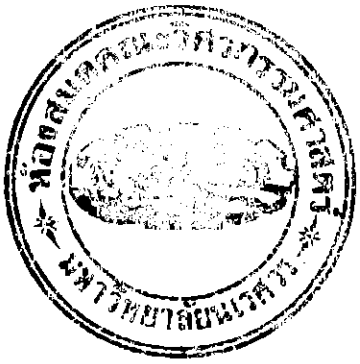


การจัดการพลังงานภายในอาคาร

ENERGY MANAGEMENT IN BUILDINGS

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ - 9 ส.ค. 2547
เลขทะเบียน 4700164
เลขเรียกหนังสือ
มหาวิทยาลัยนเรศวร

นายพงษ์ศักดิ์ พรหมจันทร์ รหัส 43362581

นายพิษณุ อินทรทัศน์ รหัส 43362599

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2546

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรม

หัวข้อโครงงาน	การจัดการพลังงานภายในอาคาร
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายพงษ์ศักดิ์ พรหมจันทร์ รหัส 43362581
	นายพิษณุ อินทรทัศน์ รหัส 43362599
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์นิพัทธ์ จันทรมินทร์
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2546

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรม

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์นิพัทธ์ จันทรมินทร์)

..... กรรมการ

(อาจารย์ศิริพร เดชะศิลารักษ์)

..... กรรมการ

(อาจารย์ศุภวรรณ คำคงศักดิ์)

หัวข้อโครงงาน	การจัดการพลังงานภายในอาคาร	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายพงษ์ศักดิ์ พรหมจันทร์	รหัส 43362581
	นายพิษณุ อินทรทัศน์	รหัส 43362599
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์นิพัทธ์ จันทรมินทร์	
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า	
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์	
ปีการศึกษา	2546	

.....

บทคัดย่อ

เนื่องจากปริมาณการใช้พลังงานของโลกในปัจจุบันมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรโลก ส่งผลให้ปริมาณแหล่งพลังงานสำรองที่มีอยู่ลดลงอย่างต่อเนื่อง และปัญหาการขาดแคลนพลังงานอาจเกิดขึ้นได้ในอนาคตอันใกล้นี้ ดังนั้นการประหยัดพลังงาน ตลอดจนการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า จึงกลายนโยบายสำคัญของประเทศต่าง ๆ ที่ตระหนักถึงปัญหานี้ รวมถึงประเทศไทยด้วย โครงงานนี้มุ่งเน้นศึกษาทฤษฎีและแนวทางสำหรับการจัดการพลังงานภายในอาคาร เพื่อสนองนโยบายดังกล่าวของประเทศ โดยศึกษาการจัดการพลังงานภายในอาคารตัวอย่าง คืออาคารภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ม. นเรศวร นอกจากนี้โปรแกรมสำเร็จรูปยังถูกนำมาใช้เพื่อช่วยวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารดังกล่าว

Project Title	Portable Pyranometer
Name	Mr. Pongsak Promchan ID. 43362581
	Mr. Pitsanu Intoratad ID. 43362599
Project Advisor	Mr. Niphat Jantharamin
Major	Electrical Engineering
Department	Electrical and Computer Engineering
Academic Year	2003

.....

ABSTRACT

According to a rapid increase in a number of world populations, world energy demand has been drastically increased from time to time. This results in continuous reduction of energy reserves and resources. Accordingly, shortage in energy could be possibly occurred in the near future. Energy saving as well as efficient energy use has become extremely significant policy of each country which deal with the problem mentioned, including Thailand. Regarding the national policy this research project focused on studying theories and methods for energy management in an example building, i.e. the building of the Department of Electrical and Computer Engineering in Naresuan University. Besides, ready-made programs were also employed to support the research in an analysis process.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ดำเนินโครงงาน “การจัดการพลังงานภายในอาคาร” ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์นิพัทธ์ จันทรมินทร์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ตลอดจนให้คำปรึกษาตลอดการดำเนินโครงงาน นอกจากในด้านอุปกรณ์และเครื่องมืออำนวยความสะดวกซึ่งผู้ดำเนินโครงงานได้รับความอนุเคราะห์จากภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ ม. นเรศวร อีกทั้งข้อมูลที่ได้จากหนังสือและบทความทางอินเตอร์เน็ตที่ผู้จัดทำได้นำมาใช้โดยไม่ได้ขออนุญาติ ทางผู้ดำเนินโครงงานจึงใคร่กล่าวคำขอโทษและต้องขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

นายพงษ์ศักดิ์ พรหมจันทร์

นายพิษณุ อินทรทัศน์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญรูป ..... ช
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาของปัญหา 1
1.1.1 การใช้พลังงานของโลก 2
1.1.2 ปรากฏการณ์เรือนกระจก 4
1.1.3 แหล่งพลังงานสำรองและแหล่งพลังงานสนับสนุน 5
1.1.4 การใช้พลังงานในประเทศไทย 11
1.2 วัตถุประสงค์ 13
1.3 ขอบข่ายของงาน 13
1.5 กิจกรรมการดำเนินการ 13
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 14
1.6 งบประมาณ 14
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี 15
2.1 แสงและความร้อน 15
2.1.1 แสงจากธรรมชาติและการออกแบบ 15
2.1.2 การส่งผ่านความร้อนเข้าสู่อาคาร 16
2.1.3 การส่งผ่านความร้อนผ่านกระจก 17
2.1.4 หลักของการบังแสง 18
2.1.5 การป้องกันแดด 19
2.1.6 ลักษณะโดยทั่วไปของแผงบังแดด 20
2.2 ฉนวนกันความร้อน 22
2.3 การปรับอากาศ 23
2.3.1 จุดประสงค์ในการปรับอากาศ 23

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.2 ปัญหาหลักของการปรับอากาศ 23
2.3.3 การทำความเย็นและอุปกรณ์ทำความเย็น 24
2.3.4 ส่วนประกอบและชนิดของระบบปรับอากาศ 25
2.3.5 เครื่องทำน้ำเย็น 26
2.3.6 ประสิทธิภาพของเครื่องทำความเย็น 27
2.3.7 การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศในอาคาร 28
บทที่ 3 แนวทางการวิเคราะห์การใช้พลังงานของอาคาร 43
3.1 การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานภายในอาคาร 44
3.1.1 ความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่เข้ามาในอาคาร 44
3.1.2 ระบบปรับอากาศและการรักษาอุณหภูมิภายในอาคารให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม 50
3.1.3 การใช้แสงสว่างภายในอาคาร 51
3.1.4 การใช้และติดตั้งเครื่องจักรอุปกรณ์และวัสดุที่ก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร 51
3.1.5 การใช้ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ 52
3.1.6 การอนุรักษ์พลังงานโดยวิธีอื่น 52
บทที่ 4 การวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยใช้โปรแกรม OTTVEE Version 1.0a 53
4.1 ข้อมูลการติดตั้งกระจกของอาคารวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ (เฉพาะส่วนภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์) 54
4.2 ข้อมูลการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าและแสงสว่างในอาคารวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ 55
บทที่ 5 บทสรุป 61
5.1 สรุปผล 61
5.1.1 ระบบปรับอากาศ 61
5.1.2 อุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้สำนักงานต่าง ๆ 61
5.1.3 ระบบแสงสว่าง 62

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.2 ข้อเสนอแนะในการจัดการพลังงานในอาคารวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์.....62
5.2.1 ด้านระบบปรับอากาศ.....62
5.2.2 ด้านอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้สำนักงานต่าง ๆ.....62
5.2.3 ด้านระบบแสงสว่าง..... 64
เอกสารอ้างอิง.....68
ประวัติผู้เขียนโครงงาน.....69

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1-1 วิกฤติการณ์น้ำมันในปี พ.ศ. 2516 (ค.ศ. 1973) 1
1-2 สถานการณ์พลังงานโลก..... 2
1-3 การคาดการณ์การใช้พลังงานโลก..... 3
1-4 ปรากฏการณ์เรือนกระจก..... 4
1-5 อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโลก..... 4
1-6 ปริมาณแหล่งพลังงานสำรองปลายปี พ.ศ. 2540 (ค.ศ. 1997) ในหน่วย PWh..... 6
1-7 ปริมาณแหล่งพลังงานสนับสนุนปลายปี พ.ศ. 2540 (ค.ศ. 1997) ในหน่วย PWh..... 6
1-8 ระยะเวลาหมดสิ้น (Depletion time) ของแหล่งพลังงานสำรอง..... 8
1-9 การใช้พลังงานและแหล่งพลังงานสำรอง..... 9
1-10 การใช้พลังงานและแหล่งพลังงานสำรอง..... 9
1-11 การยืดระยะเวลาหมดสิ้นด้วยการปรับปรุงประสิทธิภาพในการใช้และการผลิตพลังงาน..... 10
1-12 การใช้พลังงานของประเทศไทย..... 10
2-1 การส่งผ่านความร้อนเข้าสู่อาคาร..... 16
2-2 รูปแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิระหว่างการส่งผ่านความร้อนผ่านผนัง..... 16
2-3 การส่งผ่านความร้อนผ่านกระจก..... 18
2-4 วัฏจักรการทำความเย็น..... 24
3-1 อาคารวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร..... 43
3-2 หน้าแรกของโปรแกรม OTTVEE Verdion 1.0a..... 49
3-3 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม Tree Shading..... 49
3-4 หน้าแรกของโปรแกรม SimAC..... 50
3-5 Chiller ของอาคารวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์..... 51
4-1 แบบสถาปัตยกรรม แบบไฟฟ้า และแบบระบบปรับอากาศ..... 53
4.2 การใส่ค่าของกระจกและการบังแสงลงในโปรแกรม..... 56
4.3 การใส่ค่าของกระจกและการบังแสงลงในโปรแกรม..... 56
4.4 การใส่ค่าต่าง ๆ ที่โปรแกรมต้องการ..... 57
4-5 ผลจากการคำนวณโดยโปรแกรม (การใช้พลังงานในแต่ละวัน)..... 57
4-6 ผลจากการคำนวณโดยโปรแกรม (ภาระทั้งหมดของระบบปรับอากาศ)..... 58

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4-7 ผลจากการคำนวณโดยโปรแกรม (ภาระจากกรอบอาคารในระบบปรับอากาศ)..... 58
4-8 ผลจากการคำนวณโดยโปรแกรม (การใช้พลังงาน)..... 59
4-9 ผลจากการคำนวณโดยโปรแกรม (ค่าไฟฟ้าของอาคาร)..... 59
4-10 ค่าไฟฟ้าของอาคารวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์)..... 60

บทที่ 1

บทนำ

เนื้อหาในบทนี้เป็นการกล่าวถึงวัตถุประสงค์ของโครงงาน หลักการและเหตุผล ขอบข่ายการดำเนินงาน ผลที่คาดว่าจะได้รับ และงบประมาณที่ใช้ในโครงงาน

1.1 ที่มาของปัญหา

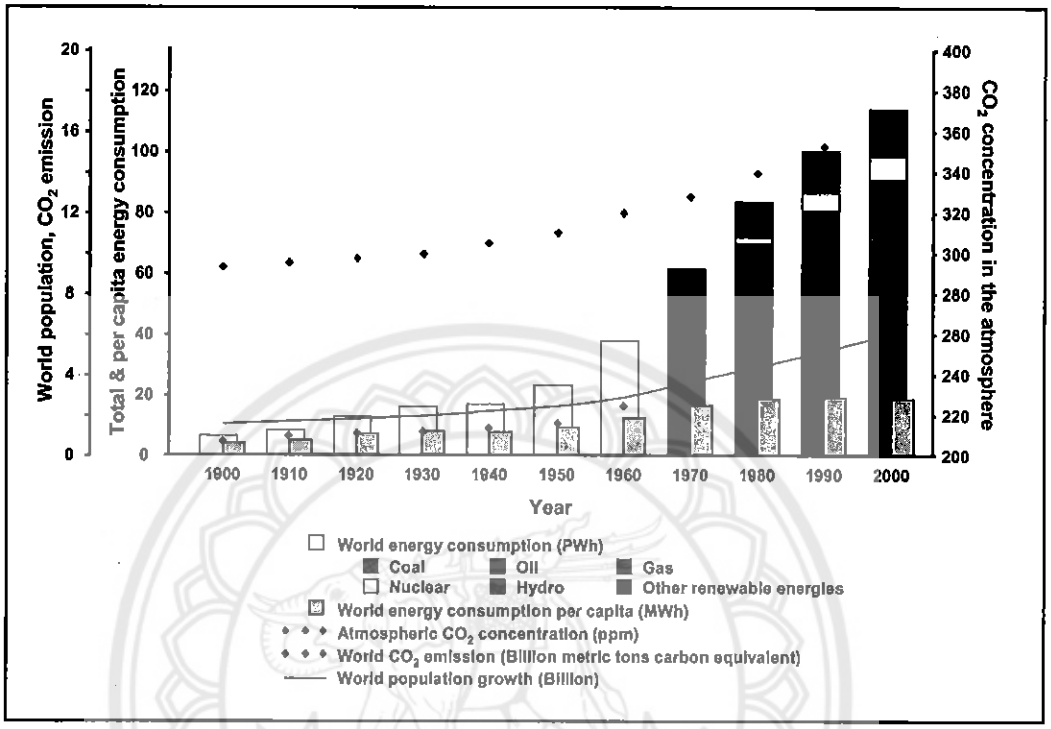
1.1.1 สถานการณ์พลังงานโลก (World Energy Situation)

รูปที่ 1-1 *วิกฤตการณ์น้ำมันในปี พ.ศ. 2516 (ค.ศ. 1973)*

ในปี พ.ศ. 2516 (ค.ศ. 1973) ประเทศผู้ส่งออกน้ำมันในกลุ่มโอเปค (Organization of the Petroleum Exporting Countries; OPEC) ได้ปล่อยให้ราคาน้ำมันในซีกโลกตะวันตกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วด้วยการคว่ำบาตรการส่งออกน้ำมัน ทำให้เศรษฐกิจของหลายประเทศตกต่ำลงอันเนื่องมาจากการขาดแคลนพลังงาน และพลังงานมีราคาสูงขึ้น (รูปที่ 1-1) เหตุการณ์ในครั้งนั้นทำให้หลายคนตระหนักถึงความรุนแรงของผลที่เกิดจากการพึ่งพาแหล่งพลังงานและประเทศผู้ส่งออกอย่างไม่ระมัดระวัง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพถูกให้ความสำคัญในลำดับต้น ๆ ของหลายประเทศ

ผู้เชี่ยวชาญหลายคนเกรงว่าวิกฤตการณ์ทางด้านพลังงานอาจเกิดขึ้นอีกในอนาคต เพราะการขาดแคลนเชื้อเพลิง อาทิ ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ ได้เคยเกิดขึ้นมาแล้ว แม้จนกระทั่งบัดนี้จะยังไม่เกิดการขาดแคลนพลังงานจนถึงขั้นวิกฤตก็ตามอันเนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้ ประการแรก

แหล่งเชื้อเพลิงดังกล่าวถูกค้นพบเพิ่มเติมอยู่เสมอ ประการที่สอง ในช่วงที่ผ่านมามีการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับการนำเชื้อเพลิงมาใช้ และ ประการที่สาม ในภาคอุตสาหกรรม รวมถึงประชาชนมีการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่ามากขึ้น [1]



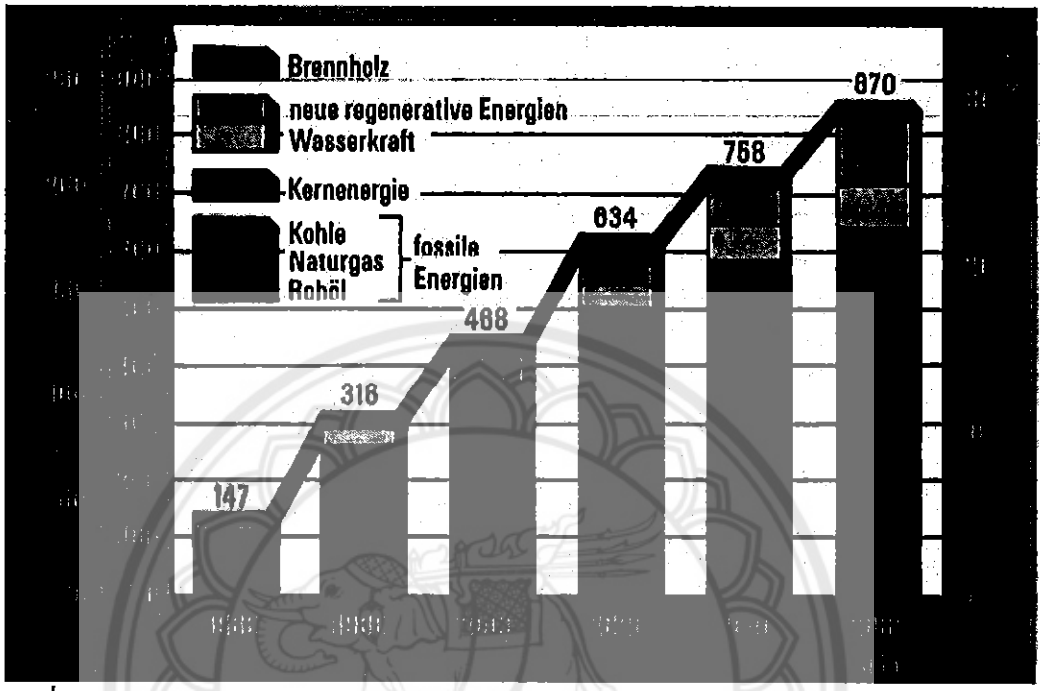
รูปที่ 1-2 *สถานการณ์พลังงานโลก*

(ที่มา: Energy Information Administration 2001, International Energy Agency 2001, Scripps Institution of Oceanography 1999, Shell)

อย่างไรก็ตาม การใช้พลังงานของโลกยังคงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามจำนวนประชากรโลกที่เพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มประเทศโลกที่สาม และกลุ่มประเทศอุตสาหกรรมใหม่ (New Industrialized Countries; NICs) อันเนื่องมาจากเหตุผลที่ว่า เมื่อจำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้นก็ย่อมส่งผลให้เกิดความต้องการการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้นรูปที่1-2 ซึ่งการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของจำนวนประชากรโลกยังคงเป็นไปอย่างต่อเนื่อง จากการคาดการณ์ จำนวนประชากรจะเพิ่มขึ้นจาก 6 พันล้านเป็น 8 พันล้านคนในระยะเวลา 25 ปีข้างหน้า และคาดว่าอาจจะเพิ่มขึ้นถึง 10 พันล้านคนในกลางศตวรรษที่ 21 และจากตัวเลขประชากรที่เพิ่มมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัดนี้จะส่งผลไปถึงความต้องการพลังงานที่เพิ่มขึ้นอย่างน้อยสองเท่าจากปัจจุบันภายในปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050) ถึงแม้ว่าประเทศที่พัฒนาแล้วจะมีการนำเอานโยบายอนุรักษ์พลังงานมาบังคับใช้เพื่อไม่ให้การใช้พลังงานภายในประเทศเพิ่มขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าวก็ตาม [2][3][4]

การใช้พลังงานปฐมภูมิของโลก (World primary energy consumption) ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) มีความสอดคล้องโดยประมาณกับการคาดการณ์ของที่ประชุมทางด้านพลังงานโลก (World

Energy Conference) ซึ่งถูกจัดขึ้นในปี พ.ศ. 2529 (ค.ศ. 1986) ซึ่งแสดงการคาดการณ์การใช้พลังงานตามรูปที่ 1-3 ดังนั้นการคาดการณ์สำหรับช่วงปีต่อ ๆ ไปอาจถูกใช้เป็นตัวชี้แนวโน้มการใช้พลังงานโดยรวมในอนาคตได้

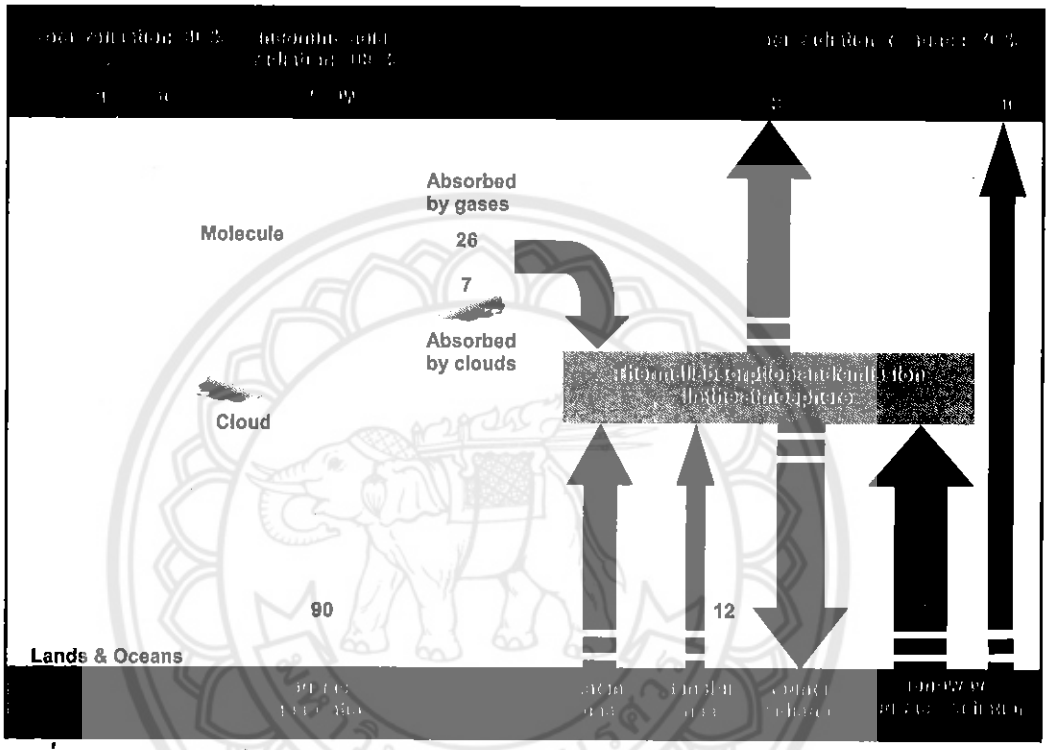


รูปที่ 1-3 การคาดการณ์การใช้พลังงานของโลก (ที่มา: World Energy Conference, 1986)

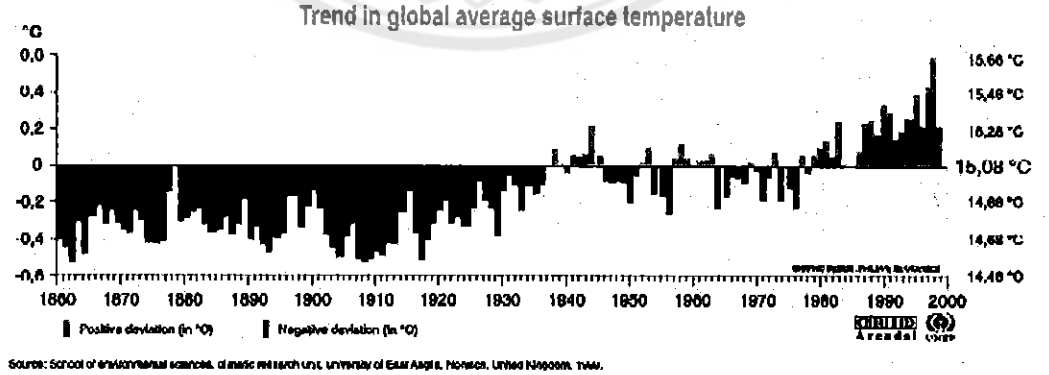
อย่างไรก็ตาม การคาดการณ์ส่วนใหญ่ได้ถูกกระทำก่อนเกิดวิกฤตการณ์เศรษฐกิจในภูมิภาคเอเชีย นอกจากนี้การประชุม World Energy Congress ในเดือนกันยายนปี พ.ศ. 2541 (ค.ศ.1998) ได้มีการระบุว่าความต้องการพลังงานปฐมภูมิน่าจะเพิ่มขึ้นเป็น 154×10^{12} kWh โดยประมาณภายใน 20 ปีข้างหน้า ยิ่งไปกว่านั้น World Energy Council คาดว่าความต้องการจะเพิ่มขึ้นเป็น 228×10^{12} kWh ในปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050) อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะมีอัตราส่วนของการใช้พลังงานทดแทน (Renewable energies) เพิ่มขึ้น แต่บทบาทของแหล่งพลังงานจากซากดึกดำบรรพ์ (Fossil energy resources) จะยังคงไม่เปลี่ยนแปลงจากเดิมมากนักในอนาคตอันใกล้นี้ [5]

1.1.2 ปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect)

ในกระบวนการสันดาปเชื้อเพลิงจากซากดึกดำบรรพ์ จะเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ซึ่งจัดเป็นหนึ่งในก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gases) ความต้องการพลังงานที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้เกิดการเผาไหม้เชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น นั่นคือทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ดังที่แสดงในรูปที่ 1-4



รูปที่ 1-4 ปรากฏการณ์เรือนกระจก



รูปที่ 1-5 อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโลก (ที่มา: School of environment sciences 1999)

ด้วยเหตุผลดังกล่าว รังสีความร้อนที่แผ่จากพื้นผิวโลกถูกดูดซับด้วยชั้นบรรยากาศมากยิ่งขึ้น และมีรังสีความร้อนบางส่วนถูกแผ่กลับลงมา จึงทำให้ชั้นบรรยากาศส่วนล่างและบริเวณพื้นผิวโลกอุณหภูมิสูงขึ้นเนื่องจากรังสีความร้อนผ่านออกนอกชั้นบรรยากาศได้น้อยลงปรากฏการณ์นี้จึงถูกเรียกว่า "Enhanced greenhouse effect"ถึงแม้ว่าอิทธิพลของปรากฏการณ์นี้ที่มีต่อสภาพอากาศโดยรวมของโลกจะยังไม่ปรากฏแน่ชัด แต่ก็มีผลกระทบบางอย่างแสดงให้เห็น นั่นคืออุณหภูมิเฉลี่ยของโลกได้เพิ่มสูงขึ้นประมาณ 0.6 °C ตั้งแต่ปลายศตวรรษที่ 19 ดังแสดงในรูปที่ 1-5 [6]

1.1.3 แหล่งพลังงานสำรองและแหล่งพลังงานสนับสนุน (Reserves and Resources)

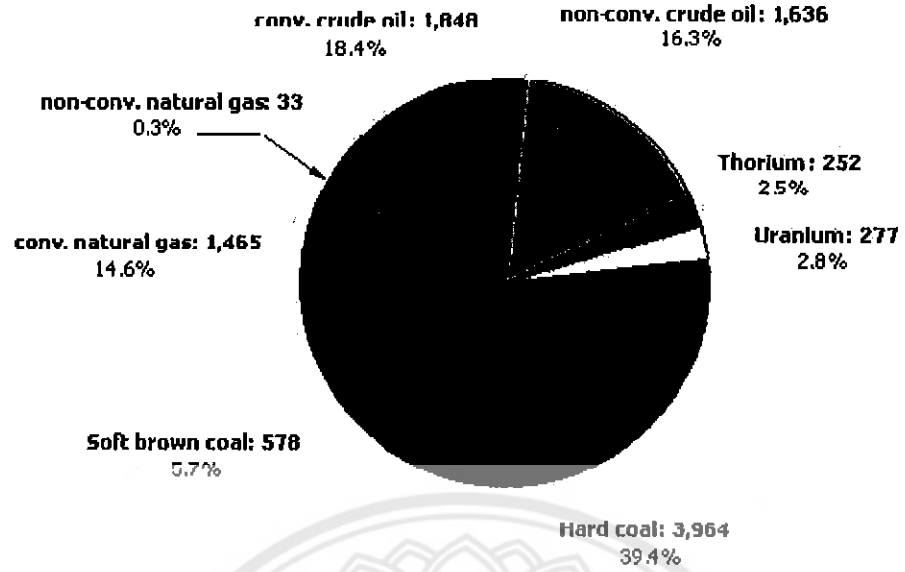
เนื่องจากการใช้พลังงานปฐมภูมิ (Primary energy consumption) ทั่วโลกมักมาจากแหล่งพลังงานที่ได้จากซากดึกดำบรรพ์ (Fossil energy resources) เช่น น้ำมันดิบ ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ ความต้องการใช้พลังงานที่เพิ่มมากขึ้นจึงส่งผลกระทบโดยตรงต่อแหล่งพลังงานสำรอง นั่นคือแหล่งพลังงานสำรองกำลังจะหมดสิ้นไปในสักวันหนึ่ง ดังนั้นการตระหนักถึงการมีอยู่อย่างจำกัดของแหล่งพลังงานสำรองจึงเป็นสิ่งสำคัญ

แหล่งพลังงานสำรอง (Reserves) คือส่วนของแหล่งพลังงานรวม (Total Resources) ที่ถูกศึกษาในรายละเอียดอย่างเป็นระบบ โดยที่สามารถถูกนำมาใช้ประโยชน์ทางเศรษฐกิจด้วยวิธีการทางเทคโนโลยีที่มีในปัจจุบัน

แหล่งพลังงานสนับสนุน (Resources) คือส่วนของแหล่งพลังงานรวม (Total Resources) ที่ถูกค้นพบแล้วแต่ยังไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในทางเศรษฐกิจได้ในปัจจุบัน หรือด้วยเหตุผลบางประการที่ทำให้ไม่สามารถจัดเป็นแหล่งพลังงานสำรองได้

