สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารสำนักหอสมุดกลาง
ENERGY AUDIT IN CENTRAL LIBRALY

โดย

นาย ยิ่งยศ ดีแท้
นาย ศักรินทร์ สายพัฒนะ
นาย สิทธิศักดิ์ อินทร์เนียม
นาย สุรเชษฐ นวมโคกสูง

ปพ.
ย176ส
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 73006
วัน,เดือน,ปี 27 มิ.ย. 2550

b 11770262
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2549

การตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารสำนักหอสมุดกลาง
ENERGY AUDIT IN CENTRAL LIBRALY

โดย

นาย ยิ่งยศ ตีแท้
นาย ศักรินทร์ สายพัฒนะ
นาย สิทธิศักดิ์ อินทร์เนียม
นาย สุรเชษฐ นวมโคกสูง

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ. ชายชาญ โพธิสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2549

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารสำนักหอสมุดกลาง

ผู้จัดทำ

1. นาย ยิ่งยศ ดีแท้
2. นาย ศักรินทร์ สายพัฒนะ
3. นาย สิทธิศักดิ์ อินทร์เนียม
4. นาย สุรเชษฐ นวมโคกสูง

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ชายชาญ โพธิสาร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I

การตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารสำนักหอสมุดกลาง

นาย ยิ่งยศ ดีแท้
นาย ศักรินทร์ สายพัฒนะ
นาย สิทธิศักดิ์ อินทร์เนียม
นาย สุรเชษฐ นวมโคกสูง

อ. ชายชาญ โพธิสาร อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2549

บทคัดย่อ

เนื่องจากพระราชบัญญัติการส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ได้กำหนดให้เจ้าของอาคาร/โรงงานควบคุม มีหน้าที่ต้องอนุรักษ์ ตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารโรงงานของตนให้เป็นไปตามมาตรฐาน รวมทั้งต้องการกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานของอาคาร/โรงงาน และส่งให้กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน ตามหลักเกณฑ์วิธีการและระยะเวลาที่กำหนดในกฎกระทรวง โดยจะต้องดำเนินการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้นและตรวจสอบการใช้พลังงานโดยละเอียด เพื่อใช้ประกอบการกำหนดเป้าหมายและแบบอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งจะต้องดำเนินการโดยที่ปรึกษาด้านอนุรักษ์พลังงานที่ได้รับการขึ้นทะเบียนไว้กับกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

ในการนี้โครงงานนี้จึงเกิดขึ้นโดยเลือกอาคารสำนักหอสมุดกลางเป็นอาคารที่จะใช้ทำการศึกษา ซึ่งโครงงานนี้จะเข้ามาดำเนินการตรวจวัด ตรวจสอบ และวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารสำนักหอสมุดกลาง แล้วจัดทำรายงานการใช้พลังงานและแนวทางการอนุรักษ์พลังงานในแต่ละระบบให้แก่อาคารสำนักหอสมุดกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ENERGY AUDIT IN CENTRAL LIBRALY

Yingyote Deethae
Sakrarin Saypattana
Sitthisak Inniam
Surachet Nuamkhoksung
Chaychan Pothisarn Advisor
2006

ABSTRACT

Due to the Act of promoting and preserving the energy in 2535 B.E. specified that the building and factory's proprietor has to conserve, check and analyze about using energy in their own factory to be in line with the standard. In addition to specifies the proposes and plans to conserve the energy and send to the Department of Energy Development and Promotion. According to the method and the schedule of the ministerial regulations is to check and analyze in energy usage carefully, in order to manage the purpose and the pattern to conserve the energy, which it will proceed by the adviser who enrolled with the Department of Energy Development and Promotion.

So this project is occurred by choosing the Central Library to study and this project is going to measure, check and analyze about using the energy in the Central Library, then make a report about using energy and the way to conserve energy in each system for the Library Center

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ..... I
ABSTRACT..... II
สารบัญรูป..... V
สารบัญตาราง..... VII
บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความสำคัญของปัญหา..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2
1.3 ขอบเขตและข้อกำหนดในการวิจัย..... 2
1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน.....3
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....3

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 4
2.1 การจัดการพลังงานและการอนุรักษ์พลังงานในระบบแสงสว่าง..... 4
2.1.1 หน่วยที่ใช้ในการวัดแสงสว่าง..... 4
2.1.2 หลอดไฟฟ้าทั่วไป..... 5
2.1.3 การเลือกใช้หลอดไฟฟ้าประเภทต่างๆ..... 6
2.1.4 อุปกรณ์ในระบบแสงสว่างอื่นๆ 9
2.1.5 ความส่องสว่างที่เหมาะสมในอาคาร.....13
2.1.6 การอนุรักษ์พลังงานในระบบแสงสว่าง.....16
2.2 การจัดการพลังงานและอนุรักษ์พลังงานด้านระบบปรับอากาศ.....21
2.2.1 มาตรการด้านการอนุรักษ์พลังงานด้านระบบปรับอากาศ.....21
2.2.2 การดำเนินการด้านการอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมาย.....23
2.2.3 ระบบปรับอากาศ (AIR CONDITONING SYSTEM & THERMOSTAT).....24
2.2.4 การตรวจวัดและวิเคราะห์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน.....34
2.3 การจัดการและการประหยัดพลังงานในกรอบอาคาร.....39

บทที่ 3 การออกแบบการตรวจวัดพลังงาน.....43
3.1 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง.....43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่ **หน้า**

3.2 ระบบปรับอากาศแบบหน่วยเดียว.....44
3.3 การถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร.....45
3.3.1 โปรแกรม OTTVEE และวิธีการใช้.....45
3.3.2 คำนวณค่าความร้อนเฉลี่ยของอาคาร.....49

บทที่ 4 รายละเอียดการตรวจวัดการใช้พลังงาน.....54

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....55

ภาคผนวก.....57

เอกสารอ้างอิง..... 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 บัลลาสต์ชนิดขดลวดแกนเหล็ก....6

2.2 บัลลาสต์ชนิดอิเล็กทรอนิกส์....10

2.3 แสดงการติดตั้งวงจรควบคุมแสงสว่างสำหรับสวิตช์ ที่ใช้ปิด-เปิดให้ได้ทั้ง 3 แห่ง....19

2.4 Time Delay Switch 20

2.5 อุปกรณ์หลักของเครื่องปรับอากาศ....25

2.6 คูลเลอร์(Cooler)....26

2.7 คอมเพรสเซอร์แบบโรตารี่ (Rotary Compressor)....27

2.8 คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ (Reci Procating Compressor)....28

2.9 คอมเพรสเซอร์แบบก้นหอย (Scroll Compressor)....28

2.10 คอมเพรสเซอร์แบบสกรู(Screw Compressor)....28

2.11 คอมเพรสเซอร์แบบหอยโข่ง (Centrifugal Compressor)....29

2.12 คอนเดนเซอร์แบบระบายความร้อนด้วยน้ำ(Water Cooled Condenser)....29

2.13 ระบบทำน้ำเย็น(Chilled System)....31

2.14 เครื่องปรับอากาศแบบติดหน้าต่าง....31

2.15 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน....32

2.16 เครื่องปรับอากาศแบบเป็นชุดชนิด Roop top....33

2.17 PACKAGE WATER COOLED SYSTEM....34

2.18 อุปกรณ์ตรวจวัด ความเร็วลม ความชื้น อุณหภูมิ และความสว่าง(lux)....36

2.19 อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ของพัดลม VSD (Varies Speed Drive)....37

3.1 แสดงการใช้โปรแกรมคำนวณค่าความสว่างขั้นตอนที่1....44

3.2 แสดงการใช้โปรแกรมคำนวณค่าความสว่างขั้นตอนที่2....45

3.3 แสดงการใช้โปรแกรมคำนวณค่าความสว่างขั้นตอนที่3....45

3.4 แสดงการใช้โปรแกรมคำนวณค่าความสว่างขั้นตอนที่4....46

3.5 แสดงการใช้โปรแกรมคำนวณค่าความสว่างขั้นตอนที่5....46

3.6 แสดงการใช้โปรแกรมคำนวณค่าความสว่างขั้นตอนที่6....47

3.7 หน้าต่างแสดงโปรแกรม OTTVEE....49

3.8 การกำหนดค่าต่างๆ ของ OTTVEE....50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า
3.9 การป้อนค่าข้อมูล OTTVEE.....51
3.10 การใส่ค่าข้อมูลด้านผนังทึบและโปร่งแสงของ OTTVEE.....52
3.11 ค่าที่คำนวณ OTTV และ RTTV ได้.....52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ประสิทธิภาพการส่องสว่าง อุณหภูมิของแสง ดัชนีเปรียบเทียบสีของหลอด.....5

2.2 แสดงคุณสมบัติโดยสรุปและการใช้งานของหลอด Gas Discharge ประเภทต่างๆ 7

2.3 ข้อแนะนำระดับความส่องสว่างภายในอาคารและโรงงานอุตสาหกรรม.....14

2.4 แสดงข้อมูลหลอดไฟที่มีประสิทธิภาพสูง.....17

2.5 แสดงค่ามาตรฐานการปรับอากาศในอาคารของเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ.....23

2.6 แสดงค่ามาตรฐานการปรับอากาศในอาคารของเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ.....24

2.7 แสดงค่าความประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศ (Energy Efficiency Ratio ,EER).....24

3.1 การตรวจวัดระบบไฟฟ้าแสงสว่าง..... .43

3.2 การตรวจวัดระบบปรับอากาศแบบหน่วยเดียว.....44

5.1 ระดับการใช้พลังงานที่เทียบกับที่กระทรวงกำหนด.....45

5.2 สรุปผลการตรวจวัดพลังงานสำนักหอสมุดกลาง.....46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากวิกฤตการณ์น้ำมันที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องซึ่งทำให้น้ำมันดิบและน้ำมันสำเร็จรูปเพิ่มสูงขึ้นมาก ส่งผลกระทบต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศอย่างมาก ซึ่งทางออกของปัญหาปัจจุบันสามารถกระทำได้คือ

1.แสวงหาแหล่งพลังงานทดแทน

2. ช่วยกันประหยัดพลังงาน

พลังงานมีหลากหลายรูปแบบได้แก่ พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ พลังงานกล และที่ขาดไม่ได้เลยก็คือ "พลังงานไฟฟ้า" ซึ่งอาจจะเปลี่ยนรูปมาจากพลังงานต่างๆดังที่กล่าวมา

พลังงานไฟฟ้าที่เราใช้กันทุกวันนี้ไม่ได้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ แต่เราต้องเข้าไปทำ เข้าไปจัดการกับทรัพยากรที่มีอยู่ เช่น พลังลม พลังน้ำ พลังแสงอาทิตย์ การขุดเจาะน้ำมันจากใต้ดิน ผ่านกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าหลายขั้นตอน กว่าจะกลายเป็นไฟฟ้าให้เราได้ใช้อย่างสะดวกสบายอยู่นี้ ถ้าพลังงานยังมีอยู่มากมายใช้เท่าไหร่ก็ไม่หมดก็คงจะดี แต่ความจริงหาได้เป็นเช่นนั้นไม่ ความจริงที่เราเริ่มตระหนักถึงก็คือ ทรัพยากรที่เรามีเริ่มหมด หดหายไป น้ำมันที่เคยมีอย่างอุดมสมบูรณ์อีกไม่กี่สิบปีคงจะหมดไปจากโลกของเราและหากปีใดฝนแล้ง เขื่อนก็อาจจะไม่มีน้ำผลิตกระแสไฟฟ้า ลองนึกดูว่าหากเราไม่มีพลังงานในรูปกระแสไฟฟ้าไว้ใช้คงจะลำบากมากๆและดังที่กล่าวมา ทรัพยากรที่เคยมีอย่างอุดมสมบูรณ์ กลับเหลือน้อยเต็มที ทำให้ทุกสิ่งทุกอย่างมีค่าใช้จ่ายสูงขึ้น และนับวันจะสูงขึ้นเรื่อยๆ พร้อมกันนั้นอาจจะมีการหาแหล่งพลังงานทางเลือกอื่นไว้บ้าง แต่หากขณะที่หาพลังงานทดแทนอยู่นี้สิ่งเดียวที่เราควรคิดถึงและเกิดผลดีที่สุดขณะนี้ก็คือประหยัดการใช้พลังงานรูปต่างๆนั่นเอง การประหยัดในที่นี้ไม่ได้หมายความว่า ให้ลดการใช้ไปเลย หรือไม่ให้ใช้เลย แต่เราจะมาคิดว่าจะทำอย่างไรให้ใช้พลังงานได้อย่างคุ้มค่าและประหยัดที่สุด

สภาพเศรษฐกิจที่ดกต่ำประกอบกับความจำกัดทางด้านพลังงาน ทำให้ปัจจุบันทุกองค์กรหันมาเห็นความสำคัญของนโยบายการประหยัดพลังงานเช่นเดียวกันกับสำนักหอสมุดกลางซึ่งเป็นสถานที่ๆมีปริมาณผู้ใช้บริการจำนวนมาก จึงมีการสิ้นเปลืองพลังงาน ดังนั้นหากมีแนวทางหรือมาตรการด้านพลังงานที่จะนำไปสู่การปรับแก้การสิ้นเปลืองพลังงานก็จะทำให้สำนักหอสมุดกลางมีการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.เพื่อศึกษาการใช้พลังงาน และแนวทางการอนุรักษ์พลังงานในระบบต่างๆของอาคาร

2.เพื่อศึกษาวิธีการตรวจสอบ วิเคราะห์ และการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

3.เพื่อเป็นการสร้างแรงจูงใจให้เจ้าของอาคารหันมาให้ความสำคัญการอนุรักษ์พลังงาน

4.เพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติให้เจ้าของอาคารอื่นๆสามารถบริหารจัดการอนุรักษ์พลังงานในอาคารของตนเองได้

1.3 ขอบเขตและข้อกำหนดในการวิจัย

ศึกษา ค้นคว้า ทำการตรวจสอบ และวิเคราะห์การใช้พลังงานของสำนักหอสมุดกลาง รวมทั้งจัดทำรายงานผลการตรวจสอบ และเสนอแนวทางการอนุรักษ์พลังงานในแต่ละระบบโดยสำนักหอสมุดกลางจะต้องให้ข้อมูลดังต่อไปนี้แก่ผู้ดำเนินโครงงาน

ปริมาณการใช้ไฟฟ้าย้อนหลัง 12 เดือน(บิลค่าไฟฟ้า) เพื่อดูปริมาณการใช้ไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องในรอบ 1 ปี แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าใหม่หลังจากที่มีการวิเคราะห์การใช้พลังงานแล้วพิจารณาความคุ้มทุนหากจะต้องมีการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าของอาคารหอสมุดกลาง

- ปริมาณการใช้น้ำประปาย้อนหลัง 12 เดือน(บิลค่าน้ำ) เพื่อดูปริมาณการใช้น้ำอย่างต่อเนื่องในรอบ 1 ปี ซึ่งจะบ่งบอกการทำงานของปั๊มน้ำ หากมีการรั่วไหลของน้ำในระบบ ปั๊มจะทำงานเกินความจำเป็นทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน
- แบบระบบไฟฟ้า
- แบบระบบปรับอากาศ
- แบบสถาปัตยกรรม
- จำนวนเครื่องปรับอากาศแยกตามชนิด (แยกส่วน , ส่วนกลาง) แยกตามขนาด
- จำนวนผู้ใช้บริการในแต่ละเดือน (รอบเดือนตรงกับบิลค่าไฟฟ้า)
- เจ้าหน้าที่บำรุงรักษา(เพื่อติดต่อประสานงานเมื่อทำการเข้าตรวจวัด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

1.ศึกษาความรู้ด้านการบริหารการจัดการด้านพลังงานภายในอาคารของระบบต่างๆ

2.ดำเนินการตรวจวัดการใช้พลังงานในแต่ละระบบดังนี้

- ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
- ระบบปรับอากาศ
- การถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร

3.จัดทำรายงานการใช้พลังงานและแนวทางการปรับปรุงเพื่อการลดอัตราการใช้พลังงานในแต่ละระบบให้แก่อาคารสำนักหอสมุดกลาง

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. เป็นแนวทางในการปรับเปลี่ยน ระบบการใช้พลังงานที่สิ้นเปลืองให้มีปริมาณที่น้อยลง
2. เป็นการพัฒนาการติดตั้งระบบไฟฟ้าให้เล็งเห็นความคุ้มทุนในการเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีการประหยัดพลังงานมากขึ้น
3. กระตุ้นให้เจ้าของอาคารตระหนักถึงการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานหากไม่มีการจัดการด้านการอนุรักษ์พลังงาน
4. เป็นการสร้างจิตสำนึกให้ทุกคนเล็งเห็นความสำคัญของพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป หันมาช่วยกันอนุรักษ์พลังงาน และใช้พลังงานอย่างคุ้มค่ามากที่สุด
5. เป็นแนวทางการบริหารการจัดการด้านพลังงานของระบบต่างๆในอาคารให้แก่ผู้ที่สนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดการพลังงานและการอนุรักษ์พลังงานในระบบแสงสว่าง

2.1.1 หน่วยที่ใช้ในการวัดแสงสว่าง

1. **ฟลักซ์การส่องสว่าง** (Luminous Flux : Ø) เป็นปริมาณทางแสงทั้งหมดที่ส่องออกจากแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งก็คือหลอดไฟฟ้า มีหน่วยเป็นลูเมน (lumen:lm) ซึ่งมีค่าเท่ากับปริมาณแสงที่ตกลงพื้นที่ 1 ตารางหน่วย ที่ห่างจากจุดกำเนิดแสง 1 แคนเดอลาเป็นระยะทาง 1 หน่วย
2. **ความเข้มการส่องสว่าง** (Lumininous Intensity : I) เป็นความเข้มของแสงที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดในทิศทางใดทิศทางใดทิศทางหนึ่ง บางครั้งเรียกว่ากำลังการส่องสว่าง (Candlepower) มักใช้แสดงความเข้มของแสงที่มุมต่างๆของดวงโคม โดยทั่วไปจะวัดเป็นจำนวนเท่าของความเข้มที่ได้จากเทียนไข 1 เล่ม จึงมีหน่วยเป็น แคนเดอลา (Candela : cd)
3. **ความสว่าง** (Illuminance : E) เป็นปริมาณแสง ที่ตกกระทบบนพื้นผิว ต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร โดยทั่วไปอาจเรียกว่าระดับความสว่าง(Lighting Level) จึงเป็นค่าที่บอกว่าพื้นที่นั้นๆได้รับแสงสว่างเพียงพอหรือไม่ มีหน่วยเป็น ลูเมนต่อตารางฟุต หรือฟุตแคนเดิล (Foot-candle)มีค่าเท่ากับ 10.67 ลักซ์
4. **ความส่องสว่าง** (Luminance : L) เป็นค่าที่บอกปริมาณแสงที่สะท้อนออกมาจากพื้นผิวใดๆ ในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง บางครั้งอาจเรียกว่าความจ้า (Brightness) เป็นที่นิยมใช้ในการกำหนดความสว่างของถนน ซึ่งต้องการความปลอดภัยสูงสุด หากกำหนดแต่ความสว่างจะไม่เพียงพอเพราะความสว่างวัดเพียงแสงที่ตกลงบนถนน ในขณะที่ความส่องสว่างจะวัดปริมาณแสงที่สะท้อนถนนเข้าตาผู้ขับขี่ด้วย จึงบอกได้ว่าเวลาขับรถเรามองเห็นสิ่งต่างๆบนพื้นถนนได้ดีเพียงไร ความส่องสว่างมีหน่วยเป็น cd/m^2
5. **ค่าประสิทธิผลการส่องสว่าง** (Light Efficacy) เป็นค่าเปรียบเทียบฟลักซ์การส่องสว่างของแหล่งกำเนิดแสงแต่ละชนิดต่อที่กำลังไฟฟ้าเข้า 1 วัตต์เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 หลอดไฟฟ้าทั่วไป

หลอดไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ให้ความสว่างในยามค่ำคืนในที่มืดหรือในที่ๆ ต้องการความสว่างเพิ่มเติมการรู้จักหลอดไฟฟ้าประเภทต่าง ๆและการนำไปใช้อย่างเหมาะสมกับงานหรือพื้นที่ใช้งานจะเป็นการใช้ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพและลดปัญหาการติดตั้งหลอดไฟฟ้าเพิ่มเพื่อแก้ไขปัญหาจากการติดตั้งหลอดไฟฟ้าผิดประเภทหลอดไฟฟ้าแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆคือ

1. หลอดไส้ (incandescent lamp)
2. หลอดบรรจุก๊าซ (gas discharge lamp)
3. หลอด QP(induction lamp)

ตารางที่ 2.1 ประสิทธิภาพการส่องสว่าง อุณหภูมิของแสง ดัชนีเปรียบเทียบสีของหลอด

ตาราง ประสิทธิภาพการส่องสว่าง อุณหภูมิของแสง ดัชนีเปรียบเทียบสีของหลอด

ชนิดของหลอด Lamp Type	ประสิทธิภาพการส่องสว่าง Luminous Efficacy (lm/W)	อุณหภูมิของแสง Colour Temperature (K)	ดัชนีเปรียบเทียบสีของหลอด Colour Rendering Index (Ra)
หลอดไส้	14	2,800	100
หลอดฮาโลเจน	19	3,000	100
หลอดฟลูออเรสเซนต์ แบบแท่งยาว			
ตัวอย่างสีเบอร์ 25	62	4,100	70
ตัวอย่างสีเบอร์ 29	83	2,900	51
หลอดฟลูออเรสเซนต์ แบบกระเปาะ SL18 วัตต์	50	2,700	85
หลอดฟลูออเรสเซนต์ แบบกระเปาะ PL9วัตต์	67	2,700	85
หลอดโซเดียมความดันต่ำ 13 วัตต์	200	1,700	-
หลอดโซเดียมความดันสูง 400 วัตต์	118	2,000	23
หลอดเมอร์คิวรี่ความดันสูง			
แบบใส 250วัตต์	47	6,000	15
เคลือบผงฟลูออเรสเซนต์ 250 วัตต์	52	3,850	45
หลอดเมทัลฮาไลด์ 2000วัตต์	95	4,500	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 การเลือกใช้หลอดไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ

เนื่องจากหลอดไฟฟ้าแต่ละประเภทให้แสงสีและความสว่างที่แตกต่างกัน ดังนั้นการเลือกใช้หลอดไฟฟ้าให้เหมาะสมกับงานจึงเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพและหลีกเลี่ยงค่าใช้จ่ายในการติดตั้งหลอดไฟฟ้าเพิ่มในกรณีต้องการแก้ไขปัญหาจากการติดตั้งหลอดผิดประเภท หลอดไฟที่เหมาะสมกับการใช้งานประเภทต่าง ๆ สรุปได้ดังนี้

1. หลอดไฟที่ใช้ในการโฆษณา
- หลอดนีออนดัดเป็นตัวหนังสือ
- หลอด Metal Halide ใช้สำหรับส่องป้ายโฆษณา
- หลอดฟลูออเรสเซนต์ ใช้ใน Light Box ในลักษณะ Back Lighting

2. หลอดไฟที่ใช้กับห้องโชว์สินค้า
- หลอดฟลูออเรสเซนต์และ CFLสำหรับให้แสงสว่างทั่วไปและสำหรับติดในตู้โชว์สินค้า
- หลอดฮาโลเจน 12V หลอดสะท้อนแสงสำหรับส่องเน้นเฉพาะที่
- หลอด Gas Discharge วัตต์ต่ำ (35-150 W) เช่นหลอด Metal Halide หลอด White SON (Sodium แสงขาว)

3. หลอดไฟที่ใช้กับซุปเปอร์มาเก็ต
- หลอดฟลูออเรสเซนต์สำหรับให้แสงสว่างทั่วไป
- หลอดฮาโลเจน Low Voltage และหลอดสำหรับส่องเน้นเฉพาะที่
- หลอด Gas Discharge วัตต์ต่ำ

4. หลอดไฟที่ใช้กับสถานที่ทำงาน
- หลอดฟลูออเรสเซนต์

5. หลอดไฟที่ใช้กับถนนหนทาง
- หลอด Gas Discharge เช่น High Pressure Sodium ,Low Pressure Sodium, High Pressure Mercury สำหรับถนนใหญ่ที่มีการจราจรคับคั่ง
- หลอดฟลูออเรสเซนต์สำหรับถนนซอยเล็กๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงคุณสมบัติโดยสรุปและการใช้งานของหลอด Gas Discharge ประเภทต่างๆ

ประเภทหลอด	คุณสมบัติ
หลอดแสงจันทร์	• ให้แสงสีขาว • ดัชนีเทียบสีสูง • มี lm /W ต่ำ • อายุหลอดประมาณ10,000ชั่วโมง • มีมุมจุดหลอด • ไม่ต้องต่อบัลลาสต์และอิกนิเดอร์ • สามารถใช้แทนหลอดไส้ได้ทันที • ระยะเวลาการจุดติดของหลอด 5 นาที • เหมาะสำหรับใช้เป็นไฟถนน, ไฟสนาม ,โรงงานขนาดเล็ก, สวนสาธารณะ
หลอดเมอร์คิวรี่ความดันสูง (High Pressure Mercury)	• ให้แสงสีขาว • ค่าดัชนีเทียบสีดีพอสมควร • มี lm / W ต่ำ • อายุหลอดประมาณ 20,000 ชั่วโมง • สามารถจุดติดหลอดได้ทุกลักษณะการติดตั้ง • ต้องต่อกับบัลลาสต์ แต่ไม่ต้องใช้อิกนิกเดอร์ • ระยะเวลาการจุดติดของหลอด 4 นาที • เหมาะสำหรับไฟสาธารณะ ,ไฟถนนและบริเวณที่ทำการเปลี่ยนหลอดยาก
หลอดเมทัล-ฮาไลด์	• MHN-T (D) ให้แสงสีขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Metal Halide)	• MHN-D ให้แสงสีเหลือง • ค่าดัชนีเทียบสีสูงมาก • มี lm / Wต่ำ • หลอดอายุประมาณ 12,000 ชั่วโมง • มีมุมจุดหลอด ยกเว้น MHN-T • สามารถจุดติดได้ทุกลักษณะการติดตั้ง • ต้องต่อบัลลาสต์กับอิกนิกเตอร์ • ระยะเวลาจุดติดของหลอด 4 นาที • เหมาะสำหรับไฟประดับตกแต่ง ,ไฟส่องสินค้าในห้างสรรพสินค้าและบริเวณที่ต้องการความถูกต้องของสีสูง
หลอดโซเดียมความดันสูง (High Pressure Sodium)	• ให้แสงสีเหลืองทอง • มี lm / W สูงรองมาจากหลอด SOX • อายุการใช้งานยาวนานถึง 20,000 ชั่วโมง • สามารถจุดติดหลอดได้ทุกลักษณะการติดตั้ง • ต้องต่อบัลลาสต์และอิกิเตอร์ • ระยะเวลาการจุดติดของหลอด 5 นาที • เหมาะสำหรับไฟถนน ,ไฟโกดัง ,ไฟส่องบริเวณที่ไม่เน้นเรื่องความถูกต้องของสีและเหมาะสมสำหรับบริเวณที่ทำการเปลี่ยนหลอดได้ยาก
หลอดโซเดียมความดันต่ำ (Low Pressure Sodium)	• ให้แสงสีเหลืองความถี่เดียว (Monochromatic)ซึ่งเป็นสีที่ตาคนมองเห็นได้ดีที่สุด • มี lm/Wสูงที่สุดในบรรดาหลอดไฟทุก • นิยมใช้ในไฟถนน และไฟรักษาความปลอดภัย (Security Lighting) • อายุงานเฉลี่ย 20,000ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 อุปกรณ์ในระบบแสงสว่างอื่น ๆ

1.บัลลาสต์

บัลลาสต์เป็นชื่อของอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่ควบคุมแหล่งจ่ายพลังงานให้แก่หลอดไฟฟ้า ในยุคเริ่มแรกที่ผลิตบัลลาสต์มาใช้ "บัลลาสต์" หมายถึงตัวเหนี่ยวนำที่สะสมพลังงานซึ่งเรามักเรียกว่าบัลลาสต์ชนิดขดลวดแกนเหล็กในรุ่นใหม่ที่ทันสมัยมากขึ้น บัลลาสต์ถูกนำมาใช้เป็นวงจรขับดันที่สมบูรณ์แบบทั้งชุดเรามักเรียกว่า บัลลาสต์อิเล็กทอนิกส์

1.1 บัลลาสต์ชนิดขดลวดแกนเหล็ก

บัลลาสต์ชนิดนี้เป็นบัลลาสต์ทำหน้าที่เป็นตัวเหนี่ยวนำ ซึ่งเป็นส่วนหน้าของวงจรสตาร์ทสำหรับหลอดไฟฟ้าแสดงดังรูปที่ 2.1

บัลลาสต์ชนิดนี้เป็นที่นิยมกันแพร่หลาย มีทั้งแบบที่ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอด Gas Dischargeตามธรรมชาติของขดลวดที่พันรอบแกนเหล็ก เมื่อผ่านกระแสไฟ แกนเหล็กจะเกิดการอิ่มตัวทำให้มีกำลังสูญเสียขึ้นเรียกว่า Ballast Losses

บัลลาสต์ชนิดขดลวดสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ส่วนใหญ่ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันเป็นแบบ Induction (ค่า Power Factor ของบัลลาสต์ชนิดนี้มีค่าประมาณ 0.5)

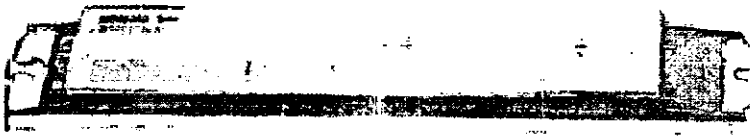
รูปที่ 2.1 บัลลาสต์ชนิดขดลวดแกนเหล็ก

1.2 บัลลาสต์ชนิดอิเล็กทรอนิกส์

บัลลาสต์ชนิดนี้จะมีชุดขับดันอิเล็กทรอนิกส์ปรับหลอดเรียกว่า เรียกว่าบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หมายถึง วงจรสมบูรณ์แบบที่สร้างสภาวะการสตาร์ท และการทำงานที่เหมาะสมให้กับหลอด บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์นี้สามารถขับดันหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้ตั้งแต่ 1-4 หลอด

การทำงานบางวงจรอาจจะใช้ได้กับหลอดเดี่ยว 3 หลอดหรือ 4 หลอด อย่างไรก็ตามมาตรฐาน IEC 929 แนะนำให้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ควรมีความถี่ไม่ต่ำกว่า 25 kHz เพื่อป้องกันการรบกวนของความถี่เสียง และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพ การส่องสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 บัลลาสต์ชนิดอิเล็กทรอนิกส์

ข้อดีของบัลลาสต์ประสิทธิภาพสูง

1.บัลลาสต์ชนิดขดลวดแกนเหล็กประสิทธิภาพสูง(Low Loss Ballast)เป็นบัลลาสต์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้เส้นลวดคุณภาพดีขึ้นมีความต้านทานของขดลวดน้อยลง ทำให้กำลังสูญเสีย I^2R ลดลงใช้แกนเหล็กคุณภาพดีขึ้น มีความต้านทานของขดลวดน้อยลง ทำให้กำลังสูญเสียเนื่องจากการอิ่มตัวของแกนเหล็กน้อยลง

2. บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Ballast) เมื่อใช้กับหลอด 18-36W กำลังสูญเสียลดลงเหลือ 3.5-4.0 (เทียบกับ 8.0-12 W ของบัลลาสต์ชนิดขดลวดแกนเหล็กแบบธรรมดา)

ข้อมูลและรายละเอียดของบัลลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ข้อดีมีดังต่อไปนี้

1. หลอดฟลูออเรสเซนต์ ถ้าใช้งานในความถี่ยิ่งสูงขึ้นก็จะได้แสงมากขึ้น จึงมีการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์โดยทำงานให้ความถี่สูงประมาณ 25 kHzให้ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา ผลก็คือต้องการแสงเท่าๆกัน ตัวหลอดจะกินไฟน้อยลงจากเดิม 36 W เหลือเพียง 32 W และตัวบัลลาสต์ก็จะกินไฟน้อยลงกว่าเดิม 8-12 W เมื่อใช้กับหลอดธรรมดาเหลือเพียง 3.5-4.0 W ดังนั้นต่อหลอดฟลูออเรสเซนต์ 1 หลอดเมื่อใช้กับหลอดอิเล็กทรอนิกส์จะกินไฟรวมทั้งวงจร(System Power)36 W ปัจจุบันมีผู้ผลิตหลอดฟลูออเรสเซนต์สำหรับใช้ความถี่สูงและหลอดฟลูออเรสเวนต์ที่มีค่าความส่องสว่างสูงกว่าปรกติเพราะใช้สารเคลือบหลอดและก๊าซภายในหลอดต่างชนิดกันเมื่อนำหลอดดังกล่าวมาใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ก็จะช่วยประหยัดพลังงานต่อหน่วยพื้นที่ได้มากยิ่งขึ้น

2. อายุของหลอดฟลูออเรสเซนต์เมื่อใช้กับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จะยาวขึ้น

3. ในแง่ของการคงค่าความสว่าง (Lumen Depreciation) เมื่อใช้กับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จะคงค่าความสว่างได้ดีกว่าบัลลาสต์ธรรมดา

4. หลอดมีการจุดติดแบบ "Instant Start" โดยไม่ต้องใช้ Starter ทำให้ช่วยในการประหยัดพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ไม่ต้องมีการปรับปรุงค่า Power Factor กล่าวคือ บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ทั่วไปจะมีค่า Power Factor มากกว่า 0.96

6. ไม่เกิดปรากฏการณ์ Stroboscopic

7. สามารถใช้กับงานที่จะต้องมีการปรับหรี่ระดับแสงไฟ โดยเฉพาะอย่างยิ่งใช้ควบคู่กับการใช้แสงธรรมชาติ (Day lighting)

8. อุณหภูมิของตัวบัลลาสต์ต่ำกว่าแบบขดลวด เนื่องจากเกิดกำลังสูญเสียน้อยกว่า

9. ไม่มีเสียงรบกวน (hum)

10. น้ำหนักเบา

ในทางปฏิบัติบัลลาสต์ชนิดแกนเหล็กยังได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายอยู่ ถึงแม้ว่าบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์กำลังเริ่มเป็นที่รู้จักมากยิ่งขึ้นแล้วก็ตามโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ามีการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้าติดตั้งของอุปกรณ์แสงสว่างกันอย่างจริงจัง การเลือกซื้อบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีความสำคัญ ถึงแม้ว่าบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์นั้นจะมีราคาค่อนข้างสูงแต่การนำบัลลาสต์ชนิดนี้มาใช้ จึงไม่ควรคำนึงถึงค่าใช้จ่ายเพียงอย่างเดียว ควรคิดว่าบัลลาสต์ชนิดนี้มีอายุการใช้งาน และผลดีด้านอื่นๆ ที่ประกอบกันคือทุนที่สูงกว่าของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จะถูกชดเชยในเรื่องค่าไฟฟ้าที่ลดลงและระบบแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพในระยะยาว

2.โคมไฟ

นอกจากทำหน้าที่ยึดหลอดและอุปกรณ์ประกอบ เช่น บัลลาสต์แล้ว ยังมีหน้าที่สำคัญ คือ ควบคุมทิศทางแสงให้กระจายไปตกบนพื้นที่ทำงานที่เราต้องการ นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันอันตรายใดๆซึ่งอาจเกิดขึ้นกับหลอดไฟฟ้าได้อีกด้วย ปัจจุบันมีผู้ผลิตโคมไฟแบบต่างๆมากมาย วัสดุที่ใช้ทำโคมไฟเพื่อกรองแสงไม่ให้จ้าเกินไปมีหลายชนิด ในการเลือกใช้โคมไฟ จึงไม่ควรเลือกเพื่อความสวยงามเพียงอย่างเดียว คุณสมบัติที่ต้องพิจารณาได้แก่

(1) ประสิทธิภาพของโคมไฟ คือ อัตราส่วนระหว่างลูเมนรวมที่ออกมาจากโคมไฟต่อลูเมนรวมที่ออกมาจากหลอดไฟฟ้า โคมไฟที่มีประสิทธิภาพสูงจะไม่ดูดกลืนหรือกักแสงไว้มาก

(2) สัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์(Coefficient of Utilization ,CU) คืออัตราส่วนระหว่างค่าลูเมนรวมที่ไปตกลงบนพื้นที่ทำงานต่อลูเมนรวมที่ออกมาจากหลอดไฟฟ้า จึงเปรียบเสมือนได้รวมค่าประสิทธิภาพโคมไฟเข้ากับสภาพปัจจัยสภาพแวดล้อมในพื้นที่นั้น คือ ความสูงและสัดส่วนของห้อง หรืออัตราส่วนโพรง (Cavity Ratio) ตลอดจนค่าการสะท้อนแสงของเพดาน ผนังและพื้นเอาไว้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) ความเสื่อมจากโคมไฟสกปรก(Luminaries Dirt Depreciation ,LDD) คือ การที่ปริมาณแสงลดลงตามระยะเวลาที่ใช้โคมไฟ เนื่องจากมีฝุ่นละอองและและสิ่งสกปรกต่างๆ ซึ่งขึ้นกับความสะอาดของพื้นที่ และลักษณะของโคมไฟแต่ละชนิด

(4) กราฟแสดงการกระจายความเข้มส่องสว่าง(Luminaries Intensity Diagram) คือ กราฟในระบบโพลาร์โคออร์ดิเนต ที่แสดงค่ากำลังการส่องสว่างของโคมไฟที่มุมต่างๆ รอบโคมไฟ เพื่อใช้คำนวณความสว่างบนพื้นที่ทำงานที่จุดต่างๆ ซึ่งการออกแบบที่ดีนั้น จุดที่สว่างมากที่สุดและสว่างน้อยที่สุดไม่ควรต่างกันเกินหนึ่งในหกของความสว่างเฉลี่ยบนพื้นที่ทำงานนั้น ทั้งนี้ผู้ผลิตมักจะระบุค่ามากที่สุดของระยะห่างระหว่างโคมเป็นอัตราส่วนระหว่างระยะห่างของโคมไฟกับความสูงของโคมไฟ(Spacing Per Mounting Height Ratio , S/Hm)

(5)คุณสมบัติเฉพาะอื่นๆ นอกจากพิจารถึงการให้แสงสว่างที่เพียงพอแล้ว ยังต้องพิจารณาถึงการป้องกันแสงจ้า ความปลอดภัย รวมถึงความยากง่ายในการซ่อมบำรุงประกอบด้วย

การแบ่งโคมไฟแบ่งออกได้หลายวิธี คือ การแบ่งตามชนิดของหลอดไฟที่ใช้ แบ่งตามลักษณะการติดตั้ง แบ่งตามลักษณะการนำไปใช้งาน แบ่งตามลักษณะการกระจายแสง หรือแบ่งตามความเสื่อมจากโคมไฟสกปรก ดังต่อไปนี้

1.แบ่งตามชนิดของหลอดไฟฟ้าที่ใช้

แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ ตามชนิดของหลอดไฟฟ้าที่ใช้ ได้แก่ โคมไฟที่ใช้กับหลอดอินแคนเดสเซนต์ โคมไฟที่ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ และโคมไฟที่ใช้กับหลอด HID

2.แบ่งตามลักษณะการติดตั้ง

แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ ตามลักษณะการติดตั้งของโคมไฟ ได้แก่ โคมไฟแบบห้อย(Pendent) โคมไฟแบบฝังลงไปในเพดาน (Recessed)และโคมไฟแบบติดกับเพดาน(Surface)

3.แบ่งตามลักษณะการกระจายแสง(Light Distribution Characteristic)

เป็นการแบ่งโดยพิจารณาจาก อัตราส่วนระหว่างแสงที่พุ่งจากโคมไฟขึ้นสู่เพดาน กับปริมาณแสงที่พุ่งจากโคมไฟลงสู่พื้น ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 6 ประเภท คือ

(1) ชนิดกระจายแสงลง (Direct Luminaire) แสงเกือบทั้งหมดของโคมไฟประเภทนี้จะกระจายลงสู่เบื้องล่าง ข้อดีของโคมไฟประเภทนี้คือ สามารถที่จะควบคุมทิศทางของลำแสงให้ไปตกบนพื้นที่ทำงานที่เราต้องการได้โดยง่าย แต่มีสิ่งที่ต้องพึงระวังเป็นพิเศษ คือ ความแตกต่างกันมากของความจ้าระหว่างเพดาน ผนังกับตัวโคมไฟ ซึ่งแก้ไขได้โดยการทาสีห้อง เครื่องจักรอุปกรณ์หรือวัสดุต่างๆ ที่มีค่าการสะท้อนแสงสูงเข้าช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) ชนิดกึ่งกระจายแสงลง(Semi-direct Luminaire) โคมไฟประเภทนี้จะกระจายแสงลงสู่เบื้องล่างประมาณ 60-90 % และปล่อยให้แสงกระจายขึ้นสู่เพดานประมาณ 10-40 % เพื่อลดความแตกต่างของความจ้าระหว่างเพดานและตัวโคมไฟ และข้อเสียของโคมไฟประเภทนี้ คือจะเกิดเงาขึ้นบนพื้นงานได้ง่าย ถ้าระยะห่างระหว่างดวงโคมอยู่ห่างกันมากเกินไป

(3) ชนิดกระจายแสงแบบรอบด้าน (General Diffuse Luminaire) โคมไฟประเภทนี้จะกระจายแสงลงสู่เบื้องล่าง และขึ้นสู่เพดานในอัตราส่วนที่ใกล้เคียงกัน โคมไฟประเภทนี้จึงมีค่าสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ต่ำกว่าสองประเภทแรก แต่ความจ้าบนพื้นผิวทั้งห้องจะสม่ำเสมอและสบายตา

(4) ชนิดกระจายแสงขึ้นลง(Direct-indirect Luminaire) โคมไฟประเภทนี้จะคล้ายกับประเภทที่แล้ว ยกเว้นจะมีเฉพาะแสงพุ่งลงสู่เบื้องล่างและขึ้นสู่เพดาน

(5) ชนิดกึ่งกระจายแสงขึ้น(Semi-indirect Luminaire) แสงจากโคมไฟประเภทนี้ประมาณ 60 - 90 % จะกระจายขึ้นสู่เพดาน แสงส่วนที่เหลือจะกระจายลงสู่พื้น เพดานจึงทำหน้าที่คล้ายกับแหล่งกำเนิดแสงแผ่นใหญ่แผ่นหนึ่ง ซึ่งจะสะท้อนแสงลงสู่เบื้องล่าง ฉะนั้นความสามารถในการสะท้อนแสงของเพดานจะต้องสูงมาก ลักษณะการกระจายแสงเช่นนี้ ความจ้าระหว่างตัวโคมไฟกับเพดานจะไม่แตกต่างกันมากนัก จึงมักใช้โคมไฟชนิดนี้ในการลดแสงจ้าแยงตา

