมูล.....	24
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	24
3.4 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์.....	25
4. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	26
4.1 ปัญหาของเครื่องทำเครื่องเย็น (Chiller) ของระบบปรับอากาศของอาคาร.....	26
4.2 การเปรียบเทียบระหว่างเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ของอาคารกับข้อกำหนด ทางกฎหมายและมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง.....	36
4.3 อัตราการคิดค่าไฟฟ้าของอาคารจีพีเอฟ วิทยุ จากการไฟฟ้านครหลวง.....	37
4.4 รายละเอียดการดำเนินการ.....	37
4.5 การวิเคราะห์ทางการเงินของโครงการ.....	38
4.6 การตัดสินใจในการลงทุน.....	39
4.7 ตารางสถิติการใช้ไฟฟ้าของส่วนกลางอาคารจีพีเอฟ วิทยุ.....	50

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5. สรุปผลการศึกษา การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	51
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	51
5.2 อภิปรายผลการศึกษา.....	52
บรรณานุกรม.....	55
ภาคผนวก.....	58
ประวัติผู้ศึกษา.....	70

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ค่าเฉลี่ยสัดส่วนการใช้พลังงานในอาคารประเภทหลักๆ ในหน่วยกิโลวัตต์-ชั่วโมง.....	21
3.1 ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็น ของระบบปรับอากาศ.....	23
3.2 ปริมาณการนำเข้าสาร ซี เอฟ ซี ตั้งแต่ปี 2546-2553.....	24
4.1 รายละเอียดข้อมูลเครื่องทำความเย็น (Chiller) เครื่องเดิมของอาคารจีพีเอฟ วิทยุ.....	29
4.2 สถิติในการแจ้งปรับอุณหภูมิของระบบปรับอากาศของผู้เช่าอาคาร ประจำเดือนพฤษภาคม 2555.....	30
4.3 แสดงประวัติค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องทำความเย็นอาคาร ตั้งแต่ พ.ศ. 2553-2556.....	35
4.4 ตารางแสดงผลการประหยัดค่าไฟฟ้าต่อปีในการเปลี่ยน เครื่องทำน้ำเย็นเครื่องใหม่.....	40
4.5 ผลการหาจุดคุ้มทุน มูลค่าปัจจุบันสุทธิและอัตราผลตอบแทน ภายในโครงการ โดยนำค่าบริการบำรุงรักษามาคำนวณด้วยอัตราคิดลด (Discount Rate) ที่ใช้ 5%.....	41
4.6 ผลการหาจุดคุ้มทุน มูลค่าปัจจุบันสุทธิและอัตราผลตอบแทน ภายในโครงการ โดยนำค่าบริการบำรุงรักษามาคำนวณด้วยอัตราคิดลด (Discount Rate) ที่ใช้ 8%.....	45

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 สภาพเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 500 ตันความเย็นของอาคาร.....	2
2.1 รายชื่อโครงการที่มีการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น (Non CFC Chiller) จำนวน 7 ราย.....	10
2.2 การเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น ที่ใช้สาร ซีเอฟซี.....	11
2.3 ตัวอย่างผลการคำนวณหา Baseline การใช้พลังงานในอาคาร ด้วยวิธี Scorekeeping โดยใช้โปรแกรม PRISM.....	17
2.4 ตัวอย่างผลการคำนวณหา Baseline การใช้พลังงานรายวันด้วยวิธี Change-Point Regression โดยใช้โปรแกรม EModel แกนนอนแสดงอุณหภูมิอากาศภายนอก ตั้งแสดงการใช้พลังงานในการทำความเย็นให้อาคาร.....	19

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

อาคารจีพีเอฟ วิทยุ เป็นอาคารสำนักงานและร้านค้า (Office & Retail) บนพื้นที่ขนาด 7 ไร่ 1 งาน 87 ตารางวา มีความสูง 18 ชั้น และ 16 ชั้น จำนวน 2 อาคาร พื้นที่อาคารโดยรวมประมาณ 74,000 ตารางเมตร ตั้งอยู่เลขที่ 93/1 ดิถอนนวิทย์ แขวงลุมพินี เขตปทุมวัน ก่อสร้างในปี พ.ศ. 2533 และเปิดใช้งานตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 จนถึงปัจจุบัน เจ้าของโครงการคือ “กองทุนบำเหน็จบำนาญข้าราชการ” ถือเป็นอาคารควบคุมภาครัฐสังกัดกระทรวงการคลัง บริหารจัดการโดย บริษัท โจนส์ แลงลาซาลล์ แมเนจเม้นท์ จำกัด ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 จนถึงปัจจุบัน

อาคารมีอายุการใช้งานมานานกว่า 20 ปี อุปกรณ์ระบบประกอบอาคารส่วนใหญ่มีอายุเกินกว่าประมาณการเวลาใช้งาน มีสภาพชำรุดทรุดโทรม มีประสิทธิภาพต่ำ และขาดเสถียรภาพจนบางครั้งทำให้เครื่องจักรอุปกรณ์มีปัญหาหยุดชะงักไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ (Machinery Breakdown) ตามมาด้วยค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาที่เพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นการปรับปรุงหรือปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ระบบประกอบอาคาร จึงเป็นกระบวนการหนึ่ง ที่มีความจำเป็นเมื่อถึงเวลาอันควร

เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ถือเป็นอุปกรณ์ที่เป็นหัวใจของระบบปรับอากาศในอาคารที่มีความสำคัญและมีผลกระทบต่อผู้ใช้อาคาร เป็นอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของอาคาร คิดเป็นประมาณร้อยละ 60 ของค่าพลังงานไฟฟ้าทั้งอาคาร อีกทั้งเป็นอุปกรณ์ที่มีราคาสูง และมีอายุการใช้งานหลายสิบปี สำหรับเครื่องทำน้ำเย็นที่อาคารจีพีเอฟ วิทยุ ทาวเวอร์ ที่ใช้งานอยู่นี้ ติดตั้งมาตั้งแต่ก่อสร้างอาคาร เป็นเครื่องทำน้ำเย็นที่ผ่านการใช้งานมาอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานกว่า 20 ปี ซึ่งปัจจุบันประสิทธิภาพของเครื่องลดลง ขาดเสถียรภาพ ส่งผลให้ค่าพลังงานการใช้ไฟฟ้าของอาคารมีแนวโน้มสูงขึ้น อีกทั้งค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงก็มีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นกัน

ปัจจุบันเครื่องทำน้ำเย็นของระบบปรับอากาศ มีการพัฒนาเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าไปมาก จนผู้ผลิตหลายรายสามารถผลิตเครื่องทำน้ำเย็นได้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ประกอบกับมีการออกกฎหมายกำหนดค่าประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ กับอาคารและโรงงานควบคุม ทั้งนี้เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน อีกทั้งรัฐบาลไทยมีนโยบายในการลดเลิกการใช้สารซีเอฟซี (CFC) ที่ใช้เป็นสารทำความเย็นที่มีผลต่อการทำลายชั้นโอโซนในบรรยากาศ ตามพันธกรณีที่กำหนดไว้ในพิธีสารมอนทรีออล (ตามประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม)



ภาพที่ 1.1 สภาพเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) เครื่องปัจจุบันขนาด 500 ตันความเย็นของอาคาร

เครื่องทำน้ำเย็นของอาคารเป็นเครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศที่ยังคงใช้สาร CFC (R 11) เป็นสารทำความเย็น ซึ่งในอนาคตสารทำความเย็นชนิดนี้จะหาได้ยากขึ้น และมีราคาสูงขึ้น หรืออาจไม่สามารถหาได้อีกเลย ส่งผลให้ระบบปรับอากาศไม่สามารถใช้งานได้ มีผลต่อธุรกิจการให้บริการของอาคารอาจต้องหยุดชะงักลง ทำให้การเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นของอาคารเป็นสิ่งจำเป็นที่ควรพิจารณาดำเนินการโดยเร่งด่วน

ทั้งนี้ ผู้ทำการศึกษาเล็งเห็นถึงความสำคัญของปัญหาดังกล่าว จึงได้ทำการศึกษาความจำเป็นในการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นของอาคารจีพีเอฟ วิทยุ ทาวเวอร์ว่ามีความจำเป็นต้องเปลี่ยนเพราะสาเหตุใด เปลี่ยนแล้วจะส่งผลดีในด้านใดเพื่อนำเสนอต่อเจ้าของอาคาร

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อตรวจสอบสภาพและประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ณ ปัจจุบัน ของระบบปรับอากาศของอาคารจีพีเอฟ วิทยุ ทาวเวอร์
2. เพื่อศึกษาข้อกำหนดทางกฎหมายต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับอากาศในอาคาร
3. เพื่อนำเสนอแนวทางในการตัดสินใจในการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นของระบบปรับอากาศอาคารจีพีเอฟ วิทยุ ทาวเวอร์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษานี้จะเป็นการศึกษาอุปกรณ์ระบบประกอบอาคาร ของระบบปรับอากาศคือเครื่องทำน้ำเย็นอาคารจีพีเอฟ วิทยุ ซึ่งประกอบด้วยเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 500 ตันความเย็นจำนวน 3 เครื่อง เครื่องทำน้ำเย็นของอาคารเป็นชนิดที่ใช้สารเคมี CFC (R11) เป็นสารทำความเย็นทั้งหมด การวิเคราะห์ข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ประกอบด้วย

จุดคุ้มทุนในเชิงการเงิน (Payback Period)

มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทน (Net Present Value, NPV)

อัตราผลตอบแทนภายใน โครงการ (Internal Rate of Return, IRR)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการศึกษานี้ ทำให้ผู้ทำการศึกษาทราบถึงประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็นส่วนกลางของอาคารจีพีเอฟ วิทยุ และปัจจัยที่สำคัญอื่นๆ ที่มีผลต่อการตัดสินใจในการพิจารณาเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นระบบปรับอากาศของอาคาร

ความสำคัญของการศึกษา

การศึกษานี้ ทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็นในปัจจุบัน และการใช้พลังงานไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา และความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการใช้งานของเครื่องทำน้ำเย็นที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ที่จะเกิดผลกระทบต่อการบริหารทรัพยากรอาคาร และธุรกิจการดำเนินงานของอาคาร โดยผลการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ในการใช้ข้อมูลเพื่อนำเสนอต่อเจ้าของอาคาร เพื่อการตัดสินใจในการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นที่เป็นอุปกรณ์สำคัญของระบบปรับอากาศ ให้เป็นเครื่องทำน้ำเย็นที่มีประสิทธิภาพสูง ประหยัดพลังงานและเป็นไปตามข้อกำหนดทางกฎหมายที่เกี่ยวข้องของระบบปรับอากาศในอาคาร

กรอบทฤษฎีหรือกรอบแนวความคิดในการวิจัย

อาคารนับเป็นสิ่งก่อสร้างที่มีขนาดใหญ่ และมีระบบประกอบอาคารที่มีเทคโนโลยีซับซ้อน มีค่าใช้จ่ายในการใช้งานมาก อีกทั้งมีอายุการใช้งานยาวนานกว่าทรัพย์สินอื่น อาคารสถานที่จึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและต้นทุนสูง ดังนั้นการครอบครองและการใช้อาคารสถานที่ จึงนำมาซึ่งความต้องการและจำเป็นหลายด้าน อาทิเช่น ความต้องการการปรับปรุง ปรับเปลี่ยนลักษณะการใช้งานและระบบของอาคารเมื่อถึงเวลาอันควร เนื่องจากประสิทธิภาพการใช้งานต่ำลง และเทคโนโลยีในการพัฒนาประสิทธิภาพของเครื่องจักรอุปกรณ์ระบบประกอบอาคารที่ก้าวหน้าสามารถผลิตเครื่องทำน้ำเย็นที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ประหยัดพลังงานได้มากขึ้น หรือหากมีข้อกำหนดทางกฎหมายที่เปลี่ยนไป ทำให้อาคารและระบบประกอบอาคารจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องตามไปด้วย ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงการเลิกใช้อาคาร รวมทั้งเพื่อให้อายุการใช้งานได้ยาวนานที่สุด หรือถึงตามระยะเวลาเป้าหมายการลงทุนที่กำหนดไว้

ประสิทธิภาพ เสถียรภาพการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นค่าพลังงานการใช้ไฟฟ้าที่สูง อีกทั้งข้อกำหนดทางกฎหมายต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ต้องศึกษาเพื่อให้ทราบถึงความจำเป็นในการเปลี่ยนอุปกรณ์ประกอบอาคารเครื่องทำน้ำเย็นของอาคาร ซึ่งเป็นหน้าที่หนึ่งของการบริหารทรัพยากรอาคาร เพื่อให้อาคารนั้นสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืน และสามารถเพิ่มมูลค่าให้แก่ตัวอาคาร ดังแผนภาพที่แสดงถัดไป

นิยามศัพท์

“อาคารสูง” คือ อาคารที่คนสามารถอยู่ หรือใช้สอยได้ และมีความสูงตั้งแต่ 23 เมตรขึ้นไป จากระดับพื้นดิน เวลาจะวัดก็วัดถึงพื้นชั้นดาดฟ้าในกรณีที่เป็นหลังคาแบน แต่ถ้าเป็นหลังคาจั่วให้วัดถึงยอดคาน้ำของชั้นสูงสุด

“อาคารขนาดใหญ่” คือ อาคารที่สูงจากระดับถนน 15 เมตรขึ้นไป และพื้นที่รวมทุกชั้นเกิน 1,000 ตารางเมตร หรือมีพื้นที่ชั้นใดชั้นหนึ่งเกิน 2,000 ตารางเมตร ไม่ว่าจะสูงเท่าไรก็ตาม

“อาคารขนาดใหญ่ และขนาดใหญ่พิเศษ” มีสิ่งที่คล้ายกัน คือ คนต้องเข้าไปใช้สอย เป็นที่อยู่ หรือประกอบกิจการได้ ซึ่งคำว่าประกอบกิจการก็คือ สถานที่จดทะเบียนการค้า หรือเป็นสถานที่ที่จดทะเบียนการค้า หรือเป็นสถานที่ ทำการค้าขาย หรือที่ค้าขายที่ประชาชนทั่วไปเข้าไปติดต่อได้

“อาคารควบคุม” คือ อาคารที่ได้รับอนุมัติจากผู้จำหน่ายให้ใช้เครื่องวัดไฟฟ้า หรือให้ติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าชุดเดียวหรือหลายชุดรวมกันขนาดตั้งแต่หนึ่งพันกิโลวัตต์หรือหนึ่งพันหนึ่งร้อยเจ็ดสิบห้ากิโลวัตต์แอมแปร์ขึ้นไป หรืออาคารที่มีการใช้ไฟฟ้าจากระบบของผู้จำหน่ายความร้อนจากไอน้ำจากผู้จำหน่ายหรือพลังงานสิ้นเปลืองอื่นจากผู้จำหน่ายหรือของตนเอง อย่างหนึ่ง

อย่างไร หรือรวมกันในรอบปีปฏิทินที่ผ่านมามีปริมาณพลังงาน ตั้งแต่ยี่สิบล้านเมกะจูลขึ้นไป ให้เป็นอาคารควบคุมตามพระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม พ.ศ. 2538

“อาคารเก่า” คือ อาคารที่ได้ก่อสร้างแล้วเสร็จ หรือกำลังก่อสร้าง หรือยังไม่ได้ก่อสร้าง แต่ได้ยื่นขออนุญาตก่อสร้างไว้แล้ว ก่อนกฎกระทรวงมีผลบังคับใช้ (หรืออาคารที่ยื่นขออนุญาตก่อนวันที่ 12 ธันวาคม 2538)

“อาคารใหม่” คือ อาคารที่ยื่นขออนุญาตก่อสร้าง หลังวันที่กฎกระทรวงมีผลบังคับใช้ (หรืออาคารที่ยื่นขออนุญาตก่อสร้างหลังวันที่ 12 ธันวาคม 2538)

“ประสิทธิภาพ” (Efficiency) คือ ทรัพยากรที่คาดว่าจะใช้หรือทรัพยากรที่มีการใช้จริง ซึ่งประสิทธิภาพ” จะมุ่งถึงความประหยัดและต้นทุนค่าใช้จ่ายที่ต่ำเป็นหลัก อันหมายถึงสิ่งที่เป็นประโยชน์ไปหลายๆ อย่างนั้นประกอบเข้ากันได้ดีเพียงใด หรืองานที่ทำสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเพียงใด ซึ่งก็คือ “ความสามารถในการทำให้เกิดผลผลิตมากขึ้นจากการใช้สิ่งที่เป็นประโยชน์น้อยที่สุด” นั้นหมายถึง การรักษาระดับการผลิตที่มีคุณภาพ โดยใช้เวลาน้อยลงหรือมีการสูญเสียเกิดขึ้นน้อย (Tangen, 2005)

“ระบบประกอบอาคาร” คือ ระบบต่างๆ ที่สำคัญโดยเฉพาะด้านสาธารณูปโภคที่มีอยู่ในอาคาร เช่น ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้า ระบบสุขาภิบาล ระบบป้องกันอัคคีภัยและดับเพลิง ระบบสื่อสาร ระบบรักษาความปลอดภัย ที่มีไว้เพื่อให้อาคารพร้อมใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ “ระบบปรับอากาศ” หมายความรวมถึง ส่วนประกอบอื่นๆ ของระบบปรับอากาศด้วย

“เครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก” หมายความว่า เครื่องปรับอากาศสำหรับห้องแบบแยกส่วนที่ระบายความร้อนด้วยอากาศ หรือระบายความร้อนด้วยน้ำ โดยออกแบบแยกเป็นสองชุดทำงานร่วมกัน ซึ่งได้แก่ ชุดคอนเดนซิง (Condensing unit) และชุดแฟนคอยล์ (Fan – coil unit) ที่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับที่ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ สำหรับใช้เพื่อลดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ไหลผ่านชุดแฟนคอยล์ ตามที่กำหนดในประกาศกระทรวงนี้

“เครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศ” หมายความว่า อุปกรณ์ที่ทำให้น้ำที่ไหลผ่านมีอุณหภูมิต่ำลงเพื่อนำไปใช้ในการปรับอากาศหรือหล่อเย็นโดยใช้วัฏจักรการทำน้ำเย็นโดยการอัดไอ หรือการดูดกลั่น

“ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ” หมายถึง อัตราส่วนระหว่างขีดความสามารถทำความเย็นรวมสุทธิของระบบปรับอากาศ หน่วยเป็นวัตต์ กับพิกัดกำลังไฟฟ้า หน่วยเป็นวัตต์

“ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็น” หมายความว่า ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็นของระบบปรับอากาศโดยกำหนดในรูปของค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน

“อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน” หมายถึง อัตราส่วนระหว่างขีดความสามารถทำความเย็นรวมสุทธิของระบบปรับอากาศ หน่วยเป็นบีทียูต่อชั่วโมง กับพิกัดกำลังไฟฟ้า หน่วยเป็นวัตต์

“ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็น” หมายถึง อัตราส่วนระหว่างพิกัดกำลังไฟฟ้า หน่วยเป็นกิโลวัตต์ กับขีดความสามารถทำความเย็นรวมสุทธิของเครื่องทำน้ำเย็น หน่วยเป็นตันความเย็น

“TOU” (Time of use Rate: TOU) หมายถึงอัตราค่าไฟฟ้าที่กำหนดตามช่วงเวลา

DPU

บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กรณีศึกษาการพิจารณาเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น

ปัจจัยที่ทำให้เกิดแนวความคิดในการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ของอาคารมีหลายปัจจัย โดยปัจจัยหลักนั้นเป็นเรื่องของประสิทธิภาพการใช้พลังงาน เสถียรภาพของเครื่องทำน้ำเย็น และสารทำความเย็นที่ใช้กับเครื่องทำน้ำเย็น เป็นต้น ผู้วิจัยจึงได้ค้นคว้าและศึกษาการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นของโครงการอื่นๆ เพื่อวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมในการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นของอาคาร

2.1.1 โรงแรมโนโวเทลสยามสแควร์

สถานที่ : สยามสแควร์ จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ความเป็นมา และข้อมูลพื้นฐาน : โรงแรมโนโวเทล เป็นโรงแรมขนาด 492 ห้องพัก มีความสูง 18 ชั้น เวลาทำการ 24 ชั่วโมงต่อวัน 365 วันต่อปี พื้นที่ปรับอากาศ 27,440 ตารางเมตร สัดส่วนการใช้พลังงานสำหรับระบบปรับอากาศ 45.57%

สาเหตุที่เปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น

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

วางแผนประหยัดพลังงานเป็นขั้นตอนมาตรการบางส่วนของโรงแรมที่ได้ดำเนินการไปแล้ว และมีการลงทุนในบางมาตรการ เช่น การติดตั้งระบบ Ozone System เพื่อนำโอโซนมาใช้กับระบบเครื่องซักผ้า ลดการใช้ความร้อน ต่อมา มีการเปลี่ยน Chiller ขนาด 450 ตัน จำนวน 3 เครื่อง เป็นขนาด 500 ตัน 2 เครื่อง โดยยังเก็บขนาด 450 ตันไว้ 1 เครื่อง

2. มีการแก้ไขระบบน้ำยามาใช้แบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ผลสามารถประหยัดได้ถึง 770 MW/ปี เป็นเงินกว่าสองล้านบาท

และต่อมา มีการติดตั้ง VSD เพื่อควบคุมการทำงานของ Chiller ให้เหมาะสม สามารถประหยัดพลังงานได้ 140,000 Kwh/ปี และยังได้ติดตั้ง Voltage Decorator ขนาด 1,000 kw. เข้ากับ

หม้อแปลงขนาด 2,000 KVA จำนวน 2 ชุด ทำให้สามารถประหยัดพลังงานได้ 5% ลดอัตราการเปลี่ยนหลอดไฟได้ 60,000 บาท/ปีนอกจากนี้ยังมีการติดตั้งอุปกรณ์รักษาความสะอาด Cooling Towers และ Chiller โดยบริษัท Synergy และติดตั้งระบบ Automatic สำหรับเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น

ลดการใช้ Cooling Towers ประหยัดไฟ 166,356 บาท/ปี โรงแรมมี Chiller จำนวน 3 ตัว บริษัทที่ปรึกษาได้แนะนำให้เดินเครื่อง Chiller ตัวที่มีประสิทธิภาพสูงสุดเป็นหลัก โดยควบคุมการเปิด-ปิดด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถเลือกได้ว่าจะเดินเครื่อง Chiller ตัวไหน ระยะเวลาใด โดยเลือกตัวที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการเดินเครื่อง ผลจากการดำเนินมาตรการสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้า 16,858 Kwh/ปี คิดเป็นเงิน 482,143 บาท/ปี รวมทั้งมีการปรับลดอากาศส่วนเกินของ Thermal Oil No.2 โดยทำการปรับลด Damper อากาศที่เข้าห้องเผาไหม้ โดยที่อากาศนี้จะต้องไม่ทำให้เกิดเขม่าควันที่ปล่องไอเสีย สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้า 24,556 Kwh/ปีคิดเป็นเงิน 436,325 บาท/ปี

นอกจากนี้ยังลดการเดิน Cooling Towers หรือหอผึ่งน้ำเย็นจากเดิมจำนวน 3 ชุด โดยไม่ทำให้ความเย็นลดลง ผลจากการดำเนินมาตรการสามารถลดพลังงานไฟฟ้าได้ 58,166 Kwh/ปี เป็นเงิน 166,356 บาท/ปี

กรณีศึกษาดังกล่าวข้างต้นทำให้ทราบถึงมูลเหตุในการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) อันเนื่องมาจากเหตุผลดังนี้.