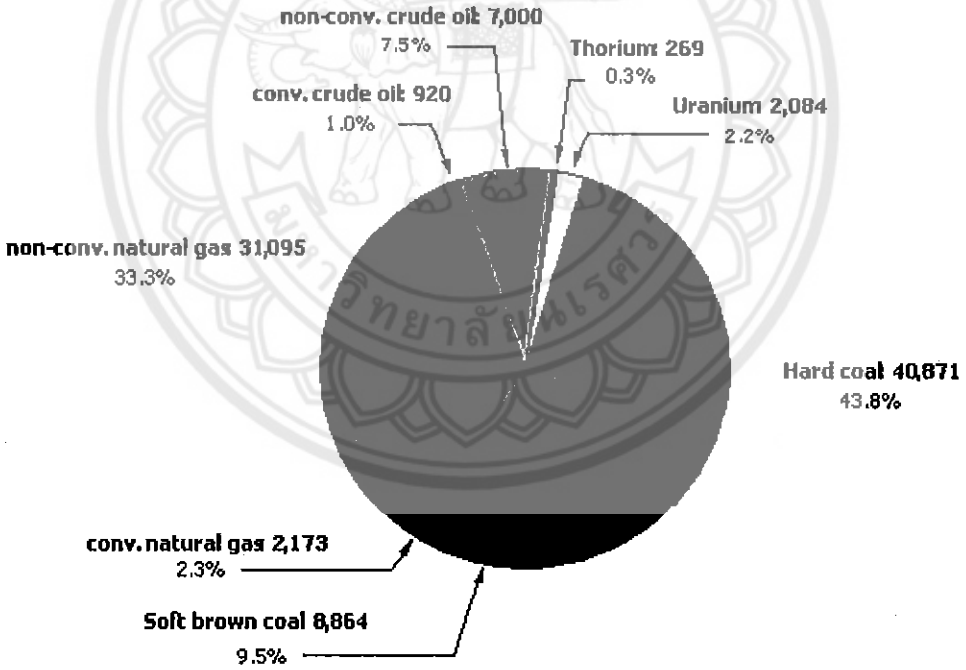
แหล่งพลังงานรวม (Total Resources) ประกอบด้วยแหล่งพลังงานสำรองรวมกับแหล่งพลังงานสนับสนุน ข้อสังเกตคือ แหล่งพลังงานสำรองไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของแหล่งพลังงานสนับสนุน

จากคำจำกัดความข้างต้น แหล่งพลังงานสำรองคือส่วนที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในทางเศรษฐกิจด้วยเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบัน นั่นหมายความว่า ปริมาณของแหล่งพลังงานสำรองจะขึ้นอยู่กับราคา การที่ปริมาณของแหล่งพลังงานสำรองขึ้นอยู่กับราคานั้นปรากฏให้เห็นชัดในกรณีของยูเรเนียม ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงชนิดเดียวที่ปริมาณของแหล่งพลังงานถูกกำหนดด้วยราคาเป็นเวลานานแล้ว ($130/kg U ในปี พ.ศ. 2536 (ค.ศ. 1993) และ $80/kg U ในปี พ.ศ. 2540 (ค.ศ. 1997))



รูปที่ 1-6 ปริมาณแหล่งพลังงานสำรอง ปลายปี พ.ศ. 2540 (ค.ศ. 1997) ในหน่วย PWh

(ที่มา: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoff 1999)



รูปที่ 1-7 ปริมาณแหล่งพลังงานสนับสนุน ปลายปี พ.ศ.2540(ค.ศ.1997) ในหน่วย PWh

(ที่มา: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoff 1999)

การเพิ่มขึ้นของแหล่งพลังงานของเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอนทั้งที่แปรรูปและยังไม่ได้แปรรูป มิใช่เป็นผลมาจากการค้นพบใหม่ แต่เป็นเพราะการเปลี่ยนแปลงมาตรฐานในการประเมินค่า และการปรับปรุงกระบวนการผลิต

จากรูปที่ 1-6 และรูปที่ 1-7 ถ่านหินยังคงรับบทบาทสำคัญในการเป็นแหล่งพลังงานสำรองและแหล่งพลังงานสนับสนุนที่มีปริมาณมากที่สุด แหล่งพลังงานสำรองของถ่านหินนับเป็นประมาณ 45 % ของแหล่งพลังงานทั้งหมด น้ำมันดิบทั้งที่แปรรูปและที่ยังไม่ได้แปรรูปซึ่งเป็นแหล่งพลังงานสำรองที่มีความสำคัญเป็นอันดับ 2 จัดเป็นประมาณ 33 % ของแหล่งพลังงานทั้งหมด (น้ำมันดิบแปรรูป 18.5 % และน้ำมันดิบที่ยังไม่ได้แปรรูป 16.3 % ตามลำดับ) ตามมาด้วยอันดับสามคือก๊าซธรรมชาติ ประมาณ 15 % เชื้อเพลิงนิวเคลียร์ประมาณ 5 % แม้ว่าทอเรียม (Thorium) จะยังไม่ได้ถูกนำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้า เนื่องจากยังไม่มีเครื่องปฏิกรณ์สำหรับทอเรียม แต่ปริมาณของแหล่งพลังงานสำรองของทอเรียมมีถึง 2 ล้านตัน ซึ่งสามารถนำมาคาดคำนวณได้ในอนาคต

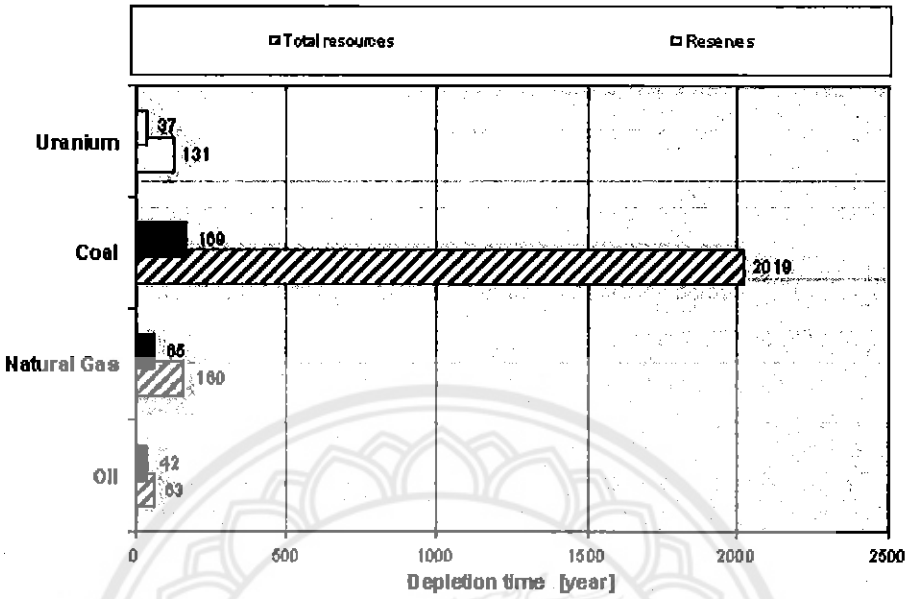
แหล่งพลังงานไม่ได้กระจายอยู่อย่างสม่ำเสมอทั่วโลก ลำดับของประเทศที่ร่ำรวยด้วยแหล่งพลังงานถูกกำหนดด้วยแหล่งพลังงานสำรองของถ่านหินเป็นหลัก ด้วยเหตุนี้สหรัฐอเมริกาจึงเป็นประเทศที่มีแหล่งพลังงานสำรองมากที่สุดในโลก จีนมีแหล่งพลังงานสำรองมากเป็นอันดับที่สามด้วยแหล่งพลังงานสำรองของถ่านหินขนาดใหญ่ ประเทศรัสเซียถูกจัดอยู่อันดับที่สองเนื่องจากมีก๊าซธรรมชาติจำนวนมาก ในขณะที่ประเทศออสเตรเลียถูกจัดให้เป็นอันดับที่สี่ และประเทศอินเดียเป็นอันดับหกเนื่องจากมีถ่านหินเป็นจำนวนมาก ประเทศผู้ค้าน้ำมันที่สำคัญที่สุด นั่นคือประเทศซาอุดิอาระเบียถูกจัดอยู่ในอันดับที่ห้า และแหล่งพลังงานสำรองของถ่านหินก็ทำให้ประเทศเยอรมันนีอยู่ในอันดับที่ 9 [7][8]

ถ้าปริมาณการใช้พลังงานที่จะไม่เพิ่มขึ้นในช่วงทศวรรษหน้า พลังงานจากซากดึกดำบรรพ์น่าจะเหลือเพียงพอให้ใช้ได้อีกสักระยะ นั่นคือน้ำมันและก๊าซธรรมชาติประมาณ 40-60 ปี ถ่านหินสั้นกว่า 200 ปี รูปที่ 1-8 แต่ในความเป็นจริง ด้วยความต้องการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของประชากรโลก และการพัฒนาเศรษฐกิจอย่างรวดเร็วของประเทศอุตสาหกรรมใหม่ ช่วงระยะเวลาข้างต้นย่อมถูกทำให้สั้นลงกว่า

ยิ่งไปกว่านั้น โครงสร้างของเศรษฐกิจที่ล้มเหลวถูกกำหนดด้วยช่วงเวลาที่การผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการ แต่เนื่องจากรูปแบบการใช้พลังงานแต่ละชนิดมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ เวลาดังกล่าวจึงมักถูกอ้างอิงกับช่วงที่มีการผลิตสูงสุด โดยในกรณีของน้ำมัน ช่วงเวลาดังกล่าวสอดคล้องกับช่วงที่เรียกว่า "mid-point-depletion" ซึ่งบ่งบอกถึงขณะที่ปริมาณน้ำมันถูกขุดมาใช้ครึ่งหนึ่ง

ประเทศที่ผลิตน้ำมันบางประเทศ (เช่น สหรัฐอเมริกา เยอรมันนี โรมาเนีย) ได้ผ่านพ้นช่วง mid-point-depletion แล้ว นั่นคือประเทศเหล่านี้ได้ผ่านช่วงการผลิตสูงสุดแล้วนั่งเอง ซึ่งตรงกันข้าม

กับประเทศในกลุ่มโอเปกที่มีการขุดใช้น้ำมันยังไม่ถึงช่วง mid-point-depletion นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มอัตราการผลิตได้อีกถ้าจำเป็น และยังมีอิทธิพลต่อตลาดน้ำมันอย่างมากอีกด้วย



รูปที่ 1-8 *ระยะเวลาหมดสิ้น (Depletion time) ของแหล่งพลังงานสำรอง*

(ที่มา: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoff 2000)

การมีอยู่อย่างจำกัดของแหล่งพลังงานสำรอง สามารถถูกแสดงได้อย่างชัดเจนด้วยการทดลองต่อไปนี้

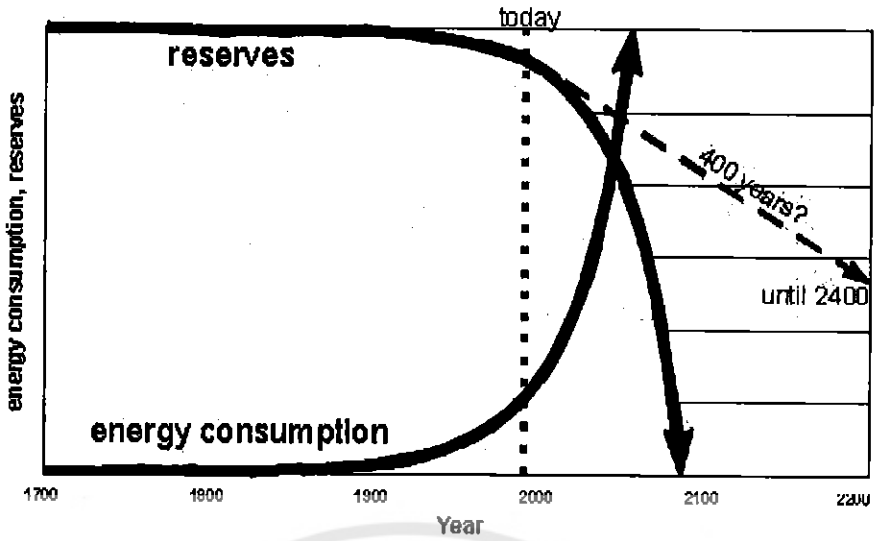
$$E_a = E_0 \cdot (1.03)^a \qquad (1\text{-}1)$$

เมื่อ E_a = ปริมาณการใช้พลังงานปฐมภูมิหลังจากผ่านไป a ปี

E_0 = ปริมาณการใช้พลังงานปฐมภูมิในปัจจุบัน

a = จำนวนปี โดยเริ่มต้นนับจาก E_0

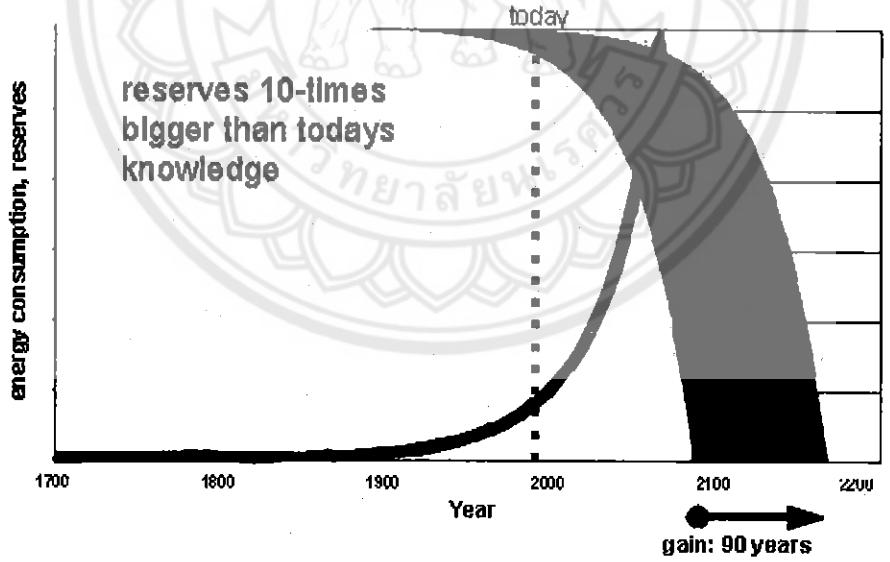
ด้วยตัวเลขของปริมาณการใช้และการผลิตพลังงานที่คงที่ในปัจจุบัน แหล่งพลังงานสำรองทั้งหมดจะเพียงพอกับความต้องการจนถึงปี พ.ศ. 2943 (ค.ศ. 2400) อย่างไรก็ตาม เนื่องจากจริง ๆ แล้ว การใช้พลังงานจะเพิ่มขึ้น 3 % ต่อปีในลักษณะของกราฟเอกซ์โปเนนเชียลตามสมการที่ 1-1 จึงทำให้แหล่งพลังงานสำรองหมดสิ้นไปก่อนปี พ.ศ. 2643 (ค.ศ. 2100) (รูปที่ 1-9)



รูปที่ 1-9 การใช้พลังงานและแหล่งพลังงานสำรอง

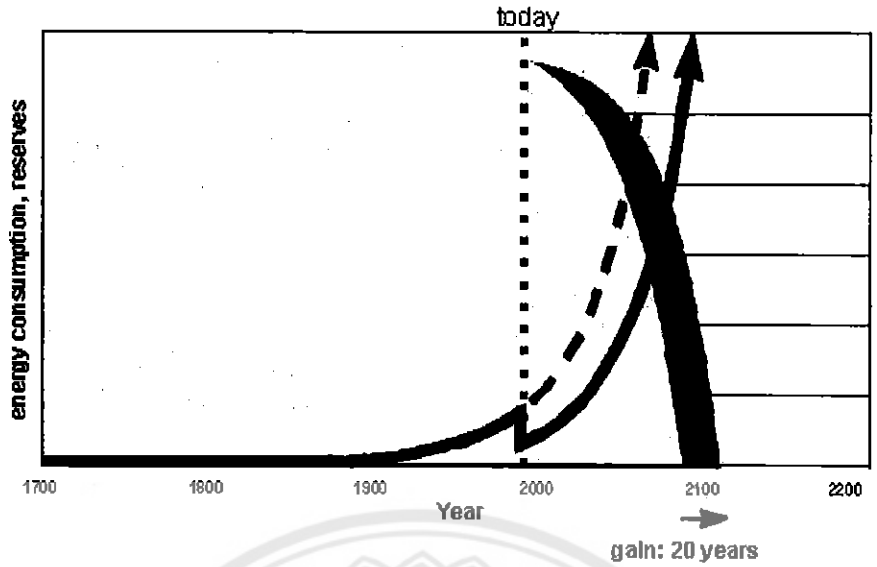
(ที่มา: Kassel University)

ถึงแม้จะมีแหล่งพลังงานสำรองเป็น 10 เท่าของที่มีอยู่ในปัจจุบัน (รูปที่ 1-10) แต่หากความต้องการใช้พลังงานยังคงเพิ่มขึ้นด้วยอัตราเดิมนี้ ระยะเวลาที่ยังคงมีพลังงานใช้จะเพิ่มขึ้นเพียง 90 ปี และถ้าอัตราการใช้พลังงานลดลง 50 % ด้วยการใช้และการผลิตพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ จะสามารถยืดระยะเวลาหมดสิ้นออกไปได้เพียง 20 ปี (รูปที่ 1-11)

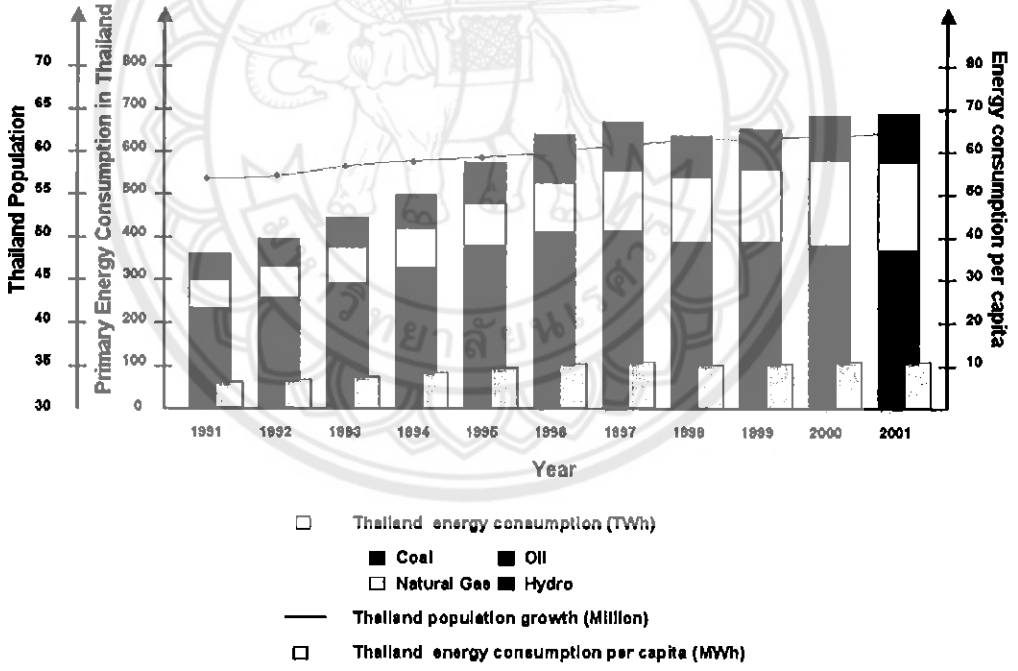


รูปที่ 1-10 การใช้พลังงานและแหล่งพลังงานสำรอง

(ที่มา: Kassel University)



รูปที่ 1-11 การยืดระยะเวลาหมดสิ้นด้วยการปรับปรุงประสิทธิภาพในการใช้และการผลิตพลังงาน
(ที่มา: Kassel University)



รูปที่ 1-12 การใช้พลังงานของประเทศไทย (ที่มา: BP, สำนักงานสถิติแห่งชาติ)

1.1.4 การใช้พลังงานในประเทศไทย

ประเทศไทยมีแนวโน้มการใช้พลังงานที่สูงขึ้นสอดคล้องกับแนวโน้มการใช้พลังงานของโลกโดยประเทศไทยมีสัดส่วนการใช้พลังงานมากที่สุดในด้านคมนาคมขนส่ง โรงงาน บ้านเรือน ธุรกิจ และภาคเกษตรกรรม ตามลำดับ

ทิศทางของเศรษฐกิจและการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรในประเทศไทยส่งผลต่อแนวโน้มการใช้พลังงานของประเทศ จากรูปที่ 1-12 จะสังเกตเห็นได้ว่าในช่วงแรกที่ประเทศไทยมีการขยายตัวทางเศรษฐกิจสูง พ.ศ. 2534-2540 (ค.ศ.1991-1997) ประเทศไทยมีอัตราการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนเห็นได้อย่างชัดเจนแต่เมื่อหลังจากที่เกิดวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจขึ้นในปี พ.ศ.2540 (ค.ศ. 1997) ทำให้การใช้พลังงานของประเทศไทยลดลงทันทีในปีถัดมา หลังจากนั้นใช้พลังงานของประเทศไทยเริ่มกลับมามีแนวโน้มสูงขึ้นตามจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นและสภาพเศรษฐกิจที่เริ่มฟื้นตัว ซึ่งจากรูปจะเห็นว่าสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดในการผลิตพลังงานใช้ในประเทศจะประกอบด้วยอยู่ 4 ประเภทหลัก โดยสามารถเรียงลำดับตามปริมาณการใช้ได้ดังนี้คือ น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน และพลังงานน้ำ

ประเทศไทยมีกิจการทางด้านพลังงานที่สำคัญอยู่ 3 ประเภท ได้แก่กิจการน้ำมัน กิจการไฟฟ้า และกิจการก๊าซธรรมชาติ ซึ่งกิจการไฟฟ้าและกิจการก๊าซธรรมชาติยังมีลักษณะที่ยังเป็นกึ่งผูกขาดอยู่ โดยกิจการน้ำมันมีการแข่งขันอย่างเสรีจึงส่งผลให้น้ำมันเป็นพลังงานที่ได้รับความนิยมที่สุด เนื่องจากการแข่งขันส่งผลให้ราคาถูกและคุณภาพดี น้ำมันจึงเป็นพลังงานหลักที่มีกำลังการใช้สูงที่สุด กิจการไฟฟ้ามีการนำพลังงานจากทั้งก๊าซธรรมชาติ น้ำมัน ถ่านหิน และพลังงานน้ำมาใช้ตามลำดับ โดยพลังงานแต่ละประเภทมีทั้งข้อดีและข้อเสีย ในเรื่องผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเขื่อนไม่ก่อให้เกิดมลพิษแต่การสร้างเขื่อนต้องลงทุนสูงและต้องมีพื้นที่ที่เหมาะสมพลังงานไฟฟ้าจากน้ำของประเทศไทยจึงเป็นเพียงผลพลอยได้จากการปล่อยน้ำเพื่อภาคเกษตรกรรมและมีหน้าที่ช่วยจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เกิดความเหมาะสมกับความต้องการไฟฟ้าเนื่องจากพลังงานไฟฟ้าจากเขื่อนสามารถควบคุมกำลังการผลิตได้ง่าย กระบวนการผลิตพลังงานจากก๊าซธรรมชาติจะก่อให้เกิดมลพิษน้อยกว่าพลังงานจากน้ำมันและถ่านหินและยังมีอยู่ในประเทศด้วย [9]

ปริมาณก๊าซธรรมชาติสำรองที่มีในประเทศไทยถูกจำแนกได้เป็น 3 ประเภทคือ

1. Proved Reserve คือ ปริมาณสำรองที่พิสูจน์แล้ว มีความมั่นใจที่จะผลิตได้ในอนาคตจากแหล่งสำรวจที่พบแล้ว ภายใต้สภาพเศรษฐกิจที่เป็นอยู่ในขณะนั้น โดยทั่วไปมีความเป็นไปได้เกินกว่า 90 %

2. Probable Reserve คือ ปริมาณสำรองที่มีความเชื่อมั่นและเป็นไปได้ในการผลิตได้ในอนาคตจากแหล่งสำรวจที่พบแล้ว ภายใต้สภาพเศรษฐกิจที่เป็นอยู่ในขณะนั้น โดยทั่วไปมีความเป็นไปได้เกินกว่า 50 %

3. Possible Reserve คือ ปริมาณสำรองที่เป็นไปได้หรืออาจจะเป็นในการผลิตได้ในอนาคต จากแหล่งสำรวจที่พบแล้ว ภายใต้สภาพเศรษฐกิจที่เป็นอยู่ในขณะนั้น โดยมีความเป็นไปได้เกินกว่า 10 %

ทั้งนี้การนำไปใช้งาน จะแบ่งเป็น

1P คือ Proved Reserve

2P คือ Proved Reserve รวมกับ Probable Reserve

3P คือ Proved Reserve รวมกับ Probable Reserve และ Possible Reserve

จากข้อมูลปริมาณการสำรองก๊าซธรรมชาติในประเทศของกรมทรัพยากรธรณี ณ 31 ธันวาคม 2543 โดยแหล่งสำรองก๊าซธรรมชาติในประเทศไทยจะประกอบด้วย แหล่งอ่าวไทย ซึ่งรวมพื้นที่คาบเกี่ยว ไทย – มาเลเซีย แหล่งที่ราบสูงโคราช และแหล่งที่ราบภาคกลาง หากเป็นสำรอง 1P จะมีปริมาณ 12.7 ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต 2P จะมีปริมาณ 22.3 ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต และ 3P จะมีปริมาณ 33.7 ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยมีการใช้ก๊าซธรรมชาติจากประเทศเพื่อนบ้านด้วย ได้แก่ พม่า (แหล่งยาดานา และแหล่งเยตากุน) และในอนาคตก็อาจรับซื้อจากที่อื่น ได้แก่ เวียดนาม และพื้นที่คาบเกี่ยวไทย – กัมพูชา โดยปริมาณสำรองก๊าซธรรมชาติ ในส่วนที่สามารถพัฒนานำมาใช้ในประเทศไทยได้อยู่ในระดับ 9.5 – 19.7 ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต

ก๊าซธรรมชาติเป็นทรัพยากรในประเทศแต่ถ่านหินต้องนำเข้า ในปี 2544 ประเทศไทยใช้ก๊าซธรรมชาติจำนวน 2,400 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน โดย 84 % ของก๊าซธรรมชาตินำไปใช้ในการผลิตไฟฟ้า

หากพิจารณาว่าระหว่างก๊าซธรรมชาติกับถ่านหินสิ่งใดที่แพงกว่ากันนั้นจะเปรียบเทียบจากต้นทุนต่อหน่วยโดยรวมทั้งหมดคือ ค่าความพร้อมจ่าย (สะท้อนเงินค่าลงทุน และค่าเดินเครื่องบำรุงรักษา) และค่าพลังงานไฟฟ้า (สะท้อนประสิทธิภาพโรงไฟฟ้าและราคาเชื้อเพลิง) รวมกัน ถ้าพิจารณาที่วิธีการสั่งเดินเครื่องโรงไฟฟ้าแล้ว หากเป็นโรงไฟฟ้าที่เดินเครื่องสม่ำเสมอ (Base Load Plant) ถ่านหินถูกกว่า แต่ถ้าเป็นโรงไฟฟ้าที่เดินเครื่องมากในช่วงที่ความต้องการไฟฟ้าของระบบสูงเช่นในช่วงกลางวัน (Intermediate Load Plant) ก๊าซฯ ถูกกว่า และในระบบไฟฟ้าจำเป็นต้องมีโรงไฟฟ้าทั้ง 2 ประเภท [10]

จากเหตุผลที่กล่าวมาขั้นต้นและจากการที่ก๊าซธรรมชาติยังสามารถนำมาใช้งานในรูปแบบอื่นได้นอกเหนือการผลิตไฟฟ้า ดังนั้นในปัจจุบันประเทศไทยจึงมีแนวโน้มการนำก๊าซธรรมชาติมาใช้เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ แต่เนื่องจากพลังงานก๊าซธรรมชาติในประเทศไทยมีปริมาณจำกัด ในอนาคตจึงอาจมีการพึ่งพาพลังงานชนิดอื่นเพิ่มขึ้นแทนหรือมีการหาพลังงานทดแทนชนิดอื่น ๆ ขึ้นมาทดแทน

จากที่กล่าวมาขั้นต้นทั้งหมด จะเห็นได้ว่าความต้องการพลังงานที่เพิ่มขึ้นในปัจจุบันส่งผลกระทบในหลาย ๆ ด้านเช่น ทางด้านเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม รวมไปถึงการลดลงของพลังงานสำรองที่มีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นนอกจากการปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิต การหาแหล่งพลังงานทดแทน

เราควรมีแนวทางในการรองรับปัญหาทางด้านพลังงานในอนาคต รวมถึงควรมีแนวทางในการจัดการพลังงานที่มีอยู่อย่างประหยัด โดยให้เกิดประโยชน์และคุ้มค่ามากที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อตระหนักถึงสถานการณ์การใช้พลังงานของโลก รวมถึงผลกระทบของการใช้พลังงานที่มีต่อสิ่งแวดล้อม
2) เพื่อศึกษาการใช้พลังงานภายในอาคารที่กำหนดในโครงงาน
3) เพื่อหาแนวทางในการจัดการพลังงานภายในอาคารที่กำหนด

1.3 ขอบข่ายของงาน

1) รวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานของโลก
2) รวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานของประเทศไทย
3) ศึกษาผลกระทบของแสงและความร้อนที่มีต่อการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ สำหรับอาคารวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์(ส่วนภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์)
4) วิเคราะห์ และสรุปผลเพื่อเสนอหาแนวทางในการจัดการพลังงานภายในอาคารที่กำหนด
5) ศึกษาแนวทางการเขียนโปรแกรมเพื่อคำนวณการใช้พลังงานภายในอาคารที่กำหนด

1.4 กิจกรรมการดำเนินการ

กิจกรรม	2545		2546									
	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.
รวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานของโลก	↔											
รวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานของประเทศไทย		↔										
ศึกษาและค้นคว้าการใช้พลังงานภายในอาคาร			↔									
วิเคราะห์และสรุปผล							↔					
รวบรวมข้อมูลในการนำเสนอ											↔	

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1) ความรู้ในการจัดการพลังงานภายในอาคาร