ชนิดกระจายแสงขึ้น(Indirect Luminaire) แสงเกือบทั้งหมดของโคมไฟประเภทนี้จะกระจายขึ้นสู่เพดาน และส่วนบนของผนัง และจึงสะท้อนลงสู่พื้นที่ทำงาน ความจ้าทั่วบริเวณทั้งห้องจะสม่ำเสมอจนเกือบเท่ากันทั้งหมด ถ้าระยะที่ห้อยโคมไฟจากเพดานมีค่ามากพอ แต่โคมไฟประเภทนี้จะมีสัมประสิทธิ์การใช้งานต่ำสุด

2.1.5 ความส่องสว่างที่เหมาะสมในอาคาร

เราจำเป็นต้องออกแบบความส่องสว่างให้เหมาะสมกับการใช้งาน ในตารางต่อไปนี้เป็นค่าความสว่างที่สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทยแนะนำสำหรับค่าความส่องสว่าง (E) ปริมาณความจ้าของแสง(UGR_L)และความผิดเพี้ยน(R_a)ที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ใช้สอยต่างๆ

ตารางที่ 2.3 ข้อแนะนำระดับความส่องสว่างภายในอาคารและโรงงานอุตสาหกรรม

ประเภทพื้นที่และกิจกรรม	E	UGR_L	$R_{a(min)}$	หมายเหตุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	(Lux)			
1. พื้นที่ภายในอาคารทั่วไป				
1.1โถงทางเข้าอาคาร	100	22	60	
1.2โถงนั่งพัก	200	22	80	
1.3 พื้นที่ทางเดินภายในอาคาร	100	28	40	ระหว่างทางเข้า-ออกให้ระวังการเปลี่ยนระดับความเข้มการส่องแบบทันที
1.4 บันได บันไดเลื่อน ทางเลื่อน	150	25	40	
1.5 พื้นที่ขนถ่ายสินค้าภายในอาคาร	150	25	40	
1.6 ห้องอาหารทั่วไปภายในอาคาร	200	22	80	
1.7 ห้องพักผ่อนทั่วไป	100	22	80	
1.8 ห้องออกกำลังกาย	300	22	80	
1.9 ห้องน้ำ ห้องสุขา ห้องรับฝากของ	200	25	80	
1.10 ห้องปฐมพยาบาล	500	19	80	
1.11 ห้องตรวจคนไข้ทั่วไป	500	16	80	อุณหภูมิสีอย่างต่ำ 4000 K
1.12 ห้องอุปกรณ์ Switch gear	200	25	60	
1.13 ห้องชุมสายโทรศัพท์/ไปรษณีย์/พัสดุ	500	19	80	
1.14 ห้องเก็บของ	50	25	60	
1.15 ห้องบรรจุหีบห่อ ขนถ่ายวัสดุ	300	25	60	
1.16 ห้องควบคุม	200	22	60	
2. อาคารสำนักงาน				
2.1 พื้นที่เก็บเอกสาร ถ่านเอกสาร และพื้นที่ทั่วไปที่มีการสัญจร	300	19	80	
2.2 พื้นที่ที่มีการเขียน พิมพ์ อ่าน ใช้คอมพิวเตอร์และ data processing	500	19	80	
2.3 พื้นที่ที่ใช้สำหรับเขียนแบบ	750	16	80	
2.4พื้นที่ทำงานด้วย CAD	500	19	80	
2.5 ห้องประชุม	500	19	80	ระบบแสงสว่างควรเป็นระบบที่ควบคุมความสว่างได้
2.6 พื้นที่เคาน์เตอร์ประชาสัมพันธ์	300	22	80	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้อนรับ				
2.7 ห้องเก็บเอกสารสำคัญ	200	25	80	
3. ร้านค้าปลีก				
3.1 พื้นที่ขาย(ขนาดเล็ก)	300	22	80	
3.2 พื้นที่ขาย(ขนาดใหญ่)	500	22	80	
3.3 พื้นที่เก็บเงิน / ห่อ บรรจุ	500	19	80	
4. ห้องอาหารและโรงแรม				
4.1 พื้นที่ต้อนรับ เคาน์เตอร์เก็บเงิน บริการของโรงแรม	300	22	80	
4.2 ครัว	500	22	80	
4.3 พื้นที่ภัตตาคาร ห้องอาหาร ห้องจัดเลี้ยง	200	22	80	ควรออกแบบแสงสว่างเพื่อสร้างบรรยากาศ
4.4 ห้องอาหารแบบบริการตัวเอง	200	22	80	
4.5 ห้องอาหารแบบบุฟเฟต์	300	22	80	
4.6 ห้องจัดงานประชุมสัมมนา	500	19	80	ระบบแสงสว่างควรเป็นระบบที่ควบคุมความสว่างได้
4.7 พื้นที่ทางเดิน	100	22	80	ความสว่างได้ในเวลากลางคืน ความเข้มส่องสว่างสามารถต่ำลงได้
5. พื้นที่สำหรับการแสดงและบันเทิง				
5.1 โรงละครพื้นที่แสดงคอนเสิร์ต	200	22	80	
5.2พื้นที่สำหรับการแสดงทั่วไป	300	22	80	
5.3 ห้องซ้อม ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า	300	22	80	กระจกเงาแต่งหน้าควรใช้แบบ Glare free
5.4 พิพิธภัณฑ์	300	19	80	ระบบแสงสว่างควรจะออกแบบให้เหมาะสมกับการตั้งแสดงและป้องกันการแผ่รังสีจากหลอด
6. ห้องสมุด				
6.1 พื้นที่ชั้นวางหนังสือ	200	19	80	500 Lux สำหรับพื้นที่ที่มีการใช้งานมาก
6.2 พื้นที่อ่านหนังสือ	500	19	80	
6.3 เคาน์เตอร์	500	19	80	
7. อาคารสำหรับสถาบันการศึกษา				
7.1 พื้นที่สำหรับการเรียนการศึกษา	300	19	80	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั่วๆไป				
7.2 พื้นที่สำหรับเรียนภาคค่ำและศึกษาผู้ใหญ่	500	19	80	
7.3 ห้องบรรยาย	500	19	80	ระบบแสงสว่างควรเป็นระบบที่ควบคุม
7.4 พื้นที่หน้ากระดานดำ	500	19	80	ควรระวังแสงสะท้อนถ้าอยู่ในห้องบรรยาย 750 K
7.5 พื้นที่โต๊ะสาธิตงาน	500	19	80	2000 K
7.6 ห้องเรียนทางด้านศิลปะและหัตถกรรม	500	19	80	
7.7 ห้องแสดงศิลปะในโรงเรียนสอนศิลปะ	750	19	90	อุณหภูมิสีอย่างต่ำ 5000 K
7.8 ห้องเขียนแบบ	750	16	80	
7.9 ห้องทดสอบและฝึกหัด	500	19	80	
7.10 ห้องฝึกหัดทางดนตรี	300	19	80	
7.11 ห้องฝึกหัดทางด้านคอมพิวเตอร์	500	19	80	
7.12 ห้องฝึกหัดทางด้านภาษา	300	19	80	
7.13 ห้องเตรียมงานและฝึกหัดทั่วไป	500	22	80	
7.14 ห้องพักนักเรียนทั่วไป	200	22	80	
7.15 ห้องทำงานครู อาจารย์	300	22	80	
7.16 พื้นที่ออกกำลังกายในร่ม	300	22	80	

ที่มา:ข้อแนะนำระดับความส่องสว่างภายในอาคารและโรงงานอุตสาหกรรม สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย

2.1.6 การอนุรักษ์พลังงานในระบบแสงสว่าง

แนวทางและวิธีการประหยัดแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

1. มาตรการที่ไม่ต้องมีการลงทุน

1.1 สำรวจลักษณะการทำงานตลอดจนระดับความส่องสว่าง รวมทั้งการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 ทำความสะอาดโคมไฟและดวงหลอดอย่างสม่ำเสมอเพื่อที่จะให้แสงสว่างได้เต็มที่

1.3 ผนังและเฟอร์นิเจอร์ควรใช้สีนวลเพื่อช่วยสะท้อนแสงให้ดูสว่างขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ปิดไฟช่วงเวลาระหว่าง 12.00 น. – 13.00 น. ซึ่งเป็นเวลาหยุดพักเพื่อรับประทานอาหารกลางวันจะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านไฟฟ้าลงได้

1.5 ปิดไฟทุกครั้งเมื่อไม่ต้องการใช้แม้ว่าจะเป็นช่วงที่ไม่ต้องการใช้ระยะเวลาสั้นๆ

2. มาตรการที่มีการลงทุน

1. ใช้หลอดไฟที่มีประสิทธิภาพสูงคือให้ประมาณแสงสว่าง (Lumens) มาก แต่ใช้กำลังไฟฟ้า (Watts) ต่ำ เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent) ชนิดประหยัดพลังงาน 18 วัตต์ และ 36 วัตต์ หลอดโซเดียมความดันสูง (High-Pressure Sodium Lamp) หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ เป็นต้น ดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 แสดงข้อมูลหลอดไฟที่มีประสิทธิภาพสูง

Source	Efficacy Lumen/Watt	Range of Wattages	Life (Rated)Hour	Lumen Maintenance	Colour Rendering
INCANDESCENT					
-GeneralLighting Service (G.L.S)	10-13	15-1500	1,000	Poor	Good but Lacks Blue
- PAR Lamps	10-13	100-300	2,000	-	-
- Reflector	10-13	25-300	1,000	-	-
- Tungten Halogen	21	150-2000	2,000	Excellent	Excellent
TUBULAR FLUORESCENT					
- Coolwhite	58.5-67.7	20-90	7,500-1,8000	Good	Good
- Deluxe Cool White	41.5-46.6	"	"	"	Excellent
- Warm White	60-70	28-90	"	"	"
- Deluxe Warm White	41.2-43.3	20-90	"	"	"
- White	60-70	20-90	"	"	"
- Daylight	49.7-57.7	20-90	"	"	"
HIGH INTENSITY DISCHARGE					
- Low Pressure Sodium	100-170	18-180	15,000	Excellent	Yellow Monocromatic

73006
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Mercury Fluorescent	40-63	50-1000	24,000	Fair	Fair Lacks Of Red
- Self Ballast Mercury	11-28	100-700	10,000	Fair	Fair
- Metral Halide	80-110	50-1000	10000-20000	Fair	Excellent
- High Pressure Sodium	70-140	50-1000	7,500-15,000	Good	Fair Poor Yellowish

2. ดิดตั้งวงจรควบคุมแสงสว่างเพิ่มขึ้น คือจะสามารถทำให้ปิด- เปิดวงจรแสงสว่างในพื้นที่ที่ไม่ต้องการใช้งานได้โดยสะดวก

ในการออกแบบวงจรจะต้องออกแบบให้มีสวิตซ์ปิด-เปิดโคมไฟหรือสามารถเลือกปิด-เปิดโคมไฟในตำแหน่งต่างๆภายในห้องให้อิสระต่อกันมากขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้สามารถปิดโคมไฟในบริเวณที่ไม่ได้ใช้งานหรืออาจจะปิดโคมไฟบางโคมที่ไม่ต้องการออกไป เพื่อที่จะลดพลังงานสูญเสียไปเฉยๆในส่วนที่ไม่ได้ใช้งานซึ่งจะเป็นการให้แสงสว่างที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นสำหรับตำแหน่งของสวิตซ์ ถ้าสามารถออกแบบให้ใกล้ประตูหรืออยู่ในตำแหน่งที่สามารถ ปิด-เปิดได้สะดวก ซึ่งจะเป็นแรงจูงใจให้คนปิดสวิตซ์ไฟหลังเลิกใช้งาน ส่วนตำแหน่งของสวิตซ์ที่ใช้ไม่สะดวกจะไม่มีคนใช้และห้องที่มีทางเข้าออกหลายทางก็ควรจะดิดสวิตซ์ปิด-เปิดได้หลายทางด้วย พิจารณารูปที่ 2.3 ซึ่งจะแสดงให้เห็นห้องทำงานที่มีทางเข้าออกถึง 3 ประตู สำหรับสวิตซ์ที่ใช้ ประกอบด้วยสวิตซ์ 3 ทาง 2 ตัว และสวิตซ์ 4 ทาง 1 ตัว สำหรับปิด-เปิดให้ได้ทั้ง 3 แห่ง

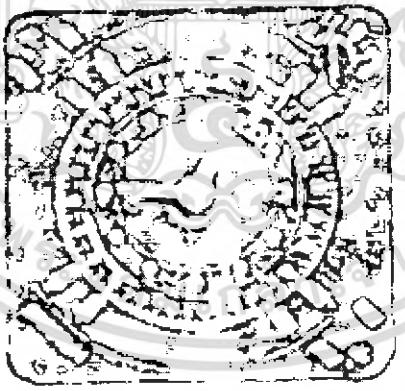
รูปที่ 2.3 แสดงการดิดตั้งวงจรควบคุมแสงสว่างสำหรับสวิตซ์ที่ใช้ปิด-เปิดให้ได้ทั้ง 3 แห่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.ติดตั้งสวิตช์ตั้งเวลา (Timer) หรือ Time Delay Switch ทำงานเปิด-ปิดไฟฟ้า ณ. บริเวณที่ใช้ไฟบางเวลา

ห้องที่ใช้ทำงานในช่วงเวลาสั้นๆคนมักลืมเปิดไฟไว้เมื่อเลิกใช้งาน เช่น ห้องเก็บเอกสารอ้างอิง ห้องเก็บของเก็บหนังสือ ห้องน้ำส่วนตัว การทำงานของสวิตช์จะมีอยู่สองแบบ แบบแรกจะทำงานตามเวลาที่ตั้งเอาไว้ และแบบที่สองจะเปิดสวิตช์โดยใช้มือและใช้เวลาที่ตั้งไว้เป็นตัวปิด แบบแรกนั้นนิยมใช้กับห้องที่รู้ระยะเวลาทำงาน ตลอดทั้งวันเป็นเวลาที่ค่อนข้างแน่นอน แบบที่สองนั้น สวิตช์จะเริ่มทำงานตั้งแต่เราเปิดสวิตช์ และถึงเวลาที่ตั้งไว้ก็จะปิดเองโดยอัตโนมัติ สวิตช์ตั้งเวลาแบบนี้มีทั้งใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์

ห้องที่ใช้ทำงานในช่วงเวลาสั้นๆคนมักลืมเปิดไฟไว้เมื่อเลิกใช้งาน เช่น ห้องเก็บเอกสารอ้างอิง ห้องเก็บของเก็บหนังสือ ห้องน้ำส่วนตัว การทำงานของสวิตช์จะมีอยู่สองแบบ แบบแรกจะทำงานตามเวลาที่ตั้งเอาไว้ และแบบที่สองจะเปิดสวิตช์โดยใช้มือและใช้เวลาที่ตั้งไว้เป็นตัวปิด แบบแรกนั้นนิยมใช้กับห้องที่รู้ระยะเวลาทำงาน ตลอดทั้งวันเป็นเวลาที่ค่อนข้างแน่นอน แบบที่สองนั้น สวิตช์จะเริ่มทำงานตั้งแต่เราเปิดสวิตช์ และถึงเวลาที่ตั้งไว้ก็จะปิดเองโดยอัตโนมัติ สวิตช์ตั้งเวลาแบบนี้มีทั้งใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics) และใช้ลาน การใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์จะมีพลังงานส่วนหนึ่งซึ่งสวิตช์นี้จะต้องใช้ไป สำหรับสวิตช์อีกแบบหนึ่งซึ่งจะใช้ปิดหลอดไฟในช่วงเวลาอันสั้นหลังจากเปิดสวิตช์ไว้แล้วเราจะเรียกว่า Time Delay Switch



รูปที่ 2.4 Time Delay Switch

4. ติดตั้งสวิตช์แสงแดด (Photo Cell Switch) หรือ Timer สำหรับควบคุมการเปิด-ปิดโคมไฟที่ติดตั้งอยู่นอกอาคาร

เพื่อป้องกันการลืมปิดไฟที่ถูกเปิดทิ้งไว้จนถึงเวลากลางวัน ซึ่งทำให้มีการใช้พลังงานไปโดยเปล่าประโยชน์ในช่วงเวลากลางวัน สวิตช์แสงแดดเป็นสวิตช์ควบคุมการปิด-เปิดไฟอย่างอัตโนมัติโดยอาศัยแสงแดด สามารถใช้เปิดไฟบริเวณรอบอาคาร ไฟสนาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฟส่องดึก ไฟรั้ว ไฟลานจอดรถนอกอาคาร รวมทั้งไฟเพื่อการรักษาความปลอดภัยเมื่อดวงอาทิตย์ลับขอบฟ้า และจะปิดไฟเมื่อเริ่มวันใหม่ที่มีแสงอาทิตย์เพียงพอ

5. ติดตั้งเครื่องปรับระดับแสงสว่าง (Dimmer) บริเวณห้องที่ใช้สำหรับงานอเนกประสงค์ซึ่งบางครั้งต้องการแสงสว่างมาก แต่บางครั้งก็ต้องการแสงสว่างน้อยหรือห้องที่มีการใช้แสงธรรมชาติจากภายนอกเข้ามาช่วยให้แสงสว่างภายใน ระดับแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ตามธรรมชาติจะแปรเปลี่ยนไปไม่แน่นอน ห้องดังกล่าวนี้ควรจะนำ Dimmer มาช่วยในการปรับระดับแสงสว่างให้เหมาะสมสำหรับกิจกรรมแต่ระแบบที่ต้องการแสงสว่างไม่เท่ากัน จะเป็นการช่วยประหยัดพลังงานลงด้วยการลดปริมาณแสงในยามที่ไม่ต้องการแสงสว่างมากนักหรือช่วงที่มีแสงสว่างจากธรรมชาติภายนอกช่วย ห้องดังกล่าวได้แก่ ห้องประชุม เป็นต้น

6. โคมทุกชนิดควรจะมีแผ่นสะท้อนแสง (Reflector) ที่ดีมีผิวสะอาด มันเป็นเงา และต้องมีมุมสะท้อนที่ถูกต้อง ทำให้แสงสว่างมารวมกันในบริเวณที่ต้องการ ผลที่ตามมาก็คือไม่ต้องใช้หลอดไฟฟ้าที่มีวัตต์สูงหรือใช้หลอดวัตต์น้อยลงจากเดิมได้เพราะมีแสงสว่างเพียงพอ

7. คำนวณและเลือกขนาดสายไฟให้มีความสูญเสีย (Loss) ต่ำ ทำได้โดยการเพิ่มขนาดสายให้โตขึ้นเนื่องจากสายมีความต้านทานต่ำกว่า จึงทำให้สามารถลดความสูญเสียเนื่องจากแรงดันไฟฟ้าตกและลดค่าไฟฟ้าลงได้ อย่างไรก็ตามหากมีการศึกษาเปรียบเทียบว่าจะคุ้มหรือไม่ เพื่อหาจำนวนสายป้อนและขนาดขนาดของสายให้เหมาะสม ก็จะมีส่วนช่วยในการประหยัดไฟฟ้าได้

2.2 การจัดการพลังงานและอนุรักษ์พลังงานด้านระบบปรับอากาศ

2.2.1 มาตรการด้านการอนุรักษ์พลังงานด้านระบบปรับอากาศ

เราสามารถแบ่งมาตรการได้ 2 แบบ คือ

แบบเชิงรับ (Passive)

การอนุรักษ์พลังงานเชิงรับจะเป็นวิธีการเบื้องต้นที่ไม่ต้องอาศัยความรู้ทางเทคนิคขั้นสูง สามารถดำเนินการได้โดยใช้เงินลงทุนไม่สูงมากนักเช่น การป้องกันความร้อนเข้าอาคาร , การปรับลดอัตราการเดิมอากาศจากภายนอกให้เหมาะสมหรือป้องกันอากาศรั่วไหล เข้า-ออก เป็นต้น

แบบเชิงรุก (Active)

การอนุรักษ์พลังงานเชิงรุกจะต้องอาศัยวิธีการทั้งทางด้านการวิเคราะห์ด้านเทคนิคและการลงทุน อีกทั้งจะต้องใช้เงินลงทุนสูงพอสมควร เช่นการปรับอัตราการเดิมอากาศจากภายนอกด้วย CO2 Sensor ,การใช้อุปกรณ์ปรับความเร็วมอเตอร์, การเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบริหารและการจัดการเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ สามารถแบ่งตามวิธีการ ดำเนินการเป็นประเด็นหลักๆดังนี้

- การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้า (Energy Productivity)
- การเพิ่มการตระหนักถึงการใช้พลังงาน (Energy Awareness)
- การบริหารการบำรุงรักษา (Maintenance Management)