1. เครื่องทำน้ำเย็นผ่านการใช้งานมานานจนเสื่อมสภาพ
2. มีค่าประสิทธิภาพการทำงานต่ำ
3. ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงส่งผลให้สิ้นเปลืองพลังงาน
4. ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษามีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง
5. ภาครัฐส่งเสริมการใช้เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ประสิทธิภาพสูง

2.1.2 โครงการสาธิตการปรับเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ในระบบปรับอากาศ ที่ใช้สารซีเอฟซี (CFC) เป็นสารทำความเย็น

ประเทศไทยเป็นประเทศแรกของประเทศภาคีภายใต้พิธีสารมอนทรีออล ที่ได้รับเงินช่วยเหลือในรูปแบบเงินกู้ปลอดดอกเบี้ย (Concessional Loan) จำนวน 4,975 ล้านดอลลาร์ จากกองทุนพหุภาคีและกองทุนสิ่งแวดล้อมโลกเพื่อนำมาใช้ในการนำร่องเพื่อปรับเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นที่ใช้ในระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ที่ใช้สารซีเอฟซีเป็นสารทำความเย็น หรือที่เรียกว่า CFC Chiller ภายใต้โครงการสาธิตการปรับเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศที่ใช้สารซีเอฟซีเป็นสารทำความเย็น (The Pilot Project of Building Chiller Replacement Program) ระยะที่

1 จำนวน 24 เครื่อง เนื่องจากการปรับเปลี่ยน CFC Chiller จะช่วยให้ประเทศไทยสามารถลดปริมาณความต้องการใช้สารซีเอฟซีในการซ่อมบำรุง CFC Chiller ซึ่งจะสอดคล้องกับคำรับรองของรัฐบาลไทยในการลดการใช้สารซีเอฟซีตามพันธกรณีที่กำหนดไว้ในพิธีสารมอนทรีออล และในขณะเดียวกันสารซีเอฟซีที่เก็บได้จาก CFC Chiller ที่ถูกปรับเปลี่ยนและรีออลอนจะถูกทำให้สะอาด และนำกลับมาใช้ในการซ่อมบำรุง CFC Chiller ที่ยังมีอายุการใช้งานที่เหลืออยู่ในประเทศไทย เพื่อรองรับสภาพการขาดแคลนสารดังกล่าวที่จะเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้

จากข้อมูลการสำรวจโดยกรมโรงงานอุตสาหกรรมในปี พ.ศ. 2542 พบว่ามีเครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศที่ใช้สารซีเอฟซีเป็นสารทำความเย็น (CFC Chiller) ซึ่งได้รับการติดตั้งก่อนปี พ.ศ. 2536 ประมาณ 1,400 เครื่อง โดยใช้ CFC-11 และ CFC-12 เป็นสารทำความเย็น CFC Chiller มีความสามารถในการทำความเย็น (Cooling Capacity) เฉลี่ยประมาณ 400-500 ตันความเย็น มีอายุการใช้งานเฉลี่ยประมาณ 8 ปี และยังสามารถใช้งานต่อไปได้อีกประมาณ 17 ปี ก่อนที่จะหมดอายุการใช้งาน CFC Chiller เหล่านี้มีอัตราเฉลี่ยในการรั่ว (Leakage Rate) ของสาร CFC ประมาณ 10% ต่อปี และมีอัตราการใช้กระแสไฟฟ้า (Power Consumption) อยู่ในช่วงระหว่าง 0.8-1.0 กิโลวัตต์/ตันความเย็น แต่ปัจจุบัน Chiller ได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น อัตราการใช้กระแสไฟฟ้าได้ลดลงเหลือประมาณ 0.5-0.6 กิโลวัตต์/ตัน ความเย็นและใช้สารทำความเย็นชนิดอื่นทดแทนการใช้สารซีเอฟซี

ในโครงการสาธิตได้กำหนดเงื่อนไขให้ผู้เข้าร่วมโครงการสามารถนำส่วนต่างของค่ากระแสไฟฟ้าที่ลดลงจากการปรับเปลี่ยน CFC Chiller มาชำระเงินคืนกองทุนได้ภายในระยะเวลาที่กำหนด ทั้งนี้หากเครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศที่นำมาทดแทนไม่มีประสิทธิภาพตามที่กำหนด อันเนื่องมาจากเทคโนโลยีไม่เหมาะสมกับสภาวะการปฏิบัติงานในภูมิอากาศของประเทศไทย จำนวนเงินกู้ที่จะต้องนำส่งคืนจะถูกลดไปตามสัดส่วนของประสิทธิภาพที่แท้จริงของเครื่องนำมาทดแทน (Technology Risk)

หลังดำเนินโครงการระยะที่ 1 เสร็จสิ้น มีเจ้าของ CFC Chiller จำนวน 7 ราย เข้าร่วมโครงการเพื่อเปลี่ยน NonCFC Chiller ทั้งสิ้น 17 เครื่อง ดังแสดงในตารางดังต่อไปนี้

Project Summary

Item	Beneficiary	Chiller Performance (kW/Ton)			Energy Savings (kWh/Yr)		Energy Savings (Baht/Yr)	
		Old	Specs	New*	Estimated	Actual	Estimated	Actual
1	Rama Garden Hotel CH1	0.925	0.605	0.705	821,612	307,930	1,807,546	677,445
	Rama Garden Hotel CH2	0.925	0.605	0.603	821,612	450,697	1,807,546	991,533
2	Thai CRT	0.821	0.587	0.480	1,337,676	2,267,132	2,942,887	4,987,690
3	Venus Thread	1.119	0.63	0.576	1,148,997	1,318,499	2,527,793	2,900,697
4	Toshiba Semiconductor	0.97	0.562	0.560	917,490	1,168,733	2,018,478	2,571,213
5	Jong Stit Factory	0.897	0.584	0.676	970,678	773,323	2,135,492	1,701,311
6	Euromill Group (Novotel)							
	Novotel Bangna CH2 ^a	1.348	0.605	0.480	678,260	820,073	1,492,172	1,804,160
	Novotel Bangna CH3 ^a	1.339	0.605	0.665	669,852	636,784	1,473,674	1,400,926
7	Grand Amarin Group							
	Amarin Plaza CH2	0.875	0.557	0.550	661,078	739,206	1,454,372	1,626,253
	Amarin Plaza CH3	0.800	0.557	0.560	490,947	636,854	1,080,083	1,401,080
	Amarin Plaza CH4	0.863	0.577	0.600	632,192	598,188	1,390,822	1,316,014
	SOGO CH1	1.202	0.588	0.580	819,233	1,160,801	1,802,313	2,553,763
	SOGO CH2	1.112	0.588	0.735	692,422	703,572	1,523,328	1,547,859
	Grand Hyatt Erawan CH2	0.819	0.558	0.542	737,876	872,351	1,623,327	1,919,171
	Grand Hyatt Erawan CH3	0.834	0.558	0.498	784,801	1,058,158	1,726,562	2,327,948
	Grand Hyatt Erawan CH4 ^b	0.854	0.606	0.540	794,563	872,351	1,748,039	1,919,171
	Total					14,384,652	28,554,436	31,646,233
	Reduction CO2 Emission :	3,165 ton-carbon/year from the estimated 2,855 ton-carbon/year						

ภาพที่ 2.1 รายชื่อโครงการที่มีการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น (Non CFC Chiller) จำนวน 7 ราย

ที่มา : รายงานฉบับกลางปี ระหว่างเดือน กรกฎาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2547 บริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

ตารางที่ 2.1 จำนวนผู้เข้าร่วมโครงการเพื่อเปลี่ยน Non CFC Chiller

รายการ	ดัชนีชี้วัดผลการดำเนินงานโครงการ	ผลหลังการดำเนินโครงการ
จำนวนผู้เข้าร่วมโครงการ	20-24	17
ลดปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้า (เมกะวัตต์ ชั่วโมง/ปี)	14,400	12,653
ลดปริมาณการใช้สารซีเอฟซี (โอดีฟิชั่น/17ปี)	20.40	38.59

ที่มา: <http://www/ejo.ace/dow/go.th/>



ภาพที่ 2.2 การเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ที่ใช้สาร ซีเอฟซี

ที่มา: ข้อมูลภาพจากอาคารอัมรินทร์ พลาซ่าและโซโก้ ราชประสงค์

เพื่อแสดงให้เห็นว่าการปรับเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศ (Chiller) ที่มีอยู่ ด้วยเครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง ไม่ใช้สาร CFCs เป็นสารทำความเย็นสามารถลดอัตราการใช้กระแสไฟฟ้าลงได้ และสามารถนำค่าใช้จ่ายที่ประหยัดจากการลดอัตราการใช้กระแสไฟฟ้าลงได้ และสามารถนำค่าใช้จ่ายที่ประหยัดจากการลดอัตราการใช้กระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการปรับเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศ (CFC Chiller) มาใช้คืนกองทุนในการลงทุนปรับเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศในระยะเวลาที่กำหนดไว้ และเพื่อให้การลงทุนปรับเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศภายในระยะเวลาที่กำหนดไว้ และเพื่อให้มั่นใจว่าประเทศไทยจะมีสาร CFCs เพียงพอต่อการซ่อมบำรุงเครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศที่ยังมีอายุการใช้งานอยู่โดยการนำสาร CFCs ที่เก็บได้จากเครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศที่ได้รับการปรับเปลี่ยนกลับมาใช้ในการซ่อมบำรุงใหม่ต่อไป

2.1.3 ขั้นตอนการบริหารการใช้พลังงานภายในอาคาร

นับตั้งแต่วิกฤติการณ์พลังงานครั้งแรกของโลกในทศวรรษที่ 1970's ประเทศอุตสาหกรรมต่างๆ ได้มองเห็นความสำคัญของพลังงานมากขึ้น โดยทุกภาพการใช้พลังงานหลักๆ อันได้แก่ ภาคอุตสาหกรรม ภาคคมนาคม ขนส่ง และภาคอาคารบ้านเรือน ได้มีการตื่นตัวอย่างมากในการหาทางประหยัดพลังงานซึ่งภาคดังกล่าวต่างก็มีนโยบายที่ประกอบไปด้วยทั้งการงดใช้ และการเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้พลังงานสำหรับภาคอาคารบ้านเรือนก็ได้มีการคิดค้นหลักวิธีการออกแบบอาคารที่ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม และใช้ประโยชน์จากแหล่งพลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) มากขึ้น ดังจะเห็นได้ว่า ได้มีผลงานวิจัยและพัฒนาทางด้าน Passive Cooling และ Passive Solar Heating อย่างมากในช่วงเวลาหลังวิกฤติ (Cook et al. 1989) แต่อย่างไรก็ดีต่อมาในทศวรรษที่ 1980 ผลกระทบจากการเมืองระหว่างประเทศโดยเฉพาะข้อจำกัดที่อ่อนลงของกลุ่มโอเปกทำราคาน้ำมันถูกลง และส่งผลให้ทั่วโลกมองข้ามความสำคัญของการประหยัดพลังงานด้วยอัตราที่สูงอย่างปัจจุบันนี้ จะก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมสารพัด ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้จึงเกิดกระแสความคิดที่จะทำการลดการใช้พลังงานในทุกๆ ภาค

สำหรับภาคอาคารบ้านเรือน ก็ได้มีนโยบายส่งเสริมการประหยัดพลังงานทั้งในรูปการบริหารปรับลดการใช้ (Demand Side Management-DSM) และมาตรการลงโทษอาคารที่ใช้พลังงานสูง เช่น การใช้ Peak Load Penalty ในการคิดค่าไฟฟ้าในหลายประเทศ สำหรับประเทศไทยก็ได้มีพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารปี พ.ศ. 2535 ซึ่งกำหนดค่า OTTV และ RTTV สำหรับอาคารใหม่ และสำหรับอาคารเก่าก็จะต้องมีการจัดหาผู้จัดการพลังงาน (Energy Manager) เข้ามาจัดทำรายงานแผนข้อมูลและการใช้และแผนการปรับลดการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่อง (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน 2535) แต่อย่างไรก็ดี จนถึงบัดนี้ยังไม่มีการสรุปผลออกมาอย่างเป็นรูปธรรมว่าควรจะใช้วิธีการ และขั้นตอนอะไรในการวิเคราะห์รูปแบบการใช้พลังงาน และคำนวณหาค่าการประหยัดพลังงาน (Saving) และระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) ภายหลังจากที่อาคารได้รับการปรับปรุง (Reprofit) ยิ่งไปกว่านั้นยังไม่มีการประเมินผลเพื่อเผยแพร่ออกมาว่า กฎหมายพลังงานฉบับดังกล่าวได้ประสบผลสำเร็จถึงขั้นใด จุดประสงค์ของบทความนี้ก็เพื่อที่จะเสนอแนะตัวอย่างขั้นตอนการบริหารการใช้พลังงานในอาคารอย่างพอสังเขป โดยสิ่งที่จะนำมาเสนอนี้ ส่วนหนึ่งจะมาจากประสบการณ์ส่วนตัวของผู้เขียนที่เคยได้เข้าไปมีส่วนร่วมในการศึกษาวิจัยปฏิบัติและปฏิบัติงานในองค์กรที่ทำหน้าที่นี้โดยตรง

คำว่า “ประสิทธิภาพ” ในความหมายของ BEM

การบริหารจัดการการใช้พลังงานภายในอาคาร (Building Energy Management-BEM) คือ กระบวนการ วางแผนการใช้พลังงานในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งจะรวมถึงการลดใช้ และการใช้น้อยที่สุดเท่าๆ ที่จะไม่ทำให้ประสิทธิภาพการทํากิจกรรมอื่นๆ (Productivity) ในอาคาร ต้องเสียหายลง หรือก่อให้เกิดผลเสียทางสุขภาพใดๆ กับผู้ใช้อาคาร จะเห็นว่าคำว่า “ประสิทธิภาพ” (Efficiency) เป็นคำที่สำคัญมากที่สุดของ BEM ดังนั้นการประหยัดพลังงานโดยไม่ใช้พลังงานเลย แม้แต่น้อย ถึงแม้จะดีที่สุดในแง่การประหยัดทรัพยากร แต่จะไม่ถือว่าเป็นการบริหารการใช้พลังงานที่เหมาะสม ถ้าหากการประหยัดที่ได้มาจะต้องแลกมาด้วยประสิทธิภาพการทำงานที่ด้อยลงของผู้ใช้อาคาร คำว่าประสิทธิภาพในความหมายของ BEM จะประกอบด้วย 3 ส่วนสำคัญ คือ 1) Efficient Purchasing 2) Efficient Equipment และ 3) Efficient Operation (Herzog 1997)

Efficient Purchasing หมายถึงการจัดซื้อพลังงานได้ถูกที่สุด ซึ่งก็คือการใช้พลังงานในช่วงเวลาที่พลังงานมีราคาถูกที่สุดนั่นเอง สำหรับอาคารพาณิชย์พลังงานจะราคาถูกที่สุดในช่วงที่มิคนใช้ร่วมกันน้อยที่สุด ซึ่งมักจะเป็นช่วงเวลากลางคืน ทั้งนี้เพราะกำลังผลิตของโรงไฟฟ้าแต่ละโรงมีจำกัด การที่ทุกอาคารใช้พลังงานพร้อมกันมากๆ จะส่งผลให้ต้องก่อสร้างโรงไฟฟ้าเพิ่ม ทำให้สูญเสียงบประมาณจำนวนมหาศาล นั่นคือเหตุผลว่าทำไมอัตราค่าไฟฟ้าจึงต้องแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา ตัวอย่างของการหลีกเลี่ยงการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาที่แพง ก็เช่นการใช้คลังน้ำแข็ง (Ice Storage) ในอาคารสำนักงานใหญ่ธนาคารไทยพาณิชย์ (SCB) ทางด้าน Efficient ในอาคารสำนักงานใหญ่ธนาคารไทยพาณิชย์ (SCB) ทางด้าน Efficient Equipment ก็หมายถึงการเลือกใช้อุปกรณ์ (ซึ่งรวมถึงตัวสถาปัตยกรรมเองด้วย) ที่มีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานสูงสุด รวมทั้งการปรับปรุง Upgrade & Replace อุปกรณ์เหล่านี้เมื่อมีอุปกรณ์ประสิทธิภาพสูงกว่าเข้ามา ตัวอย่างเช่นการเลือกเครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 หลอดคอมหรือการใช้วัสดุกันความร้อนที่เหมาะสม เป็นต้น สำหรับข้อสุดท้าย Efficient Operation จัดเป็นส่วนที่มักจะถูกมองข้ามอยู่เสมอ ทั้งนี้เพราะผู้ดูแลอาคารจำนวนมากขาดความรู้ที่จะบริหารอาคารอย่างเหมาะสม เพียงแค่การปิดไฟในเวลาที่ไม่ใช้งานอาจจะไม่เพียงพอสำหรับการบริหารอาคารสมัยใหม่ที่ซับซ้อนในปัจจุบันนี้

ขั้นตอนโดยสังเขปของ BEM

หนึ่งในองค์กรที่ทำงานด้าน BEM ในสหรัฐอเมริกาได้แก่ Energy Systems Laboratory (ESL) Texas A&M University ได้กำหนดวิธีดำเนินการของ BEM ไว้ว่า BEM จะประกอบไปด้วยส่วนสำคัญๆ 5 ส่วน คือ 2A และ 3C ซึ่ง 2A ก็คือ Audit และ Analyzer ส่วน 3C ก็คือ Conservation, Calculation และ Commissioning ซึ่งจะขยายความได้ดังต่อไปนี้

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

1. Audits (Energy and Indoor Condition Audits)

Audits คือการตรวจสอบสภาพของอาคารซึ่งเป็นขั้นตอนเริ่มแรกสุดของ BEM การที่ผู้จัดการพลังงานจะเริ่มทำการใดๆ ได้มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องรู้สภาพการใช้พลังงานและสภาพแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกที่มีผลเกี่ยวเนื่องกับการทำงานระบบต่างๆ ของอาคารก่อนซึ่งยังรวมถึงสภาพการใช้พลังงานของอุปกรณ์อาคารแต่ละชิ้นการทำ Energy Audit ในอาคารอาจจะเริ่มตั้งแต่การเดินสำรวจอาคารการใช้อุปกรณ์วัดแบบพกพา (Handheld Equipment) ไปจนกระทั่งการติดตั้งเครื่องมือวัดเก็บข้อมูล (Data Logger) ของส่วนต่างๆ โดยละเอียดเป็นระยะเวลาเป็นปี

1.1 Walk-Through Audit

การตรวจสอบแบบนี้จะประกอบด้วยการตรวจอาคารในระยะสั้นๆ เพื่อหาว่าส่วนใดในอาคารที่มีปัญหาชัดเจนและสามารถทำการปรับปรุงแบบง่ายๆ และประหยัดได้ในทันทีที่การ Audit แบบนี้ในหมู่วิศวกรจะหมายถึง Operating and Maintenance (O&M) (Krtati 2000) ซึ่งจะได้แก่การวัดอุณหภูมิและความชื้นภายในอาคารเพื่อหาทางปรับหาจุดทำงานที่เหมาะสมของ Thermostat การวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อปรับเพิ่ม-ลดอัตราการระบายอากาศรวมทั้งการตรวจหาจุดเสียหายในอาคารที่อาจก่อให้เกิดการสูญเสียพลังงานโดยไม่จำเป็น การ Audit แบบนี้อาจจะทำให้พบปัญหาและหาทางแก้ไขได้ทันทีโดยอาจจะไม่จำเป็นต้องทำการ Audit แบบอื่นๆ ที่จะใช้เวลาและงบประมาณลงทุนที่สูงกว่า

ในกรณีที่ผู้จัดการพลังงานต้องการแยกแยะการใช้พลังงานของส่วนต่างๆ ของอาคาร (Disaggregation) อย่างรวดเร็วภายในวันเดียวการทำ Blink Test (Soebarto and Degelman 1996) ก็จะช่วยทำนายได้ถูกต้องพอสมควร โดย Blink Test ก็คือการทำที่ทีมงานพร้อมอุปกรณ์วัดกระแสไฟฟ้าแอมป์มิเตอร์แบบ Clamp-on เข้าไปในอาคารในวันหยุดเพื่อเปิด-ปิดไฟฟ้าแสงสว่างและอุปกรณ์ปรับอากาศในส่วนต่างๆ ของอาคารพร้อมกับทำการอ่านค่ากระแสไฟฟ้าที่กำลังถูกใช้เมื่อเปิดปิดอุปกรณ์ดังกล่าวผลจากการทำ Blink Test จะทำให้ทราบสัดส่วนการใช้พลังงานของอุปกรณ์แต่ละประเภทงานระบบแต่ละระบบรวมทั้งปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้าของพื้นที่อาคารแต่ละชั้นแต่ละแผนกอีกทางเลือกหนึ่งแทนที่การทำ Blink Test ก็คือการเข้าไปนับจำนวนหลอดไฟและจำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดในแต่ละพื้นที่ของอาคารโดยอาจจะทำการเปรียบเทียบกับแบบ As-Built

Drawings ของงานระบบไฟฟ้าแต่อย่างไรก็ดีการแยกแยะการใช้ด้วยวิธีนับหลอดไฟและอุปกรณ์ไฟฟ้ามักจะให้ผลที่ผิดพลาดจากความเป็นจริงเพราะเครื่องใช้ไฟฟ้ามักจะกินไฟไม่เท่ากับที่ฉลากเขียนติดไว้ทำให้วิธีนี้ไม่เป็นที่นิยมใช้เท่าไรนัก