2) แนวทางและข้อเสนอแนะในการจัดการพลังงานภายในอาคารที่กำหนด

1.6 งบประมาณ

1) ค่าถ่ายเอกสาร

2) ค่าหนังสือข้อมูลเครื่องวัดต่าง ๆ

3) ค่าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

รวมเป็นเงิน 2,000 บาท

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

ในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการและทฤษฎีต่าง ๆ ที่ส่งผลกับการใช้พลังงานของอาคารโดยส่วนต่าง ๆ เหล่านี้ จะได้นำมาใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์การใช้พลังงานภายในอาคารต่อไป

2.1. แสงและความร้อน

2.1 1 แสงจากธรรมชาติและการออกแบบ

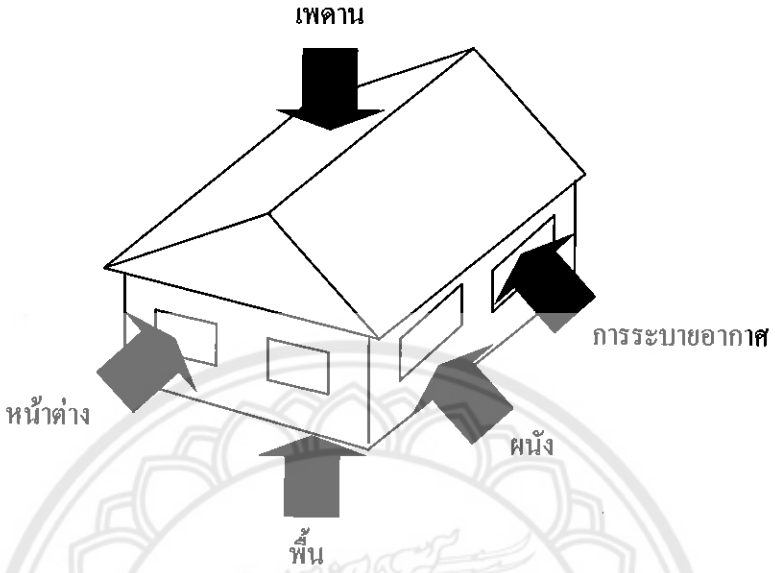
เนื่องจากแสงสว่างที่เพียงพอมีความจำเป็นต่อสภาพแวดล้อมภายในอาคาร อีกทั้งยังสร้างความพึงพอใจแก่ผู้อยู่อาศัย รวมทั้งช่วยประหยัดพลังงานได้อย่างมาก ดังนั้นวิธีการออกแบบอาคารจึงเป็นสิ่งสำคัญ

การออกแบบแสงสว่างภายในอาคารนั้นมีมานานโดยผ่านทางประสบการณ์และจินตนาการของสถาปนิก เช่น การออกแบบของสถาปนิกในสมัยพระเจ้ายอร์ชของอังกฤษซึ่งมีวิธีการออกแบบให้มีการแสงใช้แสงได้อย่างดีเยี่ยม ซึ่งการออกแบบดังกล่าวได้มีการพัฒนาในด้านวัสดุที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เช่น กระจกและหน้าต่างที่อยู่โดยรอบอาคาร

เรื่องการส่องสว่างภายในอาคารได้มีการพัฒนาค้นคว้า และวิจัยเพื่อให้เราสามารถใช้แสงสว่างจากธรรมชาติได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ในการประชุมของ C.I.E. (International Commission on Illumination) ได้เสนอให้มีการจัดทำคู่มือการออกแบบอาคาร ซึ่งจะได้นำเอาหลักการพื้นฐานและรวบรวมหลากหลายวิธีการในการใช้ประโยชน์จากแสงสว่างจากธรรมชาติของหลาย ๆ ประเทศเข้าด้วยกัน เพื่อนำไปเผยแพร่และประยุกต์ใช้ในการออกแบบอาคารได้ [11]

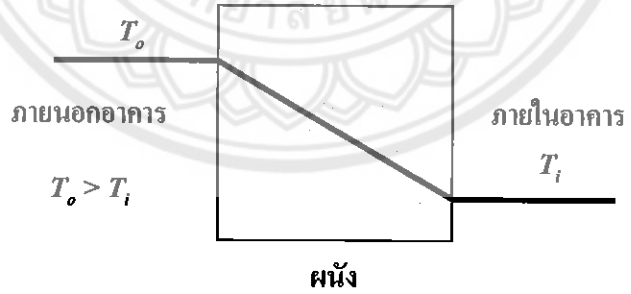
2.1.2 การส่งผ่านความร้อนเข้าสู่อาคาร (Heat Transfer into Buildings)

ความร้อนสามารถถูกส่งผ่านเข้าสู่อาคารได้หลายทาง ดังแสดงในรูปที่ 2-1



รูปที่ 2-1 การส่งผ่านความร้อนเข้าสู่อาคาร

เมื่อเกิดความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของผนังทั้งสองด้าน เส้นแรงของความร้อนจะไหลจากด้านที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังด้านที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า (รูปที่ 2-2)



รูปที่ 2- 2 รูปแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิระหว่างการส่งผ่านความร้อนผ่านผนัง

ความสามารถในการฉนวนความร้อนของสิ่งก่อสร้างหนึ่ง ๆ ถูกอธิบายด้วยค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อน (Heat transfer coefficient; k) ยิ่งค่า k มีค่าน้อยเท่าใด จะทำให้เกิดการส่งผ่านความร้อนได้น้อยเท่านั้น นั่นคือยิ่งส่งผลให้ลดความต้องการการปรับอากาศนั่นเอง

ความหนาแน่นของเส้นแรงความร้อน (Heat flux density; $\dot{q}$) และเส้นแรงความร้อน (Heat flux; $\dot{Q}$) ที่ผ่านผนัง สามารถคำนวณหาได้จากความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้

$$\dot{q} = k \cdot (T_o - T_i) \quad (2\text{-}1)$$

เมื่อ $\dot{q}$ = ความหนาแน่นของเส้นแรงความร้อน [W/m^2]

k = สัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อน [W/(m^2·K)]

T_o = อุณหภูมิของอากาศภายนอก [K]

T_i = อุณหภูมิของอากาศภายใน [K]

$$\dot{Q} = \dot{q} \cdot A \quad (2\text{-}2)$$

เมื่อ $\dot{Q}$ = เส้นแรงความร้อน [W]

A = พื้นที่ผิวที่ความร้อนแพร่ผ่าน [m^2]

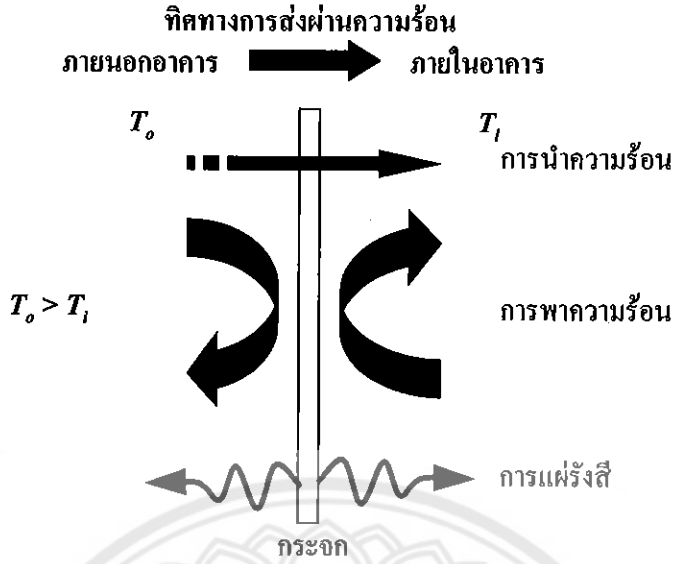
2.1.3 การส่งผ่านความร้อนผ่านกระจก (Heat Transfer through Glass Walls)

ความร้อนสามารถถูกส่งผ่านกระจกได้ด้วย 3 กระบวนการดังนี้

1) การนำความร้อน (Conduction)
2) การพาความร้อน (Convection)
3) การแผ่รังสี (Radiation)

โดยทั่วไป การส่งผ่านความร้อนจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของทั้งสองที่ดังกล่าว โดยความร้อนจะถูกส่งผ่านจากที่ที่มีอุณหภูมิสูงไปยังที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ถ้าวัตถุ 2 ชิ้นที่มีอุณหภูมิต่างกันถูกนำมาสัมผัสกัน ความร้อนจะถูกถ่ายเทจากวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า เรียกกระบวนการที่เกิดขึ้นนี้ว่า "การนำความร้อน (Conduction)" จากรูปที่ 2-3 ถ้าภายนอกอาคารมีอุณหภูมิสูงกว่าภายในอาคาร กระจกด้านที่สัมผัสกับอากาศภายนอกจะมีอุณหภูมิสูงกว่ากระจกด้านที่สัมผัสกับอากาศภายในอาคาร ความร้อนจึงถูกส่งผ่านในเนื้อกระจกด้วยกระบวนการนำความร้อน

หลังจากถ่ายเทความร้อนสู่กระจก อากาศจะมีอุณหภูมิต่ำลง ทำให้เคลื่อนตัวสู่เบื้องล่าง ในขณะที่อากาศที่สัมผัสกับผิวกระจกภายในได้รับความร้อนที่ส่งผ่านมาจากภายนอก ทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น จึงเคลื่อนที่ขึ้นข้างบน เรียกกระบวนการส่งผ่านความร้อนนี้ว่า "การพาความร้อน (Convection)"



รูปที่ 2-3 *การส่งผ่านความร้อนผ่านกระจก*

จากกฎของสเตฟาน-โบลทซ์มันน์ ที่อธิบายการแผ่รังสีของวัตถุดำด้วยความสัมพันธ์ดังนี้

$$\dot{q} = \sigma \cdot T^4 \qquad (2\text{-}3)$$

เมื่อ $\dot{q}$ = ความเข้มของการแผ่รังสีของวัตถุดำ [W/m^2]

σ = ค่าคงที่สเตฟาน-โบลทซ์มันน์ [5.67×10^{-8} $W/(m^2\cdot K^4)$]

T = อุณหภูมิสัมบูรณ์ [K]

หลังจากกระจกได้รับความร้อนจากภายนอก จะมีอุณหภูมิสูงขึ้น กระจกจึงแผ่รังสีความร้อนออกทั้ง 2 ด้าน โดยค่าความเข้มของการแผ่รังสีสอดคล้องกับสมการที่ (2-3) กระบวนการส่งผ่านความร้อนดังกล่าวเรียกว่า "การแผ่รังสี (Radiation)" [12]

2.1.4 หลักของการบังแสง (Shading)

พลังงานแสงที่ผ่านกระจกซึ่งติดกับผนังภายนอกอาคารนั้นเป็นหนึ่งพลังงานความร้อนหลักในหลาย ๆ อาคาร ความร้อนที่ไม่ต้องการจะถูกไล่ออกไปโดยระบบทำความเย็น ความร้อนที่เพิ่มขึ้นไม่ได้เป็นเพียงปัญหาเดียวที่เกิดจากไอแดดที่สาดส่องผ่านกระจก แสงจ้าก็เป็นปัญหาที่สำคัญด้วยเช่นกัน ด้วยเหตุนี้ปัญหาทั้งคู่จึงมักถูกนำมาพิจารณาเพื่อหาทางแก้ไขพร้อม ๆ กันเสมอ

จากปัญหาดังกล่าว นักออกแบบสามารถแสดงจุดประสงค์ในการออกแบบหน้าต่างและการบังแสงได้เป็นดังนี้

1) เพื่อลดความร้อนที่เพิ่มขึ้น
2) เพื่อป้องกันรังสีแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบโดยตรงกับพื้นผิวสีของวัตถุเพื่อให้เราสามารถมองวัตถุได้อย่างปกติ
3) เพื่อให้แสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามาได้ตามทิศทางที่ต้องการและมีปริมาณที่เหมาะสม
4) วัสดุที่นำมาใช้จะต้องไม่บดบังทัศนวิสัยจากหน้าต่างเท่าที่ทำได้

สองความต้องการสุดท้ายเป็นปมปัญหาจริง ๆ ที่เป็นสาเหตุให้มีการใช้วัสดุที่โปร่งใสมากกว่าใช้วัสดุที่ขุ่นมัวมาติดตั้ง การใช้อุปกรณ์บังแสงก็เป็นที่ยอมรับด้วยเพราะมีคุณสมบัติตรงตามความต้องการ และไม่บดบังทัศนวิสัยจากหน้าต่างมากนัก

พื้นที่กระจกขนาดใหญ่ที่ต้องรับแสงแดดโดยตรงต้องการการบังแสงเพื่อให้ผู้ที่ทำกิจกรรมอยู่ใกล้หน้าต่างทำงานได้ แนวทางที่ดีที่สุดของการควบคุมปริมาณแสงคือออกแบบให้เคลือบกระจกด้านบนหรือเคลือบกระจกด้านล่างโดยมีการติดตั้งบานเกล็ดควบคู่ไปด้วยเมื่อหน้าต่างต้องรับแสง ความร้อนที่เพิ่มขึ้นจะสามารถลดลงได้ด้วยการติดตั้งการบังแสงที่ภายนอกอาคารหรืออาจจะใช้กระจกชนิดพิเศษติดตั้งแทนกระจกธรรมดา

2.1.5 การป้องกันแดด (Solar control)

การควบคุมแสงแดดและความร้อนจากดวงอาทิตย์ เป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องคำนึงถึงทุกครั้งที่มีการออกแบบอาคาร พิจารณาได้ดังนี้

1) หน้าต่างและช่องแสง กระจกเป็นจุดที่ความร้อนผ่านเข้ามาได้มากที่สุด การระมัดระวังในเรื่องนี้ คือการกำหนดตำแหน่งของช่องแสง การออกแบบและการให้ร่มเงากับช่องแสง

2) เนื่องจากประเทศไทยอยู่ในเขตใกล้เส้นศูนย์สูตร ดวงอาทิตย์จะส่องทั้งอ้อมเหนือและอ้อมใต้

3) เวลาสำคัญที่จะตรวจหาร่มเงา (Shading) ทางด้านทิศเหนือ คือเวลาบ่ายของวันที่ 21 มิถุนายน ในวันนี้ดวงอาทิตย์จะอ้อมเหนือมากที่สุด (ฤดูร้อน)

4) สำหรับวันสำคัญที่จะตรวจสอบทางด้านทิศใต้ คือวันที่ 22 ธันวาคม ซึ่งเป็นวันที่ดวงอาทิตย์อ้อมใต้มากที่สุด และมุมทางตั้งของดวงอาทิตย์จะทอดต่ำกว่าในเดือนมิถุนายนมาก ทางด้านทิศใต้จึงต้องการแผงบังแดดที่ยื่นยาวกว่าทางด้านทิศเหนือ

5) ด้านทิศตะวันออกและตะวันตกจะรับแสงแดดมากในตอนเช้าและตอนบ่าย ซึ่งมุมของแสงแดดทอดต่ำ ทั้งสองทิศนี้จึงทำการบังแดดได้ยาก ในการหลีกเลี่ยงแดดบ่ายทางด้านทิศตะวันตกจึงต้องเปิดช่องแสงแต่ที่จำเป็นให้น้อยที่สุด

6) ต้นไม้จะช่วยบังร่มเงาให้กับอาคาร การปลูกต้นไม้ที่ถูกต้องจึงเป็นเสมือนหลังคาบังแดดผืนใหญ่

7) อาคารข้างเคียงจะช่วยบังแดดให้กับอาคารที่ต้องการได้ ถ้าอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง

8) การยื่นชายคา ระเบียง กันสาด ครีบ ต่าง ๆ หรือรูปทรงอาคารเองจะช่วยบังแดดได้

9) แผงบังแดดนอกอาคารจะกันแดดและความร้อนได้ดีกว่ากระจกตัดแสง หรือม่านและมู่ลี่ภายในอาคาร

10) รูปแบบหลังคาจะลดพื้นที่ที่รับแดดได้ เช่นหลังคาทรงจั่วจะรับแดดเพียงครึ่งเดียว หรือหลังคาทรงฟันเลื่อย (Saw tooth) จะรับแดดด้านหนึ่ง อีกด้านหนึ่งปล่อยให้แสงธรรมชาติเข้ามาในอาคารได้

11) ถึงแม้จะมีการควบคุมความร้อนเพิ่ม แต่ต้องให้มีแสงธรรมชาติเข้ามาในอาคาร รวมทั้งการมองเห็นวิวภายนอกอาคาร

12) การใช้กระจกสะท้อนแสง (Reflecting Glazing) จะมีผลกับบริเวณข้างเคียง (Microclimate) เพราะจะสะท้อนแสงและความร้อนให้กับบริเวณที่ตั้งอาคารและบริเวณข้างเคียง ต้องระมัดระวังในการเลือกใช้ชนิดของกระจก และเปอร์เซ็นต์ของการสะท้อนแสง

2.1.6 ลักษณะโดยทั่วไปของแผงบังแดด

การบังแดดแบ่งได้ 3 แบบได้แก่ ทางนอน (Horizontal Overhangs) ทางตั้ง(Vertical Louvers) และแบบตาราง (Egg crate Types)

จากการทดลองหามุมต่าง จากจุดตำแหน่งของดวงอาทิตย์ทำกับผนังอาคารในพื้นที่ของซีกโลกแถบเหนือ (North Latitude) จะได้ลักษณะของแผงบังแดดที่เหมาะสมตามทิศต่าง ๆ ดังนี้

1) ด้านทิศใต้ และบริเวณรอบทางด้านทิศใต้ของอาคาร ใช้แผงบังแดดทางนอนจะได้ผลดี

2) ด้านทิศตะวันออก และตะวันตกของอาคาร ใช้แผงบังแดดทางตั้งจะได้ผลดีและถ้าเป็นแผงบังแดดที่หมุนปรับมุมได้ก็จะบังแดดได้ทุกเวลา

3) ด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ และตะวันตกเฉียงใต้ ใช้แบบตารางจะได้ร่มเงามากขึ้น

4) ทางด้านทิศเหนือ ใช้แผงบังแดดทางตั้ง และควรจะมีชายคาทางนอนสำหรับบังแดดบางเดือน

วัสดุที่ประกอบกันเป็นแผงกันแดด หรือกันสาดชนิดต่าง ๆ อาจแบ่งตามลักษณะของการใช้งานดังนี้

1) แบบใช้งานแบบถาวร

แผงกันแดดแบบนี้มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน คงทนถาวร ค่าก่อสร้างสูง แต่เสียค่าบำรุงรักษาค่าซ่อมแซมน้อย คุ้มค่ากว่าเมื่อคิดเปรียบเทียบกับระยะเวลา วัสดุเหล่านี้ได้แก่

1.1) คอนกรีตเสริมเหล็ก ส่วนใหญ่มักทำหน้าที่เป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างอาคาร เนื่องจากมีความแข็งแรง รับน้ำหนักได้ดี เช่น ทำเป็นผนังรับน้ำหนัก ซึ่งทำหน้าที่เป็นทั้งโครงสร้างและผนังอาคารที่กันแดดไปในตัว วัสดุชนิดนี้มีความคงทนถาวรต่อสภาพดินฟ้าอากาศ ตัดปัญหาเรื่องการดูแลรักษาไปได้มาก สามารถทำเป็นกันสาดได้เกือบทุกลักษณะ จะเป็นบานเกล็ด แผงทางตั้ง ทางนอน แผงโค้งหรือชายคายื่นยาวออกมาจากตัวอาคาร และอื่น ๆ

1.2) โลหะประเภทอลูมิเนียม หรือเหล็กชุบอลูมิเนียม นิยมใช้ในลักษณะของชายคายื่นยาวออกมาเหนือหน้าต่าง หรือเป็นบาดเกล็ดบังแดดนอกหน้าต่างอีกชั้นหนึ่ง หรือเป็นมู่ลี่หมุนปรับมุมใช้บังแดดภายในอาคาร มีราคาสูง น้ำหนักเบา เพราะสามารถทำได้บางมาก คงทน ติดตั้งง่าย ขนส่งสะดวก ทำเป็นแบบสำเร็จรูป

1.3) โพลีกล๊าสและไฟเบอร์กล๊าส เป็นวัสดุสังเคราะห์ทางเคมีที่ผลิตขึ้นมาทีหลังสุด ใช้เป็นวัสดุมุงหลังคาบางส่วนและเป็นแผงกันแดดได้ มีลักษณะพิเศษคือ กันแดดและความร้อนแต่ให้แสงผ่านได้ มีหลายสี ทำให้แสงที่ผ่านทะลุมีสีสันตามสีของโพลีกล๊าส นอกจากทำให้มีบรรยากาศแล้ว ยังสามารถทำรูปทรงต่าง ๆ ได้ตามต้องการ ข้อเสียคือโพลีกล๊าสที่คุณภาพดีสามารถสะท้อนสภาพลมฟ้าอากาศมีราคาสูงมาก ส่วนที่ราคารองลงไปมักมีคุณภาพยังไม่ได้มาตรฐานเมื่อโดนความร้อนสูงจากแดด อาจจะไหม้ร้าว เป็นริ้วรอย และสีเปลี่ยนไปไม่ในเหมือนใหม่

1.4) กระเบื้องกระดาษ หรือกระเบื้องแอสเบสทอสซีเมนต์ เป็นวัสดุที่ไม่ผุกร่อนง่าย ทนต่อการเปลี่ยนแปลงของลมฟ้าอากาศ แต่อาจแตกหักง่ายเมื่อถูกกระทบกระแทกแรง ๆ มีทั้งกระเบื้องเรียบและกระเบื้องลอน ใช้กันแดดโดยมีโครงไม้หรือเหล็ก หรือเป็นแบบสำเร็จรูปติดตั้งกับอาคารได้เลย

1.5) ไม้ ถึงแม้ธรรมชาติของไม้จะไม่คงทนต่อแดดและฝน ซึ่งทำให้ผุกร่อนได้ง่าย แต่ก็มีสีน้ำมันและน้ำยาเคลือบไม้เพื่อช่วยให้คงสภาพแข็งแรงได้นานขึ้น การก่อสร้างทำได้ง่าย ใช้ในลักษณะบานพลิก บานเกล็ด ทางตั้งทางนอน หรือตีเว้นห่างแบบไม้ระแนง

2) แบบใช้งานแบบชั่วคราว

อุปกรณ์กันแดดแบบนี้ จะมีอายุการใช้งานไม่นานนัก ชำรุดง่าย ต้องมีการซ่อมแซมและเปลี่ยนวัสดุอยู่เสมอ แต่มีราคาถูก ติดตั้งและรื้อถอนได้ง่ายและรวดเร็ว ให้ความรู้สึกเบาบางและบรรยากาศแบบพักผ่อนเป็นธรรมชาติ วัสดุเหล่านี้ได้แก่

2.1) ไม้ไผ่ ใช้ในลักษณะเป็นมู่ลี่ม้วน มีรอกติดกับชายคา ห้องลงมาจากชายคาตรง ๆ ใช้ดึงม้วนขึ้นลงได้ หรือจะใช้เป็นแบบห้อยเฉย ๆ ใช้ไม้ค้ำยันก็ได้ ไม้ไผ่ให้ความรู้สึกเป็นธรรมชาติดี กันแดดได้พอประมาณ แต่ไม่สามารถกันฝน

2.2) ผ้าใบ ใช้ในลักษณะเดียวกับไม้ไผ่ หรือใช้เป็นโครงเหล็ก หลังคาผ้าใบ มีความทนทานและกันฝนได้ดี สามารถประดิษฐ์ด้วยสีและเล่นชายผ้าเพื่อเพิ่มความงดงาม

สำหรับการปลูกต้นไม้ช่วยให้ร่มเงา ทางด้านทิศตะวันออก ตะวันออกเฉียงใต้ ตะวันตก ตะวันตกเฉียงใต้ของอาคารจะให้ผลดีมาก [13]

2.2 ฉนวนกันความร้อนในที่อยู่อาศัย

สาเหตุในการติดตั้งฉนวนกันความร้อนมีอยู่ด้วยกันหลายสาเหตุซึ่งทั้งหมดจะมีความสัมพันธ์กับลักษณะทั่วไปของวัสดุที่ใช้เป็นฉนวนกันความร้อนคือมีความสามารถในการต้านทานการถ่ายเทความร้อน เช่น ในฤดูร้อน ฉนวนจะช่วยลดความร้อนจากแสงอาทิตย์และยังช่วยลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศ รวมไปถึงรักษาความอบอุ่นภายในอาคารในกรณีที่อาคารตั้งอยู่ในที่หนาวเย็น

ถ้าปราศจากฉนวนกันความร้อนอาจจะก่อให้เกิดปัญหาถาวรกับอาคารซึ่งสร้างความรำคาญแก่ผู้ครอบครองและอาจต้องเสียค่าบำรุงรักษาอีกเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ยังทำให้เครื่องปรับอากาศต้องทำงานมากขึ้น นั่นหมายถึงต้องสิ้นเปลืองพลังงานเพิ่มขึ้นด้วย [14]

ฉนวนกันความร้อนมีความสำคัญในการลดความร้อนที่เข้ามาสู่อาคาร โดยการลดความร้อนที่จะส่งผ่านเข้าตัวอาคาร ในการฉนวนแต่ละชนิดมาใช้ในแต่ละส่วนของอาคารต้องคำนึงคุณสมบัติหลาย ๆ ประการก่อนที่จะมีการเลือกใช้ ตัวอย่างของฉนวนที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีดังที่จะกล่าวต่อไปนี้

1) ฉนวนกันความร้อนแบบฉนวนใยแก้ว (Glass Wool) สำหรับบุใต้หลังคา เหนือฝ้าเพดาน
2) แผ่นสะท้อนความร้อนแบบอะลูมิเนียมฟอยล์ (Aluminuum Foil) สำหรับบุใต้หลังคา
3) สีเซรามิคลดความร้อน (Ceramic Coating) ใช้พ่นหรือทาไว้นอกอาคาร (เช่นที่ หลังคา)
4) ฉนวนกันความร้อนแบบโฟมโปลิยูเรเธน (Polyurethane Foam) ใช้พ่นหลังคาหรือภายนอกอาคาร
5) ฉนวนกันความร้อนแบบโฟมโพลีเอทีลีน (Polyethylene Foam) สำหรับติดตั้งบนแผ่นผ้าเพดาน หรือติดใต้หลังคา

2.3. การปรับอากาศ

2.3.1 จุดประสงค์ในการปรับอากาศ

จุดประสงค์ของการปรับอากาศและการระบายอากาศในอาคาร มีดังนี้

1) เพื่อควบคุมอุณหภูมิของอากาศที่ค่าที่ต้องการตลอดเวลา โดยการให้ความเย็นหรือความร้อน
2) เพื่อควบคุมความชื้น โดยการลดหรือเพิ่มความชื้น
3) เพื่อควบคุมการไหลเวียนของอากาศที่ความเร็วลมที่ต้องการ
4) เพื่อควบคุมคุณภาพและความสะอาดของอากาศ โดยการกำจัดฝุ่นละอองที่สกปรกและกลิ่นควันต่างๆ
5) ควบคุมระดับเสียงในพื้นที่ปรับอากาศ

2.3.2 ปัญหาหลักของการปรับอากาศ

เราพบว่ามีหลายสาเหตุที่เป็นปัญหาในระบบปรับอากาศ ดังนั้นการออกแบบจึงต้องครอบคลุมในทุก ๆ ปัญหาที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาไม่ว่าจะเป็นความร้อนที่เกิดจากอุปกรณ์ที่ติดตั้งในอาคาร ความร้อนที่เกิดจากผู้ที่อาศัยอยู่ในอาคาร ความชื้นในอากาศ ความร้อนที่แพร่เข้ามาในอาคารแสง ความสูงของอาคาร ฤดูการที่เปลี่ยนแปลงทั้งปี และคุณภาพของอากาศที่ได้จากระบบปรับอากาศก็เป็นอีกส่วนสำคัญส่วนหนึ่งซึ่งจะส่งผลไปถึงการดำเนินกิจกรรมของผู้ที่อยู่ในอาคาร จากตัวแปรที่กล่าวมาวิศวกรและสถาปนิกจึงต้องให้ความสนใจกับการออกแบบอาคารที่เหมาะสมกับระบบปรับอากาศ

การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของอากาศภายในห้อง เป็นอีกแง่มุมหนึ่งที่ส่งผลมายังผู้ที่อาศัยอยู่ในอาคาร เนื่องจากการปรับอากาศเป็นกระบวนการที่ส่งไออากาศที่มีต่ำกว่าอุณหภูมิห้องเข้ามา ซึ่งอาจทำให้มีความชื้นสูงกว่าระดับที่เหมาะสมของห้อง ดังนั้นความรู้ความเข้าใจในกระบวนการปรับอากาศเพื่อจัดการกับระบบให้ได้อุณหภูมิ และปริมาณความชื้นที่เหมาะสมจึงมีความจำเป็น เช่น ถ้าความชื้นในอาคารมีค่าสูงเกินกว่าระดับที่เหมาะสม เครื่องปรับอากาศจะต้องใช้กระบวนการลดความชื้น หรือในทางกลับกัน ถ้าในอาคารมีอากาศที่แห้ง เครื่องปรับอากาศต้องใช้กระบวนการเพิ่มความชื้น จะเห็นได้ว่าความชื้นเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ควรถูกนำมาร่วมพิจารณาในการปรับอากาศ

การรั่วไหลเข้าหรือออกของอากาศในอาคารนั้นเป็นอีกหนึ่งปัญหาสำคัญ ซึ่งเกิดขึ้นได้ที่หน้าต่าง ประตู ผนังและเพดาน รอยแยกในอาคาร เพราะนอกจากความเย็นที่ได้จากการปรับอากาศจะรั่วไหลออกไปนอกอาคาร เครื่องปรับอากาศก็ต้องทำงานหนักขึ้นเพื่อกำจัดความชื้นในอากาศที่ผ่านเข้า

มาในตัวอาคาร เนื่องจากปัญหานี้เกี่ยวข้องกับการปรับอากาศโดยตรง การออกแบบอาคารและการใช้วัสดุที่มีคุณภาพสามารถช่วยลดปัญหานี้ได้