<u>มาตรการที่ไม่เสียค่าใช้จ่าย</u>

1.ปิดพัดลมระบายอากาศเมื่อไม่จำเป็น

ในห้องปรับอากาศมักติดตั้งระบายอากาศไว้สำหรับระบายอากาศออกจากห้องปรับอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งห้องที่มีกลิ่นหรือ ควันจากการสบบุหรี่ เมื่อมีการระบายอากาศออกจากห้องก็จะมี อากาศในปริมาณที่เท่ากันไหลเข้ามาในห้อง เพื่อทดแทนอากาศที่ถูกระบายออกทิ้งไป อากาศจากภายนอกที่ไหลเข้ามาแทนที่นี้ ทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานมากขึ้น เพื่อทำให้อากาศร้อนที่เข้ามาจากภายนอกเย็นลงจนเท่าอากาศในห้อง พัดลมระบายอากาศนี้มีความจำเป็น หากเป็นห้องที่มีคนใช้มากหรือกลิ่นจากเอกสาร, อาหาร หรือ ควันบุหรี่ แต่หากเป็นห้องที่คนใช้ไม่มาก และไม่มีกลิ่นรบกวน ก็ไม่จำเป็นต้องเปิดพัดลมระบายอากาศ ทั้งนี้เนื่องจาก โดยธรรมชาติจะมีอากาศรั่วซึมผ่านทางกรอบประตูหน้าต่างอยู่ในปริมาณหนึ่งอยู่แล้วซึ่งเพียงพอกับการหายใจ นอกจากนี้ หากเป็นห้องประชุม ในขณะที่ เปิดเครื่องปรับอากาศ เพื่อให้อากาศเย็นก่อนจะมีคนใช้ห้อง ก็ไม่จำเป็นต้องเปิดพัดลมระบายอากาศ ให้รอจนกว่าจะมีคนเข้าใช้ห้องประชุมมากก่อนจึงเปิดใช้ก็ได้

2.ตั้งปิดจอคอมพิวเตอร์เมื่อไม่ใช้

โดยปกติแล้วเครื่องคอมพิวเตอร์จะไม่ได้ถูกใช้ตลอดเวลา ดังนั้นจึงควรตั้งโปรแกรมพักงานที่หน้าจอมอนิเตอร์โดยให้ทำงานอัตโนมัติเมื่อไม่ได้สัมผัสคีย์บอร์ดหรือเมาส์ในระยะเวลาหนึ่งเพราะความร้อนที่ถูกปล่อยจากหน้าจอจะมีค่าประมาณ 180-200 วัตต์

3.ตั้งอุณหภูมิมากกว่า 25 ° c แล้วเปิดพัดลมช่วย

ความเย็นสบาย หรือความสบายเชิงความร้อนเกิดขึ้นได้จาก 3 ปัจจัยหลัก

- อุณหภูมิ (Temperature)
- ความชื้นสัมพัทธ์ (relative Humidity)
- ความเร็วลม ปกติอุณหภูมิที่เหมาะคือ 24-25 °c แต่เมื่อเราใช้การเปิดพัดลมช่วยเราจะสามารถใช้อุณหภูมิสูงขึ้นได้ถึง 28-30 °c ที่ความสบายเดียวกัน

4. ปิดแอร์เมื่อไม่ใช้

5. การปิดเครื่องปรับอากาศเมื่อไม่ใช้ห้องปรับอากาศ จะสามารถช่วยประหยัดพลังงานได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.ย้ายเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นออกนอกห้องปรับอากาศ

เนื่องจากเครื่องใช้ไฟฟ้าในสำนักงานจะปล่อยความร้อนจากตัวเองออกมาซึ่งจะเป็นการลดพลังงานอีกทางได้เมื่อเราย้ายอุปกรณ์ที่สามารถทำงานภายนอกห้องได้ออกไป เช่น หม้อต้มกาแฟ เครื่องถ่ายเอกสาร ตู้เย็น เป็นต้น

7.ปิดผ้าม่าน การปิดม่านจะช่วยลดการแผ่รังสีความร้อนจากภายนอกเข้ามาได้ซึ่งสามารถลดพลังงานได้แบบง่ายๆ

8.นำตู้มาตั้งชิดด้านตะวันออกหรือตะวันตก

ผนังด้านที่มีความร้อนเข้า- จึงจะรู้สึกสบาย แต่เป็นการสิ้นเปลืองพลังงานมากขึ้น การนำตู้ไปตั้งชิดผนัง จะช่วยป้องกันการแผ่รังสีความร้อนจากผนังได้ซึ่งจะเป็นวิธีง่ายๆที่ช่วยประหยัดพลังงาน

มาตรการลงทุนต่ำ

1.ทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ การทำความสะอาดคอยล์ของเครื่องปรับอากาศ จะทำให้เครื่องปรับอากาศ มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับตอนที่ซื้อมาใหม่ๆ อีกครั้ง การล้างด้านคอยล์ร้อน จะทำให้เครื่องระบายความร้อนได้ดีขึ้น ส่วนการล้างคอยล์เย็นจะทำให้เครื่องส่งความเย็นออกมาได้ดีขึ้น ส่งผลให้คอมเพรสเซอร์ทำงานน้อยลง

2.เปลี่ยนเทอร์โมสตัท เทอร์โมสตัทรุ่นเก่าๆจะทำการวัดอุณหภูมิ โดยใช้โลหะสองชนิดมาเชื่อมต่อกัน เวลาอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงซึ่งถ้าเป็นแบบเก่าจะสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ในระดับเปลี่ยนแปลง 2 องศาซึ่งสำหรับเทอร์โมสตัทรุ่นใหม่ๆ ซึ่งมักเรียกว่าอิเล็คโทรนิคเทอร์โมสตัทจะสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ระดับ 0.5-1 องศาเซลเซียสซึ่งเมื่อควบคุมได้แม่นยำกว่าก็จะสามารถประหยัดพลังงานได้อีกทางหนึ่ง

มาตรการลงทุนสูง

1.เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศให้มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งการเลือกใช้จึงควรเลือกใช้เครื่องปรับอากาศขนาดเล็กที่มีค่าสิ้นเปลือง กระแสไฟฟ้าต่อตันความเย็นต่ำขณะนี้

2. การใช้อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบกับพัดลมหรือเครื่องส่งลมเย็น การหาประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศนั้นจะมีวิธีการหาที่ค่อนข้างยุ่งยากและจะต้องอ้างอิงข้อมูลตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน มีทั้งแบบอาคารเก่าและอาคารใหม่

2.2.2 การดำเนินการด้านการอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมาย

พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 และพระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม พศ.2538 ซึ่งจะกำหนดค่ามาตรฐานระบบปรับอากาศ ระบบปรับอากาศแยกส่วน/แบบชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 แสดงค่ามาตฐานการปรับอากาศในอาคารของเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

ชนิดส่วนทำความเย็น/เครื่องทำความเย็น	อาคารใหม่	อาคารเก่า
	(กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น)	(กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น)
ก. ส่วนทำความเย็นแบบหอยโข่ง (Centrifugal Chiller)		
ขนาดไม่เกิน 250 ตันความเย็น	0.75	0.9
ขนาดเกินกว่า 250 ตันความเย็นถึง 500 ตันความเย็น	0.75	0.84
ขนาดเกินกว่า 500 ตันความเย็น	0.75	0.8
ข. ส่วนทำน้ำเย็นแบบลูกสูบ (Reciprocating Chiller)		
ขนาดไม่เกิน 35 ตันความเย็น	0.98	1.18
ขนาดเกินกว่า 35 ตันความเย็น	0.91	1.1
ค. เครื่องทำความเย็นแบบเป็นชุด (Package Unit)	0.88	1.06
ง. ส่วนทำน้ำเย็นแบบสกรู (Screw Chiller)	0.7	0.84

ตารางที่ 2.6 แสดงค่ามาตฐานการปรับอากาศในอาคารของเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ

ชนิดส่วนทำความเย็น/เครื่องทำความเย็น	อาคารใหม่	อาคารเก่า
	KW/TR	KW/TR
ก. ส่วนทำความเย็นแบบหอยโข่ง (Centrifugal Chiller)		
ขนาดไม่เกิน 250 ตันความเย็น	1.4	1.61
ขนาดเกินกว่า 250 ตันความเย็น	1.2	1.38
ข. ส่วนทำน้ำเย็นแบบลูกสูบ (Reciprocating Chiller)		
ขนาดไม่เกิน 50 ตันความเย็น	1.3	1.5
ขนาดเกินกว่า 50 ตันความเย็น	1.25	1.44
ค. เครื่องทำความเย็นแบบเป็นชุด (Package Unit)	1.37	1.58
ง. ส่วนทำน้ำเย็นแบบติดหน้าต่าง/แยกส่วน (Window/Sp	1.4	1.61

ตารางที่ 2.7 แสดงค่าความประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศ (Energy Efficiency Ratio ,EER)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบอร์ 5	ค่า EER	มากกว่าเท่ากับ	10.6
เบอร์ 4	ค่า EER	มากกว่าเท่ากับ	9.6
เบอร์ 3	ค่า EER	มากกว่าเท่ากับ	8.6
เบอร์ 2	ค่า EER	มากกว่าเท่ากับ	7.6
เบอร์ 1	ค่า EER	มากกว่าเท่ากับ	ต่ำกว่า 7.6

ถ้า EER มีค่าสูงแสดงว่าประหยัดไฟฟ้ามากขึ้น ค่า EER มีหน่วยเป็น BTU/h ต่อวัตต์ ซึ่งเห็นได้ว่าค่า EER นี้เป็นค่าที่บงชี้ถึงประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศซึ่งวิธีการหาจะมีหลากหลายขั้นดอน

เมื่อเราต้องการทำการตรวจวัดค่า EER ของเครื่องปรับอากาศดังนั้นเราจำเป็นที่จะต้องศึกษาระบบของเครื่องปรับอากาศแบต่างๆทั้งที่มีการติดตั้งใน สำนักหอสมุดกลางและชนิดที่ไม่ได้ทำการติดตั้งทั้งนี้เพื่อนำเอาความรู้ไปใช้ในการเข้าตรวจวัดและปรับเปลี่ยนอุปกรณ์เพื่อการจัดการพลังงานให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

2.2.3 ระบบปรับอากาศ (AIR CONDITONING SYSTEM & THERMOSTAT)

วัตถุประประสงค์ของการปรับอากาศ

การปรับอากาศในอาคารต้องสามารถควบคุมสภาวะอากาศให้เหมาะสมกับการใช้งาน ดังนี้

ก. อุณหภูมิอากาศถูกต้องตรงความต้องการ

ข. ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเหมาะสมสัมพัทธ์กับอุณหภูมิในข้อ ก.

ค. อากาศมีความสะอาดปราศจากฝุ่นละออง และกลิ่นที่รบกวน หรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้อยู่อาศัยในอาคาร ในบางกรณีอาจมีเชื้อโรคแบคทีเรียปะปนอยู่ในเกณฑ์ต่ำด้วย

ง. มีการไหลเวียนของอากาศภายในอาคารอย่างสม่ำเสมอและเพียงพอ ไม่มีจุดอับเพื่อให้ทุกส่วนของอาคารมีคุณภาพของอากาศตามต้องการ

ประเภทของเครื่องปรับอากาศ

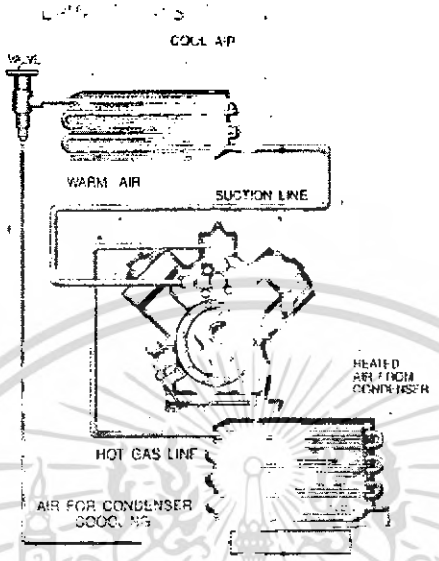
การทำให้อากาศภายในอาคารมีสภาวะตามต้องการข้างต้นต้องอาศัยการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆดังนี้

1. เครื่องแบบติดหน้าต่าง (Window Type Unit)
2. เครื่องแบบแยกส่วน (Split Type Unit)
3. เครื่องแบบเป็นชุด (Package Unit)
4. เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์หลักของเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศทุกประเภท ประกอบด้วยอุปกรณ์และชิ้นส่วนหลัก 4 อย่างดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 อุปกรณ์หลักของเครื่องปรับอากาศ

1.อุปกรณ์จ่ายสารทำความเย็น (Metering Devices)

อุปกรณ์มีหน้าที่ป้อนสารทำความเย็นของเหลวอุณหภูมิต่ำและความดันต่ำในปริมาณที่เหมาะสมเข้าสู่อีวาเพอร์เรเตอร์(Evaporator) ในกรณีเครื่องปรับอากาศทั่วไปหรือคูลเลอร์ (Cooler)ในกรณีของเครื่องทำน้ำเย็น ตามปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร อุปกรณ์นี้มีหลายชนิดแตกต่างกันตามชนิดของเครื่องปรับอากาศ

2. อิวาเพอร์เรเตอร์ (Evaporator) หรือคูลเลอร์ (Cooler)

เป็นส่วนที่สารทำความเย็นเหลวอุณภูมิต่ำและความดันต่ำรับความร้อนจากภายในอาคาร ทำให้อากาศมีอุณหภูมิลดลงและสารทำความเย็นเหลวระเหยกลายเป็นไอ เรียกว่า อิวาเพอร์เรเตอร์ ในกรณีที่เครื่องปรับอากาศ 3 แบบแรกหากเป็นเครื่องทำน้ำเย็น สารทำความเย็นเหลวจะไหลอยู่ภายในท่อทองแดง และรับความร้อนจากน้ำเย็น (Chilled Water) ที่มีอุณหภูมิสูงซึ่งไหลอยู่รอบนอกท่อทองแดงเหล่านั้น และมักเรียกส่วนนี้ว่า "คูลเลอร์" ดังรูปที่ 2.6

3. คอมเพรสเซอร์ (Compressor)

มีหน้าที่ดูดเอาไอสารทำความเย็นอุณหภูมิต่ำและความดันต่ำจากอิวาเพอร์เรเตอร์หรือคูลเลอร์เข้ามาแล้วอัดออกไปเป็นไอที่มีอุณหภูมิและความดันสูงขึ้น เพื่อส่งต่อไปยังคอนเดนเซอร์(Condenser)คอมเพรสเซอร์มีหลายชนิด แตกต่างกันไปตามประเภทของเครื่องปรับอากาศคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

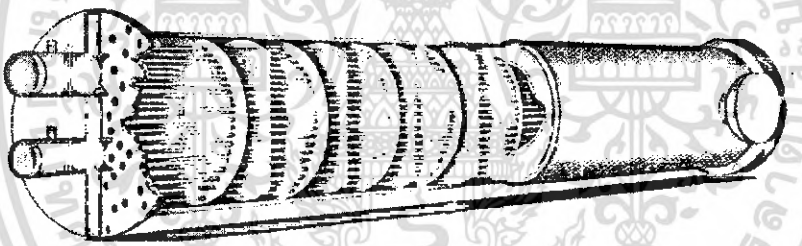
1.เครื่องแบบติดหน้าต่างและเครื่องแบบแยกส่วน ขนาดเล็กไม่เกิน 2 ตัน ความเย็นมักใช้แบบโรตารี่ (Rotary Compressor) ดังรูปที่ 2.7

2.เครื่องแบบแยกส่วน ขนาดตั้งแต่ 2 ตันความเย็นขึ้นไปเครื่องแบบเป็นชุดและเครื่องทำน้ำเย็นขนาดไม่เกิน 200 ตันความเย็นมักใช้แบบลูกสูบ (Reci Procating Compressor) ดังรูปที่ 2.8

3.เครื่องแบบแยกส่วนและเครื่องทำน้ำเย็นขนาดเล็ก ซึ่งมีสมรรถนะระหว่าง 15- 60 ตันความเย็นของบางผลิตภัณฑ์จะใช้แบบก้นหอย (Scroll Compressor) ดังรูปที่ 2.9

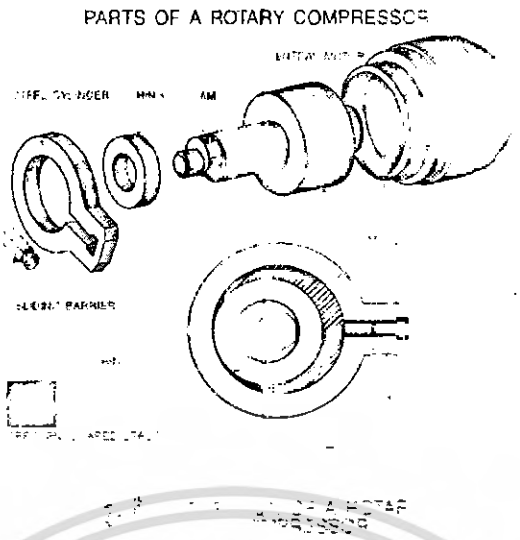
4. เครื่องทำน้ำเย็น ขนาดระหว่าง 50-1300 ตันความเย็นหลายผลิตภัณฑ์ใช้แบบสกรู(Screw Compressor) ดังรูปที่ 2.10

5.เครื่องทำน้ำเย็น ขนาดระหว่าง 150-8000 ตันความเย็นจะใช้แบบหอยโข่ง (Centrifugal Compressor) ดังรูปที่ 2.11

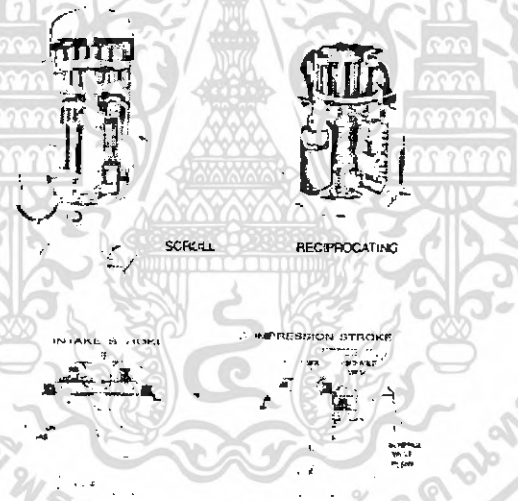


รูปที่ 2.6 คูลเลอร์**(Cooler)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

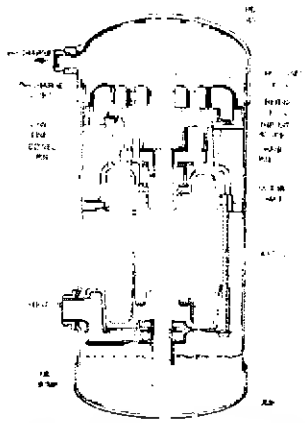


รูปที่ 2.7 คอมเพรสเซอร์แบบโรตารี่ (Rotary Compressor)

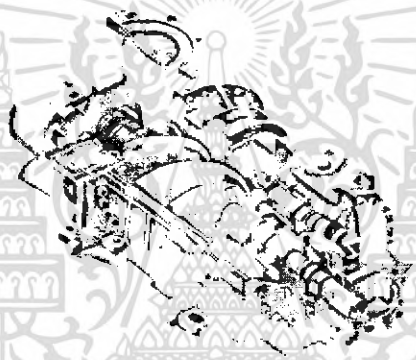


รปที่ 2.8 คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ (Reci Procating Compressor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 คอมเพรสเซอร์แบบกันหอย (Scroll Compressor)



รูปที่ 2.10 คอมเพรสเซอร์แบบสกรู(Screw Compressor)

รูปที่ 2.11 คอมเพรสเซอร์แบบหอยโข่ง (Centrifugal Compressor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.12 คอนเดนเซอร์*แบบระบายความร้อนด้วยน้ำ*(*Water Cooled* Condenser)

4. คอนเดนเซอร์ (Condenser)

เป็นส่วนที่ระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศออกสู่บรรยากาศภายนอกทำให้ไอสารทำความเย็นที่มีอุณหภูมิสูงและความดันสูงจากคอมเพรสเซอร์กลั่นตัวเป็นของเหลว เพื่อป้อนแก่อุปกรณ์จ่ายสารทำความเย็นอีกครั้งหนึ่ง มีด้วยกัน 2 แบบคือ

4.1 แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ(Air Cooled) มักใช้กับเครื่องปรับอากาศตั้งแต่ขนาดเล็ก 1 ตันความเย็นจนถึงขนาดใหญ่แต่มักไม่เกิน 400 ตันความเย็นมีลักษณะเป็นแผงคอยล์ทองแดงที่มีครีบอลูมิเนียมติดอยู่โดยรอบ และมีพัดลมดูดอากาศเย็นจากภายนอกอาคารให้ไหลผ่านแผงคอยล์นี้

4.2 แบบระบายความร้อนด้วยน้ำ(Water Cooled) ใช้กับเครื่องปรับอากาศขนาด 3 ถึง 8000 ตันความเย็น มีลักษณะเป็นท่อทองแดงที่มีน้ำหล่อเย็นไหลอยู่ภายใน เพื่อรับความร้อนจากในสารทำความเย็นที่อยู่ภายนอก ดังรูปที่ 2.12

หลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

3 แบบแรก มีหลักการทำความเย็น คือ อุปกรณ์จ่ายสารความเย็นเหลวอุณหภูมิต่ำและความดันต่ำในปริมาณที่พอเหมาะกับปริมาณความร้อนที่เกิดภายในอาคารเข้าสู่คอยล์ทำความเย็นซึ่งก็คืออิวาเพอร์เรเตอร์โดยมีพัดลมแบบหอยโข่ง (Centrifugal Blower) ดูดอากาศร้อนชื้นและสกปรกภายในอาคารผ่านแผ่นกรองอากาศ (Air Filter) ซึ่งวางอยู่ด้านหน้าคอยล์เพื่อขจัดฝุ่นละอองที่ลอยปะปนมาบางส่วนออกไป เมื่ออากาศร้อนชื้นเคลื่อนที่ผ่านคอยล์จะคายความร้อนให้แก่สารทำความเย็นที่ไหลอยู่ภายใน ทำให้อุณหภูมิและความชื้นลดต่ำลง และถูกส่งเข้าสู่อาคารเพื่อรับความร้อนอีกครั้งหนึ่ง ส่วนสารทำความเย็นเหลวภายในคอยล์ ซึ่งได้รับความร้อนจากอากาศจะระเหยกลายเป็นไอที่มีอุณหภูมิต่ำและความดันต่ำถูกคอมเพรสเซอร์ดูดเข้าไปและอัดออกมาเป็นไอที่มีอุณหภูมิสูงและความดันสูงเคลื่อนเข้าสู่คอนเดนเซอร์เพื่อระบายความร้อนให้แก่น้ำหรืออากาศภายนอกอาคาร ทำให้กลั่นตัวกลับเป็นสารทำความเย็นเหลวที่มีอุณหภูมิสูงและมีความดันสูงกลับเข้าสู่อุปกรณ์ป้อนสารทำความเย็นอีกครั้งหนึ่งวนเวียนเป็นวงจรเช่นนี้ตลอดเวลา