1.2 Utility Cost Analysis

หลังจากที่ทำการประเมินโดยการเดินสำรวจ (Walk-Through Audit) แล้วหากไม่พบจุดเสียหายใดๆในอาคาร ผู้จัดการพลังงานจะเก็บรวบรวมบิลล์ค่าพลังงานรายเดือนทุกเดือนถอยหลังไปเป็นระยะเวลาหลายๆปี เพื่อวิเคราะห์รูปแบบการใช้พลังงาน Peak Demand อิทธิพลของสภาพอากาศภายนอก รวมทั้งความเป็นไปได้ที่จะลดการใช้พลังงาน การวิเคราะห์บิลล์ค่าไฟ ยังสามารถทำได้ด้วยการหาปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ใช้สอย (กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อปี -- kWh/m².yr) เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับอาคารอื่นๆ หรืออาจจะนำไปจัดทำฐานข้อมูลดัชนีการใช้พลังงาน (Energy Use Indices) ตัวอย่างเช่นการจัดทำ BEPS (Building Energy Performance Standards) ของอาคารแต่ละประเภทในสหรัฐอเมริกา อย่างไรก็ดี ถ้าจะวิเคราะห์ในเรื่องที่เกี่ยวกับตัวเงินค่าพลังงาน ผู้จัดการพลังงานจำเป็นที่จะต้องเข้าใจอย่างดี เกี่ยวกับโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าที่อาคารถูกเรียกเก็บ ทั้งนี้เพราะอัตราค่าไฟฟ้าสำหรับอาคารพาณิชย์และอุตสาหกรรมจะมีวิธีเรียกเก็บที่ซับซ้อนกว่าอาคารบ้านพักอาศัยเนื่องมาจากการใช้ Demand Charge ในอาคารประเภทดังกล่าว นอกจากนี้ประโยชน์ของการตรวจวิเคราะห์บิลล์ค่าไฟฟ้าก็คือการที่จะทำให้ผู้จัดการพลังงานสามารถตัดสินใจเปลี่ยนรูปแบบการเลือกซื้อพลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้าได้เช่นการเปลี่ยนการคิดค่าไฟจากแบบปกติไปเป็นแบบ TOU (Time of Use) หรือ TOD (Time of day Rate) ของการไฟฟ้านครหลวง (โครงสร้างค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง 2554-2558) ใช้กับผู้ใช้ไฟฟ้าหน่วยราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ในกรณีที่อาคารนั้นๆ มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนก่อนหน้าไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือนสำหรับมิเตอร์เดี่ยวเป็นอัตราค่าไฟฟ้าที่กำหนดให้ราคาแตกต่างกันตามช่วงเวลาเหมือนกันแต่รายละเอียดของช่วงเวลาและราคาที่แตกต่างกันตามค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์) และค่าพลังงานไฟฟ้า (หน่วย) แตกต่างกันไปซึ่งอาคารจีพีเอฟวิทยู ก็เป็นผู้ใช้ไฟฟ้าประเภท TOU (Time of Use Rate) ต้นทุนเฉลี่ยต่อหน่วย 4.05 บาท

1.3 Standard Energy Audit

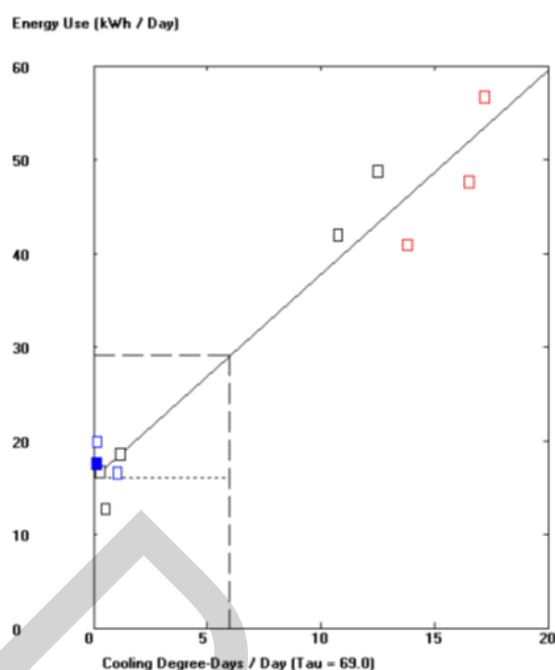
จุดประสงค์ของการทำ Standard Energy Audit ก็เพื่อหา Baseline การใช้พลังงานของแต่ละอาคารเพื่อที่จะคาดคะเนค่าการประหยัดพลังงาน (Saving) ถ้าหากอาคารจะทำการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเพื่อให้ประหยัดพลังงานเนื่องจากการคำนวณ Saving เป็นเรื่องที่ซับซ้อนถ้าหากต้องการทำให้ถูกต้องทั้งนี้เพราะเมื่ออาคารได้รับการปรับปรุงไปแล้วจะไม่สามารถรู้ได้เลยว่าค่า

ไฟฟ้าน่าจะเป็นเท่าใดถ้าหากอาคารไม่ได้รับการปรับปรุงเปรียบเสมือนการเอาค่าไฟฟ้าหลังการปรับปรุงไปเปรียบเทียบกับค่าไฟฟ้าของอาคารที่ไม่มีอยู่จริงอีกแล้วส่วนการเอาค่าไฟฟ้าหลังการปรับปรุงไปหักออกจากค่าไฟฟ้าของปีก่อนหน้าการปรับปรุงอาจจะไม่ถูกต้องนักเพราะสภาพอากาศของแต่ละปีอาจจะไม่เหมือนกันถ้าอากาศของปีก่อนการปรับปรุงร้อนกว่าปีหลังการปรับปรุง ค่า Saving ที่ได้ก็จะสูงเกินจริงถ้าอากาศของปีก่อนการปรับปรุงเย็นกว่าปีหลังการปรับปรุง ค่า Saving ก็ จะต่ำเกินไปซึ่งค่า Saving นี้จะมีผลต่อการเรียกเก็บค่าบริการของผู้จัดการพลังงานในกรณีที่ผู้จัดการ พลังงานคิดค่าจ้างเป็นสัดส่วนของค่า Saving ที่ได้หลังจากอาคารได้รับการปรับปรุงไปแล้วด้วย เหตุผลข้างต้นการหา Baseline การใช้พลังงานจึงเป็นเรื่องสำคัญที่จะต้องหามาตรฐานปฏิบัติอัน เดียวกันถ้าหากได้ Baseline การใช้พลังงานมาแล้วการคำนวณค่าการประหยัดพลังงานก็จะทำได้

ทางด้านการศึกษา Baseline การใช้พลังงานของอาคารก่อนปรับปรุง ได้มีนักวิจัยที่ มหาวิทยาลัย Princeton ในสหรัฐอเมริกา พยายามพัฒนาวิธีหา Baseline ด้วยการใช้วิธีทางสถิติใน รูปของสมการถดถอยเชิงเส้น (Simple Linear Regression) และพัฒนาเป็น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เรียกว่า “PRISM” หรือ PRInceton Scorekeeping Method (Fels 1986) ในแนวทางนี้ Baseline การ ใช้พลังงานไฟฟ้าต่อวัน (kWh/day) สามารถหาได้โดยใช้ข้อมูลจากบิลล์ค่า ไฟฟ้ารายเดือนและ อุณหภูมิอากาศภายนอกมาหาความสัมพันธ์เชิงเส้น ตามภาพที่ 1 ซึ่งยังสามารถอธิบายได้ด้วย สมการต่อไปนี้

$$\text{Energy Use (kWh/day)} = (a \times \text{CDD}) + \text{Base Energy Use (kWh/day)}$$

สมการข้างบนคือสมการเส้นตรงในรูป $y = ax + b$ นั่นเองซึ่ง a ก็คือค่า Slope ของ สมการเส้นตรงที่ PRISM จะคำนวณให้ CDD คือ Cooling Degree-Days/day ซึ่งก็คืออุณหภูมิ อากาศที่สูงกว่า Balance-Point Temperature (อุณหภูมิอากาศภายนอกสูงสุดที่อาคารยังไม่ต้องเปิด แอร์) ส่วน Base Energy Use ก็คือค่าพลังงานที่อาคารใช้โดยปราศจากระบบปรับอากาศ (แสงสว่าง, เครื่องใช้ไฟฟ้า เป็นต้น) จากภาพที่ 1 จะเห็นว่าถ้า CDD เท่ากับ 0 อาคารจะไม่ต้องเปิดแอร์และค่า การใช้พลังงานในวันนั้นจะเท่ากับ Base Energy Use ซึ่งจะเท่ากับ 17 kWh ถ้าอากาศยังร้อน CDD จะยิ่งมากค่าไฟก็จะยิ่งสูงตาม



ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างผลการคำนวณหา Baseline การใช้พลังงานในอาคารด้วยวิธี Scorekeeping โดยใช้โปรแกรม PRISM

ที่มา: Sreshthaputra, A., Haberl, J., and Claridge, D. 2001. Detailed Test Results: Development of a toolkit for calculating linear, change-point linear, and multiple-linear inverse building energy analysis models. *Technical Report*. ESL-TR-01/05-01. Energy Systems Laboratory, Texas A&M University).

1.4 Detailed Energy Audit

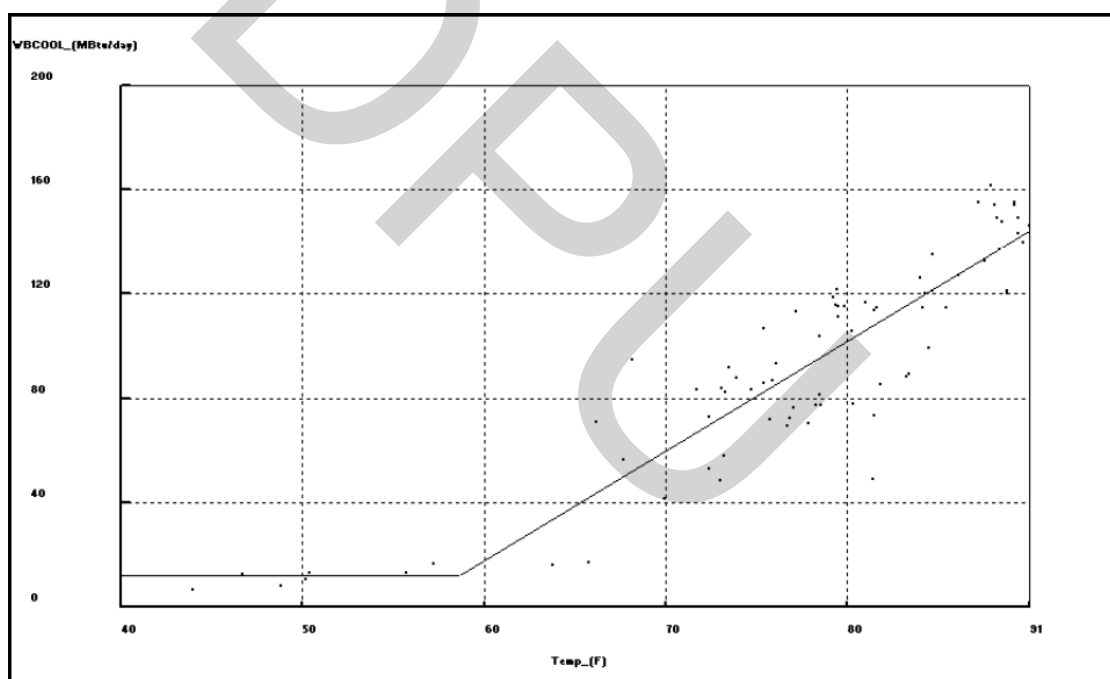
ในกรณีที่มีงบประมาณสูงขึ้นและต้องการความถูกต้องแม่นยำมากขึ้นผู้จัดการพลังงานอาจเลือกใช้ Detailed Energy Audit ซึ่งก็จะมีขั้นตอนคล้ายกับ Standard Energy Audit เพียงแต่จะประกอบไปด้วยการติดตั้งอุปกรณ์วัดการใช้พลังงานรายชั่วโมงหรือราย 15 นาทีเป็นระยะเวลาหลายๆ เดือนหรืออาจจะเป็นปีขึ้นอยู่กับสัญญาที่ทำร่วมกันอุปกรณ์ที่ใช้วัดมักจะแบ่งแยกการวัดเป็นส่วนๆ ตามประเภทของการใช้พลังงานเช่น ไฟฟ้าแสงสว่าง (Lightings) อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า (Receptacles) เครื่อง Chiller แต่ละตัวและอุปกรณ์ปั๊มน้ำและพัดลมเป่าอากาศ (Pumps and Fans) ในกรณีของอาคารขนาดใหญ่อาจจะต้องติดตั้งเครื่องวัดแยกๆ เป็นชั้นๆ เพื่อแยกแยะปริมาณการใช้พลังงานของแต่ละแผนกทางด้านอุปกรณ์ตรวจวัดกระแสไฟฟ้าอาจจะแยกได้เป็นสองประเภทคือ 1) ประเภท Clamp-on คือทำการคล้องแอมป์มิเตอร์เข้ากับสายไฟฟ้าที่ต่อเข้าสู่มิเตอร์ย่อยๆ (Sub-Meter) ของอาคารในส่วนของ End Users (Herzog 1997) และ 2) ประเภท Non-Intrusive

Load Monitoring (NILM) ที่จะเชื่อมต่อเข้ากับสายไฟเมนเข้าอาคารในจุดๆ เดียวด้วยอุปกรณ์ประเภท Circuit Transducer (Haberl et al. 1992) การใช้ NILM จะประหยัดและดูแลรักษาง่ายกว่า เพราะเป็นการติดตั้งจุดเดียวภายนอกอาคารแต่ผลเสียก็คือการที่ไม่สามารถแยกแยะปริมาณการใช้เป็นโซนๆ ได้ซึ่งถ้าหากต้องการทำอย่างนั้นจะต้องทำ Blink Test ในวันหยุดเป็นระยะๆ ดังที่ได้กล่าวถึงไปแล้ว

สำหรับอุปกรณ์วัดภาระการทำความเย็นของเครื่อง Chiller ทาง Energy Systems Lab (ESL), Texas A&M University แนะนำให้แยกวัดเป็นสองส่วนเพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน โดยส่วนแรกจะวัดกำลังไฟฟ้าที่เครื่อง Chiller ใช้เป็นหน่วยกิโลวัตต์ (kW) อีกส่วนจะเป็นการวัดปริมาณการไหลของน้ำเย็นด้วย Flow Meter ควบคู่ไปกับอุณหภูมิ น้ำเย็นเข้า-ออกของเครื่อง Chiller (Haberl et al. 1992) ค่าอุณหภูมิของน้ำเย็นกับปริมาณการไหลจะสามารถนำมา คำนวณหาค่า Load การทำความเย็นเป็น Btu/hr (หรือตัน) ของเครื่อง Chiller และเมื่อนำมา เปรียบเทียบกับปริมาณ การใช้ไฟฟ้าของเครื่อง Chiller ก็จะสามารถคำนวณหาประสิทธิภาพ (Efficiency) ของเครื่อง Chiller ในหน่วย kW/Ton ได้ ค่าประสิทธิภาพของ Chiller เป็นส่วนหนึ่งที่กฎหมายพลังงานปี 2535 บังคับใช้ให้ผู้จัดการพลังงานต้อง ทำการตรวจสอบและรายงานอยู่เสมอ การตรวจประสิทธิภาพของเครื่อง Chiller เป็นระยะๆ เป็นสิ่งสำคัญมาก สำหรับผู้จัดการพลังงาน เพราะ Chiller เป็นอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานสูงสุดในอาคาร และยังเป็นอุปกรณ์ที่มีราคาสูงและมีอายุการใช้งานหลายสิบปี การตัดสินใจเปลี่ยนเครื่อง Chiller จะต้องแน่ใจว่าเครื่องเก่ามีสภาพการทำงานที่ไม่มี ประสิทธิภาพ และถ้าหากนำเงินค่าพลังงานที่เสียไปมาซื้อเครื่องใหม่มาเปลี่ยน ระยะเวลาคุ้มทุน (Payback Period) ควรจะอยู่ระหว่าง 5-10 ปี ซึ่งไม่ควรเกินครึ่งหนึ่งของอายุการใช้งานของ Chiller (Kreider and Rabl 1994)

ในอาคารที่มีฝ่ายบริหารพลังงานของตนเอง อุปกรณ์วัดการใช้พลังงานเหล่านี้มักจะต่อตรงเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนกลางเพื่อแสดงผลแบบ Real Time หรือเก็บ Record ไว้เป็นฐานข้อมูลของอาคาร หรืออาจจะต่อเข้ากับระบบควบคุมการบริหารพลังงาน (Energy Management Control Systems -- EMCS) ที่มักจะพบในอาคารอัจฉริยะ (Intelligent Buildings) สำหรับอาคารที่ ทำสัญญากับบริษัทผู้จัดการพลังงานภายนอก การเก็บข้อมูลการใช้พลังงาน ของอุปกรณ์ดังกล่าว อาจจะต้องอาศัยระบบ Data Acquisition Systems (DAS) โดยจะต้องมีอุปกรณ์ Data Logger เก็บข้อมูลการวัดชั่วคราว แล้วผู้จัดการพลังงานทำการต่อเข้าอุปกรณ์ Data Logger นี้ด้วยการโทรศัพท์ เข้า On-Board Modem ทำการถ่ายโอนข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์ที่สัปดาห์ละครั้ง (Haberl et al. 1992) ใน Detailed Audit ก็ต้องทำการหา Baseline การใช้พลังงานเช่นเดียวกับการทำ Standard Audit เพียงแต่การ ที่ Detailed Audit ทำการวัดข้อมูลอย่างละเอียดกว่า และอาจเป็นระยะเวลาที่ต่อเนื่อง

นานกว่า ทำให้ Detailed Audit มีโอกาสที่จะทำนาย Baseline การใช้พลังงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำกว่ามาก วิธีในการหา Baseline การใช้พลังงาน โดยมีข้อมูล Audit ที่ละเอียดขนาดเป็นรายชั่วโมง ได้รับการพัฒนาโดย Energy Systems Lab, Texas A&M University และเขียนออกมาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ชื่อ EModel (Kissock et al. 1996) ซึ่ง EModel จะหาสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอก และการใช้พลังงานของอาคาร ด้วยการใช้ “สมการถดถอยแบบมีจุดเปลี่ยน” (Change-Point Regression) ตามที่แสดงในภาพที่ 2 โดยจุดเปลี่ยนในสมการนี้ก็คือ Balance-Point Temperature แบบเดียวกับในโปรแกรม PRISM นั่นเอง เพื่อความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น EModel ยังสามารถแยกแยะ การใช้ออกเป็นการใช้ในวันธรรมดาและการใช้ในวันหยุด รวมทั้งยังสามารถคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error) ค่า Regression Coefficient หรือ R2 และค่า RMSE (Root Mean Square Error) ของการคาดเดา Baseline นี้อีกด้วย



ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างผลการคำนวณหา Baseline การใช้พลังงานรายวันด้วยวิธี Change-Point Regression โดยใช้โปรแกรม EModel แกนนอนแสดงอุณหภูมิอากาศภายนอก แกนตั้งแสดงการใช้พลังงานในการทำความเย็นให้อาคาร

ที่มา: Haberl, J., Sreshthaputra, A., Claridge, D., and Turner, D. 2002. Baseline report for the 87000 block complex at Ft. Hood, Texas. A Research Project for the U.S. Army C.E.R.L. and the Ft. Hood Energy Office. Technical Report. Energy Systems Laboratory, Texas A&M University.