2.3.3 การทำความเย็นและอุปกรณ์ทำความเย็น

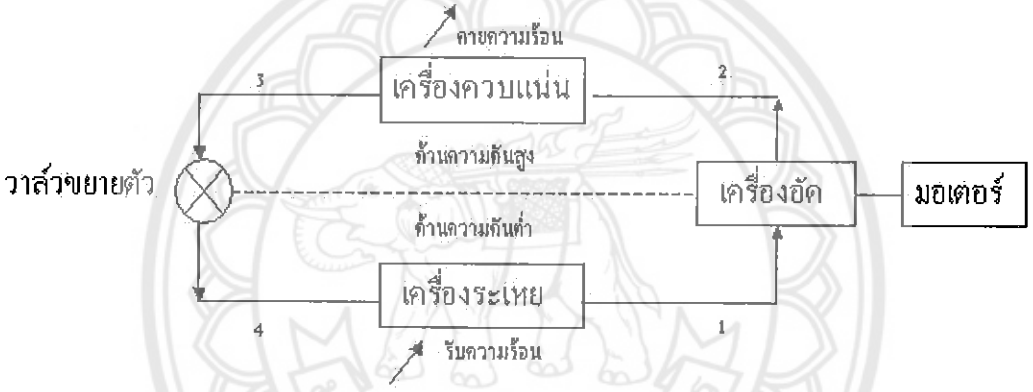
วัฏจักรการทำความเยือนที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในระบบปรับอากาศคือ วัฏจักรการทำความเย็น (รูปที่ 2-4) โดยการกดดันไออุปกรณ์พื้นฐานในการทำความเย็น ประกอบด้วย

เครื่องอัด (Compressor)

เครื่องควบแน่น (Condenser)

วาล์วขยายตัว (Expansion Valve)

เครื่องระเหย (Evaporator)



รูปที่2-4 วัฏจักรการทำความเย็น

เมื่อสารทำความเย็นออกจากเครื่องระเหยที่จุด 1 สารทำความเย็นจะมีสภาวะเป็นไออิ่มตัว (Saturated Vapor) มีความดันต่ำและอุณหภูมิต่ำ สารทำความเย็นที่สภาวะไออิ่มตัว จะถูกอัดด้วยเครื่องอัด จนมีสภาวะที่จุดที่ 2 เป็นไอร้อนยิ่งยวด (Superheated Vapor) มีความดันสูงและอุณหภูมิสูง สารทำความเย็นจะผ่านเข้าไปในเครื่องควบแน่นเพื่อถ่ายเทความร้อนออก โดยที่สารทำความเย็นจะเริ่มเปลี่ยนสภาพกลายเป็นของเหลวที่มีความดันคงที่ จุดที่ 3 สารทำความเย็นที่ออกจากเครื่องควบแน่น จะมีสภาวะเป็นของเหลวอิ่มตัวที่มีความดันสูง เมื่อสารทำความเย็นผ่านวาล์วขยายตัวแล้ว ที่จุด 4 สารทำความเย็นจะมีความดันต่ำ อุณหภูมิต่ำ และเริ่มกลายสภาพเป็นไอและจะผ่านเข้าไปในเครื่องระเหย ที่เครื่องระเหยสารทำความเย็นจะรับความร้อน และกลายสภาพเป็นไออิ่มตัวที่จุด 1 วัฏจักรการทำความเย็นจะดำเนินเช่นนี้ซ้ำต่อ ๆ ไป

2.3.4 ส่วนประกอบและชนิดของระบบปรับอากาศ

ในระบบปรับอากาศมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

1) ระบบผลิตความเย็น/ความร้อน (Heat/Cold Generating Systems) มีเครื่องจักรทำความเย็น (Refrigerating Machine) หอผึ่งน้ำ (Cooling Tower) และหม้อน้ำ (Boiler)

2) ระบบท่อ (Piping System) มีท่อน้ำ ท่อไอน้ำ ท่อสารทำความเย็นและเครื่องสูบน้ำ

3) เครื่องปรับอากาศ (Air Conditioner) มีเครื่องกรองอากาศ เครื่องทำให้อากาศเย็น (Cooling Coil) เครื่องทำให้อากาศร้อน (Heating Coil) และเครื่องทำให้อากาศชื้น

4) ระบบท่อลม (Air Duct System) มีพัดลม ท่อลม และหัวจ่าย

ในปัจจุบันระบบปรับอากาศที่ใช้กันอยู่ทั่วไป สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1) ระบบอากาศทั้งหมด

เป็นระบบปรับอากาศที่ใช้อากาศทั้งหมดแบ่งเป็นได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ ระบบท่อลมเดียวและระบบท่อลมคู่ ระบบท่อลมเดียวจะจ่ายลมเย็นไปตามห้องต่าง ๆ โดยสามารถควบคุมอุณหภูมิจากเครื่องปรับอากาศส่วนกลางเท่านั้น ส่วนระบบท่อลมคู่ส่วนมากจะใช้ในอาคารขนาดใหญ่โดยจะมีทั้งท่อลมเย็นและท่อลมร้อนโดยอากาศร้อนและเย็นจะผสมกันในแต่ละห้องตามการควบคุมอุณหภูมิ

2) ระบบน้ำและอากาศ

ในระบบปรับอากาศแบบอากาศทั้งหมดตามที่ได้กล่าว ภาวะของห้องจะถูกปรับโดยอากาศล้วนๆ ในระบบปรับอากาศแบบน้ำและอากาศ ขดท่อทำความเย็นและพัดลมจะติดตั้งอยู่ในพื้นที่ปรับอากาศน้ำเย็นจะถูกจ่ายเข้าไปในขดท่อทำความเย็น เพื่อให้อากาศที่ผ่านเข้ามาในเครื่องปรับอากาศเย็นลง แล้วจึงจ่ายอากาศเย็นเข้าไปในห้องปรับอากาศ สำหรับการถ่ายเทอากาศ อากาศภายนอกจะถูกทำให้เย็นลงและแห้งลง ก่อนที่จะจ่ายจากเครื่องปรับอากาศส่วนกลาง (เครื่องปรับอากาศปฐมภูมิ) เข้าไปในพื้นที่ปรับอากาศ

เนื่องจากน้ำมีค่าความร้อนจำเพาะและน้ำหนักจำเพาะสูงกว่าอากาศมาก จึงต้องการขนาดท่อที่เล็กกว่า และกำลังที่น้อยกว่าในการส่งถ่ายปริมาณความร้อนที่เท่ากัน ฉะนั้นในการปรับภาระความร้อน จึงต้องการปริมาตรอากาศจากเครื่องปรับอากาศส่วนกลางน้อยลง ทำให้ขนาดของเครื่องปรับอากาศส่วนกลางเล็กลง รวมถึงใช้ที่สำหรับท่อลมน้อยลง

3) ระบบน้ำทั้งหมด

ระบบน้ำทั้งหมดเป็นระบบที่ให้น้ำเย็นจากเครื่องทำน้ำเย็นจ่ายไปยังเครื่องส่งลมเย็นในแต่ละพื้นที่ปรับอากาศ อากาศสำหรับการถ่ายเทถูกนำเข้ามาโดยตรงผ่านช่องผนังหรือท่ออากาศบริสุทธิ์และผสมกับลมกลับผ่านเครื่องส่งลมเย็น เพื่อปรับสภาวะและจ่ายไปในพื้นที่ปรับอากาศ ระบบนี้สามารถที่จะควบคุมอุณหภูมิและความชื้น รวมถึงการใช้งานของแต่ละพื้นที่แยกอิสระต่อกัน และใช้

6 9 ธ.ค. 2547 ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ 4700164

พื้นที่น้อยกว่าระบบอื่นๆ แต่จะต้องการการบำรุงรักษามากกว่าระบบอื่น รวมถึงการควบคุมเสียงของเครื่องส่งลมเย็น

4) ระบบปรับอากาศแบบหน่วยเดียว

ระบบปรับอากาศแบบนี้ ใช้เครื่องแบบ Direct Expansion ประกอบด้วย เครื่องทำความเย็น พัดลม และขดท่อทำความเย็น อยู่ในเปลือกหุ้มเดียวกัน ระบบเครื่องปรับอากาศแบบนี้แบ่งได้เป็น 4 ประเภทคือ

เครื่องปรับอากาศแบบชุดระบายความร้อยด้วยน้ำ

เครื่องปรับอากาศและชุดระบายความร้อนด้วยอากาศ

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

เครื่องปรับอากาศแบบติดหน้าต่าง

เครื่องทำความเย็นที่ประกอบในเครื่อง อาจเป็นแบบเครื่องควบแน่นระบายความร้อนด้วยน้ำ หรือเครื่องควบแน่นระบายความร้อนด้วยอากาศ ในระบบแยกส่วน (Split Type System) เครื่องควบแน่นระบายความร้อนด้วยอากาศจะอยู่แยกจากเครื่องปรับอากาศ โดยมีท่อต่อระหว่างกัน ในเครื่องปรับอากาศแบบชุดระบายความร้อนด้วยน้ำจำเป็นต้องมีเครื่องสูบน้ำหล่อเย็นและหอผึ่งน้ำเพื่อระบายความร้อนจากเครื่องควบแน่น และหมุนเวียนน้ำหล่อเย็นกลับมาใช้ได้อีก อาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศแบบชุดจำนวนมาก มักจะมีระบบน้ำหล่อเย็นส่วนกลาง เพื่อระบายความร้อนจากเครื่องควบแน่นร่วมกัน

2.3.5 เครื่องทำน้ำเย็น (Water Chiller)

ระบบปรับอากาศส่วนใหญ่ที่ใช้ในประเทศไทยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือเครื่องปรับอากาศแบบหน่วยเดียวที่ได้กล่าวมาแล้วขั้นต้นและระบบปรับอากาศที่ใช้น้ำเย็น ซึ่งจะแบ่งย่อยได้อีก 2 แบบคือ เครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ และเครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศในที่นี้ทางผู้จัดทำจะให้ความสนใจเฉพาะเครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศซึ่งมีการใช้งานอยู่อาคารวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรเท่านั้น

เครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Water Chiller) จะใช้อากาศเป็นตัวกลาง เพื่อการถ่ายเทความร้อนทิ้งจากเครื่องควบแน่น ในระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ จะประกอบด้วยอุปกรณ์ต่อไปนี้

1) เครื่องอัด ซึ่งมักจะเป็นเครื่องอัดแบบลูกสูบ (Reciprocating Compressor) เครื่องควบแน่นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ พัดลมระบายความร้อนจากเครื่องควบแน่นพร้อมมอเตอร์ อุปกรณ์ลดความดันและอุปกรณ์ทำน้ำเย็น (Water coller) ซึ่งมักเป็นแบบถึงและท่อ (Shell and Tube)

2) เครื่องส่งลมเย็นแบบใช้น้ำเย็น (Chilled Water Air Handling Unit or Fan Coil Unit) เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งในพื้นที่ปรับอากาศ เพื่อปรับสภาวะอากาศให้ได้ตามต้องการ ในการปรับอากาศมักจะ

ต้องใช้เทอร์โมสแตท ทำงานควบคุมกับอุปกรณ์ควบคุมปริมาณน้ำที่จ่ายเข้าในขดท่อทำความเย็น เพื่อให้ได้สภาวะอากาศภายในพื้นที่ปรับอากาศตามต้องการ

3) เครื่องสูบน้ำเย็น (Chilled Water Pump) ใช้ในการหมุนเวียนน้ำเย็นภายในระบบ โดยการจ่ายน้ำเย็นจากเครื่องทำน้ำเย็นไปยังเครื่องส่งลมเย็นในพื้นที่ปรับอากาศ เพื่อรับการถ่ายเทความร้อนจากอากาศที่ต้องปรับสภาวะในแต่ละพื้นที่ น้ำเย็นที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นจะถูกส่งกลับเข้าไปในเครื่องทำน้ำเย็นใหม่ และหมุนเวียนเช่นนี้ต่อไป

เครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนอากาศ มักจะมีขนาดตั้งแต่ 50 KWR ถึง 350 KWR และใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบประมาณ 0.34 – 0.40 KW/KWR โดยที่อัตราส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์แต่ละตัว ดังนี้

เครื่องอัดใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 80-85 % ของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งระบบ
เครื่องสูบน้ำเย็นใช้ประมาณ 3-6 %
พัดลมระบายความร้อนจากเครื่องควบแน่นประมาณ 4-6 %
เครื่องส่งลมเย็นประมาณ 5-10 %

เครื่องทำน้ำเย็นแบบนี้เหมาะที่จะใช้กับบริเวณที่สามารถหาน้ำที่มีคุณภาพดีได้ยาก หรืออาคารที่ไม่มีที่สำหรับหอผึ่งน้ำ

2.3.6 ประสิทธิภาพของเครื่องทำความเย็น

การแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็น สามารถแสดงให้เห็นได้โดย

1) สัมประสิทธิ์ในการทำงาน (Coefficient of Performance) สัมประสิทธิ์ในการทำงาน (COP) เป็นค่าที่แสดงประสิทธิภาพของวัฏจักรการทำความเย็น คือ อัตราส่วนระหว่างพลังงานที่เครื่องสามารถทำความเย็นได้ ต่อพลังงานที่ต้องใช้ (พลังงานไฟฟ้า) โดยทั่วไป ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ ความร้อนจะมีค่าน้อยกว่า 1 แต่สำหรับวัฏจักรการทำความเย็นนั้น ต่างจากเครื่องยนต์ความร้อน เพราะเครื่องทำความเย็นนั้น ทำหน้าที่เป็นปั๊มสำหรับถ่ายเทความร้อน ฉะนั้นเมื่อเปรียบเทียบงานที่ทำในเครื่องอัดกับความสามารถในการทำความเย็นแล้ว ความสามารถในการทำความเย็นจะมีค่าสูงกว่า

2) อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency Ratio) เช่นเดียวกับสัมประสิทธิ์ในการทำงาน เพียงแต่ว่าพลังงานความเย็นที่ใช้มีหน่วยเป็น บีทียู/ชม. แต่พลังงานไฟฟ้าที่ใช้มีหน่วยวัตต์ เพราะฉะนั้น ประสิทธิภาพ อีอีอาร์จะมีหน่วยเป็น บีทียู/ชม. ต่อวัตต์

2.3.7 การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศในอาคาร

วิธีการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศนั้นสามารถกระทำได้ 4 วิธีหลัก ๆ โดยทางผู้จัดทำจะกล่าวเฉพาะส่วนที่ระบบปรับอากาศชนิดเครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศสามารถทำได้เท่านั้น

1) การประหยัดพลังงานโดยใช้งานอุปกรณ์ที่มีอยู่ในระบบปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ

อุปกรณ์ระบบปรับอากาศที่ติดตั้งใช้งานอยู่ในอาคาร ถ้าใช้อย่างมีหลักเกณฑ์และคำนึงถึงเรื่องการประหยัดพลังงานแล้ว จะสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ โดยที่เจ้าของอาคารไม่ต้องลงทุนเพิ่มเติม โดยวิธีการดังนี้

1.1) ควบคุมความดันด้านอีแวปอเรเตอร์ (Evaporator) ให้สูงที่สุดโดยเพิ่มอุณหภูมิน้ำเย็น ในระบบปรับอากาศแบบเครื่องทำน้ำเย็นหล่อเย็นด้วยน้ำ (Water Cooled Water Chiller) หรือแบบเครื่องทำน้ำเย็นหล่อเย็นด้วยอากาศ (Air Cooled Water Chiller) ในระบบจะต้องประกอบด้วยเครื่องส่งลมเย็น ที่ติดตั้งไว้ในพื้นที่นั้น

เมื่อพิจารณาถึงการปรับสภาวะอากาศรวมทั้งอาคาร ย่อมจะต้องมีบางช่วงเวลาที่ภาระความร้อนรวมของอาคารลดต่ำลง ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานของอาคาร , ลักษณะของอาคาร ฯลฯ ในช่วงเวลาดังกล่าว อุปกรณ์ควบคุมปริมาณน้ำเย็นที่เครื่องส่งลมเย็นแต่ละเครื่อง ก็จะต้องหรี่น้ำเย็นให้ผ่านขดท่อทำความเย็นต่ำลง เพื่อให้สามารถทำความเย็นให้เหมาะสมกับภาระในขณะนั้น แต่ทั้งนี้น้ำเย็นที่เข้าของเครื่องส่งลมเย็น จะมีอุณหภูมิประมาณ 7.2 °C ซึ่งเป็นอุณหภูมิน้ำเย็นที่ใช้งานทั่วไป

ในช่วงเวลาที่ภาระรวมของอาคารต่ำลงดังกล่าว เราสามารถประหยัดพลังงานที่เครื่องทำน้ำเย็นลงได้อีก โดยการปรับแต่งเทอร์โมสแตทที่เครื่องทำน้ำเย็นให้สูงขึ้นอีกประมาณ 1.7 °C - 2.8 °C ความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องส่งลมเย็นแต่ละเครื่อง จะยังเพียงพอและเหมาะสมกับภาระความร้อนในขณะนั้นเช่น เมื่อน้ำเย็นเข้าเครื่องทำน้ำเย็นที่อุณหภูมิ 7.2 °C แต่เมื่อให้น้ำเย็นเข้าที่ 10 °C. เครื่องส่งลมเย็นจะทำความงานลดลง

การตั้งเทอร์โมสแตทของเครื่องทำน้ำเย็นให้สูงขึ้น จะทำให้ Evaporating Temperature สูงขึ้นและความดันด้านอีแวปอเรเตอร์สูงขึ้น เป็นผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นสูงขึ้นด้วย พลังงานที่ต้องใช้ในการทำความเย็นของเครื่องอัด ต่อภาระความร้อนที่เท่ากันจะลดลง เช่น เมื่ออุณหภูมิของน้ำเย็นที่ทางออกของเครื่องทำน้ำเย็น 7.2 °C พลังงานที่ต้องใช้เท่ากับ 0.26 KW/KWR แต่เมื่ออุณหภูมิของน้ำเย็นที่ทางออกเป็น 10 °C พลังงานที่ต้องใช้เท่ากับ 0.25 KW/KWR

1.2) การใช้ Return Air และ Outside Air

ในระบบปรับอากาศจะต้องนำอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเข้ามาในอาคาร เพื่อถ่ายเทอากาศภายในพื้นที่ปรับอากาศให้บริสุทธิ์ตลอดเวลา ปกติอากาศภายนอกที่นำเข้ามาจะไม่เกิน 10 % ของปริมาณลมส่งที่จ่ายในแต่ละพื้นที่การนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามามากเกินไป จะทำให้สิ้นเปลืองพลังงานในระบบปรับอากาศ กล่าวคือ การนำอากาศภายนอก ซึ่งมีอุณหภูมิ 35 °C และมีความชื้นสัมพัทธ์ 60 % เข้ามาในพื้นที่ปรับอากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร/นาที คิดเป็นภาระความร้อนได้ 750 วัตต์ ฉะนั้น การนำอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเข้ามาในอาคาร ในช่วงเวลาที่อุณหภูมิอากาศภายนอกสูง จึงควรนำเข้ามาเท่าที่จำเป็น

ในบางอาคารที่ใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง จะมีช่วงเวลากลางคืนในบางฤดูที่อากาศภายนอกมีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เหมาะสม พอที่จะนำเข้ามาในพื้นที่ปรับอากาศได้ เช่น ในฤดูหนาว อากาศภายนอกจะมีอุณหภูมิประมาณ 18.6 °C และความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 60 % ซึ่งเป็นสภาวะที่สามารถนำเข้ามาใช้งานในพื้นที่ปรับอากาศได้ โดยจะช่วยลดภาระของเครื่องปรับอากาศลงได้ ฉะนั้น ในช่วงเวลาดังกล่าว ถ้าเราเปิดใบปรับปริมาณลม (Damper) ที่หน้ากากอากาศบริสุทธิ์ (Fresh Air Grille) ให้เต็มที่ เพื่อให้อากาศภายนอกเข้ามามากที่สุด ก็จะสามารถประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศลงได้

2) การประหยัดพลังงานโดยการปรับปรุงวัสดุอุปกรณ์ระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศที่ใช้งานในอาคาร เมื่อปรับปรุงหรือติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงานเพิ่มเติมเข้าไปแล้ว จะทำให้สามารถลดการใช้พลังงานรวมของระบบปรับอากาศลงได้ ทั้งนี้เจ้าของอาคารจะต้องลงทุนปรับปรุงหรือติดตั้งอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับอาคารนั้นๆ วิธีต่างๆ ดังกล่าวคือ

2.1) การหุ้มฉนวนท่อน้ำให้มีความหนาที่เหมาะสม

ระบบปรับอากาศแบบใช้เครื่องทำน้ำเย็น (Water Chiller) จะต้องมีท่อน้ำ เพื่อจ่ายน้ำเย็นไปยังเครื่องส่งลมเย็นตามส่วนต่างๆ ภายในอาคาร อุณหภูมิของน้ำเย็นประมาณ 7.2 °C –10 °C ดังนั้น เพื่อป้องกันการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกถ่ายเทเข้าไปในน้ำเย็น จึงต้องหุ้มฉนวนท่อน้ำเย็น การพิจารณาใช้ฉนวนกับความร้อนที่มีความหนาที่เหมาะสม จะช่วยประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศลง ฉนวนกันความร้อนที่ใช้มักเป็น Stylene Foam หรือ Closed Cell Foam

การพิจารณาใช้ฉนวนกันความร้อนที่มีความหนามากๆ จะลดการถ่ายเทความร้อนได้สูง แต่ราคาทุนก็สูง การพิจารณาหาความหนาที่เหมาะสมของฉนวนกันความร้อน จึงต้องพิจารณาหลายๆ ด้านคือ ลักษณะการใช้งาน ชั่วโมงการใช้งานของอาคาร อุณหภูมิของอากาศรอบท่อน้ำ ราคาของฉนวนและความหนาของฉนวน ซึ่งจะต้องเพียงพอต่อการป้องกันการเกิดควบแน่นของความชื้น (Condensation) บนผิวฉนวนท่อน้ำ

2.2) การเลือกใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอากาศ

ในการปรับอากาศ เราจะต้องนำอากาศบางส่วนในพื้นที่ปรับอากาศทิ้งไป และนำอากาศบริสุทธิ์จากภายนอก เข้ามาชดเชย เพื่อถ่ายเทให้อากาศภายในบริสุทธิ์ตลอดเวลา อากาศที่ทิ้งไปเป็นอากาศที่เย็น มักมีอุณหภูมิประมาณ 25.6 °C - 26.7 °C และอากาศที่ถ่ายเททิ้งไปจะเป็นประมาณ 10% ของปริมาณลมส่งในแต่ละพื้นที่ เห็นได้ว่าเป็นการสูญเสียพลังงานเป็นจำนวนมาก เราสามารถนำพลังงานส่วนนี้กลับมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้ โดยการใช้ Air to Air Heat Exchanger (ATA) อุปกรณ์ดังกล่าวจะทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนระหว่างอากาศที่จะทิ้งไปกับอากาศที่จะนำเข้ามาใหม่ อากาศภายนอกที่มีอุณหภูมิสูงจะถูกทำให้เย็นลงก่อนที่จะผ่านเข้าที่เครื่องส่งลมเย็น

อุปกรณ์ดังกล่าว จะถ่ายเทความร้อนระหว่างอากาศบริสุทธิ์และอากาศเสีย โดยไม่ให้สัมผัสกันโดยตรง อุปกรณ์นี้เหมาะสำหรับอาคารที่มีห้องเครื่องส่งลมเย็นอยู่ในแนวเดียวกัน เพื่อสะดวกต่อการรวบรวมอากาศที่นำทิ้งไปมาเข้าอุปกรณ์ ATA และสามารถจ่ายอากาศบริสุทธิ์ผ่านที่อุปกรณ์ ATA กลับไปยังเครื่องส่งลมเย็นแต่ละเครื่อง

สำหรับในอาคารเก่า จะปรับปรุงใช้ระบบนี้ได้โดยการติดตั้งท่อลม เพื่อรวบรวมอากาศที่จะทิ้งไปกลับมาที่อุปกรณ์ ATA และติดตั้งท่อลมเพื่อส่งอากาศบริสุทธิ์กลับไป การพิจารณาติดตั้งจะต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้และพื้นที่ในการติดตั้ง ชั่วโมงการใช้งานของอาคาร พลังงานที่จะต้องใช้เพิ่มเติม และราคาในการลงทุน สำหรับอาคารใหม่ควรคำนึงถึงการติดตั้งอุปกรณ์ ATA และเตรียมการเพื่อการติดตั้งไว้ในช่วงออกแบบ จะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการลงทุนได้

ในการใช้งานอุปกรณ์ ATA ควรคำนึงถึงพลังงานที่จะต้องใช้สำหรับพัดลมที่อุปกรณ์ ATA ด้วยว่าคุ้มกับพลังงานที่ประหยัดลงได้หรือไม่ โดยเฉพาะอาคารที่ใช้งาน 24 ชั่วโมง ในช่วงเวลากลางคืน เมื่ออากาศภายนอกลดต่ำลง การประหยัดพลังงานด้วยอุปกรณ์ ATA จะลดลง ซึ่งอาจจะไม่คุ้มกับการเปิดใช้งานในช่วงเวลาดังกล่าว ลักษณะเช่นนี้ จึงควรพิจารณาใช้ ATA เฉพาะในช่วงเวลากลางวันและปิดในช่วงเวลากลางคืน

3) การประหยัดพลังงานโดยการออกแบบอาคารและระบบปรับอากาศให้เหมาะสม

ในอาคารที่จะสร้างขึ้นใหม่ ควรคำนึงถึงเรื่องการใช้พลังงานภายในอาคาร ระบบปรับอากาศเป็นส่วนที่มีอัตราการใช้พลังงานอยู่ในเกณฑ์สูง ดังที่กล่าวมาแล้ว การออกแบบระบบปรับอากาศให้ประหยัดพลังงาน จะต้องคำนึงถึงตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง และต้องพิจารณาให้เหมาะสมและครอบคลุมสภาพแวดล้อมอื่นๆ ซึ่งจะทำให้ได้หลักการและวิธีการออกแบบระบบที่มีประสิทธิภาพสูงสุด และได้ระบบที่ใกล้เคียงกับองค์ประกอบ ดังนี้

คุณภาพของสภาพแวดล้อมภายในอาคาร ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการใช้สอยอาคารและความต้องการของผู้ใช้

จำนวนเงินลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการใช้งานระบบ

3.1) การออกแบบระบบปรับอากาศให้มีประสิทธิภาพสูงและประหยัดพลังงานจะต้องสัมพันธ์กับงานด้านสถาปัตย์และอื่นๆ ดังนี้

➢ การจัดทิศทางของอาคาร

การจัดทิศทางของอาคารมีผลต่อความสุขสบายภายในอาคาร จากผลการแผ่รังสีความร้อน ในประเทศในเขตร้อนควรจะออกแบบอาคารให้หลีกเลี่ยงการแผ่รังสีความร้อนให้มากที่สุด สถาปนิกควรจะต้องคำนึงถึงสิ่งเหล่านี้ให้มากส่วนที่ยาวที่สุดของอาคาร รวมถึงหน้าต่าง ควรหันหน้าทางทิศเหนือและใต้ เพื่อลดการรับความร้อนเข้ามาภายในอาคารโดยการส่งผ่านความร้อนและการแผ่รังสีความร้อน การส่งผ่านความร้อนและการแผ่รังสีความร้อนผ่านผนังและหน้าต่างด้านทิศตะวันออกและตะวันตก มีค่าสูงกว่าด้านทิศเหนือและใต้มาก

➢ อาคารถาวรข้างเคียง

ถ้าอาคารถูกบังแสงโดยอาคารถาวรข้างเคียง การรับความร้อนเข้าภายในอาคาร โดยการส่งผ่านความร้อนและการแผ่รังสีความร้อนจะลดลงไปได้มาก ผลดังกล่าวจะเหมือนกับการมีม่านกันแสงด้านนอกอาคาร นอกจากนี้อาคารข้างเคียงยังช่วยบังลมที่จะปะทะกับอาคารให้ลดน้อยลง ซึ่งเป็นผลให้ลดการรั่วของปริมาณอากาศภายนอกที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูงกว่าที่ผ่านเข้าตามกรอบประตูและหน้าต่างเป็นผลให้ลดภาระความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) และความร้อนแฝง (Latent Heat) ภายในพื้นที่ปรับอากาศ

ลดค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังอาคาร เนื่องจากการเกิดฟิล์มของอากาศที่ผนังอาคาร ซึ่งจะเป็นฉนวนความร้อนได้ดีกว่า

➢ การใช้ผิวสะท้อนแสง, กระจกสะท้อนแสง

ผิวสะท้อนแสงจะช่วยสะท้อนและความร้อน ที่จะเข้าไปภายในอาคารที่มีการปรับอากาศ ปริมาณแสงและความร้อนที่จะสะท้อนได้ขึ้นกับสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุที่ใช้

ในขณะเดียวกัน สถาปนิก จะต้องคำนึงถึงการจัดทิศทางของอาคารให้อยู่ภายใต้ข้อจำกัดอื่นๆ ของบริเวณที่จะก่อสร้างอาคารด้วย

➢ วัตถุประสงค์การใช้สอยอาคาร

จะเป็นหัวข้อหลักในการกำหนดรูปร่างของอาคาร อย่างไรก็ดี ถ้าหากอาคารใดมีข้อจำกัดเนื่องจากการใช้สอยอยู่น้อยหรือไม่มีเลย ผู้ออกแบบควรจะเลือกรูปร่างของอาคารที่จะลดการรับความร้อนเข้าสู่อาคารให้น้อยที่สุด อาคารในประเทศในเขตร้อน อาคารควรมีรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าโดยให้หันส่วนแคบของอาคารไปทางทิศตะวันออกและตะวันตก