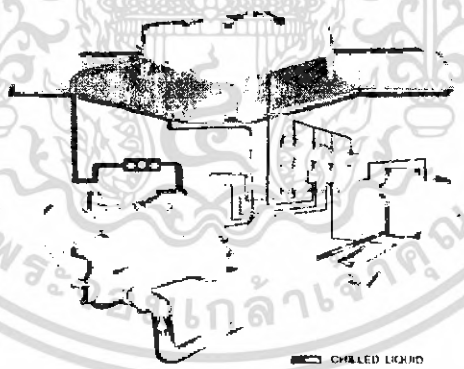
หลักการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น มีลักษณะคล้ายคลึงกับรูปที่ 2.13 แตกต่างกันเพียงแต่ตัวคูลเลอร์และเครื่องทำน้ำเย็นจะทำความเย็นให้แก่น้ำแทนที่จะเป็นอากาศน้ำเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Chilled Water) ที่ออกจากคูลเลอร์ที่อุณหภูมิประมาณ 45°F จะถูกเครื่องปั๊มน้ำเย็น (Chilled Water) ปั๊มส่งไปยังคอยล์ทำความเย็นของเครื่องจ่ายลมเย็น (Air Handling Unit) ตั้งอยู่ตามส่วนต่างๆของอาคาร อากาศร้อนชื้นที่สกปรกภายในอาคารจะถูกพัดลมแบบหอยโข่งของเครื่องส่งลมเหล่านั้นดูดผ่านแผ่นกรองอากาศและคอยล์ทำความเย็นทำให้สะอาดตลอดจนมีอุณหภูมิและความชื้นลดลง

ในขณะเดียวกันน้ำเย็น(Chilled Water) ที่รับความร้อนจากอากาศภายในอาคารจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นเป็น 55° F ถูกเครื่องปั๊มน้ำเย็น ส่งเข้าสู่คูลเลอร์เพื่อคายความร้อนนี้ให้แก่สารทำความเย็นอุณหภูมิต่ำและความดันต่ำที่ไหลอยู่ภายในตัวคูลเลอร์นั้นอีกทอดหนึ่งจนมีอุณหภูมิลดลงเหลือ 45° F ดังเดิม อุณหภูมิน้ำเย็นในระบบทำน้ำเย็น(Chilled System)จะมีค่าแปรเปี่ยนระหว่าง 45-55° F ตลอดเวลา

ส่วนสารทำความเย็นอุณหภูมิต่ำและความตันต่ำและความดันต่ำอยู่ในคูลเลอร์ เมื่อได้รับความร้อนจากน้ำเย็นอุณหภูมิ 55°F จะระเหยกลายเป็นไอถูกคอมเพรสเซอร์ดูดเข้าไปและอัดออกมาเป็นไอที่อุณหภูมิและความดันสูงส่งเข้าไปในคอนเดนเซอร์ เพื่อระบายความร้อนออกสู่บรรยากาศภายนอกอาคารทำให้สารทำความเย็นกลั่นตัวเป็นของเหลวไหลผ่านอุปกรณ์ป้อนสารทำความเย็น เพื่อป้อนเข้าสู่คูลเลอร์ และรับความร้อนจากน้ำเย็นอีกครั้งหนึ่ง เหมือนหลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบธรรมดาที่กล่าวมาแล้วในดอนต้น



รูปที่ 2.13 ระบบทำน้ำเย็น(Chilled System)

ความเหมาะสมในการใช้เครื่องปรับอากาศแต่ละชนิด

1.เครื่องปรับอากาศแบบติดหน้าต่าง (รูปที่ 2.14) ประกอบด้วยชิ้นส่วนและอุปกรณ์หลัก 4 อย่าง โดยประกอบสำเร็จรูปภายในตัวถังเดียวกันมาจากโรงงานผู้ผลิต มีขนาดตั้งแต่ 1- 2ตันความเย็นระบายความร้อนด้วยอากาศ มักใช้ทำความเย็นแก่ห้องขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เล็กที่มีพื้นที่ไม่เกิน 30 ตารางเมตร โดยติดตั้งเข้าที่ช่องหน้าต่างของอาคารไม่สามารถต่อท่อส่งลมเย็นได้ มักใช้กับห้องพักในโรงแรมหรือสำหนักงานชั่วคราวของหน่วยงานก่อสร้าง แต่มีข้อเสีย คือ เสียงการทำงานของตัวเครื่องค่อนข้างดังและทำให้เกิดการสั่นสะเทือนของตัวอาคารเนื่องจากการทำงานของ Compressor

รูปที่ 2.14 เครื่องปรับอากาศแบบติดหน้าต่าง

2. เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (รูปที่ 2.15) ตัวเครื่องแบ่งออกเป็น 2 ส่วน แยกต่างจากกัน คือ

ก. ส่วนที่อยู่ภายในห้อง เรียกว่าชุดแฟนคอยล์(Fan Coil Unit) ประกอบด้วยท่อรูเล็กหรือวาล์วระเหยสารทำความเย็น คอยล์อิวาเพอร์เรเตอร์พัดลมแบบหอยโข่ง และแผ่นกรองอากาศ

ข. ส่วนที่อยู่นอกห้อง เรียกว่า คอนเดนซิงยูนิต (Condensing Unit) ประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์ และคอยล์คอนเดนเซอร์สำหรับระบายความร้อนด้วยอากาศ

เครื่องผลิตภัณฑ์ ท่อรูเล็กหรือวาล์วระเหยสารทำความเย็นอาจติดอยู่ที่คอนเดนซิงยูนิตก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.15 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

เครื่องแบบแยกส่วนนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

2.1 ประเภทที่ใช้ในบ้านพักอาศัย (Residential Type) มีขนาดประมาณ 1-5 ตันความเย็น มักมีรูปแบบสวยงามเพื่อใช้ตกแต่งเป็นเฟอร์นิเจอร์ชิ้นหนึ่งของอาคาร นิยมใช้ในบ้านพักอาศัย สำนักงานขนาดเล็ก ห้องพักในโรงแรม ห้องคนไข้ในโรงพยาบาล เป็นต้น

2.2 ประเภทที่ใช้ในอาคารพาณิชย์ (Commercial Type) มีขนาดระหว่าง 5-60 ตันความเย็น รูปร่างของตัวเครื่องไม่เน้นความสวยงาม เพราะชุดแฟนคอยล์มักติดตั้งอยู่ภายในห้องเครื่องที่จัดเตรียมไว้โดยเฉพาะเหมาะกับอาคารสำนักงาน โงพยาบาล โรงมโหรสพขนาดกลาง เป็นต้น

3. เครื่องปรับอากาศแบบเป็นชุด

เป็นเครื่องที่มีชิ้นส่วนอุปกรณ์ทั้ง 4 อย่างประกอบสำเร็จรูปอยู่ในตัวถังเดียวกับเครื่องแบบติดหน้าต่าง แต่มีสมรรถนะการทำความเย็นสูงกว่าแบ่งย่อยเป็น 2 ชนิดคือ

3.1 ชนิดที่ระบายความร้อนด้วยอากาศ มีการใช้งานใน 2 ลักษณะ คือ

ก. ใช้ติดภายในห้องเครื่องที่อยู่ริมอาคารแต่ละชั้น โดยมีช่องขนาดใหญ่แบ่งออกสู่ภายนอกเพื่อนำเอาอากาเย็นเข้ามาระบายและนำอากาศร้อนออกจากคอนเดนเซอร์ มักใช้กับอาคารสูงที่แบ่งพื้นที่ให้เช่าออกเป็นส่วนสมรรถนะของแต่ละเครื่องประมาณ 7.5-30 ตันความเย็น

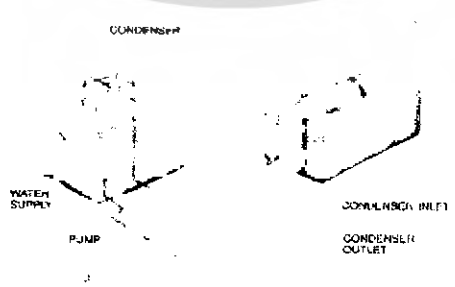
ข. ใช้ติดตั้งบนหลังคาภายนอกอาคารชั้นเดียวที่มีพื้นที่มาก เช่น ห้างสรรพสินค้าขนาดใหญ่เรียกว่าเครื่องแบบ Rooftop ไม่จำเป็นต้องจัดเตรียมห้องเครื่องไว้ภายในอาคาร จึงสามารถใช้พื้นที่เพื่อการวางสินค้าได้อย่างเต็มที่ ดังรูปที่ 2.16 มีขนาดใหญ่ถึงตัวละ 120 ตันความเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ PACKAGE AIR COOLED UNIT

รูปที่ 2.16 เครื่องปรับอากาศแบบเป็นชุดชนิด Rooptop

3.2 ชนิดที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ มีขนาดตั้งแต่ 5-75 ตันความเย็นต่อตัวมักใช้กับ อาคารสำนักงานขนาดใหญ่ที่แบ่งพื้นที่ขายหรือให้เช่าออกเป็นส่วนๆ เจ้าของอาคารจะจัดเตรียมคูลิงทาวเวอร์(Cooling Tower)พร้อมเครื่องปั๊มน้ำหล่อเย็น (Condenser Water Pump)แล้วเดินท่อน้ำหล่อเย็น (Condenser Water Pipes) ไปยังพื้นที่ขายหรือให้เช่าในแต่ละส่วนพร้อมติดวาล์วไว้ ผู้ซื้อหรือเช่าพื้นที่เหล่านั้นจะหาเครื่องปรับอากาศชนิดนี้มาติดตั้งแล้วเดินท่อน้ำจากคอเดนเซอร์ของตัวเครื่องมาเชื่อมต่อกับวาล์วที่เตรียมไว้นี้ เมื่อเปิดวาล์วก็สามารถใช้เครื่องปรับอากาศจ่ายความเย็นได้ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 PACKAGE WATER COOLED SYSTEM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 การตรวจวัดและวิเคราะห์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

เครื่องวัดและอุปกรณ์ที่ใช้

สำหรับเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้สำหรับการตรวจวัดและวิเคราะห์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนมีดังนี้

1. เครื่องวัดความเร็วลม (anemometer)
2. เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (Hygrometer)
3. เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า (Power Meter)
4. ตลับเมตร
5. แผนภูมิไซโครเมตริก (Psychometric Chart)

การเตรียมการวัด

ขั้นตอนในการเตรียมการวัดมีดังนี้

1. ปรับตั้งระดับความแรงของพัดลมที่ตำแหน่งแรงสุด (High Speed)
2. ปรับอุณหภูมิไว้ที่ 24-25 ° c
3. ตรวจสอบไม่ให้การกีดขวางทางลมทางด้านช่องลมกลับ (Return Air Grill)

ขั้นตอนการตรวจวัด

1. วัดขนาดความกว้างและความยาวช่องลมกลับด้วยตลับเมตรเพื่อใช้คำนวณหาขนาดพื้นที่หน้าตัด (A)
2. วัดอุณหภูมิ (° c) และความชื้นสัมพัทธ์ (%RH) ของอากาศทางด้านลมกลับ โดยใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ
3. วัดอุณหภูมิ (° c) และความชื้นสัมพัทธ์ (%RH) ของอากาศทางด้านลมจ่าย โดยใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ
4. วัดความเร็วของลมที่ผ่านทางด้านช่องลมกลับ(V) โดยใช้เครื่องวัดความเร็วลม และควรทำการวัดหลายๆครั้ง หลายจุดบนหน้าตัดของช่องลมกลับ (อย่างน้อย 3 จุด) เพื่อคำนวณเป็นความเร็วเฉลี่ย ทั้งนี้เหตุผลในการเลือกวัดค่าดังกล่าวทางด้านลมกลับแทนที่จะเป็นด้านลมจ่าย ประกอบด้วย

ก.ด้านลมกลับมีขนาดพื้นที่หน้าตัดใหญ่กว่าด้านลมจ่าย ทำให้การไหลของลมมีลักษณะของลมมีลักษณะราบเรียบ (Laminar Flow) และความเร็วของลมที่วัดได้จะมีค่าที่แน่นอนและไม่เปลี่ยนแปลงมากนักเมื่อเทียบกับลมจ่าย ที่เป็นแบบ การไหลปั่นป่วน (Turbulent Flow)

ข.ทิศทางของลมกลับมีทิศทางที่แน่นอน คือตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัดซึ่งต่างจากด้านลมจ่ายที่ทิศทางไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กลับว่าผู้ใช้งานจะปรับทิศทางใดทำให้ค่าที่วัดได้ผิดพลาดค่อนข้างมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. วัดกำลังไฟฟ้ารวมที่ใช้ของเครื่องปรับอากาศในช่วงคอมเพรสเซอร์ทำงาน (ส่วนของคอมเพรสเซอร์รวมกับส่วนของพัดลม) โดยใช้เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า

ขั้นตอนการคำนวณเพื่อวิเคราะห์สมรรถนะ

สำหรับสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยทั่วไปนิยมเรียกใช้กันสองแบบ คือ

1. ค่า EER หรือ Energy Efficiency Ratio เป็นค่าอัตราส่วนระหว่างความสามารถในการทำความเย็น (Btu /hr)และกำลังไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเครื่องปรับอากาศภายในการทำความเย็น(watt) โดยค่า EER นี้จะมีหน่วยเป็น Btu/hr/Watt ซึ่งสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ได้รับฉลากประหยัดไฟฟ้าเบอร์ 5 แล้วจะมีค่าไม่เกิน 1.13 kW/TR
จากคำจำกัดความของทั้งสองคำนี้ในข้างต้น เราจะเห็นได้ว่าค่านิยามของ EER และ kW/TR เป็นส่วนกลับกันโดยค่า EER ยิ่งสูงเท่าไรก็หมายความว่าเครื่องปรับอากาศมีสมรรถนะการทำงานที่ในขณะที่ค่า kW/TR ยิ่งมีค่าต่ำเท่าไรเครื่องปรับอากาศก็จะสามารถทำงานได้ดีเท่านั้นด้วยทั้งนี้ความสัมพันธ์ในทางคณิตศาสตร์ ระหว่าง EER และ kW/TR สามารถเขียนได้ดังนี้

$$kW/TR = 12 / EER \qquad (2.1)$$

จากข้อมูลที่เราได้จากผลการตรวจทั้งหมดในหัวข้อข้างต้น เราสามารถใช้คำนวณหาสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศได้ตามขั้นตอนดังนี้

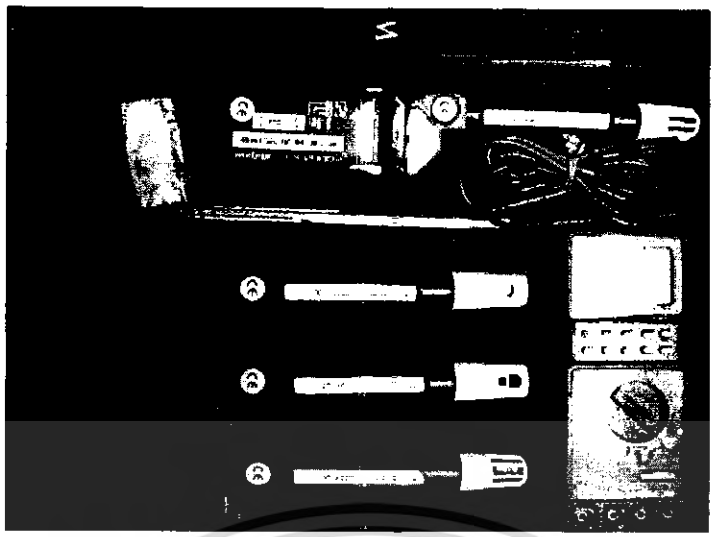
1.คำนวณหาปริมาณลมเย็นที่หมุนเวียนผ่านเครื่องปรับอากาศ (CMM) จากสมการ

$$CMM = 60 \times V \times A \qquad (2.2)$$

V = ความเร็วลมเฉลี่ยด้านลมกลับหน่วยเป็น m/s

A = พื้นที่หน้าตัดของช่องลมกลับหน่วยเป็น m^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 อุปกรณ์ตรวจวัด ความเร็วลม ความชื้น อุณหภูมิ และความสว่าง(lux)

2. เปิดแผนภูมิไซโครเมตริกเพื่อหาค่า เอนทาลปี (Enthalpy)ของอากาศด้านลมจ่ายและลมกลับ จากค่าอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ที่ตรวจวัดมาได้โดยในที่นี้จะกำหนดตัวแปรของเอนทาลปีของอากาศด้านลมจ่ายและด้านลมกลับให้เป็น Hs และ Hr ตามลำดับ และมี หน่วยเป็น kj/kg dry air นอกจากนี้เราสามารถหาค่าเอนทาลปีได้โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ มาคำนวณโดยตรงหรือใช้ซอฟต์แวร์ ก็ได้

3. คำนวณหาความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ จากสมการ

$$TR = 5.07\times10^{3}\times CMM \times (Hr - Hs) \qquad (2.3)$$

(จาก EER = 12/ (kW/TR))

CMM = ปริมาณลมเย็นหมุนเวียนผ่านเครื่องปรับอากาศ หน่วย เป็น m^3/min

Hr = เอนทาลปี ของอากาศด้านลมกลับ หน่วยเป็น kj/kg dry air

Hs = เอนทาลปี ของอากาศด้านลมจ่าย หน่วยเป็น kj/kg dry air

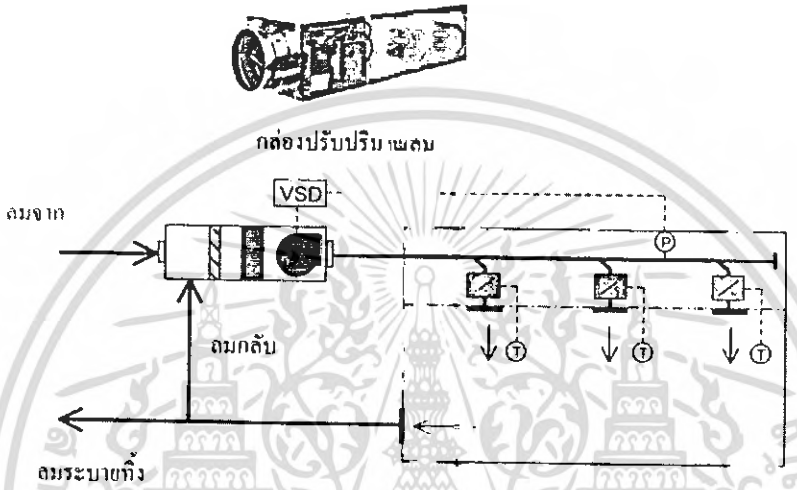
4.คำนวณหาสมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ(kw/TR หรือ EER) ตามนิยามในข้างต้น เมื่อเราทำการคำนวณ EER ได้แล้วก็ทำการเทียบว่ามีค่าที่อยู่ในช่วงที่มีประสิทธิภาพพร้อมใช้งานอยู่หรือไม่และเพื่อเป็นการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศหรือซ่อมบำรุงต่อไป

การใช้อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบกับพัดลมหรือเครื่องส่งลมเย็น

การปรับความเร็วของมอเตอร์ที่ไม่ใช้ในการส่งผ่านความเย็นด้วยลมนั้นเป็นปัจจัยหลักๆในด้านการใช้พลังงานซึ่งเราจะสามารถลดพลังงานการใช้ไฟฟ้าได้เมื่อเรามีความสามารถในการปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ได้แม่นยำขึ้น ซึ่งบางอาคารซึ่งส่วนใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาคารเก่าจะใช้วิธีใช่การปิดเปิดของท่อส่งลมแทนการใช้มอเตอร์ควบคุมความเร็วในการส่งลมเย็น แต่ปัจจุบันได้มีการนำอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ของพัดลม VSD (Varies Speed Drive) ซึ่งรับสัญญาณมาจากอุปกรณ์วัดความดันที่ระบบท่อลมซึ่งจะมีกล่องควบคุมปริมาณลม (VAV BOX) ทำหน้าที่ปรับปริมาณของลมที่จ่ายในแต่ละพื้นที่ให้เหมาะสม ดังรูปด้านล่าง



รูปที่ 2.19 อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ของพัดลม VSD (Varies Speed Drive)

ระบบ VAV ควบคุมปริมาณลมจ่ายโดยใช้กล่องควบคุมปริมาณลม (VAV BOX) ซึ่งมีเทอร์โมสตัทประจำของแต่ล่ะกล่อง เมื่ออุณหภูมิเย็นได้ตามต้องการแล้ว เมื่อมีการหรี่ปริมาณลมจ่ายความดันในท่อลมก็จะสูงขึ้น อุปกรณ์วัดความดันที่ติดอยู่จะส่งสัญญาณไปสั่ง VSD ให้ลดความเร็วรอบของพัดลม