2. Analysis (Building Energy Analysis)

การวิเคราะห์รูปแบบและปริมาณการใช้พลังงานในเบื้องต้นสามารถกระทำได้ด้วยการทำ Audit ตามที่ได้กล่าวมาเบื้องต้นแต่อย่างไรก็ดีหากผู้จัดการพลังงานต้องการที่จะนำผลการ Audit ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับอาคารอื่นๆ หรือต้องการจะวิเคราะห์หาแนวทางในการปรับปรุงอาคารในลำดับต่อไปการวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างละเอียดก็สามารถทำได้ด้วยการจำลองการใช้พลังงานในอาคารด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งจะกล่าวในรายละเอียดต่อไป Krarti (2000) ได้จำแนกขั้นตอนของการวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารเป็น 3 ขั้นตอนหลักเรียงลำดับตามความยากง่ายและเวลาที่ผู้จัดการพลังงานจะต้องใช้ในการวิเคราะห์ดังนี้

2.1 Ratio-Based Methods

Ratio-Based Methods เป็นการวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างง่ายที่สุดคือการหาสัดส่วนการใช้พลังงานต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ใช้สอยของอาคาร ต่อจำนวนผู้ใช้อาคาร ต่อเงินค่าก่อสร้างและบริหารอาคาร ต่ออุณหภูมิอากาศเฉลี่ยภายนอกหรือต่อหนึ่งหน่วยการผลิต (ในกรณีที่อาคารใช้เป็นโรงงานอุตสาหกรรม) ส่วนค่าการใช้พลังงานที่จะนำมาคิดสัดส่วนก็อาจจะเป็นค่าการใช้พลังงานรวมทั้งอาคารเป็น kWh หรือเป็น Btu หรืออาจจะเป็นการใช้พลังงานในส่วนย่อยๆ (End-Use) เช่น ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพื่อการปรับเย็นการทำงานน้ำร้อนการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างการใช้พลังงานโดยอุปกรณ์อาคารเป็นต้นนอกจากนี้การใช้ค่าความต้องการพลังงาน (Energy Demand) ในหน่วย Kilowatt (kW) ก็ยังเป็นที่ยอมรับเพราะสามารถช่วยให้เห็นภาพความต้องการพลังงานสูงสุดของอาคารที่การไฟฟ้าจะต้องจัดเตรียมให้การทำสัดส่วนการใช้พลังงานดังกล่าวนี้อาจจะทำได้ขึ้นกับการใช้ทั้งหมดต่อปีต่อฤดูต่อเดือนต่อวันหรือแม้แต่ต่อชั่วโมงขึ้นอยู่กับมาตรฐานที่จะนำมาเปรียบเทียบกับ

ตารางที่ 2.1 แสดงตัวอย่างของการวิเคราะห์สัดส่วนการใช้พลังงานในอาคารประเภทต่างๆของสหรัฐอเมริกา (EIA 1996) และฝรั่งเศส (CEREN 1997) สำหรับประเทศไทยนั้นเท่าที่ผู้เขียนศึกษามายังไม่มีการจัดทำดัชนีการใช้พลังงานของอาคารแต่ละประเภทอย่างเป็นทางการเป็นจริงเป็นจังนักเป็นเพียงแค่การเก็บข้อมูลการใช้พลังงานเฉลี่ยของอาคารบางประเภทเท่านั้นและยิ่งกว่านั้นยังไม่มีการจัดทำดัชนีการใช้พลังงานที่สามารถนำมาเป็นมาตรฐานชี้วัดสภาพการใช้พลังงานของอาคารประเภทต่างๆอีกด้วยถ้าหากจะมีการจัดทำดัชนีดังกล่าวควรจะต้องมีการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแยกแยะเป็นดัชนีสำหรับภาคต่างๆซึ่งในประเทศที่มีพื้นที่กว้างใหญ่เช่นสหรัฐอเมริกาสภาพอากาศก็จะแตกต่างกันมากตั้งแต่เขตอากาศหนาวทางตอนเหนือจนถึงเขตอากาศร้อนชื้นทางตอนใต้การกำหนดดัชนีการใช้พลังงานของอาคารแต่ละประเภทจึงต้องทำแตกต่างกันสำหรับแต่ละสภาพภูมิอากาศ

ตารางที่ 2.1 ค่าเฉลี่ยสัดส่วนการใช้พลังงานในอาคารประเภทหลักๆ ในหน่วยกิโลวัตต์-ชั่วโมง

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

2.2 กฎหมาย และมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

ทั้งนี้ เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาความเหมาะสมในการเปลี่ยน Chiller ของอาคารจีพีเอฟ วิทยู ทาวเวอร์ สมควรทำการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) หรือไม่และหากเปลี่ยนควรเปลี่ยนทั้งหมดหรือไม่ ผู้ทำการศึกษาจึงได้ทำการค้นคว้า และรวบรวมกฎหมาย และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับอากาศ ประกอบด้วยพระราชบัญญัติส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2550 สำหรับอาคารควบคุม อนุสัญญาเวียนนา พิธีสารมอลทรีออลและประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่องกำหนดค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็นและค่าพลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็นของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งใช้งานในอาคาร พ.ศ. 2552 กฎกระทรวง พ.ศ. 2538 ออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2538 ข้อ 5 มาตรฐานการปรับอากาศภายในอาคาร

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษา

3.1 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการวิจัยแบบประยุกต์ (Applied) เพื่อนำผลวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวัดประสิทธิภาพเครื่องทำน้ำเย็น ประสิทธิภาพดูแล และซ่อมบำรุง ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องทำน้ำเย็นของอาคารมาสรุปและนำข้อกำหนดเกี่ยวกับเครื่องทำน้ำเย็นประสิทธิภาพสูง และเรื่องการใช้สารทำความเย็นมาประกอบเป็นข้อมูล เพื่อศึกษาความจำเป็นในการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็นและค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งใช้งานในอาคาร พ.ศ. 2552

ข้อ 2 ระบบปรับอากาศ ประเภทและขนาดต่างๆ ที่ติดตั้งใช้งานในอาคารจะต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็นในรูปของอัตราส่วนของประสิทธิภาพพลังงาน และค่าพลังไฟฟ้า ต่อตันความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็นดังต่อไปนี้

(2) ระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ต้องมีค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็นและส่วนประกอบอื่นของระบบปรับอากาศดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อต้านความชื้นของระบบปรับอากาศ

ประเภทของเครื่องทำความเย็นสำหรับระบบปรับอากาศ		ขนาดความสามารถในการทำความเย็นที่ภาระพิกัดของเครื่องทำความเย็น (ตันความเย็น)	ค่าพลังไฟฟ้าต่อต้านความชื้น (กิโลวัตต์ต่อต้านความชื้น)
ชนิดการระบายความร้อน	แบบของเครื่องอัด		
ระบายความร้อนด้วยอากาศ	ทุกชนิด	น้อยกว่า 300	1.33
		มากกว่า 300	1.31
ระบายความร้อนด้วยน้ำ	แบบลูกสูบ	ทุกขนาด	1.25
	แบบโรตารี แบบสกรู หรือแบบสครอลล์	น้อยกว่า 150	0.89
		มากกว่า 500	0.76
	แบบแรงเหวี่ยง	น้อยกว่า 500	0.76
มากกว่า 500		0.62	

3.1.2 ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่อง การกำหนดปริมาณการนำเข้าสู่สาร ซี เอฟ ซี ซึ่ง เป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 3 ตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 และสารดังกล่าวเป็นสาร ควบคุมตามพิธีสารมอนทรีออลที่ประเทศไทยให้สัตยาบันไว้

เพื่อให้ประเทศไทยสามารถควบคุมปริมาณการใช้สารดังกล่าวให้เป็นไปตามข้อกำหนด กรมโรงงานอุตสาหกรรมจึงออกประกาศกำหนดปริมาณการนำเข้าสู่สาร ซี เอฟ ซี ตั้งแต่วันที่ พ.ศ. 2546 ถึง พ.ศ. 2553 ไว้ดังนี้

ตารางที่ 3.2 ปริมาณการนำเข้าสาร ซี เอฟ ซี ตั้งแต่ปี 2546-2553 ตามประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม

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

3.2 วิธีการรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษากฎหมาย และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับอากาศ และจัดทำเครื่องมือการวิจัย และรวบรวมข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบกับกฎหมายว่าเครื่องทำน้ำเย็นของอาคารผ่านตามเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนดหรือไม่ ซึ่งรายละเอียดการประเมินสามารถดูได้ในบทที่ 4 ข้อ 4.2
2. รวบรวมข้อมูลโดยสำรวจในพื้นที่ห้องเครื่องของระบบปรับอากาศของอาคาร โดยใช้การสังเกต
3. รวบรวมข้อมูลจากรายงานประวัติเครื่องจักร (History Card) การซ่อมบำรุงรักษาเป็นระยะเวลา 3 ปี
4. รวบรวมข้อมูลจากการวัดประสิทธิภาพเครื่องทำน้ำเย็นที่ทำการวัดประสิทธิภาพโดยบริษัทดูแลและบำรุงรักษาประจำปี
5. รวบรวมข้อมูลจากวิศวกรประจำอาคาร โดยการสัมภาษณ์ตามเครื่องมือการวิจัย

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

การบันทึกข้อมูลในเครื่องมือการวิจัย ที่ได้ทำการตรวจสอบ (Audits) โดยการตรวจสอบสภาพของเครื่องทำน้ำเย็นของระบบปรับอากาศในอาคาร ซึ่งเป็นขั้นตอนเริ่มแรกสุด การตรวจสอบอุปกรณ์สภาพการใช้งานเครื่องทำน้ำเย็นในระยะสั้นๆ เพื่อหาว่าส่วนใดของเครื่องทำน้ำเย็นของอาคารมีปัญหาชัดเจน และทำการตรวจวัดประสิทธิภาพเครื่องทำน้ำเย็น และรวบรวมข้อมูลจาก

ประวัติเครื่องจักร รวมทั้งปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงานของอุปกรณ์เครื่องจักรดังกล่าว รวมทั้งประวัติในการซ่อมบำรุงรักษา และผลกระทบต่างๆ เกิดขึ้นในอดีตที่ผ่านมารวบรวมและวิเคราะห์และนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐาน

3.4 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

เป็นการวิเคราะห์ทางการเงิน เป็นการวิเคราะห์ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายของเงินที่ลงทุน และผลตอบแทนหรือผลกำไรทางการเงินของโครงการ เพื่อวิเคราะห์ว่าโครงการที่ทำการศึกษามีความเป็นไปได้ในการลงทุนหรือไม่ โดยโครงการจะต้องได้รับผลตอบแทนที่สูงกว่าเงินลงทุน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง คือผลตอบแทนคุ้มค่ากับเงินลงทุนที่เสียโอกาสไป ซึ่งจะวิเคราะห์ด้านต่างๆ ดังนี้

1. มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิของโครงการ (Net Present Value : NPV)
2. อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal Rate of Return : IRR)
3. การหาจุดคุ้มทุน (Payback Period)

1. มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิของโครงการ (Net Present Value : NPV)

มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิของโครงการ คือ ผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ต้นทุนพลังงานในรูปตัวเงินที่คาดว่าจะได้รับในแต่ละปีตลอดอายุของโครงการกับมูลค่าปัจจุบันของเงินที่จ่ายออกไป ภายใต้โครงการที่กำลังพิจารณา ณ อัตราลดค่า (Discount rate) หรือค่าของทุน (Cost of Capital) ที่กำหนดสามารถหาได้จากสมการทางคณิตศาสตร์

2. อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal Rate of Return : IRR)

อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ หมายถึง อัตราผลการตอบแทนที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุน โดยการหาค่า Discount Rate : r ที่ส่งผลให้มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนและต้นทุนเท่ากัน หรือหักล้างกันมีค่าเท่ากับศูนย์

บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล

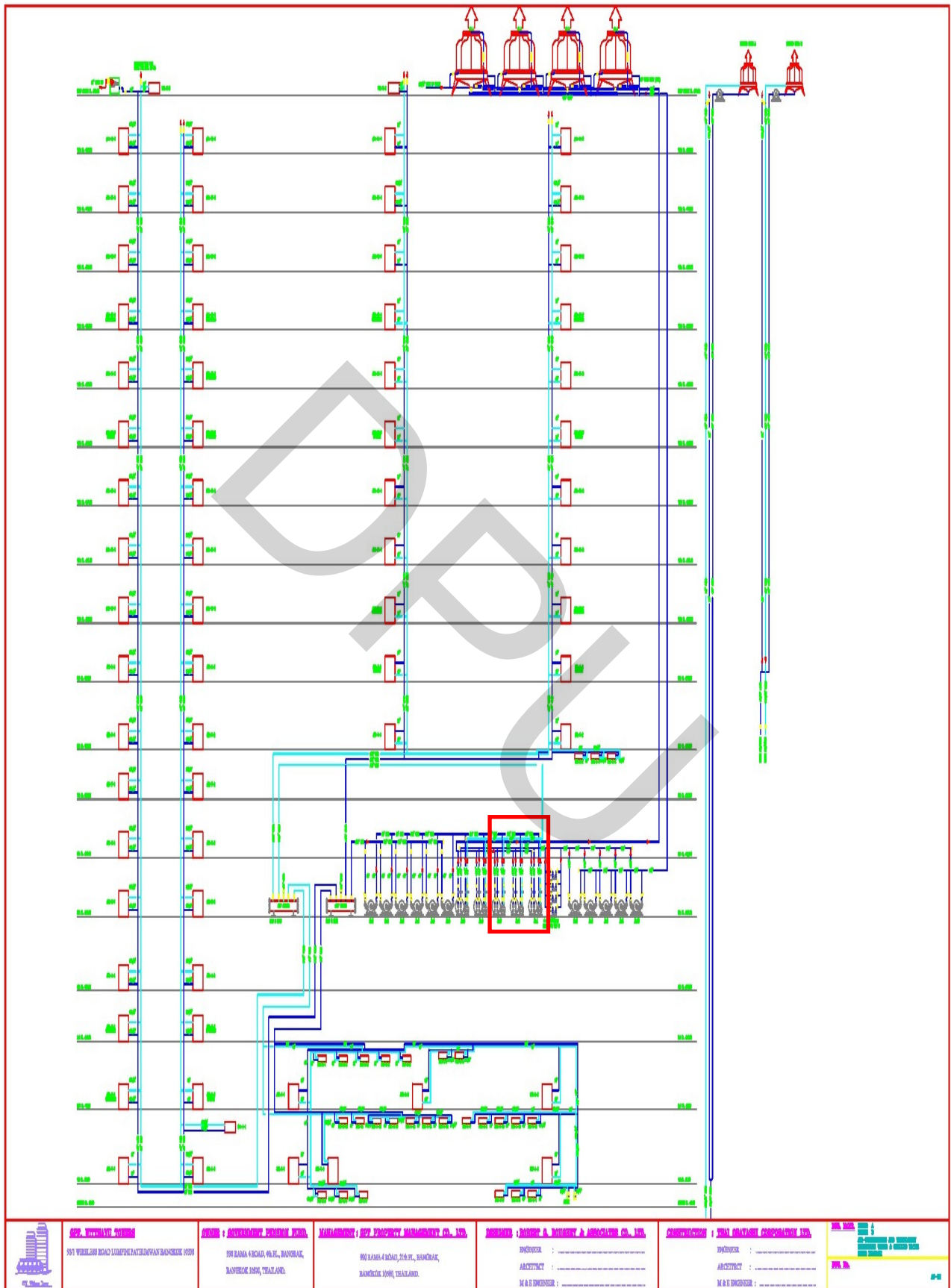
ผู้ทำการศึกษา นำข้อมูลทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์เพื่อศึกษาถึงความเหมาะสมในการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น Chiller ว่าสมควรเปลี่ยนหรือไม่ เพราะเหตุใด และหากสรุปให้มีการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น จะส่งผลอย่างไรต่ออาคารบ้าง ทั้งนี้เพื่อนำไปสู่แนวทางในการศึกษาเพื่อปรับปรุงระบบประกอบอาคารอื่นๆ ที่จำเป็นต่อไป

4.1 ปัญหาของเครื่องทำน้ำเย็น ของระบบปรับอากาศของอาคารจีพีเอฟ วิทยุ

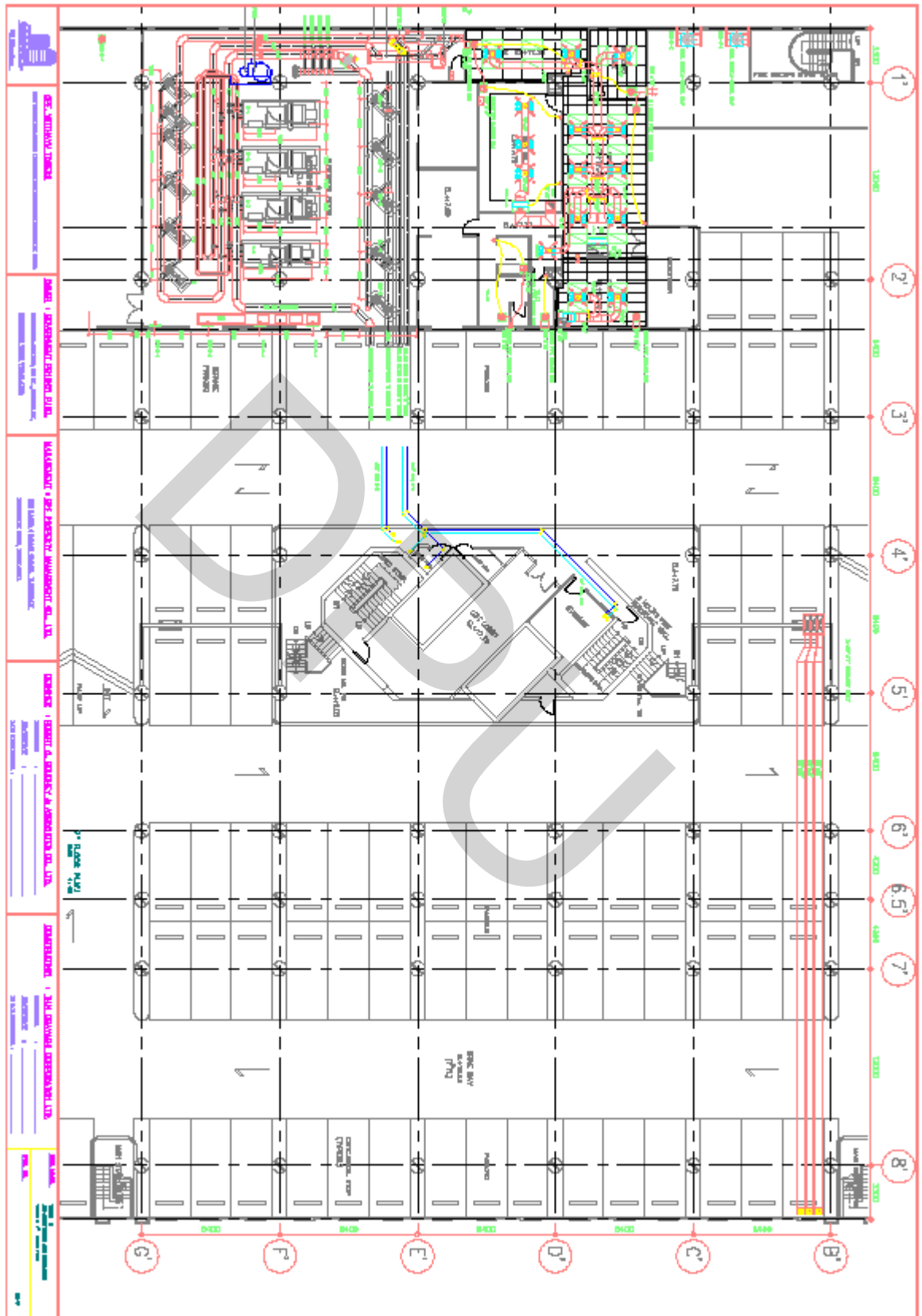
ปัญหาของเครื่องทำน้ำเย็นของอาคาร จีพีเอฟ วิทยุ ได้ข้อมูลจาก

1. การสำรวจตรวจสอบสภาพของเครื่องทำน้ำเย็น โดยผู้ทำการศึกษาได้เก็บข้อมูลร่วมกับฝ่ายวิศวกรรมของอาคาร ที่ทำหน้าที่ดูแลและสั่งการงานปรับอากาศโดยตรง
2. การสรุปข้อมูลจากประวัติการบำรุงรักษาของเครื่องจักร และค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง เพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้
3. การรับแจ้งปัญหาจากผู้ใช้อาคารเกี่ยวกับระบบปรับอากาศของอาคาร ไม่มีเสถียรภาพ อุณหภูมิไม่เหมาะสม และไม่คงที่จากระบบ CMMS
4. การวัดประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็น โดยบริษัท อีโคเทค จำกัด และสอบถามข้อมูลจากบริษัทผู้ดูแลบำรุงรักษาเครื่องทำน้ำเย็นของระบบปรับอากาศจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ของเครื่องทำน้ำเย็น

4.1.1 การสำรวจและตรวจสอบสภาพของเครื่องทำน้ำเย็น โดยการเดินสำรวจถ่ายรูป และสัมภาษณ์จากผู้ทำหน้าที่ดูแลงานระบบของอาคารและวิศวกรอาคาร รวมถึงการประเมินการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องเดิมและเครื่องรุ่นใหม่ที่จะนำมาติดตั้งทดแทน รายละเอียดตาม Diagram แสดงดังนี้



ภาพที่ 4.1 P&I Diagram ระบบปรับอากาศอาคารจีพีเอฟ วิทยุ ตำแหน่งเครื่องทำน้ำเย็นที่ต้องการเปลี่ยน



ภาพที่ 4.2 Chiller Plant & Piping Diagram

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดข้อมูลเครื่องทำความเย็น (Chiller) เครื่องเดิมของ อาคารจีพีเอฟ วิทยุ

Location	Equipment No.	Equipment List	Brand	Type/Model	Specification
Chiler Room	CH-1	WATER COOLED CHILLER	CARRIER	19DM78506CQ	SER.NO.44032 CAP.500.TON
Chiler Room	CH-2	WATER COOLED CHILLER	CARRIER	19DM78506CQ	SER.NO.44033 CAP.500.TON
Chiler Room	CH-3	WATER COOLED CHILLER	CARRIER	19DM78506CQ	SER.NO.44034 CAP.500.TON

ตารางที่ 4.2 สถิติในการแจ้งปรับอุณหภูมิของระบบปรับอากาศของผู้เช่าอาคารประจำเดือนพฤษภาคม 2555

จากระบบ (CMMS SYSTEM)