➢ ผนังอาคาร

ผนังอาคารที่มีการปรับอากาศควรจะทำด้วยวัสดุที่มีค่า สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนต่ำ (U – VALUE) เช่น ผนังก่ออิฐฉาบปูน 2 หน้า หนา 4 นิ้ว จะมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนอยู่ที่ 2.556 $W/m^2 \cdot K$ แต่ถ้าใช้ผนังก่อด้วยคอนกรีตบล๊อกฉาบปูน2 หน้า หนา 4 นิ้วจะมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจะมีค่าน้อยกว่าที่ 2.386 $W/m^2 \cdot K$

➢ หลังคา

หลังคาของอาคารควรให้บุฉนวนกันความร้อน และควรให้มีการระบายอากาศที่ดี ไม่ควรติดตั้งกระจกช่องแสงบนหลังคา

➢ หน้าต่าง

หน้าต่างของอาคาร ควรทำด้วยกระจกสีชา หรือกระจกสะท้อนแสง กระจกสีชาที่ดูดซับพลังงานแสงอาทิตย์ได้ 50% (50% Absorbing Glass) จะมีค่าตัวประกอบกับการถ่ายเทความร้อนต่ำกว่ากระจกใสธรรมดา (Ordinary Glass) ประมาณ 27 % ในอาคารปรับอากาศควรมีหน้าต่างให้น้อยที่สุด

การใช้กระจกสองชั้น จะช่วยลดการส่งผ่านความร้อนได้มาก เช่น กระจก 2 ชั้นที่กระจกชั้นนอกเป็นกระจกแบบดูดซับพลังงานแสงอาทิตย์ได้ 50 % และชั้นในเป็นกระจกใสธรรมดา จะมีค่าประกอบการถ่ายเทความร้อนต่ำกว่ากระจกใสธรรมดาชั้นเดียวประมาณ 40 %

➢ การบังแสง

การบังแสงจากภายนอกอาคาร จะสามารถลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกอาคารได้มากกว่า การใช้ม่านหรือมู่ลี่กันแสงภายในอาคาร เช่น ถ้าหน้าต่างเป็นแบบกระจกใสธรรมดาชั้นเดียว และใช้ม่านบังแสงภายนอกจะมีค่าตัวประกอบการถ่ายเทความร้อนต่ำกว่าการใช้ม่านบังแสง ภายในประมาณ 41 %

การบังแสงภายนอกสามารถทำได้ โดยการใช้กันสาดในแนวตั้งและนอน (Horizontal and Vertical Overhang) หรือการหลบแนวหน้าต่างเข้ามาภายใน (Set Back Window) สำหรับประเทศในเขตร้อน ควรใช้กันสาดในแนวนอนด้านทิศตะวันออกและตะวันตก และใช้กันสาดในแนวตั้งด้านทิศเหนือและทิศใต้ การออกแบบการบังแสงดังกล่าว ควรจะป้องกันไม่ให้หน้าต่างได้รับแสงแดดได้โดยตรงเลย

➢ ตำแหน่งห้องเครื่อง

โดยทั่วไปแล้ว ตำแหน่งห้องเครื่องระบบปรับอากาศจะถูกจัดไว้ให้ที่ชั้นใต้ดินหรือบนหลังคา ซึ่งตำแหน่งเหล่านี้ตามปกติจะไม่ใช่ตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากระบบปรับอากาศจะแพงและมีประสิทธิภาพต่ำลง ผู้ออกแบบควรพยายามกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุด โดยมีระยะทางจากห้องเครื่องหลักไปยังตำแหน่งต่างๆ ที่มีการปรับอากาศน้อยและใกล้เคียงที่สุด

3.2) การประเมินภาระความเย็น

ภาระความเย็นจะถูกประเมิน เพื่อเป็นรากฐานในการเลือกอุปกรณ์ระบบปรับอากาศ การหาข้อมูลโดยละเอียดเพื่อประเมินภาระความเย็น สำหรับอาคารที่จะติดตั้งระบบปรับอากาศ รวมถึงการประเมินภาระความเย็นที่ต้องการในเวลาต่างๆ กันหลายๆ ขณะในวันหนึ่งๆ จะทำให้สามารถหาภาระความเย็นที่ใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด จากภาระความเย็นที่ประเมินได้รวมถึงลักษณะการใช้งานอาคาร สามารถเลือกระปรับอากาศ ขนาดเครื่องปรับอากาศ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้เหมาะสมและใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

3.3) การเลือกอุปกรณ์ระบบปรับอากาศ

ภายหลังจากที่ได้ประเมินภาระความเย็นที่ต้องการแล้ว จะต้องมีการเลือกอุปกรณ์ที่มีขนาดเหมาะสมกับภาระที่ประเมินไว้ การจ่ายลมในบริเวณพื้นที่ปรับอากาศ จะต้องอยู่ในภาวะเหมาะสมเพื่อชดเชยกับความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) และความร้อนแฝง (Latent heat) ที่ประเมินไว้

ระบบปรับอากาศและวิธีการที่จะใช้ในการควบคุมสภาวะอากาศภายในอาคารมีอยู่หลายแบบในการเลือกใช้ระบบต่างๆ จะต้องพิจารณาข้อดีข้อเสียที่เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานของอาคารและตัดสินใจเลือกระบบที่ดีที่สุด การแปรเปลี่ยนของภาวะความร้อน ความต้องการในการแบ่งโซนเนื้อที่ที่มีอยู่ และราคาเป็นตัวแปรที่จะกำหนดชนิดของระบบปรับอากาศที่ควรเลือกใช้การเลือกใช้อุปกรณ์ระบบปรับอากาศเพื่อให้ประหยัดพลังงาน มีหลักในการพิจารณา ดังนี้

- ชนิดของเครื่องทำน้ำเย็น

การพิจารณาเลือกเครื่องทำน้ำเย็น จะต้องเลือกเครื่องที่มีค่า COP หรือ EER สูง เครื่องทำน้ำเย็นดังกล่าวจะมีคอนเดนเซอร์ และอีแวปอเรเตอร์ ที่มีขนาดใหญ่ และจะมีวงจรการทำงานที่อุณหภูมิของควบแน่นต่ำ (Low Condensing Temperature) อุณหภูมิของการระเหยสูง (high evaporating temperature) เครื่องทำน้ำเย็นชนิดนี้จะมีราคาสูงแต่ค่าใช้จ่ายในการใช้งานต่ำ

นอกจากนี้การเลือกใช้เครื่องทำน้ำเย็น แบบระบายความร้อนด้วยน้ำ และเครื่องน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ ซึ่งมีความแตกต่างในการพิจารณาใช้ เครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ จะมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่ำกว่าแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ ยกตัวอย่างเช่น เครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำจะมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการประมาณ 0.798 บาท/กิโลวัตต์ความเย็น ในขณะที่เครื่องทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยอากาศมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการประมาณ 0.863 บาท/กิโลวัตต์ความเย็น เห็นได้ว่าการใช้เครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำจะประหยัดกว่า แต่การเลือกใช้ต้องพิจารณาในแง่อื่นๆ ด้วย รวมถึงการลงทุน

- การใช้เครื่องทำน้ำเย็นหลายๆ ตัว

จากการประเมินภาระความเย็น เราสามารถพิจารณาเลือกเครื่องทำน้ำเย็นที่มีขนาดที่เหมาะสมกับภาระในแต่ละขณะได้ การใช้เครื่องทำน้ำเย็นหลาย ๆ เครื่องทำให้สามารถปิดเครื่องน้ำเย็นบางตัว

ลงได้ ในขณะที่ภาระของอาคารต่ำ เครื่องทำน้ำเย็นที่ยังเปิดอยู่ เมื่อใช้งานที่ภาระที่เต็มที่ก็จะมีประสิทธิภาพสูง

เครื่องขนาดเล็กหลายๆ เครื่อง มักจะแพงกว่าการใช้เครื่องขนาดใหญ่จำนวนน้อยเครื่องกว่า แต่การใช้เครื่องขนาดเล็กๆหลายๆเครื่อง มักจะสะดวกในด้านการออกแบบ เพื่อให้ประหยัดพลังงาน

➢ การใช้เครื่องทำน้ำเย็นแบบปรับความเร็วรอบได้

ในอาคารบางประเภทที่มีการเปลี่ยนแปลงของภาระมาก และใช้งานที่ภาระเพียงบางส่วนตลอดเวลา การใช้ INVERTER เพื่อแปรเปลี่ยนรอบของเครื่องอัด เพื่อให้เหมาะสมกับภาระในแต่ละขณะ จะสามารถประหยัดลงได้มาก

ปัจจุบันราคาของ INVERTER ยังสูงมาก โดยเฉพาะกับมอเตอร์ขนาดใหญ่ การพิจารณาใช้เครื่องทำน้ำเย็นแบบปรับความเร็วรอบได้ จึงต้องพิจารณาหลาย ๆ ด้านเพื่อความเหมาะสม

➢ การใช้เครื่องสูบน้ำที่มีประสิทธิภาพสูง

เครื่องสูบน้ำที่ใช้ในระบบปรับอากาศ ควรเลือกใช้ขนาดที่ถูกต้อง และเลือกใช้ในจุดที่ประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำสูงสุด การคำนวณความเสียดทานรวมทั้งหมด (หัวน้ำรวม) และอัตราการไหลของน้ำในระบบให้แม่นยำ จะสามารถเลือกเครื่องสูบน้ำที่เหมาะสมและประหยัดพลังงานได้ ซึ่งเห็นได้จากสมการ

$$P = \frac{Q \times H \times p}{102.2 \times E_p \times E_M} \qquad (2\text{-}4)$$

เมื่อ P = กำลังงานที่ใช้ [kW]

Q = อัตราการส่งน้ำ [ลิตร/วินาที]

H = ความดันรวม [เมตร]

p = ความถ่วงจำเพาะของน้ำ

E_P = ประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ [%]

E_M = ประสิทธิภาพของมอเตอร์ [%]

การเลือกเครื่องสูบน้ำที่อัตราการไหลและหัวน้ำมากเกินความจำเป็น จะทำให้สิ้นเปลืองพลังงานโดยเปล่าประโยชน์

➢ การใช้ท่อน้ำและวาล์วที่มีความเสียดทานต่ำ

เราสามารถลดความเสียดทานในท่อโดยเลือกท่อมีขนาดใหญ่ขึ้นได้ ความเสียดทานของการไหลของน้ำจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณหรือความเร็วของน้ำยกกำลังสอง กล่าวได้คือในท่อเดียวกัน ถ้าทำให้ความเร็วน้ำในท่อลดลง 2 เท่า ความเสียดทานในท่อจะลดลงเป็น 4 เท่าของเดิม ซึ่งก็จะลดขนาดของเครื่องสูบน้ำลงได้

การใช้ท่อน้ำใหญ่ขึ้น ราคาก็จะต้องสูงขึ้น ฉะนั้นจะต้องนำมาวิเคราะห์ด้วย ในบางครั้งเราอาจจะพิจารณาเพิ่มขนาดท่อเฉพาะในช่วงที่เป็นสาเหตุให้เกิดความเสียดทานสูงเท่านั้น

วาล์วต่างๆ ที่ใช้ระบบควรพิจารณาใช้ วาล์วผีเสื้อ (Butterfly Valve) ซึ่งมีความเสียดทานต่ำกว่า ก๊อกวาล์ว (Globe Valve) และเกทวาล์ว (Gate Valve) รวมถึงการเลือกใช้วาล์วทีมีขนาดใหญ่ขึ้นด้วย

นอกจากนี้ การลดความเสียดทานในระบบท่อน้ำ โดยให้ระยะทางจากห้องเครื่องไปยังอุปกรณ์ต่างๆ สั้นที่สุด เช่น ในอาคารที่มีลักษณะยาว ถ้าห้องเครื่องอยู่สุดปลายด้านใดด้านหนึ่ง ก็จะทำให้ระยะทางห้องเครื่องไปยังเครื่องส่งลมเย็นตัวสุดท้ายไกล ฉะนั้น ก็สามารถให้ห้องเครื่องอยู่กลางส่วนยาวของอาคารได้ ก็จะสามารถลดความเสียดทานรวมในท่อน้ำ เช่นเดียวกับอาคารสูงๆ ถ้าในห้องเครื่องอยู่ชั้นกลางๆ ได้ ระยะทางก็จะลดลง และประหยัดพลังงานที่เครื่องสูบน้ำลงได้

➢ การใช้พัดลมที่มีประสิทธิภาพสูง

เช่นเดียวกับการเลือกเครื่องสูบน้ำ การเลือกพัดลมควรคำนวณความเสียดทานรวมทั้งหมดที่เกิดขึ้นในระบบส่งลมเย็น และปริมาณลมให้แม่นยำ และเลือกพัดลมใช้ในจุดที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

ในการเลือกพัดลม ถ้าใช้ค่าความเสียดทานสูงเกินไปในการเลือก เราจะได้พัดลมขนาดใหญ่กว่าความจำเป็นและถ้าเราให้พัดลมหมุนด้วยความเร็วตามที่เลือกไว้ ก็จะได้อัตราการส่งลมเย็นมากเกินความจำเป็น เป็นการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าโดยไม่จำเป็น ซึ่งเห็นได้จากสมการ

$$P = \frac{Q \times H}{102 \times E_B \times E_M}[KW] \qquad (2\text{-}5)$$

เมื่อ P = กำลังงานที่ใช้ [kW]

Q = อัตราการส่งลม (ลิตร/วินาที)

H = ความดันรวม (เมตร)

E_B = ประสิทธิภาพของพัดลม [%]

E_M = ประสิทธิภาพของมอเตอร์ [%]

แม้ว่าเราจะลดรอบของพัดลมลง มอเตอร์ที่ใหญ่กว่าความต้องการมากก็จะทำให้ประสิทธิภาพต่ำลงได้ การเลือกใช้พัดลมที่ถูกต้องจะสามารถประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศได้

➢ การใช้ท่อลมที่มีความเสียดทานต่ำ

จากสมการที่(2-5) จะเห็นได้ว่าถ้าต้องการใช้พลังงานน้อยก็จะทำให้อุปกรณ์ต่างๆ มีประสิทธิภาพสูงที่สุด และทำให้ค่าความดันสถิตย์รวมและอัตราการส่งลมต่ำที่สุด

ความดันสถิตย์รวมจะลดลงได้ โดยการลดความเสียดทานในท่อลม รวมถึงความสูญเสียต่างๆ เช่น การสูญเสียเนื่องจากการเปลี่ยนทิศทางลมในข้อโค้งหรือข้องอ ความเสียดทานหรือความสูญเสียเนื่องจากอุปกรณ์อื่นๆ ที่ลมผ่านเช่น แผงกรองอากาศ ขดท่อทำความเย็น เป็นต้น

การลดความเสียดทานและความสูญเสียต่างๆ ในท่อลม ทำได้โดยการออกแบบท่อลมให้มีขนาดใหญ่สำหรับท่อสี่เหลี่ยม ก็ต้องให้ท่อด้านกว้างและด้านสูงมีขนาดใกล้เคียงกันมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ในกรณีที่ออกแบบท่อลมโดยใช้วิธี Equal Friction Loss นั้น ถ้าใช้ท่อใหญ่ขึ้นทุกท่อ จะทำให้

ราคาสูงขึ้นมาก เราอาจเลี่ยงโดยออกแบบให้ท่อช่วงที่ไกลที่สุด (Longest Run) เท่านั้น ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อลดความเสียดทาน

ระยะทางเครื่องส่งลมเย็นไปยังตำแหน่งหัวจ่ายหัวสุดท้ายควรให้ใกล้เคียงกัน และควรจะให้ใกล้ที่สุดเพื่อลดความดันสถิตย์รวมลง ก็สามารถประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศได้

➢ การใช้ระบบแปรเปลี่ยนปริมาณลม

ระบบที่สามารถเปลี่ยนปริมาณลมได้ มักเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูง เพราะการลดปริมาณลมจะส่งผลให้ลดพลังงานที่ใช้ในระบบการส่งลมเย็นได้โดยตรง

ระบบ VAV (VAV System) เป็นระบบที่ออกแบบให้จำนวนลมเย็นที่จะเข้าสู่ห้องปรับอากาศแปรเปลี่ยนไปตามภาระความร้อนที่เข้าในพื้นที่ปรับอากาศ โดยสามารถควบคุมเป็นจุดย่อยๆ ได้ เห็นได้ว่าเป็นวิธีที่แก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระบบปริมาตรลมส่งคงที่ได้ เช่น การที่จะต้องใช้เครื่องส่งลมเย็นใหญ่กว่าความจำเป็น แต่ในระบบ VAV สุด และประหยัดพลังงานที่ใช้ในพัดลมได้ดี ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับตัวแปรอื่น ๆ อีกคือ

ลักษณะการใช้งานของอาคาร

ภาระความร้อนที่เข้าสู่อาหาร และความแม่นยำการคำนวณภาระความร้อน

การลงทุน

การเลือกใช้ระบบ

ภาระความร้อนที่เข้าสู่อาคาร ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงมากในตลอดวันหรือตลอดปี ระบบนี้จะมีประโยชน์มากโดยเฉพาะอาคารที่ใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง มักจะได้ประโยชน์จากการใช้ระบบนี้มาก

อย่างไรก็ตาม ในแง่ของการลงทุนที่สูงมาก เมื่อทำ VAV ทั้งระบบ เราอาจจะพิจารณาทำเพียงบางส่วนได้โดยในระบบท่อลมยังใช้ท่อลมแบบส่งคงที่แต่ให้มีการปรับปริมาณลมส่งให้เหมาะสมกับภาระในแต่ละขณะได้ที่เครื่องส่งลมเย็น ระบบที่เหมาะสมอาจเป็นแบบ Inlet Guide Vane Control หรือ Discharge Damper Control เพื่อปรับปริมาณลมที่ทางเข้าและออกของพัดลม โดย Actuator หรือใช้ Inverter ลดรอบของพัดลมลง ทั้ง 3 แบบจะควบคุมการปรับปริมาณลมโดยเทอร์โมสแตท ทั้งนี้มีการปรับแต่ปริมาณลม จะต้องให้สัมพันธ์กับการปรับแต่งปริมาณน้ำด้วย

การแปรเปลี่ยนปริมาณลมดังกล่าว ไม่ควรลดปริมาณลมให้ต่ำกว่า 50 % ของปริมาณลมเดิมที่จ่ายในพื้นที่นั้นๆ เนื่องจากเคลื่อนไหวของอากาศในพื้นที่นั้นจะต่ำเกินไป และทำให้คนในพื้นที่ปรับอากาศรู้สึกอึดอัดได้

การใช้ระบบ VAV จะสามารถควบคุมอุณหภูมิในพื้นที่ปรับอากาศได้ดี และลดพลังงานที่ใช้ในระบบปรับอากาศได้โดยตรง แต่จะต้องพิจารณาใช้ระบบที่เหมาะสม และราคาในการลงทุนของทั้งระบบยังสูงมาก

➢ การใช้ระบบแปรเปลี่ยนปริมารน้ำ (VWV)

การลดอัตราการไหลของน้ำ เมื่อภาระลดลงจะช่วยลดพลังงานที่ใช้ที่เครื่องสูงน้ำได้ แต่เนื่องจากเครื่องทำน้ำเย็นต้องให้อัตราเย็นไหลผ่านคงที่ การใช้ระบบแปรเปลี่ยนปริมาณน้ำ จึงต้องแยกวงจรน้ำเย็นออกเป็น 2 วงจรคือ วงจรแรก จะมีเครื่องสูบน้ำเพื่อควบคุมให้น้ำเย็นไหลผ่านเครื่องทำน้ำเย็นคงที่ตลอดเวลา วงจรที่สอง จะมีเครื่องสูบน้ำอัดชุดหนึ่ง เพื่อสูบน้ำเย็นจ่ายไปยังจุดต่าง ๆ ภายในอาคาร วิธีการดังกล่าวจะสามารถลดขนาดของเครื่องสูบน้ำในวงจรแรกลงได้ และในวงจรที่สองใช้เครื่องสูบน้ำขนาดเล็กจำนวนหลายๆ เครื่อง หรือใช้เครื่องสูบน้ำแบบแปรเปลี่ยนความเร็วรอบได้ เพื่อควบคุมปริมาณน้ำเย็นตามที่ต้องการ

ระบบนี้ต้องใช้ชุดควบคุมการเปิด – ปิด หรือหรี่เครื่องสูบน้ำและชุดควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องทำเย็น ตามภาระที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งประกอบด้วย Calorie Computer หรือ Enthalpy Control Unit อุปกรณ์ดังกล่าวจะวัดอุณหภูมิของน้ำเย็นเข้าและน้ำออก และอัตราการไหลของน้ำเย็น เพื่อคำนวณภาระในขณะนั้น และสั่งการไปยังเครื่องสูบน้ำ

หลักการของระบบ VAV คือจะมีอุปกรณ์ควบคุมปริมาณลมหลายๆ กล่อง โดยแต่ละกล่องจะจ่ายลมไปยังหัวจ่ายลมตามจำนวนที่แต่ละพื้นที่ต้องการอย่างเหมาะสม โดยที่กล่องควบคุมปริมาณลมนี้ ภายในจะมีเกล็ดควบคุมปริมาณลม (Volume Damper) ที่สามารถเปิด – ปิด และหรี่ให้ปริมาณลมจ่ายไปยังหัวจ่ายได้มากน้อยตามต้องการ โดยอัตโนมัติโดยอาศัยมอเตอร์ไฟฟ้า (Motorized Actuator) หรือควบคุมด้วยลม (Pneumatic Actuator) ซึ่งสั่งการโดยเทอร์โมสแตทที่ควบคุมอุณหภูมิห้อง ปริมาณลมที่ส่งเข้าไปในพื้นที่ปรับอากาศก็สามารถควบคุมได้ตามปริมาณที่จำเป็นต้องใช้จริง ปริมาณลมที่จ่ายโดยพัดลมที่เครื่องส่งลมเย็น ก็จะจ่ายออกมาตามจำนวนที่ใช้จริงเท่านั้น เครื่องสมลมเย็นสามารถควบคุมปริมาณลมส่งได้โดยวิธีดังนี้

Inlet Guide Vane Control เพื่อหรี่ปริมาณลมที่ทางเข้าของพัดลม Guide Vane จะถูกสั่งให้เปิด-ปิด หรือหรี่สัมพันธ์กับปริมาณลมที่ต้องการที่หัวจ่ายแต่ละหัว

Discharge Damper Control เพื่อเบาปริมาณลมที่ทางออกของพัดลม

Variable Speed Control โดยจะใช้ INVERTER ลดรอบของพัดลม เพื่อลด – เพิ่มปริมาณลมให้สัมพันธ์กับปริมาณลมที่ต้องการ แบบนี้สามารถลดปริมาณลมได้ดี และประหยัดพลังงานได้มากกว่าแบบ Inlet Guide Vane Control และ Discharge Damper Control แต่ราคาทุนยังสูงอยู่มาก

อย่างไรก็ตาม ในแง่ของการลงทุนที่สูงมาก เมื่อทำ VAV ทั้งระบบ เราอาจจะพิจารณาทำเพียงบางส่วนได้ โดยในระบบท่อลมยังใช้ท่อลมแบบลมส่งคงที่แต่ให้มีการปรับปริมาณลมส่งให้เหมาะสมกับภาระในแต่ขณะได้ที่เครื่องส่งลมเย็น ระบบที่เหมาะสมอาจเป็นแบบ Inlet Guide Vane Control หรือ Discharge Damper Control เพื่อปรับปริมาณลมที่ทางเข้าและทางออกของพัดลม โดย Actuator หรือใช้ Inverter ลดรอบของพัดลมทั้ง 3 แบบจะควบคุมการปรับปริมาณลมโดยเทอร์โมสแตท ทั้งนี้การปรับแต่งปริมาณลม จะต้องให้สัมพันธ์กับการปรับแต่งปริมาณน้ำด้วย

การแปรเปลี่ยนปริมาณลมดังกล่าว ไม่ควรลดปริมาณลมให้ต่ำกว่า 50 % ของปริมาณลมเดิมที่จ่ายในพื้นที่นั้นๆ เนื่องจากการเคลื่อนไหวของอากาศในพื้นที่นั้นจะต่ำเกินไป และทำให้คนในพื้นที่ปรับอากาศรู้สึกอัดอัดได้

การใช้ระบบ VAV จะสามารถควบคุมอุณหภูมิในพื้นที่ปรับอากาศได้ดีและลดพลังงานที่ในระบบปรับอากาศได้โดยตรง แต่จะพิจารณาใช้ระบบที่เหมาะสมกับความต้องการ รวมถึงการลงทนของระบบดังกล่าว

การใช้ระบบ VAV จะสามารถควบคุมอุณหภูมิในพื้นที่ปรับอากาศได้ดีและลดพลังงานที่ใช้ในระบบปรับอากาศได้ดดยตรง แต่จะต้องพิจารณาใช้ระบบที่เหมาะสม และราคาในการลงทุนของทั้งระบบยังสูงมาก

➢ การใช้ระบบแปรเปลี่ยนปริมาณน้ำ (VWV)

การลดอัตราการไหลของน้ำเมื่อภาระลดลงจะช่วยลดพลังงานที่ใช้ที่เครื่องสูบน้ำได้ แต่เนื่องจากเครื่องทำน้ำเย็นต้องให้อัตราน้ำเย็นไหลผ่านคงที่ การใช้ระบบแปรเปลี่ยนปริมาณน้ำ จึงต้องแยกวงจรน้ำเย็นออกเป็น 2 วงจรคือวงจรแรก จะมีเครื่องสูบน้ำเพื่อควบคุมให้น้ำเย็นไปไหลผ่านเครื่องทำน้ำเย็นคงที่ตลอดเวลา วงจรที่สอง จะมีเครื่องสูบน้ำอีกชุดหนึ่ง เพื่อสูบน้ำเย็นจ่ายไปยังจุดต่างๆ ภายในอาคาร วิธีการดังกล่าวสามารถลดขนาดของเครื่องสูบน้ำในวงจรแรกลงได้ และในวงจรที่สองใช้เครื่องสูบน้ำขนาดเล็กจำนวนหลายๆ เครื่อง หรือใช้เครื่องสูบน้ำแบบแปรเปลี่ยนความเร็วรอบได้ เพื่อควบคุมปริมาณน้ำเย็นตามที่ต้องการ

ระบบนี้ต้องใช้ชุดควบคุมการเปิด – ปิด หรือหรี่เครื่องสูบน้ำและชุดควบคุมการเปิด – ปิดเครื่องทำน้ำเย็น ตามภาระที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งประกอบด้วย Calorie Computer หรือ Enthalpy Control Unit อุปกรณ์ดังกล่าวจะวัดอุณหภูมิของน้ำเย็นเข้าและน้ำออก และอัตราการไหลของน้ำเย็นเพื่อคำนวณภาระในขณะนั้น และสั่งการไปยังเครื่องสูบน้ำและเครื่องทำน้ำเย็น ให้จ่ายน้ำเย็นเท่าที่ต้องการเท่านั้น

ระบบนี้จะสามารถประหยัดพลังงานที่เครื่องสูบน้ำและเครื่องทำน้ำเย็นได้ แต่อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ยังมีความซับซ้อนและราคาในการลงทุนยังสูงมาก

➢ การใช้วาล์ว 2 ทาง ควบคุมน้ำเข้าเครื่องส่งลมเย็น

การใช้วาล์ว 2 ทางควบคุมการไหลของน้ำเข้าเครื่องส่งลมเย็นในระบบปรับอากาศ จะทำให้ใช้พลังงานในการสูบน้ำในระบบต่ำกว่าการใช้วาล์ว 3 ทาง

➢ การหุ้มฉนวนท่อลมให้มีความหนาที่เหมาะสม

โดยปกติแล้ว ลมเย็นที่ไหลภายในท่อลมจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศภายนอก ดังนั้นความร้อนจากภายนอกท่อจึงไหลเข้าไปในท่อลมได้ ทำให้อุณหภูมิของอากาศภายในท่อลมสูงขึ้น การพิจารณาใช้ฉนวนกับความร้อนที่มีความหนาของฉนวนเหมาะสมหุ้มท่อลม จะลดการถ่ายเทความร้อนจาก

อากาศภายนอกเข้าในท่อลม และจะประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศลง ฉนวนกันความร้อนที่ใช้มักเป็นใยแก้ว หรือใยแอสเบสทอส (ใยหิน)

➢ การบุฉนวนกันความร้อนที่หลังคา

หลังคาที่ต้องรับพลังงานแสงอาทิตย์เกือบตลอดทั้งวัน พลังงานความร้อนที่ถ่ายเทผ่านทางหลังคาเนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์โดยคิดเฉลี่ยทั้งวัน เมื่อหลังคาเป็นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหนา 6 นิ้ว และมีฝ้าภายในเป็นยิปซัมบอร์ด คิดเป็นประมาณ 24.1 W/m^2 การบุฉนวนกับความร้อนที่หลังคาเพื่อลดพลังงานความร้อนที่ผ่านทางหลังคา จะช่วยประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศได้ เช่น ถ้ามีการบุฉนวนใยแก้วหนา 2 นิ้ว ความร้อนที่ผ่านหลังคาดังกล่าวจะลดลงเหลือประมาณ 8.84 W/m^2 ความหนาของฉนวนที่เหมาะสมจะต้องพิจารณาถึงลักษณะของหลังคาและฝ้าเพดานและเงินทุน

➢ การเลือกขนาดหอผึ่งน้ำ (Cooling Tower)

การเลือกขนาดของหอผึ่งน้ำ ต้องพิจารณาควบคู่กับเครื่องทำน้ำเย็น การเลือกขนาดของหอผึ่งน้ำให้ใหญ่ขึ้นกว่าปกติ 1 ขนาด จะทำให้อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นต่ำลงกว่าปกติ และจะมีผลให้ประหยัดพลังงานที่เครื่องทำน้ำเย็นลงได้ แต่การเลือกใช้ต้องพิจารณาถึงพลังงานที่ต้องใช้ที่หอผึ่งน้ำที่เพิ่มขึ้นด้วยพร้อมกับการลงทุนที่สูงกว่า

➢ การออกแบบระบบเพื่อใช้พลังงานความร้อนหรือความเย็นที่ต้องทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ (Heat Recovery or Heat Reclaim)