กรณีที่เครื่องส่งลมเย็น จ่ายลมเย็นไปที่ห้องปรับอากาศที่มีภาระการทำความร้อนสม่ำเสมอ อาจจะสามารถนำอุณหภูมิไปควบคุมความเร็วมอเตอรได้โดยตรงเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง: การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศชนิดประสิทธิภาพสูง

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาดทำความเย็น 24000 Btu/hr หรือ เท่ากับ 2 ตัน ความเย็น ติดตั้งอยู่ในอาคารควบคุมที่เป็นอาคารเก่าแห่งหนึ่ง

จากผลการทดสอบเครื่องปรับอากาศที่ภาระใช้งานจริง

ประสิทธิภาพ EER (Energy Efficiency Ratio) = 5.45 Btuh/watt

เทียบเท่า = 12,000 kW/TR / (5.45x1,000)

= 2.20 kW/TR

พบว่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน คือ สำหรับอาคารเก่าต้องไม่เกิน 1.61 kW/TR (ตาม ตารางที่ 4) จึงแนะนำให้ปรับปรุงโดยใช้เครื่องปรับอากาศชนิด High EER โดยใช้เบอร์ 5 คือมีค่า EER>10.6 Btuh/watt

ประสิทธิภาพ EER (Energy Efficiency Ratio) = 10.6 Btuh/watt

เทียบเท่า = 12,000 kW/TR / (10.6x1,000)

= 1.13 kW/TR

ฉะนั้นเมื่อพิจารณาติดตั้งใช้งานเครื่องปรับอากาศชนิด High EER

พลังงานไฟฟ้าลดลง = (2.20-1.13)x2x270x10x0.6

(คิดเวลาทำงานของเครื่องปรับอากาศที่ 270 วัน/ปีและ 10 ชั่วโมง/วัน โดยมี factor 60%)

= 3,466.8kWh/ปี

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 3,466.8x2.45

(อาคารแห่งนี้มีค่าไฟฟ้าเฉลี่ยคือ 2.45 บาท/kWh) = 8,494 บาท/ปี

การลงทุน

เครื่องปรับอากาศชนิด High EER แบบแยกส่วนขนาด 24000 Btuh มีราคารวมค่าแรงในการ ติดตั้งประมาณ 35,000 บาท ซึ่งจะทำให้มีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 4.12 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การจัดการและการประหยัดพลังงานในกรอบอาคาร

การออกแบบอาคารและการก่อสร้างอาคารในเขตร้อนชื้นของประเทศไทยควรคำนึงถึงปัจจัยที่ทำให้มีความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารให้น้อยที่สุด เช่น รูปแบบอาคาร วัสดุก่อสร้างและทิศทางที่ตั้งอาคาร ทั้งนี้พบว่าในประเทศไทยมีตึกเก่าจำนวนมากที่จำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงอาคารให้ความร้อนเข้าสู่อาคารได้น้อยลง ตามหลักการอนุรักษ์พลังงาน

เนื่องจากความต้องการที่จะส่งเสริมให้มี การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและการใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ทำความเย็นให้มีประสิทธิภาพสูงสุด รวมไปถึงการสร้างวินัยในการอนุรักษ์พลังงานและให้มีการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานและอาคารเพื่อให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติการอนุรักษ์พลังงานปี 2535 พร้อมทั้งกฎกระทรวงที่ออกตามความในพระราชบัญญัติตามมาเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ ซึ่งในส่วนของอาคารนั้นอาคารที่ต้องปฏิบัติตาม พระราชบัญญัตินี้จะเรียกว่า "อาคารควบคุม" นั่นเอง

ความหมายของอาคารควบคุม คือ คือ อาคารที่มีบ้านเลขที่เดียวกันหรือในบ้านเลขที่เดียวกันอาจมีหลายอาคารได้ ติดตั้งหม้อแปลงทุกชุดรวมกันมีขนาดตั้งแต่ 1175 kVA ขึ้นไป หรือติดตั้งมิเตอร์ขนาดตั้งแต่ 1000 kW ขึ้นไป หรือใช้พลังงานทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นไฟฟ้า, ความร้อน, พลังงานสิ้นเปลืองอื่น ๆ แล้วนำ พลังงาน ดังกล่าวเทียบเป็นพลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ 20 ล้านเมกะจูล

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม อาคารเก่าจะมีค่ามาตรฐานของค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (ส่วนของอาคารที่มีการปรับอากาศ) คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร (OTTV) เท่ากับ 55 W/m^2 และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (RTTV) เท่ากับ 25 W/m^2 สำหรับอาคารใหม่ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร (OTTV) เท่ากับ 45 W/m^2 และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (RTTV) เท่ากับ 25 W/m^2

เนื่องจากอาคารทั่วไปจึงได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ค่อนข้างมาก ทำให้มีความจำเป็นในการใช้ระบบปรับอากาศเพื่อควบคุมอุณหภูมิภายในอาคารให้อยู่ในสภาพความสบาย แต่ทั้งนี้ระบบปรับอากาศเป็นระบบที่ใช้พลังงานมากมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 40-70 ของการใช้พลังงานทั้งอาคาร ด้วยเหตุนี้การก่อสร้างอาคารในเขตร้อนชื้นควรคำนึงถึงปัจจัยที่ทำให้มีความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารให้น้อยที่สุด โดยปัจจัยดังกล่าวประกอบด้วยวัสดุก่อสร้าง รูปแบบอาคาร ทิศทางที่ตั้งอาคาร เป็นต้น ทั้งนี้ถ้าหากเราสามารถประเมินค่าความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารไม่ว่าจะเป็นระหว่างขั้นตอนการออกแบบอาคารหรืออาคารที่ได้ก่อสร้างไปแล้ว ก็จะนำไปสู่การออกแบบอาคาร หรือปรับปรุงอาคารให้ความร้อนเข้าสู่อาคารได้น้อยลงหรือมีปริมาณที่เหมาะสม ซึ่งเป็นผลทำให้ใช้ขนาดของระบบปรับอากาศที่เล็กลง และส่งผลให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน

พระราชบัญญัติการอนุรักษ์พลังงานปี 2535 มีความต้องการที่จะส่งเสริมให้เกิดวินัยในการอนุรักษ์พลังงานและให้มีการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานและอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยใช้มาตรการบังคับ และให้กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (พพ.) เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบในการดำเนินการภาคบังคับ ในการออกแบบและปรับปรุงอาคาร พพ. จึงได้กำหนดค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังอาคาร (OTTV) และการถ่ายเทความร้อนของหลังคา (RTTV) ซึ่งการคำนวณค่า OTTV/RTTV จำเป็นต้องใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยเพิ่มความรวดเร็วในการคำนวณ เพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานและสร้างจิตสำนึกที่ดีในการออกแบบอาคารประหยัดพลังงานให้กับผู้ออกแบบและผู้เกี่ยวข้อง จึงมีความจำเป็นที่ผู้ออกแบบจะต้องเข้าใจถึงอิทธิพลของการออกแบบกรอบอาคาร (OTTV/RTTV) ที่มีผลต่อการใช้พลังงานในอาคารและค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงอาคารที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบอย่างมีประสิทธิภาพ มิใช่ออกแบบเพื่อให้ผ่านข้อบังคับของกฎหมายเท่านั้น ซึ่งในบางกรณีอาจจะช่วยประหยัดพลังงานได้น้อยกว่า ทั้งนี้เพราะค่า OTTV/RTTV เป็นค่าที่ใช้ประเมินการถ่ายเทความร้อนเฉลี่ยต่อตารางเมตรของกรอบอาคารเท่านั้น มิใช่ค่าความร้อนที่เข้าสู่อาคารต่อตารางเมตรของพื้นที่ใช้งาน ซึ่งจะเป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารได้ดีกว่า จึงได้จัดทำโปรแกรมคำนวณการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านกรอบอาคาร และการใช้พลังงานภายในอาคาร (Overall Thermal Transfer Value and Energy Estimation : OTTVEE)

ในขั้นตอนการออกแบบอาคารหากเราสามารถประเมินค่าความร้อนเข้าสู่อาคารและประเมินการใช้พลังงานในอาคารจากแบบอาคารที่ได้เลือกใช้วัสดุแต่ละประเภท ก็จะทำให้ทราบว่าจะต้องใช้วัสดุประเภทใดที่จะทำให้ความร้อนเข้าสู่อาคารที่เหมะสมที่สุด สำหรับในกรณีที่อาคารได้สร้างไปแล้ว ประโยชน์ในการประเมินของค่าความร้อนที่เข้าสู่อาคารและค่าพลังงานที่ใช้ในอาคาร ทำให้เราทราบถึงต้นเหตุของสิ่งที่ทำให้อาคารนั้นใช้พลังงานสิ้นเปลือง ก็จะสามารถหาวิธีการในการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นได้การออกแบบอาคารให้มีรูปแบบที่ประหยัดพลังงานนั้นจำเป็นที่จะต้องทราบถึงการใช้พลังงานในอาคารเสียก่อน เนื่องจากการใช้พลังงานในอาคารสามารถแบ่งออกได้เป็นหลาย ๆ ส่วนโดยสามารถแบ่งอย่างง่าย ได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ การใช้พลังงานโดยระบบปรับอากาศซึ่งโดยปกติแล้วเป็นการใช้พลังงานส่วนใหญ่ในอาคารและการใช้พลังงานโดยระบบอื่น ๆ ของอาคาร และอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร การใช้พลังงานจากระบบต่าง ๆ ของอาคารจะขึ้นอยู่กับพื้นที่อาคารเป็นหลัก ดังนั้นเมื่อพื้นที่อาคารคงที่ในการออกแบบอาคารหลังหนึ่ง ๆ ทำให้การใช้พลังงานในส่วนนี้ไม่เปลี่ยนแปลงตามการออกแบบอาคารหลังนั้น ๆ นั่นคือถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงระบบต่าง ๆ ในการออกแบบแต่ละครั้งการใช้พลังงานในส่วนนี้จะไม่เปลี่ยนแปลงตามการออกแบบอาคารให้รูปทรงแตกต่างกันไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนการใช้พลังงานโดยระบบปรับอากาศ ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 2 ส่วน คือภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ และประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ ซึ่งถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงระบบปรับอากาศ ประสิทธิภาพของระบบก็จะคงเดิม ดังนั้นการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศก็จะแปรผันตามภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศนั่นเอง ภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือภาระการทำความเย็นจากภายนอกอาคารผ่านกรอบอาคารและภาระการทำความเย็นจากภายในอาคาร โดยที่ภาระการทำงความเย็นจากภายในอาคารเป็นผลมาจากความร้อนผู้ใช้อาคารและความร้อนจากระบบต่าง ๆ รวมถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร เมื่อไม่มีการเปลี่ยนแปลงระบบต่าง ๆ ในการออกแบบอาคาร ความร้อนจากภายในอาคารจึงไม่เปลี่ยนแปลงตามรูปทรงของอาคารที่เปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นจากแนวทางที่กล่าวมาข้างต้นภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศของอาคารหลังหนึ่ง ๆ จึงขึ้นอยู่กับภาระการทำความเย็นจากภายนอก ซึ่งเกี่ยวกับรูปทรงและวัสดุกรอบอาคารเป็นหลักด้วยวิธีการดังกล่าว สามารถทำความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของการออกแบบรูปทรงอาคาร และเลือกใช้วัสดุกรอบอาคารกับการใช้พลังงานในอาคารได้พอสังเขป ซึ่งผลการวิเคราะห์ที่ได้ถึงแม้จะไม่ละเอียดพอที่เที่ยงตรงมากนัก

สำหรับการใช้โปรแกรม เริ่มจากการป้อนข้อมูลเกี่ยวกับกรอบอาคารเพื่อให้โปรแกรมคำนวณค่า OTTV และ RTTV จากนั้นโปรแกรมจะทำการแสดงผลค่า OTTV และ RTTV และการใช้พลังงานในอาคาร โดยนำเสนอรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย เช่นแผนภูมิแท่ง หรือแผนภูมิเส้น เพื่อให้นำผลการวิเคราะห์ไปปรับปรุงการออกแบบ และเมื่อต้องการป้อนข้อมูลแบบอาคารใหม่เข้าก็สามารถทำตามขั้นตอนทั้งหมดได้อย่างรวดเร็วเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ที่มีอยู่ก่อน ซึ่งก็จะสามารถตัดสินได้ว่าการออกแบบอาคารให้มีรูปแบบใดจะมีความเหมาะสมในการประหยัดพลังงานมากกว่ากัน และให้ผู้ที่ใช้โปรแกรมสามารถเลือกใช้วัสดุกรอบอาคารได้โดยสะดวกจากนั้นโปรแกรมจะทำการคำนวณค่า OTTV/RTTV ของอาคารรวมทั้งคำนวณราคาของวัสดุที่ใช้ทำกรอบอาคาร เพื่อให้ทราบถึงค่าใช้จ่ายในการลงทุนที่ใช้ไปเพื่อการปรับปรุงกรอบอาคารให้มีค่า OTTV/RTTV ที่ดีขึ้น เมื่อเห็นถึงความคุ้มค่าในการลงทุนเมื่อเทียบกับค่า OTTV/RTTV และค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของอาคาร ความสามารถในการกันความร้อนของผนังส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับวัสดุ ซึ่งความสามารถในการกันความร้อนของวัสดุจะแปรผันโดยตรงกับความหนาของวัสดุ จึงได้ทำให้มีการจัดหมวดหมู่ในส่วนของวัสดุได้ง่าย และเนื่องจากความสามารถในการกันความร้อนของผนังอีกส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับการกันความร้อนของอากาศ ได้แก่ อากาศที่ผิวหนังด้านใน / นอกอาคาร และช่องว่างอากาศภายในผนังเอง ซึ่งความสามารถในการกันความร้อนของอากาศนี้ ไม่ได้แปรผันตรงกับความหนาของช่องอากาศแต่อย่างใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนั้นยังมีข้อมูลต่าง ๆ เช่น การถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อน การถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสี การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาของหน้าต่าง ทั้งประเภทวัสดุโปร่งแสง และอุปกรณ์บังแดด รวมถึงข้อมูลทางด้านอื่น ๆ ที่มีอยู่ในกฎกระทรวงฯ ประกอบด้วย ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบไฟฟ้ากำลัง เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการประเมินการใช้พลังงานในอาคารต่อไป การศึกษาข้อมูลสภาพอากาศ สำหรับตัวแปรที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ ค่าพลังงานจากแสงอาทิตย์ ความเร็วลมได้นำไปคำนวณรวมกับคุณสมบัติทางด้านการกันความร้อนของกรอบอาคาร เพื่อให้ได้ค่าการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารในเวลาต่าง ๆ รูปแบบการใช้อาคาร จะบ่งบอกถึงปริมาณความร้อนจากภายในอาคารและปริมาณการใช้ไฟฟ้าในอาคารในเวลาและวันต่าง ๆ จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องทำการศึกษาเพื่อนำไปใช้ในการประเมินการใช้พลังงานในอาคาร โดยจะทำการศึกษาถึงจำนวนผู้ใช้อาคารในช่วงเวลาต่าง ๆ ของวัน ศึกษาการใช้ไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และศึกษาการใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ในอาคาร ที่มีผลต่อการใช้พลังงานในตัวอาคารด้วยกันทั้ง 2 ส่วน เป็นส่วนของความร้อนที่เกิดจากภายในอาคาร OTTVEE จะช่วยให้มีความรู้ความเข้าใจในผลของการออกแบบอาคารที่มีต่อการใช้พลังงานในอาคารมากขึ้น และช่วยสามารถออกแบบอาคารประหยัดพลังงานได้ง่ายขึ้น ทำให้ได้อาคารที่มีประสิทธิภาพดีขึ้น เราสามารถออกแบบอาคารที่มีการลดการใช้พลังงานลงได้โดยเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 20 % จากที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน โดยไม่มีค่าใช้จ่ายใด ๆ ซึ่งทำให้ผู้ออกแบบสามารถประเมินค่าความสัมพันธ์ระหว่างการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงค่า OTTV/RTTV กับการใช้พลังงานในอาคารได้อย่างสะดวก มีประสิทธิภาพและง่ายต่อการใช้งาน ทำให้ผู้ออกแบบสามารถเข้าใจถึงภาพรวมของการใช้พลังงานในอาคารว่าจะมีผลต่อค่าใช้จ่าย และการลงทุนเบื้องต้น สร้างความเข้าใจและจิตสำนึกในการออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน ให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของ พรบ. การส่งเสริมการอนุรักษ์ และการใช้พลังงานในอาคารมากยิ่งขึ้นด้วยการเรียนรู้ด้วยตัวเอง วิธีการคำนวณ OTTV/RTTV ข้อมูลวัสดุ ข้อมูลสภาพอากาศ วิธีการคำนวณการใช้พลังงานในอาคาร วิธีการคิดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน และอื่น ๆ เพื่อให้บุคคลทั่วไปสามารถตรวจสอบและแก้ไขข้อมูลภายในโปรแกรมให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงได้ด้วยตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3
การออกแบบการตรวจวัดพลังงาน

จากการศึกษาความรู้ด้านการบริหารการจัดการด้านพลังงานภายในอาคารของระบบต่างๆทางกลุ่มวิจัยได้ข้อสรุปที่จะปฏิบัติงานในการตรวจวัดพลังงานของแต่ละระบบโดยดำเนินการตรวจวัดดังต่อไปนี้

3.1 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

3.2 ระบบปรับอากาศ

3.3 การถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร

3.1ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ค่าที่จำเป็นต้องสำรวจและตรวจวัดสำหรับระบบแสงสว่าง ได้แก่ ชนิดและจำนวนของหลอดไฟและโคมไฟในแต่ละพื้นที่ตลอดจนค่าทางไฟฟ้าเพื่อคำนวณดัชนีการใช้แสงสว่างซึ่งไม่ควรเกิน 16 วัตต์ต่อตารางเมตรสำหรับพื้นที่สำนักงานทั่วไปและ 23 วัตต์ต่อตารางเมตรสำหรับพื้นที่ทำงานที่ต้องการความส่องสว่าง(Lux)มากขึ้น เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของจำนวนและตำแหน่งของหลอดไฟและโคมไฟเมื่อเทียบกับลักษณะการใช้งานของแต่ละพื้นที่ ซึ่งจำเป็นต้องวัดค่าความส่องสว่างในระดับความสูงเดียวกับพื้นที่ใช้งานจริง เช่น บนโต๊ะทำงาน นอกจากนี้ยังต้องสำรวจเวลาใช้งานระบบแสงสว่างในแต่ละพื้นที่อีกด้วย

เครื่องมือตรวจวัดที่จำเป็น ได้แก่ เครื่องวัดทางไฟฟ้า และเครื่องวัดค่าความส่องสว่าง (Lux Meter)

ตารางที่3-1 การตรวจวัดระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ระบบ	ค่าที่ตรวจวัด	เครื่องมือ
ระบบแสงสว่าง	• ค่าทางไฟฟ้าของระบบแสงสว่าง • ค่าความสว่าง • ขนาดพื้นที่ของแต่ละส่วน	• เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า • เครื่องวัดค่าความส่องสว่าง(Lux Meter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

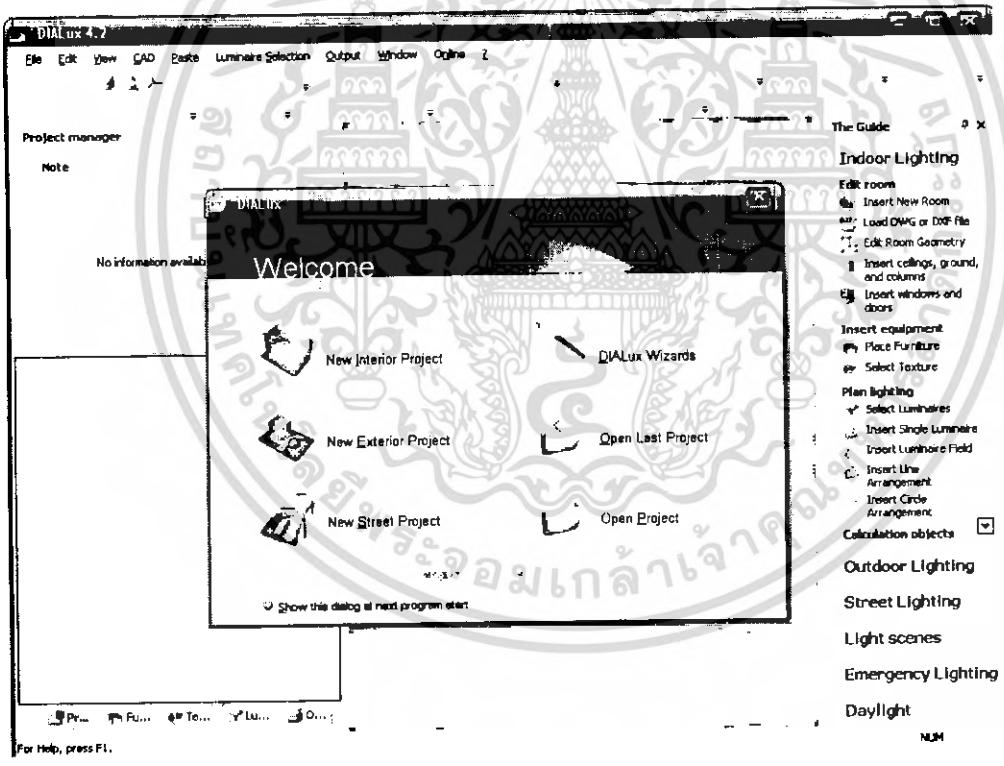
3.1.1การคำนวณค่าความสว่าง(Lux)