ลำดับ	วันที่ รับแจ้ง	รายละเอียด	พื้นที่แก้ไข	ผลการปฏิบัติงาน
1	02/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ร้อน เกินไป AHU-1,AHU-2 ชั้น 17/A	National ITMX Co.,Ltd.	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 25 องศา เป็น 23.5 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
2	02/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ร้อน เกินไป เฉพาะห้องประชุม ชั้น 12/A	LS Horizon Limited	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 24.5 องศา เป็น 23.5 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
3	02/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ร้อน เกินไป AHU-1,AHU-2 ชั้น 14/A	LS Horizon Limited	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 23 องศา เป็น 22 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
4	02/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ร้อน เกินไป ชั้น 12/A	LS Horizon Limited	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 23 องศา เป็น 22 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
5	02/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่หนาว เกินไป AHU-1 ชั้น 8/A	Radix Advertising Co.,Ltd.	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 24 องศา เป็น 23 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
6	02/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ร้อน เกินไป AHU-1 ชั้น 12/A	Rohm Semiconductor (Thailand) Co.,Ltd.	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 24 องศา เป็น 23 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
7	02/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ร้อน เกินไป AHU-1 ชั้น 15/A	Sumitomo Trust & Banking Co.,Ltd.	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 24 องศา เป็น 23 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
8	02/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ร้อน เกินไป AHU-2 ชั้น 12/A	Taiwan Trade Center, Bangkok.	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 24 องศา เป็น 23 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
9	02/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ร้อน เกินไป AHU-1, AHU-2 ชั้น 5/A	USDA- APHIS US EMBASSY US Government Agency	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 22 องศา เป็น 21 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
10	02/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ร้อน เกินไป AHU-1,AHU-2 ชั้น 16/A	Vickery & Worachai Ltd.	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 24 องศา เป็น 23 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
11	03/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่หนาว เกินไป ทั้งชั้น 6/A	Eisai (Thailand) Marketing Co.,Ltd	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 24 องศา เป็น 23 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
12	03/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ร้อน เกินไป AHU-1,AHU-2 ชั้น 8/B	BJ Service International (Thailand) Ltd.	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 23 องศา เป็น 22 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
13	04/05/2012	ขอช่างตรวจวัดอุณหภูมิ ภายในพื้นที่ ชั้น 6/A	Eisai (Thailand) Marketing Co.,Ltd	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 24 องศา เป็น 23 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ลำดับ	วันที่ รับแจ้ง	รายละเอียด	พื้นที่แก้ไข	ผลการปฏิบัติงาน
14	04/05/2012	ลมแอร์ไม่ออก 1 จุด ชั้น 6/A	Eisai (Thailand) Marketing Co.,Ltd	ปรับ Manual Valve Supply and Return จากเดิม 80% เป็น 100% เรียบร้อย
15	10/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่หนาวเกินไป เฉพาะยูนิต 1101-2 (AHU-1) ชั้น 11/A	Rohm Semiconductor (Thailand) Co.,Ltd.	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 18 องศา เป็น 20 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
16	10/05/2012	ระบบปรับอากาศไม่มีลมแอร์ออก ชั้น 8/A	US Embassy (TCAS)	ปรับ Manual Valve Supply and Return จากเดิม 50% เป็น 100% เรียบร้อย
17	11/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่หนาวเกินไป ยูนิต 1204 (AHU-2) ชั้น 12/B	DAI (Thailand) Limited-Respond	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 22 องศา เป็น 25 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
18	11/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่หนาวเกินไป ยูนิต 601-4 (AHU-1, AHU-2) ชั้น 6A	Eisai (Thailand) Marketing Co.,Ltd	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 22 องศา เป็น 26 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
19	14/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ร้อนเกินไป ชั้น 14/A	LS Horizon Limited	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 22 องศา เป็น 20 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
20	14/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ร้อนเกินไป เฉพาะยูนิต 1101-2 ชั้น 14/A	Rohm Semiconductor (Thailand) Co.,Ltd.	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 24.5 องศา เป็น 22.5 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
21	14/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ร้อนเกินไป ชั้น 3/A	USDA- APHIS US EMBASSY US Government Agency	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 24 องศา เป็น 22.5 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
22	15/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ร้อน ชั้น 17,18/A	National ITMX Co.,Ltd.	ตรวจวัดอุณหภูมิภายในพื้นที่ 24.2 องศา (หลังจากที่ระบบทำความเย็นของอาคารจัดซื้อ) ตรวจสอบลมแอร์ทำงานปกติ
23	15/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ร้อนเกินไป AHU-1, AHU-2 ชั้น 14/A	LS Horizon Limited	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 24 องศา เป็น 23 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
24	15/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ร้อน, ลมแอร์ไม่ออก เฉพาะยูนิต 301-2 ชั้น 3/A	Embassy of The United States of America (Commercial Section)	ตรวจวัดอุณหภูมิภายในพื้นที่ 24.2 องศา (หลังจากที่ระบบทำความเย็นของอาคารจัดซื้อ) ตรวจสอบลมแอร์ทำงานปกติ
25	15/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ร้อน, ลมแอร์ไม่ออก ชั้น 11/B	Internation SOS Services (Thailand) Limited.	ตรวจวัดอุณหภูมิภายในพื้นที่ 24 องศา (หลังจากที่ระบบทำความเย็นของอาคารจัดซื้อ) ตรวจสอบลมแอร์ทำงานปกติ
26	16/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่หนาวเกินไป AHU-1 ชั้น 11/B	Delphys Hakuhodo (Thailand) Co.,Ltd	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 22.5 องศา เป็น 23.3 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
27	16/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ร้อนเกินไป AHU-2 ชั้น 11/B	Internation SOS Services (Thailand) Limited.	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 24.5 องศา เป็น 24 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
28	17/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่หนาวเกินไป ชั้น 6/A	Eisai (Thailand) Marketing Co.,Ltd	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 22.5 องศา เป็น 24 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

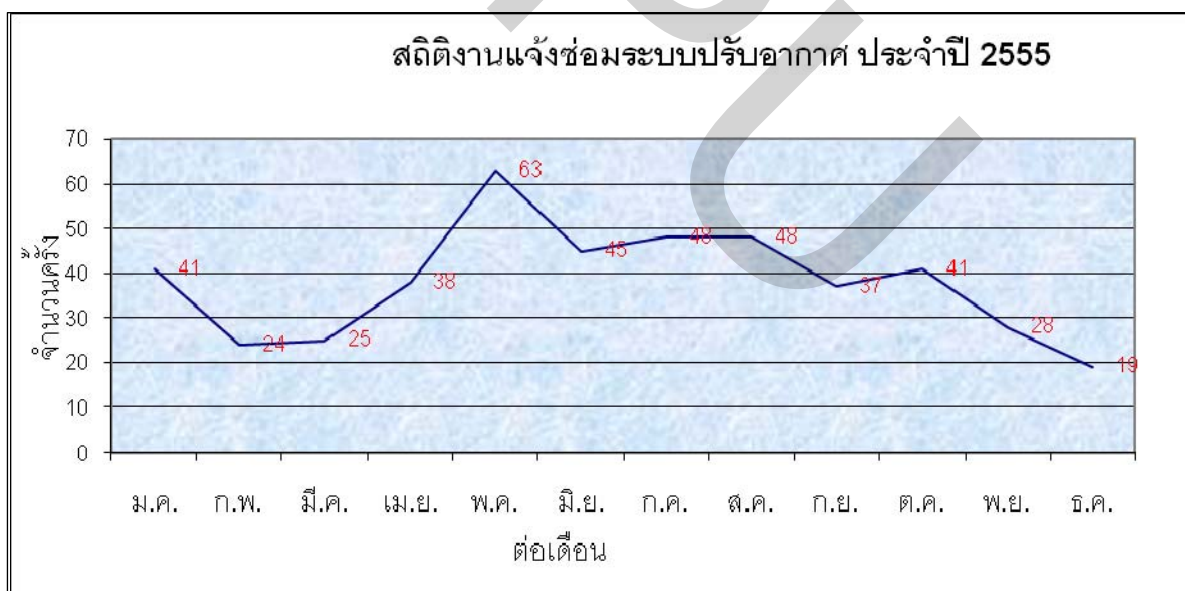
ลำดับ	วันที่ รับแจ้ง	รายละเอียด	พื้นที่แก้ไข	ผลการปฏิบัติงาน
29	17/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ หนาว เกินไป AHU-1 ชั้น 8/A	Radix Advertising Co.,Ltd.	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 22.9 องศา เป็น 23.5 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
30	17/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ หนาว เกินไป (AHU-1,AHU-2) ชั้น 11/A	Rohm Semiconductor (Thailand) Co.,Ltd.	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 24 องศา เป็น 23 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
31	17/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ หนาว เกินไป ชั้น 16/A	Vickery & Worachai Ltd.	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 22 องศา เป็น 24 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
32	17/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ หนาว เกินไป (AHU-1) ชั้น 11/B	Delphys Hakuholdo (Thailand) Co.,Ltd	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 21 องศา เป็น 23 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
33	18/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ หนาว เกินไป (AHU-2) ชั้น 12/B	DAI (Thailand) Limited-Respond	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 21.5 องศา เป็น 23.1 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
34	18/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ หนาว เกินไป เฉพาะยูนิต 601-2 (AHU-1) ชั้น 6/A	Eisai (Thailand) Marketing Co.,Ltd	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 21.5 องศา เป็น 22.5 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
35	18/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ ร้อน เกินไป เฉพาะห้องประชุม ชั้น 12/A	LS Horizon Limited	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 24.5 องศา เป็น 22.5 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
36	18/05/2012	ระบบปรับอากาศ ทำงาน เสียดังผิดปกติ ชั้น 14/A	LS Horizon Limited	ตรวจสอบเบื้องต้นพบว่าทำงานปกติ
37	18/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ หนาว เกินไป ชั้น 11/A	Rohm Semiconductor (Thailand) Co.,Ltd.	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 21.5 องศา เป็น 22.5 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
38	18/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ หนาว เกินไป (ทั้งชั้น) ชั้น 11/A	Rohm Semiconductor (Thailand) Co.,Ltd.	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 22 องศา เป็น 24 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
39	18/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ หนาว เกินไป (AHU-1) ชั้น 11/B	Delphys Hakuholdo (Thailand) Co.,Ltd	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 21.7 องศา เป็น 23.1 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
40	18/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ หนาว เกินไป เฉพาะยูนิต 1503-4 (AHU-2) ห้องนำชาย ชั้น 15/B	ส่วนกลาง	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 21 องศา เป็น 23 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
41	21/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ ร้อน เกินไป ชั้น 6/A	Eisai (Thailand) Marketing Co.,Ltd	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 24.3 องศา เป็น 23 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
42	21/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ หนาว เกินไป (AHU-1) ชั้น 11/B	Delphys Hakuholdo (Thailand) Co.,Ltd	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 22 องศา เป็น 23.5 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
43	21/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ "ห้อง ประชุม" ร้อนเกินไป ชั้น 11/B	Internation SOS Services (Thailand) Limited.	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 24 องศา เป็น 22 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
44	22/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ หนาว เกินไป (AHU-2) ชั้น 12/B	DAI (Thailand) Limited-Respond	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 23 องศา เป็น 25 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ลำดับ	วันที่ รับแจ้ง	รายละเอียด	พื้นที่แก้ไข	ผลการปฏิบัติงาน
45	22/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ หนาว เกินไป เฉพาะยูนิต 603-4 (AHU-2) ชั้น 6/A	Eisai (Thailand) Marketing Co.,Ltd	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 22 องศา เป็น 23.5 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
46	22/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ หนาว เกินไป เฉพาะยูนิต 603-4 (AHU-2) ชั้น 6/A	Eisai (Thailand) Marketing Co.,Ltd	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 21.2 องศา เป็น 23.3 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
47	22/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ หนาว เกินไป (AHU-1) ชั้น 8/A	Radix Advertising Co.,Ltd.	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 22 องศา เป็น 24 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
48	23/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ ร้อน เกินไป เฉพาะยูนิต 601-2 (AHU-1) ชั้น 6/A	Eisai (Thailand) Marketing Co.,Ltd	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 24.5 องศา เป็น 23 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
49	23/05/2012	ขอช่างตรวจวัดอุณหภูมิภายใน พื้นที่ ยูนิต 1101-2 (AHU-1) ชั้น 11/B	Delphys Hakuhodo (Thailand) Co.,Ltd	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 22 องศา เป็น 23.3 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
50	23/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ ร้อน เกินไป ยูนิต 105/1 (AHU-2) ชั้น 1/A	Herbalife International (Thailand) Limited.	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 25 องศา เป็น 24 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
51	23/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ หนาว เกินไป เฉพาะยูนิต 1603-4 (AHU-2) ชั้น 16/B	Office Of The Securities and Exchange Commission of Thailand (กสท)	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 22.1 องศา เป็น 23.4 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
52	24/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ หนาว เกินไป เฉพาะยูนิต 603-4 (AHU-2) ชั้น 6/A	Eisai (Thailand) Marketing Co.,Ltd	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 22.9 องศา เป็น 24.1 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
53	25/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ หนาว เกินไป ชั้น 16/A	Vickery & Worachai Ltd.	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 24 องศา เป็น 25 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
54	28/05/2012	ระบบปรับอากาศ ภายในห้อง Server ร้อน ชั้น 2/B	Herbalife International (Thailand) Limited.	ดำเนินการปรับอุณหภูมิเรียบร้อยแล้ว
55	29/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ หนาว เกินไป (AHU-1,AHU-2) ชั้น 6/A อุณหภูมิภายในพื้นที่ หนาวเกินไป (AHU-1) ชั้น 7/A	Eisai (Thailand) Marketing Co.,Ltd	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 22 องศา เป็น 23.5 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
56	29/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ หนาว เกินไป (AHU-1) ชั้น 18/A	National ITMX Co.,Ltd.	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 23 องศา เป็น 24 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
57	29/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ หนาว เกินไป (AHU-1) ชั้น 8/A	Radix Advertising Co.,Ltd.	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 20 องศา เป็น 22 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
58	29/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ หนาว เกินไป ชั้น 10, 13-16 อาคารบี	Office Of The Securities and Exchange Commission of Thailand (กสท)	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 22.5 องศา เป็น 24 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ลำดับ	วันที่ รับแจ้ง	รายละเอียด	พื้นที่แก้ไข	ผลการปฏิบัติงาน
59	30/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ หนาว เกินไป เฉพาะยูนิต 1101-2 (AHU-1) ชั้น 11/A	Rohm Semiconductor (Thailand) Co.,Ltd.	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 22.1 องศา เป็น 23.5 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
60	30/05/2012	ลมแอร์ออกเบาเกินไป เฉพาะ ยูนิต 1302,1303-4 ชั้น 13/B	Office Of The Securities and Exchange Commission of Thailand (กลต)	ปรับ Manual Valve Supply and Return จาก เดิม 60-70% เป็น 100% เรียบร้อย
61	30/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ ร้อน เกินไป เฉพาะยูนิต 1403-4 (AHU-2) ชั้น 14/B	Office Of The Securities and Exchange Commission of Thailand (กลต)	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 24.5 องศา เป็น 23.1 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
62	31/05/2012	อุณหภูมิภายในพื้นที่ หนาว เกินไป (AHU-2) ชั้น 12/B	DAI (Thailand) Limited-Respond	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 23 องศา เป็น 24 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย
63	31/05/2012	ตรวจวัดอุณหภูมิภายในพื้นที่ (AHU-1) ชั้น 11/A	Delphys Hakuhodo (Thailand) Co.,Ltd	ปรับอุณหภูมิจากเดิม 21.5 องศา เป็น 23.5 องศา พร้อมตรวจเช็คภายในพื้นที่เรียบร้อย



ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงปริมาณความถี่ในการแจ้งให้ปรับอุณหภูมิของระบบปรับอากาศอาคารจีพีเอฟ วิทยุ
ในรอบ 12 เดือนของ พ.ศ. 2555 ที่อยู่ในเกณฑ์ที่สูงมาก

ตารางที่ 4.3 แสดงประวัติค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องทำเย็นอาคารตั้งแต่ พ.ศ. 2553-2556

GPF Withhayu Towers

Equipment No.			Brand	Type /Model	Specification	
Date	Maintenance History	Cost				
CH-1			CARRIER	19DM78506CQ	SER.NO.44032 CAP.500 TON	
7-May-10	Overhaul	74,799.42				
6-Jul-10	Replace R-11	59,152.27				
27-May-11	Overhaul	597,060.00				
18-Dec-12	Repairs	67,786.28				
CH-2			CARRIER	19DM78506CQ	SER0.NO.44033 CAP.500 TON	
7-May-10	Overhaul	74,799.42				
6-Jul-10	Replace R-11	59,152.27				
27-May-11	Overhaul	597,060.00				
18-Dec-12	Repairs	67,786.28				
5-Feb-13	Yearly Maintenance	63,638.25				
CH-3			CARRIER	19DM78506CQ	SER.NO.40334 CAP.500 TON	
7-May-10	Overhaul	74,799.42				
6-Jul-10	Repair	59,152.27				
26-Oct-10	Replace Drier	119,951.28				
26-Oct-10	Refill R-11	16,900.00				
27-May-11	Overhaul	796,080.00				
10-Apr-12	Replace Temp sensor Chiller	11,556.00				
18-Dec-12	Rewinding Moter	819,941.00				
18-Dec-12	trplca Gaskets	67,786.28				
5-Feb-13	Yearly Maintenance	63,638.25				
Total Maintenance Cost		3,691,038.69	1,230,346.23	บาท/ปี	สัญญา	64,906.20 บาท/ปี

4.2 การเปรียบเทียบเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ของอาคารกับข้อกำหนดทางกฎหมายและมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

1. มาตรฐานการปรับอากาศในอาคาร: ระบบปรับอากาศที่ติดตั้งในอาคารจะต้องมีค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น ที่ภาระเต็มพิกัด (Full load) หรือที่ภาระใช้งานจริง (Actual load) ไม่เกินกว่าค่าที่กำหนด เครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำส่วนทำน้ำเย็นแบบหอยโข่ง (Centrifugal Chiller) ขนาดเกินกว่า 500 ตันความเย็น ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต้องมีค่าไม่เกิน 0.84 kW/ton สำหรับอาคารเก่า

ผลการประเมิน: ไม่ผ่าน จากการตรวจวัดประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็นชนิดเดียวกันของเครื่องทำน้ำเย็นของอาคารจีพีเอฟ วิทยู ขนาด 500 ตันความเย็น ได้ค่าพลังงานไฟฟ้า 0.85 kW/ton ซึ่งเกินกว่าค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

ผลกระทบ: เครื่องทำน้ำเย็นของอาคารมีค่าพลังงานไฟฟ้าสูง ทำให้มีการใช้พลังงานสิ้นเปลืองเป็นผลและมีภาระค่าใช้ไฟฟ้าสูงตามไปด้วย อีกทั้งยังไม่เป็นไปตามมาตรฐานการปรับอากาศในอาคาร ข้อกำหนดกฎหมาย : ระบบปรับอากาศและขนาดต่างๆ ที่ติดตั้งใช้งานในอาคารต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็นในรูปของอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องทำน้ำเย็นของระบบปรับอากาศชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ แบบแรงเหวี่ยง สำหรับขนาดความ สามารถในการทำความเย็นที่ภาระพิกัดของเครื่องทำน้ำเย็น (ตันความเย็น) มากกว่า 500 ตันความเย็น ต้องมีค่าพลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็น (กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น) ไม่เกินกว่า 0.62 kW/ton

ผลการประเมิน: ไม่ผ่าน จากการตรวจวัดค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็นในรูปของอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานชนิดเดียวกันของอาคารขนาด 500 ตันความเย็นของเครื่องทำความเย็น (Chiller) ของอาคารจีพีเอฟ วิทยู ได้ค่าพลังงานไฟฟ้า 0.68 kW/ton ซึ่งเกินกว่าค่าที่กฎหมายกำหนด

ผลกระทบ เครื่องทำน้ำเย็นของอาคารประสิทธิภาพต่ำ คือมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็นในรูปของอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานต่ำกว่าที่กฎหมายกำหนดถือว่าขัดต่อกฎหมาย มีผลความผิดตามที่กฎหมายกำหนด

ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม: กำหนดปริมาณการนำเข้าสาร ซี เอฟ ซี ในปี พ.ศ. 2553 ว่า ปริมาณสารซี เอฟ ซี ที่อนุญาตให้นำเข้าไม่เกิน 0 เมตริกตัน

ผลการประเมิน: ไม่ผ่าน เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ของอาคารจีพีเอฟ วิทยู ใช้สารเคมีในการทำความเย็นเป็นสาร CFC(R11)

ผลกระทบ: เครื่องทำน้ำเย็นที่ใช้สาร CFC เป็นสารทำความเย็น จะหาสารทำความเย็นที่ใช้กับเครื่องทำน้ำเย็นนี้ได้ยากขึ้น อีกทั้งยังมีผลทำให้สารทำความเย็นดังกล่าวมีราคาสูงขึ้น และอาจหาไม่ได้อีกในอนาคต มีผลให้เครื่องจักรไม่สามารถใช้งานได้ ส่งผลให้ธุรกิจหยุดชะงักได้

4.3 อัตราการคิดค่าไฟฟ้าของอาคารจีพีเอฟ วิทยุ จากการไฟฟ้านครหลวง

อัตราการคิดค่าไฟฟ้าของอาคารจีพีเอฟ วิทยุ เป็นอัตราค่าไฟฟ้าที่กำหนดราคาตามช่วงเวลาซึ่งเรียกว่า TOU (Time of Use Rate)

ประเภทของแรงดัน		ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า			ค่าพลังงานไฟฟ้า
		(บาท/กิโลวัตต์)			(บาท/หน่วย)
		Peak	Service	Off Peak	
1	แรงดันตั้งแต่ 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป	74.14	312.24	2.2507	3.6917
2	แรงดัน 22-33 กิโลโวลต์	132.93	312.24	2.2695	3.7731
3	แรงดันต่ำกว่า 22 กิโลโวลต์	210.00	312.24	2.3027	3.9189
Peak	เวลา 18.30 – 21.30 น. ของทุกวัน				
Partial	เวลา 08.00 – 18.30 น. ของทุกวัน (ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า คิดเฉพาะส่วนที่เกิน Peak)				
Off Peak	เวลา 21.30 น. – 08.00 น. ของทุกวัน				

4.4 รายละเอียดการดำเนินการ

จากการตรวจวัดประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็นชนิดเดียวกันของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ของอาคารจีพีเอฟ วิทยุ ขนาด 500 ตันความเย็น ได้ค่าพลังงานไฟฟ้า 0.85 kW/ton ซึ่งเกินกว่าค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนดและผลการประเมิน: ไม่ผ่าน จากการตรวจวัดค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็นในรูปแบบของอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานชนิดเดียวกันของอาคารขนาด 500 ตันความเย็นของเครื่องทำความเย็น (Chiller) ของอาคารจีพีเอฟ วิทยุ ได้ค่าพลังงานไฟฟ้า 0.68 kW/ton ซึ่งเกินกว่าค่าที่กฎหมายกำหนดรวมถึงผลกระทบ: เครื่องทำน้ำเย็นที่ใช้สาร CFC เป็นสารทำความเย็น จะหาสารทำความเย็นที่ใช้กับเครื่องทำน้ำเย็นนี้ได้ยากขึ้น อีกทั้งยังมีผลทำให้สารทำความเย็นดังกล่าวมีราคาสูงขึ้น และอาจหาไม่ได้อีกในอนาคต มีผลให้เครื่องจักรไม่สามารถใช้งานได้ ส่งผลให้ธุรกิจหยุดชะงักได้ อาคารจึงได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ (Chiller) ประสิทธิภาพสูงมาทดแทนเครื่องเดิม โดยเครื่องใหม่ประสิทธิภาพการใช้พลังงานดีกว่ากฎหมายกำหนด โดยสามารถทำได้ 0.576 Kw/ตัน รายละเอียดตามใบเสนอราคา จากบริษัทแอร์โค

จำกัด เลขที่ ACQ/2/1302/0030 ลงวันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2556 โดยมีราคาเปลี่ยนพร้อมติดตั้ง (เฉพาะ การเปลี่ยน Chiller ขนาด 500 ตัน พร้อมชุดควบคุมจำนวน 3 ชุด) ในราคา 18,000,000 บาท

4.5 การวิเคราะห์ทางการเงินของโครงการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น

การวิเคราะห์ทางการเงิน เป็นการวิเคราะห์ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายของเงินที่ลงทุน และ ผลตอบแทนหรือผลกำไรทางการเงินของโครงการ เพื่อวิเคราะห์ว่าโครงการที่ทำการศึกษามีความ เป็นไปได้ในการลงทุนหรือไม่ โดยโครงการจะต้องได้รับผลตอบแทนที่สูงกว่าเงินลงทุน หรือกล่าว อีกนัยหนึ่ง คือผลตอบแทนคุ้มค่ากับเงินลงทุนที่เสียโอกาสไป ซึ่งจะวิเคราะห์ด้านต่างๆ ดังนี้

1. มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิของโครงการ (Net Present Value : NPV)

2. อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal Rate of Return : IRR)

1. มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิของโครงการ (Net Present Value : NPV)

มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิของโครงการ คือ ผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของ ผลประหยัดต้นทุนพลังงาน ในรูปตัวเงินที่คาดว่าจะได้รับในแต่ละปีตลอดอายุของโครงการกับ มูลค่าปัจจุบันของเงินที่จ่ายออกไป ภายใต้โครงการที่กำลังพิจารณา ณ อัตราลดค่า (Discount rate) หรือค่าของทุน (Cost of Capital) ที่กำหนดสามารถหาได้จากสมการทางคณิตศาสตร์ดังนี้

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) = มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทน - มูลค่าปัจจุบันของ ค่าใช้จ่าย

หรือ

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ES_t}{(1+i)^t} - I_0$$

โดย NPV = Net Present Value

ES_t = ผลตอบแทนในปีที่ t (t = 1, 2, 3, ..., n)

I_0 = เงินจ่ายเริ่มต้นโครงการ

i = อัตราดอกเบี้ย หรืออัตราคิดลด (Discount rate)

2. อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal Rate of Return : IRR)

อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ หมายถึง อัตราผลการตอบแทนที่ทำให้มูลค่าปัจจุบัน ของผลตอบแทนเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุน โดยการหาค่า Discount Rate : r ที่ส่งผลให้มูลค่า

ปัจจุบันของผลตอบแทนและต้นทุนเท่ากัน หรือหักล้างกันมีค่าเท่ากับศูนย์ สามารถหาได้จากสมการทางคณิตศาสตร์ดังนี้

IRR หรือ $r = 0$

$$-I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{ES_t}{(1+r)^t} = 0$$

โดย IRR = อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ

ES_t = ผลตอบแทนในปีที่ t ($t = 1, 2, 3, \dots, n$)

I_0 = ต้นทุนปีเริ่มแรก

r = อัตราดอกเบี้ย หรืออัตราคิดลด (Discount rate)

4.6 การตัดสินใจในการลงทุน (Investment Decision)

การตัดสินใจในการลงทุน หมายถึง การตัดสินใจเลือกโครงการการลงทุนในโครงการใด จึงจะให้ผลตอบแทนตามที่ต้องการ โดยใช้เกณฑ์ในการตัดสินใจทางการลงทุนที่คำนึงถึงค่าเสียโอกาส (Opportunity Cost) ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิของผลตอบแทน (NPV) และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR)

เกณฑ์ต่างๆ ที่ใช้ในการตัดสินใจทางการลงทุน จะทำให้ผู้วิเคราะห์โครงการลงทุนตัดสินใจได้ว่าควรลงทุนในโครงการนั้นหรือไม่ โดยโครงการที่ควรลงทุนพิจารณาจาก

มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทน (NPV) มีค่ามากกว่าศูนย์ หรือมีค่าเป็นบวก จะแสดงว่าการลงทุนในโครงการนั้นๆ ได้ผลตอบแทนคุ้มกับการลงทุน เนื่องจากผลตอบแทนแก่เจ้าหนี้ระยะยาว หรือหุ้นกู้คือ ดอกเบี้ยมีอัตราคงที่ NPV ส่วนที่ป็นบวกของโครงการจึงตกเป็นผลตอบแทนของเจ้าของ ดังนั้น เมื่อลงทุนโครงการที่ $NPV = 0$ ส่วนของเจ้าของจะไม่เพิ่มขึ้น แต่การที่ธุรกิจมีโครงการลงทุนเพิ่ม จะมีผลให้ขนาดของธุรกิจขยายตัวขึ้น

อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) การตัดสินใจโดยใช้วิธี IRR เนื่องจาก IRR ของโครงการ คือ อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในโครงการนั้นๆ ถ้าอัตราผลตอบแทนของโครงการสูงกว่าอัตราผลตอบแทนที่ต้องการ หรือต้นทุนของเงินทุน ($r > i$) ก็ควรลงทุน แต่ถ้ามีค่าน้อยกว่า ($r < i$) ก็ควรปฏิเสธการลงทุน

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงผลการประหยัดค่าไฟฟ้าต่อปีในการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นเครื่องใหม่

ELECTRICITY EXPENSE CALCULATION FOR AIR CONDITIONING EQUIPMENT

1) ELECTRICAL ENERGY COST PER UNIT BASED ON NEW TOU RATE BY: COST (BATH) = KW * (HR/DAY) * (DAY/YEAR) * UNIT RATE (BATH / KWH) .
 2) ELECTRICAL DEMAND CHARGE BASED ON NEW TOU RATE BY: COST (BATH) = KW * 12 (MONTH/YEAR) * DEMAND CHARGE RATE (BATH / KW/H)
 3) ELECTRICAL F-T COST PER UNIT BASED ON NEW TOU RATE BY: COST (BATH) = KW * (1HR/DAY) * (DAY/YEAR) * F-T (BATH / KWH) .
 4) TOU RATE & DEMAND CHARGE RATE SHALL BE SEPARATED INTO 3 PARTS OF TIME BY THIS BELOW TABLE
 (MODE 1 : MONDAY-FRIDAY AT 9.00AM - 10.00PM , MODE 2 : MONDAY-FRIDAY AT 10.00PM - 09.00AM , MODE 3 : SATURDAY & SUNDAY 24 HOURS.)

Project: GPF Wittayu (2 running 1 Standby)		Summary input data reference		
Capacity (Tons)	500	Monday-Friday	Saturday-Sunday	
Qty	2	Running (hrs/Day)	12	0
(High) Chiller Efficiency (Kw/Tr)	0.576	On Peak	Off Peak	
(Standard) Chiller Efficiency (Kw/Tr)	0.850	Diversity Usage	95%	95%

PROJECT GPF Wittayu (2 running 1 Standby)			ELECTRICITY				EQUIPMENT : Existing Chiller- 0.85 Kw/Tr				EQUIPMENT : Trane High Eff 0.576 Kw/Tr			
EQUIPMENT MODEL	Existing Chiller	Trane High Eff	MODE OF TIME			YEARLY	MODE OF TIME			YEARLY				
	0.85 Kw/Tr	0.576 Kw/Tr	MON-FRI (13 hrs.)	MON-FRI (11 hrs.)	SAT & SUN (24hrs.)	TOTAL EXPENSE	MON-FRI (13 hrs.)	MON-FRI (11 hrs.)	SAT & SUN (24hrs.)	TOTAL EXPENSE				
CAPACITY (Tons)	500	500	DAILY OPERATING HRS FOR EACH MODE	11	1	0		11	1	0				
KW / TON	0.850	0.576	UNIT RATE (BATH / KW-HR.)	4.0100	4.0100	4.0100		4.0100	4.0100	4.0100				
QTY	2	2	YEARLY EXPENSE FOR UNIT ELEC. RATE (BATH)	4,643,200	422,100	-	5,065,300	3,146,400	286,000	-	3,432,400			
Full load Power Input (Kw)	425	288	DEMAND CHARGE (BATH / KW-MONTH)	-	OFF PEAK / NO DEMAND CHARGE	-	-	OFF PEAK / NO DEMAND CHARGE	-	-	-			
% Average Run (On Peak)	95%	95%	YEARLY EXPENSE FOR DEMAND CHARGE (BATH)	-	0	0	-	-	0	0	-			
% Average Run (Off Peak)	95%	95%	F-T RATE CHARGE - (BATH/KW-HR)	-	-	-	-	-	-	-	-			
Average Chiller Running Power Input (KW) in Each Mode			YEARLY F-T CHARGE EXPENSE - (BATH)	-	-	-	-	-	-	-	-			
Average On Peak Input (Kw)	404	274	TOTAL ELECTRICITY EXPENSE (YEARLY) PER SET	4,643,200	422,100	-	5,065,300	3,146,400	286,000	-	3,432,400			
Average Off Peak Input (Kw)	404	274	TOTAL ELECTRICITY EXPENSE	9,286,400	844,200	-	10,130,600	6,292,800	572,000	-	6,864,800			

SUMMARY ELECTRICITY EXPENSE	CHILLER MODEL	
	Existing Chiller- 0.85 Kw/Tr	Trane High Eff 0.576 Kw/Tr
QTY	2	2
CAPACITY (TON)	500	500
KW / TON	0.850	0.576
YEARLY ELECTRICITY COST PER UNIT (BATH)	5,065,300	3,432,400
TOTAL ELECTRICAL EXPENSE	10,130,600	6,864,800

BY USING BETTER EFFICIENCY ,YOU CAN SAVE THE ELECTRICAL EXPENSE 3,265,800 BAHTS PER YEAR !!!

ตารางที่ 4.5 ผลการหาจุดคุ้มทุน มูลค่าปัจจุบันสุทธิและอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ โดยนำ
ค่าบริการบำรุงรักษามาคำนวณด้วย และใช้อัตราคิดลด 5% (Discount Rate 5%)

ค่าใช้จ่าย (บาท)							
1) ค่าไฟฟ้า	202,612,000		10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600
2) ค่าบริการตรวจสอบรายปี	324,531		64,906	64,906	64,906	64,906	64,906
3) ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา	6,151,731		1,230,346	1,230,346	1,230,346	1,230,346	1,230,346
รวมค่าใช้จ่าย	209,088,626	-	11,425,852	11,425,852	11,425,852	11,425,852	11,425,852
ค่าใช้จ่าย (การซ่อมใหญ่)	-						
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด	209,088,262	-	11,425,852	11,425,852	11,425,852	11,425,852	11,425,852

Chiller เครื่องใหม่ (500 ton 2 sets) ปี	รวม ปีที่ 1-20	0	1	2	3	4	5
ค่าใช้จ่าย (บาท)							
1) ค่าไฟฟ้า	137,296,000		6,864,800	6,864,800	6,864,800	6,864,800	6,864,800
2) ค่าบริการตรวจสอบรายปี	-		-	-	-	-	-
3) ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา	-		-	-	-	-	-
รวมค่าใช้จ่าย	68,648,000	-	6,864,800	6,864,800	6,864,800	6,864,800	6,864,800
รับประกันผลงาน 5 ปี (รวมอะไหล่)			4,561,052	4,561,052	4,561,052	4,561,052	4,561,052

แสดงกระแสเงินสด	รวม ปีที่ 1-20	0	1	2	3	4	5
ผลสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้							
1) ค่าไฟฟ้า	65,316,000		3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800
2) ค่าบริการตรวจสอบรายปี	324,531		64,906	64,906	64,906	64,906	64,906
3) ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา	6,151,731		1,230,346	1,230,346	1,230,346	1,230,346	1,230,346
4) ค่าใช้จ่าย (การซ่อมใหญ่)	0		-	-	-	-	-
รวมผลที่ประหยัดได้	71,792,262	0	4,561,052	4,561,052	4,561,052	4,561,052	4,561,052
งบประมาณที่ใช้ในการลงทุน	18,000,000	18,000,000					
รวม (Cash Flow)	53,792,262	-18,000,000	4,561,052	4,561,052	4,561,052	4,561,052	4,561,052
NPV	28,306,852						
Discount rate	5.0%						
IRR	22.4%						
Pay back (year)	4.5		4,561,052	8,480,868	12,420,877	16,173,266	19,746,970

1) Adj electricity saving (take into account the higher cost of electricity)
2) Fill in maintenance, other repairs and overhaul

ตรวจสอบ

PV	46,306,852	4,343,859	4,137,009	3,940,009	3,752,389	3,573,704
NPV	28,306,852					

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

Chiller เครื่องเดิม (500 ton 2 sets)	รวม ปีที่ 1-20	6	7	8	9	10
ปี						
ค่าใช้จ่าย (บาท)						
1) ค่าไฟฟ้า	202,612,000	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600
2) ค่าบริการตรวจสอบรายปี	324,531					
3) ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา	6,151,731					
รวมค่าใช้จ่าย	209,088,626	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600
ค่าใช้จ่าย (การซ่อมใหญ่)	-					
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด	209,088,262	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600
Chiller เครื่องใหม่ (500 ton 2 sets)	รวม ปีที่ 1-20	6	7	8	9	10
ปี						
ค่าใช้จ่าย (บาท)						
1) ค่าไฟฟ้า	137,296,000	6,864,800	6,864,800	6,864,800	6,864,800	6,864,800
2) ค่าบริการตรวจสอบรายปี	-	-	-	-	-	-
3) ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา	-	-	-	-	-	-
รวมค่าใช้จ่าย	68,648,000	6,864,800	6,864,800	6,864,800	6,864,800	6,864,800
รับประกันผลงาน 5 ปี (รวมอะไหล่)		3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800
แสดงกระแสเงินสด	รวม ปีที่ 1-20	6	7	8	9	10
ผลสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้						
1) ค่าไฟฟ้า	65,316,000	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800
2) ค่าบริการตรวจสอบรายปี	0	-	-	-	-	-
3) ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา	0	-	-	-	-	-
4) ค่าใช้จ่าย (การซ่อมใหญ่)	0	-	-	-	-	-
รวมผลที่ประหยัดได้	71,792,262	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800
งบประมาณที่ใช้ในการลงทุน	18,000,000					
รวม (Cash Flow)	53,792,262	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800
NPV	28,306,852					
Discount rate	5.0%					
IRR	22.4%					
Pay back (year)	4.5	22,183,960				
1) Adj electricity saving (take into account the higher cost of electricity)						
2) Fill in maintenance, other repairs and overhaul						
ตรวจสอบ						
PV	46,306,852	2,436,990	2,320,943	2,210,422	2,105,164	2,004,918
NPV	28,306,852					

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

Chiller เครื่องเดิม (500 ton 2 sets)	รวม ปีที่ 1-20	11	12	13	14	15
ค่าใช้จ่าย (บาท)						
1) ค่าไฟฟ้า	202,612,000	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600
2) ค่าบริการตรวจสอบรายปี	324,531					
3) ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา	6,151,731					
รวมค่าใช้จ่าย	209,088,626	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600
ค่าใช้จ่าย (การซ่อมใหญ่)	-					
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด	209,088,626	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600

Chiller เครื่องใหม่ (500 ton 2 sets)	รวม ปีที่ 1-20	11	12	13	14	15
ค่าใช้จ่าย (บาท)						
1) ค่าไฟฟ้า	137,296,000	6,864,800	6,864,800	6,864,800	6,864,800	6,864,800
2) ค่าบริการตรวจสอบรายปี	-	-	-	-	-	-
3) ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา	-	-	-	-	-	-
รวมค่าใช้จ่าย	68,648,000	6,864,800	6,864,800	6,864,800	6,864,800	6,864,800
รับประกันผลงาน 5 ปี (รวมอะไหล่)		3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800

แสดงกระแสเงินสด	รวม ปีที่ 1-20	11	12	13	14	15
ผลสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้						
1) ค่าไฟฟ้า	65,316,000	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800
2) ค่าบริการตรวจสอบรายปี	0	-	-	-	-	-
3) ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา	0	-	-	-	-	-
4) ค่าใช้จ่าย (การซ่อมใหญ่)	0	-	-	-	-	-
รวมผลที่ประหยัดได้	71,792,262	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800
งบประมาณที่ใช้ในการลงทุน	18,000,000					
รวม (Cash Flow)	53,792,262	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800

NPV 28,306,852

Discount rate 5.0%

IRR 22.4%

Pay back (year) 4.5

1) Adj electricity saving (take into account the higher cost of electricity)

2) Fill in maintenance, other repairs and overhaul

ตรวจสอบ

PV	46,306,852	1,909,446	1,818,520	1,731,923	1,649,451	1,570,906
NPV	28,306,852					

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

Chiller เครื่องเดิม (500 ton 2 sets)	รวม	16	17	18	19	20
ปี	ปีที่ 1-20					
ค่าใช้จ่าย (บาท)						
1) ค่าไฟฟ้า	202,612,000	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600
2) ค่าบริการตรวจสอบรายปี	324,531					
3) ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา	6,151,731					
รวมค่าใช้จ่าย	209,088,262	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600
ค่าใช้จ่าย (การซ่อมใหญ่)	-					
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด	209,088,262	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600

Chiller เครื่องใหม่ (500 ton 2 sets)	รวม	16	17	18	19	20
ปี	ปีที่ 1-20					
ค่าใช้จ่าย (บาท)						
1) ค่าไฟฟ้า	137,296,000	6,864,800	6,864,800	6,864,800	6,864,800	6,864,800
2) ค่าบริการตรวจสอบรายปี	-					
3) ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา	-					
รวมค่าใช้จ่าย	68,648,000	6,864,800	6,864,800	6,864,800	6,864,800	6,864,800
รับประกันผลงาน 5 ปี (รวมอะไหล่)		3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800

แสดงกระแสเงินสด	รวม	16	17	18	19	20
	ปีที่ 1-20					
ผลสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้						
1) ค่าไฟฟ้า	65,316,000	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800
2) ค่าบริการตรวจสอบรายปี	0	-	-	-	-	-
3) ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา	0	-	-	-	-	-
4) ค่าใช้จ่าย (การซ่อมใหญ่)	0	-	-	-	-	-
รวมผลที่ประหยัดได้	71,792,262	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800
งบประมาณที่ใช้ในการลงทุน	18,000,000					
รวม (Cash Flow)	53,792,262	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800

NPV 28,306,852

Discount rate 5.0%

IRR 22.4%

Pay back (year) 4.5

1) Adj electricity saving (take into account the higher cost of electricity)

2) Fill in maintenance, other repairs and overhaul

ตรวจสอบ

PV	46,306,852	1,496,101	1,424,858	1,357,007	1,292,388	1,230,846
NPV	28,306,852					

NPV ย่อมาจาก "Net Present Value" หมายถึง มูลค่าปัจจุบันสุทธิ

คือ ส่วนเกินของมูลค่าปัจจุบัน (Present Value) ในกระแสเงินสดสุทธิกับ เงินลงทุน
เริ่มแรก ดังนั้นถ้ากำหนดให้

NPV = มูลค่าปัจจุบันสุทธิ

PV = มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดตลอดอายุโครงการลงทุน

I = เงินลงทุนเริ่มแรก

สูตร NPV = PV - I

ตารางที่ 4.6 ผลการหาจุดคุ้มทุน มูลค่าปัจจุบันสุทธิและอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ โดยนำค่าบริการบำรุงรักษาและอะไหล่มาคำนวณด้วย และใช้อัตราคิดลด 8% (Discount Rate 8%)

Chiller เครื่องเดิม (500 ton 2 sets) ปี	รวม ปีที่ 1-20	0	1	2	3	4	5
ค่าใช้จ่าย (บาท)							
1) ค่าไฟฟ้า	202,612,000		10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600
2) ค่าบริการตรวจสอบรายปี	324,531		64,906.20	64,906.20	64,906.20	64,906.20	64,906.20
3) ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา	6,151,731		1,230,346.23	1,230,346.23	1,230,346.23	1,230,346.23	1,230,346.23
รวมค่าใช้จ่าย	209,088,626	-	11,425,852	11,425,852	11,425,852	11,425,852	11,425,852
ค่าใช้จ่าย (การซ่อมใหญ่)	-						
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด	209,088,626	-	11,425,852	11,425,852	11,425,852	11,425,852	11,425,852
Chiller เครื่องใหม่ (500 ton 2 sets) ปี	รวม ปีที่ 1-20	0	1	2	3	4	5
ค่าใช้จ่าย (บาท)							
1) ค่าไฟฟ้า	137,296,000		6,864,800	6,864,800	6,864,800	6,864,800	6,864,800
2) ค่าบริการตรวจสอบรายปี	-		-	-	-	-	-
3) ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา	-		-	-	-	-	-
รวมค่าใช้จ่าย	68,648,000	-	6,864,800	6,864,800	6,864,800	6,864,800	6,864,800
รับประกันผลงาน 5 ปี (รวมอะไหล่)			4,561,052	4,561,052	4,561,052	4,561,052	4,561,052
แสดงกระแสเงินสด	รวม ปีที่ 1-20	0	1	2	3	4	5
ผลสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้							
1) ค่าไฟฟ้า	65,316,000		3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800
2) ค่าบริการตรวจสอบรายปี	324,531		64,906	64,906	64,906	64,906	64,906
3) ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา	6,151,731		1,230,346	1,230,346	1,230,346	1,230,346	1,230,346
4) ค่าใช้จ่าย (การซ่อมใหญ่)	0		-	-	-	-	-
รวมผลที่ประหยัดได้	71,792,262	0	4,561,052	4,561,052	4,561,052	4,561,052	4,561,052
งบประมาณที่ใช้ในการลงทุน	18,000,000	18,000,000					
รวม (Cash Flow)	53,792,262	-18,000,000	4,561,052	4,561,052	4,561,052	4,561,052	4,561,052
NPV	19,235,673						
Discount rate	8.0%						
IRR	22.4%						
Pay back (year)	4.9		4,223,197	8,133,564	11,754,274	15,106,784	18,210,960
1) Adj electricity saving (take into account the higher cost of electricity)							
2) Fill in maintenance, other repairs and overhaul							
ตรวจสอบ							
PV	37,235,673		4,223,197	3,910,367	3,620,710	3,352,510	3,104,176
NPV	19,235,673						

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

Chiller เครื่องเดิม (500 ton 2 sets)	รวม ปีที่ 1-20	6	7	8	9	10
ค่าใช้จ่าย (บาท)						
1) ค่าไฟฟ้า	202,612,000	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600
2) ค่าบริการตรวจสอบรายปี	324,531					
3) ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา	6,151,731					
รวมค่าใช้จ่าย	209,088,626	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600
ค่าใช้จ่าย (การซ่อมใหญ่)	-					
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด	209,088,262	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600
Chiller เครื่องใหม่ (500 ton 2 sets)	รวม ปีที่ 1-20	6	7	8	9	10
ค่าใช้จ่าย (บาท)						
1) ค่าไฟฟ้า	137,296,000	6,864,800	6,864,800	6,864,800	6,864,800	6,864,800
2) ค่าบริการตรวจสอบรายปี	-					
3) ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา	-					
รวมค่าใช้จ่าย	68,648,000	6,864,800	6,864,800	6,864,800	6,864,800	6,864,800
รับประกันผลงาน 5 ปี (รวมอะไหล่)		3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800
แสดงกระแสเงินสด	รวม ปีที่ 1-20	6	7	8	9	10
ผลสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้						
1) ค่าไฟฟ้า	65,316,000	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800
2) ค่าบริการตรวจสอบรายปี	0	-	-	-	-	-
3) ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา	0	-	-	-	-	-
4) ค่าใช้จ่าย (การซ่อมใหญ่)	0	-	-	-	-	-
รวมผลที่ประหยัดได้	71,792,262	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800
งบประมาณที่ใช้ในการลงทุน	18,000,000					
รวม (Cash Flow)	53,792,262	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800
NPV	19,235,673					
Discount rate	8.0%					
IRR	22.4%					
Pay back (year)	4.9	20,268,968				
1) Adj electricity saving (take into account the higher cost of electricity)						
2) Fill in maintenance, other repairs and overhaul						
ตรวจสอบ						
PV	37,235,673	2,058,008	1,905,563	1,764,410	1,633,713	1,512,697
NPV	19,235,673					