ในระบบปรับอากาศ เรามักจะต้องทิ้งพลังงานความร้อนหรือความเย็นโดยไม่จำเป็น การนำพลังงานความร้อนหรือความเย็นที่ต้องทิ้งไปกลับมาใช้ให้เป็นประโยชน์ จะสามารถประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศได้ แต่การลงทุนจะคุ้มหรือไม่คุ้มขึ้นอยู่กับ

อุณหภูมิแตกต่างระหว่างตัวกลางที่รับและจ่ายพลังงาน

อัตราพลังงานที่ทิ้ง

ประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของอุปกรณ์

การลงทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

พลังงานที่ต้องทิ้งไปในระบบปรับอากาศที่เห็นได้ชัดคือ อากาศที่ต้องถ่ายเทเพื่อให้อากาศภายในพื้นที่ปรับอากาศบริสุทธิ์ และความร้อนที่ต้องทิ้งไปเป็นจำนวนมากที่คอนเดนเซอร์

พลังงานที่ต้องทิ้งไปที่คอนเดนเซอร์มีค่าเท่ากับปริมาณความเย็นที่ระบบทำได้รวมกับปริมาณพลังงานที่ต้องใช้ที่เครื่องอัด เช่น ในระบบปรับอากาศที่สามารถทำความเย็นได้ 352 KWR และใช้พลังงานไฟฟ้าที่เครื่องอัด ประมาณ 90 KWR พลังงานความร้อนที่ต้องทิ้งไปที่คอเดนเซอร์ประมาณ 442 KWR เห็นได้ว่าเป็นพลังงานจำนวนมากทีเดียว ถ้ามีความเป็นต้องใช้ความร้อนเป็นจำนวนมาก และการใช้ความร้อนและความเย็นอยู่ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน การนำความร้อนทิ้งที่คอนเดนเซอร์กลับมาใช้ประโยชน์และคุ้มกับการลงทุนมาก

ในต่างประเทศที่มีอากาศหนาว การปรับอากาศจะต้องมีทั้งการทำความร้อนและการทำความเย็น ไปพร้อมๆกัน โดยจะทำความร้อนในโซนรอบนอกอาคาร และทำความเย็นในโซนในอาคาร ลักษณะเช่นนี้จะเหมาะต่อการนำความร้อนทิ้งที่คอนเดนเซอร์กลับมาใช้ เพื่อทำความร้อนให้กลับโซนรอบนอกของอาคาร แต่สำหรับในประเทศไทยไม่มีความจำเป็นต้องทำความร้อนดังกล่าว จึงไม่เหมาะนักที่จะนำความร้อนส่วนนี้กลับมาใช้ ยกเว้น สถานอาบอบนวดที่อาจจะคุ้มต่อการลงทุน เนื่องจากต้องใช้น้ำร้อนเป็นปริมาณมาก แต่การใช้น้ำร้อนของสถานอาบอบนวด มีอัตราการใช้สูงในช่วงเวลาสั้นๆ จึงจำเป็นต้องมีเก็บน้ำร้อนไว้ใช้ในช่วงเวลาที่ต้องการ

➢ การใช้ Thermal Storage เพื่อควบคุม Demand ของเครื่องทำน้ำเย็น

ภาระความร้อนในอาคารบางประเภท มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา และบางครั้งภาระความร้อนสูงสุด และภาระความร้อนต่ำสุด มีความแตกต่างกันมาก ในการออกแบบถ้าเลือกเครื่องทำน้ำเย็นเพื่อรับภาระในช่วงภาระความร้อนสูงสุดแล้ว เครื่องทำน้ำเย็นจะมีขนาดใหญ่ รวมถึงการใช้งานในช่วงภาระสูงสุด ความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด (peak demand) ของเครื่องทำน้ำเย็นจะสูงขึ้นมาก เราสามารถลดขนาดเครื่องทำน้ำเย็นลง รวมถึงการลดความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดของเครื่องทำน้ำเย็นในช่วงเวลาดังกล่าวลงได้ โดยใช้ Thermal Storage เพื่อทำน้ำเย็นเก็บไว้ในช่วงที่ภาระความร้อนภายในอาคารต่ำ และนำน้ำเย็นเหล่านี้ไปใช้ในช่วงที่ภาระความร้อนของอาคารสูงขึ้นกว่าขนาดความสามารถทำความเย็นของเครื่อง การประเมินภาระความร้อนของอาคารอย่างแม่นยำจำเป็นมากในการออกแบบระบบการเลือกขนาดเครื่องทำน้ำเย็น และขนาดของที่เก็บน้ำเย็น

➢ การใช้วิธีให้ความร้อนซ้ำ (Reheat)

ในระบบปรับอากาศแบบอากาศทั้งหมด มักจะต้องบใช้การให้ความร้อนซ้ำเพื่อควบคุมอุณหภูมิของลมส่ง ก่อนที่จะจ่ายเข้าไปในพื้นที่ปรับอากาศที่ต้องการควบคุมอุณหภูมิแม่นยำ ระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องส่งลมเย็นจ่ายลมเย็นให้ในแต่ละพื้นที่ และสามารถควบคุมอุณหภูมิ โดยเทอร์โมสแตทแยกเป็นอิสระในแต่ละพื้นที่ จึงไม่จำเป็นต้องใช้การให้ความร้อนซ้ำ ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานในระบบปรับอากาศ

➢ การใช้โปรแกรมการเปิด – ปิด เครื่องให้มีประสิทธิภาพสูงสุด (Optimum Start – Stop Program)

การตั้งโปรแกรม เพื่อเปิด – ปิดเครื่องทำความเย็นให้มีประสิทธิภาพสูงสุด สามารถลดการใช้พลังงานลงได้โดยไม่ต้องลดความสบายของผู้อาศัย การเปิดเครื่องจะถูกชะลอจนกว่าจะถึงช่วงเวลาสุดท้ายซึ่งได้จัดตั้งไว้ เพื่อให้ได้ระดับความสบายที่ต้องการเมื่อมีผู้ใช้สอยอาคาร การปิดเครื่องจะตั้งโปรแกรมให้ปิดเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยจะรักษาระดับความสบายจนกระทั่งผู้ใช้สอยอาคารออกจากอาคาร

➢ การใช้ Duty Cycling

Duty Cycling จะเปิด - ปิดระบบปรับอากาศเป็นระยะๆ เพื่อลดการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศลง แต่ทั้งนี้ยังคำนึงถึงความสุขสบายของผู้อาศัย และความสามารถของเครื่องที่จะเปิด – ปิดได้ในแต่ละช่วงเวลา

4) การบำรุงรักษาอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ

การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศจะไม่ประสบผลสำเร็จ ถ้าปราศจากการติดตามการใช้งานจริงของระบบเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายและรักษาระดับการใช้พลังงานให้ต่ำที่สุด มีข้อแนะนำเกี่ยวกับการบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบปรับอากาศ ดังนี้

4.1) ทดสอบและปรับแต่งระบบอย่างสมบูรณ์เป็นครั้งคราว ตามหมายกำหนดการที่ตั้งไว้ตลอดอายุการใช้งานของระบบ โดยมากแล้วการปรับแต่งระบบในครั้งแรกมักจะเป็นการปรับแต่งครั้งเดียวที่ได้กระทำกับระบบ ทำให้ประสิทธิภาพของระบบลดลงเรื่อยๆ

4.2) ตั้งเทอร์โมสแตทให้ควบคุมอุณหภูมิที่พอเหมาะกับความสบายเท่านั้น ไม่ควรตั้งไว้ตลอดอายุการใช้งานของระบบ โดยมากแล้วการปรับแต่งระบบในครั้งแรกจะเป็นการปรับแต่งครั้งเดียวที่ได้กระทำกับระบบ ทำให้ประสิทธิภาพของระบบลดลงเรื่อยๆ

4.3) เครื่องส่งลมเย็น ควรให้ทำความสะอาดแผงกรองอากาศและขดทำความเย็น (cooling coil) เป็นประจำถ้าอุปกรณ์ดังกล่าวสกปรก พื้นผิวรับความร้อนจะถ่ายเทความร้อนได้ไม่ดี ทำให้น้ำเย็นที่กลับไปยังเครื่องทำน้ำเย็นมีอุณหภูมิต่ำลง ทำให้ประสิทธิภาพที่เครื่องทำน้ำเย็นต่ำลงด้วย

4.4) ทำความสะอาดคอนเดนเซอร์ที่ระบายความร้อนด้วยอากาศเป็นประจำ และตรวจสอบอ่างให้มีวัสดุปิดขวางทางลมที่ใช้ในการระบายความร้อน

4.5) ทำความสะอาดคอนเดนเซอร์ที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ เนื่องจากระบบน้ำหมุนเวียนในระบบเป็นระบบเปิดน้ำระเหยตลอดเวลา ผิวด้านในของอุปกรณ์ควบแน่นจึงมักมีตะกรันและสิ่งสกปรก เป็นผลให้อุณหภูมิควบแน่นสูงขึ้น ฉะนั้นต้องทำความสะอาดมากน้อยตามความจำเป็น

4.6) ทำความสะอาดหอผึ่งน้ำ เพื่อให้ผิวระบายความร้อนสะอาดรวมถึงหัวกระจายน้ำ

4.7) จัดให้มีการบำบัดคุณภาพน้ำในระบบน้ำหล่อเย็น ความสกปรกในระบบจะลดความสามารถในการถ่ายเทความร้อน

4.8) พัดลมทุกตัว จะต้องทำการหล่อลื่น โดยการอัดจารบี หรือหยอดน้ำมันอย่าสม่ำเสมอตามระยะเวลา

4.9) พัดลมที่ขับด้วยสายพานจะต้องตรวจตราความตึงของสายพานให้เหมาะเสมอ

4.10) ตรวจสอบการรั่วของท่อน้ำเย็นและซ่อมแซมฉนวนท่อน้ำ รวมทั้งแก้ไขการรั่วของน้ำเย็นที่อุปกรณ์ต่างๆ เครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่งที่ใช้ Packing Seal จะต้องมีน้ำซึมบ้าง มีรอยแตกร้าวที่ผิดปกติหรือไม่

4.11) ตรวจสอบการรั่วของท่อลมที่อาจเกิดขึ้นได้ รวมถึงการซ่อมแซมฉนวนท่อลมที่ฉีกขาด

4.12) ตรวจสอบหน้าต่างและประตูด้านนอกอาคารว่า มีรอยแตกร้าวที่ผิดปกติหรือไม่

4.13) ในบางอาคาร อาจลดความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Peak Demand) ของเครื่องทำน้ำเย็นลงได้โดยการทำน้ำเย็นในระบบให้มีอุณหภูมิต่ำลงกว่าที่ใช้งานปกติ 1 – 2 °C และให้เครื่องส่งลมเย็นทำให้อุณหภูมิภายในอาคารต่ำกว่าที่ใช้งานปกติ 1 – 2 °C ก่อนถึงเวลาที่ต้องการภาระความเย็นสูงสุด ลักษณะเช่นนี้ใช้หลักการเดียวกับวิธี Thermal Storage

4.14) พื้นที่ปรับอากาศบางแห่ง สามารถลดอากาศบริสุทธิ์ที่จะนำเข้ามาถ่ายเทอากาศภายในได้ในบางช่วงเวลาเช่น ในร้านค้า ร้านอาหาร ที่มักจะมีคนมากในช่วงเวลา 11.00 – 13.00 ในช่วงเวลาดังกล่าว เราก็ควรจะเปิดให้อากาศบริสุทธิ์เข้ามาได้เต็มที่ แต่ในช่วงเวลาอื่นก็ควรหรี่ให้อากาศบริสุทธิ์เข้ามาน้อยลง ก็จะสามารถประหยัดพลังงานลงได้ [15]

บทที่ 3

แนวทางการวิเคราะห์การใช้พลังงานของอาคาร

จากสถานการณ์ทางด้านพลังงานที่กล่าวมาในขั้นต้น ทำให้ผู้ใช้พลังงานด้านต่าง ๆ ตระหนักถึงปัญหาทางด้านพลังงานในอนาคต โดยมีการหาวิธีการที่จะจัดการเกี่ยวกับการใช้พลังงานให้เป็นไปอย่างประหยัดและเหมาะสม สำหรับในประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศที่ต้องนำเข้าพลังงานเป็นปริมาณมาก ก็ได้มีความตระหนักถึงปัญหาดังกล่าวเช่นกัน ซึ่งหนึ่งในวิธีการจัดการพลังงานก็คือการตรากฎหมายขึ้น ซึ่งเรียกว่า พระราชบัญญัติการส่งเสริมอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 โดยได้กำหนดให้เจ้าของอาคารที่มีขนาดใหญ่และมีการใช้พลังงานเป็นปริมาณมากตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในพระราชกฤษฎีกา จะต้องดำเนินการอนุรักษ์พลังงาน และสำหรับการศึกษาเรื่องการจัดการพลังงานภายในอาคารครั้งนี้จะได้นำเอาคู่มือการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานพลังงานของอาคารควบคุมมาเป็นแนวทางในการศึกษาและวิเคราะห์การใช้พลังงานภายในอาคารวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยนเรศวรต่อไป

รูปที่ 3-1 อาคารวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

3.1 การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานภายในอาคาร

การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานภายในอาคารคือการตรวจสอบข้อมูลต่าง ๆ ของการใช้พลังงานที่เป็นอยู่ในอาคาร เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานให้เกิดการใช้พลังงานมีประสิทธิภาพและคุ้มค่า

โดยทั่วไปการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ การตรวจวินิจฉัยในขณะตรวจสอบและตรวจวัด และการนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบมาวิเคราะห์ การตรวจวินิจฉัยในขณะตรวจสอบและตรวจวัด เป็นการวินิจฉัยข้อมูลที่ได้ขณะการตรวจวัดว่ามีความผิดปกติหรือแตกต่างจากข้อมูลสภาพการทำงาน และการใช้งานของอุปกรณ์โดยทั่วไปอย่างไร โดยข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจะเป็นข้อมูลจากสภาพจริงที่ได้จากวิธีการตรวจสอบและตรวจวัดที่ถูกต้อง ส่วนการนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบมาวิเคราะห์ เป็นการวิเคราะห์หาการใช้พลังงานและการสูญเสียพลังงาน เพื่อนำข้อมูลการวิเคราะห์มาพิจารณาหาโอกาสและมาตรการในการอนุรักษ์พลังงานได้ การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานด้านต่าง ๆ ที่จะศึกษากับอาคารวิศวกรรมไฟฟ้ามีดังนี้

3.1.1 ความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่เข้ามาในอาคาร

1) การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมที่เข้าสู่อาคาร

(OVERALL THERMAL TRANSFER VALUE CALCULATION, OTTV)

ค่าการถ่ายเทความร้อน (OTTV) คือค่าเฉลี่ยต่อตารางเมตรของปริมาณความร้อนจากภายนอกที่ถ่ายเทผ่านผนังและหน้าต่างเข้าสู่อาคาร โดยรวมปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังทุก ๆ ด้าน แล้วนำมาหารด้วยพื้นที่ผนังทั้งหมด สำหรับค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา เรียกว่า (RTTV) [13]

OTTV ใช้สำหรับอาคารปรับอากาศ ซึ่งโดยทั่วไปภาระในการปรับอากาศจะประกอบด้วยความร้อนจากแหล่งที่มา 2 แหล่ง คือ

- ความร้อนที่ได้รับจากภายนอกอาคาร (Heat Gain form External Sources) เป็นความร้อนที่สำคัญและส่วนใหญ่มาจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ และการนำความร้อนผ่านผนังห้อง
- ความร้อนที่ได้รับจากภายในอาคาร (Heat Gain form Internal Sources) คือความร้อนจากผู้อยู่อาศัย แสงสว่าง อุปกรณ์เครื่องใช้ต่าง ๆ

จากการศึกษาของนักวิชาการหลายท่านพบว่า การถ่ายเทความร้อนจากภายนอกอาคารเข้าสู่ภายในอาคารนั้น มีผลมากต่อขนาดของเครื่องปรับอากาศและการใช้พลังงานเพื่อการปรับอากาศ การลดปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารปรับอากาศ จึงเป็นสิ่งจำเป็นและเป็นสิ่งที่ทำได้ตั้งแต่การออกแบบอาคาร โดยเฉพาะส่วนที่เป็นเปลือกอาคาร

ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร ประกอบด้วย

การนำความร้อนผ่านผนังทึบ

การนำความร้อนผ่านกระจกหน้าต่างหรือผนังโปร่งแสง

การแผ่รังสีความร้อนผ่านกระจกหน้าต่างหรือผนังโปร่งแสง

พระราชกฤษฎีกา กำหนดเกณฑ์มาตรฐานของค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) ของอาคารดังนี้

ค่า OTTV สำหรับผนังของอาคารใหม่ต้องไม่เกิน 45 W/m^2

ค่า OTTV สำหรับผนังของอาคารเก่าต้องไม่เกิน 55 W/m^2

ค่า RTTV สำหรับหลังคาของอาคารทั้งใหม่และเก่าต้องไม่เกิน 25 W/m^2

กฎหมายส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน กำหนดอาคาที่อยู่ในข่ายอาคารควบคุม เป็นอาคารขนาดใหญ่ เช่น โรงแรม อาคารสำนักงาน ศูนย์การค้า โรงงาน และอาคารอื่นที่ใช้ไฟฟ้าตั้งแต่ 1000 กิโลวัตต์ขึ้นไป หรือใช้ไฟฟ้าและพลังงานสิ้นเปลืองรวมกัน คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่เทียบเท่า 20 ล้านเมกะจูลขึ้นไป

ค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังคำนวณได้จาก

$$OTTV = U_W(1-WWR)(TD)+(SC)(WWR)(SF)+U_f(WWR)(\Delta T) \qquad (3\text{-}1)$$

U_W = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ [$W/m^2 \cdot °C$]

WWR = อัตราส่วนพื้นที่ของหน้าต่างหรือของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านนั้น

TD = ค่าความแตกต่าง อุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายในอาคาร รวมถึงผลการดูดกลืนรังสีของหลังคาส่วนทึบ °C

U_f = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของกระจกหรือผนังโปร่งใส [$W/m^2 \cdot °C$]

ΔT = ค่าความแตกต่าง อุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคาร

SC = สัมประสิทธิ์การบังแดดของช่องรับแสง

SF = ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ [W/m^2]

นำเอาค่า OTTV ของทุกด้านมาหาค่าเฉลี่ย จะได้

$$OTTV = \frac{[A_i(OTTV_i)]}{A_i} \qquad (3\text{-}2)$$

เมื่อ A_i = พื้นที่ของผนังส่วนที่ i [m^2]

$OTTV_i$ = ค่า $OTTV$ ของผนังด้านที่ i [W/m^2]

ค่าการถ่ายเทความร้อนของอาคารดังกล่าว สำหรับอาคารในกรุงเทพฯ จากการศึกษาของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน พบว่า

โรงแรม	มีค่าอยู่ระหว่าง 39.5 – 81.0 W/m^2 เฉลี่ย 55.0 W/m^2
อาคารสำนักงาน	มีค่าอยู่ระหว่าง 32.4 – 87.2 W/m^2 เฉลี่ย 57.7 W/m^2
ศูนย์การค้า	มีค่าอยู่ระหว่าง 32.0 – 55.8 W/m^2 เฉลี่ย 44.9 W/m^2

อาคารต่าง ๆ ดังกล่าวมีจำนวนมากที่สามารถปรับปรุงให้มีค่า OTTV ต่ำลงได้ โดยสามารถแก้ไขได้หลายวิธี เช่น เพิ่มฉนวนกันความร้อน เพิ่มอุปกรณ์กันแดดให้กับกระจก อาจลดพื้นที่กระจกหรือเปลี่ยนวัสดุที่เป็นผนังทึบ

สำหรับผนัง ค่าพลังงานความร้อนดังกล่าวจะแปรไปกับคุณสมบัติเชิงความร้อนของวัสดุผนัง (ความเป็นฉนวนความร้อนของผนัง) สีและความหนาแน่นของมวลผนัง กล่าวคือ หากวัสดุมีค่าความต้านทานความร้อนที่ดี มีผนังที่หนา สีผิวของผนังเป็นสีอ่อนและมีมวลของผนังมาก ก็จะสามารถต้านทานพลังงานความร้อนที่จะผ่านเข้ามาในอาคารได้ดี สำหรับผนังที่นิยมก่อสร้างกันทั่วไปหากไม่มีช่องเปิดหน้าต่างหรือผนังกระจกเลย ส่วนใหญ่จะมีค่าพลังงานความร้อนต่อตารางเมตรต่ำกว่าที่กำหนดไว้ (45 W/m^2) ยกเว้นผนังกระเบื้องซีเมนต์ชั้นเดียวทั้งอย่างบางและอย่างหนา

ความร้อนที่เข้าสู่อาคารทางกระจก

สำหรับกระจกพลังงานความร้อนที่ผ่านกระจกเข้าสู่อาคารนั้นมี 2 ลักษณะ คือ

- พลังงานความร้อนที่เข้าสู่อาคารด้วยวิธีนำความร้อน ปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารในส่วนนี้ จะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติการนำความร้อนของกระจก และค่าอุณหภูมิแตกต่างภายในและภายนอกอาคาร
- พลังงานความร้อนที่เข้าสู่อาคารด้วยวิธีส่งผ่านความร้อนรังสีอาทิตย์เข้าสู่อาคาร ซึ่งปริมาณความร้อนนี้จะขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading Coefficient) ของกระจก อุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคาร และค่ารังสีอาทิตย์ในแต่ละทิศทางที่กระจกรับรังสีอาทิตย์

สำหรับกระจกที่ใช้กันทั่วไป จะมีระดับของพลังงานความร้อนที่ผ่านกระจกเข้ามาในอาคารแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของกระจกที่ใช้ และทิศทางการรับแสงอาทิตย์ของกระจก อัตราส่วนของพื้นที่กระจกต่อพื้นที่ผนัง

ในการออกแบบผนังอาคารนั้น หากมีพื้นที่กระจกหรือให้ผนังมีช่องเปิดมาก ๆ ก็จะทำให้พลังงานความร้อนจากรังสีอาทิตย์ถ่ายเทเข้าสู่อาคารได้มาก เนื่องจากโดยทั่วไปกระจกนั้นย่อมให้พลังงานความร้อนถ่ายเทเข้าสู่อาคารได้สะดวกกว่าผนังทึบ ซึ่งหากเป็นอาคารที่ปรับอากาศ ก็จะทำให้ต้องใช้เครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ และสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าในการปรับอากาศอีกด้วย ดังนั้น การออกแบบอาคารควรจะเลือกลักษณะสถาปัตยกรรมที่เหมาะสมเป็นข้อแรก เพื่อหลีกเลี่ยงหรือลดความ

ร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่จะถ่ายเทเข้าสู่อาคาร เช่น ไม่ควรเจาะช่องเปิดหรือให้อัตราส่วนของพื้นที่กระจกต่อพื้นที่ผนังทั้งหมดมีมากนัก หรือหากจำเป็นต้องมีช่องเปิดเพื่อความสวยงามของอาคารแล้ว ก็ควรที่จะหลีกเลี่ยงในการเจาะช่องเปิดในทิศทางที่มีค่ารังสีอาทิตย์ในปริมาณมาก ๆ เช่น ทิศใต้ ทิศตะวันออก หรือทิศตะวันตก หรือหากไม่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงในการเจาะช่องเปิดในทิศทางดังกล่าวได้ ก็ควรจะออกแบบให้บริเวณช่องเปิดมีอุปกรณ์บังแดด หรือเลือกใช้กระจกที่มีคุณสมบัติที่ลดหรือสะท้อนความร้อนได้ดี เพื่อก่อให้เกิดการระหยัดพลังงานที่จำเป็นต้องใช้ในตัวอาคาร

จากการศึกษาพบว่าผนังและกระจกแต่ละชนิด เมื่อประกอบเข้าเป็นผนังอาคารในแต่ละทิศทางที่รับรังสีอาทิตย์ และมีค่าพลังงานความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารเฉลี่ยไม่เกิน 45 W/m^2

การลดความร้อนที่เข้าสู่อาคารในส่วนของผนังทึบและหลังคาจะต้องใช้วัสดุประกอบผนังหรือหลังคาที่มีค่าสภาพนำความร้อน (Thermal Conductivity, K) ต่ำ สีของผนังและหลังคาควรมีสีอ่อน และใช้วัสดุฉาบที่มีค่าสภาพการดูดความร้อน (Thermal Absorptivity) และค่าการเปล่งรังสี (Emissivity) ต่ำ จะสามารถช่วยลดความร้อนที่เข้าสู่อาคารในส่วนของผนังทึบและบริเวณหลังคาได้เป็นอย่างดี สำหรับกระจกหรือผนังโปร่งแสงนั้น จากสาการของค่าความร้อนรวมที่เข้าสู่อาคาร (Overall Thermal Transfer Value, OTTV) เราพบว่าในเทอมสุดท้ายของสมการ จะเป็นการคำนวณในส่วนของความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ผ่านเข้าทางกระจกหน้าต่าง ซึ่งเราจะพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading Coefficient, SC) ของกระจกนั้นเป็นตัวแปรที่สำคัญในการออกแบบ หน้าต่าง ซึ่งหากมีการออกแบบได้อย่างเหมาะสม เช่น ติดตั้งแผงกันแดดเข้ากับผนังอาคารส่วนที่เป็นกระจก และตำแหน่งของแผงกันแดดสัมพันธ์กับการโคจรของดวงอาทิตย์ เพื่อว่าแสงอาทิตย์ถูกกั้นในช่วงเวลาที่เหมาะสม ก็จะสามารถลดความร้อนที่เข้าสู่อาคารทางหน้าต่างได้ค่อนข้างสูง และสามารถทำให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าในการปรับอากาศได้

2) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (Roof Thermal Transfer Value, RTTV)

ปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารทางหลังคาจะเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับผนัง โดยแปรไปกับคุณสมบัติเชิงความร้อนของวัสดุหลังคาและฝ้าเพดาน สีและความหนาแน่นของมวลหลังคา สำหรับวัสดุหลังคาที่นิยมก่อสร้างกันทั่วไปในปัจจุบันจะมีค่าพลังงานความร้อนต่อตารางเมตรสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 25 W/m^2 ทั้งนี้เพราะหลังคาส่วนใหญ่ไม่ได้มีการบุฉนวนกันความร้อนไว้

ค่าการถ่ายเทความร้อนของหลังคาคำนวณได้จาก

$$RTTV = \frac{[A_i (RTTV_i)]}{A_i} \qquad (3\text{-}3)$$

เมื่อ A_i = พื้นที่ของหลังคาส่วนที่ i [m^2]

$RTTV_i$ = ค่า $RTTV$ ของหลังคาด้านที่ i [W/m^2]

$$RTTV = U_r(1-SRR)(TD)+(SC)(SRR)(SF)+U_m(SRR)(\Delta T) \quad (3\text{-}4)$$

U_r = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของหลังคาส่วนทึบ[W/m^2•°C]

SRR = อัตราส่วนพื้นที่ของช่องรับแสงธรรมชาติต่อพื้นที่ทั้งหมดของหลังคาส่วนนั้น

TD = ค่าความแตกต่าง อุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายในอาคาร รวมถึงผลการดูดกลืนรังสีของหลังคาส่วนทึบ [°C]

U_m = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของส่วนโปร่งแสงที่ช่องรับแสง [W/m^2•°C]

ΔT = ค่าความแตกต่าง อุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคาร

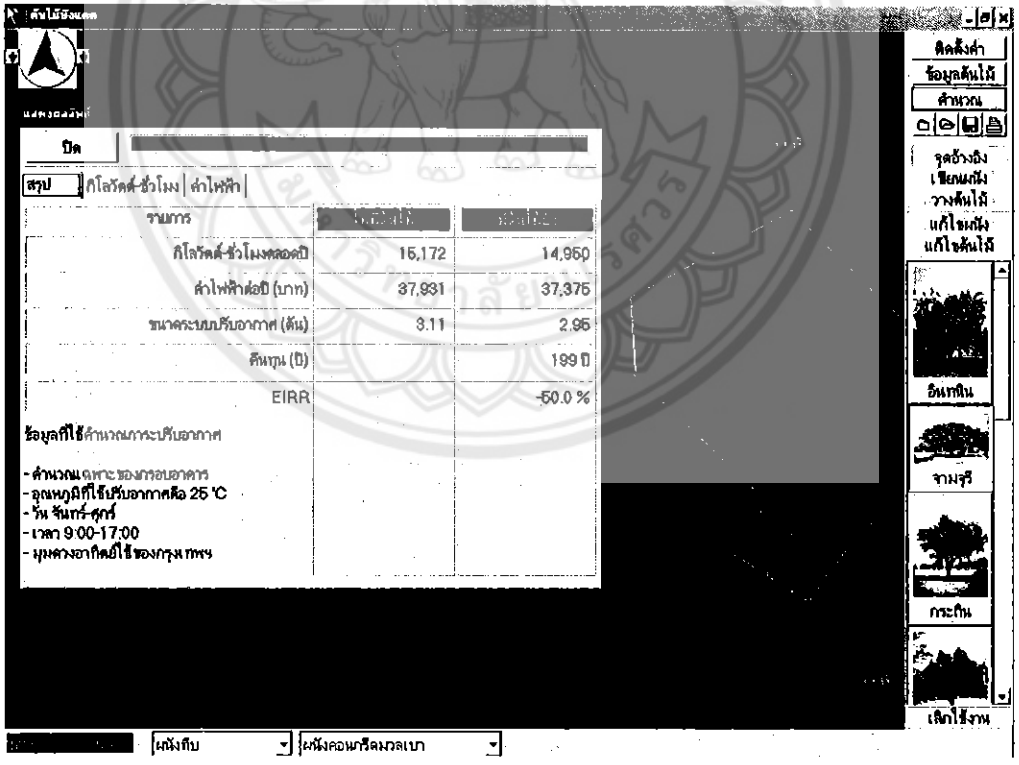
SC = สัมประสิทธิ์การบังแดดของช่องรับแสง

SF = ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ [W/m^2]

ในการศึกษาและคำนวณการส่งผ่านความร้อนผ่านกรอบอาคาร (OTTV) และหลังคาอาคาร (RTTV) จะได้ศึกษาโปรแกรม OTTVEE Version 1.0a (Overall Thermal Transfer Value and Energy Estimate) ซึ่งออกแบบโดยสถาบันวิจัยพลังงานจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ช่วยในการคำนวณ OTTV/RTTV และช่วยการคำนวณค่าความร้อนอื่น ๆ ด้วย

ในเรื่องการลดการส่งผ่านความร้อนผ่านผนังโดยการใช้ต้นไม้ โปรแกรม Tree Shading เป็นโปรแกรมเพื่อช่วยในการวิเคราะห์และประเมินอิทธิพลของร่มเงาต้นไม้บนผนังอาคารที่มีผลต่อการประหยัดพลังงานของระบบปรับอากาศ โดยโปรแกรมจะช่วยคำนวณการใช้พลังงานของอาคารในกรณีต่างๆ เช่น เมื่อมี/ไม่มีร่มเงาต้นไม้จากทิศทางที่แตกต่างกัน ตลอดจนลดการใช้พลังงานของอาคารด้วยการใช้ต้นไม้

รูปที่ 3-2 หน้าแรกของโปรแกรม OTTVEE Version 1.0a



รูปที่ 3-3 ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม Tree Shading

3.1.2 ระบบปรับอากาศและการรักษาอุณหภูมิภายในอาคารให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม

การใช้ระบบปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพจะสามารถช่วยลดการใช้พลังงานได้ โดยในการศึกษาระบบปรับอากาศที่มีการใช้ในอาคารวิศวกรรมไฟฟ้าจะได้มีศึกษาและอ้างอิงจากโปรแกรม SimAC Version 1.0 (Simulation Software of the Actual Performance of A Large Air Conditioning System)ซึ่งเป็นโปรแกรมจำลองสภาพการทำงานที่เป็นจริงในระบบเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ จะบรรจุเนื้อหาด้านทฤษฎีการจำลองและสาธิตการทำงานของระบบปรับอากาศขนาดใหญ่แบบต่าง ๆ ไว้

รูปที่ 3-4 หน้าแรกของโปรแกรม SimAC

รูปที่ 3-5 Chiller ของอาคารวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

3.1.3 การใช้แสงสว่างภายในอาคาร

ในการออกแบบการใช้แสงสว่างนอกจากจะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายจากการลดการใช้หลอดไฟที่ไม่จำเป็นแล้วยังมีความเกี่ยวเนื่องกับการส่งผ่านความร้อนต่าง ๆ ของอาคารด้วย เราจึงควรให้ความสำคัญกับการออกแบบแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพ สำหรับการศึกษาจะได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมจากเนื้อหาในรายวิชาวิศวกรรมการส่องสว่าง (Ilumination Engineering)

3.1.4 การใช้และติดตั้งเครื่องจักรอุปกรณ์และวัสดุที่ก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร

การใช้และติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์และวัสดุที่ก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร เป็นการระบุให้ใช้อุปกรณ์เพิ่มเติมให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในระบบและอุปกรณ์หลัก เช่น การติดตั้งเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอากาศทิ้ง จากอากาศภายในอาคารกับอากาศจากภายนอกที่นำเข้ามาในอาคาร เพื่อลดอุณหภูมิและภาระความร้อนทำให้เกิดการประหยัดพลังงานในการปรับอากาศ เป็นต้น

3.1.5 การใช้ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์

การใช้ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ เช่น การใช้ระบบควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ในการควบคุมอัตราการไหลของพัดลม (Blower) หรือปั๊มน้ำ หรือการใช้ระบบควบคุมอาการอัตโนมัติ (Building Automation System, BAS) เป็นต้น

3.1.6 การอนุรักษ์พลังงานโดยวิธีอื่น

เช่น การปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้เชื้อเพลิงการนำพลังงานที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ การใช้อุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง และการป้องกันการสูญเสียพลังงานความร้อน เป็นต้น

การอนุรักษ์พลังงานโดยวิธีอื่น ๆ ได้ระบุตัวอย่างไว้ชัดเจนแล้วว่าได้แก่การดำเนินการอย่างไรบ้าง ซึ่งตัวอย่างตามที่ระบุจะเน้นสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ความร้อนในอาคาร ซึ่งได้แก่ ระบบหม้อไอน้ำ ระบบทำน้ำร้อน เป็นต้น อย่างไรก็ตามความหมายในข้อนี้จะเป็นการเปิดกว้างให้พิจารณาหาแนวทางใด ๆ ที่จะสามารถดำเนินการให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานได้

บทที่ 4

การวิเคราะห์การใช้พลังงาน
โดยใช้โปรแกรม OTTVEE Version 1.0a

ในการวิเคราะห์การใช้พลังงานของอาคารวิศวกรรมไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรม OTTV ในครั้งนี้ ทางผู้จัดทำโครงงานได้ใช้ข้อมูลของอาคารจาก แบบสถาปัตยกรรม แบบไฟฟ้า และแบบระบบปรับอากาศ ของกลุ่มอาคารวิศวกรรมศาสตร์ โดยใช้การประมาณค่าต่าง ๆ จากการใช้งานจริงของอาคาร

รูปที่ 4-1 แบบสถาปัตยกรรม แบบไฟฟ้า และแบบระบบปรับอากาศ

4.1 ข้อมูลการติดตั้งกระจกของอาคารวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ (เฉพาะส่วนภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์)

กระจกแบบที่ 1 กว้าง 1.05 ม. ยาว 1.70 ม.
กระจกแบบที่ 3 กว้าง 0.83 ม. ยาว 0.90 ม.
กระจกแบบที่ 4 กว้าง 1.05 ม. ยาว 1.10 ม.
กระจกแบบที่ 5 กว้าง 0.83 ม. ยาว 1.90 ม.
กระจกแบบที่ 6 กว้าง 0.60 ม. ยาว 1.05 ม.
กระจกแบบที่ 8 กว้าง 0.60 ม. ยาว 1.05 ม.
กระจกแบบที่ 10 กว้าง 1.00 ม. ยาว 2.60 ม.
กระจกแบบที่ 11 กว้าง 0.60 ม. ยาว 1.00 ม.

ด้านหน้าอาคารทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW)

ชั้นที่ 1 กระจกแบบที่ 4 จำนวน 8 บาน พื้นที่ 9.240 ตรม.
กระจกแบบที่ 5 จำนวน 2 บาน พื้นที่ 3.154 ตรม.
กระจกแบบที่ 6 จำนวน 10 บาน พื้นที่ 6.300 ตรม.
กระจกแบบที่ 10 จำนวน 4 บาน พื้นที่ 10.40 ตรม.
ชั้นที่ 2 กระจกแบบที่ 10 จำนวน 20 บาน พื้นที่ 52.00 ตรม.
ชั้นที่ 3 กระจกแบบที่ 1 จำนวน 20 บาน พื้นที่ 35.70 ตรม.
กระจกแบบที่ 8 จำนวน 4 บาน พื้นที่ 2.520 ตรม.
ชั้นที่ 4 กระจกแบบที่ 1 จำนวน 20 บาน พื้นที่ 35.70 ตรม.
กระจกแบบที่ 8 จำนวน 4 บาน พื้นที่ 2.520 ตรม.
ชั้นที่ 5 กระจกแบบที่ 1 จำนวน 20 บาน พื้นที่ 35.70 ตรม.
กระจกแบบที่ 8 จำนวน 3 บาน พื้นที่ 1.890 ตรม.

ด้านข้างอาคารทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE)

กระจกสีชาแผ่นใหญ่ ชั้นที่ 2-4 มีขนาดพื้นที่ 48 ตรม.

ด้านหลังอาคารทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)

ชั้นที่ 1 กระจกแบบที่ 3 จำนวน 2 บาน พื้นที่ 1.494 ตรม.
กระจกแบบที่ 4 จำนวน 8 บาน พื้นที่ 9.240 ตรม.
กระจกแบบที่ 5 จำนวน 1 บาน พื้นที่ 1.577 ตรม.
กระจกแบบที่ 6 จำนวน 4 บาน พื้นที่ 2.520 ตรม.

ชั้นที่ 4 กระจกแบบที่ 1 จำนวน 4 บาน พื้นที่ 7.140 ตรม.

ชั้นที่ 5 กระจกแบบที่ 1 จำนวน 24 บาน พื้นที่ 42.84 ตรม.กระจกสีชาแผ่นใหญ่ ชั้นที่ 2-4 มีขนาดพื้นที่ 388 ตรม.

4.2 ข้อมูลการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าและแสงสว่างในอาคารวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าจากเครื่องคอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์ 1 เครื่องใช้ไฟฟ้าประมาณ 600 W

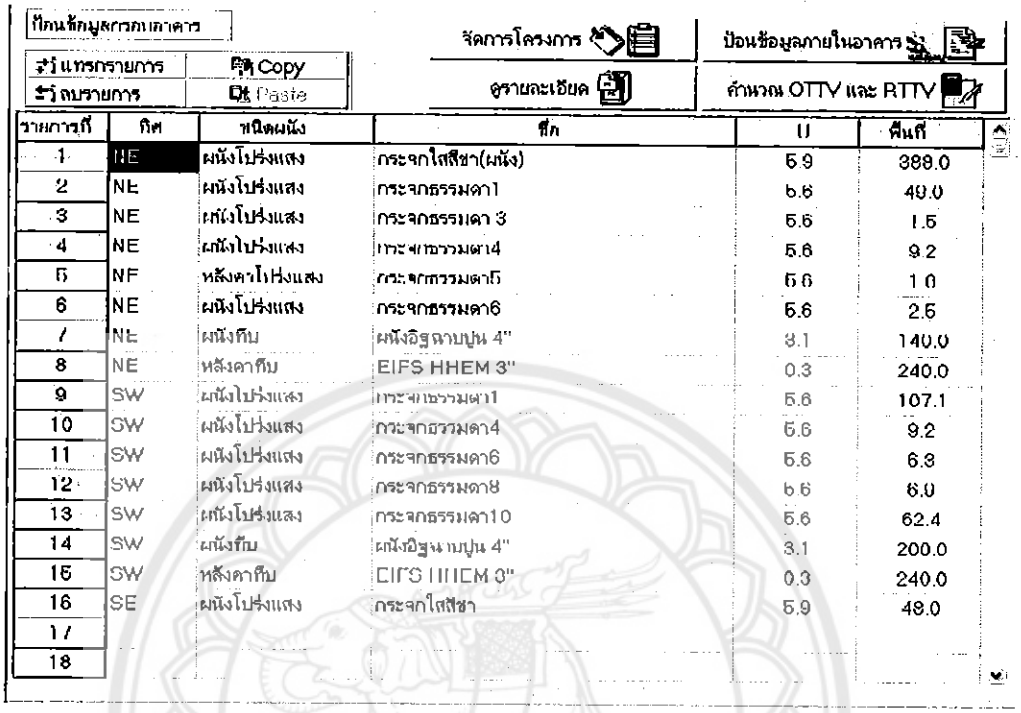
ชั้นที่ 1	ห้องคอมพิวเตอร์ใช้ 55 เครื่อง	ใช้งาน 20 %	ใช้ไฟฟ้า 6600	W
	ห้องทดลองใช้ 15 เครื่อง	ใช้งาน 20 %	ใช้ไฟฟ้า 1800	W
ชั้นที่ 2	ห้องพักอาจารย์ 4 เครื่อง	ใช้งาน 100 %	ใช้ไฟฟ้า 2400	W
ชั้นที่ 3	ห้องพักอาจารย์ 5 เครื่อง	ใช้งาน 100 %	ใช้ไฟฟ้า 3000	W
	ห้องประชุมภาค4 เครื่อง	ใช้งาน 20 %	ใช้ไฟฟ้า 480	W
ชั้นที่ 4	ห้องพักอาจารย์ 6 เครื่อง	ใช้งาน 100 %	ใช้ไฟฟ้า 3600	W
ชั้นที่ 5	ห้องคอมพิวเตอร์ใช้ 35 เครื่อง	ใช้งาน 100 %	ใช้ไฟฟ้า 21000	W
	ห้องพักอาจารย์ 1 เครื่อง	ใช้งาน 100 %	ใช้ไฟฟ้า 600	W
	ห้องทดลองใช้ 2 เครื่อง	ใช้งาน 20 %	ใช้ไฟฟ้า 240	W
	ห้องเรียน 2 เครื่อง	ใช้งาน 20 %	ใช้ไฟฟ้า 240	W

รวมทั้งอาคารมีการใช้ไฟจากเครื่องคอมพิวเตอร์ประมาณ 39960 W

ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าจากหลอดไฟในอาคารวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์เฉพาะส่วนที่มีระบบปรับอากาศโดยคิดร้อยละการใช้งานตามการใช้คอมพิวเตอร์

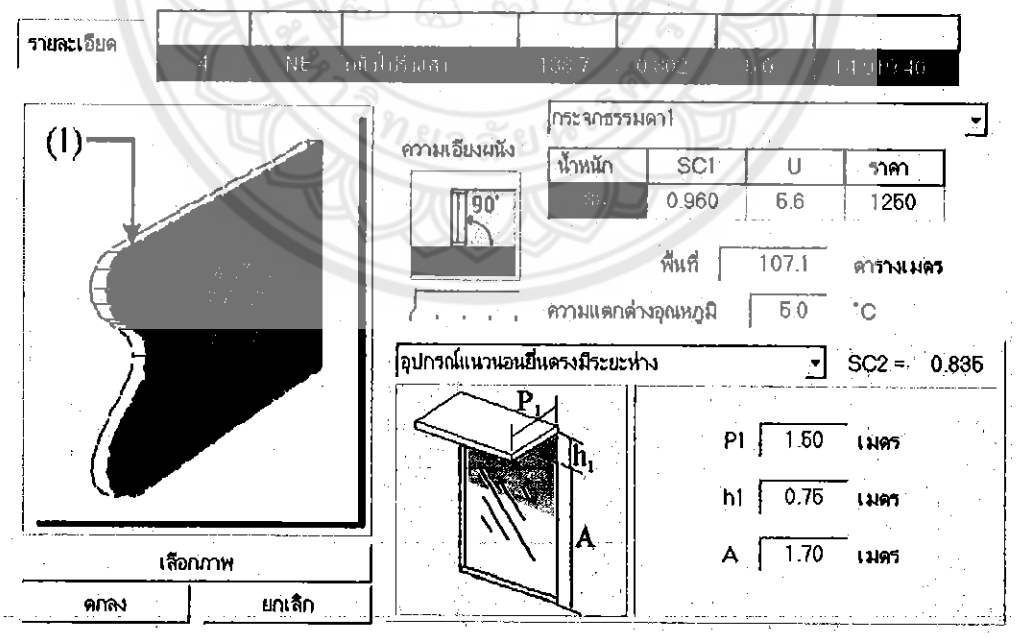
ชั้นที่ 1	ห้องคอมพิวเตอร์	ใช้หลอด 36 W	20 หลอด ใช้ไฟฟ้า 144	W
	ห้องทดลองใช้ 1 ห้อง	ใช้หลอด 36 W	20 หลอด ใช้ไฟฟ้า 108	W
ชั้นที่ 2	ห้องพักอาจารย์ 4 ห้อง	ใช้หลอด 36 W	32 หลอด ใช้ไฟฟ้า 1152	W
ชั้นที่ 3	ห้องพักอาจารย์ 5 ห้อง	ใช้หลอด 36 W	10 หลอด ใช้ไฟฟ้า 3600	W
	ห้องประชุมภาค1 ห้อง	ใช้หลอด 36 W	32 หลอด ใช้ไฟฟ้า 1152	W
ชั้นที่ 4	ห้องพักอาจารย์ 6 ห้อง	ใช้หลอด 36 W	42 หลอด ใช้ไฟฟ้า 1512	W
ชั้นที่ 5	ห้องคอมพิวเตอร์	ใช้หลอด 36 W	32 หลอด ใช้ไฟฟ้า 1152	W
	ห้องพักอาจารย์ 1 ห้อง	ใช้หลอด 36 W	20 หลอด ใช้ไฟฟ้า 728	W
	ห้องทดลองใช้ 2 ห้อง	ใช้หลอด 36 W	44 หลอด ใช้ไฟฟ้า 316.8	W
	ห้องเรียน 2 ห้อง	ใช้หลอด 36 W	48 หลอด ใช้ไฟฟ้า 345.6	W

หลังจากที่ได้ข้อมูลแล้วจึงทำการใส่ข้อมูลต่าง ๆ ลงในโปรแกรม นอกจากนี้ยังต้องใส่ข้อมูลรายละเอียดบางส่วนที่ไม่ได้แสดงลงไปด้วย หลังจากนั้นทำการสั่งให้โปรแกรมคำนวณค่า โดยรูปแสดงการใส่ข้อมูลและผลจากการคำนวณค่าที่ได้ เป็นดังต่อไปนี้

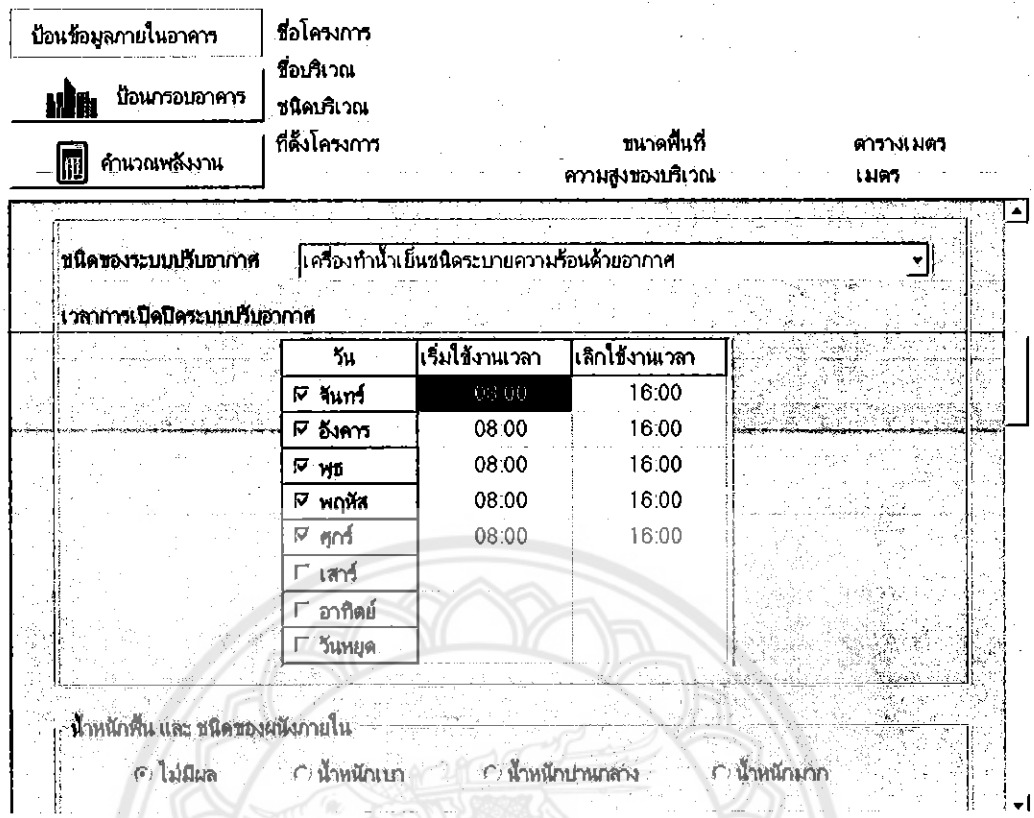


รายการที่	ทิศ	ชนิดผนัง	ชื่อ	U	พื้นที่
1	NE	ผนังโปร่งแสง	กระจกใสสีชา(ผนัง)	5.9	388.0
2	NE	ผนังโปร่งแสง	กระจกธรรมดา1	6.6	48.0
3	NE	ผนังโปร่งแสง	กระจกธรรมดา 3	6.6	1.5
4	NE	ผนังโปร่งแสง	กระจกธรรมดา4	6.6	9.2
5	NE	หลังคาโปร่งแสง	กระจกธรรมดา5	6.6	1.0
6	NE	ผนังโปร่งแสง	กระจกธรรมดา6	6.6	2.5
7	NE	ผนังทึบ	ผนังอิฐฉาบปูน 4"	3.1	140.0
8	NE	หลังคาทึบ	EIFS HHEM 3"	0.3	240.0
9	SW	ผนังโปร่งแสง	กระจกธรรมดา1	6.6	107.1
10	SW	ผนังโปร่งแสง	กระจกธรรมดา4	6.6	9.2
11	SW	ผนังโปร่งแสง	กระจกธรรมดา6	6.6	6.3
12	SW	ผนังโปร่งแสง	กระจกธรรมดา8	6.6	6.0
13	SW	ผนังโปร่งแสง	กระจกธรรมดา10	6.6	62.4
14	SW	ผนังทึบ	ผนังอิฐฉาบปูน 4"	3.1	200.0
15	SW	หลังคาทึบ	EIFS HHEM 3"	0.3	240.0
16	SE	ผนังโปร่งแสง	กระจกใสสีชา	5.9	48.0
17					
18					

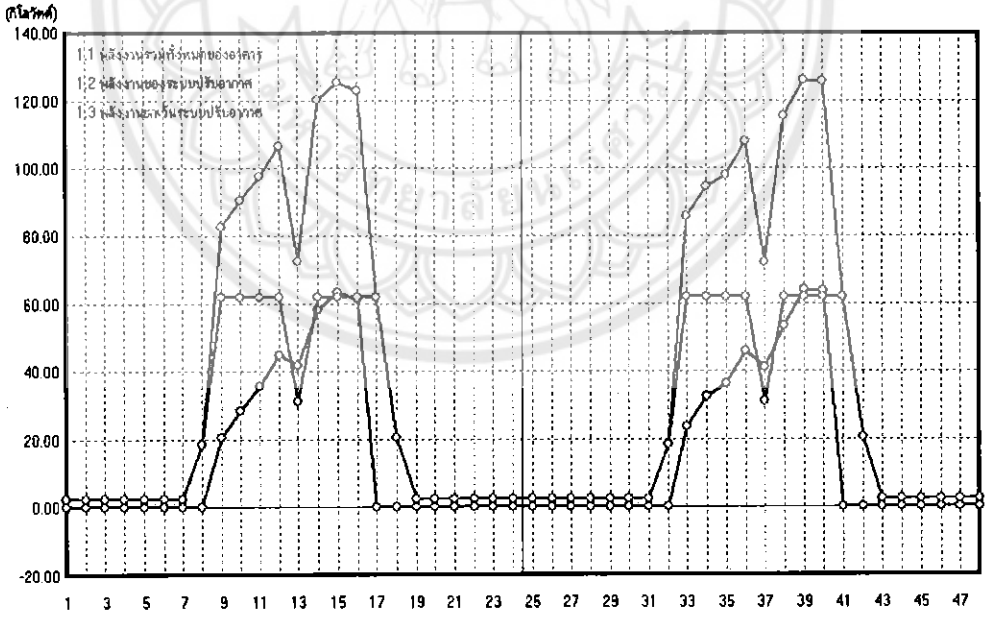
รูปที่ 4-2 การใส่ค่าของกรอบอาคารและการบังแสงลงในโปรแกรม



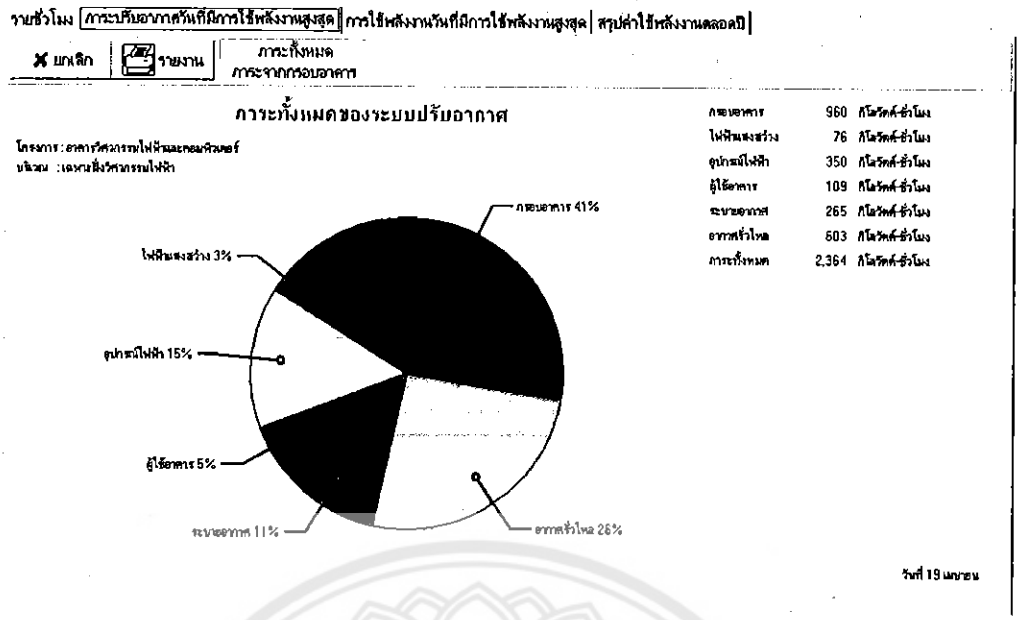
รูปที่ 4-3 การใส่ค่าของกรอบอาคารและการบังแสงลงในโปรแกรม



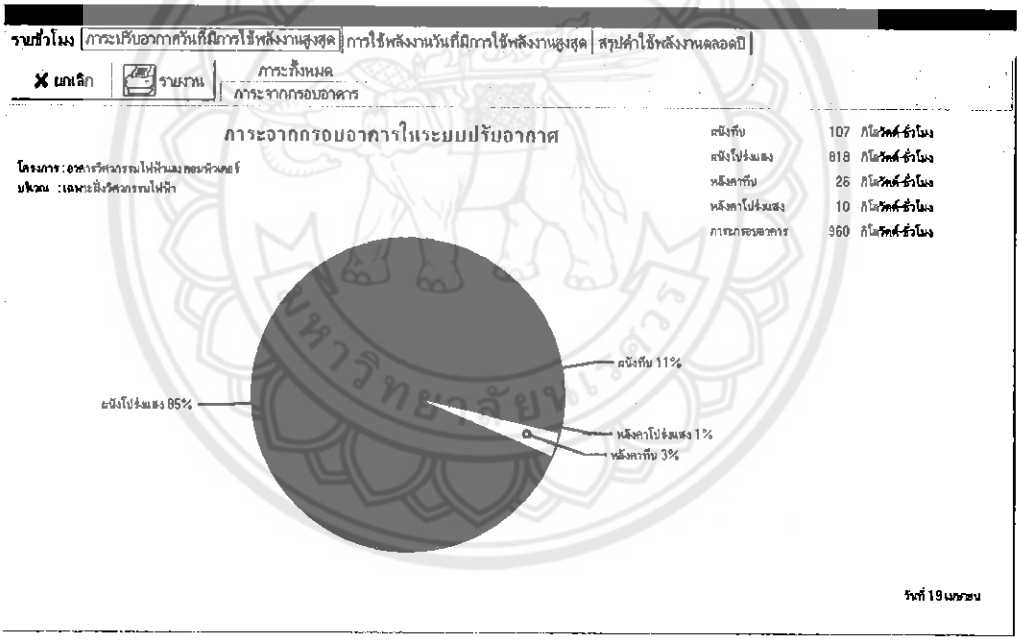
รูปที่ 4-4 การใส่ค่าต่าง ๆ ที่โปรแกรมต้องการ



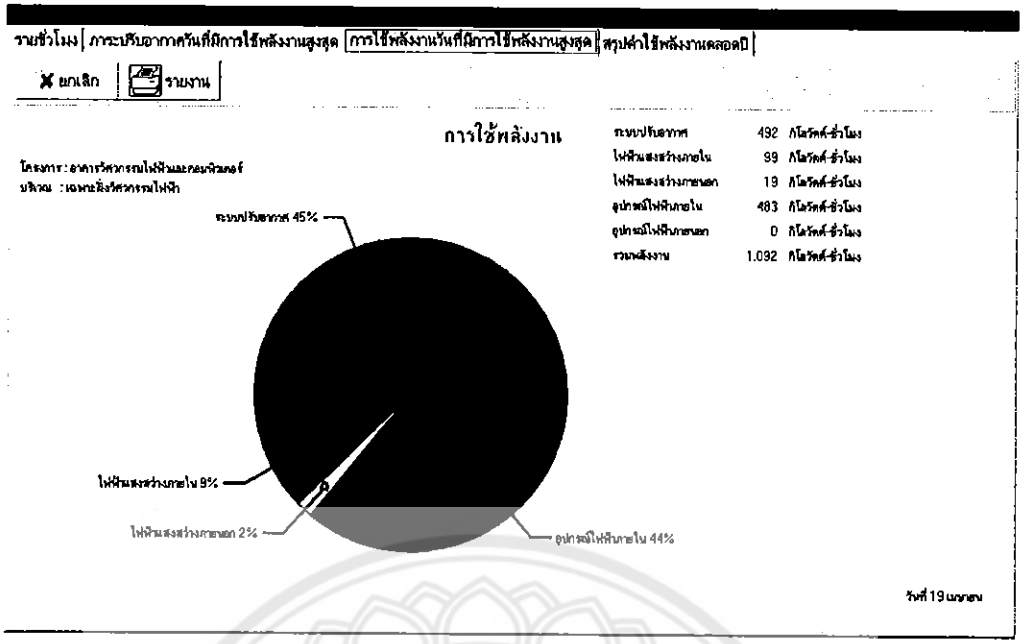
รูปที่ 4-5 ผลจากการคำนวณโดยโปรแกรม (การใช้พลังงานในแต่ละวัน)