ในการเก็บค่าสำรวจการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างหลังจากที่เราทำการตรวจวัดค่าความสว่างเฉลี่ยในแต่ละห้องไปเปรียบเทียบกับค่าความสว่างของทางสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทยแนะนำไว้ หากมีความแตกต่างมากเราจำเป็นต้องออกแบบความส่องสว่างให้เหมาะสมกับการใช้งานใหม่โดยใช้โปรแกรม DIALux 4.2

ขั้นตอนการใช้งานด้วยโปรแกรมDIALux 4.2

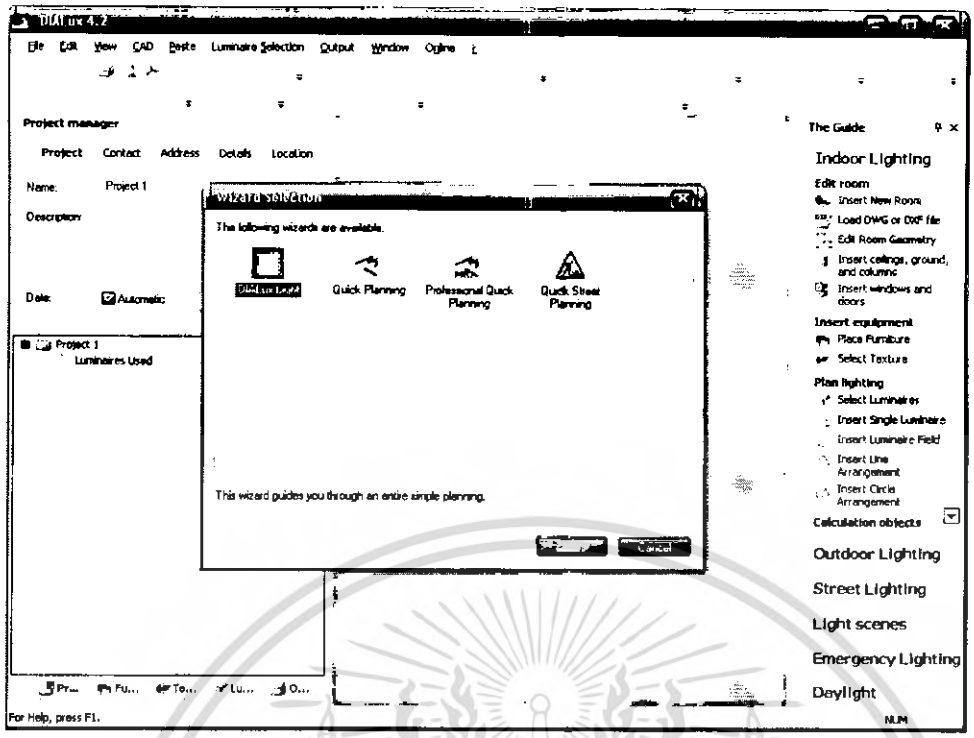
1. เปิดโปรแกรมDIALux 4.2 เลือกเมนูDIALux Wizards
2. เลือกเมนูDIALux Light แล้วกด Next, Next
3. ใส่ชื่อของโปรเจคและชื่อของห้อง เสร็จแล้วกด Next
4. ใส่ขนาดของห้องและเลือกชนิดของโคมจาก Catalogs ของผู้ผลิต
5. ป้อนค่าความสว่างที่ต้องการแล้วกด Suggestion , Next
6. Save Output PDF เป็น Datasheet ที่ต้องการ

ข้อมูลที่ได้จะบอกจำนวนของโคมใหม่ที่ติดตั้งได้ความสว่างเหมาะสม

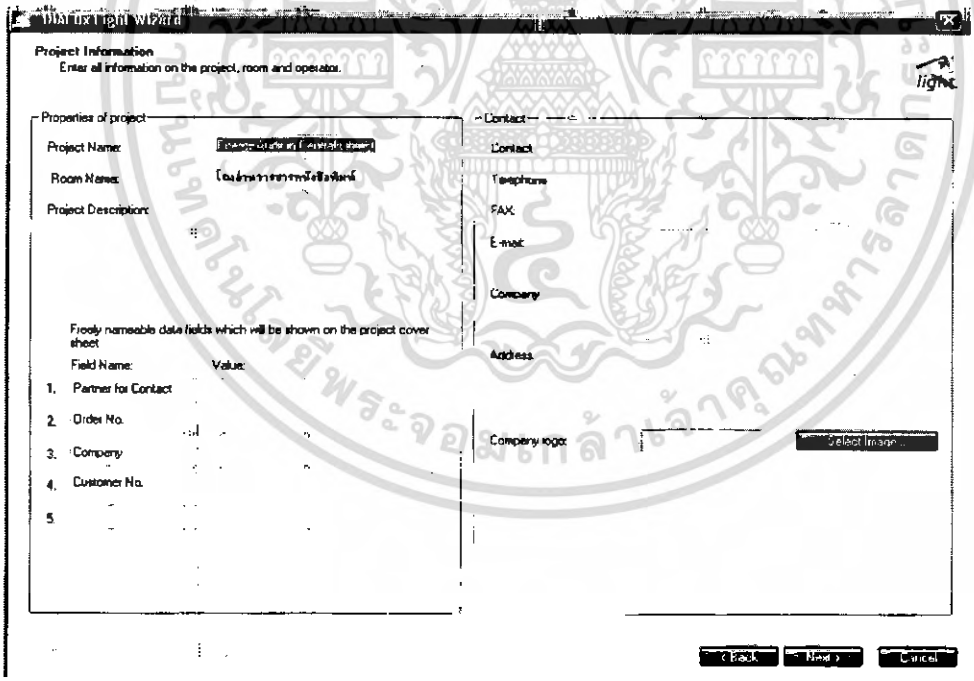


รูปที่ 3.1 แสดงการใช้โปรแกรมคำนวณค่าความสว่างขั้นตอนที่1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

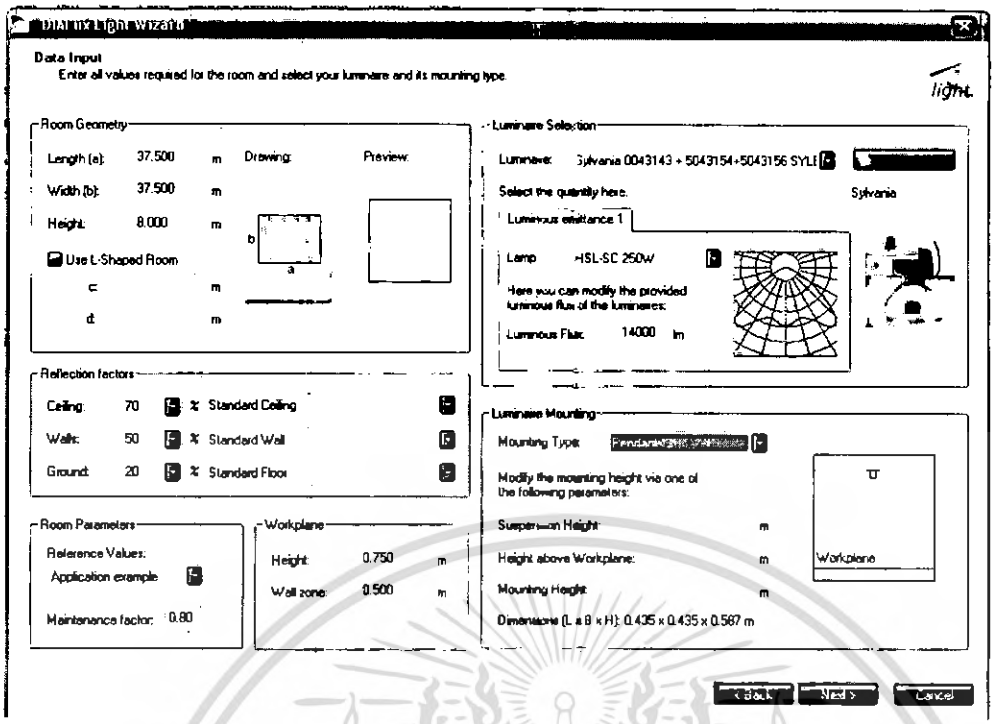


รูปที่ 3.2แสดงการใช้โปรแกรมคำนวณค่าความสว่างขั้นตอนที่2

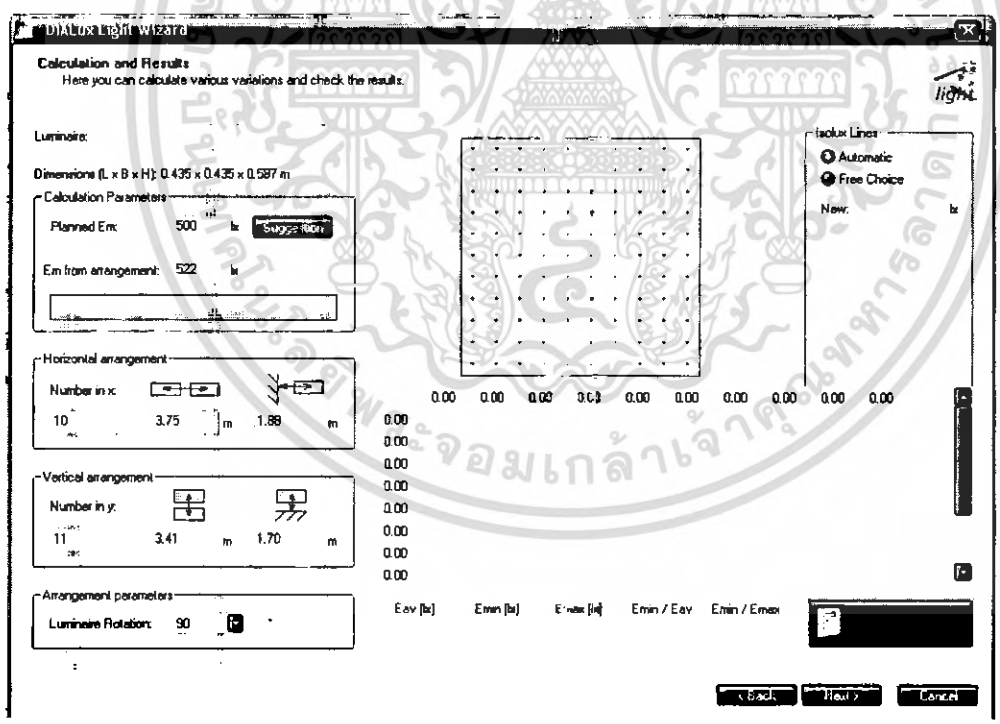


รูปที่ 3.3 แสดงการใช้โปรแกรมคำนวณค่าความสว่างขั้นตอนที่3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

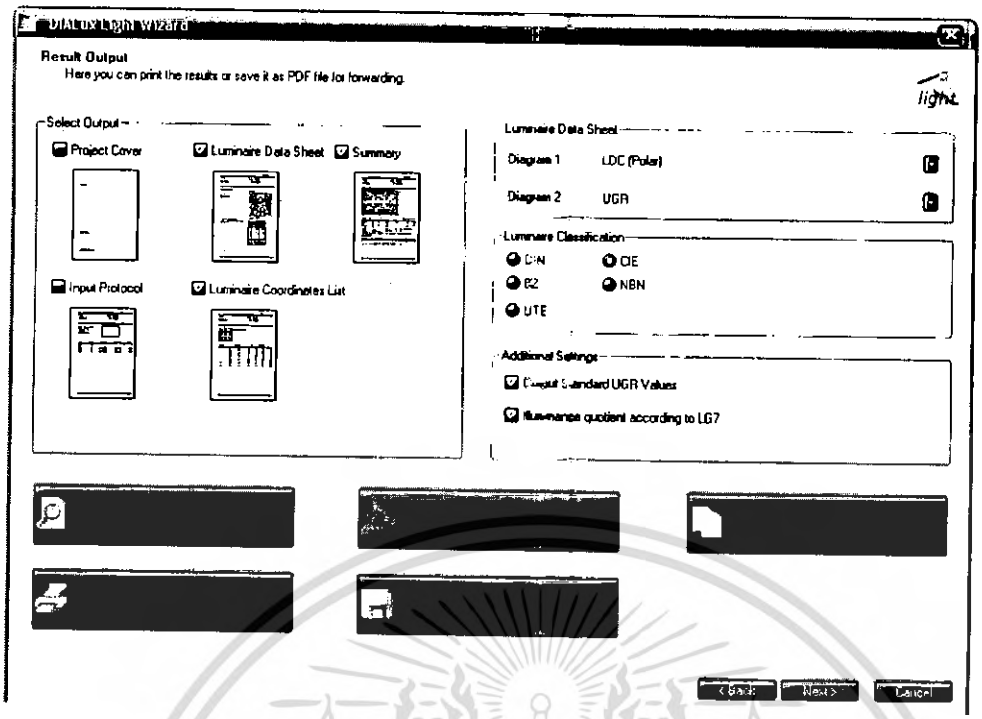


รูปที่ 3.4 แสดงการใช้โปรแกรมคำนวณค่าความสว่างขั้นตอนที่4



รูปที่ 3.5 แสดงการใช้โปรแกรมคำนวณค่าความสว่างขั้นตอนที่5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แสดงการใช้โปรแกรมคำนวณค่าความสว่างขั้นตอนที่6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2ระบบปรับอากาศแบบหน่วยเดียว

ค่าที่จำเป็นต้องวัดได้แก่ ค่าทางไฟฟ้ารวมทั้งช่วงเวลาการดัดต่อของคอมเพรสเซอร์เพื่อตรวจสอบสภาพการทำงานของคอมเพรสเซอร์ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของลมจ่ายและลมกลับรวมทั้งปริมาณลมจ่ายเพื่อคำนวณภาระการทำความเย็นและสมรรถนะการทำงานของระบบปรับอากาศซึ่งไม่ควรจะใช้พลังงานเกิน 1.61 กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น
นอกจากนี้ยังมีค่าประกอบอื่นที่จำเป็น เช่น ชนิดของเทอร์โมสตัท สภาพของแผงกรองอากาศ เวลาใช้งาน เป็นต้น
เครื่องมือตรวจวัดที่จำเป็น ได้แก่ เครื่องวัดทางไฟฟ้า เครื่องมือวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และเครื่องวัดความเร็วลม

ตารางที่3-2 การตรวจวัดระบบปรับอากาศแบบหน่วยเดียว

ระบบ	ค่าที่ตรวจวัด	เครื่องมือ
ระบบปรับอากาศแบบหน่วยเดียว	• ค่าทางไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ • อุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ของลมจ่าย • อุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ของลมกลับ • ความเร็วลมและพื้นที่ช่องจ่ายลมเย็น	• เครื่องวัดทางไฟฟ้า • เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ • เครื่องวัดความเร็วลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร

เนื่องจากความยุ่งยากของสมการการคำนวณค่าความร้อนผ่านกรอบอาคารและหลังคาอาคาร จึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้การคำนวณผ่านโปรแกรม OTTV ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูป เราสามารถใช้คำนวณได้ทั้งกรอบอาคารและหลังคาอาคาร

3.3.1 โปรแกรม OTTVEE และวิธีการใช้

1.เปิดโปรแกรม OTTVEE เวอร์ชัน 1.0a

2.ใส่ค่าต่างๆ ที่โปรแกรมต้องการ ประกอบด้วยค่า ดังนี้

-ชื่อโครงการ

-ชื่อบริเวณ

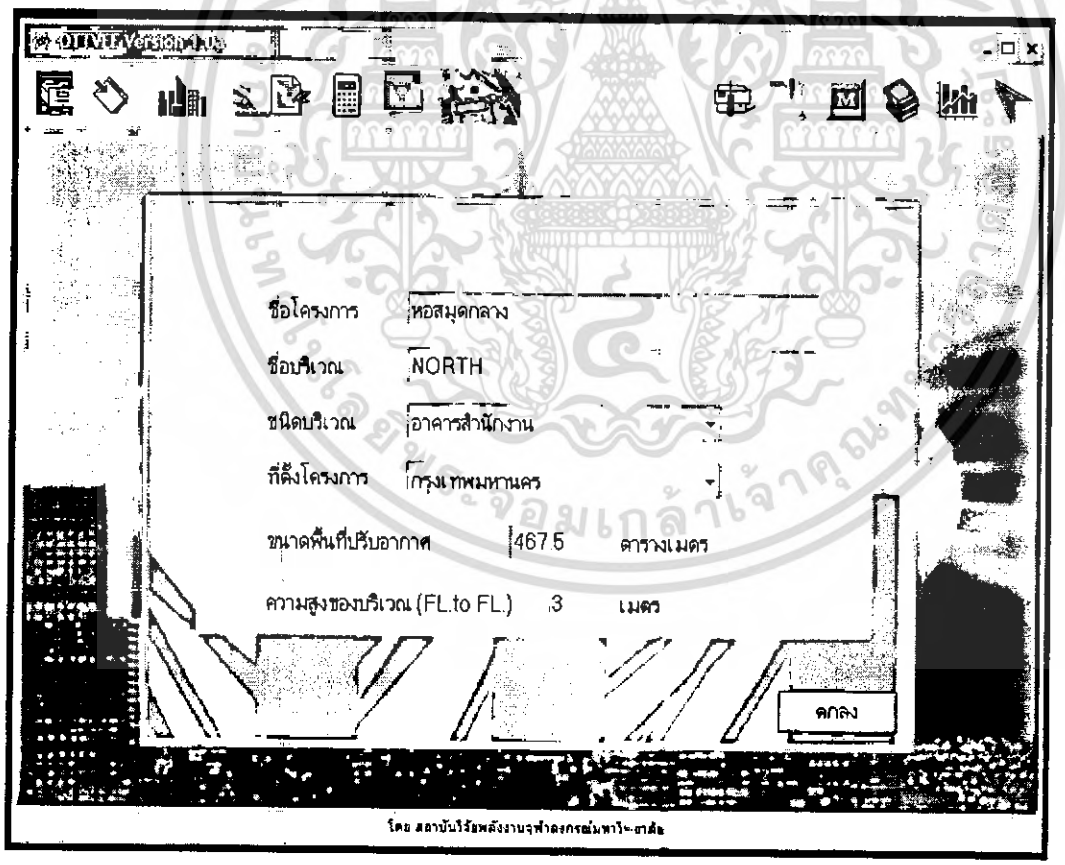
-ชนิดบริเวณ

-ที่ตั้งโครงการ

-ขนาดพื้นที่ปรับอากาศ

-ความสูงของบริเวณ (FL. to FL.)

3. กดปุ่มตกลง



รูปที่ 3.7 หน้าต่างแสดงโปรแกรม OTTVEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.สร้างรูปแบบผนังแบบต่างๆ โดยต้องกำหนดค่าต่างๆ ดังนี้

-ชื่อของรูปแบบผนังที่ต้องการสร้างขึ้น

-ชนิดของวัสดุในชั้นต่างๆ

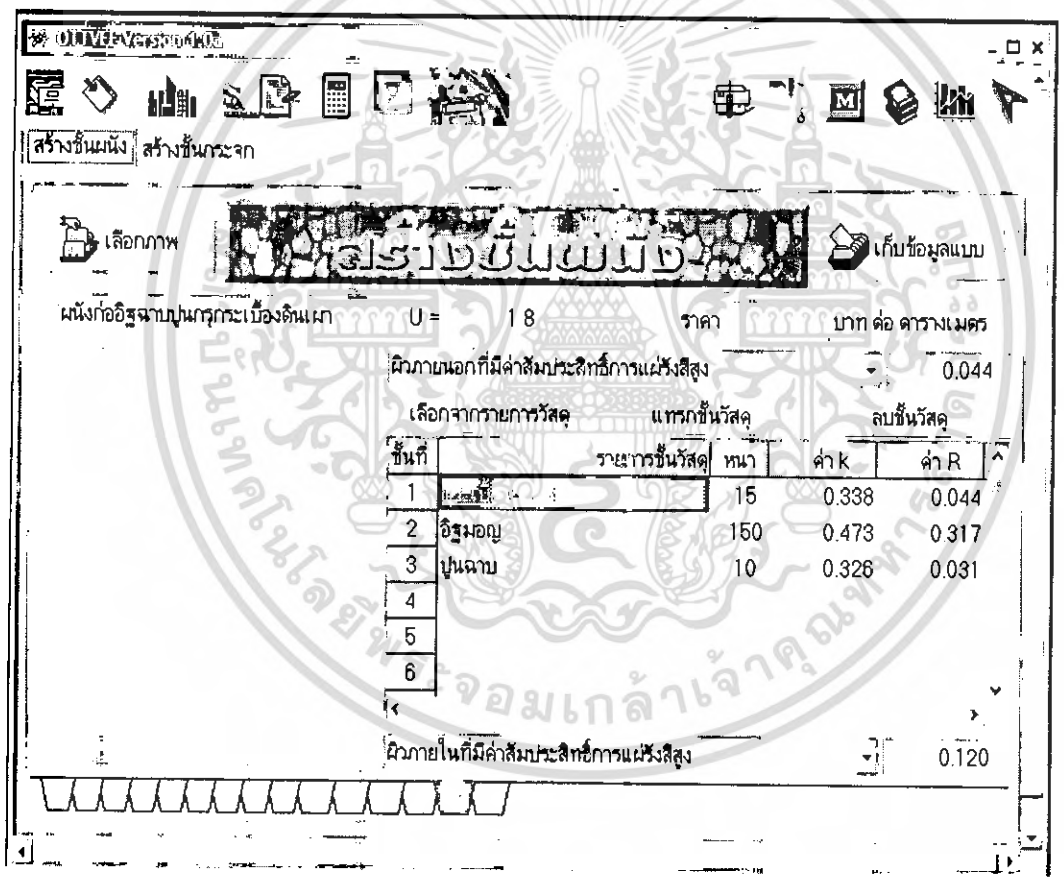
-กำหนดความหนาของแต่ละชั้น

-ค่าการนำความร้อน

-ค่าความหนาแน่น ค่าในตารางบางค่าอาจไม่ต้องใส่เพิ่มเติม เนื่องจากโปรแกรมมีค่าบางค่าไว้ให้อยู่แล้ว สามารถเลือกใช้ได้เลย

-เลือกค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีที่ผิวนอกและผิวใน

5.กดปุ่มเก็บข้อมูลแบบ



รูปที่ 3.8 การกำหนดค่าต่างๆ ของ OTTVEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.เลือกชนิดของกระจกต่างๆ

-ใส่ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด(SC)ของกระจก

-ความเอียงของกระจก หน่วยเป็นองศา

-ค่า U

-พื้นที่ หน่วยเป็นตารางเมตร

-รูปแบบการติดตั้งของกระจก

-ขนาดของกระแต่ละบานและความลึกที่เจาะเข้าไปในผนังอาคาร

-น้ำหนักและราคาอาจไม่ต้องใส่ก็ได้

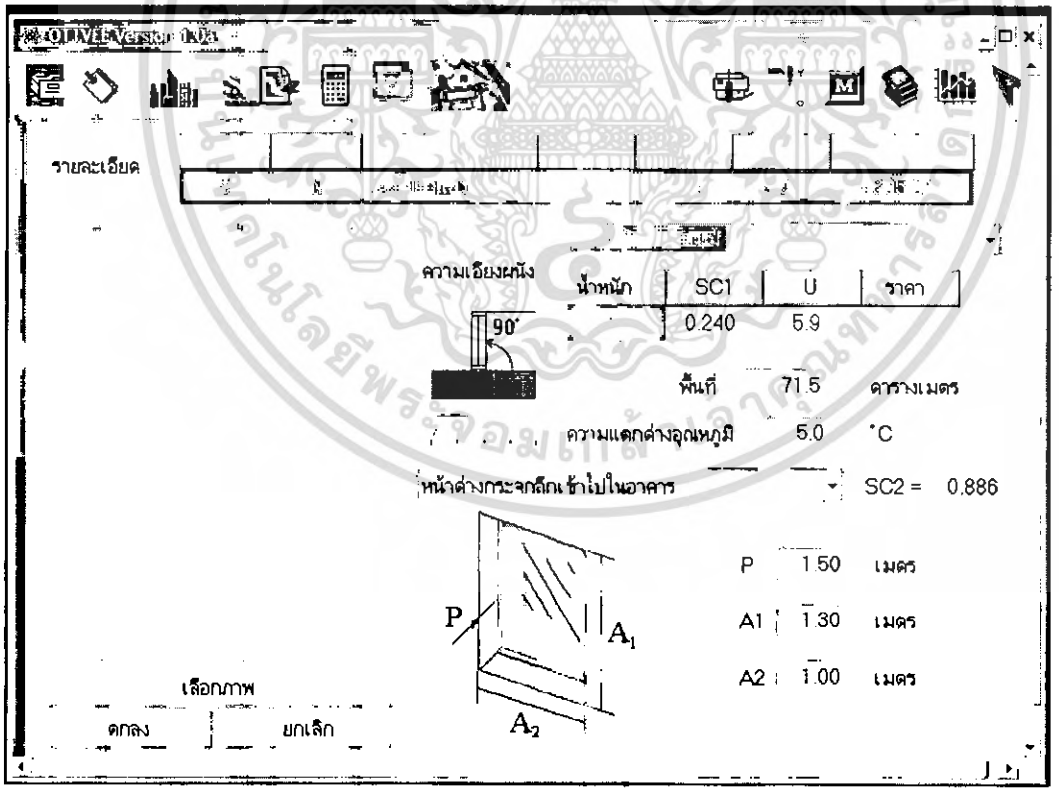
7.กดปุ่มตกลง

8.นำรูปแบบต่างๆ ที่ได้สร้างขึ้นใส่ลงในตาราง ให้ครบทั้งผนังทึบและผนังโปร่งแสง ทุกด้านของอาคาร

9.กดปุ่มคำนวณ OTTV และ RTTV

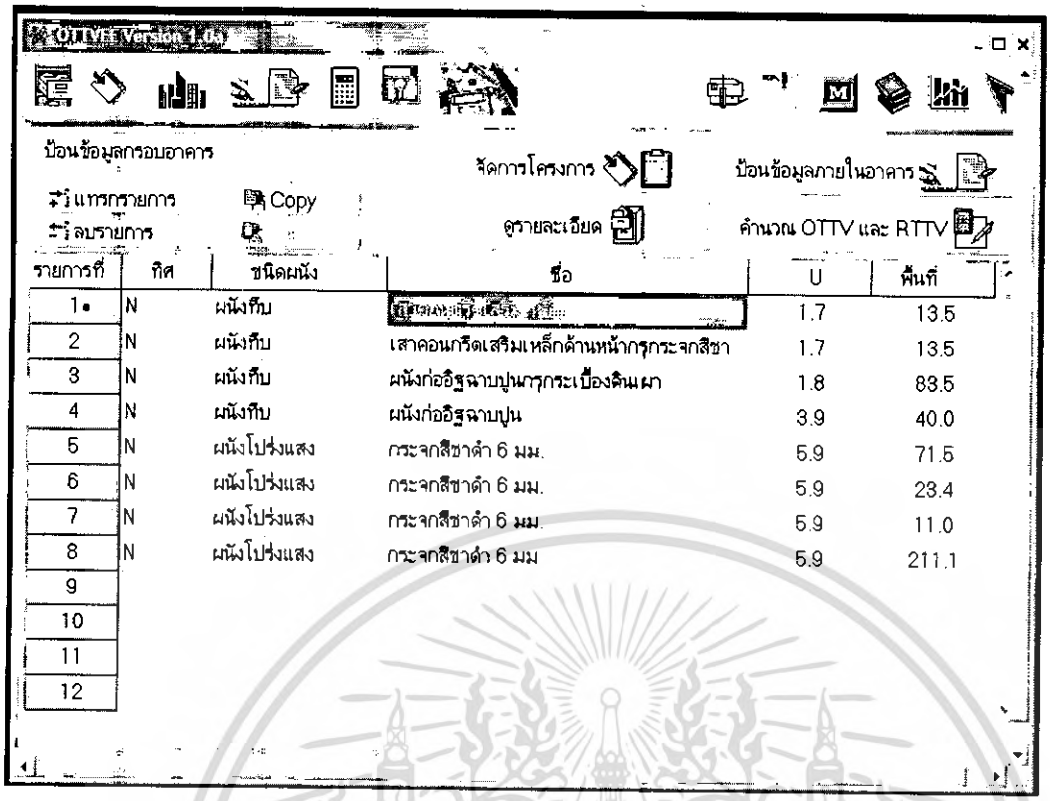
10.จะได้ค่าความร้อนแต่ละด้าน หน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร

11.ทำเช่นเดียวกัน ในทุกด้านของผนังและหลังคาอาคาร

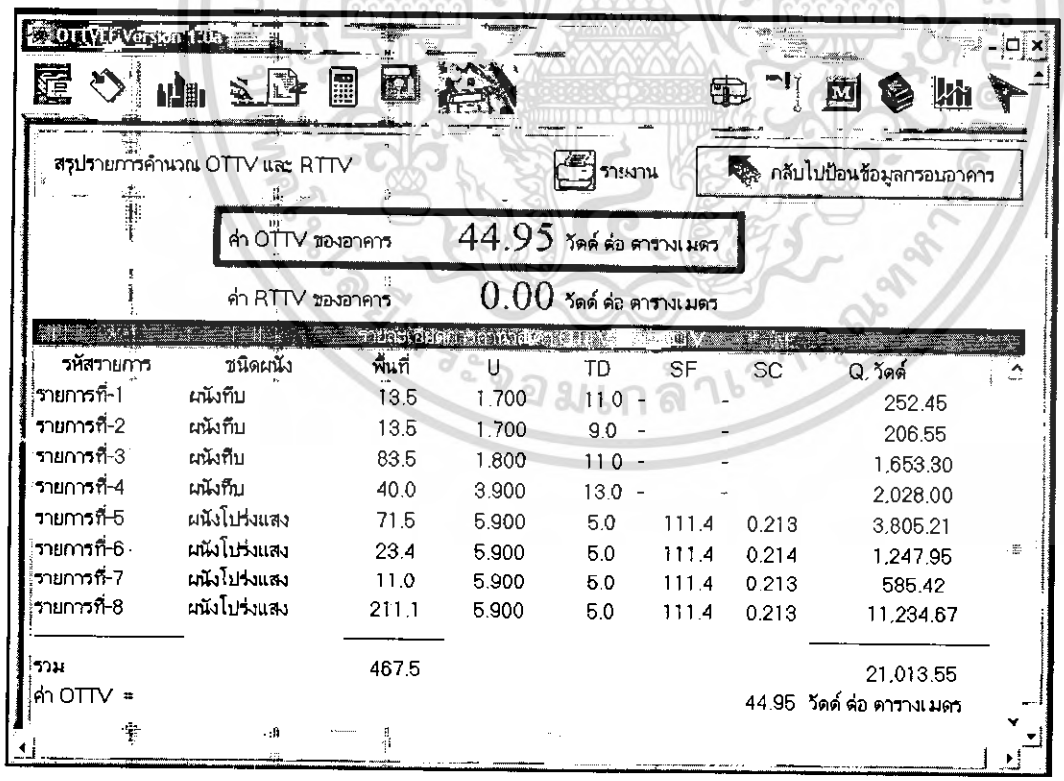


รูปที่ 3.9 การป้อนค่าข้อมูล OTTVEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 การใส่ค่าข้อมูลด้านผนังทึบและโปร่งแสงของ OTTVEE



รูปที่ 3.11 ค่าที่คำนวณ OTTV และ RTTV ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 คำนวณค่าความร้อนเฉลี่ยของอาคาร

จากสูตรหา

$$\text{ค่าเฉลี่ย} = \frac{\text{ผลรวมค่า OTTV แต่ละด้าน}}{5} \qquad (3.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

4.1 ผลการตรวจวัด

รายละเอียดผลค่าการตรวจวัดได้แสดงไว้ในแผ่นซีดีตามที่ได้แนบมากับวิทยานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 การสรุปมาตรการของสำนักอาคารหอสมุดกลาง

ตามที่ได้มีการตรวจวัดและวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานของทางสำนักงานหอสมุดกลาง โดยได้มีการอ้างอิงมาตรฐานตามพระราชบัญญัติของกระทรวงพลังงาน ซึ่งหลังจากทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ปริมาณการใช้แล้วจึงได้มีการจัดทำมาตรการหลาย
มาตรการเพื่อเป็นแนวทางในการปรับเปลี่ยนเพื่อการใช้พลังงานที่ประหยัดและเกิดผล
ประโยชน์มากที่สุด โดยมีการจัดทำมาตรการในระบบการใช้พลังงานในส่วนใหญ่ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระบบ ได้แก่

1. ระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง (Lighting System)
2. ระบบการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ (Air Conditioning System)
3. การถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร (Ottv- Rttv)

โดยผู้ดำเนินการตรวจวัดได้วิเคราะห์การใช้พลังงานซึ่งได้จากการทำการตรวจวัดปริมาณการ ใช้ไฟฟ้าและปริมาณความร้อนที่มีการถ่ายเทภายในอาคาร จึงจัดทำมาตรการที่มีความเหมาะ สมในลักษณะที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 5.1 ระดับการใช้พลังงานที่เทียบกับกระทรวงกำหนด

ลำดับ	หัวข้อพิจารณา	หน่วยวัด	ระดับการใช้งาน			
			จากการวัด	ข้อกำหนด	% แตกต่าง	สรุปผล
1	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร	W/m^2	47.89	55	12.9%	ผ่านเกณฑ์
	-การถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง	W/m^2	11.81	25	52.8%	ผ่านเกณฑ์
	-การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร					
2	ประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง	W/m^2	21.04	16	31%	ไม่ผ่านเกณฑ์
3	ประสิทธิภาพการใช้เครื่องปรับอากาศในอาคาร	kW/Ton	1.65	1.61	2 %	ไม่ผ่านเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ที่ 5.2 สรุปมาตรการตรวจวัดพลังงานอาคารสำนักงานหอสมุดกลาง

มาตรการ	พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ต่อปี (kWh/ปี)	เงินที่ประหยัดได้ (บาท/ปี)	เงินลงทุน(บาท)	ระยะเวลาคืนทุน(ปี)
1.มาตรการปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	50,243	147,213	932,672	6.34
- การเปลี่ยนโคม	25,892	75,863	519,750	6.85
- การเปลี่ยนชนิดของโคม	48,753	142,848	1,660,500	12.40
- การใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์				
รวม	124,888	365,924	3,112,922	
2.มาตรการปรับปรุงระบบปรับอากาศ	19,424	56,915	33,800	0.59
-การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ	191,126	560,000	86,248	6.05
-การใช้เครื่องปรับอากาศชนิด High EER	169,950	497,954	9,880,000	17.6
-การเปลี่ยนระบบปรับอากาศเป็นชนิด Chiller				
รวม	571,626	1,1148,869	10,000,048	
3.มาตรการปรับปรุงการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร	33,535	98,258	694,135	7
รวมมาตรการด้านไฟฟ้า	33,535	98,258	694,135	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

[1] **Field Measurement – Interior** , IES Lighting Handbook 1981, Page 4-33

[2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน,**เอกสารประกอบการสัมนาโครงการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม** , มิถุนายน 2549

[3] **"การวิเคราะสมรรถนะเครื่องปรับอากาศ"**,เทคนิคเครื่องกล 241 ,ตุลาคม 2547 ,หน้า 121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

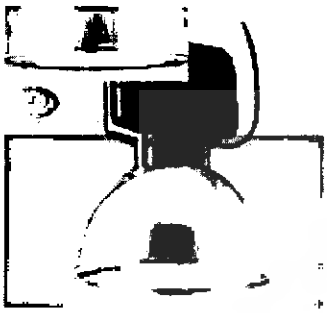
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
ผลข้อมูลการใช้โปรแกรมในการคำนวณหาค่าความสว่าง

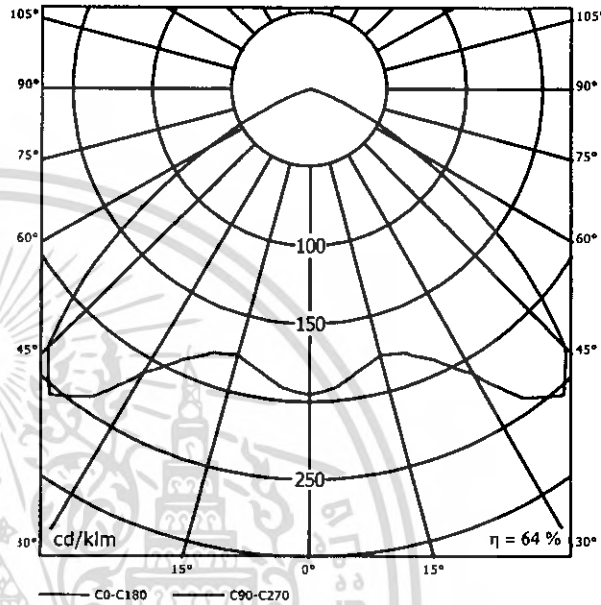
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Sylvania 0043143 + 5043154+5043156 SYLBAY 110 HSL-SC 250W + Aluminium reflector + protective glass D435 / Luminaire Data Sheet



Luminous emittance 1:



Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 51 94 99 100 63

0043143 + 5043154+5043156
SYLBAY 110 HSL-SC 250W + Aluminium reflector + protective glass D435

SYLBAY 110 range meets all the needs of industrial and functional lighting in high building interiors with a modern design, an ingress protection of IP23, an ambient operating temperature of Ta+45°C (opened versions) and a complete set of accessories.

Anodised aluminium housing, flame retardant poly-propylene, convex shaped end caps, adjustable lamp holder with safety catch. Pre-wired gearbox supplied with one meter long. 3x1.5 mm2 cable. Separate lamp and control gear compartments.

Applications
High ceiling interiors such as factories, workshops, assembly lines, loading bays, industrial plants, retail shops.

Luminous emittance 1:

Glare Evaluation According to UGR

ρ Ceiling		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Walls		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Floor		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Room Size X	Y	Viewing direction at right angles to lamp axis					Viewing direction parallel to lamp axis				
2H	2H	22.0	23.2	22.3	23.4	23.7	22.0	23.2	22.3	23.4	23.7
	3H	22.0	23.1	22.4	23.4	23.6	22.0	23.1	22.4	23.4	23.6
	4H	22.0	23.0	22.3	23.3	23.5	22.0	23.0	22.3	23.3	23.5
	6H	21.9	22.8	22.3	23.1	23.4	21.9	22.8	22.3	23.1	23.4
	8H	21.9	22.8	22.2	23.1	23.4	21.9	22.8	22.2	23.1	23.4
	12H	21.8	22.7	22.2	23.0	23.3	21.8	22.7	22.2	23.0	23.3
4H	2H	21.9	23.0	22.3	23.2	23.5	21.9	23.0	22.3	23.2	23.5
	3H	22.1	22.9	22.4	23.2	23.5	22.1	22.9	22.4	23.2	23.5
	4H	22.0	22.7	22.4	23.1	23.4	22.0	22.7	22.4	23.1	23.4
	6H	21.9	22.6	22.4	23.0	23.3	21.9	22.6	22.4	23.0	23.3
	8H	21.9	22.5	22.3	22.9	23.3	21.9	22.5	22.3	22.9	23.3
	12H	21.9	22.4	22.3	22.8	23.2	21.9	22.4	22.3	22.8	23.2
6H	4H	21.9	22.5	22.3	22.9	23.3	21.9	22.5	22.3	22.9	23.3
	6H	21.9	22.3	22.3	22.7	23.2	21.9	22.3	22.3	22.7	23.2
	8H	21.8	22.2	22.3	22.7	23.2	21.8	22.2	22.3	22.7	23.2
	12H	21.8	22.1	22.3	22.6	23.1	21.8	22.1	22.3	22.6	23.1
12H	4H	21.9	22.4	22.3	22.8	23.2	21.9	22.4	22.3	22.8	23.2
	6H	21.8	22.2	22.3	22.7	23.1	21.8	22.2	22.3	22.7	23.1
	8H	21.8	22.1	22.3	22.6	23.1	21.8	22.1	22.3	22.6	23.1

Values of the diagram applies for the luminaire distances S

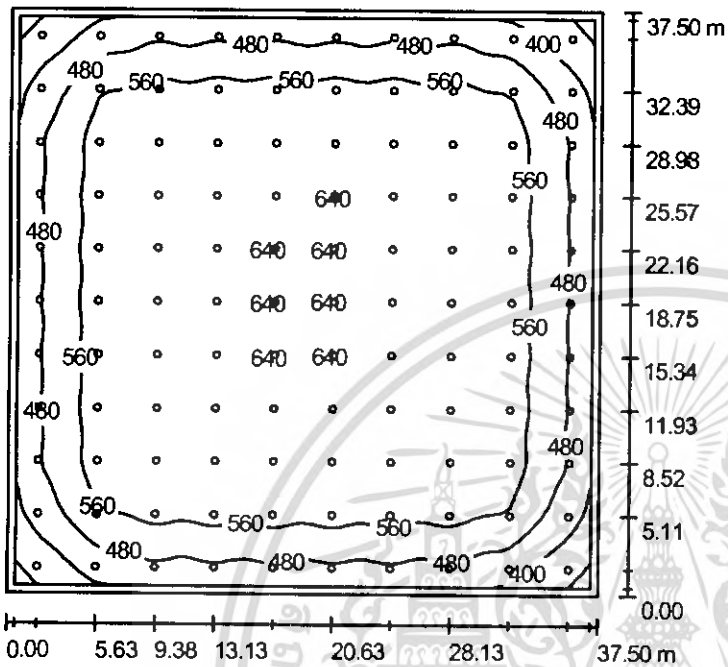
S =	1.0H	+0.8 / -0.9	+0.8 / -0.9
	1.5H	+1.7 / -3.6	+1.7 / -3.6
	2.0H	+3.3 / -7.5	+3.3 / -7.5
Standard Table		BK01	BK01
Correction Summand		4.0	4.0

Corrected Glare for Luminaires with 1000lm Total Luminous Flux

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Room 1 / Summary



Height of Room: 8.000 m, Mounting Height: 7.000 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:482

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	557	288	647	0.52
Floor	20	537	268	639	0.50
Ceiling	70	103	77	117	0.75
Walls (4)	50	210	72	422	/

Workplane:

		UGR	Lengthways-	Across	to luminaire axis
Height:	0.750 m	Left Wall	22	22	
Grid:	64 x 64 Points	Lower Wall	22	22	
Boundary Zone:	0.500 m	(CIE, SHR = 1.00.)			

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.371, Ceiling / Working Plane: 0.185.

Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ [lm]	P [W]
1	110	Sylvania 0043143 + 5043154+5043156 SYLBAY 110 HSL-SC 250W + Aluminium reflector + protective glass D435 (1.000)	14000	266
		total:	1540000	29260

Specific connected load: 20.81 W/m² = 3.73 W/m²/100 lx (Area: 1406.25 m²)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้