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

Chiller เครื่องเดิม (500 ton 2 sets) ปี	รวม ปีที่ 1-20	11	12	13	14	15
ค่าใช้จ่าย (บาท)						
1) ค่าไฟฟ้า	202,612,000	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600
2) ค่าบริการตรวจสอบรายปี	324,531					
3) ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา	6,151,731					
รวมค่าใช้จ่าย	209,088,626	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600
ค่าใช้จ่าย (การซ่อมใหญ่)	-					
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด	209,088,626	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600
Chiller เครื่องใหม่ (500 ton 2 sets) ปี	รวม ปีที่ 1-20	11	12	13	14	15
ค่าใช้จ่าย (บาท)						
1) ค่าไฟฟ้า	137,296,000	6,864,800	6,864,800	6,864,800	6,864,800	6,864,800
2) ค่าบริการตรวจสอบรายปี	-					
3) ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา	-					
รวมค่าใช้จ่าย	68,648,000	6,864,800	6,864,800	6,864,800	6,864,800	6,864,800
รับประกันผลงาน 5 ปี (รวมอะไหล่)		3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800
แสดงกระแสเงินสด	รวม ปีที่ 1-20	11	12	13	14	15
ผลสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้						
1) ค่าไฟฟ้า	65,316,000	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800
2) ค่าบริการตรวจสอบรายปี	0	-	-	-	-	-
3) ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา	0	-	-	-	-	-
4) ค่าใช้จ่าย (การซ่อมใหญ่)	0	-	-	-	-	-
รวมผลที่ประหยัดได้	71,792,262	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800
งบประมาณที่ใช้ในการลงทุน	18,000,000					
รวม (Cash Flow)	53,792,262	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800
NPV	19,235,673					
Discount rate	8.0%					
IRR	22.4%					
Pay back (year)	4.9					
1) Adj electricity saving (take into account the higher cost of electricity)						
2) Fill in maintenance, other repairs and overhaul						
ตรวจสอบ						
PV	37,235,679	1,400,646	1,296,894	1,200,828	1,111,878	1,029,516
NPV	19,235,679					

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

Chiller เครื่องเดิม (500 ton 2 sets) ปี	รวม ปีที่ 1-20	16	17	18	19	20
ค่าใช้จ่าย (บาท)						
1) ค่าไฟฟ้า	202,612,000	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600
2) ค่าบริการตรวจสอบรายปี	324,531					
3) ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา	6,151,731					
รวมค่าใช้จ่าย	209,088,626	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600
ค่าใช้จ่าย (การซ่อมใหญ่)	-					
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด	209,088,262	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600	10,130,600

Chiller เครื่องใหม่ (500 ton 2 sets) ปี	รวม ปีที่ 1-20	16	17	18	19	20
ค่าใช้จ่าย (บาท)						
1) ค่าไฟฟ้า	137,296,000	6,864,800	6,864,800	6,864,800	6,864,800	6,864,800
2) ค่าบริการตรวจสอบรายปี	-					
3) ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา	-					
รวมค่าใช้จ่าย	68,648,000	6,864,800	6,864,800	6,864,800	6,864,800	6,864,800
รับประกันผลงาน 5 ปี (รวมอะไหล่)		3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800

แสดงกระแสเงินสด	รวม ปีที่ 1-20	16	17	18	19	20
ผลสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้						
1) ค่าไฟฟ้า	65,316,000	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800
2) ค่าบริการตรวจสอบรายปี	0	-	-	-	-	-
3) ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา	0	-	-	-	-	-
4) ค่าใช้จ่าย (การซ่อมใหญ่)	0	-	-	-	-	-
รวมผลที่ประหยัดได้	71,792,262	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800
งบประมาณที่ใช้ในการลงทุน	18,000,000					
รวม (Cash Flow)	53,792,262	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800	3,265,800

NPV 19,235,673

Discount rate 8.0%

IRR 22.4%

Pay back (year) 4.9

1) Adj electricity saving (take into account the higher cost of electricity)

2) Fill in maintenance, other repairs and overhaul

ตรวจสอบ

PV	37,235,679	953,256	882,644	817,263	756,725	700,672
NPV	19,235,679					

NPV ย่อมาจาก "Net Present Value" หมายถึง มูลค่าปัจจุบันสุทธิ

คือ ส่วนเกินของมูลค่าปัจจุบัน (Present Value) ในกระแสเงินสดสุทธิกับ เงินลงทุนเริ่มแรก ดังนั้นถ้ากำหนดให้

NPV = มูลค่าปัจจุบันสุทธิ

PV = มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดตลอดอายุโครงการลงทุน

I = เงินลงทุนเริ่มแรก

สูตร NPV = PV - I

ตารางที่ 4.2.1 และ 4.2.2 สรุปการวิเคราะห์ทางการเงิน โครงการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ขนาด 500 ตันความเย็นจำนวน 3 เครื่อง โดยเปิดใช้งานจำนวน 2 เครื่องและสำรองจำนวน 1 เครื่อง เครื่องใหม่ประสิทธิภาพสูงประสิทธิภาพสูง 0.576 Kw/Tons กับเครื่องเดิมที่ประสิทธิภาพการทำความเย็น 0.85 Kw/Tons

โดยสรุปข้อมูลการศึกษาของโครงการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นของอาคารจีพีเอฟ วิทยุ ได้ดังนี้

1. เงินลงทุนตลอดโครงการ 18,000,000 บาท (สิบแปดล้านบาทถ้วน) รวมงานติดตั้ง อ่างอิงไบเซนราคาจากบริษัทแอร์โค จำกัด ประกอบด้วย

1.1 ราคาเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 500 ตันจำนวน 3 เครื่อง 14.4 ล้านบาท (เครื่องละ 4.8 ล้านบาท)

1.2 ราคางานติดตั้ง 3.6 ล้านบาท (เครื่องละ 1.2 ล้านบาท)

1.3 รับประกันผลงาน 5 ปี รวมอะไหล่และเข้าบริการบำรุงรักษา 2 เดือนครึ่ง

2. มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิของโครงการหากใช้ Discount Rate 5% และ Discount Rate 8% จะได้ 28,306,852 บาทและ 19,235,673 บาทตามลำดับ

3. ระยะเวลาคืนทุนภายใน 4 ปี 6 เดือน กรณีใช้อัตราคิดลด 5% และ 4 ปี 11 เดือนหากใช้อัตราคิดลด 8%

4. อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) 22.40 %

5. ค่าไฟฟ้าคิดตามอัตรา TOU rate ต้นทุนต่อหน่วย 4.01 บาท

6. การเปิดใช้งาน 12 ชั่วโมงต่อวันจำนวน 2 เครื่องในวันจันทร์-ศุกร์ วันเสาร์ อาทิตย์หยุด

7. อัตราคิดลด (Discount Rate) เมื่อคิดเทียบเป็นค่าเงินปัจจุบันใช้เกณฑ์ 5% และ 8% ตามลำดับ

4.7 ตารางสถิติการใช้ไฟฟ้าของส่วนกลางอาคารจีพีเอฟ วิทยุ ประจำปี 2553 -2555

ปี	จำนวนหน่วย	จำนวนเงิน	เพิ่มขึ้นจากปีก่อน
2553	5,012,917.84	16,875,095.40	
2554	5,000,126.52	17,031,700..54	9.28%
2555	5,171,717.31	19,210,102.57	12.79%
รวม/ปี	15,184,761.67	53,116,898.51	
เฉลี่ยต่อปี	5,061,587.22	17,705,632.84	

จากตารางแสดงถึงแนวโน้มค่าพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นทุกปีเฉลี่ยปีละ 10% ซึ่งจากวิจัยพลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศประมาณ 60 – 65% ของการใช้ไฟฟ้าจำนวนเงินใช้เฉลี่ยหน่วยละ 3.50 บาทปัจจุบัน 4.01 บาท (ข้อมูลอ้างอิง ณ เดือนกุมภาพันธ์ 2556)



แผนการดำเนินการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ของอาคารจีพีเอฟ วิทยุที่กำหนดไว้ในปีงบประมาณ 2557 โดยเริ่มงานตั้งแต่เดือนมกราคม เป็นต้นไป

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ของระบบปรับอากาศ ของอาคารจีพีเอฟ วิทยุ ทาวเวอร์ได้ติดตั้ง มาพร้อมกับการก่อสร้างอาคารตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533 และเปิดใช้งานในปี 2535 ซึ่งในสมัยนั้น เครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศ ยังเป็นเครื่องที่ใช้สารซีเอฟซีเป็นสารทำความเย็น (CFC Chiller) โดยใช้ CFC R11 เป็นสารทำความเย็น เครื่องทำน้ำเย็น CFC Chiller มีอัตราการใช้กระแสไฟฟ้า (Power Consumption) อยู่ในช่วงระหว่าง 0.80-1.00 กิโลวัตต์/ตันความเย็น

แต่ปัจจุบันเครื่องทำน้ำเย็น Chiller ได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น อัตราการใช้กระแสไฟฟ้าได้ลดลงเหลือประมาณ 0.5-0.6 กิโลวัตต์/ตันความเย็น และใช้สารทำความเย็นชนิดอื่นทดแทนการใช้สารซีเอฟซี เพื่อรองรับสภาพการขาดแคลนสารซีเอฟซีที่จะเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้ ผู้ทำการศึกษาจึงเห็นถึงความสำคัญในการศึกษาเพื่อนำเสนอแนวทางในการการตัดสินใจในการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ของระบบปรับอากาศ ของอาคารจีพีเอฟ วิทยุ สรุปได้ว่า เบื้องต้นเจ้าของอาคารมีนโยบายในการตัดสินใจเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น Chiller ดังกล่าว โดยไม่ขัดกับสมมติฐานของการศึกษา ซึ่งจะได้ใช้สำหรับการจัดทำงบประมาณประจำปี 2557 ตามเหตุผลดังนี้

1. เครื่องจักรเสื่อมสภาพ เนื่องจากอายุการใช้งาน อะไหล่หายากมากขึ้นเนื่องจากเป็นเครื่องเก่าที่ล้าสมัย ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสูงขึ้น รวมถึงประสิทธิภาพในการใช้งานต่ำ และส่งผล ให้ค่าพลังงานไฟฟ้าสูงขึ้นต่อเนื่อง

2. ในอนาคตสารซีเอฟซี ที่ใช้เป็นสารทำความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ในระบบปรับอากาศ จะขาดแคลน และหมดอายุการใช้งานตามที่ระบุในพิธีสารมอนทรีออล ประกอบกับปัจจุบันผู้ประกอบการ องค์กร และหน่วยงานต่างๆ ให้ความสำคัญ และให้ความใส่ใจต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ดังนั้นการพิจารณาเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ใหม่ ที่ไม่ใช่สารซีเอฟซีเป็นสารทำความเย็น จึงเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญในการพิจารณาเลือกใช้เพื่อให้รองรับ หรือสอดคล้องกับสภาพการในปัจจุบัน และในอนาคต

3. ภาครัฐโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงานได้ให้การส่งเสริม และสนับสนุนในการใช้เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ประสิทธิภาพสูงในหลายๆ รูปแบบ เพื่อแสดงให้เห็นว่าการปรับเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ในระบบปรับอากาศ

4. ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) ตามที่ได้มีคำคำนวณผล ประหยัดจากค่าพลังงาน การใช้ไฟฟ้า และค่าบำรุงรักษาที่ลดลงจากการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 500 ตันความเย็น จำนวน 3 เครื่อง โดยสรุปข้อมูลการศึกษาของโครงการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นของอาคารจีพีเอฟ วิทยุ ได้ดังนี้.

4.1 เงินลงทุนตลอดโครงการ 18,000,000 บาท (สิบแปดล้านบาทถ้วน) รวมงานติดตั้ง อ่างอิงไบเสนอราคาบริษัทแอร์ โค (ประเทศไทย) จำกัด ประกอบด้วย

4.1.1 ราคาเครื่องทำน้ำเย็นเครื่องใหม่ขนาด 500 ตันจำนวน 3 เครื่อง 14.40 ล้านบาท (เครื่องละ 4.8 ล้านบาท)

4.1.2 ราคางานติดตั้ง 3.6 ล้านบาท (เครื่องละ 1.2 ล้านบาท)

4.1.3 รับประกันผลงาน 5 ปี รวมอะไหล่และค่าบริการบำรุงรักษา 2 เดือนครึ่ง

4.2 ผลตอบแทนสุทธิของโครงการหากใช้อัตราคิดลดเท่ากับ 5% มูลค่าผลตอบแทนสุทธิเท่ากับ 28,306,852 บาท และหากใช้อัตราคิดลด 8% ผลตอบแทนสุทธิจะได้อีกเท่ากับ 19,235,673 บาท

4.3 ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) เท่ากับ 4 ปี 6 เดือน เมื่อใช้อัตราคิดลด 5% และ 4 ปี 11 เดือน เมื่อใช้อัตราคิดลด 8% โดยนำเอาค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษามาคำนวณด้วย

4.4 อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) 22.40 %

4.5 ค่าไฟฟ้าคิดตามอัตรา TOU Rate ต้นทุนต่อหน่วย 4.01 บาท

4.6 การเปิดใช้งาน 12 ชั่วโมงต่อวันจำนวน 2 เครื่องในวันจันทร์-ศุกร์ วันเสาร์ อาทิตย์หยุด

4.7 อัตราคิดลดของมูลค่าเงิน (Discount Rate) เมื่อคิดเทียบเป็นค่าเงินปัจจุบันได้ใช้เกณฑ์ 5% และ 8% ซึ่งจากการที่ผู้ทำการศึกษาได้ใช้อัตราคิดลด 2 อัตรา แต่ผลตอบแทนภายในโครงการยังคงมีผลตอบแทนค่อนข้างสูงระยะเวลาคืนทุนยังรวดเร็วและโครงการดังกล่าวเหมาะสมที่จะลงทุนเป็นอย่างมาก

5.2 อภิปรายผลการศึกษา

จากกรณีศึกษาเพื่อการตัดสินใจในการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ที่เกิดขึ้นในหลาย อาคาร สาเหตุที่ทำให้เปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น โดยส่วนใหญ่มาจากสาเหตุดังนี้

1. เครื่องทำน้ำเย็นผ่านการใช้งานมานานจนเสื่อมสภาพ อุปกรณ์อะไหล่หายาก
2. มีค่าประสิทธิภาพการทำงานต่ำเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด
3. ใช้พลังงานไฟฟ้าสูง สิ้นเปลืองพลังงาน
4. ค่าบำรุงรักษาสูงขึ้นทุกปี
5. สารเคมีที่ใช้ทำความเย็นเป็นสารซีเอฟซี ที่ยกเลิกการนำเข้าตั้งแต่ปี 2553
6. รัฐบาลโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานกระทรวงพลังงาน ส่งเสริมการใช้เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ประสิทธิภาพสูง
7. เครื่องจักรหยุดชะงักบ่อยครั้ง (Machinery Break down)

จากกรณีศึกษาดังกล่าว เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ของระบบปรับอากาศของอาคารจีพีเอฟ วิทยู ทาวเวอร์ จะเห็นได้ว่าสภาพของเครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศของอาคารนั้นมีสภาพ และปัญหาต่างๆ ที่คล้ายคลึงกัน จนเป็นเหตุผลที่ต้องทำการศึกษาเพื่อการตัดสินใจเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ของระบบปรับอากาศ ของอาคาร โดยเร่งด่วน เพื่อให้ผู้บริหารใช้ประกอบการตัดสินใจอนุมัติงบประมาณดำเนินการในปีถัดไป เพราะหากยังคงใช้เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) เครื่องเดิมที่มี ประสิทธิภาพต่ำ แต่ใช้พลังงาน ไฟฟ้าสูง ค่าบำรุงรักษาสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง เสี่ยงต่อการหยุดชะงักและขาดความเสถียร ในอนาคตเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ อาจเกิดการหยุดชะงัก (Machinery Breakdown) ซึ่งหากเป็นเช่นนั้น มูลค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นยากที่จะคาดการณ์และควบคุมในวงจำกัดได้

ดังนั้นการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น สามารถลดค่าลังการใช้กระแสไฟฟ้า ประกอบกับการจัดการและการบำรุงรักษาเครื่องจักรอย่างถูกต้องตาม คำแนะนำของเจ้าของผลิตภัณฑ์ รวมถึงการรับประกันผลงานการติดตั้งที่ยาวขึ้นจะสามารถทำให้เครื่องทำน้ำเย็นมีสมรรถนะการทำงานที่ดีตลอดอายุการใช้งาน ซึ่งเกิดผลประหยัดพลังงานเป็นอย่างมากในระบบปรับอากาศ ถึงแม้ว่าเงิน ลงทุนสูงในเบื้องต้น แต่ผลตอบแทนในระยะยาวก็คุ้มค่าและที่สำคัญเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ประสิทธิภาพสูง ใช้สารทำความเย็นชนิดที่ไม่มีผลทำลายชั้นโอโซนในบรรยากาศ (HCFC) ซึ่งตามข้อกำหนดจากทางกรมโรงงานอุตสาหกรรมพบว่าสามารถนำเข้าน้ำ R-123 ที่ใช้เป็นสารทำความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) นี้ได้จนถึงปี 2040 หรือ พ.ศ. 2583 ซึ่งมีระยะเวลามากกว่า 27 ปี และโดยเฉลี่ยเครื่องทำน้ำเย็นจะมีอายุการใช้งานประมาณ 20 ปี ซึ่งมีระยะเวลามากกว่าอายุการใช้งานของเครื่องจักรถึง 12 ปี อย่างไรก็ตามเครื่องทำน้ำเย็นสามารถใช้งานได้ จากข้อกำหนดของกรมโรงงานอุตสาหกรรมของประเทศไทยน้ำยา R-123 ซึ่งมีส่วนช่วยรักษาภาวะโลกร้อน ซึ่งกำลังอยู่ในความสนใจของคนทั่วโลก อีกทั้งยังถือเป็นการประชาสัมพันธ์

และสร้างภาพลักษณ์ ที่ดีแก่ชื่อเสียงของอาคาร และองค์กรธุรกิจ ที่แสดงให้เห็นถึงความใส่ใจต่อสิ่งแวดล้อม

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาเพื่อการตัดสินใจในการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ของระบบปรับอากาศของอาคารจีพีเอฟ วิทยุ ควรมีการศึกษาเพื่อการตัดสินใจเปลี่ยนในส่วนของอุปกรณ์ประกอบในระบบทำความเย็น (Chiller) ดังนี้

1. หอผึ่งน้ำเย็น (Cooling Tower) ปัจจุบันเป็นแบบ Counter flow ซึ่งเป็นหอผึ่งน้ำเย็น ประสิทธิภาพต่ำควรรีใช้ชนิดที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพื่อให้ประสิทธิภาพสูงขึ้น

2. ระบบปั๊มน้ำควรมีการตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของปั๊มน้ำในปัจจุบันเพื่อวางแผนปรับเปลี่ยนเป็นปั๊มน้ำประสิทธิภาพสูง อีกทั้งมอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนปั๊มน้ำก็ควรพิจารณาเปลี่ยนเป็นมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงเช่นกันเช่นการติดตั้งระบบ VSD หรือเครื่องควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์เพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน

3. ศึกษาและตรวจสอบอัตราการไหลเวียนของน้ำเย็นในระบบ และทำการปรับแต่งให้เหมาะสมกับการใช้งานจริง

4. ตรวจสอบปริมาณลมของเครื่องกระจายลมเย็น (Air Handling Unit) และทำการปรับแต่งปริมาณลมให้เหมาะสมกับการใช้งานหรือพิจารณาติดตั้งเครื่องควบคุมปริมาณการจ่าย ลมเย็น (VAV) อีกทั้งพิจารณาเปลี่ยนมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง และพิจารณาติดตั้งเครื่องควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ ให้สอดคล้องกับอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศ

ผู้ทำการศึกษา เห็นว่าจากข้อเสนอแนะดังกล่าวข้างต้น จะมีผลต่อการประหยัดพลังงานโดยรวมของระบบปรับอากาศ อีกทั้งเป็นแนวทางในการตัดสินใจให้กับอาคารอื่นๆ ที่มีนโยบายปรับปรุงระบบปรับอากาศของอาคารให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและส่งผลให้การนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศลดลงในอนาคต

Draft

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

- ขั้นตอนการบริหารการใช้พลังงานภายในอาคาร. *Building Energy Management (BEM) Process*. อาจารย์ ดร. อรรถนัย เศรษฐบุคตร Ph.D., Cert. FM (Texas A&M) M.S. (Georgia Tech) สถ.ป. (จุฬาลงกรณ์).
- ฐาปนกรณ เจริญศุภผล. (2552). *โครงการปรับปรุงระบบประกอบอาคาร สำนักงานใหญ่ กรุงเทพมหานคร จำกัด (มหาชน)*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์: การบริหารทรัพยากรกายภาพ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เสรีชัย โชติพานิช. (2541). “การบริหารจัดการทรัพยากรอาคารสถานที่” วารสารสถาปัตยกรรมของสมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์ (อาษา). 03:41 (ฉบับพิเศษ งานสถาปนิก 41) หน้า 50-60.
- เสรีชัย โชติพานิช. (2550). *เอกสารประกอบการสอนวิชา Facility Management*. กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สารสนเทศจากสื่ออิเล็กทรอนิกส์

- วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. *สนธิสัญญาเวียนนา (ออนไลน์)*. สืบค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2555, จาก http://www.tei.or.th/meap/MEA_vienna.htm.
- โรงแรมโนโวเทลสยามสแควร์. (2550). *โครงการสาธิตการปรับเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นฯ*. สืบค้นเมื่อ 17 ธันวาคม 2550, จาก <http://www.chillerreplace.diw.go.th>.

ภาษาต่างประเทศ

BOOKS

- Thailand Energy Statistics. (2011). (preliminary) is conducted by the *Department of Alternative Energy Development and Efficiency (DEDE), Energy Ministry of*
- Dell’Isola, A.J. and Kirk, S.J. (2003). *Life Cycle Costing for Facilities*. RSMears.
University College London. (1995). *Biceps Module-Facilities Energy Management*.
Unpublished, London.
- Cotts, D.G. (1999). *The Facility Management Handbook*. 2nd edition. NY: AMACOM.
- Nutt, B., “*Strategic and Operational Issue in FM*”, note for presentation in FM Thailand Seminar 2002, Chulalongkorn University, Bangkok, 2002.
- White, G. (2002). “*Performance Management*”, note for presentation in FM Thailand Seminar 2002, Chulalongkorn University, Bangkok.