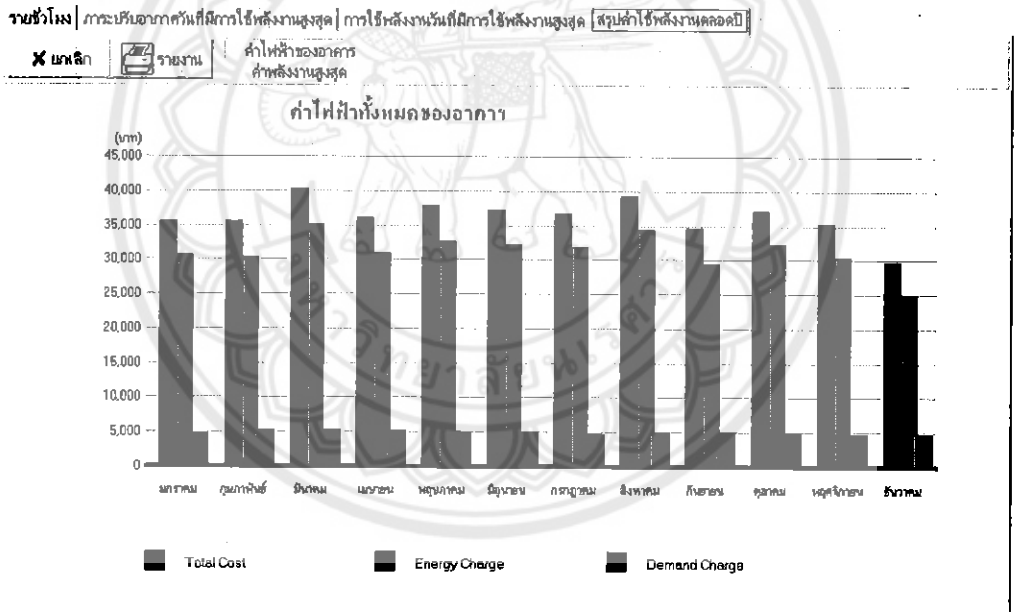
รูปที่ 4-6 ผลจากการคำนวณโดยโปรแกรม (ภาระทั้งหมดของระบบปรับอากาศ)



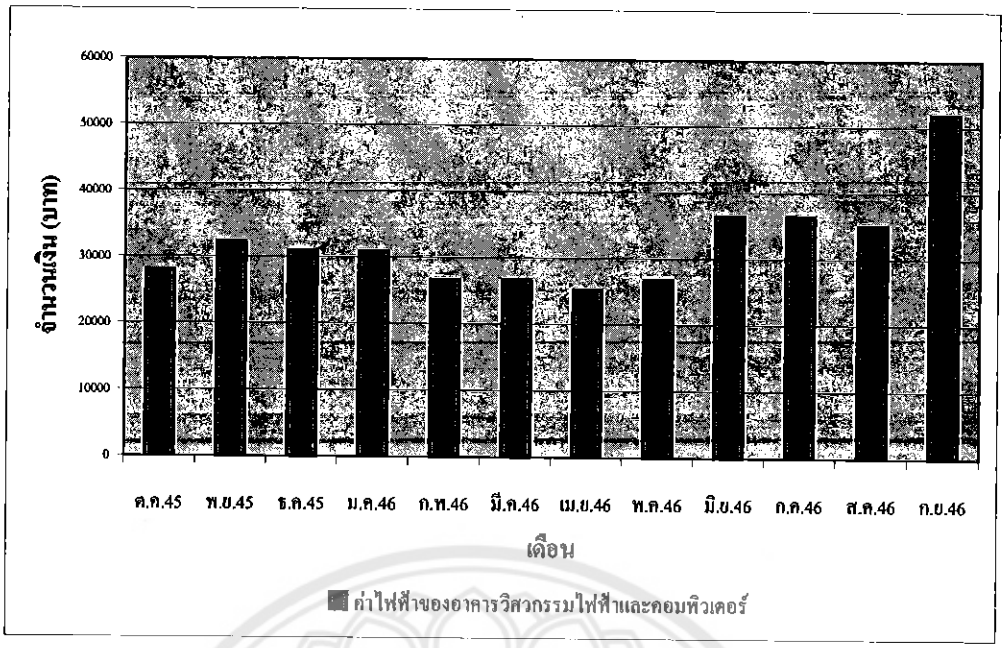
รูปที่ 4-7 ผลจากการคำนวณโดยโปรแกรม (ภาระจากกรอบอาคารในระบบปรับอากาศ)



รูปที่ 4-8 ผลจากการคำนวณโดยโปรแกรม (การใช้พลังงาน)



รูปที่ 4-9 ผลจากการคำนวณโดยโปรแกรม (ค่าไฟฟ้าของอาคาร)



รูปที่ 4-10 *ค่าไฟฟ้าของอาคารวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์*

จากการใช้โปรแกรมวิเคราะห์ผลของค่าไฟที่โปรแกรมคำนวณได้ (รูปที่ 4-9) กับค่าไฟฟ้าจริง (รูปที่ 4-10) มีค่าใกล้เคียงกันโดยอยู่ในราว 30000-40000 บาทต่อปี โดยที่แนวโน้มการใช้พลังงานจะไม่ตรงกันเนื่องจาก อาคารวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์มีการใช้งานที่ไม่สม่ำเสมอในแต่ละปี

เราจะพบว่าการใช้พลังงานภายในอาคารส่วนใหญ่จะเป็นการใช้พลังงานใน 3 ส่วนคือ ในระบบปรับอากาศ ในอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ และในระบบแสงสว่าง

จากโปรแกรมเราจะพบว่าภาระหลักของการระบบปรับอากาศจะอยู่ที่ส่วนที่เป็นกรอบอาคาร โดยความร้อนหลักที่เข้ามาก็คือความร้อนที่ส่งผ่านเข้ามาทางกระจก การแก้ไขการใช้พลังงานของอาคารวิศวกรรมไฟฟ้าจึงต้องให้ความสำคัญในเรื่องของระบบปรับอากาศและภาระของระบบปรับอากาศ

บทที่ 5

บทสรุป

5.1 สรุปผล

จากการดำเนินการศึกษา โครงงานเรื่อง "การจัดการพลังงานภายในอาคาร" และการวิเคราะห์การใช้พลังงานของอาคารวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ เฉพาะส่วน วิศวกรรมไฟฟ้า จะพบว่าการการใช้พลังงานส่วนใหญ่ของอาคารแบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่ ระบบปรับอากาศ อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ และระบบแสงสว่าง

5.1.1 ระบบปรับอากาศ

เราจะพบว่า ภาระของระบบปรับอากาศสามารถจำแนกได้ดังนี้ กรอบอาคาร อากาศรั่วไหล อุปกรณ์ไฟฟ้า การระบายอากาศ ผู้ใช้อาคาร ไฟฟ้าและแสงสว่าง
การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศสามารถทำได้หลายวิธี

1) การประหยัดพลังงานจากระบบปรับอากาศเองแบ่งได้เป็น
   - การใช้งานอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิมในระบบปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ
   - การปรับปรุงระบบปรับอากาศที่ใช้งานอยู่ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น
   - การออกแบบอาคารที่มีการปรับอากาศ, การออกแบบระบบปรับอากาศการเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด
   - การบำรุงรักษาอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ
2) การประหยัดพลังงานโดยการลด การส่งผ่านความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร เช่น
   - การบังแสง
   - การติดตั้งฉนวนกันความร้อน
3) การประหยัดพลังงานโดยการลด อุปกรณ์ที่ให้พลังงานความร้อนออกจากห้อง

5.1.2 อุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้สำนักงานต่าง ๆ

วิธีการประหยัดพลังงานจากการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ มีหลากหลายวิธีตั้งแต่เริ่มติดตั้ง จนกระทั่งการใช้งานแบบต่าง ๆ โดยที่เราสามารถจำแนกแนวทางหลัก ๆ ได้ดังต่อไปนี้

1) การเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพ ในการประหยัดพลังงาน
2) การกำหนดแนวทางให้ผู้ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าใช้พลังงานอย่างประหยัด
3) การบำรุงรักษา อุปกรณ์ต่างๆให้มีประสิทธิภาพ ในการใช้พลังงาน

5.1.3. ระบบแสงสว่าง

นอกจากระบบแสงสว่างจะให้พลังงานไฟฟ้าแสง ยังให้พลังงานความร้อน ซึ่งส่งผลกับระบบปรับอากาศด้วยการเลือกใช้อุปกรณ์ในระบบแสงสว่างที่เหมาะสมจะช่วยลดการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศด้วย การประหยัดพลังงานไฟฟ้าของระบบแสงสว่างมีหลายวิธีด้วยกัน เราสามารถจำแนกแนวทางหลัก ๆ ได้ดังต่อไปนี้

1) การออกแบบทางสถาปัตยกรรม
2) การเลือกใช้อุปกรณ์ ในระบบแสงสว่างอย่างมีประสิทธิภาพ
3) การกำหนดแนวทางให้ผู้ใช้แสงสว่างแก่ผู้ใช้อาคาร
4) การบำรุงรักษา อุปกรณ์แสงสว่าง ให้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 ข้อเสนอแนะในการจัดการพลังงานในอาคารวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

เพื่อให้การใช้พลังงานของอาคารวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร มีประสิทธิภาพทางกลุ่มผู้จัดทำโครงงานจึงได้รวบรวมข้อเสนอแนะด้านการประหยัดพลังงานดังนี้

5.2.1 ด้านระบบปรับอากาศ

การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศของอาคารวิศวกรรมไฟฟ้าสามารถทำได้หลายวิธี โดยวิธีการประหยัดพลังงานที่ทางผู้จัดทำแนะนำดังต่อไปนี้ สามารถศึกษารายละเอียดที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 2

1) ควบคุมความดันด้านอีแวปอเรเตอร์ (Evaporator) ให้สูงที่สุดโดยเพิ่มอุณหภูมิน้ำเย็น
2) ใช้ Return Air และ Outside Air
3) ใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอากาศ
4) ติดอุปกรณ์บังแสงเพิ่ม
5) ตั้งเทอร์โมสแตทที่อุณภูมิ 25 °C
6) ตรวจสอบการรั่วไหลของอากาศจากกรอบอาคาร
7) ให้มีการตรวจสอบเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ

5.2.2 ด้านอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้สำนักงาน

จากแนวทางการประหยัดพลังงานที่ได้กล่าวมาขั้นต้น สำหรับการประหยัดพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารจากอุปกรณ์ไฟฟ้า ทางผู้จัดทำขอยกตัวอย่างข้อเสนอแนะในการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าของอาคารวิศวกรรมไฟฟ้าดังต่อไปนี้ [16]

➢ หลีกเลี่ยงการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิด ที่ทำให้เกิดความร้อนขณะทำงานไว้ในสำนักงาน หลีกเลี่ยงการติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิด ที่ทำให้เกิดความร้อนขณะทำงานไว้ในสำนัก

งาน เพื่อลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศและหลีกเลี่ยงที่จะต้องใช้เครื่องปรับอากาศที่มีขนาดใหญ่เกินความจำเป็น

➢ ทำเครื่องหมายในการควบคุมการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า เพื่อเตือนให้ปิดสวิตซ์เมื่อไม่มีการใช้งาน และการจัดให้มีการแสดงป้าย หรือเครื่องหมายในการควบคุมการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า เพื่อเตือนให้ปิดสวิตซ์เมื่อไม่มีการใช้งาน

➢ เครื่องโทรสาร

เครื่องโทรสารส่วนใหญ่ใช้กระดาษที่ไวต่อความร้อนในการพิมพ์ผลทำให้เครื่องโทรสารใช้พลังงานน้อยลงและมีราคาไม่แพง เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องโทรสารที่ใช้กระดาษธรรมดา กระดาษที่ไวต่อความร้อนนำกลับมาหมุนเวียนใช้ใหม่ไม่ได้ เป็นของเสียที่ใช้เวลาในการย่อยสลายยาวนาน การใช้อุปกรณ์โทรสารผ่านเครื่องแปลงสัญญาณ (Fax-modem) ในคอมพิวเตอร์จะช่วยลดการใช้พลังงานและค่ากระดาษโทรสารอีกด้วย

➢ ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ร่วมกัน

ถ้ามีการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ไม่ต่อเนื่องหลายเครื่องในสำนักงานเดียวกัน ควรพิจารณาการใช้เครื่องร่วมกันเพื่อลดการสูญเสียและสิ้นเปลืองทั้งพลังงานและการซ่อมบำรุง

➢ การใช้ตู้เย็น

เลือกใช้ตู้เย็นที่มีฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5

เลือกใช้แบบที่มีฉนวนกันความร้อนชนิดโฟมฉีด

ตู้เย็นแบบประตูเดียว จะใช้ไฟฟ้าน้อยกว่าแบบ 2 ประตู ในขนาดที่เท่ากัน

ควรตั้งห่างจากฝาผนังไม่น้อยกว่า 15 ซม. และอากาศถ่ายเทได้ดีกว่า

ตั้งสวิตซ์ควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสม เพราะยิ่งตั้งอุณหภูมิให้เย็นมาก ก็ยิ่งสิ้นเปลืองไฟฟ้า

อย่าเปิดตู้เย็นบ่อยหรือเปิดไว้นานๆ

อย่านำของที่ยังมีความร้อนเข้าไปแช่

ละลายน้ำแข็งสม่ำเสมอ

หมั่นทำความสะอาดแผงร้อนที่อยู่ด้านหลังของตู้เย็น

➢ เครื่องถ่ายเอกสาร

โดยทั่วไปเครื่องถ่ายเอกสารที่มีความเร็วยิ่งมากจะใช้พลังงานไฟฟ้ามากต่อการถ่ายเอกสารแต่ละหน้า เครื่องถ่ายเอกสารบางรุ่นจะมีภาวะเตรียมพร้อมหรือ Standby mode เมื่อไม่มีการใช้งานซึ่งจะช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้มากถึงร้อยละ 70

➢ เครื่องพิมพ์ผล

โดยทั่วไปมีเครื่องพิมพ์ผล 3 ชนิด ได้แก่ ชนิดดอท แมทริก ชนิดอิงค์เจ็ท และชนิดเลเซอร์ ซึ่งเครื่องเลเซอร์ได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นตามลำดับเนื่องจากเป็นเครื่องพิมพ์ที่ให้ผลการพิมพ์คุณภาพสูงและมีราคาลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยทั่วไปเครื่องพิมพ์ชนิดเลเซอร์ใช้กำลังไฟฟ้า 80-100 วัตต์ หรือมากกว่าขณะที่เครื่องพิมพ์ผลชนิดอิงค์เจ็ทเป็นเครื่องพิมพ์ที่มีประสิทธิภาพพลังงานสูงสุดใช้พลังงานเพียง 10 วัตต์ในการพิมพ์ผล

➢ ปิดสวิตซ์หลอดไฟแสงสว่างทุกครั้งที่ไม่ใช้งาน การปิดในช่วงเวลาพักรับประทานอาหารในเวลา 1 ถึง 1.5 ชั่วโมง จะช่วยลดการใช้พลังงานและการสะสมความร้อนได้ดีอย่างมาก การปิดสวิทซ์เป็นช่วงเวลาติดต่อกันในช่วงพักยังช่วยยืดอายุการทำงานของอุปกรณ์แสงสว่างได้อย่างมากอีกด้วย

5.2.3 ด้านระบบแสงสว่าง

จากแนวทางการประหยัดพลังงานที่ได้กล่าวมาขั้นต้น สำหรับการประหยัดพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารจากระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ทางผู้จัดทำขอยกตัวอย่างข้อเสนอแนะในการใช้ไฟฟ้าจากระบบแสงสว่าง ของอาคารวิศวกรรมไฟฟ้าดังต่อไปนี้ [14]

1) วางแผนการใช้งานระบบแสงสว่างให้เหมาะสม

บางท่านอาจเข้าใจว่าการประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่างนั้น ทำโดยการเปิดไฟเป็นบางดวงหรือปิดไฟเสีย วิธีนี้เป็นวิธีที่ได้ผล แต่เป็นผลในระยะสั้นเท่านั้น การปิดไฟนั้นจะต้องคำนึงถึงความต้องการและผลดีของการใช้ไฟแสงสว่างอย่างเหมาะสม ซึ่งจะมีผลทางจิตวิทยาและประสิทธิผลในการทำงานบริเวณนั้นๆ เนื่องจากถ้าแสงสว่างไม่เหมาะสมในการทำงานบริเวณนั้นๆ เนื่องจากถ้าแสงสว่างไม่เหมาะสมในการทำงานจะส่งผลให้สายตาล้า สภาพแวดล้อมในการทำงานไม่ดี เกิดอุบัติเหตุหรืออันตรายได้ง่าย รวมทั้งงานไม่ได้คุณภาพที่ดี

การเปิด-ปิดระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่จะช่วยให้เกิดการประหยัดพลังงานมีดังนี้

➢ การปิดไฟแสงสว่างทั้งหมด เช่นในเวลาหยุดพักเที่ยงให้ทำการตัดไฟทั้งหมดโดยตัดที่สายเมนของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

➢ การปิดไฟแสงสว่างเป็นบางส่วน เช่น บริเวณที่สามารถใช้แสงสว่างจากแสงอาทิตย์ได้

➢ การปิดไฟแสงสว่างบริเวณที่ไม่มีการใช้งานหรือปิดขณะที่ไม่มีการใช้งาน

➢ ใช้อุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติต่างๆ เช่น การตั้งเวลาปิด-เปิด ใช้สวิตช์ที่ควบคุมด้วยปริมาณแสง ตลอดจนใช้อุปกรณ์ที่สามารถตั้งโปรแกรมการทำงานได้

2) การใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่าง

การลดการใช้พลังงานจากระบบแสงสว่างโดยการเลือกใช้อุปกรณ์ที่ประหยัดพลังงานและตรงตามมาตรฐานมีความสำคัญมาก อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบไฟฟ้าที่สามารถช่วยลดการใช้พลังงานได้มีหลายชนิดดังนี้

➢ หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์

หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ แบบมีบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์อยู่ภายในขั้วหลอด ใช้เปลี่ยนแทนหลอดไส้ได้ ให้ใช้หลอดที่มีค่าประสิทธิผลการส่องสว่าง ไม่น้อยกว่า 54 ลูเมนต่อวัตต์ (รวมกำลังสูญเสียที่บัลลาสต์แล้ว)

หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ แบบมีบัลลาสต์แกนเหล็กและสตาร์ตเตอร์ (Starter) อยู่ภายใน ใช้เปลี่ยนแทนหลอดไส้ได้ ให้ใช้หลอดที่มีค่าประสิทธิผลการส่องสว่างไม่น้อยกว่า 45 ลูเมนต่อวัตต์ (รวมกำลังสูญเสียที่บัลลาสต์แล้ว)

หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์แบบที่ต้องต่อบัลลาสต์ภายนอกให้ใช้หลอดที่มีค่าประสิทธิผลการส่องสว่างไม่น้อยกว่า 45 ลูเมนต่อวัตต์ (รวมกำลังสูญเสียที่บัลลาสต์แล้ว)

หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ แบบตะเกียบแท่งยาวที่ต้องต่อบัลลาสต์ภายนอก ให้ใช้หลอดที่มีค่าประสิทธิผลการส่องสว่างไม่น้อยกว่า 40 ลูเมนต่อวัตต์ (รวมกำลังสูญเสียที่บัลลาสต์แล้ว)

หลอดสะท้อนแสงแบบเหนี่ยวนำ (Induction reflector) แบบที่มีบัลลาสต์ภายในให้ใช้หลอดที่มีค่าประสิทธิผลการส่องสว่างไม่น้อยกว่า 47 ลูเมนต่อวัตต์ (รวมกำลังสูญเสียที่บัลลาสต์แล้ว)

ดวงโคมไฟฟ้าของเดิมที่ได้รับการเปลี่ยน หรือปรับปรุง ให้ลดปริมาณการใช้พลังงาน เช่น ลดจำนวนหลอดไฟ , ลดจำนวนโคม , เปลี่ยนบัลลาสต์ หรือใส่แผ่นสะท้อนแสงนั้น จะต้องมีค่าความสว่างเฉลี่ยในพื้นที่ไม่น้อยกว่า ระดับความสว่างเฉลี่ยของเดิม หรือระดับความสว่างเฉลี่ยตามมาตรฐาน CIE หรือ IES หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

➢ บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic ballast)

บัลลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 18, 20, 36 หรือ 40 วัตต์ แบบบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic ballast) ให้ใช้แบบค่าตัวประกอบกำลังสูง (High power factor) ที่มีค่าตัวประกอบกำลังของวงจรรวม ค่า Power factor เป็น 1 หรือ ไม่น้อยกว่า 0.95

กำลังไฟฟ้าเข้าวงจรต้องมีค่าไม่มากกว่า 36 วัตต์ต่อหลอด กรณีใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ กำลังไฟฟ้าเข้าวงจรต้องมีค่าไม่มากกว่า 18 วัตต์ต่อหลอด กรณีใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 18 วัตต์ มีค่าตัวประกอบยอดคลื่นของกระแสผ่านหลอด (Lamp current crest factor) ไม่เกิน 1.7 บัลลาสต์ขณะทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ ต้องจ่ายกำลังไฟฟ้าให้หลอดส่องสว่าง มีค่า Ballast Lumen Factor ไม่น้อยกว่า 94 % ของค่า ฟลักซ์การส่องสว่างที่กำหนดของหลอด

ค่าความเพี้ยนรวมของกระแสด้านเข้า (Total harmonic distortion of input current) ไม่เกิน 25 % หรือเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 555-2, IEC 929 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า มีการป้องกันการส่ง

คลื่นรบกวน (EMI/EMC, RFI suppression) เป็นไปตามมาตรฐาน FCC part 18 หรือ CISPR pub.15 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

➢ บัลลาสต์โลว์ลอส

บัลลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 18, 20, 36 หรือ 40 วัตต์ แบบโลว์ลอส (Low loss) หรือ โลว์วัตต์ลอส (Low watt loss) ให้ใช้บัลลาสต์ที่มีค่าการสูญเสียกำลังไฟฟ้าในตัวบัลลาสต์ (Ballast loss) ไม่เกิน 6 วัตต์ต่อหลอด

บัลลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ แบบโลว์ลอส (Low loss) แบบค่าตัวประกอบกำลังสูง (High power factor) ต้องมีค่าตัวประกอบกำลังของวงจรรวม ค่า Power factor เป็น 1 หรือ ไม่น้อยกว่า 0.9 สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 18, 20 วัตต์ และไม่น้อยกว่า 0.95 สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 หรือ 40 วัตต์

มีค่าอุณหภูมิใช้งานสูงสุดที่กำหนดของขดลวด (Rated maximum operating temperature of a ballast winding) ไม่น้อยกว่า 120 องศาเซลเซียส (tw120) มีค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่กำหนดของขดลวด (Rated temperature rise of a ballast winding) ไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส (Dt 30) มีการรับประกันอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 5 ปี

➢ แผ่นสะท้อนแสง

แผ่นสะท้อนแสงสำหรับติดเพิ่มในโคมเก่าได้รับการปรับปรุง ให้ทำจากแผ่นอะลูมิเนียมเคลือบด้วยประจุไอออนของเงินโดยวิธีประจุไฟฟ้าภายใต้สูญญากาศให้ไอออนเงินยึดติดกับแผ่นอะลูมิเนียมเป็นเนื้อเดียวกัน หรือทำจากแผ่นอะลูมิเนียมเคลือบติดด้วยฟิล์มเงินตลอดทั่วทั้งแผ่น โดยใช้กาวชนิดพิเศษที่สามารถป้องกันการลอกหลุดตลอดอายุการใช้งานหรือ ทำจากวัสดุอื่น ที่สามารถติดทนต่อสภาพแวดล้อมและมีการสะท้อนแสงที่ดี ให้มีความหนาแน่นแผ่นสะท้อนแสงไม่น้อยกว่า 0.4 มม. มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง Vรวม (Total reflectance) ไม่น้อยกว่า 95 % ตามมาตรฐาน ASTM หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า, ระยะเวลารับประกันอายุการใช้งานแผ่นสะท้อนแสงไม่ต่ำกว่า 10 ปี

แผ่นสะท้อนแสงที่ใช้นั้น ถ้าหากมีการลอกหลุดของสารเงินที่เคลือบด้วยวิธีประจุไฟฟ้า หรือเกิดฟองอากาศ หรือสิ่งแปลกปลอมแทรกระหว่างฟิล์มเงินกับแผ่นอะลูมิเนียมอันเป็นสาเหตุให้เกิดการพอง เสื่อมสภาพ หรือลอกหลุดของฟิล์มเงินที่ติด ซึ่งสามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่าภายในระยะเวลารับประกัน ให้จัดหาแผ่นสะท้อนแสงอันใหม่มาเปลี่ยนให้โดยเร็ว โดยดวงโคมไฟฟ้าของเดิมที่ได้รับการเปลี่ยน หรือปรับปรุง ให้ลดปริมาณการใช้พลังงาน เช่น ลดจำนวนหลอดไฟ, ลดจำนวนโคม เปลี่ยนบัลลาสต์ ใส่แผ่นสะท้อนแสงนั้น จะต้องมีค่าความสว่างเฉลี่ยในพื้นที่ไม่น้อยกว่าระดับความสว่างเฉลี่ยของเดิม หรือระดับความเฉลี่ยตามมาตรฐาน CIE หรือ IES หรือตามมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

การประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่างนั้น นอกจากใช้หลอดและอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงแล้ว การใช้งานให้ถูกต้องโดยการใช้เท่าที่จำเป็นนั้นขึ้นอยู่กับจิตสำนึกของผู้ใช้ ดังนั้นทุกคนต้องช่วยกันโดยการใช้งานเท่าที่จำเป็นเท่านั้น

5.3 ปัญหา ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

การใช้พลังงานของระบบปรับอากาศในอาคารวิศวกรรมไฟฟ้าไม่ได้เป็นการใช้งานพร้อมกันทั้งอาคารเมื่อนำมาวิเคราะห์โปรแกรม OTTVEE ผู้จัดทำโครงงานได้นำเฉพาะส่วนที่มีการปรับอากาศมาคำนวณผลที่ได้จึงมีความคลาดเคลื่อน

การใช้พลังงานของอาคารวิศวกรรมไฟฟ้าขึ้นอยู่กับจำนวนผู้ใช้อาคารที่ไม่แน่นอนจึงทำให้เมื่อนำมาวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้คลาดเคลื่อน

ในหลายห้องมีการติดม่านและอุปกรณ์บังแสงทำให้การวิเคราะห์คลาดเคลื่อนได้

เอกสารอ้างอิง

[1] Institut der deutschen Wirtschaft Koeln: *Wirtschaft und Unterricht: Informationen fuer Paedagogen in Schule und Betrieb*; Koeln, 2000.

[2] Energy Information Administration: *Annual Energy Outlook 2001*; Washington, December 2000.

[3] Energy Information Administration: *International Energy Outlook 2001*; Washington, March 2001.

[4] International Energy Agency: *World Energy Outlook 2000*; Paris, 2001.

[5] Federal Institute for Geosciences and Natural Resources on behalf of the Federal Ministry of Economics and Technology: *Reserves, Resources and Availability of Energy Resources 1998*; Hannover, 1999.

[6] Federal Environmental Agency: *Jahresbericht 2000*; Berlin, 2001, pg. 55-62.

[7] Federal Ministry of Economics and Technology: *Energie Daten 2000: Nationale und internationale Entwicklung*, July 2000.

[8] สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติสำนักนายกรัฐมนตรี. "พลังงานเพื่อความเข้าใจ ใช้อย่างรู้คุณค่า พัฒนาสู่ความยั่งยืน": http://www.nepo.go.th/doc/doc-energy.html, มกราคม 2543

[9] สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติสำนักนายกรัฐมนตรี. "ทิศทางการจัดหาไฟฟ้าไทย": http://www.nepo.go.th/power/powerplant/1-intro.html

[11] National Research Council Canada: http://www.nrc.ca/irc/cbd/cbd-e.html.

[12] Schmid, J.: *Script for the lecture: Energiemanagement in Gebaeudebereich*; Kassel University.

[13] ตรึงใจ บูรณสมภพ: การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน

[14] ระบบสารสนเทศด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย: http://www.teenet.chula.ac.th/handbook/detail.asp?ID=220

[15] กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม: การอนุรักษ์พลังงานภายในอาคาร, มิถุนายน 2545

[16] ระบบสารสนเทศด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย: http://www.teenet.chula.ac.th/handbook/index.asp?type=categories&csql=อนุรักษ์พลังงานในสำนักงาน

ประวัติผู้เขียนโครงงาน

ชื่อ-นามสกุล: นายพงษ์ศักดิ์ พรหมจันทร์

วันเกิด: 29 มกราคม 2525

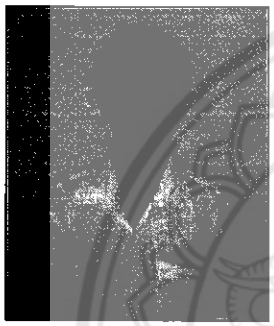
ภูมิลำเนา: 143 หมู่.11 ต.เนินมะกอก อ.บางมูลนาก จ.พิจิตร

ประวัติการศึกษา:

ประถมศึกษา: โรงเรียนอนุบาลบางมูลนาก

มัธยมศึกษา: โรงเรียนบางมูลนากภูมิวิทยาคม

อุดมศึกษา: มหาวิทยาลัยนเรศวร



ชื่อ-นามสกุล: นายพิษณุ อินทรทัศน์

วันเกิด: 21 พฤศจิกายน 2524

ภูมิลำเนา: 57/1 หมู่ 2 ต.มะขามสูง อ.เมือง จ.พิษณุโลก

ประวัติการศึกษา:

ประถมศึกษา: โรงเรียนบ้านทองหลาง

มัธยมศึกษา: โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม

อุดมศึกษา: มหาวิทยาลัยนเรศวร