Draft

ภาคผนวก

กฎกระทรวง

(พ.ศ. ๒๕๖๘)

ออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. ๒๕๖๕

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๖ และมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. ๒๕๖๕ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม โดยคำแนะนำของคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ ออกกฎกระทรวงไว้ดังต่อไปนี้

หมวด ๑

ขอบเขตการบังคับใช้

ข้อ ๑ กฎกระทรวงนี้ให้ใช้บังคับกับอาคารควบคุมตามพระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม พ.ศ. ๒๕๖๘

ข้อ ๒ ในกฎกระทรวงนี้

"อาคารเก่า" หมายความว่า อาคารที่ได้ก่อสร้างแล้วเสร็จหรือกำลังก่อสร้างหรือยังไม่ได้ก่อสร้างแต่ได้ยื่นขออนุญาตก่อสร้างไว้ก่อนวันที่พระราชกฤษฎีกากำหนดให้อาคารนั้นเป็นอาคารควบคุมตามมาตรา ๑๕ มีผลใช้บังคับ

"อาคารใหม่" หมายความว่า อาคารที่ยื่นขออนุญาตก่อสร้างหลังวันที่พระราชกฤษฎีกากำหนดให้อาคารนั้นเป็นอาคารควบคุมตามมาตรา ๑๕ มีผลใช้บังคับ

ข้อ ๕ มาตรฐานการปรับอากาศในอาคาร

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

(1) เครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

ชนิดส่วนทำความเย็น/เครื่องทำความเย็น	อาคารใหม่	อาคารเก่า
	(กิโวลต์ต่อตันความเย็น)	
ก. ส่วนทำน้ำเย็นแบบหอยโข่ง (centrifugal chiller) ขนาดไม่เกิน ๒๕๐ ตันความเย็น	๐.๖๕	๐.๕๐
ขนาดเกินกว่า ๒๕๐ ตันความเย็น ถึง ๕๐๐ ตัน ความเย็น	๐.๖๐	๐.๕๔
ขนาดเกินกว่า ๕๐๐ ตันความเย็น	๐.๖๗	๐.๕๐
ข. ส่วนทำเย็นแบบลูกสูบ (reciprocating chiller) ขนาดไม่เกิน ๓๕ ตันความเย็น	๐.๕๘	๑.๑๘
ขนาดเกินกว่า ๓๕ ตันความเย็น	๐.๕๑	๑.๑๐
ค. เครื่องทำความเย็นแบบเป็นชุด (package unit)	๐.๖๐	๑.๐๖
ง. ส่วนทำน้ำเย็นแบบสกรู (screw chiller)	๐.๖๐	๐.๕๔

ข้อ ๘ การประเมินค่าการใช้ไฟฟ้าในอาคาร

(๒) มาตรฐานการปรับอากาศในอาคาร

ก. สำหรับอาคารใหม่

เครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ และชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ ให้คำนวณค่าสมรรถนะของเครื่องทำความเย็นที่ติดตั้งในอาคาร โดยวิธีดังต่อไปนี้

(ก. ๑) ส่วนทำน้ำเย็นแบบหอยโข่ง (centrifugal chiller) ส่วนทำน้ำเย็นแบบลูกสูบ (reciprocating chiller) หรือ

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

ChP คือ ค่าสมรรถนะของส่วนทำน้ำเย็น โดยมีหน่วยเป็นกิโวลต์ต่อตันความเย็น

KW คือ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของส่วนทำน้ำเย็นที่ภาระเต็มพิกัด โดยมีหน่วยเป็นกิโวลต์ให้
ใช้ค่าจากการทดสอบหรือรับรอง โดยผู้ผลิตอุปกรณ์หรือสถาบันการ ทดสอบที่เชื่อถือได้

TON คือ ความสามารถในการทำความเย็นที่ภาระเต็มพิกัด โดยมีหน่วยเป็นตันความเย็น ให้ใช้ค่าจากผลการทดสอบหรือรับรองโดยผู้ผลิตอุปกรณ์หรือสถาบันการทดสอบที่เชื่อถือได้

(ก. ๒) เครื่องทำความเย็นแบบเป็นชุด (package unit) หรือเครื่องทำความเย็นแบบติดหน้าต่าง/แยกส่วน (window/split type)

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

ChP คือ ค่าสมรรถนะของส่วนทำน้ำเย็น โดยมีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ต่อตันความเย็น

KW คือ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของส่วนทำน้ำเย็นที่ภาระเต็มพิกัด โดยมีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ให้ใช้ค่าจากการทดสอบหรือรับรอง โดยผู้ผลิตอุปกรณ์หรือสถาบันการ ทดสอบที่เชื่อถือได้

TON คือ ความสามารถในการทำความเย็นที่ภาระเต็มพิกัด โดยมีหน่วยเป็นตันความเย็น ให้ใช้ค่าจากผลการทดสอบหรือรับรองโดยผู้ผลิตอุปกรณ์หรือสถาบันการทดสอบที่เชื่อถือได้

ก. สำหรับอาคารเก่า

สำหรับอาคารเก่าให้ใช้หลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขการประเมินหาค่าสมรรถนะของ อุปกรณ์ปรับอากาศของเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำและชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศเหมือนกับอาคารใหม่ เว้นแต่เมื่อ ไม่มีผลการทดสอบหรือรับรองค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ของ เครื่องทำความเย็นที่ภาระเต็มพิกัดและความสามารถในการทำความเย็นที่ภาระเต็มพิกัด โดยผู้ผลิต อุปกรณ์หรือสถาบันการทดสอบที่เชื่อถือได้ ให้ใช้วิธีการคำนวณโดยวิธีดังต่อไปนี้

(ข. ๑) ส่วนทำน้ำเย็นแบบหยอโข่ง (centrifugal chiller) ส่วนทำน้ำเย็นแบบลูกสูบ (reciprocating chiller) หรือส่วนทำน้ำเย็นแบบสกรู (screw chiller) ให้คำนวณค่าสมรรถนะของ ส่วนทำน้ำเย็นที่ติดตั้งในอาคารโดยวิธีดังต่อไปนี้

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

TON คือ ความสามารถในการทำความเย็นที่ภาระเต็มพิกัด โดยมีหน่วยเป็นตันความเย็น ซึ่งหาได้จาก $\text{TON} = (F \times \Delta T) / 50.40$

F คือ ปริมาณน้ำเย็นที่ไหลผ่านส่วนทำน้ำเย็น โดยมีหน่วยเป็นลิตรต่อนาที ให้ใช้ค่าที่อ่านจากมาตรวัดปริมาณการไหลของน้ำเย็นที่ติดตั้งไว้ในระบบทำน้ำเย็น

ΔT คือ อุณหภูมิแตกต่างของน้ำเย็นที่ไหลเข้า และไหลออกจากส่วนทำน้ำเย็น โดยมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

KW คือ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของส่วนทำน้ำเย็น โดยมีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ ให้ใช้ค่าที่อ่านจากเครื่องวัดพลังไฟฟ้า

ให้ไว้ ณ วันที่ ๓ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๖๘

ยิ่งพันธ์ มนะสิการ

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

ประกาศในราชกิจจานุเบกษาฉบับกฤษฎีกา เล่ม ๑๑๒ ตอน ๔๖ก ลงวันที่ 15 พฤศจิกายน ๒๕๖๘

หมายเหตุ :- เหตุผลในการประกาศใช้กฎกระทรวงฉบับนี้คือ โดยที่เจ้าของอาคารควบคุมต้องอนุรักษ์พลังงานตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารของตน ให้เป็นไปตามมาตรฐานหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนดในกฎกระทรวงตามความในมาตรา ๒๑ แห่งพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. ๒๕๖๕



ประกาศกระทรวงพลังงาน

เรื่องการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็นและค่าพลังไฟฟ้า ต่อต้านความเย็นของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งใช้งานในอาคาร พ.ศ. ๒๕๕๒

อาศัยอำนาจตามความในข้อ ๕ แห่งกฎกระทรวงกำหนดประเภทหรือขนาดของอาคาร และมาตรฐานหลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. ๒๕๕๒ ออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. ๒๕๓๕ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๐ อันเป็นกฎหมายที่มี บพัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคลซึ่งมาตรา ๒๘ ประกอบกับ มาตรา ๓๓ มาตรา ๔๑ และมาตรา ๔๓ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้ โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมายรัฐมนตรีว่าการกระทรวงพลังงานจึงออกประกาศไว้ ดังนี้

ข้อ ๑ ในประกาศนี้

“ระบบปรับอากาศ” หมายความว่ารวมถึงส่วนประกอบอื่นๆ ของระบบปรับอากาศด้วย เครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก” หมายความว่าเครื่องปรับอากาศสำหรับห้องแบบแยกส่วนที่ระบาย ความร้อนด้วยอากาศหรือระบายความร้อนด้วยน้ำโดยออกแบบแยกเป็นสองชุดทำงานร่วมกันซึ่ง ได้แก่ชุดคอนเดนซิง (Condensing unit) และชุดแฟนคอยล์ (Fan-coil unit) ที่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับที่ ความถี่ ๕๐ เฮิร์ตซ์สำหรับใช้เพื่อลดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศที่ไหลผ่านชุดแฟนคอยล์ตามที่ กำหนดในประกาศกระทรวงนี้

“เครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศ” หมายความว่าอุปกรณ์ที่ทำให้น้ำที่ไหลผ่าน มีอุณหภูมิต่ำลงเพื่อนำไปใช้ในการปรับอากาศหรือหล่อเย็นโดยใช้วัฏจักรการทำความเย็น โดยการอัดไอหรือการดูดกลืน

“ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ” หมายถึงอัตราส่วนระหว่างขีดความสามารถทำความเย็น รวมสุทธิของระบบปรับอากาศหน่วยเป็นวัตต์กับพิกัดกำลังไฟฟ้าหน่วยเป็นวัตต์

“ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็น” หมายความว่าค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็นของ ระบบปรับอากาศโดยกำหนดในรูปของค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน

“อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน” หมายถึงอัตราส่วนระหว่างขีดความสามารถทำ ความเย็น

รวมสุทธิของระบบปรับอากาศหน่วยเป็นปีที่ยุติชั่วโมงกับพิกัดกำลังไฟฟ้าหน่วยเป็นวัตต์

“ค่าพลังไฟฟ้าต่อต้านความเย็น” หมายถึงอัตราส่วนระหว่างพิกัดกำลังไฟฟ้าหน่วยเป็นกิโลวัตต์กับขีดความสามารถทำความเย็นรวมสุทธิของเครื่องทำน้ำเย็นหน่วยเป็นตันความเย็น

ข้อ ๒ ระบบปรับอากาศประเภทและขนาดต่างๆที่ติดตั้งใช้งานในอาคารต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็นในรูปของอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน

และค่าพลังไฟฟ้าต่อต้านความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็นดังต่อไปนี้

(๑) เครื่องปรับอากาศขนาดเล็กต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะหรืออัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำดังต่อไปนี้

ขนาดของเครื่องปรับอากาศ (วัตต์)	ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (วัตต์ต่อวัตต์)	อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (ปีที่ยุติชั่วโมงต่อวัตต์)
ไม่เกิน ๑๒,๐๐๐	๓.๒๒	๑๑

(๒) ระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ต้องมีค่าพลังไฟฟ้าต่อต้านความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็นและส่วนประกอบอื่นของระบบปรับอากาศดังต่อไปนี้

(ก) เครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศต้องมีค่าพลังไฟฟ้าต่อต้านความเย็นไม่เกินกว่าที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้

ประเภทของเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศ		ขนาดความสามารถในการทำความเย็นที่ภาระพิกัดของเครื่องทำน้ำเย็น (ตันความเย็น)	ค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น (กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น)
ชนิดการระบายความร้อน	แบบของเครื่องอัด		
ระบายความร้อนด้วยอากาศ	ทุกชนิด	น้อยกว่า ๓๐๐	๑.๓๓
		มากกว่า ๓๐๐	๑.๓๑
ระบายความร้อนด้วยน้ำ	แบบลูกสูบ	ทุกขนาด	๑.๒๕
	แบบโรตารี แบบสกรู หรือแบบสกรอลล์	น้อยกว่า ๑๕๐	๐.๘๕
		มากกว่า ๕๐๐	๐.๗๖
	แบบแรงเหวี่ยง	น้อยกว่า ๕๐๐	๐.๗๖
มากกว่า ๕๐๐		๐.๖๒	

(ก) (จ) ส่วนประกอบอื่นของระบบปรับอากาศที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าซึ่งประกอบด้วยระบบระบายความร้อนระบบจ่ายน้ำเย็นและระบบส่งลมเย็นต้องมีค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นรวมกันไม่เกิน ๐.๕ กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น

(๓) เครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืนต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำแล้วแต่กรณีดังต่อไปนี้ทั้งนี้การคิดค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะให้คิดเฉพาะค่าความร้อนเท่านั้น โดยไม่รวมกำลังไฟฟ้าในระบบ

(ก) กำหนดภาวะพิกัดโดยระบุอุณหภูมิและอัตราการไหลของน้ำระบายความร้อนเข้าเครื่องควบแน่นดังต่อไปนี้

(ข) กำหนดภาวะพิกัดโดยระบุอุณหภูมิระบายความร้อนเข้าและออกจากเครื่องควบแน่นดังต่อไปนี้

ข้อ ๓ ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานและค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นที่กำหนดไว้ในข้อ ๒ ไม่ใช่บังคับกับระบบปรับอากาศที่ใช้แหล่งพลังงานจากแสงอาทิตย์

ประกาศณวันที่ ๑๔ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๕๒

วรรณรัตน์ ชาญนุกูล

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงพลังงาน

1.3 อนุสัญญาเวียนนา พิธีสารมอนทรีออล และประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม

อนุสัญญาเวียนนา (Vienna Convention)

อนุสัญญาเวียนนาตั้งขึ้นเพื่อทำให้นานาประเทศร่วมกันดำเนินการป้องกันชั้นโอโซนในบรรยากาศมิให้ถูกทำลาย และร่วมกันแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เจากรูโหว่ของชั้นโอโซน โดยสนับสนุนให้เกิดการวิจัย และความร่วมมือในการแลกเปลี่ยนข่าวสารระหว่างประเทศต่างๆ นอกจากนี้อนุสัญญายังประกอบด้วยข้อตกลงระหว่างประเทศที่จะลดและเลิกการใช้สารเคมีที่ก่อให้เกิดการทำลายชั้นโอโซนอีกด้วย

หน่วยงานรับผิดชอบ

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

สภาพการดำเนินการ

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

พิธีสารมอนทรีออลว่าด้วยสารทำลายชั้นบรรยากาศโอโซน

(Montreal Protocol on Substances That Deplete the Ozone Layer)

คือสนธิสัญญาสากลที่ถูกกำหนดขึ้นเพื่อควบคุม, ยับยั้ง, และรณรงค์ให้ลดการผลิตและการใช้สารทำลายชั้นบรรยากาศโอโซน เพื่อรักษาชั้นบรรยากาศโอโซนที่เริ่มจะสูญสลายไปเนื่องจากสารเหล่านี้โดยพิธีสารได้เปิดให้ประเทศต่างๆ ลงนามเป็นประเทศภาคีสมาชิกในวันที่ 16 กันยายน 2530 (1987) และเริ่มการบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2532 (1989) เป็นต้นมาตั้งแต่นั้นได้มีการแก้ไขปรับปรุงพิธีสาร 5 ครั้งด้วยกัน

เนื่องจากการนำไปใช้อย่างกว้างขวางและเสียงสนับสนุนและชื่นชมจากนานาประเทศและหลายๆ องค์กรทำให้พิธีสารมอนทรีออลถูกยกย่องให้เป็นตัวอย่างของการร่วมมือกันระหว่างประเทศในการแก้ไขปัญหาในระดับนานาชาติ

หลังการยอมรับอนุสัญญาเวียนนาเพียง 2 เดือน ได้มีการตีพิมพ์บทความรายงานการสำรวจทวีปแอนตาร์กติคของคณะสำรวจชาวอังกฤษที่มี ดร. โจฟาร์แมน เป็นหัวหน้าคณะในรายงานได้เปิดเผยถึงปริมาณโอโซนที่ลดลงอย่างน่าวิตกในฤดูใบไม้ผลิ จนเกิดลักษณะที่เรียกว่า “หลุมโอโซน” (Ozone Hole) ขึ้นเหนือทวีปแอนตาร์กติคซึ่งลักษณะการเกิดหลุมโอโซนดังกล่าวนี้ ได้ถูกตรวจพบ โดยดาวเทียมสำรวจของประเทศสหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ปลายปี พ.ศ. 2523 แต่มิได้มีการนำข้อมูลมาพิจารณาเนื่องจากความเข้าใจผิดว่าข้อมูลที่พบโดยบังเอิญนั้นเกิดจากความผิดพลาด

ของเครื่องมือและอุปกรณ์ แม้ในขณะนั้นสาเหตุของการเกิดหลุมโอโซนยังไม่เป็นที่แน่ชัดแต่ก็ได้มีการตั้งข้อสงสัยว่าสาร CFC อาจเป็นต้นเหตุของการเกิดหลุมโอโซน

ข้อสัญญาและจุดประสงค์

สนธิสัญญานี้มุ่งไปที่การจำกัดการใช้กลุ่มสารประกอบประเภทไฮโดรคาร์บอน-ฮาโลเจนซึ่งพบว่ามีส่วนสำคัญในการทำลายชั้นบรรยากาศโอโซน โดยสารทำลายชั้นโอโซนทั้งหมดนี้มีส่วนผสมของคลอรีนหรือโบรมีนประกอบอยู่ด้วย (ในขณะที่สารที่ประกอบด้วยฟลูออรีนเท่านั้นจะไม่ทำลายชั้นโอโซน) สนธิสัญญาได้จำแนกสารทำลายชั้นโอโซนออกเป็นกลุ่มๆ โดยแบ่งเป็นตารางเวลาที่ระบุถึงจำนวนปีที่การผลิตสารเหล่านี้จะต้องยุติลงและหมดสิ้นลงไปในที่สุด

บรรดาประเทศที่ลงนามในสัญญายังยินยอมที่จะดำเนินการจำกัดการผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีสารคลอโรฟลูโอโรคาร์บอน (CFC) ประกอบอยู่ด้วยรวมไปถึงควบคุมระดับการใช้และการผลิตสารที่อยู่ในประเภทที่ 1 ของ Annex A จนกระทั่งยุติการใช้ในปี พ.ศ. 2539

สารประกอบที่อยู่ในกลุ่มสารประเภทที่ 1 ของ Annex A ได้แก่

CFCl_3 (CFC-11)

CF_2Cl_2 (CFC-12)

$\text{C}_2\text{F}_3\text{Cl}_3$ (CFC-113)

$\text{C}_2\text{F}_4\text{Cl}_2$ (CFC-114)

$\text{C}_2\text{F}_5\text{Cl}$ (CFC-115)

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

มีข้อยกเว้นให้กับการใช้สารเหล่านี้ในกรณีที่เป็น "การใช้ที่สำคัญยิ่งยวด" และยังไม่สามารถหาตัวทดแทนได้ เช่นยาแบบพ่นเพื่อรักษาอาการหอบหืดและความผิดปกติอื่นๆ ของระบบทางเดินหายใจ เป็นต้น

ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม
เรื่องการกำหนดปริมาณการนำเข้าสาร ซี เอฟ ซี

ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมมีหน้าที่ออกใบอนุญาตนำเข้าสารซีเอฟซีซึ่งเป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ ๓ ตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. ๒๕๓๕ และสารดังกล่าวเป็นสารควบคุมตามพิธีสารมอนทรีออลที่ประเทศไทยให้สัตยาบันไว้และต้องดำเนินการควบคุมปริมาณการใช้อย่างเข้มงวด

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

ปี พ.ศ.	ปริมาณสาร ซี เอฟ ซี ที่อนุญาตให้นำเข้าไม่เกิน (เมตริกตัน)
๒๕๔๖	๒,๕๖๐
๒๕๔๗	๒,๒๕๑
๒๕๔๘	๑,๑๖๔
๒๕๔๙	๑,๑๒๑
๒๕๕๐	๕๑๒
๒๕๕๑	๓๐๔
๒๕๕๒	๔๕๖
๒๕๕๓	๐

ทั้งนี้กรมโรงงานอุตสาหกรรมขอสงวนสิทธิในการเปลี่ยนแปลงปริมาณการนำเข้าสารซีเอฟซี ได้ตามความเหมาะสมทั้งนี้เพื่อให้เป็นไปตามข้อตกลงและข้อผูกพันระหว่างประเทศ

ประกาศณวันที่ ๓๑ ธันวาคมพ.ศ. ๒๕๔๖

เรื่องศักดิ์ งามสมภาค
อธิบดีกรมโรงงานอุตสาหกรรม

หมายเหตุ : ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเล่ม ๑๒๑ ตอนพิเศษ ๑๕๓ ลงวันที่ ๑๕ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๔๗

จากแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ทำให้ทราบว่ามีความจำเป็นในการศึกษาความเหมาะสม และความเป็นไปได้ที่อาคารจีพีเอฟ วิทยุ จะดำเนินการเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็น โดยมีปัจจัยดังนี้

1. เครื่องทำน้ำเย็นของอาคารมีอายุการใช้งานของเครื่องจักรมานานกว่า 20 ปี ซึ่งเกินกว่าอายุการใช้งานของเครื่องจักร โดยทั่วไป มีสภาพเสื่อมโทรม ประสิทธิภาพต่ำ มีปัญหาขัดข้องในการทำงาน ขาดเสถียรภาพ มีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสูง มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูง

2. มีการกำหนดประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็นของระบบปรับอากาศให้มีค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นไม่เกินกว่าที่กำหนด เพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน

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

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายวิเชียร ก้อนศรี อายุ 45 ปี
วัน เดือน ปีเกิด	16 สิงหาคม 2510
สถานที่เกิด	จังหวัดอุบลราชธานี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 113/6 หมู่ 2 แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ผู้จัดการอาคารอาวโส ประจำอาคารจีพีเอฟ วิทยุ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	บริษัทโจนส์ แลง ลาซาลล์ แมนเนจเม้นท์ จำกัด
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรีบริหารธุรกิจ สาขาวิชาการจัดการทั่วไป จาก มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช